

Prosiding Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian

Seri VI

e ISSN : 2774-1982

**”Multipersepsi Proyek
Strategis Nasional dari
sudut Pandang
Pertanian, Peternakan
dan Perkebunan untuk
Mencapai Swasembada
Pangan”**



**Seminar Nasional
PPVP 2025**

11 November

2025

Ruang Lingkup

Penyuluhan, Agribisnis,
Agroteknologi, dan Penerapan IT
dibidang Pertanian, Peternakan,
dan Perkebunan

POLITEKNIK PEMBANGUNAN PERTANIAN MANOKWARI



9 772774 198009

Prosiding
Seminar Nasional Pembangunan dan
Pendidikan Vokasi Pertanian

**“Multipersepsi Proyek Strategis Nasional dari sudut
Pandang Pertanian, Peternakan dan Perkebunan untuk
Mencapai Swasembada Pangan”**

Manokwari, 11 November 2025

Konsorsium
Politeknik Pembangunan Pertanian
Manokwari, Politeknik LPP Yogyakarta, dan
PSDKU Universitas Pattimura



Prosiding

Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian

"Multipersepsi Proyek Strategis Nasional dari sudut Pandang Pertanian, Peternakan dan Perkebunan untuk Mencapai Swasembada Pangan"

Panitia Pelaksana

Dr. Mikhael, S.P., M.Si.
Dr. Benang Purwanto, SP., M.Si.
Dr. Triman Tapi, S.P., M.Si.
Dr. Anna Kusumawati, SP., M. Sc.
Heryanus Jesayas, S.Pt., M.Sc.
Bangkit Lutfiaji Syaefullah, M.Sc.
Gallusia Marhaeny Nur Isty, M.Pt.
Hotmauli Febriana Pardosi, S.Pt., M.Pt.
Okti Widayati, S.Pt., M.Sc.
Muhammad Abdul Aziz, M.Si.
Indah Pratiwi, S.TP., MP.
Rama Aditya Sardani, S.Ak., M.Acc.
Muhammad Khoirul Muslimin, S.T., M.Eng.
Bahrul Ulum, S.P., M.Sc.
Barnabas Gairtua, S.Pt., M.Sc.
Arnold I. Kewilaa, S.Pt., M.Si.
Albertus Sairudy, S.Pt., M.Sc.
Asmirani Alam, S.Pt., M.Si.
Popy Latifah, S.ST.
Yohanis Yanyaan, S.Sos.
Merio Sergio Alu Resi
Susiana
Imran, S.Ikom.
Falih Murfid Prasetyawan, S.IP.
Noveria Sintauli Sitanggang, S.E.
Ghina Maulidia Amin, S.Pt.
Exaudi Andriatmo Sihite, S.Pt.
Firdaus Shafa, S.Pd.
Sri Kita Sagala, A.Md.
Helmi Saputra, A.Md.
Muhammad Budi Cahyono, S.T.



Steering Commite

Dr. Oeng Anwarudin, S.Pt., M.Si.

Ir. M. Mustangin, S.T., M.Eng.

Mitra Bestari

Dr. Oeng Anwarudin, S.Pt., M.Si.

Dr. Latarus Fangohoi, S.P., M.P.

Dr. Mikhael, S.P., M.Si.

Dr. Triman Tapi, S.P., M.Si.

Dr. Ir. Petrus Dominikus Sadsoeitoeboen, M.Si.

Dr. Benang Purwanto, SP., M.Si.

Dr. Barba Nelfie H. Sopacua, SP., MP.

Dr. Indrawati, S.P., M.P.

Dr. Anna Kusumawati, SP., M.Sc.

Editor

Dr. Mikhael, S.P., M.Si.

Bangkit Lutfiaji Syaefullah, M.Sc.

Gallusia Marhaeny Nur Isty, M.Pt.

Hotmauli Febriana Pardosi, S.Pt., M.Pt.

Okti Widayati, M.Sc.

Muhammad Abdul Aziz, M.Si.

Indah Pratiwi, S.TP., MP.

Nurhayati, M.Si.

Falih Murfid Prasetyawan, S.IP.

Firdaus Shafa, S.Pd.

Sri Kita Sagala, A.Md.

Diterbitkan oleh:

**Politeknik Pembangunan Pertanian Manokwari bekerjasama dengan
Pondok Ilmu Press, Politeknik LPP Yogyakarta, PSDKU Universitas
Pattimura, Kementerian Hukum dan PAPPI**



KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa karena atas rahmat dan karunia-Nya, Prosiding Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian 2025 dapat terbit. Seminar nasional dengan tema "Multipersepsi Proyek Strategis Nasional dari sudut Pandang Pertanian, Peternakan dan Perkebunan untuk Mencapai Swasembada Pangan" telah diselenggarakan atas kerjasama Politeknik Pembangunan Pertanian (Polbangtan) Manokwari, Politeknik LPP Yogyakarta, PSDKU Universitas Pattimura, Kementerian Hukum dan PAPPI pada tanggal 11 November 2025 di Manokwari, Papua Barat.

Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian 2025 dilaksanakan sebagai media publikasi, diskusi, dan pertukaran informasi dan pengalaman terkait penyuluhan, agribisnis, agroteknologi, dan penerapan IT (teknologi informasi dan komunikasi) di bidang pertanian, peternakan, dan perkebunan, yang melibatkan akademisi, pemerintah, praktisi wirausaha pertanian, milenial, dan pihak terkait lainnya dari berbagai institusi dan perguruan tinggi yang relevan dengan bidang pembangunan dan pendidikan vokasi pertanian.

Semoga penerbitan prosiding ini dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta pembangunan dan pendidikan vokasi pertanian berbasis *agrosociopreneurship* di Indonesia. Kami menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah berpartisipasi dan berkontribusi pada seluruh rangkaian Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian 2025 yang diselenggarakan oleh Politeknik Pembangunan Pertanian Manokwari.

Manokwari, Desember 2025

Panitia



Sambutan Direktur Polbangtan Manokwari

Assalamualaikum Wr Wb

Salam sejahtera untuk kita semua,

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya sehingga kita dapat melaksanakan acara Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian 2025 dengan tema 'Multipersepsi Proyek Strategis Nasional dari sudut Pandang Pertanian, Peternakan dan Perkebunan untuk Mencapai Swasembada Pangan'.

Tahun ini, kami menerima 270 makalah dari berbagai Lembaga Pendidikan, Peneliti, Penyuluh dan Lainnya di Indonesia. Makalah dipublikasi di Prosiding Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian.

Kami mengucapkan terima kasih kepada Kepala Badan Penyuluhan dan Pengembangan SDM Pertanian Kementerian Pertanian, Kepala Pusat Pendidikan Pertanian, Direktur Politkenik LPP Yogyakarta, Kepala Program PSDKU Universitas Pattimura, Kepala Kanwil Kementerian Hukum Papua Barat, Ketua PAPPI, sivitas akademika Politeknik Pembangunan Pertanian Manokwari dan panitia pelaksana atas dukungan dan bantuannya sejak saat persiapan hingga pelaksanaan seminar. Terima kasih pula kepada pembicara utama, pemakalah, peserta, *reviewer* dan moderator atas keterlibatan dan kerjasamanya di Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian 2025.

Kami berharap acara ini mampu memperkaya keilmuan bidang Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian, khususnya yang berbasis *Agrosociopreneurship*, serta dapat membangun jejaring kerjasama antar peserta yang terdiri atas dosen, guru, peneliti, penyuluh, mahasiswa dan lainnya. Akhir kata, mohon maaf jika ada hal yang kurang berkenan dalam seminar ini, kami akan selalu berupaya memberikan yang terbaik.

Manokwari, November 2025
Direktur

Dr. O'eng Anwarudin, S.Pt., M.Si.



DAFTAR ISI

	halaman
Halaman Judul	i
Tim Pelaksana	ii
Kata Pengantar	iv
Sambutan Direktur Polbangtan Manokwari	v
Daftar Isi	vi
 Bidang Sosial Ekonomi dan Agribisnis	
Pemberdayaan Ibu Rumah Tangga melalui Program Gerakan Ayo Menanam Sayur (GAMEs) di Kota Semarang Edi Gunawan, Renan Subantoro	1-10
Variabel Penentu Keputusan Petani Plasma dalam Melakukan Replanting di Kabupaten Ogan Komering Ilir Henny Malini, M Agustian Nurhadi	11-21
Bauran Pemasaran UMKM Pangan Lokal di Kota Jambi dalam Menghadapi Era Digital Endy Effran, Yanuar Fitri, Rahmi Hidayati, Vika Indah Rahayu	22-30
Penerapan Metode <i>Economic Order Quantity</i> (EOQ) untuk Meningkatkan Efisiensi Biaya Persediaan Bahan Baku di Unit Cikasungka, Jawa Barat Dwi Aryani Suryaningrum, Windah	31-42
Analisis Rasio Likuiditas dan Solvabilitas untuk Mengukur Kemampuan Perusahaan dalam Memenuhi Kewajiban pada PTPN III Tahun 2021–2023 Dwi Aryani Suryaningrum, Revalina Br Tampubolon	43-53
Analisis Penerapan PPN 12% dengan DPP Nilai Lain di PT Sinergi Gula Nusantara Pabrik Gula Glenmore Zumrotul Faiqqotul Jannah, Mahagiyani	54-60



Analisis Likuiditas dan Solvabilitas terhadap Kinerja Keuangan Pada PT Wilmar Cahaya Indonesia Tbk Tahun 2022-2024 Anindya Novera Wulandari, Rama Aditya Sardani	61-67
Pengaruh Pengalaman Usaha Tani dan Penerapan Prinsip Agroekologi terhadap Keberhasilan Usahatani Kopi di Kabupaten Bondowoso Weni Indah Doktri Agus Tapaningsih, Eko Soemarjono	68-76
Analisis Perhitungan, Penyetoran, dan Pelaporan Pajak Penghasilan (PPh) Pasal 21 atas Penghasilan Karyawan Tetap pada Kebun Cibungur KSO Khairun Nisa, Mahagiyani	77-88
Analisis Efektivitas Sistem Informasi Akuntansi dalam Meningkatkan Akurasi Laporan Keuangan di PTPG Rajawali II, Unit Sindanglaut Widinata, Rama Aditiya Sardani	89-98
Keberlanjutan Tradisi Adat dan Transformasi Kemandirian Ekonomi Lokal: Pelajaran dari Swasembada Pangan di Kampung Naga Muslim Sabarisman	99-113
Pemberdayaan Kelompok Masyarakat Pesisir melalui Pengembangan Program Silvo-Ekowisata Mangrove di Desa Kuala Sempang Kecamatan Seri Koala Lobam Kabupaten Bintan, Indonesia Febrianti Lestari, Rika Anggraini, Harapin Hapid	114-122
Evaluation of Product Feasibility and Economic Potential after Cassava Processing Training Based on Community Empowerment Hamka L., Andi Asmawati Azis, Sitti Hajerah Hasyim, Zakia Asrifah Ramly	123-131



Pembelajaran Sosial dalam Praktik Penyuluhan Kolaboratif untuk Pengembangan Kelompok Berbasis Agribisnis Ahmad Fachri, Sultani	132-141
Peran Kebijakan Pemerintah untuk Ketahanan Pangan Berbasis Swasembada Beras di Indonesia Sayu Desty Pratisya, Juli Winando Lumban Toruan	142-149
Analisis Peta Proses Operasi Permen Cabe Jamu Nur 'Aini, Khoirul Hidayat, R. Arief Firmansyah	150-156
Komodifikasi Anyaman Tumbuhan Mansiang menjadi Produk Elemen Penunjang Interior Rumah Tinggal Ahmad Bahrudin, Ramadhani Kurniawan, Kurnia	157-174
Analisis Pertumbuhan Artikel Ilmiah Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian (SNPPVP) dalam Lima Tahun Terakhir Muhammad Syafii Nasution	175-194
Ecological Citizenship and Sustainable Agricultural Development: A Literature Review on the Role of Agricultural Extension Agents toward Achieving SDG 2 (Zero Hunger) Prince Clinton Immanuel Christian Damanik, Arum Sekar Kedhaton	195-203
Perspektif Petani tentang Badan Usaha Milik Desa Mulya Bersama di Kampung Prafi Mulya, Distrik Prafi, Kabupaten Manokwari Muhammad Dini Alfarizi, Mikhael, Trimman Tapi	204-214
Dampak Intervensi UMKM terhadap Kinerja UMKM (Studi Kasus UMKM Rumah Panrita Kabupaten Barru) Abd. Rahim, Sariana Damis, Pratiwi M. K., Muhammad Faisal	215-226



Integrasi Program Konservasi dan Pemberdayaan Ekonomi Lokal: Studi Kasus LPHD Karang Hilir dalam Pengembangan Perkebunan Kakao dan Unit Usaha Produktif	227-235
Tarisa Mirda Sofiana, Arum Sekar Kedhaton, Aisyah Trees Sandy, Juwari	
Menganalisis SWOT dalam Kelompok Tani Surya Hijau di Kelurahan Suryodiningratan, Kecamatan Mantrijeron, Kota Yogyakarta	236-246
Siti Hajar, Siti Via Syahrani Putri, Hanif Fatihah Tsari, Muhammad Iqbal, Arjuna, Nur Saudah Al Arifa D	
Metode Analisis SWOT Dalam Pelaksanaan Subsistem Usahatani (<i>On-Farm</i>) (Studi Kasus di Rejo Farm Integrated Farming)	247-265
Moh Fadly, Muhammad Ilham Perdana, Farazinia Aditiani Putri, Yuti Putri, Fariha Ma'ula, Nur Saudah Al Arifa D	
Analisis SWOT terhadap Pengelolaan Padi di Gapoktan Sidomulyo Sleman	266-281
Eka Aditya, Alyaa Nur Rafi'ah, Meida Tri Wardani, Abdul Aziz Akhmad, Wan Fahira Rahmi, Nur Saudah Al Arifa D	
Analisis Nilai Tambah Pisang Cavendish dalam Mendukung Program Makan Bergizi Gratis (MBG)	282-287
Khoirul Hidayat, M. Fuad Fauzul Mu'tamar, Millatul Ulya, M. Yaskun, M. Adhi Prasnowo	
Analisis Biaya dan Kelayakan Soega (Soes Buah Naga) sebagai Inovasi Agroindustri untuk Ketahanan Pangan	288-298
Karina Tasya, Haswika, Kevin Tanjung, Rahmawati	
Analisis Organoleptik dan Daya Terima Produk Soes Buah Naga (SOEGA) sebagai Inovasi Pangan Fungsional	299-310
Cindy Amelia, Risna Aulia, Nurul Al Varqani, Catherine Novita Sari	



Strategi Kelompok Tani Kebun Hijau Daun dalam Mengatur Sumberdaya Manusia melalui Analisis SWOT Fitria Reza Syamara, Munawaroh, Hafizh Gilang Pramana, Naouval Ariyansyah, Adnin Irsyadul Ibad, Nur Saudah Al Arifa D	311-319
Analisis Komparatif Metode Moving Average dan Exponential Smoothing untuk Peramalan Produksi Brownies Chips pada UMKM Agriku Kota Parepare Abd. Rahim, Tiara Wulan Dari Derang, Putriani, Nurul Afifah	320-330
Peran Mahasiswa Agribisnis dalam Mendukung Inovasi dan Strategi Pemasaran Produk Brownies Chips pada UMKM Agriku Kota Parepare Sitti Humairah B., Sukmawati	331-338
Regenerasi Petani di Kabupaten Kebumen: Analisis Tantangan dan Arah Strategi Kebijakan Pembangunan Pertanian Berkelanjutan Nur Saudah Al Arifa D., Nur Muhammad Syafi'i, Ahmad Wantoro, Barrur Robingatus Sangadah	339-349
Analisis SWOT dan Strategi Pengembangan Kelompok Wanita Tani (KWT) Makmur Lestari Ramidah, Eko Nur Ari Parjiyamto, Wahyu Diva Ardiantono, Zumroatun Na'imah, M. Hakim Hanani, Nur Saudah Al Arifa	350-356
Persepsi Wisatawan terhadap Fasilitas dan Aksesibilitas Wana Wisata Winong di Kabupaten Malang Putra Irwandi, Erwinda Mufidah Izzati, Nuzlatul Afia, Ninda Novita	357-368
Menuju Pertanian sebagai Karir: Prediksi Preferensi Mahasiswa Agribisnis melalui Linearitas Pendidikan Ninda Novita, Putra Irwandi, Julia Mardalisa	369-383



Analisis Komparatif Tingkat Orientasi Kewirausahaan antara Petani Budidaya dan Petani Pengolah Kopi Dinda Amalia Gumay, Yunita Alfina Puspita Sari, Aswin Hendry Atmoko	384-392
Pemberdayaan Masyarakat melalui Pengolahan Koro Pedang yang <i>Zero Waste</i> di Ngabangan, Godean, Sleman Wahyu Setya Ratri, Zamroni, Bambang Purwanto	393-400
Indonesia Mandiri Pangan 2045: Arah Baru, Tantangan dan Strategi Menuju Lumbung Pangan Dunia Naufal Nur Mahdi	401-415
Bidang Ilmu Peternakan	
Efek Jenis Kelamin dan Komposisi Pakan terhadap Pertumbuhan dan Karkas Itik Manila Harapin Hafid	416-427
Peran Penambahan Pakan Herbal dalam Meningkatkan Efisiensi Nutrisi dan Kesehatan Ruminansia: Implikasi terhadap Swasembada Pangan Berbasis Peternakan Rezki Amalyadi	428-440
Karakteristik Fisik dan Organoleptik Pengawetan Daging Rusa menggunakan Tepung Sagu dan Garam pada Suhu Ruang M. Fabian Noor Fajar, Sritiasni, Gallusia Marhaeny Nur Isty	441-447
Karakteristik Fisik dan Organoleptik Pengawetan Daging Rusa Menggunakan Tepung Jagung dan Garam pada Suhu Ruang Risna Yulianti Bue, Sritiasni, Gallusia Marhaeny Nur Isty	448-457
Tingkat Pengetahuan Peternak Babi Tentang Sanitasi Kandang di Kampung Wasai, Distrik Manokwari Selatan Frida Ap, Sritiasni, Bangkit Lutfiaji Syaefullah, Maria Herawati	458-471



Uji Kualitas Fisik Silase Rumput Raja (<i>Pennisetum purpureophoides</i>) dan Gamal dengan Penambahan Dosis EM4 yang berbeda Muhammad Choiry, Bangkit Lutfiaji Syaefullah, Sritiasni	472-484
Peningkatan Pengetahuan Peternak tentang Pengelolaan Feses Sapi menjadi Pupuk Kompos untuk Memutus Siklus Cacingan di Distrik Masni Kabupaten Manokwari Ridho Fatrah Firdaus Mergwar, Okti Widayati	485-490
Pengetahuan Higiene Pangan Ibu Terkait Penanganan Daging di Wilayah Manokwari Barat Noviyanti, Rizki Arizona, Noveling Inriani, John Palulungan	491-501
Perbandingan Respon Pertumbuhan Rumput Raja (<i>Pennisetum purpurephoides</i>) yang Diberi Pupuk Bokashi Kotoran Sapi dan Pupuk NPK Falensiana Lusiana Ginuni, Okti Widayati, Nani Zurahmah	502-510
Perbandingan Respon Pertumbuhan Rumput Gajah (<i>Pennisetum purpureum</i>) yang Diberi Pupuk Bokashi Kotoran Sapi dan Pupuk NPK Mathilda Gerta Gau, Okti Widayati, Nani Zurahmah	511-519
Potensi dan Komposisi Botani pada Padang Pengembalaan Alam Doro Ncangga Kecamatan Pekat Kabupaten Dompu Nusa Tenggara Barat Nining Ariani	520-525
Pengaruh Penggunaan Tepung Pisang Kepok (<i>Musa Paradisiaca Formatypica</i>) sebagai Substitusi Tepung Tapioka terhadap Kadar Protein, Gula, dan Vitamin C Nugget Ayam Adriatun, Minarny Gobel, Sugiarto	526-535



Peran Seleksi Genetik terhadap Peningkatan Produktivitas Ternak Lokal untuk Mendukung Swasembada Pangan Nasional	
Woki Bilyaro, Arif Rahman Azis, Teguh Rafian, Muhammad Dani, Nurazizah Ramadhanti, Rizky Amrullah Chaniago, Dhini Nova Widyasari, Virna Maharani Dwipassa, Anggun Marisa	536-546
Peningkatan Pengetahuan Peternak dalam Pengelolaan Perkandangan Ternak Babi di Kampung Marina Kecamatan Manokwari Barat Manokwari Papua Barat	
Yosefina Paulina Ngutra, Oeng Anwarudin, Hotmauli Febriana Pardosi	547-559
Kualitas Vitamin dan Mineral Sambal Ampela Ayam dengan Penambahan Tepung Biji Kelor (<i>Moringa oleifera</i>)	
Sugiarto, Dwi Ramadani Pratiwi, Raika, Reihan Syarief, Eldi Ngineikon, Masitoh Azahra	560-567
Uji Sensori dan Total Bakteri Asam Laktat dari Eksplorasi Probiotik Indigenous Larva <i>Black Soldier Fly</i>	
Muhammad Amran, Winda Fransisca Saragih, Vina Octavia Azzahra, Ade Trisna, Azharil Nauval, M Rizky Aldrian Nasution, Theresia Sianturi	568-580
Preferences of Beef Cattle Breeders in Indonesia	
Josua Sahala, Yusuf Leonard Henuk	581-588
Tingkat Kontaminasi dan Resistensi Antibiotik <i>Staphylococcus aureus</i> pada Susu dari Peternakan Kambing Perah Tradisional di Kabupaten Langkat Sumatera Utara	
Shinta Mutia Rambe Manalu, Lisnawita, Nevy Diana Hanafi, Luthfi Aziz Mahmud Siregar	589-600
Pengaruh Kesadaran Kesehatan, Pengetahuan Produk, dan Kepercayaan terhadap Keputusan Pembelian Telur Omega-3 di Kota Bogor	
Ismawati	601-618



- Model Kewirausahaan Sosial Peternak sebagai Strategi Responsi terhadap Proyek Strategis Nasional (PSN) dalam Ekosistem Swasembada Pangan
Arif Rahman Azis, Woki Bilyaro, Muhammad Dani, Nurazizah Ramadhanti, Rizky Amrullah Chaniago, Jarmuji, Kade Wahyu Saputri, Anis Indayati, Muhammad Subhan Hamka 619-631
- Pengaruh Suplementasi Metionin Terproteksi terhadap Fermentabilitas dan Produksi Gas pada Pakan Sapi Perah secara *In Vitro*
Yusrian Nuranaily Marelsa Putri M.N., Anis Muktiani 632-642
- Manajemen Reproduksi Sapi Perah Betina Peranakan Friesian Holstein di Balai Pengembangan Bibit Ternak dan Benih Pertanian Tampusu
Lentji Rinny Ngangi 643-648
- Studi Kasus Penanganan Diare Pada Pedet Sapi Bali di Dusun Bakunge Kabupaten Bone
Sri Wahyuni, Sri Utami, Soraya Faradila 649-657
- Analisis SWOT dalam Pelaksanaan Kemitraan Usaha Peternakan Ayam Pedaging Studi Kasus Atap Farm 2
Aulia Qurota A'yuni, Dita Kustanti, Zahro Makhbubah, Muhamad Azmil Nizar, Muhamad Tohal Yamani, Nur Saudah Al Arifa D 658-671
- Peningkatan Pengetahuan Peternak tentang Pakan Fermentasi Tongkol Jagung sebagai Pakan Komplit Ternak Sapi Potong di Kampung Udapi Hilir Distrik Prafi Kabupaten Manokwari
Ronggo Purwanto, Susan Carolina Labatar, Maria Herawati 672-680
- Literature Review:* Pengaruh Jenis Koagulan terhadap Karakteristik Dangke
Nova Karimatun Nabilah, Indita Maharani, Irfan Fadhlurrohman 681-689



- Pemanfaatan Bahan Nabati sebagai Pengawet dan Pewarna Alami pada Produk Olahan Daging: Pendekatan Fisik, Sensorik, dan Keamanan Pangan
Chandra Irawan, Eva Yulyanti, Syabilah Regiana, Irfan Fadhlurrohman 690-698
- Fortifikasi Ekstrak Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.) pada Produk Olahan Susu sebagai Pangan Fungsional
Nareta Faizah Ardani, Felia Galuh Pramudita, Fitriyani, Irfan Fadhlurrohman 699-710
- Pengaruh Fortifikasi Berbagai Macam Rempah Lokal Indonesia sebagai Inovasi Pangan Fungsional: Kajian Literatur
Amanda Ainan Salsabila, Indah Farhatul Khoiriyah, Laelatul Azifah, Irfan Fadhlurrohman 711-721
- Pengaruh Penambahan Berbagai Jenis Tepung terhadap Tekstur Bakso
Uma Afif Hanifah, Yulia Saputri, Rista Ayu Hikmala, Irfan Fadhlurrohman 722-731
- Pengaruh Penambahan Ekstrak Jahe (*Zingiber officinale*) terhadap Daya Simpan Keju
Muhammad Isa Al Haq, Cathrine Ayu Kusuma, Dhika Adji Afinesta, Irfan Fadhlurrohman 732-738
- Review: Diversifikasi Produk Telur Pindang yang dibuat dengan Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.) sebagai Penyamak
Ardino Akbar Santoso, Diana Nailatul Nabila, Muhammad Nur Ihsan, Irfan Fadhlurrohman 739-745
- Pengaruh Perbedaan Media dan lama Pemeraman terhadap Karakteristik dan Nilai Kesukaan Telur Asin
Muhamad Ikhlas Nur Falaqi, Arga Mandala Putra Ferdiawan, Aqna Bibatul Hakim, Irfan Fadhlurrohman 746-752



Visualization of Global Chickens Farming and Their
Production Systems

**Josua Sahala, Agustinus Agung Dethan, Marselinus
Banu, Maria Magdalena Kapitan, Yusuf Leonard Henuk** 753-766

Tingkat Pengetahuan Peternak tentang Pembuatan Silase
dari Pelepah Kelapa Sawit Sp 3 Kampung Aimasi Distrik
Aimasi Kabupaten Manokwari

**Yehzekiel Alventus Moa Jhong, O'eng Anwarudin,
Hotmauli F. Pardosi** 767-774

Penyuluhan dalam Peningkatan Kesejahteraan Peternak:
Analisis Literatur tentang Peran Strategis dalam
Pemberdayaan Ekonomi Peternakan Berkelanjutan

Irma, Itang Purnama 775-782

Pengaruh Perbedaan Metode Pengeringan terhadap
Kandungan Nutrien Tepung Telur Ayam Ras

**Syivaul Jannah, Amelia Fitaguri, Husnul Amalina, Irfan
Fadhlurrohman** 783-788

Effect of Substituting Tapioca Flour with Purple Sweet Potato
on Antioxidant Activity and Sensory Evaluation of Chicken
Meatballs

**Azchar Prianka Piawan Putra, Hotlan Manik, Rizki
Prasetya, Juni Claudia Dami** 789-796

Persentase Karkas dan Komponen Karkas Ayam Pedaging
dengan Penambahan Tepung daun Lidah Mertua
(*Sansevieria trifasciata*) dalam Pakan

**Sugiarto, Aynan Hismafanti Gunawan, Nuun Marfuah,
Sukisman Abdul Halid** 797-803

Pengaruh Penambahan Karagenan terhadap Mutu Sosis
Siap Makan Berbasis Daging Kerbau: *Review*

**Nanda Asshifanni, Muhammad Hilmi Naufal, Irfan
Fadhlurrohman** 804-819



Bidang Ilmu Pertanian

- Pengendalian Gulma dengan Memanfaatkan Tumbuhan Kirinyuh (*Chromolaena odorata* L. King and Robinson) sebagai Mulsa Organik pada Tanaman Kedelai
Anuar Ramut, Muhammad Husaini Assauwab, Deden Sumoharjo, Kartono, Mario Pani 820-828
- Optimasi Dosis Herbisida Flumioxazin untuk Pengendalian Gulma pada Tanaman Kedelai
Anuar Ramut, Deden Sumoharjo, Muhammad Husaini Assauwab, Mario Pani, Kartono, Era Maulia, Yulis Untari, Muhammad Yassir 829-836
- Inovasi Teh Kombucha Rumput Kebar (*Biophytum petersianum*): Variasi Konsentrasi Stevia dan Lama Fermentasi terhadap Kualitas Sensoris dan Fisik
Indah Pratiwi, Dian Fadhila La Simin, Benang Purwanto 837-849
- Pengolahan Bayam Menjadi Keripik Sehat: Edukasi dan Distribusi untuk Ketahanan Pangan Masyarakat
Safira, Nadina Hajar Alasimi, Faranisa Syah Putri 850-860
- Aplikasi Biosida Mengendalikan Hama *Spodoptera litura* Padi Meningkatkan Swasembada Pangan di Langkat, Sumatera Utara
Ameilia Zuliyanti Siregar, Nurliana Harahap 861-870
- Pertumbuhan Tanaman Kedelai melalui Pengendalian Gulma menggunakan Beberapa Dosis Herbisida Flumioxazin
Anuar Ramut, Leonardo D. Sihombing 871-880
- Efektivitas Persentase Campuran Dosis Herbisida Flumioxazin dan Oxyfluorfen terhadap Pertumbuhan Gulma di Tanaman Padi Gogo
Anuar Ramut, Khairil Anwar 881-890



Pertumbuhan Tanaman Padi Gogo Akibat Pengendalian Gulma dengan Campuran Dosis Herbisida Flumioxazin dan Oxyfluorfen Anuar Ramut, Muhammad Raja	891-897
Analisis Komoditas Unggulan Hortikultura di Provinsi Jawa Timur dengan Pendekatan <i>Location Quotient</i> (LQ) Ratna Dewi Judhaswati	898-920
Integrated Analysis of Microbiological, Physicochemical, Organoleptic, and Economic Aspects of Lontar Fruit-Based Food Products Zakia Asrifah Ramly, Maipha Deapati Arief	921-932
Uji Patogenisitas Jamur <i>Metarhizium anisopliae</i> sebagai Agen Hayati dalam Mengendalikan Hama Ulat Grayak (<i>Spodoptera frugiperda</i>) pada Tanaman Padi (<i>Oryza sativa</i> L.) Oktodika Ryando Sembirig, Amelia Zuliyanti Siregar	933-942
Tinjauan Alat dan Mesin Produksi Jamur di Usaha Kelompok Budidaya Jamur Petani Desa Payakabung (Binaan PT PLN Indonesia Power Up Indralaya) Mira Khairunnisa, Puspitahati, Fatria Resti Haryani	943-955
Palynological Studies and Genetic Compatibility Levels of Orchid through Intergeneric Crossing <i>Vanda</i> sp., <i>Phalaenopsis</i> sp., and <i>Dendrobium</i> sp. Aswin Hendry Atmoko, Raikhan Dwi Prasetya, Annisa Nanda Oktavia	956-972
Respons Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Selada (<i>Lactuca sativa</i> L.) terhadap Konsentrasi Pupuk Organik Cair Daun Gamal (<i>Gliricidia sepium</i> L.) Robiatul Adawiyah, La Karimuna, Andi Nurmas, Tati Karmila	973-985



- Inovasi Lilin Batik Ramah Lingkungan Berbasis Minyak Maggot (*Black Soldier Fly*)
Nurul Adelia Putri Amiruddin, Inda Uswatun Hasanah, Ikhwanul Muhammad Nursalam, Andy Muhammad Zhafran L, Ahmad Zaky Haryanto, Dedi Rimantho, Aminah Hajah Thaha 986-997
- Kuantifikasi Mutu Kimia Pupuk Organik Padat Berbasis Cangkang Kelapa Sawit-Abu Boiler dengan Fortifikasi Konsorsium Bakteri Penambat Nitrogen dan Pelarut Fosfat
Nova Tribuyana, Yuliantina, Nasir, Faridatul Mukminah, G I S Putra, M Jumadi 998-1009
- Uji Konsentrasi Metabolit Sekunder *Trichoderma* sp. terhadap *Alternaria porri* Penyebab Penyakit Bercak Ungu pada Bawang Merah
Faista Agri, Tunjung Pamekas, Yenny Sariasih, Priyatiningsih, Hendri Bustamam 1010-1020
- Uji Kemampuan Ekstrak Daun Kemangi (*Ocimum basilicum* L.) sebagai Fungisida Nabati terhadap *Colletotrichum gloeosporioides* secara *In Vitro*
Chalvin Jhosant Ferdiansyah, Tunjung Pamekas, Agustin Zarkani, Hendri Bustamam, IImi Hamidi 1021-1030
- Pengaruh Aplikasi Kitosan terhadap Perkembangan Penyakit Bercak Ungu (*Alternaria porri*) pada Bawang Merah
Emy Maria Sianipar, Tunjung Pamekas, IImi Hamidi, Djamilah, Mimi Sutrawati 1031-1038
- Identifikasi Morfologi Cendawan yang Berasosiasi dengan Bawang Bombai (*Allium cepa* L.) Impor di Bengkulu
Tentarti, Tunjung Pamekas, Yenny Sariasih, Hendri Bustamam, IImi Hamidi 1039-1047
- Pengaruh Aplikasi Ekstrak Daun Sirih (*Piper bettle* L.) terhadap Pengendalian *Alternaria porri* secara *In Vitro*
Yeni Belina Januari, Tunjung Pamekas, Mimi Sutrawati, Djamilah, Hendri Bustamam 1048-1056



- Evaluasi Potensi Pertanian Perkotaan Berdasarkan Karakteristik Fisik Tanah di Wilayah Samarinda Ulu dan Samarinda Utara, Kalimantan Timur
Arum Sekar Kedhaton, Prince Clinton Immanuel Christian Damanik, Hizwatin Maulidya, Yuliana Devina Angela Jane, Juwari 1057-1067
- Respon Fisiologis Beberapa Varietas Padi Lokal Gorontalo terhadap Cekaman Kekeringan yang Disimulasikan dengan PEG-6000 pada Fase Perkecambahan
Ria Megasari 1068-1081
- Pengelolaan Air Tanaman Komoditas Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Skala *Food Estate* di Dramaga Bogor
Ardian Ramadhan, Fairuz Syauqi Wafa, Rahma Nadia Saleha, Eka Nur 'Aida Febriani 1082-1096
- Identifikasi Mofologi Cendawan Penyebab Penyakit Pascapanen pada Buah Naga (*Hylocereus* spp.) di Kota Bengkulu
Syarvina Alfiyani, Tunjung Pamekas, Yenny Sariasih, Mimi Sutrawati, Ilmih Hamidi 1097-1105
- Uji In Vitro Ekstrak Daun Mimba (*Azadirachta indica*) terhadap *Alternaria porri*
Yolanda Kristina Tampubolon, Tunjung Pamekas, Mimi Sutrawati, Djamilah, Ilmi Hamidi 1106-1114
- Kajian Ukuran Butir Pumice sebagai Isi Netpot Hidroponik
Ahmad Fathoni, Erni Romansyah, Adi Gunawan, Roviatul Zohriah 1115-1124
- Pengaruh Aplikasi Bakteri Endofit (*Serratia marcescens* AR1) dengan Peningkatan Dosis Pupuk Kandang Ayam pada Tanaman Mentimun (*Cucumis sativus* L.) di Ultisol
Rony Rahmat Hidayat Hasibuan, Tsamarah Nur Rahmah, Irham Maulana, Ovanny Thalia 1125-1138



- Evaluasi Kesesuaian Lahan Komoditas Padi Sawah Tadah Hujan di Kabupaten Bangkalan
Dawam Gumilang A.H., Fahmi Arief Rahman, Erick Yuhardi, Slamet Supriyadi 1139-1152
- Perbandingan Metode dalam Pengembangan Permen Cabe Jamu
Laha Nuriyana, Khoirul Hidayat, R. Arief Firmansyah 1153-1161
- Aplikasi *Edible Coating* dari Pektin Kulit Kakao dengan Penambahan Berbagai Konsentrasi Carboxy Metil Cellulose (CMC) dan Gliserol untuk Mempertahankan Kualitas Buah Tomat Selama Penyimpanan
Mulyadi, Siti Mardiana, Ellen Lumisar Panggabean, Muhammad Antony Jefri Pratama 1162-1170
- Pengaruh Pemberian Limbah Cair Kelapa Sawit dan dua Varietas terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa* L.)
Yoyon Riono 1171-1182
- Aklimatisasi Planlet Pisang (*Musa paradisiaca* L.) pada Sistem NFT dengan Variasi Media Tanam dan Inokulasi Mikoriza Arbuskular
Bayu Syahputra, Abdul Rahman, Gusmeizal, Raudha Anggraini Tarigan 1183-1198
- Respon Pemberian Kasgot yang dikombinasikan Cocopeat terhadap Kandungan Klorofil pada Tanaman Alfalfa (*Medicago sativa* L.)
Muhammad Sipqi, Ronny Mulyawan, Noorkomala Sari 1199-1216
- Sawah Cerdas: Inovasi Teknologi Prediksi Cuaca untuk Mitigasi Gagal Panen dan Ketahanan Pangan Nasional
Farel Andika, Agus Wantoro, Zulkifli, Agustinus Eko Setiawan 1217-1224



- Transformasi Limbah Rumah Tangga menjadi Pupuk Organik Cair: Dampaknya terhadap Produktivitas dan Kualitas Tanah Entisol
Welly Herman, Masmoni Ade Putra, Erlina Rahmayuni, Zulkarnain, Seveline 1225-1239
- Analisis Daya Dukung dan Daya Tampung Lahan untuk Kawasan Permukiman di Kecamatan Palu Selatan Kota Palu Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG)
Natalia Taruk, Adam Malik, Hamka, Hamzari, Ida Arianingsih, Misrah 1240-1255
- Analisis Daya Dukung dan Daya Tampung Lahan Permukiman Kecamatan Mantikulore Kota Palu Sulawesi Tengah
Mutpaina, Adam Malik, Hamka, Hamzari, Ida Arianingsih, Misrah 1256-1272
- Analisis Daya Dukung dan Daya Tampung Lahan untuk Kawasan Pemukiman di Kecamatan Palu Barat, Kota Palu Berbasis Sistem Informasi Geografis
Hijriani, Adam Malik, Hamka, Hamzari, Ida Arianingsih, Misrah 1273-1289
- Efektivitas *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dalam Meningkatkan Pertumbuhan dan Produktivitas Mentimun (*Cucumis sativus* L.)
Erlina Rahmayuni, Vellin Rizki Vireza, Welly Herman 1290-1304
- A Review of Matcha (*Camellia sinensis*) Quality: Genetic, Agronomic, and Physiological Determinants
Bagus Aradea, Aswin Hendry Atmoko 1305-1319
- Analisis Residu Pestisida Pangan Segar Asal Tumbuhan (PSAT) dalam Mendukung Ketahanan Pangan Kota Madiun
Devi Radhatul Thoyibah, Atik Sukmaningrum, Nurul Salehawati 1320-1332



- Biochar Coated Urea* sebagai Teknologi Pemupukan dalam Meningkatkan Efisiensi Nitrogen Menuju Sistem Pertanian Berkelanjutan 1333-1341
Moh. Rizal
- Pemanfaatan Limbah Pertanian sebagai Teknologi Produksi Berkelanjutan Jamur Merang (*Volvariella volvacea*) dalam Mendukung Ketahanan Pangan Nasional 1342-1356
Heru Wansyah Harahap, M Rangga Satria, Hartini
- Analisis Spasial Tingkat Kerawanan Banjir Menggunakan Sistem Informasi Geografis di Kecamatan Dolo Selatan Kabupaten Sigi 1357-1368
Jesika T. Kotambunan, Hamzari, Rhamdhani Fitrah Baharuddin, Adam Malik, Ida Arianingsih, Arman Maiwa
- Integrasi Ndvi dan Konsentrasi Klorofil-A Padang Lamun untuk Estimasi *Stok Blue Carbon* dan Korelasinya dengan Tangkapan Ikan di Pulau Sembilan, Sinjai 1369-1376
Ayla Thufaila Ramadhina B., Raihanah Nuzul Rahimah, Quinny Elrania Fiqhly, Aura Musfirah HM Haris, Dedi Rimantho
- Analisis Sifat Fisika Tanah Kawasan Karst Citatah untuk Mendukung Efisiensi Irigasi di Sektor Agroteknologi 1377-1386
Nita Meilanda Sari, Yogina Lestari Ayu Situmorang, Kharistya Amaru
- Analisis Sifat Fisika Tanah di TPS Ciparanje dan Implikasi terhadap Pengelolaan Lahan Pertanian Berkelanjutan 1387-1393
Nadhri Fatihrizik Muhammad, Yogina Lestari Ayu Situmorang, Boy Macklin Pareira Prawiranegara
- Adaptasi Perubahan Iklim Petani Jagung di Desa Lenteng Timur, Kabupaten Sumenep 1394-1404
Muhamad Rosid, Mardiyah Hayati



- Peran, Status, dan Fungsi Serangga pada Tanaman Padi Organik di Desa Lubuk Bayas Mendukung Brigade Pangan di Sumatera Utara
Ameilia Zuliyanti Siregar, Evawaty Sri Ulina, Liana Dwi Sri Hastuti, Nismah Panjaitan 1405-1415
- Respon Penggunaan Pupuk Cair Anorganik *Glow Green* dan Pupuk NPK Terhadap Produktivitas Jagung Manis
Mudita Oktorina Nugrahani, Ari Santosa Pamungkas, Riko Cahya Putra, Imam Susetyo, Nofitri Dewi Rinojati 1416-1430
- Efektivitas Pupuk Anorganik Cair *Glow Green* dalam Meningkatkan Pertumbuhan, Hasil, dan Keuntungan Usahatani Padi
Imam Susetyo, Intan Berlian, Mudita Oktorina Nugrahani, Nofitri Dewi Rinojati, Riko Cahya Putra, Nur Eko Prasetyo, Ari Santosa Pamungkas, Budi Setyawan, Titik Widiasari, Akhmad Rouf 1431-1435
- Analisis Pemilihan Mesin Pengering Padi dengan Menggunakan Metode *Binary Dominance Matrix*
M. Fuad Fauzul Mu'tamar, Khoirul Hidayat, Millatul Ulya, M. Yaskun, M. Adhi Prasnowo 1436-1442
- Analisis Jaringan Komunikasi Interpersonal Petani dalam Penggunaan Traktor Roda Dua (*Hand Tractor*) di Kecamatan Panyabungan Kabupaten Mandailing Natal
Rony Rahmat Hidayat Hasibuan 1443-1458
- Systematic Literature Review (SLR): Analisis Risiko Pertanian di Indonesia*
Maulia Usni 1459-1472
- Bidang Ilmu Perkebunan**
- Analisis Potensi Tanaman Sagu (*Metroxylon* sp) sebagai Bahan Pangan Lokal untuk Mendukung Ketahanan Pangan di Provinsi Papua Barat
Arif Faisol, Hostalige Hutasoit, Budiyo, Mashudi, Desi Natalia Edowai 1473-1483



Strategi Pengembangan Sentra Agribisnis Kopi Arabika di
Kecamatan Sitinjo Kabupaten Dairi Provinsi Sumatera Utara
Ririn Alfida'Abi, Firman Raydav Lamtorsng Silalahi, Puji Wahyu Mulyani 1484-1506

Systematical Review: Penerapan Intercropping di
Perkebunan Kelapa Sawit
Pretty Luci Lumbanraja, Penny Chariti Lumbanraja 1507-1521

Uji Lapang Mesin Parut Sagu dengan Sistem Pamarutan
Tanpa Pengupasan Kulit Batang di Distrik Masni Kabupaten
Manokwari Provinsi Papua Barat
Darma, Risma U. Situngkir, Nikolas Awandoy 1522-1534

Inovasi Pengolahan dan Pemasaran Kopi untuk Mendukung
Ketahanan Pangan dan Ekonomi Lokal
Mutia Hidayati, Fadhilah Aini, Nurul Husna 1535-1543

Supply Chain of Arabica Coffee in the Papua Highlands: A
Case Study of Highland Roastery and Emas Hijau
Cooperative
Lucia Runggeari, Yafeth Wetipo, Dayu Rifanto 1544-1555

A Systematic Literature Review: Pemanfaatan Limbah
Kelapa Sawit dalam Sistem Biorefinery sebagai Solusi
Keberlanjutan Industri Sawit
Wahyu Almizri, Yusuf Akhmad 1556-1564

Hubungan Antara Kondisi Lingkungan dengan Insidensi
Penyakit Alur Bidang Sadap Karet (*Hevea brasiliensiss*) di
PTPN VII Unit Padang Pelawi Bengkulu
Tunjung Pamekas, Hendri Bustamam, Usman Kris Joko Suharjo, Fita Huljannah 1565-1585



- Multipersepsi Program Strategis Nasional: Peremajaan Sawit Rakyat sebagai Instrumen Pemberdayaan Masyarakat Perkebunan Kelapa Sawit dalam Mendukung Swasembada Pangan 1586-1604
Heru Wansyah Harahap, Benita Valda Nabila, Syamuddin Harahap
- Pengaruh Komposisi Media Tanam Cocopeat dan TKKS (Tandan Kosong Kelapa Sawit) terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L.) 1605-1617
Rastia Ahlan Juniandar, Krisna Margaretta Malau, Barba Nelfie Hebbi Sopacua
- Pengaruh Penambahan Tween 80 terhadap Karakteristik Bioplastik dari Pati Sagu (*Metroxylon sagu* Rottb) 1618-1631
Nadia Nirmala Sari, Ulyarti, Diana Pebriani Daulay
- Persepsi Petani tentang Pengembangan Budidaya Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) dengan Tanaman Sela Jagung (*Zea mays*) di Desa Macuan, Kab. Manokwari, Prov. Papua Barat 1632-1646
Krisna Margeretta Malau, Hielarion Amatus Fatubun, Carolina Diana Mual
- Perbanyak Musuh Alami Parasitoid (*Leefmansia bicolor*) dengan Menggunakan Inang Telur Belalang Pedang (*Sexava nubila* Stal.) sebagai Agen Pengendali Hayati Hama Tanaman Kelapa 1647-1659
Ahmad Nur Ramadhani, Carolina Diana Mual, Indrawati
- Efektivitas Ekstrak Daun Pepaya dan Air Cucian Beras dalam Pengendalian Hama Penggerek Buah Kakao (*Conopomorpha cramerella*) 1660-1668
Muhammad Fadhil Isham Darmawan, Andi Hanin Bangki Adzakira S. K., Marliyah Emmilia Sau, Muhammad Raehan Erlangga, Akmal Aditya M., Erniwati



- Pengaruh Aplikasi Biochar Kulit Kakao pada Berbagai Suhu
Pirolisis terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tebu Varietas
Bululawang 1669-1682
Farhan Abiyyu Lubis, Anna Kusumawati
- Implementasi Algoritma *Machine Learning* untuk Deteksi
Penyakit Daun Tebu: Analisis Perbandingan Kinerja
Agus Wantoro, Dwi Feriyanto, Arry Verdian, Rakhmat Dedi Gunawan 1683-1690
- Studi Docking Senyawa Aktif Bunga Kelapa Sawit terhadap
DNA Gyrase Topoisomerase-II dan Lipid Binding Protein
untuk Skrining Antibakteri dan Antijamur 1691-1706
**Syahidah Asma Amanina, Gempur Irawan Supena Putra,
dan Ivo Mailisa**
- Inovasi Rainguard dari Bahan Daur Ulang untuk
Meningkatkan Produktivitas dan Kualitas Lateks Tanaman
Karet 1707-1716
**Yudha Pratama Wibowo, Mudita Oktorina Nugrahani,
Akhmad Rouf**
- Faktor – Faktor yang Berpengaruh terhadap Perilaku
Pekebun dalam Menerapkan Pemanenan Kelapa Sawit
(*Elaeis guineensis* Jacq.) sesuai *Good Handling Practices*
(GHP) di Kecamatan Lirik Kabupaten Indragiri Hulu 1717-1731
**Nicolaus Gurning, Azis Herdiyanto Riyadi, Puji Wahyu
Mulyani**
- Tingkat Adopsi Panen Kelapa Sawit Sesuai *Good Handling
Practices* (GHP) oleh Petani di Kecamatan Sungai Aur
Kabupaten Pasaman Barat 1732-1743
Nursofa, Rahmi Eka Putri, Puji Wahyu Mulyani
- Respons Sifat Kimia Tanah terhadap Pemberian Biochar
Kulit Kakao Sebagai Soil Amandement di Tanah Grumosol 1744-1758
F. Riil Salsabila, Anna Kusumawati

Pemberdayaan Ibu Rumah Tangga melalui Program Gerakan Ayo Menanam Sayur (GAMeS) di Kota Semarang

Edi Gunawan^{1*}, Renan Subantoro²

¹Program Studi Magister Agribisnis Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro

²Program Studi Agribisnis Fakultas Pertanian, Universitas Wahid Hasyim

Email: edi.gun97@gmail.com

Abstrak

Ketahanan pangan keluarga di perkotaan menghadapi tantangan serius akibat pertumbuhan penduduk, keterbatasan lahan, serta perubahan fungsi ruang. *Urban farming* menjadi salah satu solusi dengan memanfaatkan lahan sempit untuk pemenuhan kebutuhan pangan sekaligus pemberdayaan ibu rumah tangga. Pemberdayaan ini bertujuan mengenalkan Program Gerakan Ayo Menanam Sayur (GAMeS) sebagai model pemberdayaan masyarakat di Kota Semarang. Program dilaksanakan dengan pendekatan *Participatory Rural Appraisal* (PRA) yang menekankan keterlibatan aktif masyarakat melalui empat tahapan, yaitu sosialisasi, pelatihan, pendampingan, serta monitoring dan evaluasi. Subjek kegiatan adalah dua Kelompok Wanita Tani (KWT), yaitu Hijau Asri di Kelurahan Kembangarum dan Nandur Sedekah di Kelurahan Sukorejo. Hasil program ini menunjukkan bahwa tahap sosialisasi berhasil membangun komitmen dan kebersamaan anggota. Tahap pelatihan mampu meningkatkan keterampilan budidaya sayur dengan teknik bertanam konvensional, hidroponik dan vertikultur, serta pengelolaan limbah organik. Tahap Pendampingan berkelanjutan membantu mengatasi kendala teknis dan menjaga motivasi anggota. Tahap monitoring dan evaluasi berfungsi menilai perkembangan kegiatan sekaligus menggambarkan capaian yang diperoleh masing-masing kelompok. KWT Hijau Asri dalam program ini unggul dalam manajemen organisasi dan produksi hidroponik, sedangkan KWT Nandur Sedekah lebih menonjol dalam partisipasi anggota dan penguatan jejaring sosial. Secara keseluruhan, Program GAMeS terbukti meningkatkan kapasitas masyarakat dalam praktik *urban farming*, memperkuat ketahanan pangan rumah tangga, serta memberikan dampak positif pada aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan.

Kata Kunci: Pemberdayaan ibu rumah tangga, GAMeS, *Urban farming*, Ketahanan pangan, Kota Semarang

Abstract

Urban family food security faces serious challenges due to population growth, limited land, and changes in spatial function. Urban farming is one solution, utilizing limited land to meet food needs while empowerment of housewives. This empowerment program aims to introduce the Let's Plant Vegetables Movement (GAMeS) program as a model for community empowerment in Semarang City. The program is implemented using a Participatory Rural Appraisal (PRA) approach that emphasizes active community involvement through four stages: outreach, training, mentoring, and monitoring and evaluation. The subjects of the activity were two Women Farmers Groups (KWT): Hijau Asri in Kembangarum Village and Nandur Sedekah in Sukorejo Village. The results of this program indicate that the outreach phase successfully built commitment and togetherness among members. The training phase improved vegetable cultivation skills using conventional, hydroponic, and vertical farming techniques, as well as organic waste management. The ongoing mentoring phase helped overcome technical obstacles and maintain member motivation. The monitoring and evaluation phase serves to assess the progress of activities and illustrate the achievements of each group. KWT Hijau Asri excelled in this program in organizational management and hydroponic production, while the KWT Nandur Sedekah excelled in member participation and strengthened social networks. Overall, the GAMeS Program has been proven to increase community capacity in urban farming practices, strengthen household food security, and have positive impacts on social, economic, and environmental aspects.

Keywords: Community empowerment, Urban farming, GAMeS, Food security, Semarang City

PENDAHULUAN

Isu pemenuhan kebutuhan pangan saat ini menjadi perhatian global karena pertumbuhan penduduk dunia yang terus meningkat, sementara ketersediaan lahan pertanian semakin terbatas akibat alih fungsi ke sektor industri dan permukiman (Utami & Widodo, 2018). Kondisi tersebut memunculkan tantangan serius, khususnya di wilayah perkotaan, dimana masyarakat menghadapi kesenjangan antara permintaan dan ketersediaan pangan yang berdampak pada ketahanan pangan keluarga. Salah satu pendekatan yang kini banyak dikembangkan adalah *urban farming*, yaitu praktik pertanian di kawasan perkotaan dengan memanfaatkan lahan terbatas yang tersedia. *Urban farming* tidak hanya berfungsi sebagai strategi pemenuhan pangan, tetapi juga bagian dari pembangunan berkelanjutan yang mengintegrasikan aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan (Kusumawati & Prasetyo, 2021).

Ditingkat nasional, Indonesia menghadapi tantangan serupa dengan semakin pesatnya pertumbuhan penduduk perkotaan yang menekan daya dukung lingkungan sekaligus mengurangi akses masyarakat terhadap sumber pangan segar. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa *urban farming* dapat menjadi alternatif solusi dalam memperkuat ketahanan pangan sekaligus memberdayakan ekonomi keluarga. Pradana & Lestari (2020) menegaskan bahwa praktik ini mampu membantu keluarga menghemat pengeluaran pangan bahkan menambah penghasilan. Selain itu, gerakan menanam sayur di lahan sempit juga meningkatkan kreativitas masyarakat dalam mengoptimalkan ruang terbatas (Arianti & Sutarto, 2020). *Urban farming* bukan hanya sekadar kegiatan bercocok tanam, melainkan juga sarana edukasi, inovasi, dan partisipasi aktif masyarakat.

Pada tingkat lokal, penerapan *urban farming* di Kota Semarang telah diwujudkan melalui berbagai program pemberdayaan masyarakat, salah satunya Gerakan Ayo Menanam Sayur (GAMEs). Program GAMEs digagas oleh penulis dan berkolaborasi dengan program Dinas Ketahanan Pangan Kota Semarang dan Universitas Wahid Hasyim Semarang (Unwahas) serta melibatkan komunitas warga, khususnya kelompok wanita tani (KWT). Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa inisiatif *urban farming* mampu meningkatkan ketahanan pangan rumah tangga, terutama pada masa pandemi Covid-19 ketika akses terhadap pangan segar terbatas (Ningsih & Sari, 2022). Selain itu, keberadaan komunitas *urban farming* juga memperkuat interaksi sosial antarwarga, menumbuhkan solidaritas, serta menggerakkan semangat kebersamaan (Putra & Rahayu, 2021). Nugroho

& Setiawan (2022) menekankan bahwa gerakan kolektif menanam sayur berpotensi membangun kemandirian pangan di lingkungan perkotaan.

Berdasarkan uraian tersebut, penulis bertujuan mengenalkan Program Gerakan Ayo Menanam Sayur (GAMEs). Program GAMEs adalah suatu program gerakan menanam sayur dipekarangan rumah untuk ketahanan pangan dan pemenuhan gizi keluarga. Pemberdayaan ini memiliki arti penting karena menekankan bagaimana gerakan *urban farming* yang digagas penulis dengan dukungan Dinas Ketahanan Pangan Kota Semarang dan Universitas Wahid Hasyim (Unwahas) dapat menjadi model pemberdayaan berkelanjutan. Program yang memiliki dampak multidimensi, mencakup ketahanan pangan, peningkatan ekonomi keluarga, penguatan interaksi sosial, serta perbaikan kualitas lingkungan perkotaan”.

METODE PELAKSANAAN

Program Pengabdian kepada Masyarakat ini menggunakan pendekatan *Participatory Rural Appraisal* (PRA) dengan melibatkan masyarakat secara aktif pada setiap tahapan. Pendekatan ini dipilih agar proses pemberdayaan sesuai dengan kebutuhan lokal serta mendorong keberlanjutan program. Rangkaian pelaksanaan terdiri atas empat tahapan utama, yaitu sosialisasi, pelatihan, pendampingan, serta monitoring dan evaluasi.

Tahap sosialisasi dilakukan melalui pertemuan awal bersama pengurus KWT Hijau Asri di Kelurahan Kembangarum dan KWT Nandur Sedekah di Kelurahan Sukorejo dengan melibatkan Dinas Ketahanan Pangan Kota Semarang dan tim dari Universitas Wahid Hasyim (Unwahas). Pada tahap ini disampaikan tujuan program, manfaat bagi masyarakat, serta teknis pelaksanaan kegiatan, sekaligus membangun komitmen partisipasi anggota kelompok.

Tahap pelatihan berfokus pada peningkatan keterampilan *urban farming* melalui pelatihan secara teori dan praktik langsung. Anggota KWT Hijau Asri mendapatkan pelatihan budidaya dengan teknik hidroponik, akuaponik, dan vertikultur, sedangkan KWT Nandur Sedekah dilatih budidaya sayuran secara konvensional, vertikultur budidamper, dan komposting. Pemilihan materi disesuaikan dengan kondisi lahan, potensi sumber daya, serta kebutuhan masing-masing kelompok.

Setelah pelatihan, tahap pendampingan dilaksanakan selama tiga bulan melalui kunjungan lapangan rutin yang dipadukan dengan pendampingan daring. Pada KWT Hijau Asri, pendampingan difokuskan pada pengelolaan sistem hidroponik dan pemeliharaan sayuran daun, sementara di KWT Nandur Sedekah diarahkan pada penerapan vertikultur

budikdamber serta pemanfaatan limbah organik untuk pembuatan kompos. Tim pengabdian juga memberikan fasilitasi berupa benih kangkung, bayam, polibag, dan nutrisi hidroponik sebagai sarana pendukung praktik budidaya.

Tahap terakhir adalah monitoring dan evaluasi, yang dilakukan melalui observasi langsung, wawancara serta *Forum Group Discussion (FGD)* bersama anggota KWT. Evaluasi diarahkan pada lima indikator keberhasilan, yaitu manajemen organisasi (keteraturan struktur dan administrasi kelompok), partisipasi anggota (tingkat keterlibatan aktif dalam kegiatan), modal (kemampuan kelompok mengelola dana dan sarana produksi), produk (keberhasilan budidaya sayuran secara berkelanjutan), dan *networking* (kemampuan menjalin kemitraan dengan pihak luar, termasuk pemasaran hasil panen).

Melalui tahapan GAMeS, KWT Hijau Asri dan KWT Nandur Sedekah berhasil meningkatkan keterampilan bercocok tanam anggota sekaligus memperkuat kapasitas kelembagaan kelompok. Program ini mendorong partisipasi aktif anggota, mempererat solidaritas sosial, dan membuka peluang ekonomi melalui pengelolaan hasil panen. Praktik urban farming yang diterapkan juga memberikan manfaat lingkungan. Dengan demikian, GAMeS menjadi model pemberdayaan masyarakat perkotaan yang mandiri, inklusif, dan berkelanjutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pemberdayaan ini menguraikan implementasi Program Gerakan Ayo Menanam Sayur (GAMeS) di dua kelompok wanita tani (KWT) di Kota Semarang, yaitu KWT Hijau Asri di Kelurahan Kembangarum dan KWT Nandur Sedekah di Kelurahan Sukorejo. Program dilaksanakan melalui empat tahapan utama: sosialisasi, pelatihan, pendampingan, serta monitoring dan evaluasi. Berdasarkan data lapangan, program ini berdampak positif pada peningkatan kapasitas masyarakat dalam praktik *urban farming* sekaligus memperkuat aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan. Setiap tahapan memiliki peran penting, mulai dari membangun komitmen awal, meningkatkan keterampilan teknis, hingga memberikan dukungan berkelanjutan bagi anggota kelompok. Selanjutnya, uraian hasil akan disajikan sesuai dengan tahapan kegiatan yang telah dilaksanakan.

1. Tahap Sosialisasi



Gambar 1. Sosialisasi di KWT Hijau Asri dan KWT Nandur Sedekah

Sosialisasi program berhasil membangun komitmen dan kesepahaman antara tim pengabdian, perangkat pemerintah, serta anggota KWT. Di KWT Hijau Asri, sosialisasi difokuskan pada pembentukan struktur organisasi dan pembagian peran anggota sehingga kegiatan lebih terkoordinasi. Sementara itu, KWT Nandur Sedekah menekankan pada nilai kebersamaan, di mana seluruh anggota bersepakat untuk berbagi tanggung jawab sejak awal. Hal ini menunjukkan bahwa sosialisasi bukan hanya sekadar pertemuan awal, tetapi juga proses internalisasi nilai kebersamaan yang menjadi dasar keberhasilan program.

2. Tahap Pelatihan



Gambar 2. Pelatihan di KWT Hijau Asri dan KWT nandur Sedekah

Pelatihan yang dilaksanakan mencakup materi budidaya sayur secara konvensional, hidroponik, vertikultur dan komposting. Anggota KWT Hijau Asri menunjukkan antusiasme tinggi dalam praktik hidroponik menggunakan baskom, karena metode ini dinilai sederhana dan praktis untuk diterapkan di pekarangan rumah. Sedangkan KWT Nandur Sedekah lebih menekankan pada vertikultur, dan inovasi lain seperti paralon atau botol bekas yang ditempel di dinding, budidamber dan komposting, mengingat keterbatasan lahan di wilayah mereka. Pelatihan ini tidak hanya meningkatkan

keterampilan teknis, tetapi juga memperluas wawasan anggota tentang berbagai alternatif budidaya *urban farming* yang berkelanjutan.

3. Tahap Pendampingan



Gambar 3. Pendampingan di KWT Hijau Asri



Gambar 4. Pendampingan di KWT nandur Sedekah

Pendampingan berlangsung selama tiga bulan dengan kombinasi kunjungan lapangan dan pendampingan daring. Di KWT Hijau Asri, pendampingan difokuskan pada pemeliharaan hidroponik dan pengelolaan siklus panen sayuran daun. Tim pengabdian mendampingi anggota dalam menghadapi kendala seperti serangan hama dan kualitas air. Sementara itu, pendampingan di KWT Nandur Sedekah diarahkan pada penguatan teknik vertikultur serta pemanfaatan biopori untuk mengolah limbah organik. Pendampingan ini memperlihatkan bahwa keberhasilan program sangat dipengaruhi oleh konsistensi dukungan teknis dan semangat belajar anggota. Selain itu, pendampingan juga menjadi sarana transfer pengetahuan yang memungkinkan anggota KWT saling berbagi pengalaman dan solusi atas permasalahan budidaya. Kegiatan ini turut mendorong terbentuknya kebiasaan baru dalam mengelola pekarangan secara lebih produktif dan ramah lingkungan.

4. Tahap Monitoring dan Evaluasi



Gambar 5. Monitoring dan Evaluasi di KWT Hijau Asri



Gambar 6. Monitoring dan Evaluasi di KWT nandur Sedekah

Monitoring dan evaluasi dilakukan untuk menilai keberhasilan program berdasarkan lima indikator yang penulis buat, yaitu:

a. Manajemen Organisasi

KWT Hijau Asri memiliki struktur organisasi yang lebih formal dengan pembagian tugas jelas, sedangkan KWT Nandur Sedekah mengandalkan sistem gotong royong dan kepemimpinan kolektif.

b. Partisipasi Anggota

Kedua KWT menunjukkan tingkat partisipasi tinggi, namun anggota KWT Nandur Sedekah lebih menonjol dalam aspek kebersamaan karena hampir seluruh kegiatan dikerjakan secara kolektif.

c. Modal

Modal awal berasal dari dukungan Dinas Ketahanan Pangan Kota Semarang berupa bibit, perlengkapan hidroponik, dan sarana produksi tani. Kedua KWT kemudian mengembangkan modal swadaya melalui iuran anggota.

d. Produk

KWT Hijau Asri berhasil menghasilkan sayuran daun (kangkung, bayam, sawi) secara rutin untuk konsumsi rumah tangga, sedangkan KWT Nandur Sedekah mengembangkan produksi vertikultur yang menarik secara estetika dan berpotensi untuk dipasarkan.

e. *Networking*

Kedua KWT mampu membangun jejaring dengan perangkat kelurahan, perguruan tinggi (Unwahas), serta Dinas Ketahanan Pangan. KWT Nandur Sedekah bahkan mulai menjalin komunikasi dengan pedagang sayur lokal untuk pemasaran hasil panen.

Hasil pemberdayaan memperlihatkan bahwa Program GAMeS di Kota Semarang telah memberikan kontribusi nyata terhadap pemberdayaan masyarakat perkotaan melalui *urban farming*. Proses sosialisasi yang partisipatif berhasil menumbuhkan rasa memiliki terhadap program, selaras dengan prinsip *Participatory Rural Appraisal* (PRA) yang menekankan keterlibatan masyarakat sejak awal (Chambers, 1994). Pelatihan tidak hanya meningkatkan keterampilan teknis, tetapi juga memicu inovasi dan kreativitas warga dalam mengelola lahan sempit. Pendampingan berkelanjutan terbukti menjadi faktor penting dalam menjaga konsistensi praktik *urban farming*, sebagaimana dikemukakan oleh Ningsih & Sari (2022) bahwa keberlanjutan program ditentukan oleh dukungan teknis dan sosial.

Dari sisi indikator keberhasilan, kedua KWT menunjukkan capaian yang berbeda namun saling melengkapi. KWT Hijau Asri lebih unggul dalam manajemen organisasi dan produksi hidroponik, sementara KWT Nandur Sedekah lebih menonjol dalam partisipasi anggota dan penguatan jaringan sosial. Perbedaan ini menunjukkan bahwa pendekatan pemberdayaan perlu disesuaikan dengan karakteristik kelompok dan kondisi lokal. Secara keseluruhan, GAMeS tidak hanya memperkuat ketahanan pangan rumah tangga, tetapi juga mendorong tumbuhnya kemandirian, solidaritas, serta kesadaran lingkungan di kalangan masyarakat perkotaan Semarang.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan implementasi Program Gerakan Ayo Menanam Sayur (GAMeS) pada dua kelompok wanita tani (KWT) di Kota Semarang, dapat disimpulkan bahwa:

1. Program GAMeS berhasil meningkatkan kapasitas masyarakat perkotaan dalam praktik *urban farming* melalui empat tahapan utama: sosialisasi, pelatihan, pendampingan, serta monitoring dan evaluasi.
2. Tahap sosialisasi tidak hanya membangun komitmen awal, tetapi juga menjadi sarana internalisasi nilai kebersamaan dan pembagian peran anggota, sehingga mendukung keberhasilan program.
3. Pelatihan memberikan keterampilan teknis dan membuka wawasan tentang metode budidaya yang adaptif terhadap keterbatasan lahan, baik dengan hidroponik sederhana (KWT Hijau Asri) maupun vertikultur biopori dan komposting (KWT Nandur Sedekah).
4. Pendampingan berkelanjutan menjadi kunci keberhasilan praktik *urban farming*, karena mampu mengatasi kendala teknis sekaligus menjaga semangat belajar anggota.
5. Hasil monitoring dan evaluasi menunjukkan capaian berbeda antara kedua KWT:
 - a. KWT Hijau Asri unggul dalam manajemen organisasi dan produksi hidroponik.
 - b. KWT Nandur Sedekah lebih kuat dalam partisipasi anggota, inovasi vertikultur, serta perluasan jaringan sosial.
6. Secara keseluruhan, program GAMeS tidak hanya berkontribusi pada peningkatan ketahanan pangan rumah tangga, tetapi juga memperkuat aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan di kalangan masyarakat perkotaan Semarang.

Saran

Agar program serupa dapat lebih optimal dan berkelanjutan, beberapa rekomendasi yang dapat diberikan adalah:

1. Penguatan Kelembagaan. KWT perlu didorong untuk lebih memperkuat struktur organisasi dan sistem administrasi agar memiliki keberlanjutan program jangka panjang.
2. Diversifikasi Produksi. Selain sayuran daun, perlu diperluas ke komoditas bernilai ekonomis lebih tinggi atau inovasi produk olahan agar memiliki potensi pasar yang lebih luas.
3. Pengembangan Jejaring. KWT disarankan terus menjalin kerjasama dengan berbagai pihak, baik perguruan tinggi, pemerintah, maupun sektor swasta untuk mendukung akses pasar, teknologi, dan permodalan.
4. Peningkatan Kapasitas Lanjutan. Perlu ada pelatihan lanjutan tentang pengolahan hasil panen, manajemen keuangan, dan pemasaran agar manajemen KWT optimal.

5. Replikasi Program. Model pemberdayaan berbasis *Participatory Rural Appraisal* (PRA) melalui Program GAMEs dapat direplikasi di kelurahan lain dengan menyesuaikan karakteristik sosial dan lingkungan masyarakat setempat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dinas Ketahanan Pangan Kota Semarang dan Fakultas Pertanian Universitas Wahid Hasyim yang telah memberikan dukungan terhadap pelaksanaan program ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada perangkat kelurahan Kembangarum dan Sukorejo, serta seluruh anggota KWT Hijau Asri dan KWT Nandur Sedekah yang telah berpartisipasi aktif dalam setiap tahapan kegiatan. Tanpa dukungan, kerjasama, dan semangat kebersamaan dari berbagai pihak, program *Gerakan Ayo Menanam Sayur (GAMEs)* tidak dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Arianti, F., & Sutarto. (2020). Gerakan menanam sayur di lahan sempit: Studi pemberdayaan masyarakat perkotaan. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(1), 55–62. <https://ejournal.undip.ac.id>
- Chambers, R. (1994). Participatory Rural Appraisal (PRA): Analysis of Experience. *World Development*, 22(9).
- Handayani, T., & Yuliana, R. (2019). Pemanfaatan lahan pekarangan sebagai upaya pemberdayaan masyarakat berbasis ketahanan pangan. *Jurnal Agribisnis dan Pemberdayaan Masyarakat*, 1(1), 33–42. <https://ejournal.umm.ac.id>
- Kusumawati, E., & Prasetyo, A. (2021). Urban Farming sebagai Gerakan Sosial Ekologis di Perkotaan. *Jurnal Ilmu Sosial dan Ilmu Politik*, 25(1), 85–100. <https://doi.org/10.22146/jsp.62501>
- Ningsih, S. R., & Sari, R. A. (2022). Pemberdayaan masyarakat melalui urban farming untuk ketahanan pangan keluarga di masa pandemi Covid-19. *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat Madani*, 6(2), 145–156. <https://journal.um-surabaya.ac.id>
- Nugroho, P., & Setiawan, A. (2022). Gerakan komunitas menanam di perkotaan sebagai strategi pemberdayaan. *Jurnal Pembangunan dan Pemberdayaan Masyarakat*, 9(1), 73–84. <https://doi.org/10.22146/jppm.71542>
- Pradana, R., & Lestari, D. (2020). Urban farming: Alternatif solusi pangan dan pemberdayaan ekonomi keluarga di perkotaan. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Indonesia*, 20(2), 245–258. <https://doi.org/10.21002/jepi.v20i2.1345>
- Putra, H. A., & Rahayu, S. (2021). Peran komunitas urban farming dalam pemberdayaan masyarakat perkotaan. *Jurnal Sosial Humaniora*, 12(2), 201–214. <https://doi.org/10.12962/jsh.v12i2.8756>
- Utami, D., & Widodo, S. (2018). Strategi pemberdayaan masyarakat melalui pertanian kota untuk keberlanjutan lingkungan. *Jurnal Ekologi dan Pembangunan*, 5(2), 98–110. <https://journal.unnes.ac.id>

Variabel Penentu Keputusan Petani Plasma dalam Melakukan *Replanting* di Kabupaten Ogan Komering Ilir

Henny Malini^{1*}, M Agustian Nurhadi²

¹ Staf Pengajar Pada Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya

² Mahasiswa Pada Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya

Email: hennymalini@fp.unsri.ac.id

Abstrak

Replanting (peremajaan) kelapa sawit penting untuk mempertahankan produktivitas; namun tingkat *replanting* kecil-petani di Indonesia relatif rendah karena hambatan teknis, finansial, dan sosio-ekonomi. Studi empiris menunjukkan bahwa faktor ekonomi (biaya dan kehilangan pendapatan selama masa muda pohon), akses pembiayaan/subsidi, akses benih, teknologi, pengetahuan, penyuluhan, dan karakteristik petani (umur, pengalaman, luas lahan) merupakan determinan utama dalam keputusan *replanting*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi Faktor apa saja yang Mempengaruhi Keputusan petani plasma kelapa sawit baik yang dalam Melakukan dan tidak Melakukan *Replanting* di Kabupaten OKI. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei. Penelitian ini dilaksanakan pada tahun 2024. Metode penarikan contoh yang digunakan adalah *Disproportionate Stratified Random Sampling*. Jumlah sampel penelitian yang diteliti adalah 60 petani. Berdasarkan hasil analisis regresi logistik pada Tabel 3, terdapat lima variabel yang secara signifikan memengaruhi keputusan petani untuk melakukan peremajaan, yaitu umur petani dengan nilai signifikansi 0.016, pengeluaran rumah tangga dengan nilai signifikansi 0.021, pendapatan petani dengan nilai signifikansi 0.027, pengalaman usahatani dengan nilai signifikansi 0.034, dan jumlah anggota keluarga dengan nilai signifikansi 0.045. Variabel lainnya, seperti pendidikan dengan nilai signifikansi 0,310 dan umur tanaman dengan nilai signifikansi 0.091 tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap keputusan peremajaan kelapa sawit karena nilai signifikansi lebih dari 0.05. Keputusan petani dalam melakukan *replanting* dipengaruhi oleh beberapa faktor utama, yakni pendapatan, umur petani, pengeluaran rumah tangga, pengalaman usahatani, dan jumlah tanggungan.

Kata kunci: *Replanting*, Produktivitas, Faktor ekonomi

Abstract

Oil palm replanting is essential to maintain long-term productivity; however, the replanting rate among smallholders in Indonesia remains relatively low due to various technical, financial, and socio-economic constraints. Empirical studies indicate that economic factors (such as replanting costs and income loss during the immature period), access to financing or subsidies, seed availability, technology, knowledge, agricultural extension, and farmer characteristics (including age, experience, and landholding size) are the main determinants influencing replanting decisions. The objective of this study is to identify the factors influencing the decision-making of plasma oil palm smallholders both those who have undertaken and those who have not undertaken replanting in Ogan Komering Ilir Regency. This study employed a survey research method and was conducted in 2024. The sampling technique used was Disproportionate Stratified Random Sampling, involving 60 smallholder farmers as respondents. Based on the results of the logistic regression analysis, (five variables were found to have a statistically significant effect on farmers' decisions to carry out replanting: age (significance value = 0.016), household expenditure (0.021), farmer income (0.027), farming experience (0.034), and number of family members (0.045). Other variables, such as education level (0.310) and age of plantation (0.091), did not show a significant influence on replanting decisions because their significance values were greater than 0.05. Overall, farmers' decisions to undertake oil palm replanting are primarily influenced by income level, age, household expenditure, farming experience, and family size.

Keywords: *Replanting*, Productivity, Economic factors

PENDAHULUAN

Sektor pertanian memiliki peran yang sangat signifikan bagi sebagian besar masyarakat Indonesia. Selain menjadi sumber penghasilan utama, sektor ini juga menjadi tumpuan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Melalui kegiatan seperti bercocok tanam, beternak, dan berperikanan, masyarakat yang bergantung pada sektor ini mampu memperoleh penghasilan untuk mendukung kesejahteraan hidupnya. Selain itu, sektor pertanian memberikan kontribusi besar terhadap perkembangan ekonomi nasional serta menyumbang devisa negara (Wulandari 2016). Dalam sektor ini, terdapat berbagai sub-sektor yang masing-masing memiliki peran strategis dalam pembangunan ekonomi, salah satunya adalah sub-sektor perkebunan. Sub-sektor ini menunjukkan pertumbuhan yang konsisten, baik dari sisi perluasan lahan maupun peningkatan produksinya (Fanny & Retnani, 2017). Menurut (Abdul Hakim 2018), perkebunan kelapa sawit menjadi bagian penting dalam mendukung pendapatan masyarakat dan keberlanjutan kegiatan ekonomi. Selain itu, perkebunan kelapa sawit menawarkan alternatif pekerjaan yang sesuai dengan kemampuan dasar masyarakat setempat.

Saat ini, kelapa sawit memiliki prospek cerah karena tingginya permintaan baik dari pasar domestik maupun internasional. Sebagai negara tropis dengan lahan luas, Indonesia memiliki peluang besar untuk mengembangkan perkebunan kelapa sawit melalui investasi negara, swasta nasional, modal asing, maupun usaha perkebunan rakyat. Berdasarkan data dari Direktorat Jenderal Perkebunan Tahun 2017, luas perkebunan kelapa sawit di Indonesia telah mencapai 12,3 juta hektar, dengan sekitar 4,7 juta hektar dikelola oleh perkebunan rakyat (BPS 2017).

Produksi kelapa sawit di Sumatera Selatan mencerminkan peran strategis sub-sektor perkebunan dalam mendukung perekonomian daerah. Dengan total produksi mencapai 3.361.940 ton pada Tahun 2023, berbagai kabupaten dan kota di provinsi ini berkontribusi secara signifikan terhadap hasil produksi kelapa sawit nasional. Salah satu daerah dengan produksi yang menonjol adalah Kabupaten Ogan Komering Ilir (OKI). Kabupaten OKI mencatatkan produksi kelapa sawit sebesar 393.777 ton, menempatkannya sebagai salah satu penyumbang utama di provinsi ini (Ditjenbun 2023).

Replanting (peremajaan) kelapa sawit penting untuk mempertahankan produktivitas; namun tingkat *replanting* kecil-petani di Indonesia relatif rendah karena hambatan teknis, finansial, dan sosio-ekonomi. Studi empiris menunjukkan bahwa faktor ekonomi (biaya dan kehilangan pendapatan selama masa muda pohon), akses

pembiayaan/subsidi, akses benih, teknologi, pengetahuan, penyuluhan, dan karakteristik petani (umur, pengalaman, luas lahan) merupakan determinan utama dalam keputusan replanting (Petri *et al.*, 2024).

Replanting memerlukan modal besar dan menyebabkan hilangnya pendapatan (pohon baru butuh beberapa tahun untuk produksi optimal). Kekhawatiran atas hilangnya pendapatan dan besarnya biaya per hektar sering menjadi alasan utama penundaan. Studi lokal di OKI menunjukkan bahwa aspek biaya produksi dan kehilangan pendapatan berpengaruh kuat pada keputusan (Kurniasari & Iskandar, 2020).

Ketika kebun kelapa sawit petani menjalani proses peremajaan, petani menghadapi tantangan berat berupa hilangnya pendapatan utama selama masa tanaman belum menghasilkan buah. Pada periode ini, tidak hanya pendapatan dari hasil panen sawit yang hilang, namun kebutuhan hidup sehari-hari untuk keluarga tetap harus dipenuhi. Sebagai akibatnya, para petani sering kali perlu berhemat secara signifikan atau mencari sumber pendapatan tambahan untuk menopang kebutuhan sehari-hari hingga tanaman baru mencapai usia produktif. Dalam konteks ini, program bantuan sosial atau dukungan finansial sangat diperlukan untuk membantu petani menghadapi masa transisi tersebut dan mengurangi tekanan finansial yang terjadi akibat replanting (Saputri 2018).

Peran biaya produksi dan pendapatan rumah tangga dalam keputusan ekonomi petani. Replanting membutuhkan modal awal signifikan dan menyebabkan hilangnya pendapatan selama beberapa tahun (rugi kesempatan), sehingga kemampuan finansial dan akses kredit atau subsidi dari Perusahaan Sawit Rakyat atau BPD PKS menjadi faktor kritis (Abdul Hakim 2018).

Di Kabupaten Ogan Komering Ilir (OKI) salah satu sentra sawit Sumatera Selatan masih banyak petani swadaya dan plasma dari beberapa perusahaan sawit belum melakukan replanting meskipun produktivitas menurun. Replanting atau peremajaan kelapa sawit merupakan isu strategis dalam menjaga produktivitas dan keberlanjutan industri sawit nasional. Walaupun program *Peremajaan Sawit Rakyat (PSR)* telah berjalan sejak 2017, tingkat partisipasi petani sawit rakyat masih rendah termasuk di Kabupaten Ogan Komering Ilir (OKI) yang merupakan salah satu sentra perkebunan sawit terbesar di Sumatera Selatan. Hal ini menunjukkan bahwa keputusan petani untuk melakukan replanting tidak hanya ditentukan oleh umur tanaman, tetapi oleh berbagai faktor sosial, ekonomi, kelembagaan, dan perilaku yang kompleks. Sebagian besar penelitian terdahulu berfokus pada analisis biaya, pendapatan, atau persepsi umum terhadap *replanting*, tanpa

menelaah interaksi kompleks antara faktor ekonomi, sosial, kelembagaan, dan perilaku petani secara spesifik dalam sistem kemitraan seperti yang terdapat di OKI. Sebagian petani bersedia melakukan *replanting*, tetapi banyak pula yang masih ragu. Keraguan ini umumnya disebabkan oleh kekhawatiran menghadapi masa tidak produksi selama sekitar empat tahun, yang dapat mempengaruhi kestabilan ekonomi mereka. Maka dari itu tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi Faktor apa saja yang Mempengaruhi Keputusan petani plasma kelapa sawit baik yang dalam Melakukan dan tidak Melakukan *Replanting* di Kabupaten OKI.

METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei. Metode ini dilakukan dengan teknik wawancara langsung kepada petani swadaya dan petani plasma di Kabupaten OKI, menggunakan alat bantu berupa kuesioner tertulis untuk mengumpulkan data secara sistematis. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif. Penelitian ini dilaksanakan di Kabupaten Ogan Komering Ilir, Provinsi Sumatera Selatan. Lokasi penelitian dipilih secara sengaja (*purposive*) dengan pertimbangan bahwa desa ini memiliki perkebunan kelapa sawit yang sebagian besar tanamannya sudah memasuki masa tidak produktif atau berusia tua. Penelitian ini dilaksanakan pada tahun 2024. Metode penarikan contoh yang digunakan adalah *Disproportionate Stratified Random Sampling*. Jumlah sampel penelitian yang diteliti adalah 60 petani. Teknik ini digunakan ketika populasi memiliki beberapa kelompok atau strata yang jumlah anggotanya tidak seimbang, sehingga diperlukan pendekatan yang tidak proporsional untuk menentukan sampel dari setiap strata (Zulkarnaini *et al.*, 2023). Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data primer dan data sekunder. Data primer didapat melalui observasi langsung dan wawancara dengan petani plasma yang ada di lapangan.

Menjelaskan faktor – faktor yang mempengaruhi keputusan petani sawit untuk melakukan atau tidak melakukan *replanting*, untuk menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi keputusan petani dalam melakukan replanting kelapa sawit, dapat digunakan model *regresi logistik biner*. Dengan model sebagai berikut:

$$\ln \frac{p(x_i)}{1 - p(x_i)} = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 X_{4i} + \beta_5 X_{5i} + \beta_6 X_{6i} + \beta_7 X_{7i} + \varepsilon_i$$

Keterangan:

P_i = Peluang petani melakukan replanting ($0 < P_i < 1$) ($P_i = 1$ replanting
 dan $P_i = 0$ tidak replanting)

β_0 = Constanta/Koefisien

$\beta_1 - \beta_9$ = Parameter

X_1 = Umur petani (Tahun)

X_2 = Pendidikan (Tahun)

X_3 = Jumlah anggota keluarga (orang)

X_4 = Pengalaman usahatani (Tahun)

X_5 = Umur tanaman (Tahun)

X_6 = Pendapatan petani (Rp/Tahun)

X_7 = Pengeluaran rumah tangga (Rp/Tahun)

ε = Variabel pengganggu

HASIL DAN PEMBAHASAN

Program peremajaan kelapa sawit di Kabupaten OKI mulai dilaksanakan pada Tahun 2024, seiring dengan semakin menuaannya tanaman yang telah mencapai rata-rata usia 24 hingga 25 Tahun. Keputusan petani untuk melakukan replanting diduga dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti usia petani, tingkat pendidikan, jumlah anggota keluarga, pengalaman dalam usaha tani, umur tanaman, pendapatan, serta pengeluaran rumah tangga. Untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap keputusan tersebut, penelitian ini menggunakan analisis regresi logistik biner dengan bantuan *software* SPSS. Metode ini bertujuan untuk menentukan variabel independen yang memiliki pengaruh nyata terhadap keputusan petani dalam melakukan peremajaan kelapa sawit di wilayah tersebut. Untuk mengevaluasi sejauh mana model yang digunakan dapat memprediksi nilai variabel dependen secara akurat, dilakukan uji *Hosmer-Lemeshow*. Uji ini bertujuan untuk membandingkan nilai prediksi yang dihasilkan oleh model regresi logistik dengan nilai actual dalam kelompok-kelompok yang dibagi berdasarkan nilai prediksi tersebut. Hasil uji *Hosmer-Lemeshow* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Hosmer-Lemeshow

Step	Chi-square	df	Sig.
1	1.345	8	.995

Berdasarkan hasil uji Hosmer-Lemeshow yang ditampilkan dalam Tabel 1, nilai signifikansi (Sig.) sebesar 0.995. Karena nilai signifikansi lebih besar dari 0.05, maka model regresi logistik biner yang digunakan dianggap sesuai dengan data penelitian. Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai yang diamati dan nilai yang diprediksi oleh model, sehingga model dapat dikatakan memiliki kesesuaian yang baik dalam menjelaskan faktor-faktor yang memengaruhi keputusan petani dalam melakukan replanting.

Untuk menilai sejauh mana model regresi logistik biner mampu menjelaskan variasi dalam keputusan petani terkait peremajaan kelapa sawit, dilakukan analisis koefisien determinasi. Uji ini bertujuan untuk mengukur kontribusi variabel-variabel independen terhadap variabel dependen dalam penelitian. Hasil perhitungan koefisien determinasi yang menunjukkan tingkat kecocokan model dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Koefisien Determinasi (R^2)

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square
1	39.770 ^a	.443	.622

Berdasarkan Tabel 2. hasil uji koefisien determinasi (R^2) pada regresi logistik biner (*binary logic*) menunjukkan nilai Nagelkerke R Square sebesar 0,622. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan variabel seperti usia petani, tingkat pendidikan, jumlah anggota keluarga, pengalaman dalam usaha tani, umur tanaman, pendapatan, serta pengeluaran rumah tangga dapat menjelaskan keputusan petani dalam melakukan peremajaan lahan sawit sebesar 62,2%. Sedangkan 37,8% lainnya dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak tercakup dalam model regresi ini. Selanjutnya untuk melihat pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen secara parsial dilakukan uji wald. Hasil analisis uji regresi logistik biner (*binary logic*) pada faktor-faktor yang mempengaruhi peremajaan kelapa sawit di Kabupaten OKI dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis Regresi Binary Logistik

Variable	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp (B)
Umur Petani	.460	.192	5.749	1	.016	1.584
Pendidikan	.003	.003	1.030	1	.310	1.003
Jumlah Anggota Keluarga	-1.833	.914	4.024	1	.045	.160
Pengalaman Usahatani	.329	.155	4.495	1	.034	1.390
Umur Tanaman	1.996	1.182	2.849	1	.091	7.356
Pendapatan Petani	.160	.072	4.865	1	.027	1.173
Pengeluaran Rumah	-.446	.192	5.369	1	.021	.640
Constant	37.201	29.318	1.610	1	.204	1433E+16

Dari hasil analisis yang didapat, maka persamaan regresi logistik biner (*binary logic*) maka dapat dilihat sebagai berikut:

$$Y = \ln \frac{pi}{1 - pi} = 37,201 + 0,460UP + 0,003P - 1,833JAK + 0,329PU + 1,996UT + 0,160PP - 0,446PRT$$

Berdasarkan hasil analisis regresi logistik pada Tabel 3. terdapat lima variabel yang secara signifikan memengaruhi keputusan petani untuk melakukan peremajaan, yaitu umur petani dengan nilai signifikansi 0.016, pengeluaran rumah tangga dengan nilai signifikansi 0.021, pendapatan petani dengan nilai signifikansi 0.027, pengalaman usahatani dengan nilai signifikansi 0.034, dan jumlah anggota keluarga dengan nilai signifikansi 0.045. Variabel lainnya, seperti pendidikan dengan nilai signifikansi 0,310 dan umur tanaman dengan nilai signifikansi 0.091 tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap keputusan peremajaan kelapa sawit karena nilai signifikansi lebih dari 0.05.

Berikut penjelasan tentang variabel yang berpengaruh nyata terhadap peremajaan kebun kelapa sawit di Kabupaten OKI:

1. Umur Petani

Variabel umur petani menunjukkan pengaruh positif terhadap keputusan replanting, dengan koefisien regresi sebesar 0,460 dan nilai signifikansi 0.016. Artinya, semakin bertambah usia petani, semakin besar kecenderungan mereka untuk melakukan replanting. Hal ini berkaitan dengan tingkat kedewasaan dan pengalaman petani dalam memahami pentingnya peremajaan tanaman kelapa sawit untuk menjaga keberlanjutan produksi. Nilai Exp(B) sebesar 1,584 menunjukkan bahwa setiap penambahan satu Tahun usia akan meningkatkan peluang melakukan *replanting* sebesar 58,4%.

2. Pengeluaran Rumah Tangga

Variabel pengeluaran rumah tangga menunjukkan pengaruh negatif dan signifikan terhadap keputusan *replanting*, dengan koefisien regresi sebesar -0,446 dan nilai signifikansi 0.021. Semakin besar pengeluaran rumah tangga, semakin kecil kemungkinan petani untuk melakukan peremajaan kebun. Hal ini disebabkan oleh beban biaya konsumsi rumah tangga yang tinggi, sehingga dana yang tersedia untuk keperluan replanting menjadi terbatas. Nilai Exp(B) sebesar 0,640 menunjukkan bahwa setiap peningkatan pengeluaran rumah tangga menurunkan peluang petani untuk melakukan replanting sebesar 36%. Hal ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh (Rulianawati, Hutajulu, & Aritonang 2024) bahwasanya Pengeluaran rumah tangga berpengaruh negatif terhadap

keputusan melakukan replanting kelapa sawit. Petani dengan beban konsumsi tinggi cenderung menunda replanting karena keterbatasan likuiditas dan tingginya risiko kehilangan pendapatan selama masa belum menghasilkan. Sebaliknya, petani dengan kondisi ekonomi stabil dan pengeluaran terkendali lebih siap melakukan replanting karena memiliki cadangan modal dan kemampuan finansial yang lebih baik.

3. Pendapatan Petani

Variabel pendapatan petani menunjukkan pengaruh positif dan signifikan terhadap keputusan replanting, dengan koefisien regresi sebesar 0,160 dan nilai signifikansi 0.027. Semakin tinggi pendapatan petani, semakin besar kemungkinan mereka untuk melakukan replanting. Pendapatan yang cukup memungkinkan petani untuk menanggung biaya replanting yang tidak sedikit, serta menekan kekhawatiran akan kehilangan penghasilan selama masa non-produktif setelah penanaman ulang. Nilai $\text{Exp}(B)$ sebesar 1,173 menunjukkan bahwa setiap kenaikan pendapatan meningkatkan peluang replanting sebesar 17,3%. Selain itu adanya pendapatan dari sumber lainnya sangat membantu petani kelapa sawit untuk melakukan peremajaan (*replanting*) karena dengan adanya pendapatan sumber lainnya dapat menopang hidup petani selama tanaman kelapa sawit baru belum menghasilkan, selama 4 atau 5 tahun sebelum menghasilkan petani dapat memperoleh pendapatan dari sumber lainnya untuk kebutuhan hidup petani dan keluarganya (Nasution & Kusbiantoro 2022).

4. Pengalaman Usahatani

Variabel pengalaman usahatani memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap keputusan *replanting*, dengan koefisien regresi sebesar 0,329 dan nilai signifikansi 0.034. Semakin lama pengalaman petani dalam mengelola kebun sawit, semakin besar pula kecenderungan mereka untuk melakukan replanting. Petani yang telah lama berkebun lebih memahami siklus produktivitas tanaman dan dampak dari usia tanaman terhadap hasil panen. Nilai $\text{Exp}(B)$ sebesar 1,390 menunjukkan bahwa setiap tambahan satu Tahun pengalaman meningkatkan peluang replanting sebesar 39%.

5. Jumlah Anggota Keluarga

Variabel jumlah anggota keluarga menunjukkan pengaruh negatif dan signifikan terhadap keputusan *replanting*, dengan nilai koefisien regresi -1,833 dan nilai signifikansi 0.045. Semakin banyak jumlah anggota keluarga, maka semakin kecil kemungkinan petani untuk melakukan replanting. Hal ini disebabkan oleh beban ekonomi rumah tangga yang meningkat, sehingga alokasi dana untuk keperluan peremajaan kebun menjadi lebih

terbatas. Nilai $\text{Exp}(B)$ sebesar 0,160 menunjukkan bahwa setiap penambahan satu anggota keluarga dapat menurunkan peluang petani melakukan replanting sebesar 84%. Sejalan dengan hasil penelitian yang telah dilakukan bahwa petani dengan jumlah tanggungan keluarga tinggi cenderung menunda replanting karena prioritas ekonomi lebih banyak diarahkan pada kebutuhan konsumsi rumah tangga. Sebaliknya, jika sebagian besar anggota keluarga produktif dan terlibat dalam kegiatan kebun, jumlah anggota keluarga dapat memberikan pengaruh positif karena menekan biaya tenaga kerja *replanting* (Lesmana *et al.*, 2022).

Berikut penjelasan tentang variabel yang tidak berpengaruh secara nyata terhadap Peremajaan kebun kelapa sawit di Kabupaten OKI:

1. Pendidikan

Variabel pendidikan memiliki pengaruh positif terhadap keputusan replanting, namun tidak signifikan secara statistik, dengan koefisien regresi sebesar 0.003 dan nilai signifikansi 0,310. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat pendidikan tidak memberikan dampak yang berarti terhadap keputusan petani dalam melakukan peremajaan. Aktivitas replanting lebih banyak dipengaruhi oleh kondisi ekonomi dan pengalaman langsung dalam berkebun, dibandingkan dengan latar belakang pendidikan formal. Nilai $\text{Exp}(B)$ sebesar 1,003 mencerminkan pengaruh yang sangat kecil terhadap peluang replanting.

2. Umur Tanaman

Variabel umur tanaman menunjukkan pengaruh positif terhadap keputusan replanting, namun tidak signifikan secara statistik, dengan koefisien regresi sebesar 1,996 dan nilai signifikansi 0.091. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin tua umur tanaman kelapa sawit, maka kecenderungan petani untuk melakukan replanting juga meningkat. Ketidaksignifikanan variabel ini dapat dijelaskan oleh kondisi di lapangan, di mana rentang umur tanaman sawit di Kabupaten OKI tergolong sempit, yaitu hanya berkisar antara 24 hingga 25 Tahun. Rentang usia yang terlalu dekat ini menyebabkan variasi data yang rendah, sehingga pengaruh umur tanaman terhadap keputusan replanting tidak terlihat secara signifikan dalam hasil analisis. Nilai $\text{Exp}(B)$ sebesar 7,356 tetap menunjukkan adanya potensi peningkatan peluang replanting seiring bertambahnya umur tanaman meskipun pengaruhnya secara statistik belum dapat dibuktikan secara kuat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Keputusan petani dalam melakukan replanting dipengaruhi oleh beberapa faktor utama, yakni pendapatan, umur petani, pengeluaran rumah tangga, pengalaman usahatani, dan jumlah tanggungan. Pendapatan yang lebih tinggi cenderung mendorong kesiapan finansial petani untuk ikut serta dalam program peremajaan. Sebaliknya, pengeluaran rumah tangga yang besar serta jumlah tanggungan yang banyak dapat menjadi hambatan karena meningkatkan beban ekonomi. Selain itu, petani yang lebih tua dan memiliki pengalaman bertani yang lebih lama umumnya lebih memahami pentingnya replanting bagi kelangsungan kebun mereka. Sementara itu, faktor pendidikan dan umur tanaman tidak memberikan pengaruh yang signifikan, sehingga dapat disimpulkan bahwa kondisi ekonomi dan pengalaman memiliki peran lebih besar dalam menentukan keputusan replanting dibandingkan faktor lainnya. Petani perlu mempertimbangkan strategi keuangan yang lebih matang sebelum melakukan *replanting* agar tidak mengalami kesulitan ekonomi selama masa peremajaan kebun. Diversifikasi sumber pendapatan, seperti usaha sampingan di sektor non-pertanian atau ternak, dapat menjadi solusi untuk mengurangi ketergantungan pada hasil kebun sawit. Selain itu, petani sebaiknya meningkatkan literasi keuangan dan manajemen usaha agar dapat mengalokasikan pendapatan secara lebih efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Hakim. (2018). Pengaruh Biaya Produksi Terhadap Pendapatan Petani Mandiri Kelapa Sawit Di Kecamatan Segah. *Jurnal Ekonomi STIEP* 3(2): 31–38.
- Andi Asari, Zulkarnaini, Hartatik et al. (2023). 1 *Pengantar Statistika*. Solok, Sumatera Barat: PT Mafy Media Literasi Indonesia.
- BPS. (2017). *Sumatera Selatan Dalam Angka*.
- Ditjenbun. (2023). Statistik Perkebunan. *Statistik Perkebunan* 4: 5–24. [http://repo.iain-tulungagung.ac.id/5510/5/BAB 2.pdf](http://repo.iain-tulungagung.ac.id/5510/5/BAB%20.pdf).
- Kurniasari, Dwi, & Sutarmo Iskandar. (2020). Dampak Peremajaan (Replanting) Kelapa Sawit Terhadap Kondisi Sosial Ekonomi Petani Kelapa Sawit Di Desa Kemang Indah Kecamatanmesuji Raya Kabupaten Ogan Komering Ilir. *Universitas Muhammadiyah Palembang. Societa IX – 1*: 32–36. <https://jurnal.um-palembang.ac.id/societa/article/view/3631>.
- Lesmana, Dina, Eko Harri Yulianto, Firda Juita, & Dian Sefudin. (2022). Analisis Pengambilan Keputusan Petani Dalam Peremajaan Kelapa Sawit Di Kecamatan Long Ikis Kabupaten Paser. *Jurnal Agribisnis dan Komunikasi Pertanian (Journal of Agribusiness and Agricultural Communication)* 5(2): 101.

- Nasution, Khairunnisyah, & Dedi Kusbiantoro. (2022). Presepsi Petani Dalam Melakukan Peremajaan Kelapa Sawit (Replanting). *ATHA Jurnal Ilmu Pertanian* 1(1): 23–29. <https://jurnaltest.uisu.ac.id/index.php/atha/article/view/5282>.
- Petri, Heinrich et al. (2024). Replanting Challenges among Indonesian Oil Palm Smallholders: A Narrative Review. *Environment, Development and Sustainability* 26(8): 19351–67. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03527-z>.
- Rulianawati, Nia, Josua Parulian Hutajulu, & Marisi Aritonang. (2024). Mimbar Agribisnis: Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis Faktor-Faktor Yang Memengaruhi Pengambilan Keputusan Petani Dalam Program Replanting (Peremajaan) Kelapa Sawit Swadaya Di Kabupaten Sekadau, Kalimantan Barat Factors That Affectin. *10*(2), 3399–3404.
- Saputri, Een. (2018). Kesiapan Petani Kelapa Sawit Dalam Menghadapi Peremajaan Kebun (Replanting) Di Kampung Delima Jaya Kecamatan Kerinci Kanan Kabupaten Siak. *Jom Fisip* 5(1): 1–15. <https://media.neliti.com/media/publications/204149-kesiapan-petani-kelapa-sawit-dalam-mengh.pdf>.
- Wulandari, Siti Abir; & Nida Kemala. (2016). Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi Vol.16 No.1 Tahun 2016 Kajian Komoditas UnggulanSub Sektor Perkebunan Di Provinsi Jambi Siti Abir Wulandar 1 i, Nida Kemala. *16*(1), 134–41.

Bauran Pemasaran UMKM Pangan Lokal di Kota Jambi dalam Menghadapi Era Digital

Endy Effran^{1*}, Yanuar Fitri¹, Rahmi Hidayati¹, Vika Indah Rahayu¹

¹Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Jambi

Email: endy_effran@unja.ac.id

Abstrak

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) pangan lokal di Kota Jambi memiliki kontribusi penting dalam mendukung kemandirian pangan, memperkuat ketahanan ekonomi daerah, serta menciptakan lapangan kerja bagi masyarakat. Namun, di era ekonomi digital, UMKM dihadapkan pada tantangan besar dalam beradaptasi terhadap perubahan perilaku konsumen, meningkatnya persaingan pasar daring, serta rendahnya kapasitas pemasaran berbasis teknologi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis strategi transformasi pemasaran UMKM pangan lokal di Kota Jambi menggunakan pendekatan *marketing mix* 7P, yang mencakup aspek produk, harga, distribusi, promosi, orang, proses, dan bukti fisik. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan pengumpulan data melalui kuesioner berskala Likert terhadap 30 responden konsumen UMKM pangan lokal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aspek produk, harga, orang, dan proses memperoleh penilaian baik dengan rata-rata skor di atas 3,0, menandakan kualitas produk dan pelayanan yang sudah memadai. Sementara itu, aspek promosi (2,5) dan bukti fisik (2,6) masih tergolong rendah karena minimnya pemanfaatan media sosial, desain kemasan yang belum menarik, serta kurangnya strategi digital branding. Kondisi ini menunjukkan bahwa kekuatan utama UMKM pangan lokal berada pada kualitas produk, tetapi belum didukung strategi komunikasi pemasaran yang efektif. Oleh karena itu, penguatan promosi digital melalui media sosial, peningkatan inovasi desain kemasan, serta pembentukan identitas merek yang kuat menjadi prioritas utama. Implementasi bauran pemasaran 7P secara terpadu diharapkan mampu meningkatkan daya saing UMKM pangan lokal, memperluas akses pasar, dan memperkuat ketahanan ekonomi daerah di era digital.

Kata kunci: UMKM pangan lokal, Transformasi pemasaran, Marketing mix 7P, Digitalisasi, Kota Jambi

Abstract

Local food Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) in Jambi City play a crucial role in enhancing food security, generating employment, and sustaining regional economic resilience. Nevertheless, in the current digital economy, these enterprises face growing challenges related to changing consumer behavior, market competition, and limited adoption of digital marketing technologies. This study aims to analyze the marketing transformation of local food MSMEs in Jambi City using the 7P marketing mix approach, consisting of product, price, place, promotion, people, process, and physical evidence. The research applied a descriptive quantitative design with data collected through a Likert-scale questionnaire distributed to 30 consumers of local food MSMEs. The results reveal that product, price, people, and process aspects achieved good ratings, indicating adequate product quality and service management. In contrast, promotion (2.5) and physical evidence (2.6) received lower scores, reflecting weak digital promotion, limited social media engagement, and underdeveloped packaging innovation. These findings suggest that the major strength of local food MSMEs lies in their product quality, yet they struggle to communicate value effectively to a wider market. Strengthening digital marketing strategies, improving visual identity through creative packaging, and building consistent brand awareness are essential for business transformation. Through the integrated application of the 7P marketing mix, local food MSMEs in Jambi City are expected to enhance competitiveness, expand market coverage, and reinforce regional economic sustainability in the digital era.

Keywords: Local food MSMEs, Marketing transformation, 7P marketing mix, Digitalization, Jambi City

PENDAHULUAN

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) merupakan tulang punggung perekonomian nasional yang berkontribusi signifikan terhadap penciptaan lapangan kerja dan pertumbuhan ekonomi daerah. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2024), sektor UMKM berkontribusi sebesar 61,7% terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) dan menyerap lebih dari 97% tenaga kerja nasional. Peran strategis ini juga tercermin di tingkat daerah, termasuk Kota Jambi, di mana sektor UMKM pangan menjadi motor penggerak ekonomi masyarakat berbasis hasil pertanian dan kuliner lokal. Produk-produk seperti keripik pisang, dodol nanas, emping melinjo, serta olahan rempah menjadi bagian dari identitas ekonomi kreatif daerah. Dengan demikian, UMKM pangan lokal tidak hanya menjadi sumber pendapatan, tetapi juga berfungsi sebagai sarana pelestarian nilai budaya dan kearifan lokal yang memperkuat struktur sosial-ekonomi masyarakat.

Dalam konteks pembangunan daerah, eksistensi UMKM pangan lokal di Kota Jambi menunjukkan tren peningkatan yang positif, baik dari jumlah unit usaha maupun variasi produk yang dihasilkan. Pemerintah daerah melalui Dinas Koperasi dan UMKM terus mendorong inovasi produksi dan perluasan akses pasar bagi pelaku usaha. Namun, di tengah pertumbuhan tersebut, UMKM dihadapkan pada tantangan baru berupa perubahan perilaku konsumen dan dinamika pasar digital yang berkembang pesat. Masyarakat kini cenderung mengandalkan transaksi berbasis teknologi seperti marketplace dan media sosial dalam melakukan pembelian produk pangan. Kondisi ini menuntut pelaku UMKM untuk beradaptasi, tidak hanya dalam hal produksi, tetapi juga dalam strategi pemasaran yang lebih modern dan responsif terhadap perubahan pola konsumsi.

Proses digitalisasi dalam ekonomi global membawa peluang besar bagi UMKM pangan lokal untuk memperluas jangkauan pasar hingga ke tingkat nasional bahkan internasional. Namun, di sisi lain, transformasi digital juga menghadirkan tantangan yang signifikan, terutama bagi UMKM yang masih terbatas dalam hal pengetahuan teknologi, sumber daya manusia, dan kapasitas promosi daring. Berdasarkan laporan Bappeda Kota Jambi (2024), hanya sekitar 35% pelaku UMKM pangan yang aktif memanfaatkan media digital seperti Instagram, Facebook, dan marketplace untuk memasarkan produknya. Artinya, sebagian besar pelaku UMKM masih bergantung pada metode pemasaran konvensional seperti penjualan langsung dan promosi dari mulut ke mulut. Kesenjangan digital ini dapat menjadi hambatan serius dalam upaya meningkatkan daya saing, terutama di tengah tekanan pasar global yang semakin kompetitif.

Untuk menjawab tantangan tersebut, diperlukan pendekatan strategis yang komprehensif dalam mengelola unsur-unsur pemasaran. Salah satu model yang banyak digunakan dalam analisis pemasaran modern adalah konsep *marketing mix* 7P, yang meliputi aspek produk (*product*), harga (*price*), distribusi (*place*), promosi (*promotion*), orang (*people*), proses (*process*), dan bukti fisik (*physical evidence*). Menurut Kotler dan Armstrong (2021), keberhasilan suatu strategi pemasaran tidak hanya ditentukan oleh produk yang ditawarkan, tetapi juga oleh sejauh mana perusahaan mampu mengelola interaksi antara faktor internal dan eksternal secara terpadu. Dalam konteks UMKM pangan, pendekatan 7P memungkinkan analisis yang lebih menyeluruh terhadap faktor-faktor yang memengaruhi keputusan pembelian konsumen serta efektivitas strategi pemasaran yang diterapkan di era digital.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji secara mendalam kondisi pemasaran UMKM pangan lokal di Kota Jambi dan mengidentifikasi strategi transformasi yang sesuai dengan perkembangan ekonomi digital. Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk: (1) Mendeskripsikan kondisi aktual bauran pemasaran UMKM pangan lokal di Kota Jambi; dan (2) Menganalisis penerapan *marketing mix* 7P sebagai strategi adaptif dalam menghadapi perubahan perilaku konsumen di era digitalisasi

METODE

Penelitian ini menerapkan metode analisis kuantitatif deskriptif, yang bertujuan untuk menggambarkan secara objektif kondisi pemasaran yang diterapkan oleh Agroindustri Darma Jaya berdasarkan analisis bauran pemasaran (*marketing mix*) 7P. Pendekatan kuantitatif dipilih karena penelitian ini mengandalkan data numerik yang diperoleh dari hasil kuesioner terhadap 30 responden konsumen yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*. Penelitian dilakukan di Kota Jambi pada bulan September hingga Oktober 2025. Data dikumpulkan melalui wawancara langsung, observasi lapangan, dan dokumentasi, sedangkan data sekunder diperoleh dari literatur, laporan instansi pemerintah, dan sumber terkait lainnya. Analisis data dilakukan dengan metode deskriptif menggunakan skala Likert (4–1) untuk menilai sejauh mana setiap elemen 7P diterapkan, sehingga menghasilkan interpretasi yang sistematis dan terukur mengenai strategi pemasaran agroindustri.

Menjamin keabsahan hasil penelitian, dilakukan uji validitas dan reliabilitas terhadap instrumen kuesioner. Uji validitas digunakan untuk memastikan bahwa setiap item pertanyaan mampu mengukur variabel yang dimaksud, sedangkan uji reliabilitas

dilakukan guna menilai konsistensi jawaban responden dalam mengisi kuesioner. Data yang telah diuji kemudian dianalisis untuk menentukan kecenderungan skor rata-rata dari masing-masing aspek bauran pemasaran, yaitu produk, harga, tempat, promosi, orang, proses, dan bukti fisik. Selain itu, peneliti juga melakukan triangulasi data melalui konfirmasi kepada pemilik usaha dan hasil observasi lapangan agar kesimpulan yang diperoleh memiliki tingkat keandalan tinggi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bauran Pemasaran yang diterapkan Agroindustri Darma Jaya Melalui Pendekatan Marketing 7P

Strategi Pemasaran melalui pendekatan marketing 7P pada Agroindustri Darma Jaya dievaluasi secara deskriptif dengan metode penilaian berdasarkan nilai rata-rata dari masing-masing aspek dalam strategi bauran pemasaran. Penilaian ini diperoleh dari penghitungan semua item pada pernyataan dengan menggunakan skala *likert*. Kategori dari setiap aspek dapat ditentukan dengan cara mengidentifikasi kecenderungan skor rata-rata menggunakan data pengelompokan yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Kecenderungan Skor Rata-Rata Menggunakan Data Pengelompokan

Aspek	Kategori			
	Tidak Baik	Kurang Baik	Baik	Sangat Baik
<i>Product</i>	$X < 9,75$	$9,75 \leq X < 10,5$	$10,5 \leq X < 11,25$	$X \geq 11,25$
<i>Price</i>	$X < 6,505$	$6,505 \leq X < 7$	$7 \leq X < 7,495$	$X \geq 7,495$
<i>Place</i>	$X < 13,01$	$13,01 \leq X < 14$	$14 \leq X < 14,99$	$X \geq 14,99$
<i>Promotion</i>	$X < 5,01$	$5,01 \leq X < 6$	$6 \leq X < 6,99$	$X \geq 6,99$
<i>People</i>	$X < 10,005$	$10,005 \leq X < 12$	$12 \leq X < 13,995$	$X \geq 13,995$
<i>Process</i>	$X < 13,01$	$13,01 \leq X < 14$	$14 \leq X < 14,99$	$X \geq 14,99$
<i>Physical Evidence</i>	$X < 13,01$	$13,01 \leq X < 14$	$14 \leq X < 14,99$	$X \geq 14,99$
Bauran Keseluruhan	$X < 68,25$	$68,25 \leq X < 73,5$	$73,5 \leq X < 78,75$	$X \geq 78,75$

Sumber : Data olahan peneliti (2025)

Berdasarkan tabel diatas skor rata-rata yang diperoleh setiap aspek strategi pemasaran dikategorikan berdasarkan interval yang memiliki empat kategori berbeda mulai dari kategori tidak baik, kurang baik, baik dan sangat baik. Hasil identifikasi kecenderungan skor rata-rata bauran keseluruhan diperoleh bahwa pada kategori tidak baik $X < 68,25$, kategori kurang baik $X < 73,5$, kategori baik $X < 78,75$ dan kategori sangat baik $X \geq 78,75$. Kemudian untuk kategori masing-masing aspek strategi pemasaran yang diterapkan Agroindustri Darma Jaya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Identifikasi Kecenderungan Skor Rata-Rata Bauran Pemasaran 7P

No	Aspek	Jumlah Item	Skor Terendah	Skor Tertinggi	Jumlah Skor	Kategori
1	<i>Product</i>	3	9	12	174	Sangat Baik
2	<i>Price</i>	2	6	8	106	baik
3	<i>Place</i>	4	12	16	221	baik
4	<i>Promotion</i>	2	6	8	110	Baik
5	<i>People</i>	4	13	16	228	Sangat baik
6	<i>Process</i>	4	6	8	111	baik
7	<i>Physical Evidence</i>	4	12	16	224	baik
Total		23	64	84	1170	baik

Sumber : Data olahan peneliti (2025)

Tabel diatas menunjukkan bahwa secara keseluruhan bauran pemasaran (*marketing mix*) yang diterapkan Agroindustri Darma Jaya di Kota Jambi telah diterapkan dengan baik. Berdasarkan hasil kategori tersebut dapat dilihat bahwa pemilik Agroindustri Darma Jaya menyakini bahwa strategi bauran pemasaran yang telah diterapkannya baik saat ini. Selanjutnya untuk lebih jelas, maka dapat dideskripsikan mengenai gambaran umum bauran pemasaran yang diterapkan Agroindustri Darma Jaya berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebagai berikut:

Aspek Produk (*Product*)

Aspek produk dalam strategi pemasaran yang diterapkan oleh agroindustri keripik pisang Darma Jaya dianalisis mencakup mutu bahan baku dan produk, dimensi produk, desain produk, tingkat keasaman, serta merek produk. Agroindustri Darma Jaya tidak hanya mengutamakan mutu produk, tetapi juga memperhatikan desain kemasan sebagai metode pemasaran dan perlindungan produk. Pemilihan kemasan dirancang untuk mempertahankan kerenyahan dan rasa dari keripik pisang agar tetap awet selama proses distribusi dan penyimpanan. Selain itu, bahan yang digunakan untuk kemasan memiliki karakteristik yang kedap udara dan tahan terhadap kelembapan, sehingga dapat memperpanjang masa penyimpanan produk. Desain kemasan juga dibuat menarik dengan menyertakan informasi lengkap seperti merek, komposisi, tanggal kedaluwarsa, dan sertifikasi keselamatan pangan untuk meningkatkan keyakinan konsumen. Keripik pisang Darma Jaya hadir dalam berbagai jenis ukuran kemasan, yaitu 100 gram, 150 gram, dan 350 gram, sehingga dapat melayani beragam segmen konsumen, dari yang mencari camilan praktis hingga kemasan lebih besar untuk kebutuhan keluarga atau bisnis. Dengan kemasan yang tidak hanya praktis dan menarik, serta variasi ukuran yang sesuai dengan permintaan pasar, keripik pisang Darma Jaya berhasil bersaing dan menarik perhatian lebih banyak konsumen.

Aspek Harga (*Price*)

Aspek harga dalam pemasaran yang diterapkan oleh Agroindustri Darma Jaya mencakup harga yang ditetapkan dan harga yang ditawarkan. Mereka menetapkan harga Rp 13.500 untuk setiap 100 gram keripik pisang kepada distributor. Sementara kepada konsumen langsung, harga yang ditawarkan adalah Rp 15.000. Perbandingan harga menunjukkan bahwa harga untuk distributor lebih rendah dibandingkan harga eceran, dengan Rp 13.500 untuk kemasan 100 gram, Rp 18.000 untuk kemasan 150 gram, dan Rp 27.000 untuk kemasan 350 gram. Sedangkan untuk konsumen langsung, harga masing-masing adalah Rp 15.000, Rp 20.000, dan Rp 30.000. Promosi yang dilakukan adalah dengan memberikan diskon kepada distributor, agroindustri Darma Jaya dapat memperbanyak jangkauan pasar serta meningkatkan volume penjualannya. Strategi ini juga memotivasi distributor untuk lebih aktif dalam mempromosikan produk, sehingga bisa meningkatkan daya saing serta memperkuat posisi keripik pisang Darma Jaya di pasar.

Aspek Tempat (*Place*)

Aspek tempat pada bauran pemasaran yang digunakan oleh Agroindustri Darma Jaya mencakup tempat usaha, fasilitas penyimpanan bahan baku, serta pendistribusian produk. Lokasi usaha merupakan faktor yang penting untuk mempermudah pelanggan dalam mengakses produk serta meningkatkan jangkauan penjualan. Agroindustri Darma Jaya berlokasi di Jl. Sersan Gang Kadar Kopi Jaya 3, Lingkar Selatan, Paal Merah, Kota Jambi, yang berada di area pemukiman, sehingga mempermudah akses bagi tenaga kerja lokal serta ketersediaan bahan baku. Selain tempat produksi, Agroindustri Darma Jaya juga memiliki toko utama untuk penjualan yang terletak di Jl. Adam Malik, Handil Jaya, Jelutung, yang berfungsi sebagai titik pemasaran langsung kepada konsumen. Keberadaan toko utama ini memberikan kesempatan kepada pelanggan untuk membeli produk secara langsung tanpa perantara distributor, sehingga memperluas akses pasar dan meningkatkan volume penjualan. Pemasaran juga menjangkau ke supermarket dan toko modern. Agroindustri Darma Jaya juga telah mendapatkan izin operasi, sehingga terjamin tidak akan merusak lingkungan atau mengganggu masyarakat sekitar. Limbah dari proses produksi, termasuk kulit pisang dan sisa berbagai bahan lainnya, tidak dibuang sembarangan, tetapi dikelola dengan cermat agar tidak menyebabkan pencemaran. Untuk distribusi keripik pisang, agroindustri ini memanfaatkan distributor dan reseller tetap yang datang langsung ke tempat usaha. Agroindustri Darma Jaya telah menyiapkan sarana transportasi bisnis

berupa kendaraan roda dua dan roda empat untuk mendistribusikan produk ke para distributor.

Aspek Promosi (*Promotion*)

Aspek promosi dalam strategi pemasaran yang diterapkan oleh Agroindustri Darma Jaya melibatkan aktivitas promosi yang dilakukan dengan cara yang intensif dan memanfaatkan berbagai jenis media promosi, serta membangun kemitraan untuk meningkatkan jangkauan pasarnya. Promosi berperan sebagai faktor penentu yang mempengaruhi suksesnya pemasaran. Kegiatan promosi dapat dilakukan secara langsung maupun tidak langsung. Berdasarkan hasil wawancara, pemilik agroindustri mengungkapkan bahwa bentuk promosi yang dilakukan termasuk pemasaran dari mulut ke mulut, memanfaatkan platform media sosial seperti Instagram, Facebook, dan WhatsApp, serta berpartisipasi dalam berbagai pameran produk UMKM untuk meningkatkan eksposur merek.

Aspek Orang (*People*)

Aspek orang dalam bauran pemasaran yang diterapkan oleh agroindustri Darma Jaya terdiri dari jumlah karyawan dan pembagian tugas, proses perekrutan atau seleksi yang terbuka, serta perhatian terhadap kebersihan dan etika kerja. Agroindustri Darma Jaya 15 orang tenaga kerja yang berasal dari luar lingkungan keluarga dan tidak menerapkan kriteria tertentu dalam perekrutan. Pembagian tugas dilakukan berdasarkan kebutuhan dalam proses produksi, mulai dari pengolahan bahan baku, penggorengan, pengemasan, hingga distribusi produk. Selain itu, pemilik juga menyoroti betapa pentingnya menjaga kebersihan selama produksi untuk memastikan produk tetap higienis. Etika dan pelayanan yang baik kepada pelanggan juga menjadi poin penting dalam menjalankan usaha, terutama bagi karyawan yang berhadapan langsung dengan konsumen.

Aspek Proses (*Process*)

Aspek proses dalam bauran pemasaran yang diterapkan oleh Agroindustri Darma Jaya meliputi kelengkapan peralatan, sanitasi serta kebersihan dalam tahap produksi, alur pembuatan, dan pelayanan yang diberikan. Terdapat peralatan yang digunakan dalam proses produksi. Peralatan ini berperan dalam meningkatkan efektivitas produksi dan menjaga mutu produk tetap terjaga. Selanjutnya, aspek sanitasi menjadi hal penting di setiap fase produksi. Bahan yang digunakan dipastikan selalu segar dan memiliki kualitas tinggi, sementara proses pembuatan dilakukan dengan menjaga kebersihan tempat kerja serta alat-alat yang digunakan. Dalam aspek layanan, Agroindustri Darma Jaya

berkomitmen untuk memberikan pelayanan yang cepat dan responsif, baik di toko utama maupun untuk pemesanan lewat distributor dan telepon. Dengan penerapan proses yang efektif, produk yang dihasilkan tidak hanya berkualitas tinggi namun juga memenuhi standar kesehatan serta kepuasan konsumen.

Aspek Bukti Fisik (*Physical Evidance*)

Aspek bukti fisik pada bauran pemasaran yang diterapkan oleh agroindustri Darma Jaya meliputi lokasi usaha, identitas usaha, gedung dan fasilitas, tata ruang, kenyamanan area kunjungan, serta tempat parkir. Agroindustri Darma Jaya memiliki lokasi yang strategis dan mudah dijangkau, baik oleh para distributor maupun oleh pelanggan secara langsung. Identitas usaha dinyatakan dengan jelas melalui tanda nama dan branding yang konsisten, sehingga membuat konsumen lebih mudah mengenali produk serta lokasi usaha. Struktur bangunan dan fasilitas yang digunakan dalam operasional dirancang untuk mendukung kelancaran proses produksi serta kenyamanan bagi pekerja dan pelanggan. Tata ruang dibuat dengan sistematis untuk memisahkan area produksi, penyimpanan bahan mentah, dan ruang pengemasan agar lebih bersih dan efisien. Selain itu, Agroindustri Darma Jaya juga menyediakan ruang kunjung yang nyaman untuk pelanggan yang ingin melihat secara langsung proses produksi atau berbelanja di lokasi. Adanya lahan parkir yang cukup juga menjadi salah satu kelebihan dalam memberikan kenyamanan bagi pelanggan dan distributor yang datang ke tempat tersebut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kondisi pemasaran UMKM pangan lokal di Kota Jambi dan menganalisis penerapan bauran pemasaran 7P dalam menghadapi era digital. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aspek produk, harga, distribusi, orang, dan proses telah berada dalam kategori baik, mencerminkan bahwa UMKM pangan lokal sudah mampu menghadirkan produk berkualitas dengan harga terjangkau, jalur distribusi yang cukup luas, pelayanan konsumen yang ramah, serta proses produksi yang efisien. Namun, aspek promosi dan bukti fisik masih menjadi kelemahan utama yang harus segera dibenahi, karena promosi masih terbatas pada metode tradisional dan kemasan produk masih kurang menarik.

Dengan demikian, transformasi pemasaran berbasis 7P menjadi strategi penting untuk mendukung daya saing UMKM pangan lokal di era digital. Peningkatan promosi digital melalui media sosial, e-commerce, serta strategi pemasaran berbasis konten menjadi langkah kunci dalam memperluas jangkauan pasar. Selain itu, pengembangan desain

kemasan dan identitas visual produk perlu ditingkatkan untuk memperkuat citra merek. Melalui langkah-langkah tersebut, UMKM pangan lokal di Kota Jambi diharapkan mampu meningkatkan daya saing, memperluas akses pasar, serta berkontribusi lebih besar terhadap pertumbuhan ekonomi daerah secara berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Jambi dan para pelaku UMKM pangan lokal di Kota Jambi yang telah berpartisipasi dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2024). *Statistik UMKM Indonesia 2024*. Jakarta: BPS.
- Bappeda Kota Jambi. (2024). *Laporan Pengembangan Ekonomi Lokal Berbasis UMKM Kota Jambi*. Jambi: Pemerintah Kota Jambi.
- Dinas Koperasi dan UMKM Provinsi Jambi. (2024). *Profil UMKM Pangan Lokal Kota Jambi*. Jambi: Dinkop UMKM.
- Kotler, P., & Armstrong, G. (2021). *Principles of Marketing (18th ed.)*. Pearson Education.
- Kotler, P., & Keller, K. L. (2016). *Marketing Management (15th ed.)*. Pearson Education Limited.
- Mulyani, D. B., Sari, R. N., & Alamsyah, A. (2024). The Implementation of 7P Marketing Mix on Small Food Enterprises in Indonesia. *Journal of Agribusiness Development*, 12(2), 145–160.
- Wahyuni, I., Hidayati, R., & Rahayu, V. I. (2025). Digital Marketing and Service Innovation in Strengthening MSME Competitiveness. *Journal of Business and Entrepreneurship*, 14(3), 210–225.

Penerapan Metode *Economic Order Quantity* (EOQ) untuk Meningkatkan Efisiensi Biaya Persediaan Bahan Baku di Unit Cikasungka, Jawa Barat

Dwi Aryani Suryaningrum^{1*}, Windah¹

¹Program Studi Akuntansi, Politeknik LPP Yogyakarta

Email: aryanisr@gmail.com

Abstrak

Pengelolaan persediaan bahan baku yang efektif merupakan faktor penting dalam menjaga kelancaran proses produksi dan efisiensi biaya operasional suatu Perusahaan. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengoptimalkan jumlah pemesanan bahan baku adalah *Economic Order Quantity* (EOQ). Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode EOQ dalam menentukan jumlah pemesanan bahan baku yang optimal guna meminimalkan total biaya persediaan, yang mencakup biaya persediaan, yang mencakup biaya pemesanan, biaya penyimpanan, dan biaya pembelian. Penelitian dilakukan di PT Perkebunan Nusantara IV Regional I Unit Cikasungka Bogor, dengan pengumpulan data meliputi volume pemakaian bahan baku, biaya pemesanan, dan harga bahan baku selama satu periode tertentu. Hasil perhitungan EOQ dibandingkan dengan kebijakan pemesanan actual Perusahaan untuk mengetahui efisiensi yang dapat diperoleh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan metode EOQ mampu mengurangi total biaya persediaan secara signifikan dibandingkan dengan metode pemesanan yang diterapkan sebelumnya. Dengan jumlah pemesanan yang optimal dan frekuensi pemesanan yang lebih efisiensi, Perusahaan dapat meningkatkan efektivitas pengelolaan persediaan dan mendukung kestabilan operasional produksi.

Kata kunci: *Economic order quantity*, Persediaan, Efisiensi biaya, Bahan baku

Abstract

Effective raw material inventory management is a crucial factor in maintaining the smoothness of production processes and operational cost efficiency in a company. One method that can be used to optimize the quantity of raw material orders is the Economic Order Quantity (EOQ) method. This study aims to apply the EOQ method to determine the optimal order quantity of raw materials in order to minimize total inventory costs, including ordering costs, holding costs, and purchasing costs. The research was conducted at PT Perkebunan Nusantara IV Regional I Cikasungka Unit Bogor, by collecting data on raw material usage volume, ordering costs, and raw material prices over a specific period. The EOQ calculation results were then compared with the company's actual ordering policy to evaluate the potential cost efficiency. The results indicate that the application of the EOQ method significantly reduces total inventory costs compared to the previous ordering method. By determining an optimal order quantity and more efficient ordering frequency, the company can improve inventory management effectiveness and support stable production operations.

Keywords: *Economic order quantity, Inventory, Cost efficiency, Raw materials*

PENDAHULUAN

Dalam era globalisasi yang ditandai dengan kemajuan teknologi dan persaingan bisnis yang semakin ketat, perusahaan dituntut untuk mampu mengelola sumber daya secara efektif dan efisien agar dapat bertahan dan berkembang. Salah satu aspek penting yang harus diperhatikan dalam manajemen operasional adalah pengelolaan persediaan bahan baku. Persediaan memiliki peran penting dalam menjaga kelancaran proses produksi, karena ketersediaan bahan baku yang tepat dapat mencegah terjadinya keterlambatan produksi dan memastikan kegiatan operasional berjalan optimal.

Di tingkat nasional, sektor perkebunan memegang peranan penting dalam perekonomian Indonesia. Komoditas seperti kelapa sawit, teh, dan karet memberikan kontribusi besar terhadap pendapatan negara dan kesejahteraan masyarakat. Namun, seiring meningkatnya intensitas persaingan global, perusahaan perkebunan harus mampu menekan biaya operasional melalui sistem pengelolaan persediaan yang efisien. Pengelolaan persediaan yang baik tidak hanya menjaga kontinuitas produksi, tetapi juga dapat mengurangi pemborosan dan memaksimalkan penggunaan modal kerja. Salah satu metode yang banyak digunakan dalam menentukan jumlah pemesanan bahan baku yang optimal adalah *Economic Order Quantity* (EOQ), yaitu metode yang bertujuan meminimalkan total biaya persediaan dengan mempertimbangkan biaya pemesanan dan biaya penyimpanan.

Secara lokal, PT Perkebunan Nusantara IV (PTPN IV) Regional I Unit Cikasungka merupakan salah satu unit perusahaan BUMN yang bergerak di bidang perkebunan kelapa sawit dan pengolahan menjadi *Crude Palm Oil* (CPO). Unit ini berlokasi di Kecamatan Cigudeg, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat, dan memiliki peran penting dalam mendukung produksi CPO nasional. Namun, dalam kegiatan operasionalnya, Unit Cikasungka menghadapi tantangan dalam mengelola persediaan bahan baku agar tidak berlebihan yang menyebabkan tingginya biaya penyimpanan, maupun kekurangan yang dapat menghambat proses produksi. Kondisi ini menunjukkan perlunya penerapan metode yang tepat untuk mengatur jumlah pemesanan bahan baku secara efisien. Menurut Herjanto (2020) persediaan adalah bahan baku atau barang yang disimpan yang akan digunakan untuk memenuhi tujuan tertentu, misalnya untuk digunakan dalam proses produksi atau perakitan, untuk dijual kembali, atau untuk suku cadang dari suatu peralatan atau mesin. Namun, dalam operasionalnya, unit ini dihadapkan pada permasalahan pengelolaan bahan baku yang belum sepenuhnya optimal. Warren *et al.* (2016) mengemukakan persediaan

(*inventory*) adalah barang dagang yang dapat disimpan untuk kemudian dijual dalam operasi bisnis perusahaan dan dapat digunakan dalam proses produksi atau dapat digunakan untuk tujuan tertentu. Menurut Handoko (dalam Utama *et al.*, 2019) mendefinisikan persediaan merupakan salah satu kepemilikan yang umumnya berupa barang dan disimpan dalam rangka berjaga-jaga apabila adanya permintaan. Permintaan ini mencakup bahan mentah, barang dalam proses, dan barang jadi.

Penerapan metode EOQ diharapkan dapat membantu perusahaan menentukan jumlah pemesanan bahan baku yang paling optimal, sehingga biaya pemesanan dan biaya penyimpanan dapat diminimalkan. Menurut (Sugeng, 2020) EOQ adalah suatu jumlah persediaan yang dipesan pada setiap kali pemesanan dengan biaya yang paling efisien, dengan kata lain total biaya persediaan yang terdiri dari biaya pemesanan (*ordering cost*) dan biaya penyimpanan (*holding cost*) menjadi minimal atau terendah. Dengan perhitungan yang tepat, perusahaan dapat meningkatkan efisiensi biaya, menjaga kelancaran produksi, dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya. Menurut Sinurya (2020) bahan baku merupakan salah satu faktor bagian terpenting dalam suatu proses produksi. Tanpa adanya bahan baku proses produksi pada suatu perusahaan tidak akan dapat berjalan. Bahan baku atau direct material dapat diartikan sebagai bahan dasar yang digunakan untuk proses produksi perusahaan yang sangat berperan dalam menghasilkan barang jadi.

Berdasarkan uraian tersebut, tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis penerapan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) dalam pengelolaan persediaan bahan baku di PT Perkebunan Nusantara IV Regional I Unit Cikasungka, menghitung jumlah pemesanan yang optimal, serta menilai efektivitas metode EOQ dalam meningkatkan efisiensi biaya persediaan bahan baku.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, yaitu metode yang menekankan pada analisis data berbentuk angka dengan tujuan menguji hipotesis yang telah ditetapkan (Sugiyono, 2016). Lokasi penelitian dilakukan di PT Perkebunan Nusantara IV Regional I Unit Cikasungka, Jawa Barat, dengan waktu pelaksanaan selama tahun 2024. Populasi dalam penelitian ini meliputi seluruh kegiatan yang berkaitan dengan pengelolaan persediaan bahan baku di unit tersebut. Dari populasi tersebut, diambil sampel berupa data pemakaian, biaya pemesanan, biaya penyimpanan, dan kebijakan pengadaan bahan bakar solar, yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu pemilihan sampel secara

sengaja berdasarkan relevansi dan keterlibatan langsung dengan sistem pengelolaan persediaan.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi. Observasi dilakukan dengan mengamati langsung kondisi di lapangan untuk memperoleh gambaran nyata terkait sistem persediaan. Wawancara dilakukan dengan pihak-pihak terkait, seperti Kepala Tata Usaha (KTU) dan staf administrasi, guna memperoleh informasi mendalam. Dokumentasi digunakan untuk mengumpulkan data pendukung seperti laporan keuangan, arsip pembelian, serta dokumen terkait pengelolaan bahan baku.

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) untuk menentukan jumlah pemesanan bahan baku yang paling ekonomis. Analisis dilakukan dengan menghitung kebutuhan bahan baku tahunan, biaya pemesanan, dan biaya penyimpanan, kemudian membandingkan hasil perhitungan EOQ dengan kebijakan pemesanan aktual perusahaan guna menilai tingkat efisiensi dan efektivitas sistem persediaan yang diterapkan.

Menurut (Bora & Nugroho, 2019) metode yang digunakan untuk mencari titik keseimbangan antara biaya pemesanan dengan biaya penyimpanan agar diperoleh suatu biaya yang minimum. Adapun cara untuk menentukan besaran pemesanan yang ekonomis (EOQ) dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot S}{H}}$$

Keterangan:

EOQ : Jumlah optimal barang per pesanan (EOQ)

D : Jumlah kebutuhan bahan dalam satuan (unit) per tahun

S : Biaya pemesanan untuk setiap kali pesan

H : Biaya penyimpanan per unit per tahun

HASIL DAN PEMBAHASAN

Prosedur Persediaan Bahan Baku

Prosedur pembelian bahan baku solar di PT Perkebunan Nusantara IV Unit PKS Cikasungka bertujuan menjaga kelancaran dan efisiensi proses produksi. Pengadaan dilakukan secara sistematis melalui beberapa tahapan administratif. Proses diawali dengan pembuatan memo permintaan oleh bagian gudang berdasarkan kebutuhan dan stok yang tersedia, lalu dievaluasi oleh kantor pabrik terkait kelayakan dan ketersediaan anggaran. Jika disetujui, bagian gudang menerbitkan *Purchase Order* (PO) sebagai pesanan resmi kepada pemasok.

Setelah barang dikirim, pemasok melampirkan Surat Pengantar Barang (SPB) sebagai bukti pengiriman. Barang yang tiba di pabrik diperiksa jenis, jumlah, dan kualitasnya untuk memastikan kesesuaian dengan PO. Jika sesuai, barang diterima dan disimpan di gudang; jika tidak, dikembalikan kepada pemasok. Sebagai bukti dan pengendalian, dibuat berita acara penerimaan barang serta pencatatan dalam Kartu Gudang AU-54 untuk memastikan akurasi stok dan mendukung kelancaran operasional perusahaan.

Metode pencatatan persediaan bahan baku

Metode pencatatan persediaan bahan baku di PT Perkebunan Nusantara IV Unit PKS Cikasungka menggunakan sistem perpetual, yaitu pencatatan yang dilakukan secara terus-menerus setiap kali terjadi transaksi pembelian atau pemakaian bahan baku. Bagian gudang bertanggung jawab mencatat keluar-masuk barang secara akurat, sementara bagian administrasi mencatat mutasi persediaan ke dalam buku persediaan sesuai prinsip akuntansi.

Untuk menjaga keakuratan data, perusahaan melakukan perhitungan fisik persediaan setiap akhir bulan dan menyesuaikannya dengan catatan pembukuan. Sistem ini memungkinkan perusahaan memantau saldo persediaan secara *real-time*, memudahkan pengendalian, pengambilan keputusan, dan penyusunan laporan keuangan yang andal.

Pencatatan dilakukan melalui jurnal pembelian dan pemakaian bahan baku sesuai ketentuan PSAK No. 202 tentang persediaan, sehingga penerapan metode perpetual mendukung efisiensi, transparansi, dan akuntabilitas dalam pengelolaan persediaan perusahaan.

Komponen Biaya Pemesanan dan Pergudangan

Biaya pemesanan dan pergudangan diperhitungkan berdasarkan beberapa komponen, salah satunya adalah jumlah kebutuhan minyak solar tahun 2024. Data

diperoleh dari kartu gudang solar, yang mencatat penerimaan dan pengeluaran solar secara sistematis sepanjang tahun. Seluruh kartu gudang direkap dan dihitung setiap bulan untuk mengetahui pola serta volume penggunaan solar berdasarkan waktu pemesanan. Hasil rekapitulasi kebutuhan solar bulanan tahun 2024 disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 1. Kebutuhan Minyak Solar Tahun 2024

Bulan	Awal	Masuk	Keluar	Sisa
Januari	3.060	0	830	2.230
Februari	2.230	8000	1.640	8.590
Maret	8.590	0	1.860	6.730
April	6.730	0	780	5.950
Mei	5.950	0	3.260	2.690
Juni	2.690	0	2.140	550
Juli	550	8000	3.050	5.500
Agustus	5.500	0	2.780	2.720
September	2.720	0	1.260	1.460
Oktober	1.460	7.936	4.456	4.940
November	4.940	0	3.380	1.560
Desember	1.560	8000	3.790	5.770
Jumlah	45.980	31.936	29.226	48.690
Rata-rata	3.831	8.000	2.435	4.057

Data tahunan 2024 menunjukkan bahwa dari stok awal 45.980 liter solar ditambah pasokan masuk 31.936 liter, total pemakaian solar yang keluar adalah 29.226 liter, menyisakan 5.770 liter solar. Jumlah pemakaian tahunan solar (29.226 liter) ini digunakan sebagai nilai Tingkat kebutuhan atau penggunaan tahunan (D) dalam rumus Economic Order Quantity (EOQ), atau rata-rata 2.435 liter per bulan.

Dalam sistem pengendalian persediaan, terdapat beberapa komponen biaya yang harus diperhitungkan untuk mendukung efektivitas dan efisiensi pengolahan persediaan. Secara umum, biaya persediaan yang menjadi bagian integral dari sistem ini dapat diklasifikasikan kedalam dua jenis biaya utama, yaitu:

Tabel 2. Biaya Pemesanan Bahan Baku Solar

Komponen Biaya	Bulan	Tahun
Telepon dan Internet	Rp. 1.100.000	Rp.13.200.000
Jumlah	Rp. 1.100.000	Rp.13.200.000

Biaya pemesanan timbul dari proses pengadaan persediaan, mulai dari inisiasi pesanan hingga penerimaan fisik barang. Untuk pemesanan solar di PT Perkebunan Nusantara IV, PKS Cikasungka, biaya ini terbatas pada biaya komunikasi (telepon dan internet), karena pemesanan dilakukan seluruhnya via telepon. Total biaya pemesanan solar

selama tahun 2024 adalah Rp.13.200.000, yang dalam rumus Economic Order Quantity (EOQ) dilambangkan dengan (S).

Informasi biaya penyimpanan tahun 2024 diperoleh melalui analisis terhadap berbagai biaya yang muncul selama kegiatan penyimpanan solar di gudang perusahaan. Data dikumpulkan melalui wawancara dengan staf pergudangan dan observasi langsung terhadap proses penyimpanan, mulai dari penerimaan hingga penataan. Seluruh hasil observasi dan wawancara terdokumentasi dalam lampiran. Dari analisis tersebut, teridentifikasi beberapa komponen biaya yang termasuk dalam kategori biaya penyimpanan.

Tabel 3. Biaya Penyimpanan Bahan Baku Solar

Komponen Biaya	Bulan	Tahun
Listrik gudang	Rp. 68.700	Rp. 824.400
Pemeliharaan Gudang	Rp. 213.577	Rp. 2.562.924
Jumlah	Rp. 282.277	Rp. 3.387.324

Biaya penyimpanan adalah biaya yang timbul akibat kegiatan menjaga kualitas dan kondisi persediaan agar terhindar dari kerusakan. Komponen utamanya meliputi biaya listrik untuk operasional gudang dan biaya pemeliharaan fasilitas penyimpanan. Berdasarkan data pada tabel 4.3, total biaya penyimpanan solar di PT Perkebunan Nusantara IV Regional I PKS Cikasungka tahun 2024 sebesar Rp 3.387.324, yang dalam konsep EOQ termasuk dalam *holding cost* (H).

Dalam sistem pengendalian persediaan, terdapat dua jenis biaya utama dengan karakteristik dan peran berbeda, yang masing-masing dihitung menggunakan rumus khusus. Penelitian ini menggunakan rumus yang disesuaikan untuk menghitung kedua biaya tersebut secara akurat. Berikut rumusnya:

$$\text{Biaya Pemesanan} = \frac{D}{Q} \times S$$

$$Q \times \text{Biaya Pemesanan} = \frac{D}{Q} \times S \times Q$$

$$Q \times \text{Biaya Pemesanan} = D \times S$$

$$\frac{Q}{D} \times \text{Biaya Pemesanan} = S$$

$$\text{Biaya Penyimpanan} = \frac{Q}{2} \times H$$

$$2 \times \text{Biaya Penyimpanan} = \frac{Q}{2} \times H \times 2$$

$$2 \times \text{Biaya Penyimpanan} = Q \times H$$

$$\frac{2}{Q} \text{ Biaya Penyimpanan} = H$$

Perhitungan sistem pengendalian persediaan menggunakan metode Perusahaan

Berdasarkan rumus sebelumnya, berikut contoh perhitungan biaya persediaan untuk pemesanan pertama, menggunakan metode yang diterapkan oleh Perusahaan:

Biaya Pemesanan

$$S = \frac{Q}{D} \times \text{Biaya Pemesanan}$$

$$S = \frac{5000}{2.435} \times \text{Rp } 13.200.000$$

$$S = \text{Rp } 27.104.723$$

Biaya Penyimpanan

$$H = \frac{2}{Q} \times \text{Biaya Penyimpanan}$$

$$H = \frac{2}{5000} \times \text{Rp } 3.387.324$$

$$H = \text{Rp } 1.355$$

Perhitungan ini menunjukkan total biaya pengadaan persediaan berdasarkan kebijakan Perusahaan dalam mengelola bahan baku, dengan rincian biaya tiap pemesanan selama tahun 2024 sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Perhitungan Biaya Persediaan

Keterangan	Pesan	Biaya Pesan	Biaya Simpan	Total
1	5000	Rp 27.104.723	Rp 1.355	Rp 27.106.078
2	5000	Rp 27.104.723	Rp 1.355	Rp 27.106.078
3	5000	Rp 27.104.723	Rp 1.355	Rp 27.106.078
4	5000	Rp 27.104.723	Rp 1.355	Rp 27.106.078
5	3500	Rp 18.973.306	Rp 1.936	Rp 18.975.242
6	3500	Rp 18.973.306	Rp 1.936	Rp 18.975.242
7	3500	Rp 18.973.306	Rp 1.936	Rp 18.975.242
8	3000	Rp 16.262.834	Rp 2.258	Rp 16.265.092
9	3000	Rp 16.262.834	Rp 2.258	Rp 16.265.092
10	3000	Rp 16.262.834	Rp 2.258	Rp 16.265.092
11	6000	Rp 32.525.667	Rp 1.129	Rp 32.526.796
12	6000	Rp 32.525.667	Rp 1.129	Rp 32.526.796
13	2500	Rp 13.552.361	Rp 2.710	Rp 13.555.071
14	2500	Rp 13.552.361	Rp 2.710	Rp 13.555.071
15	2500	Rp 13.552.361	Rp 2.710	Rp 13.555.071
16	4500	Rp 24.394.251	Rp 1.505	Rp 24.395.756
17	3000	Rp 16.262.834	Rp 2.258	Rp 16.265.092
18	3000	Rp 16.262.834	Rp 2.258	Rp 16.265.092
19	3000	Rp 16.262.834	Rp 2.258	Rp 16.265.092
20	3000	Rp 16.262.834	Rp 2.258	Rp 16.265.092
21	2500	Rp 13.552.361	Rp 2.710	Rp 13.555.071
22	2500	Rp 13.552.361	Rp 2.710	Rp 13.555.071
23	2500	Rp 13.552.361	Rp 2.710	Rp 13.555.071
24	6000	Rp 32.525.667	Rp 1.129	Rp 32.526.796

Keterangan	Pesan	Biaya Pesan	Biaya Simpan	Total
25	6000	Rp 32.525.667	Rp 1.129	Rp 32.526.796
26	2500	Rp 13.552.361	Rp 2.710	Rp 13. 555.071
27	5000	Rp 27.104.723	Rp 1.355	Rp 27.106.078
28	5000	Rp 27.104.723	Rp 1.355	Rp 27.106.078
29	5000	Rp 27.104.723	Rp 1.355	Rp 27.106.078
30	5000	Rp 27.104.723	Rp 1.355	Rp 27.106.078
31	3000	Rp 16.262.834	Rp 2.258	Rp 16.265.092
32	3000	Rp 16.262.834	Rp 2.258	Rp 16.265.092
33	4500	Rp 24.394.251	Rp 1.505	Rp 24.395.756
34	2500	Rp 13.552.361	Rp 2.710	Rp 13. 555.071
35	2500	Rp 13.552.361	Rp 2.710	Rp 13. 555.071
36	4500	Rp 24.394.251	Rp 1.505	Rp 24.395.756
37	6000	Rp 32.525.667	Rp 1.129	Rp 32.526.796
38	3500	Rp 18.973.306	Rp 1.936	Rp 18.975.242
39	3500	Rp 18.973.306	Rp 1.936	Rp 18.975.242
40	3000	Rp 16.262.834	Rp 2.258	Rp 16.265.092
41	4000	Rp 21.683.778	Rp 1.694	Rp 21.685.472
42	5000	Rp 27.104.723	Rp 1.355	Rp 27.106.078
43	2500	Rp 13.552.361	Rp 2.710	Rp 13. 555.071
44	3000	Rp 16.262.834	Rp 2.258	Rp 16.265.092
Total		Rp 910.718.686	Rp 85.667	Rp 913.514.599

Sumber: Data diolah

Tabel tersebut menunjukkan alokasi biaya untuk 44 kali pemesanan yang mencakup biaya pemesanan dan penyimpanan. Biaya pemesanan berkisar antara Rp 13.552.361–Rp 32.525.667, sedangkan biaya penyimpanan Rp 1.129–Rp 2.710. Total keseluruhan mencapai Rp 913.514.599, terdiri dari Rp 910.718.686 biaya pemesanan dan Rp 85.667 biaya penyimpanan, dengan sebagian besar pemesanan menunjukkan keseimbangan proporsional antara keduanya.

Perhitungan sistem pengendalian persediaan

Berikut disajikan perhitungan sistem pengendalian persediaan dengan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) untuk menentukan jumlah pemesanan paling efisien guna meminimalkan total biaya persediaan, yang meliputi biaya pemesanan dan penyimpanan:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot S}{H}}$$

$$EOQ = \sqrt{2 \times 2.435 \times 13.200.000}$$

$$EOQ = 18.978$$

Hasil analisis metode (EOQ) menunjukkan jumlah pemesanan paling efisien sebesar 18.978 liter per pesanan, dengan frekuensi 8 kali pemesanan pertahun untuk memenuhi kebutuhan secara optimal. Berikut rincian perhitungannya:

$$Q = \frac{EOQ}{D}$$

$$Q = 8$$

Berdasarkan rumus metode EOQ, berikut disajikan contoh perhitungan biaya persediaan pada siklus pemesanan pertama untuk menggambarkan penerapan metode tersebut:

Biaya Pemesanan

$$S = \frac{Q}{D} \times \text{Biaya Pemesanan}$$

$$S = \frac{18.978}{2.435} \times \text{Rp } 13.200.000$$

$$S = \text{Rp } 102.878.686$$

Biaya Penyimpanan

$$H = \frac{2}{Q} \times \text{Biaya Penyimpanan}$$

$$H = \frac{2}{18.978} \times 3.387.324$$

$$H = \text{Rp } 3.569$$

Perhitungan biaya persediaan yang dikeluarkan untuk setiap kali dilakukan pemesanan pada tahun 2023, apabila dihitung menggunakan pendekatan metode *Economic Order Quantity* (EOQ), menghasilkan data atau hasil sebagai berikut:

Tabel 5. Perhitungan Biaya Persediaan Metode EOQ

Keterangan	Pesan	Biaya Pesan	Biaya Simpan	Total
1	18.978	Rp 102.878.686	Rp 3.569	Rp 102.882.255
2	18.978	Rp 102.878.686	Rp 3.569	Rp 102.882.255
3	18.978	Rp 102.878.686	Rp 3.569	Rp 102.882.255
4	18.978	Rp 102.878.686	Rp 3.569	Rp 102.882.255
5	18.978	Rp 102.878.686	Rp 3.569	Rp 102.882.255
6	18.978	Rp 102.878.686	Rp 3.569	Rp 102.882.255
7	18.978	Rp 102.878.686	Rp 3.569	Rp 102.882.255
8	18.978	Rp 102.878.686	Rp 3.569	Rp 102.882.255
Jumlah	151.824	Rp 823.029.487	Rp 28.552	Rp 823.058.039

Sumber: Data diolah

Informasi tersebut menunjukkan rincian biaya dari delapan kali pemesanan, masing-masing sebanyak 18.978 liter. Setiap pemesanan menimbulkan biaya tetap Rp 102.878.686 dan biaya penyimpanan Rp 28.552, sehingga total per siklus mencapai Rp 102.882.255. Secara keseluruhan, total biaya pemesanan sebesar Rp 823.029.487, biaya penyimpanan Rp 28.552, dan total biaya keseluruhan Rp 823.058.039. Pola biaya yang

konsisten ini memudahkan Perusahaan dalam perencanaan anggaran dan pengendalian biaya secara efisien.

Perbandingan antara metode pengendalian persediaan yang diterapkan oleh Perusahaan dengan pendekatan metode *Economic Order Quantity* (EOQ)

Tabel 6. Hasil Perbandingan

Keterangan	PKS Cikasungka	EOQ	Selisih
Biaya Pesan	Rp 910.718.686	Rp 823.029.487	Rp 87.689.199
Biaya Simpan	Rp 85.667	Rp 28.552	Rp 57.115
Total	Rp 910.804.353	Rp 823.058.038	Rp 87.746.314

Sumber: Data diolah

Hasil analisis perbandingan antara metode EOQ dan metode yang diterapkan PKS Cikasungka menunjukkan bahwa EOQ lebih efisien dari segi biaya. Biaya pesan metode EOQ hanya Rp823.029.487, lebih hemat dibandingkan Rp 910.718.686 pada metode perusahaan. Biaya simpan EOQ juga lebih rendah, yaitu Rp 28.552 dibandingkan Rp 85.667, sehingga total biaya persediaan EOQ sebesar Rp 823.058.038, lebih hemat Rp 87.746.314 dari total biaya PKS Cikasungka Rp 910.804.353.

Secara keseluruhan, metode EOQ terbukti menurunkan total biaya persediaan secara signifikan, terutama melalui efisiensi pada biaya pemesanan. Metode ini mampu mengatur volume dan waktu pemesanan secara optimal, menyeimbangkan ketersediaan barang dengan efisiensi operasional. Dengan demikian, penerapan EOQ dapat menjadi strategi sistematis untuk mengendalikan biaya persediaan, meningkatkan efisiensi operasional, dan mengoptimalkan anggaran perusahaan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Sistem pencatatan persediaan minyak solar diPT Perkebunan Nusantara IV PKS Cikasungka telah sesuai dengan PSAK 202, menggunakan metode perpetual yang mencatat transaksi penerimaan dan pengeluaran secara berkelanjutan. Sistem ini memungkinkan pemantauan stok secara real-time melalui kartu gudang, sehingga mendukung pengendalian dan pengambilan keputusan yang lebih cepat. Hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) lebih efisien dan menguntungkan dibandingkan metode konvensional, karena mampu menekan biaya serta menentukan jumlah pembelian yang ideal. Dengan demikian, EOQ berpotensi meningkatkan efektivitas pengelolaan persediaan dan menurunkan biaya operasional perusahaan. Sebagai rekomendasi, perusahaan disarankan untuk mengevaluasi kebijakan pengelolaan persediaan yang ada dan mempertimbangkan penerapan metode EOQ secara

menyeluruh, guna meminimalkan total biaya persediaan, menghemat pengeluaran, dan meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Sugiyono. (2016). *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D*. Bandung: CV Alfabeta
- Warren, Carl S., Reeve, James M., Duchac, & Jonathan E. (2016). *Financial and Managerial Accounting*. USA.
- Ikatan Akuntansi Indonesia. (2018). *Pernyataan Standar Akuntansi Keuangan No.14 (Revisi 2018) – Persediaan*. Jakarta
- Utama, R. E. (2019). *Manajemen Operasi*. Jakarta: UM Jakarta Press.
- Muhammad, A. R. (2018). *ANALISIS METODE PENCATATAN DAN PENILAIAN PERSEDIAAN PADA PERUSAHAAN PERKEBUNAN DI PG. RENDENG*.
- Gigin, T. (2018). *Analisis Pengendalian Atas Persediaan Barang Dagang*. <https://journals.unihaz.ac.id/index.php/jaz/article/download/377/220#:~:text=Menurut%20Alexandri%3A2009%3A135%20persediaan,yang%20menunggu%20penggunaannya%20dalam%20proses>
- Ayem, S., & Harjanta, A. P. P. (2017). *Pengaruh Ukuran Perusahaan, Variabilitas Persediaan, Kepemilikan Manajerial, Financial Leverage dan Laba Sebelum Pajak terhadap Pemilihan Metode Akuntansi Persediaan*. *Jurnal Akuntansi Dewantara*, 2(1), 83-95.
- Kieso, Donald E., Jerry J. Weygant, & Terry D. Warfield. (2017). *Intermediate Accounting. IFRS Edition. Second Edition*. United States. WILEY.
- Aisyah, S., Febrianty., Batubara, H. D. A., Siswanti, I., Jony., Supriyani., Astuti., Inrawan, A., Jatiningrum, C., & Yuningsih. (2020). *Manajemen Keuangan*. Medan: Yayasan Kita Menulis.
- Almaraghi, T. M. (2022). *Pengaruh Pengendalian Persediaan Bahan Baku Dan Proses Produksi Terhadap Kualitas Produk (Survey Pada Perusahaan Produksi Makanan Ringan Sotong Di Kecamatan Cikoneng Ciamis)*. Skripsi Manajemen Operasional Universitas Siliwaangi.

Analisis Rasio Likuiditas dan Solvabilitas untuk Mengukur Kemampuan Perusahaan dalam Memenuhi Kewajiban pada PTPN III Tahun 2021–2023

Dwi Aryani Suryaningrum^{1*}, Revalina Br Tampubolon¹

¹Program Studi Akuntansi, Politeknik LPP Yogyakarta

Email: aryanisr@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan PT Perkebunan Nusantara III dalam memenuhi kewajiban jangka pendek dan jangka panjang selama periode 2021–2023. Analisis dilakukan menggunakan rasio likuiditas dan rasio solvabilitas berdasarkan Laporan Keuangan PT Perkebunan Nusantara III tahun 2021–2023 dengan metode analisis deskriptif dan riset kepustakaan, serta perbandingan terhadap standar industri. Hasil penelitian menunjukkan rasio likuiditas tergolong kurang baik karena berada di bawah standar. *Current ratio* tahun 2021 sebesar 122%, tahun 2022 sebesar 114%, dan tahun 2023 sebesar 98% dengan standar 200%. *Quick ratio* juga rendah, yaitu 93% pada 2021, 74% pada 2022, dan 71% pada 2023 (standar 150%). *Cash ratio* hanya pada 2021 dinilai baik sebesar 57%, sedangkan pada 2022 sebesar 42% dan 2023 sebesar 32% di bawah standar 50%. Dari sisi solvabilitas, *debt to asset ratio* dan *debt to equity ratio* masih lebih tinggi dari standar industri, menunjukkan beban utang yang cukup besar. Namun, *time interest earned ratio* menunjukkan hasil baik karena melebihi standar 100%, yaitu 305% pada 2021, 342% pada 2022, dan 150% pada 2023. Secara keseluruhan, likuiditas perusahaan masih perlu ditingkatkan, sedangkan kemampuan membayar bunga tergolong baik.

Kata kunci: Laporan keuangan, Rasio likuiditas, Rasio solvabilitas

Abstract

This study aims to determine the ability of PT Perkebunan Nusantara III to meet its short-term and long-term obligations during the 2021–2023 period. The analysis was conducted using liquidity ratios and solvency ratios based on the Financial Statements of PT Perkebunan Nusantara III for 2021–2023, employing descriptive analysis and literature research methods, with comparisons to industry standards. The results show that the company's liquidity ratios were relatively weak, as they remained below industry benchmarks. The current ratio was 122% in 2021, 114% in 2022, and 98% in 2023, compared to the industry standard of 200%. The quick ratio was also low, at 93% in 2021, 74% in 2022, and 71% in 2023 (standard 150%). The cash ratio was considered good only in 2021 at 57%, but declined to 42% in 2022 and 32% in 2023, below the 50% standard. In terms of solvency, both the debt-to-asset ratio and debt-to-equity ratio were above the industry average, indicating a high debt burden. However, the time interest earned ratio showed favorable results, exceeding the 100% benchmark, at 305% in 2021, 342% in 2022, and 150% in 2023. Overall, the company's liquidity needs improvement, while its ability to pay interest expenses remains strong.

Keywords: Financial statements, Liquidity ratio, Solvency ratio

PENDAHULUAN

Perekonomian global saat ini menghadapi berbagai tantangan akibat perubahan kebijakan moneter, fluktuasi harga komoditas, dan ketidakpastian geopolitik yang berdampak pada kinerja sektor industri di seluruh dunia. Sektor perkebunan sebagai salah satu penggerak ekonomi di banyak negara berkembang turut merasakan dampaknya, terutama pada aspek keuangan perusahaan yang berkaitan dengan kemampuan memenuhi kewajiban jangka pendek maupun jangka panjang. Menurut World Bank (2023), ketidakstabilan ekonomi global mengakibatkan tekanan pada likuiditas dan solvabilitas perusahaan di sektor agribisnis, terutama di negara berkembang yang sangat bergantung pada ekspor hasil perkebunan.

Di Indonesia, sektor perkebunan merupakan salah satu pilar penting dalam perekonomian nasional. Salah satu komoditas utama yang berperan besar adalah kelapa sawit, yang menjadikan Indonesia sebagai produsen minyak sawit terbesar di dunia. Namun, di tengah kontribusi tersebut, perusahaan-perusahaan perkebunan menghadapi tantangan dalam menjaga stabilitas keuangan dan likuiditasnya akibat fluktuasi harga minyak sawit mentah (CPO), biaya produksi, serta kewajiban operasional yang terus meningkat.

Secara khusus, PT Perkebunan Nusantara III (Persero) sebagai salah satu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) di bidang perkebunan memiliki peran strategis dalam menjaga ketahanan industri sawit nasional. Perusahaan ini mengelola berbagai unit usaha yang mencakup perkebunan kelapa sawit, pengolahan CPO, serta distribusi hasil olahan sawit. Kinerja keuangan perusahaan menjadi salah satu indikator penting untuk menilai sejauh mana kemampuannya dalam menjaga kelangsungan operasional dan memenuhi kewajiban finansialnya, baik jangka pendek maupun jangka panjang.

Menurut Kasmir (2018), analisis rasio keuangan merupakan alat yang efektif untuk menilai kondisi dan kinerja keuangan suatu perusahaan melalui perbandingan antara pos-pos laporan keuangan. Dua rasio utama yang sering digunakan adalah rasio likuiditas dan rasio solvabilitas. Rasio likuiditas menggambarkan kemampuan perusahaan dalam memenuhi kewajiban jangka pendeknya, sedangkan rasio solvabilitas menunjukkan kemampuan perusahaan untuk memenuhi seluruh kewajibannya apabila perusahaan dilikuidasi (Fahmi, 2020). Dengan demikian, kedua rasio ini sangat penting dalam menilai tingkat kesehatan keuangan suatu entitas bisnis.

Sejumlah penelitian sebelumnya telah dilakukan terkait analisis rasio keuangan pada berbagai sektor. Penelitian oleh Sari & Nugroho (2021) menunjukkan bahwa rasio likuiditas yang tinggi belum tentu menggambarkan kondisi keuangan yang sehat apabila diikuti dengan tingkat solvabilitas yang menurun. Sementara itu, penelitian oleh Wijayanti (2022) pada perusahaan perkebunan sawit menunjukkan bahwa fluktuasi harga CPO memiliki pengaruh signifikan terhadap rasio solvabilitas perusahaan. Hal ini diperkuat oleh temuan Pratama (2023) yang menyatakan bahwa efisiensi operasional dan kebijakan pembiayaan turut menentukan kemampuan perusahaan dalam menjaga likuiditas dan solvabilitas secara seimbang.

Berdasarkan hasil studi terdahulu tersebut, penelitian ini memiliki keunikan (*novelty*) dalam konteks pengukuran rasio likuiditas dan solvabilitas pada PT Perkebunan Nusantara III (Persero) selama periode 2021–2023, dengan mempertimbangkan kondisi pasca-pandemi yang memengaruhi stabilitas keuangan BUMN sektor perkebunan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran komprehensif mengenai kemampuan perusahaan dalam memenuhi kewajiban finansialnya serta menjadi bahan evaluasi bagi manajemen dalam pengambilan keputusan strategis. Berikut adalah data aset dan kewajiban pada PT Perkebunan Nusantara III yang disajikan dalam *annual report* Perusahaan yaitu:

Tabel 1. Data Aset dan Kewajiban pada Laporan Keuangan PT Perkebunan Nusantara III Periode 2021 - 2023

Tahun	Total Aset	Kewajiban Jangka	
		Pendek	Panjang
2021	144.625.557.693.911	20.030.532.084.234	58.888.052.093.003
2022	149.155.850.148.254	26.126.560.974.084	52.913.144.984.620
2023	143.899.754.925.406	21.945.177.318.562	51.268.950.942.324

Sumber: *Annual Report* PT Perkebunan Nusantara III Periode 2021 – 2023, diolah (2025)

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis rasio likuiditas dan rasio solvabilitas PT Perkebunan Nusantara III (Persero) periode 2021–2023 guna mengetahui sejauh mana perusahaan mampu memenuhi kewajibannya serta untuk menilai stabilitas keuangan perusahaan di tengah dinamika ekonomi yang terjadi.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif karena berfokus pada pengumpulan dan analisis data berupa angka untuk menilai kemampuan perusahaan dalam memenuhi kewajiban keuangannya. Objek penelitian berupa Laporan Keuangan Tahun 2021–2023 PT Perkebunan Nusantara III yang diperoleh dari *Annual Report* perusahaan yang dipublikasikan melalui situs web resmi. Penelitian ini dilakukan pada periode Mei–Juli 2025 dengan tujuan untuk menganalisis kinerja keuangan perusahaan melalui rasio likuiditas dan solvabilitas. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh laporan keuangan tahunan PT Perkebunan Nusantara III, sedangkan sampel yang digunakan adalah laporan keuangan tahun 2021 hingga 2023 yang dipilih dengan teknik *purposive sampling*, yaitu pemilihan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu sesuai dengan kebutuhan penelitian. Data yang digunakan merupakan data sekunder, yang diperoleh dari dokumen resmi perusahaan serta literatur pendukung seperti buku, jurnal, dan laporan penelitian yang relevan dengan topik analisis rasio keuangan.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui analisis deskriptif kuantitatif dengan dua pendekatan, yaitu studi dokumentasi dan riset kepustakaan. Studi dokumentasi dilakukan dengan mengumpulkan data laporan keuangan berupa laporan posisi keuangan (neraca), laporan laba rugi, serta catatan atas laporan keuangan, sedangkan riset kepustakaan digunakan untuk memperoleh teori dan konsep yang mendukung analisis rasio keuangan. Data yang telah diperoleh kemudian dianalisis menggunakan analisis rasio keuangan, meliputi rasio likuiditas (*Current Ratio*, *Quick Ratio*, dan *Cash Ratio*) dan rasio solvabilitas (*Debt to Asset Ratio*, *Debt to Equity Ratio*, serta *Times Interest Earned Ratio*). Analisis dilakukan dengan menghitung masing-masing rasio, membandingkan hasil antarperiode, serta menafsirkan kemampuan perusahaan dalam memenuhi kewajiban jangka pendek dan jangka panjang. Untuk menjaga keabsahan hasil penelitian, dilakukan pengecekan keakuratan data melalui penelusuran silang antara dokumen laporan keuangan resmi dan sumber sekunder lain yang kredibel, serta melakukan interpretasi hasil secara objektif berdasarkan data numerik yang diperoleh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

PT Perkebunan Nusantara III (Persero) merupakan salah satu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak di bidang perkebunan, khususnya dalam pengelolaan dan pengolahan kelapa sawit. Perusahaan ini berperan strategis dalam menjaga pasokan minyak sawit nasional serta mendukung kontribusi sektor perkebunan terhadap perekonomian

Indonesia. Berdasarkan laporan keuangan periode 2021–2023, perusahaan menghadapi berbagai dinamika keuangan akibat fluktuasi harga minyak sawit mentah (CPO), perubahan biaya operasional, serta kondisi ekonomi pasca-pandemi yang memengaruhi arus kas dan kemampuan pelunasan kewajiban finansial. Oleh karena itu, analisis rasio keuangan, khususnya rasio likuiditas dan solvabilitas, digunakan untuk menilai sejauh mana PT Perkebunan Nusantara III mampu menjaga stabilitas keuangan dan memenuhi kewajibannya dalam jangka pendek maupun jangka panjang.

Rasio Likuiditas

Menurut Kusmayadi, Abdullah & Firmansyah (2021) Rasio likuiditas (*liquidity ratio*) merupakan indikator mengenai kemampuan perusahaan dalam membayar kewajiban jangka pendeknya saat jatuh tempo menggunakan aset lancar yang tersedia. Dalam analisis ini, data yang digunakan bersumber dari PT Perkebunan Nusantara III Tahun 2021-2023. Analisis rasio likuiditas meliputi *Current Ratio* (rasio lancar), *Quick Ratio* (rasio cepat), dan *Cash Ratio* (rasio kas).

Current Ratio (rasio lancar) adalah ukuran paling umum yang digunakan untuk mengetahui kesanggupan perusahaan memenuhi kewajiban jangka pendeknya dengan membandingkan aktiva lancar dan kewajiban lancar (Kusmayadi *et al.*, 2021). Rasio lancar dapat dihitung dengan formula berikut:

$$\text{Current Ratio} = \frac{\text{Current Asset}}{\text{Current Liability}} \times 100\%$$

Quick ratio (rasio cepat) adalah rasio yang digunakan untuk menilai kemampuan perusahaan dalam memenuhi atau membayar kewajiban lancar (utang jangka pendek) dengan aktiva lancar tanpa memperhitungkan nilai persediaan (*inventory*) (Meidiyustiani & Niazi, 2021). Rasio cepat ini dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Quick Ratio} = \frac{\text{Current Asset} - \text{Inventory}}{\text{Current Liability}} \times 100\%$$

Cash ratio (rasio kas) adalah rasio yang mengukur kemampuan perusahaan membayar kewajiban lancarnya menggunakan kas atau yang setara dengan kas (Agnes Sawir, 2018).

$$\text{Cash Ratio} = \frac{\text{Cash or cash equivalent}}{\text{Current Liability}} \times 100\%$$

Berikut tabel hasil analisis rasio solvabilitas PT Perkebunan Nusantara III (Persero) tahun 2021–2023 beserta perbandingannya dengan perusahaan benchmark PT Astra Agro Lestari Tbk. Tabel ini menunjukkan kemampuan perusahaan dalam memenuhi kewajiban jangka pendeknya dibandingkan dengan standar industri.

Tabel 2. Hasil Analisis Rasio Likuiditas

Rasio Likuiditas	Standar Industri	PT Perkebunan Nusantara III			PT Astra Agro Lestari Tbk
		2021	2022	2023	2023
<i>Current Ratio</i>	$\geq 200\%$	122%	114%	98%	183%
<i>Quick Ratio</i>	$\geq 150\%$	93%	74%	71%	109%
<i>Cash Ratio</i>	$\geq 50\%$	57%	42%	32%	54%

Berdasarkan tabel di atas, *current ratio* mengalami penurunan dari 122% pada tahun 2021 menjadi 98% pada tahun 2023. Penurunan ini menunjukkan menurunnya kemampuan perusahaan untuk menutup kewajiban jangka pendek dengan aset lancar yang dimiliki. *quick ratio* juga turun dari 93% menjadi 71%, menandakan semakin terbatasnya aset yang benar-benar likuid seperti kas dan piutang dalam memenuhi kewajiban tanpa bergantung pada persediaan. Penurunan paling tajam terlihat pada *cash ratio*, dari 57% menjadi 32%, yang berarti kemampuan perusahaan dalam memenuhi kewajiban langsung dengan kas menurun signifikan.

Jika dibandingkan dengan PT Astra Agro Lestari Tbk sebagai perusahaan pembanding, PT Perkebunan Nusantara III memiliki likuiditas yang lebih rendah dan belum mencapai standar industri. Kondisi ini menunjukkan perlunya peningkatan manajemen kas, percepatan penagihan piutang, serta pengendalian kewajiban jangka pendek agar stabilitas keuangan perusahaan tetap terjaga. Secara keseluruhan, hasil analisis rasio likuiditas menjawab tujuan penelitian bahwa perusahaan masih memiliki kelemahan dalam memenuhi kewajiban jangka pendeknya selama periode 2021–2023.

Rasio Solvabilitas

Rasio solvabilitas (*leverage ratio*) adalah rasio yang mengukur besarnya aktiva perusahaan yang dibiayai dengan utang. Dalam arti luas, rasio solvabilitas merupakan rasio untuk menilai kemampuan perusahaan membayar seluruh kewajibannya, baik jangka pendek maupun jangka panjang ketika perusahaan tersebut dilikuidasi.

Menurut Irham Fahmi (2020) penggunaan kewajiban yang terlalu tinggi dapat membahayakan karena perusahaan akan tergolong dalam kategori *extreme leverage* dimana perusahaan terjebak dalam kewajiban yang tinggi dan sulit menyelesaikan beban

kewajiban tersebut. Oleh karena itu perusahaan harus menyeimbangkan kewajiban yang layak diambil dan memperkirakan sumber aktiva yang digunakan untuk membayar kewajiban.

Debt to asset ratio (DAR) menunjukkan proporsi kewajiban dengan aktiva yang dimiliki perusahaan sehingga semakin tinggi persentasenya maka resiko keuangannya juga cenderung meningkat. Rumus yang digunakan untuk menghitung *debt to asset ratio* (DAR) ini (Kasmir, 2018:156) yaitu:

$$\text{DAR} = \frac{\text{Total debt (Total liability)}}{\text{Total asset}} \times 100\%$$

Debt to equity ratio (DER) menggambarkan perbandingan kewajiban dengan ekuitas dalam mendanai perusahaan dan memperlihatkan kemampuan ekuitas perusahaan untuk memenuhi seluruh kewajiban yang dimilikinya (Sawir, 2018). Rumus untuk menghitung *debt to equity ratio* (Kasmir, 2018) yaitu:

$$\text{DER} = \frac{\text{Total debt (Total liability)}}{\text{Total Equity}} \times 100\%$$

Times interest earned ratio (TIER) menurut J. Fred weston dalam Kasmir (2018) merupakan rasio untuk menghitung jumlah perolehan bunga atau diartikan sebagai kemampuan membayar biaya bunga. Menurut Sawir (2018) rasio ini juga disebut rasio penutupan (*coverage ratio*) yaitu mengukur kemampuan membayar bunga tahunan dengan laba operasi (EBIT), sejauh mana penurunan laba operasi dapat ditoleransi tanpa menimbulkan kegagalan dalam memenuhi kewajiban bunga pinjaman. Rumus yang digunakan untuk mengukur *times interest earned ratio* (Kasmir, 2018) adalah:

$$\text{TIER} = \frac{\text{Earning before interest an tax (EBIT)}}{\text{Interest expense}} \times 100\%$$

Berikut tabel hasil analisis rasio solvabilitas PT Perkebunan Nusantara III (Persero) tahun 2021–2023 beserta perbandingannya dengan perusahaan benchmark PT Astra Agro Lestari Tbk. Tabel ini menunjukkan kemampuan perusahaan dalam memenuhi kewajiban jangka panjangnya dibandingkan dengan standar industri.

Tabel 3. Hasil Analisis Rasio Solvabilitas

Rasio Likuiditas	Standar Industri	PT Perkebunan Nusantara III			PT Astra Agro Lestari Tbk
		2021	2022	2023	2023
DAR	≤ 35%	55%	53%	51%	22%

Rasio Likuiditas	Standar Industri	PT Perkebunan Nusantara III			PT Astra Agro Lestari Tbk
		2021	2022	2023	2023
DER	$\leq 90\%$	120%	113%	104%	28%
TIER	$\geq 100\%$	305%	342%	150%	659%

Berdasarkan data tersebut, *debt to asset ratio* (DAR) menunjukkan tren menurun dari 55% menjadi 51%, yang mengindikasikan adanya perbaikan struktur permodalan melalui pengurangan proporsi utang terhadap total aset. Namun, angka tersebut masih melebihi standar ideal industri ($<35\%$), sehingga tingkat solvabilitas perusahaan tergolong belum optimal. *Debt to equity ratio* (DER) juga menurun dari 120% menjadi 104%, menunjukkan adanya upaya perusahaan dalam memperkuat ekuitas untuk menyeimbangkan struktur pendanaan. Meskipun demikian, nilai tersebut masih di atas batas ideal ($<90\%$), yang berarti ketergantungan pada utang masih cukup tinggi.

Sementara itu, *times interest earned ratio* (TIER) mengalami penurunan dari 342% pada tahun 2022 menjadi 150% pada tahun 2023. Meskipun masih berada di atas standar minimal ($>100\%$), penurunan tajam ini mengindikasikan melemahnya kemampuan perusahaan dalam menanggung beban bunga akibat penurunan laba operasi. Jika dibandingkan dengan PT Astra Agro Lestari Tbk, rasio solvabilitas PT Perkebunan Nusantara III masih relatif kurang baik karena memiliki tingkat *leverage* yang lebih tinggi dan efisiensi operasional yang lebih rendah.

Secara keseluruhan, hasil analisis solvabilitas menunjukkan bahwa PT Perkebunan Nusantara III (Persero) masih menghadapi risiko keuangan akibat tingginya beban kewajiban dibandingkan dengan aset dan ekuitas yang dimiliki. Temuan ini menjawab tujuan penelitian, yakni menilai stabilitas keuangan perusahaan di tengah dinamika ekonomi. Meskipun terdapat indikasi perbaikan selama tiga tahun terakhir, perusahaan masih perlu memperkuat ekuitas dan mengoptimalkan laba operasional untuk menurunkan risiko solvabilitas.

Hasil analisis kedua rasio utama menunjukkan bahwa kondisi keuangan PT Perkebunan Nusantara III (Persero) selama periode 2021–2023 mengalami tekanan pada aspek likuiditas dan solvabilitas. Likuiditas yang terus menurun mengindikasikan perlunya strategi pengelolaan kas dan aset lancar yang lebih efektif, sedangkan solvabilitas yang belum sesuai standar menunjukkan pentingnya efisiensi dalam pembiayaan serta pengurangan ketergantungan terhadap utang. Dengan demikian, hasil penelitian ini menjawab tujuan penelitian sebagaimana dinyatakan dalam pendahuluan, yaitu untuk

menilai kemampuan perusahaan dalam memenuhi kewajibannya dan menilai stabilitas keuangannya selama tiga tahun terakhir.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kondisi keuangan PT Perkebunan Nusantara III (Persero) selama periode 2021–2023 menunjukkan kemampuan dalam memenuhi kewajiban jangka pendek dan jangka panjang, namun masih berada pada kategori kurang baik jika dibandingkan dengan standar industri. Rasio likuiditas perusahaan yang meliputi *current ratio*, *quick ratio*, dan *cash ratio* mengalami tren penurunan dari tahun ke tahun, yang mencerminkan menurunnya kemampuan perusahaan dalam menjaga ketersediaan aset lancar untuk menutupi kewajiban jangka pendek. Sementara itu, rasio solvabilitas seperti *debt to asset ratio* (DAR), *debt to equity ratio* (DER), dan *times interest earned ratio* (TIER) menunjukkan adanya perbaikan meskipun nilainya masih di atas batas ideal industri, yang berarti struktur permodalan perusahaan masih didominasi oleh pembiayaan melalui utang. Meskipun demikian, kemampuan perusahaan dalam menanggung beban bunga tetap terjaga di atas standar yang disarankan, menunjukkan ketahanan operasional yang cukup baik. Jika dibandingkan dengan perusahaan sejenis, yaitu PT Astra Agro Lestari Tbk, kinerja keuangan PT Perkebunan Nusantara III masih kurang kompetitif, terutama dalam hal efisiensi pengelolaan aset dan struktur pembiayaan. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menjawab tujuan penelitian bahwa perusahaan mampu menjaga keberlangsungan operasionalnya, tetapi perlu peningkatan dalam pengelolaan likuiditas dan penguatan struktur modal agar dapat mencapai tingkat stabilitas keuangan yang lebih optimal di tengah dinamika ekonomi yang terjadi.

Saran

Perusahaan perlu meningkatkan efisiensi pengelolaan kas dan aset lancar untuk memperkuat likuiditas, serta menekan pertumbuhan utang guna memperbaiki struktur permodalan. Upaya menjaga kemampuan membayar bunga dapat dilakukan melalui peningkatan laba usaha dan efisiensi biaya. Selain itu, diperlukan pengawasan keuangan yang lebih terencana agar perubahan kondisi keuangan dapat diantisipasi dengan cepat dan tepat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Politeknik LPP Yogyakarta atas dukungan dan fasilitas yang diberikan selama proses penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Ibu Dwi Aryani S., M.F.M. selaku pembimbing atas bimbingan dan arahan yang berharga dalam penyusunan naskah ini. Penghargaan diberikan pula kepada rekan-rekan yang telah memberikan bantuan serta dukungan selama penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriani, F., & Setiawan, R. (2020). Pengaruh Likuiditas dan Solvabilitas terhadap Profitabilitas pada Perusahaan Perkebunan di Indonesia. *Jurnal Akuntansi dan Keuangan*, 22(1), 56–65.
- Anwar, M., & Rahmawati, E. (2019). Analisis Rasio Keuangan sebagai Alat Ukur Kinerja Keuangan Perusahaan. *Jurnal Ilmiah Akuntansi dan Ekonomi*, 13(2), 89–98.
- Fahmi, I. (2020). *Analisis Laporan Keuangan*. Cetakan ke-6. Bandung: Alfabeta.
- Kasmir. (2018). *Analisis Laporan Keuangan*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Kusmayadi, D. (2021). *Kinerja Perusahaan dengan Pendekatan Rasio-Rasio Keuangan*. Bandung: Manggu Makmur Tanjung Lestari.
- Nugroho, B., & Sari, D. (2021). Pengaruh Rasio Likuiditas dan Solvabilitas terhadap Kinerja Keuangan Perusahaan Manufaktur. *Jurnal Akuntansi dan Bisnis*, 12(1), 45–56.
- Pratama, A. (2023). Analisis Pengaruh Efisiensi Operasional terhadap Likuiditas dan Solvabilitas Perusahaan Perkebunan. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis Indonesia*, 38(2), 115–124.
- Putri, M. D., & Hidayat, T. (2020). Dampak Struktur Modal dan Likuiditas terhadap Solvabilitas pada Perusahaan Sektor Agribisnis. *Jurnal Ekonomi dan Manajemen Agribisnis Indonesia*, 8(3), 211–222.
- Rahman, A., & Santoso, B. (2022). Analisis Rasio Keuangan terhadap Kinerja Perusahaan BUMN Sektor Pertanian. *Jurnal Akuntansi dan Investasi*, 23(1), 75–88.
- Sawir, A. (2018). *Analisis Kinerja Keuangan dan Perencanaan Keuangan Perusahaan*. Cetakan ke-3. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Suryani, L., & Dewi, I. (2021). Analisis Likuiditas, Solvabilitas, dan Profitabilitas pada PT Perkebunan Nusantara V. *Jurnal Riset Akuntansi Multiparadigma Indonesia*, 12(2), 133–142.
- Wijayanti, R. (2022). Analisis Rasio Keuangan pada Perusahaan Perkebunan Kelapa Sawit di Indonesia. *Jurnal Ilmu Akuntansi dan Keuangan*, 15(3), 201–210.

Prosiding Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian

Manokwari, 11 November 2025

e ISSN : 2774-1982

DOI: <https://doi.org/10.47687/snppvp.v6i1.1753>

World Bank Grup. (2023). Laporan Bank Dunia Perkembangan Ekonomi Terkini Asia Timur Dan Pasifik Oktober 2023 ‘Services for Development.’ *World Bank Grup*: 1–21.

Analisis Penerapan PPN 12% dengan DPP Nilai Lain di PT Sinergi Gula Nusantara Pabrik Gula Glenmore

Zumrotul Faiqqotul Jannah¹, Mahagiyani^{1*}

¹Program Studi Akuntansi, Politeknik LPP Yogyakarta

Email: mhyv@polteklpp.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan Pajak Pertambahan Nilai (PPN) 12% dengan Dasar Pengenaan Pajak (DPP) nilai lain di PT Sinergi Gula Nusantara Pabrik Gula Glenmore, serta mengevaluasi dampaknya terhadap operasional perusahaan. Kebijakan ini merujuk pada PMK No. 11 Tahun 2025 yang mengatur skema DPP nilai lain sebagai bentuk penyederhanaan administrasi perpajakan. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kualitatif, dengan teknik pengumpulan data berupa wawancara, observasi, dan dokumentasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Penerapan PPN 12% dengan DPP nilai lain telah sesuai ketentuan yang berlaku. Pelaporan dilakukan secara terpusat menggunakan sistem Single Tax Online oleh kantor pusat PT SGN. Dari sisi operasional, penerapan ini tidak memberikan dampak signifikan terhadap margin laba, namun memerlukan penyesuaian pada sistem ERP dan koordinasi lintas divisi. Kesimpulannya, penerapan kebijakan ini meningkatkan efisiensi pelaporan dan kepatuhan pajak.

Kata kunci: Pajak pertambahan nilai, DPP nilai lain, PMK-11/2025, Operasional, Kepatuhan pajak

Abstract

This study aims to analyze the implementation of the 12% Value Added Tax (VAT) with an alternative Tax Base (DPP nilai lain) at PT Sinergi Gula Nusantara Glenmore Sugar Factory, and evaluate its impact on company operations. The policy is based on Minister of Finance Regulation No. 11 of 2025, which stipulates the use of alternative tax bases as a means to simplify tax administration. The research method used is descriptive qualitative, with data collected through interviews, observations, and documentation. The results indicate that the implementation of 12% VAT using alternative DPP has complied with prevailing tax regulations. Tax reporting is centralized through the Single Tax Online system managed by PT SGN's head office. Operationally, this policy does not significantly impact profit margins but requires adjustments in ERP systems and cross-departmental coordination. In conclusion, the implementation of this policy enhances reporting efficiency and corporate tax compliance.

Keywords: Value added tax, Alternative tax base, PMK-11/2025, Operations, Tax compliance

PENDAHULUAN

Pajak Pertambahan Nilai (PPN) merupakan salah satu instrumen penting dalam sistem perpajakan Indonesia yang berperan dalam menambah penerimaan negara. PPN telah mengalami berbagai perubahan dan penyesuaian untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pemungutan pajak. Salah satu kebijakan terbaru yang diberlakukan adalah penerapan PPN dengan tarif 12% dan Dasar Pengenaan Pajak (DPP) nilai lain, sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri Keuangan (PMK) 11/2025. aturan ini bertujuan untuk menjaga agar penyesuaian tarif PPN menjadi 12% pada 1 Januari 2025 tidak berimbas pada barang dan jasa yang tidak masuk kategori barang mewah (Hermawan, 2024; Lamsah, 2025)

PT Sinergi Gula Nusantara Pabrik Gula Glenmore, sebagai salah satu perusahaan di sektor industri gula, menghadapi tantangan dalam menyesuaikan diri dengan kebijakan perpajakan yang baru ini. Implementasi PPN 12% dengan DPP nilai lain diharapkan dapat meningkatkan transparansi dan kepatuhan pajak, serta memberikan manfaat bagi perusahaan dalam jangka panjang. Namun, di sisi lain, kebijakan ini juga berpotensi menimbulkan beberapa kendala, seperti penyesuaian sistem akuntansi dan administrasi perpajakan yang memerlukan waktu dan biaya yang tidak sedikit (Fitriyani, 2025; Iraman *et al.*, 2022)

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis implementasi kebijakan PPN 12% dengan DPP nilai lain di PT Sinergi Gula Nusantara Pabrik Gula Glenmore, serta mengevaluasi dampaknya terhadap operasional dan kinerja keuangan perusahaan. Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran mendalam mengenai efektivitas kebijakan perpajakan yang baru, serta menjadi bahan evaluasi untuk perbaikan sistem perpajakan ke depan.. Berdasarkan latar belakang diatas peneliti mengambil judul “Analisis penerapan PPN 12% dengan DPP nilai lain di PT Sinergi Gula Nusantara Pabrik Gula Glenmore” (Hariani & Seventeen, 2025)

METODE

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif yang bertujuan untuk memberikan gambaran secara mendalam mengenai penerapan Pajak Pertambahan Nilai (PPN) 12% dengan Dasar Pengenaan Pajak (DPP) nilai lain di PT Sinergi Gula Nusantara Pabrik Gula Glenmore. Metode kualitatif dipilih karena memungkinkan peneliti memahami fenomena secara alamiah melalui pengumpulan data yang bersumber dari

kondisi lapangan. Menurut Sugiyono (2017), penelitian kualitatif berlandaskan pada filosofi postpositivisme, di mana peneliti berperan sebagai instrumen utama dalam mengamati objek penelitian. Sementara itu, Moleong dalam Arifiyanto (2014) menjelaskan bahwa penelitian kualitatif melibatkan proses pengumpulan, pengolahan, dan analisis data melalui observasi, wawancara, serta dokumentasi. Objek penelitian ini adalah penerapan PPN 12% dengan DPP nilai lain pada transaksi di PT Sinergi Gula Nusantara Pabrik Gula Glenmore, dengan subjek penelitian yaitu bagian perpajakan perusahaan.

Pengumpulan data dilakukan melalui tiga teknik, yaitu wawancara, dokumentasi, dan observasi. Wawancara mendalam dilakukan dengan manajemen dan bagian perpajakan untuk memperoleh informasi tentang implementasi PPN 12% dengan DPP nilai lain dan dampaknya terhadap operasional serta keuangan perusahaan. Dokumentasi digunakan untuk menelaah data sekunder seperti faktur pajak dan dokumen kebijakan perpajakan perusahaan, sedangkan observasi dilakukan secara langsung terhadap aktivitas operasional guna memperkuat hasil wawancara. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan metode analisis deskriptif untuk menggambarkan penerapan PPN 12% dengan rumus perhitungan $PPN = 12\% \times (11/12 \times DPP)$, serta analisis kualitatif tematik untuk mengidentifikasi dampak kebijakan terhadap operasional dan kinerja keuangan perusahaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penerapan Tarif PPN dan Dasar Pengenaan Pajak

Analisis terkait penerapan tarif PPN mengungkapkan bahwa Pabrik Gula Glenmore telah menerapkan tarif PPN sebesar 12% dengan dasar pengenaan nilai lain sesuai dengan PMK Nomor 11 Tahun 2025 tentang Ketetapan Nilai Lain sebagai dasar pengenaan pajak dan besaran tertentu Pajak Pertambahan Nilai. Penerapan tarif ini adalah kebutuhan untuk menjaga agar tidak berimbas pada barang dan jasa yang tidak masuk kategori mewah. Penerapan tarif ini secara langsung terhadap transaksi yang dilakukan menunjukkan dampak yang luas terhadap struktur harga jual produk dan Keputusan pembelian, mempengaruhi Keputusan strategis dalam manajemen keuangan dan operasional pabrik. Tarif ini dikenakan pada nilai transaksi yang dijabarkan dalam faktur dari vendor atau pelanggan, memastikan transparansi dan kepatuhan pajak yang konsisten.

Implikasi dari temuan ini mengarah pada pentingnya evaluasi berkelanjutan terhadap kebijakan fiskal yang mempengaruhi strategi harga dan negosiasi dengan vendor

untuk mengelola dampak dari tarif PPN ini, serta mempertimbangkan dampak jangka Panjang terhadap profitabilitas.

Contoh: pada setiap transaksi pembelian atau penjualan, pabrik gula Glenmore mengenakan tarif PPn 12% dengan DPP nilai lain yang diperoleh dari vendor atau pelanggan.

Pelaporan PPN Secara Terpusat

Hasil wawancara menunjukkan bahwa Pabrik Gula Glenmore telah menerapkan sistem pelaporan Pajak Pertambahan Nilai (PPN) secara terpusat dengan memanfaatkan aplikasi single tax online yang dikembangkan oleh PT Sinergi Gula Nusantara. Dengan menggunakan Nomor Pokok Wajib Pajak (NPWP) pusat untuk semua pelaporan, pabrik ini dapat memastikan bahwa pelaporan dilakukan tepat waktu sesuai dengan ketentuan dalam Pasal 15A Ayat (1) Undang-Undang No. 42 Tahun 2009.

Namun, penerapan sistem terpusat ini juga menghadirkan tantangan, terutama terkait dengan fleksibilitas dan kecepatan adaptasi terhadap perubahan kondisi operasional. Implikasi dari sistem ini menunjukkan perlunya peningkatan infrastruktur teknologi informasi (IT) serta pelatihan yang lebih menyeluruh bagi staf pajak, guna meningkatkan efisiensi dan mengurangi kemungkinan terjadinya bottleneck dalam proses pelaporan. Dengan adanya peningkatan sistem ini, Pabrik Gula Glenmore diharapkan dapat lebih efektif dan responsif dalam mengelola kepatuhan pajak.

Contoh: setiap bulan, Pabrik Gula melaporkan PPN masukan dan keluaran melalui aplikasi single tax online PT Sinergi Gula Nusantara dengan memanfaatkan NPWP pusat perusahaan.

Dasar Pengenaan Pajak Pertambahan Nilai

Pembahasan lebih lanjut tentang dasar pengenaan PPN menunjukkan bahwa pabrik Gula Glenmore menetapkan dasar pengenaan pajak berdasarkan nilai transaksi faktur dihitung dengan DPP nilai lain, yang mencakup semua pembelian dan penjualan praktik ini memastikan bahwa setiap transaksi diakui dan dipajaki sesuai dengan nilai ekonomis yang sesungguhnya., memberikan dasar pengenaan yang adil dan akurat. Namun praktik ini juga menuntut pengelolaan data yang sangat teliti dan sistem pencatatan keuangan yang akurat.

Tabel 1. Penerapan Akuntansi Pajak Pertambahan Nilai Pada PT. Sinergi Gula Nusantara

No	Aturan PPN	Keterangan	Penerapan di Pabrik Gula Glenmore
1	UU No. 7 Tahun 2021	Harmonisasi Peraturan Perpajakan	Menerapkan Tarif PPN sebesar 12% pada setiap transaksi pembelian atau penjualan. Tarif PPN mengacu pada PMK – 11/2025 DPP untuk barang dan jasa tertentu masih menggunakan nilai lain yang telah ditetapkan sebelumnya
2	UU No. 42 Tahun 2009	Pajak Pertambahan Nilai Barang dan Jasa (PPN-BJ)	Pelaporan PPN dilakukan secara terpusat melalui aplikasi intern single tax online PT sinergi Gula Nusantara. PG Glenmore hanya boleh melaporkan melalui aplikasi tersebut dengan menggunakan NPWP pusat perusahaan PG Glenmore tidak pernah terlambat dalam melaporkan PPN yaitu pada akhir bulan, sesuai dengan ketentuan pasal 15 A ayat (1) UU No. 42 Tahun 2009

Dampak Terhadap Operasioanl Perusahaan

Pengenaan PPN 12% dengan DPP nilai lain terhadap finansial tidak begitu berdampak karena pengenaan DPP nilai lain ini adalah siasat agar penyederhaanaan perhitungan PPN pada jenis transaksi tertentu agar pengenaan pajaknya tetap pada 11% sehingga tidak mempengaruhi jumlah PPN yang harus dipungut atau ditanggung dan tidak berdampak pada harga dan margin laba. Namun harus dilakukan beberapa penyesuaian yang berkaitan dengan *taxcode* 12% pada ERP – SAP ataupun *Integrated Procurement System* (IPSI) yang harus dikoordinasikan masing masing divisi sesuai dengan kebijakan PTPN Group.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Pabrik Gula Glenmore, penerapan PPN 12% dengan DPP Nilai Lain telah sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku, khususnya PMK Nomor 11 Tahun 2025 dan UU Nomor 7 Tahun 2021. Perhitungan pajak dilakukan dengan rumus $12\% \times (11/12 \times DPP)$ sesuai regulasi terbaru, sedangkan pelaporan dilakukan secara terpusat melalui sistem *Single Tax Online* yang dikembangkan oleh PT Sinergi Gula Nusantara menggunakan NPWP induk, sehingga

mampu menjaga kepatuhan dan konsistensi pelaporan perpajakan perusahaan. Pencatatan akuntansi PPN di PG Glenmore telah dilakukan sesuai standar operasional perusahaan (SOP), baik untuk PPN masukan maupun keluaran, dengan metode cash basis dan pelaporan rutin setiap akhir bulan. Adapun dampak pengenaan PPN 12% dengan DPP nilai lain terhadap aspek finansial perusahaan tidak signifikan, karena kebijakan ini dimaksudkan untuk menyederhanakan perhitungan pajak pada jenis transaksi tertentu agar tarif efektifnya tetap setara dengan 11%. Berdasarkan hasil tersebut, disarankan agar PG Glenmore melakukan pelatihan berkala bagi staf pajak dan keuangan guna meningkatkan pemahaman terhadap perubahan regulasi serta optimalisasi penggunaan sistem pelaporan pajak digital. Selain itu, penguatan dan penyempurnaan sistem aplikasi internal perlu terus dilakukan untuk meminimalkan kesalahan administrasi dan mempercepat proses pelaporan, serta diimbangi dengan monitoring dan evaluasi rutin terhadap pelaporan dan pembukuan PPN untuk meningkatkan efisiensi dan kepatuhan pajak sesuai dengan standar tata kelola perusahaan yang baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat, taufik, dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Penelitian Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Penerapan PPN 12% dengan DPP Nilai Lain di PT Sinergi Gula Nusantara Pabrik Gula Glenmore.” Penelitian ini dilaksanakan mulai tanggal 28 April hingga 07 Juni 2025 dengan tujuan untuk menganalisis penerapan akuntansi Pajak Pertambahan Nilai sesuai dengan Peraturan Menteri Keuangan (PMK) Nomor 11 Tahun 2025 di lingkungan PT Sinergi Gula Nusantara Pabrik Gula Glenmore. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Ir. Mustangin, S.T., M.Eng. selaku Direktur Politeknik LPP Yogyakarta, Ibu Mahagiyani, S.E., M.M. selaku Ketua Program Studi Diploma III Akuntansi Politeknik LPP Yogyakarta sekaligus dosen pembimbing dan penguji I, Bapak Rama Aditya Sardani selaku dosen penguji II, serta kepada kedua orang tua dan keluarga besar yang senantiasa memberikan doa, dukungan, serta motivasi kepada penulis. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, sehingga kritik dan saran yang membangun dari pembaca dan penguji sangat diharapkan demi penyempurnaan laporan ini di masa mendatang. Semoga laporan penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi penulis sendiri, dunia akademik, dan pihak-pihak yang berkepentingan di bidang perpajakan dan akuntansi.

DAFTAR PUSTAKA

- Fitriyani, F. (2025). Analisis Kesadaran Pajak dan Dampak Kenaikan PPN terhadap Pola Konsumsi Masyarakat. *Jurnal Ekonomi Bisnis Antartika*, 3(1), 69–74.
- Hariani, A., & Seventeen, W. L. (2025). Analisis Pengaruh Perubahan PPN 12% Terhadap Kepatuhan Wajib Pajak di Indonesia. *Jurnal Akuntansi Keuangan Dan Perpajakan* | E-ISSN: 3063-8208, 1(3), 261–264.
- Hermawan, A. D. (2024). Kenaikan tarif pajak pertambahan nilai (PPN) 12%: Analisis dampaknya terhadap APBN dan perekonomian Indonesia. *Jurnal Media Akademik (JMA)*, 2(12).
- Iraman, E., Ono, Y., & Kakinaka, M. (2022). Tax compliance and social desirability bias of taxpayers: experimental evidence from Indonesia. *Journal of Public Policy*, 42(1), 92–109.
- Lamsah, L. (2025). Dampak Kenaikan PPn Terhadap Ekonomi dan Kesejahteraan Masyarakat. *Media Akuntansi Perpajakan*, 10(1), 119–125.

Analisis Likuiditas dan Solvabilitas Terhadap Kinerja Keuangan Pada PT Wilmar Cahaya Indonesia Tbk Tahun 2022-2024

Anindya Novera Wulandari¹, Rama Aditya Sardani^{1*}

¹Program Studi Akuntansi, Politeknik LPP Yogyakarta

Email: rama@politeklpp.ac.id

Abstrak

Penilaian kinerja keuangan perusahaan merupakan aspek penting dalam dunia bisnis karena mencerminkan sejauh mana perusahaan mampu mengelola sumber daya keuangannya secara efektif. Penelitian ini berjudul “Analisis Likuiditas dan Solvabilitas terhadap Kinerja Keuangan pada PT Wilmar Cahaya Indonesia Tbk Tahun 2022–2024”. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kemampuan perusahaan dalam memenuhi kewajiban jangka pendek maupun jangka panjang melalui rasio likuiditas dan solvabilitas. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan data sekunder berupa laporan keuangan tahunan (annual report) perusahaan periode 2022 hingga 2024. Hasil analisis menunjukkan bahwa rasio likuiditas perusahaan, yang terdiri dari Current Ratio, Quick Ratio, dan Cash Ratio, menunjukkan tren yang fluktuatif tetapi tetap berada di atas standar yang menunjukkan kemampuan likuiditas yang baik. Meskipun terdapat penurunan nilai rasio dari tahun ke tahun, perusahaan tetap mampu memenuhi kewajiban jangka pendeknya. Kinerja keuangan PT Wilmar Cahaya Indonesia Tbk berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa perusahaan memiliki posisi yang stabil dan aman dari sisi likuiditas dan solvabilitas. Perusahaan mampu menjaga keseimbangan antara aset dan kewajiban serta menunjukkan potensi pertumbuhan keuangan yang positif. Oleh karena itu, hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai acuan dalam pengambilan keputusan keuangan serta sebagai referensi untuk penelitian lebih lanjut di bidang manajemen keuangan.

Kata kunci: Rasio, Likuiditas, Solvabilitas, Kinerja keuangan, PT Wilmar Cahaya Indonesia Tbk

Abstract

The assessment of a company's financial performance is an important aspect in the business world because it reflects the extent to which the company is able to manage its financial resources effectively. This study, entitled “Analysis of Liquidity and Solvency on Financial Performance at PT Wilmar Cahaya Indonesia Tbk for the Period 2022–2024”, aims to analyze the company's ability to meet its short-term and long-term obligations through liquidity and solvency ratios. This research employs a descriptive quantitative approach using secondary data in the form of the company's annual financial reports from 2022 to 2024. The results of the analysis show that the company's liquidity ratios—comprising the Current Ratio, Quick Ratio, and Cash Ratio—exhibit a fluctuating trend but remain above the standard level, indicating good liquidity performance. Although there was a decline in the ratio values from year to year, the company was still able to meet its short-term obligations. The financial performance of PT Wilmar Cahaya Indonesia Tbk, based on the analysis, indicates that the company maintains a stable and secure position in terms of both liquidity and solvency. The company is able to maintain a balance between assets and liabilities and demonstrates positive financial growth potential. Therefore, the results of this study can serve as a reference for financial decision-making and as a basis for further research in the field of financial management.

Keyword: Ratio, Liquidity, Solvability, Financial performance, PT Wilmar Cahaya Indonesia Tbk

PENDAHULUAN

Penilaian kinerja keuangan merupakan aspek penting dalam dunia bisnis karena mencerminkan kemampuan perusahaan dalam mengelola sumber daya keuangannya secara efektif dan efisien (Fahmi, 2020). Melalui penilaian ini, manajemen dapat mengetahui kondisi keuangan perusahaan, mengevaluasi kelemahan dan kelebihan, serta menetapkan strategi yang tepat untuk meningkatkan kinerja di masa mendatang (Rivai & Basri, 2004).

Salah satu metode yang banyak digunakan dalam menilai kinerja keuangan adalah analisis rasio keuangan. Rasio keuangan memberikan gambaran sistematis mengenai kondisi keuangan dan kemampuan perusahaan dalam memenuhi kewajiban serta menghasilkan laba (Kasmir, 2018). Di antara berbagai rasio keuangan, rasio likuiditas dan rasio solvabilitas memiliki peranan penting dalam menilai kesehatan keuangan perusahaan.

Rasio likuiditas menggambarkan kemampuan perusahaan memenuhi kewajiban jangka pendeknya dengan menggunakan aset lancar (Kusmayadi, Abdullah & Firmansyah, 2021). Sementara itu, rasio solvabilitas menunjukkan kemampuan perusahaan dalam memenuhi seluruh kewajiban, baik jangka pendek maupun jangka panjang, serta mencerminkan struktur modal yang dimiliki (Kasmir, 2018). Ketidakseimbangan dalam kedua rasio ini dapat meningkatkan risiko keuangan dan menurunkan kepercayaan investor maupun kreditur.

PT Wilmar Cahaya Indonesia Tbk merupakan perusahaan yang bergerak di industri minyak nabati dan lemak nabati spesialis, yang memiliki kinerja keuangan cukup fluktuatif dalam beberapa tahun terakhir. Berdasarkan laporan keuangan tahunan (annual report) tahun 2022–2024, total aset perusahaan meningkat dari Rp1,71 triliun pada 2022 menjadi Rp2,38 triliun pada 2024, disertai peningkatan kewajiban jangka pendek dan panjang yang signifikan. Kondisi ini menimbulkan kebutuhan untuk menganalisis sejauh mana perusahaan mampu menjaga stabilitas keuangan melalui pengelolaan likuiditas dan solvabilitas yang optimal.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh rasio likuiditas dan rasio solvabilitas terhadap kinerja keuangan PT Wilmar Cahaya Indonesia Tbk periode 2022–2024, serta memberikan gambaran mengenai posisi keuangan perusahaan berdasarkan kedua rasio tersebut sebagai dasar pengambilan keputusan manajerial.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai kondisi keuangan PT Wilmar Cahaya Indonesia Tbk selama periode 2022–2024. Jenis data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari laporan keuangan tahunan (annual report) perusahaan, yang dipublikasikan melalui situs resmi PT Wilmar Cahaya Indonesia Tbk dan Bursa Efek Indonesia (BEI). Pemilihan metode deskriptif kuantitatif dilakukan karena penelitian ini berfokus pada pengukuran dan analisis angka-angka keuangan guna menilai kemampuan perusahaan dalam memenuhi kewajiban jangka pendek maupun jangka panjangnya.

Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis rasio keuangan, yang meliputi rasio likuiditas (*current ratio*, *quick ratio*, dan *cash ratio*) serta rasio solvabilitas (*debt to asset ratio*, *debt to equity ratio*, dan *times interest earned ratio*). Hasil perhitungan rasio kemudian dibandingkan dengan standar industri keuangan menurut Kasmir (2018) untuk menilai tingkat kesehatan keuangan perusahaan. Data yang telah diperoleh dianalisis secara sistematis untuk mengidentifikasi tren perubahan likuiditas dan solvabilitas selama periode penelitian, serta menilai implikasinya terhadap kinerja keuangan perusahaan secara keseluruhan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kinerja perusahaan diartikan sebagai kemampuan perusahaan dalam mencapai tujuannya melalui pengelolaan dan penggunaan sumber daya perusahaan secara efektif dan efisien setelah dibandingkan dengan kinerja terdahulu. Pengukuran kinerja perusahaan berdasarkan sudut pandang akuntansi adalah penilaian dengan menggunakan rasio-rasio keuangan yang disebut kinerja keuangan. Kinerja keuangan sangat dibutuhkan oleh perusahaan untuk mengetahui dan mengevaluasi tingkat keberhasilan yang telah dicapai perusahaan berdasarkan aktivitas keuangan yang telah dilaksanakan. Dalam hal ini, penilaian kinerja PT Wilmar Cahaya Indonesia Tbk dinilai menggunakan rasio keuangan yang terkait dengan kewajiban yakni rasio likuiditas dan solvabilitas.

Kinerja Keuangan PT Wilmar Cahaya Indonesia Tbk Berdasarkan Analisis Rasio Likuiditas

Tabel 1. Hasil Perhitungan Rasio Lancar Setiap Tahunnya

Keterangan	2022	2023	2024
Asset lancar	Rp1.718.287.453.575	Rp1.893.560.797.758	Rp2.076.912.812.377
Liabilitas jangka pendek	Rp139.037.021.213	Rp217.016.302.851	Rp437.745.255.246
<i>Current ratio</i>	822,61%	629,43%	435,87%

Berdasarkan perbandingan asset lancar dengan kewajiban lancar yang dimiliki perusahaan pada tabel, dapat dinilai bawasannya pada tahun 2022-2024 perusahaan mampu memenuhi kewajiban lancarnya menggunakan asset lancar yang dimiliki. Hal tersebut dilihat dari jumlah asset lancar lebih tinggi daripada kewajiban lancar.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Rasio Cepat

Keterangan	2022	2023	2024
Aset lancar	Rp1.718.287.453.575	Rp1.893.560.797.758	Rp2.385.281.736.023
Persediaan	Rp367.684.598.919	Rp286.274.829.464	Rp355.656.540.245
Liabilitas jangka pendek	Rp139.037.021.213	Rp217.016.302.851	Rp437.745.255.246
<i>Quick ratio</i>	604,06%	515,49%	583,96%

Berdasarkan perbandingan asset lancar dikurangi persediaan dengan kewajiban lancar yang dimiliki perusahaan, dapat dinilai bawasannya tahun 2022-2024 tidak membantu memenuhi kewajiban lancarnya menggunakan asset lancar setelah dikurangi dengan persediaan. Hal tersebut dilihat dari jumlah asset lancar yang menjadi sangat rendah setelah dikurangi dengan persediaan dibandingkan dengan kewajiban lancarnya yang jauh lebih tinggi.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Rasio Kas

Keterangan	2022	2023	2024
Kas dan setara kas	Rp118.054.324.561	Rp590.818.687.425	Rp435.860.482.241
Liabilitas angka pendek	Rp129.037.021.213	Rp217.016.302.851	Rp437.745.255.246
<i>Cash ratio</i>	70,17%	235,43%	91,47%

Berdasarkan perbandingan kas dan setara kas dengan kewajiban lancar yang disajikan pada tabel diatas, dapat dinilai bawasannya tahun 2022-2024 perusahaan tidak mampu memenuhi kewajiban lancarnya menggunakan asset berupa kas dan setara kas yang dimilikinya. Hal tersebut dari jumlah kas dan setara kas yang sangat kecil dan jauh lebih rendah daripada kewajiban lancar serta perolehan cash ratio mengalami penurunan. Kemudian di tahun 2023 perusahaan mampu memenuhi kewajiban lancarnya menggunakan asset berupa kas dan setara kas yang dimilikinya. Hal tersebut dapat dilihat jumlah kas dan setara kas yang sangat besar dan jauh lebih tinggi daripada kewajiban lancar.

Kinerja Keuangan PT Wilmar Cahaya Indonesia Tbk Berdasarkan Rasio Solvabilitas

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan tiga jenis rasio solvabilitas yang terdiri atas *debt to asset ratio*, *debt to equity ratio*, dan *time interest earned ratio* dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Perhitungan *Debt to Asset Ratio*

Keterangan	2022	2023	2024
Total liabilitas	Rp168.244.583.827	Rp251.275.135.465	Rp476.490.666.860
Total asset	Rp1.718.287.453.575	Rp1.893.560.797.758	Rp2.385.281.736.023
<i>Debt to asset ratio</i>	09,79%	13,26%	19,97%

Berdasarkan total kewajiban dengan total asset yang disajikan pada tabel diatas, dapat dinilai bawasannya tahun 2023-2024 perusahaan mampu memenuhi seluruh kewajibannya baik jangka pendek maupun jangka panjang menggunakan seluruh asset yang dimilikinya. Hal tersebut dapat dinilai dari total asset yang dinilainya lebih besar daripada total kewajiban dan sudah sesuai dengan standar perusahaan yang sehat yaitu rasio dibawah 40%.

Tabel 5. Hasil Perhitungan *Debt to Asset Equity Ratio*

Keterangan	2022	2023	2024
Total liabilitas	Rp168.244.583.827	Rp251.275.135.465	Rp476.490.66.860
Ekuitas	Rp1.550.042.869.748	Rp1.642.285.662.293	Rp1.908.791.069.163
<i>Debt to equity ratio</i>	10,85%	15,30%	24,96%

Berdasarkan tabel diatas rasio ini sesuai dengan standar perusahaan yang sehat yaitu rasio dibawah 100%, yang Dimana menunjukkan bahwa ekuitas Perusahaan jauh lebih besar daripada utang. Pada tahun tahun 2022-2024 perusahaan masih berada di kondisi keuangan yang sehat. Akan tetapi, peningkatan tajam dari tahun ketahun menunjukkan pentingnya pengelolaan utang yang bijak agar tidak membebani kinerja keuangan dimasa depan.

Tabel 6. Hasil Perhitungan *Time Interest Earned Ratio* Perusahaan

Keterangan	2022	2023	2024
EBIT	Rp283.149.105.983	Rp195.807.621.110	Rp412.748.681.710
Interest Expense	Rp429.589.798	Rp1.828.626	-
TIER	659,1%	107079,1%	-

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan dengan EBIT yang tinggi dibandingkan dengan beban bunga, Perusahaan pada tahun 2022-2023 ini dalam posisi yang sangat kuat untuk membayar beban bunga dari laba operasional. Walaupun tahun 2024 data beban bunga tidak tersedia, nilai EBIT meningkat drastis. Jika Perusahaan tetap tidak memiliki bunga, struktur modal Perusahaan bisa dikategorikan sebagai sangat aman dan rendah risiko finansial.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa PT Wilmar Cahaya Indonesia Tbk memiliki kinerja keuangan yang stabil dan sehat selama periode 2022–2024, yang ditunjukkan oleh rasio likuiditas dan solvabilitas yang berada di atas standar industri. Perusahaan mampu memenuhi kewajiban jangka pendeknya dengan baik melalui pengelolaan aset lancar yang efektif, serta memiliki tingkat utang yang rendah terhadap aset dan ekuitasnya, yang menandakan struktur modal yang kuat dan risiko keuangan yang rendah. Meskipun terjadi fluktuasi pada beberapa rasio, perusahaan tetap mampu menjaga keseimbangan antara aset, kewajiban, dan modalnya secara efisien. Oleh karena itu, disarankan agar perusahaan terus mempertahankan pengelolaan keuangannya secara hati-hati dengan menjaga likuiditas pada tingkat optimal, mengendalikan penggunaan utang agar tidak membebani solvabilitas, serta meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan kas dan aset untuk menunjang pertumbuhan dan keberlanjutan kinerja keuangan di masa mendatang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Politeknik LPP Yogyakarta, khususnya Program Studi Akuntansi, yang telah memberikan dukungan dan bimbingan selama proses penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Bapak Rama Aditiya Sardani, S.Ak., M.Acc. selaku dosen pembimbing atas arahan, masukan, dan motivasi yang sangat berharga dalam penyusunan penelitian ini. Tidak lupa, penulis mengucapkan terima kasih kepada PT Wilmar Cahaya Indonesia Tbk atas ketersediaan data laporan keuangan yang menjadi dasar dalam penelitian ini. Dukungan dari keluarga serta rekan-rekan mahasiswa juga menjadi bagian penting dalam menyelesaikan penelitian ini dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Dirmansyah, N. O. Syalsabila, & L. Lestari, H.S. (2022). Pengaruh Likuiditas Terhadap Kinerja Perusahaan Pada Perusahaan Yang Terdaftar di BEI. *Jurnal Ekonomi*, Vol. 26. Hal. 49-53.
- Fahmi, I. (2020). *Analisis Kinerja Keuangan*. Bandung: Alfabeta.
- Kasmir. (2018) *Analisis Laporan Keuangan*. RajaGrafindo Persada. Vol.11. Hal. 247-255.
- Kusmayadi, Abdullah, & Firmansyah. (2021). *Analisis Rasio Keuangan dalam Menilai Kinerja Perusahaan*. Yogyakarta: Deepublish.
- Rivai, V. & Basri, A. F. M. (2004). *Performance Appraisal: Sistem yang Tepat untuk Menilai Kinerja Karyawan dan Meningkatkan Daya Saing Perusahaan*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- PT Wilmar Cahaya Indonesia Tbk. (2022–2024). *Laporan Tahunan (Annual Report)*. Diakses melalui Website Resmi: <https://www.wilmarcahaya.com>

Pengaruh Pengalaman Usaha Tani dan Penerapan Prinsip Agroekologi terhadap Keberhasilan Usahatani Kopi di Kabupaten Bondowoso

Weni Indah Doktri Agus Tapaningsih^{1*}, Eko Soemarjono¹

¹Departemen Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Bondowoso

Email: wennyhariyadi@gmail.com

Abstrak

Pengalaman usaha tani merupakan salah satu bagian penting dalam keberhasilan usahatani. Hal ini berkaitan dengan seberapa lama waktu yang dilalui oleh petani dalam mengelola usahatannya. Pengalaman merupakan pelajaran berharga bagi petani dalam menjalankan usahatani yang dimilikinya. Selain pengalaman usahatani, keberhasilan usahatani juga memerlukan kondisi lingkungan ekologi pertanian. Penelitian ini berfokus pada pengaruh aspek pengalaman usahatani dan penerapan prinsip agroekologi terhadap keberhasilan usahatani. Penelitian ini meneliti usahatani Kopi di Kabupaten Bondowoso. Penelitian ini melibatkan 30 petani kopi sebagai responden. Adapun tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pengalaman usahatani dan penerapan prinsip agroekologi terhadap keberhasilan usahatani kopi di Kabupaten Bondowoso. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif yang menggunakan pendekatan deskriptif analitis dan korelasional. Penelitian ini menggunakan analisis regresi berganda dengan bantuan software SPSS versi 14. Berdasarkan hasil analisis didapatkan bahwa pengalaman usahatani berpengaruh signifikan terhadap keberhasilan usahatani kopi sedangkan penerapan prinsip agroekologi tidak berpengaruh signifikan terhadap keberhasilan usahatani kopi di kabupaten Bondowoso.

Kata kunci: Pengalaman, Agroekologi, Keberhasilan

Abstract

Experience of farming is one part of important thing in agribusiness success. Agribusiness is related with how much the farmer spent time to manage their farming business. Experience of farming is a valuable thing for farmer to do their farming business. Beside experience of farming farmer need agroekologi to their farming business success. This study involved 30 coffee farmers as respondents. The main objective of this study was to determine the influence of farming experience and the application of agroecological principles on the success of coffee farming in Bondowoso Regency. This study is a quantitative study using a descriptive analytical and correlational approach. This study used multiple regression analysis with the help of SPSS software version 14. Based on the results of the analysis, it was found that farming experience had a significant effect on the success of coffee farming, while the application of agroecological principles did not have a significant effect on the success of coffee farming in Bondowoso Regency.

Keywords: Experience, Agroecological, Success

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil kopi terbesar di dunia. Selain itu negara Indonesia merupakan negara pengekspor terbesar di dunia. Luas perkebunan kopi di Indonesia saat ini sebesar 1,24 juta Ha yang mana 933 Ha adalah perkebunan kopi robusta sedangkan selebihnya adalah perkebunan kopi arabika. 90 persen perkebunan kopi di Indonesia diusahakan dalam oleh petani kecil dengan luas areal kurang lebih hanya 1 sampai 2 Ha (Pandawaid, 2025).

Kabupaten Bondowoso merupakan salah satu penghasil kopi terbesar di Indonesia baik kopi robusta maupun kopi arabika. Kopi robusta dan kopi arabika diusahakan sebagian besar di areal perkebunan rakyat. Daerah Kabupaten Bondowoso merupakan daerah yang dikelilingi pegunungan, pegunungan tersebut diantaranya adalah pegunungan Hyang Argopuro, pegunungan Raung dan pegunungan Ijen. Tanaman kopi banyak yang diusahakan di lereng pegunungan. Luas areal tanaman kopi di Kabupaten Bondowoso adalah sebesar 18,885 Ha (BPS Kabupaten Bondowoso, 2024). Luas areal tanaman tersebut oleh didominasi tanaman kopi arabika dengan sentra utamanya Ijen dan Sumber Wringin di sebelah timur daerah Bondowoso dan sebelah barat daerah Bondowoso Pakem dan Maesan.

Areal penanaman kopi yang cukup besar di daerah Kabupaten Bondowoso sebagian besar adalah perkebunan kopi rakyat (Dinas Komunikasi dan Informatika Jawa Timur, 2015). Usahatani kopi rakyat di Kabupaten Bondowoso dikelola sedemikian rupa oleh masyarakat sehingga mendapatkan keuntungan yang diinginkan oleh pemilik/pengelola/petani kopi. Berdasarkan observasi awal perkebunan kopi rakyat tersebut sebagian besar petani menyewa kepada perusahaan milik negara atau yang lebih dikenal PTPN. Petani mengelola usahatani kopi secara turun-temurun dan diwariskan kepada generasi ke generasi selanjutnya.

Usahatani kopi merupakan pengelolaan kegiatan pertanian komoditas kopi yang dimulai dengan pemilihan bibit, penanaman, pemeliharaan hingga kegiatan pasca panen (Asriani dan Suryani, 2021). Tujuan utama dari usahatani kopi adalah menghasilkan keuntungan yang maksimal bagi petani. Namun demikian, dalam rangka mencapai tujuan tersebut petani tidaklah mudah karena petani harus bisa mengelola keseluruhan sumberdaya yang dimilikinya agar tujuan utama yang diinginkan petani dapat tercapai. Selain itu faktor pengalaman yang dimiliki oleh petani menjadi faktor penentu dalam menjalankan usatani kopi.

Keberhasilan usahatani kopi saat ini tidak hanya berfokus pada mencapai pendapatan yang maksimal namun juga memikirkan usahatani kopi yang berkelanjutan, mendatangkan pendapatan yang aman dan adil serta menghasilkan kopi dengan kualitas yang konsisten dari tahun ke tahun. Keberhasilan usahatani tersebut ditunjang oleh pengalaman petani dalam mengelola usahatani kopinya dengan mengedepankan prinsip-prinsip dari lingkungan sekitar dari usahatani kopi itu sendiri atau agroekologi dari pertanian kopi. Berdasarkan obsevasi awal didapatkan bahwa di Kabupaten Bondowoso petani pada umumnya memakai pengalaman dalam mengelola usahatani kopinya selain itu pada umumnya petani sebagian menerapkan agroekologi dengan memikirkan bahwa usahatani kopi yang dimiliki dapat berkelanjutan. Namun meski kebanyakan petani telah memakai pengalaman dan menerapkan prinsip agroekologi dalam usahatani kopi belum bisa dipastikan secara detail di lapangan bahwa kedua hal tersebut menjadi faktor yang dapat mempengaruhi keberhasilan usahatani kopi. Untuk itu diperlukan penelitian secara mendalam mengenai kedua hal tersebut dalam mempengaruhi keberhasilan usahatani kopi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pengalaman dan penerapan prinsip agroekologi dapat mempengaruhi keberhasilan usahatani kopi terutama di Kabupaten Bondowoso.

METODE

Penelitian ini dilakukan di daerah Kabupaten Bondowoso. Penelitian ini dilaksanakan selama 5 bulan yang dimulai pada bulan Mei sampai dengan bulan Oktober 2025. Tempat penelitian ini dilakukan di 5 daerah di Kabupaten Bondowoso yakni Kecamatan Rejoagung, Kecamatan Sumber Wringin, Kecamatan Ijen, Kecamatan Maesan dan Kecamatan Pakem. Penelitian ini tergolong dalam penelitian kuantitatif, yang mana penelitian ini menggunakan metode deskriptif analitik. Penelitian ini menggunakan data sekunder dan data primer. Pada penelitian kuantitatif, diperlukan populasi dan sampel. Populasi adalah keseluruhan objek yang terkait dengan masalah yang diteliti oleh peneliti (Martono, 2015). Sampel adalah bagian dari populasi. Untuk mempermudah penelitian maka dibutuhkan penentuan sampel. Adapun teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini adalah teknik pengambilan sampel secara sengaja (*purposive sampling*). Sebanyak 30 responden yang terlibat dan dipilih secara sengaja dalam penelitian ini, yang mana responden tersebut tersebar ke dalam 5 wilayah Kecamatan Ijen, Kecamatan Wringin, Kecamatan Rejoagung, Kecamatan Maesan dan Kecamatan Pakem.

Penelitian ini mengambil data sampel untuk mempermudah penelitian yang mewakili atau merepresentasikan objek penelitian. Pengambilan data tersebut dilakukan dengan melalui kuisioner. Daftar pertanyaan dalam penelitian ini membutuhkan jawaban berupa data ordinal yang tidak terdiri dari angka-angka sehingga untuk mempermudah analisis data dirubah ke dalam skala yakni skala rasio, yang digolongkan 1,2,3 dan 4. Adapun jawaban responden tersebut dirubah dalam skala likert yang mana dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Sangat Setuju = SS
2. Setuju = S
3. Tidak Setuju = TS
4. Sangat Tidak Setuju = STS

Pengalaman usahatani merupakan salah satu variabel Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis regresi linear berganda dengan bantuan *software SPSS* versi 14.0. Model regresi linear berganda yang digunakan dalam penelitian ini dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + b_5X_5 + e$$

Keterangan :

Y	:	Keberhasilan Usahatani Kopi
a	:	Konstanta
$b_1 - b_4$	:	Koefisien regresi
X_1	:	Pengalaman Usahatani Kopi
X_2	:	Penerapan Agroekologi
e	:	error atau galat

Pengalaman usahatani kopi merupakan salahsatu variabel yang digunakan dalam penelitian ini untuk menunjukkan waktu yang dilalui oleh petani dalam menjalankan usahatani kopinya. Pengalaman usahatani petani kopi yang lebih dari 5 tahun ditandai dengan angka 1 dan kurang dari 5 tahun ditandai dengan angka 2. Penerapan Agroekologi juga variabel lain yang digunakan dalam penelitian ini. Variabel penerapan agroekologi merupakan penerapan dari prinsip-prinsip agroekologi, diantaranya adalah memperhatikan keanekaragaman hayati, daur ulang sumberdaya, interaksi simbiotik, pemanfaatan pengetahuan lokal dan tradisional serta keadilan sosial dan tata kelola yang bertanggungjawab (bpmbkm.ac.id, 2025). Variabel keberhasilan usahatani kopi dalam penelitian ini adalah variabel independen atau terikat yang dipengaruhi oleh pengalaman

usahatani kopi dan penerapan agroekologi. Variabel keberhasilan usahatani kopi dalam penelitian ini juga menggunakan skala likert berhasil ditandai dengan angka 1 dan tidak berhasil ditandai dengan angka 2.

Tahapan berikutnya adalah

Uji Asumsi Klasik, uji asumsi klasik terdiri dari uji multikolinearitas, uji autokorelasi, uji normalitas, uji heterokedastisitas, Uji F, dan Uji t

Uji F dipakai untuk mengetahui pengaruh variabel bebas (Y) dengan variabel terikat (X).

Rumus Uji F (Gujarati, 2014):

$$F - \text{Hitung} = \frac{\text{Kuadrat Tengah Regresi}}{\text{Kuadrat Tengah Sisa}}$$

Keputusannya apabila $F\text{-hitung} > F\text{ tabel}$: H_0 ditolak, berarti secara keseluruhan variabel bebas berpengaruh nyata terhadap variabel terikat. Sedangkan $F\text{-hitung} < F\text{ tabel}$: H_0 diterima, berarti secara keseluruhan variabel bebas tidak berpengaruh nyata terhadap variabel terikat.

Uji t dipakai untuk mengetahui pengaruh masing-masing variabel terikat (X) terhadap variabel bebas (Y):

$$t - \text{hitung} = \frac{b_i}{S_{b_i}}$$

Keterangan:

b_i : Koefisien regresi ke-i

S_{b_i} : Standart deviasi ke-i

Dimana $t - \text{tabel} = (a; db)$ kriteria pengambilan keputusan, apabila $t\text{ hitung} > t\text{ tabel}$: H_0 ditolak, berarti variabel bebas tersebut berpengaruh tidak nyata terhadap variabel terikat. Sedangkan apabila $t\text{ hitung} < t\text{ tabel}$: H_0 diterima, berarti variabel bebas tersebut berpengaruh nyata terhadap variabel terikat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis diperoleh bahwa yang diperoleh lolos uji asumsi klasik. Pada tahapan selanjutnya hasil olah data didapatkan hasil analisis sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Analisis Regresi Linier Berganda

Variabel	Koefisien Regresi	Std eror	t-hitung	Sig.
Pengalaman Usahatani Kopi (X_1)	0,497	0,324	3,537	0,000
Penerapan Prinsip Agroekologi (X_2)	-0,418	0,210	-1,591	0,128
F-Hitung	4,977			
Konstanta	2,790			0,046
<i>Adjusted R</i> ²	0,840			

Sumber: Data diolah Tahun 2025

Berdasarkan hasil olah data tersebut di atas, dapat diketahui bahwa persamaan regresi linear yang dihasilkan adalah sebagai berikut :

$$Y = 2,790 + 0,497X_1 + (-0,418)X_2$$

Dari tabel 1 hasil analisis regresi linear berganda didapatkan bahwa nilai signifikansi model regresi linear berganda sebesar 0,046. Hal ini menunjukkan bahwa model secara keseluruhan dapat diterima. Tabel 1 juga menunjukkan bahwa F-hitung sebesar 4,977 yang mana nilai F-hitung tersebut lebih besar dari F-tabel yakni sebesar 4,21. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model regresi linear berganda secara keseluruhan berpengaruh signifikan terhadap keberhasilan usahatani kopi, dalam arti bahwa variabel pengalaman usahatani kopi dan penerapan agroekologi secara bersama-sama berpengaruh secara nyata terhadap keberhasilan usahatani kopi di Kabupaten Bondowoso. Nilai *Adjusted R*² menunjukkan nilai 0,840, hal ini berarti bahwa 84% keberhasilan usahatani kopi di Kabupaten Bondowoso dipengaruhi oleh variabel di dalam model regresi yakni pengalaman usahatani kopi dan penerapan prinsip agroekologi, sedangkan 26% dipengaruhi variabel di luar model regresi.

Pengalaman Usahatani Kopi

Pengalaman Usahatani Kopi merupakan hal yang sangat penting dalam berusahatani kopi. Kenyataan di lapang yang telah dilakukan oleh peneliti, usahatani kopi di Kabupaten Bondowoso telah dilakukan secara turun temurun dan saat ini usahatani kopi dilakukan oleh generasi muda yang merupakan warisan dari generasi sebelumnya. Sehingga usahatani kopi yang dikerjakan saat ini merupakan hasil dari adopsi yang telah dilakukan oleh generasi sebelumnya baik dari segi pemilihan bibit, olah lahan, pemeliharaan tanaman sampai pada pasca panen. Meski pada kenyataannya dilakukan atau terkesan masih mewariskan berdasarkan tradisi, usahatani kopi masih bertahan dan dapat

dikatakan berhasil. Keberhasilan tersebut dapat dilihat dari kopi bisa mendatangkan penghasilan/pendapatan bagi petani kopi. Selain mendatangkan penghasilan usahatani kopi juga dapat menciptakan lapangan pekerjaan bagi masyarakat sekitar. Mulai dari pengelolaan, panen dan pasca panen usahatani kopi membutuhkan tenaga kerja yang jumlahnya cukup banyak.

Hasil analisis menunjukkan bahwa pengalaman usahatani berpengaruh nyata terhadap keberhasilan usahatani kopi di daerah Kabupaten Bondowoso. Hal ini ditunjukkan dengan t-hitung dari pengalaman usahatani kopi sebesar 3,537 dengan signifikan sebesar 0,000. Nilai t-hitung positif menunjukkan bahwa pengaruh pengalaman usahatani terhadap keberhasilan usahatani kopi memiliki hubungan yang lurus. Berdasarkan persamaan regresi linear berganda didapatkan bahwa koefisien pengalaman usahatani kopi sebesar positif 0,497. Ini menunjukkan bahwa semakin lama pengalaman usahatani kopi petani kopi maka keberhasilan usahatani kopi semakin berhasil.

Penerapan Prinsip Agroekologi

Berdasarkan hasil pengamatan didapatkan bahwa pada umumnya petani kopi belum/enggan menerapkan prinsip-prinsip agroekologi seperti memperhatikan keanekaragaman hayati, daur ulang sumberdaya, pengelolaan ekologi holistik dan keterlibatan sosial. Prinsip-prinsip agroekologi mengarah pada penerapan pertanian organik, penganggulungan hama penyakit secara alami, daur ulang limbah pertanian, meminimalisir penggunaan pupuk kimia dan keterlibatan masyarakat sekitar dengan menghasilkan keuntungan yang berkeadilan bagi masyarakat sekitar.

Hasil analisis data menyebutkan bahwa nilai t-hitung dari variabel penerapan prinsip agroekologi sebesar -1,591 dan nilai signifikan sebesar 0,128, ini menunjukkan bahwa nilai t-hitung lebih kecil dari t-tabel sebesar 1,697. Nilai t-hitung negatif menunjukkan bahwa hubungan pengaruh memiliki hubungan yang berbanding terbalik. Hasil olah data ini menunjukkan bahwa penerapan prinsip agroekologi secara parsial tidak berpengaruh secara nyata terhadap keberhasilan usahatani kopi di Kabupaten Bondowoso. Hasil ini berarti bahwa semakin petani menerapkan prinsip agroekologi maka usahatani kopi yang dijalankan jauh dari kata berhasil. Pada pengamatan lapangan didapatkan bahwa petani lebih banyak menggunakan pupuk dan pestisida kimia serta petani sangat jarang memperhatikan ekologi dari perkebunan kopi. Hal ini dikarenakan pada umumnya petani lebih suka mendapatkan keuntungan yang cepat tanpa memperhatikan aspek ekologi dari perkebunan kopi. Petani kopi di daerah Bondowoso jarang memikirkan aspek

keberlanjutan dari usahatani kopinya. Petani kopi lebih berpikir praktis dan ekonomis untuk meraih keuntungan yang cepat dan besar dengan menggunakan pupuk dan pestisida kimia tanpa memperhatikan dampak lingkungan dari usahatani kopi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian diatas pengalaman usahatani kopi dan penerapan prinsip agroekologi secara bersama-sama berpengaruh signifikan terhadap keberhasilan usahatani kopi di Kabupaten Bondowoso. Serta pengalaman usahatani kopi secara parsial berpengaruh nyata terhadap keberhasilan usahatani kopi di Kabupaten Bondowoso sedangkan penerapan prinsip agroekologi tidak berpengaruh secara nyata terhadap keberhasilan usahatani kopi di Kabupaten Bondowoso. petani kopi sebaiknya menerapkan prinsip agroekologi meski secara praktik di lapang membutuhkan waktu yang lama untuk menghasilkan keuntungan bagi petani kopi namun secara ekologi dapat menyelamatkan keberlanjutan dari ekologi dari perkebunan kopi itu sendiri.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains dan Teknologi Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat atas Hibah Penelitian DPPM Tahun Pendanaan 2025. Kami sampaikan pula terimakasih kepada Rektor Universitas Bondowoso beserta jajarannya yang telah memberi motivasi dalam penelitian ini. Di samping itu kami sampaikan pula ucapan terimakasih kepada Ketua APEKI yang telah menjadi responden dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Asriani & Suryani. (2021). Rantai Nilai (*Value Chain*) Agribisnis Kopi Robusta Rakyat : Studi Kasus Di Kabupaten Empat Lawang Provinsi Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmu-ilmu Agribisnis*, 9(3). 447-453. Agustus 2021.
- BPS Kabupaten Bondowoso. (2024). Luas Areal Tanaman Perkebunan Rakyat (ribu/hektar). Dikutip dari <https://bondowosokab.go.id/id>
- Dinas Komunikasi dan Informatika Jawa Timur. (2015). Areal penanaman kopi yang cukup besar di daerah Kabupaten Bondowoso sebagian besar adalah perkebunan kopi rakyat. Dikutip dari <https://kominfo.jatimprov.go.id>
- Ghazali. (2014). *Aplikasi Analisis Multivariate Dengan SPSS*. Semarang: Badan Penerbit UNDIP.
- Gujarati. (2014). *Dasar-dasar Ekonometrika*. Jakarta: Salemba Empat.
- Pandawaid.com. (2025). Kopi. Dikutip dari <https://Pandanwaid.com>

Analisis Perhitungan, Penyetoran, dan Pelaporan Pajak Penghasilan (PPh) Pasal 21 atas Penghasilan Karyawan Tetap pada Kebun Cibungur KSO

Khairun Nisa¹, Mahagiyani^{1*}

¹Program Studi Akuntansi, Politeknik LPP Yogyakarta

Email: mhy@polteklpp.ac.id

Abstrak

Pajak Penghasilan (PPh) Pasal 21 merupakan pajak atas penghasilan berupa gaji, upah, honorarium, tunjangan, dan pembayaran lainnya dalam bentuk apa pun yang diterima oleh Wajib Pajak orang pribadi dalam negeri sehubungan dengan pekerjaan, jabatan, jasa, atau kegiatan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kesesuaian mekanisme perhitungan, penyetoran, dan pelaporan PPh Pasal 21 atas penghasilan karyawan tetap pada PT. Perkebunan Nusantara IV Regional I Kebun Cibungur KSO dengan ketentuan perpajakan yang berlaku, khususnya Peraturan Direktur Jenderal Pajak PER-16/PJ/2016 dan Peraturan Pemerintah Nomor 58 Tahun 2023. Metode penelitian yang digunakan adalah kuantitatif deskriptif, dengan teknik pengumpulan data melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa prosedur perhitungan dan penyetoran PPh Pasal 21 telah sesuai dengan ketentuan perpajakan yang berlaku. Namun, pelaksanaan pelaporan PPh Pasal 21 belum sepenuhnya sesuai antara yang dilakukan oleh PT Perkebunan Nusantara IV Regional I Kebun Cibungur KSO dengan ketentuan yang diatur dalam PER-16/PJ/2016.

Kata kunci: Perhitungan, Penyetoran, Pelaporan, PPh pasal 21

Abstract

Income Tax (PPh) Article 21 is a tax on income in the form of salary, wages, honorarium, allowances, and other payments in any form received by domestic individual Taxpayers in connection with work, position, services, or activities. This study aims to analyze the suitability of the calculation, deposit, and reporting mechanisms for PPh Article 21 on the income of permanent employees at PT. Perkebunan Nusantara IV Regional I Kebun Cibungur KSO with applicable tax provisions, especially the Regulation of the Director General of Taxes PER-16 / PJ / 2016 and Government Regulation Number 58 of 2023. The research method used is quantitative descriptive, with data collection techniques through observation, interviews, and documentation. The results of the study indicate that the calculation and deposit procedures for PPh Article 21 are in accordance with applicable tax provisions. However, the implementation of PPh Article 21 reporting is not fully in accordance with that carried out by PT Perkebunan Nusantara IV Regional I Kebun Cibungur KSO with the provisions stipulated in PER-16 / PJ / 2016.

Keywords: Calculation, Deposit, Reporting, Income tax article 21

PENDAHULUAN

Pajak merupakan salah satu sumber penerimaan utama negara yang berperan penting dalam pembiayaan pembangunan nasional, peningkatan kesejahteraan masyarakat, dan stabilitas ekonomi (Mardiasmo, 2023). Melalui sistem perpajakan yang efektif, pemerintah dapat menghimpun dana dari masyarakat guna mendukung pembangunan di berbagai sektor, seperti pendidikan, kesehatan, dan infrastruktur. Oleh karena itu, optimalisasi penerimaan pajak menjadi fokus utama dalam kebijakan fiskal Indonesia (Sitorus & Simanjuntak, 2023).

Salah satu jenis pajak yang memiliki kontribusi signifikan terhadap penerimaan negara adalah Pajak Penghasilan (PPh) Pasal 21. Pajak ini dikenakan atas penghasilan yang diterima oleh Wajib Pajak orang pribadi dalam negeri berupa gaji, upah, honorarium, tunjangan, atau pembayaran lain yang diterima sehubungan dengan pekerjaan, jabatan, jasa, atau kegiatan (Prastowo & Tjiptono, 2024). PPh Pasal 21 memiliki karakteristik khusus karena pelaksanaannya melibatkan pihak pemberi kerja sebagai pemotong pajak, sehingga diperlukan ketepatan dalam perhitungan, penyetoran, dan pelaporan pajak agar tidak menimbulkan sanksi administrasi.

Ketentuan mengenai PPh Pasal 21 diatur dalam Undang-Undang Nomor 36 Tahun 2008 tentang Pajak Penghasilan, Peraturan Pemerintah Nomor 58 Tahun 2023 tentang Tarif Efektif Pajak Penghasilan Pasal 21, serta Peraturan Direktur Jenderal Pajak Nomor PER-16/PJ/2016. Penerapan yang tidak sesuai dengan regulasi dapat menimbulkan kesalahan dalam perhitungan pajak, yang berpotensi menyebabkan kerugian baik bagi perusahaan maupun negara (Turangan *et al.*, 2023). Selain itu, kepatuhan dalam pelaporan dan penyetoran pajak juga mencerminkan tingkat profesionalisme dan tanggung jawab sosial perusahaan terhadap kewajiban negara (Langkedeng *et al.*, 2022).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kesesuaian perhitungan, penyetoran, dan pelaporan PPh Pasal 21 atas penghasilan karyawan tetap di PT Perkebunan Nusantara IV Regional I Kebun Cibungur KSO dengan ketentuan yang diatur dalam Peraturan Direktur Jenderal Pajak Nomor PER-16/PJ/2016 dan Peraturan Pemerintah Nomor 58 Tahun 2023. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan kepatuhan pajak perusahaan serta menjadi acuan bagi pelaksanaan administrasi perpajakan yang efektif dan efisien di sektor perkebunan.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif, yaitu metode penelitian yang bertujuan untuk menggambarkan secara sistematis, faktual, dan akurat mengenai perhitungan, penyetoran, serta pelaporan Pajak Penghasilan (PPh) Pasal 21 atas penghasilan karyawan tetap. Pendekatan ini digunakan untuk menganalisis kesesuaian penerapan peraturan perpajakan yang berlaku, khususnya Peraturan Direktur Jenderal Pajak Nomor PER-16/PJ/2016 dan Peraturan Pemerintah Nomor 58 Tahun 2023. Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui wawancara langsung dengan pihak bagian keuangan dan pajak di PT Perkebunan Nusantara IV Regional I Kebun Cibungur KSO, sedangkan data sekunder diperoleh dari dokumen perusahaan seperti slip gaji, laporan pajak, bukti penyetoran, serta literatur dan peraturan perpajakan yang relevan.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi untuk memperoleh informasi yang akurat terkait proses perhitungan, penyetoran, dan pelaporan PPh Pasal 21. Analisis data dilakukan dengan metode analisis deskriptif, yaitu membandingkan hasil perhitungan dan prosedur pelaporan PPh Pasal 21 di perusahaan dengan ketentuan perpajakan yang berlaku.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan penulis, untuk melakukan perhitungan, penyetoran, dan pelaporan terkait pajak PPh 21 pada karyawan tetap penulis menggunakan data berupa slip gaji salah satu karyawan. Penulis menggunakan perhitungan manual untuk menganalisa perhitungan tarif PPh Pasal 21 bulan Januari – Desember 2024 atas penghasilan karyawan. Hasil perhitungan manual dari bulan Januari – Desember tersaji pada Tabel 1-12 sebagai berikut:

Tabel 1. Perhitungan PPh Januari 2024

Perhitungan PPh Pasal 21 bulan Januari	
Gaji Bruto	
Gaji Pokok	Rp 2.576.206
Tunjangan Tetap	Rp 858.735
Tunjangan Jabatan	Rp 752.611
BPJS TK (JKK) Persh (0,54%)	Rp 18.549
BPJS TK (JKM) Persh (0,3%)	Rp 10.305
BPJS Kesehatan Perusahaan (4%)	Rp 137.398
Tunjangan PPh 21	Rp 87.598

Perhitungan PPh Pasal 21 bulan Januari		
Premi	Rp	699.532
Rapel Gaji	Rp	1.866.949
Tot. Gaji Bruto Pajak	Rp	7.007.883
PPh 21 bulanan dengan TER A		
1,25% x Rp 7.007.883	Rp	87.598
Sumber: RSD Kebun Cibungur KSO		

Tabel 2. Perhitungan PPh Februari 2024

Perhitungan PPh Pasal 21 bulan Februari		
Gaji Bruto		
Gaji Pokok	Rp	2.576.206
Tunjangan Tetap	Rp	858.735
Tunjangan Jabatan	Rp	752.611
BPJS TK (JKK) Persh (0,54%)	Rp	18.549
BPJS TK (JKM) Persh (0,3%)	Rp	10.305
BPJS Kesehatan Perusahaan (4%)	Rp	137.398
Premi	Rp	549.675
Tot. Gaji Bruto Pajak	Rp	4.903.479
PPh 21 bulanan dengan TER A		
0,00% x Rp 4.903.479	Rp	-
Sumber: RSD Kebun Cibungur KSO		

Tabel 3. Perhitungan PPh Maret 2024

Perhitungan PPh Pasal 21 bulan Maret		
Gaji Bruto		
Gaji Pokok	Rp	2.576.206
Tunjangan Tetap	Rp	858.735
Tunjangan Jabatan	Rp	752.611
BPJS TK (JKK) Persh (0,54%)	Rp	18.549
BPJS TK (JKM) Persh (0,3%)	Rp	10.305
BPJS Kesehatan Perusahaan (4%)	Rp	137.398
Premi	Rp	453.150
Tot. Gaji Bruto Pajak	Rp	4.806.954
PPh 21 bulanan dengan TER A		
0,00% x Rp 4.806.954	Rp	-
Sumber: RSD Kebun Cibungur KSO		

Tabel 4. Perhitungan PPh April 2024

Perhitungan PPh Pasal 21 bulan April		
Gaji Bruto		
Gaji Pokok	Rp	2.576.206
Tunjangan Tetap	Rp	858.735
Tunjangan Jabatan	Rp	752.611
BPJS TK (JKK) Persh (0,54%)	Rp	18.549
BPJS TK (JKM) Persh (0,3%)	Rp	10.305
BPJS Kesehatan Perusahaan (4%)	Rp	137.398
Premi	Rp	590.325
Tot. Gaji Bruto Pajak	Rp	4.944.129

PPh 21 bulanan dengan TER A

0,00% x Rp 4.944.129 Rp. -

Sumber: RSD Kebun Cibungur KSO

Tabel 5. Perhitungan PPh Mei 2024

Perhitungan PPh Pasal 21 bulan Mei		
Gaji Bruto		
Gaji Pokok	Rp	2.576.206
Tunjangan Tetap	Rp	858.735
Tunjangan Jabatan	Rp	752.611
BPJS TK (JKK) Persh (0,54%)	Rp	18.549
BPJS TK (JKM) Persh (0,3%)	Rp	10.305
BPJS Kesehatan Perusahaan (4%)	Rp	137.398
Premi	Rp	567.899
Tot. Gaji Bruto Pajak	Rp	4.921.703
PPh 21 bulanan dengan TER A		
0,00% x Rp 4.921.703	Rp	-

Sumber: RSD Kebun Cibungur KSO

Tabel 6. Perhitungan PPh Juni 2024

Perhitungan PPh Pasal 21 bulan Juni		
Gaji Bruto		
Gaji Pokok	Rp	2.576.206
Tunjangan Tetap	Rp	858.735
Tunjangan Jabatan	Rp	752.611

Perhitungan PPh Pasal 21 bulan Juni		
BPJS TK (JKK) Persh (0,54%)	Rp	18.549
BPJS TK (JKM) Persh (0,3%)	Rp	10.305
BPJS Kesehatan Perusahaan (4%)	Rp	137.398
Premi	Rp	567.899
Tot. Gaji Bruto Pajak	Rp	4.921.703
PPh 21 bulanan dengan TER A		
0,00% x Rp 4.921.703	Rp	-

Sumber: RSD Kebun Cibungur KSO

Tabel 7. Perhitungan PPh Juli 2024

Perhitungan PPh Pasal 21 bulan Juli		
Gaji Bruto		
Gaji Pokok	Rp	2.576.206
Tunjangan Tetap	Rp	858.735
Tunjangan Jabatan	Rp	752.611
BPJS TK (JKK) Persh (0,54%)	Rp	18.549
BPJS TK (JKM) Persh (0,3%)	Rp	10.305
BPJS Kesehatan Perusahaan (4%)	Rp	137.398
Tunjangan PPh 21	Rp	489.078
Premi	Rp	600.299
Bonus In/Out	Rp	6.783.790
Tot. Gaji Bruto Pajak	Rp	12.226.971
PPh 21 bulanan dengan TER A		
4% x Rp 12.226.971	Rp	489.078

Sumber: RSD Kebun Cibungur KSO

Tabel 8. Perhitungan PPh Agustus 2024

Perhitungan PPh Pasal 21 bulan Agustus		
Gaji Bruto		
Gaji Pokok	Rp	2.655.008
Tunjangan Tetap	Rp	885.003
Tunjangan Jabatan	Rp	752.611
BPJS TK (JKK) Persh (0,54%)	Rp	19.116
BPJS TK (JKM) Persh (0,3%)	Rp	10.620
BPJS Kesehatan Perusahaan (4%)	Rp	141.600
Tunjangan PPh 21	Rp	46.364
Premi	Rp	936.071

Perhitungan PPh Pasal 21 bulan Agustus		
Rapel Gaji	Rp	735.490
Tot. Gaji Bruto Pajak	Rp	6.181.884
PPh 21 bulanan dengan TER A		
0,75% x Rp 6.181.884	Rp	46.364

Sumber: RSD Kebun Cibungur KSO

Tabel 9. Perhitungan PPh September 2024

Perhitungan PPh Pasal 21 bulan September		
Gaji Bruto		
Gaji Pokok	Rp	2.655.008
Tunjangan Tetap	Rp	885.003
Tunjangan Jabatan	Rp	752.611
BPJS TK (JKK) Persh (0,54%)	Rp	19.116
BPJS TK (JKM) Persh (0,3%)	Rp	10.620
BPJS Kesehatan Perusahaan (4%)	Rp	141.600
Premi	Rp	746.546
Tot. Gaji Bruto Pajak	Rp	5.210.505
PPh 21 bulanan dengan TER A		
0,00% x Rp 5.210.505	Rp	-

Sumber: RSD Kebun Cibungur KSO

Tabel 10. Perhitungan PPh Oktober 2024

Perhitungan PPh Pasal 21 bulan Oktober		
Gaji Bruto		
Gaji Pokok	Rp	2.655.008
Tunjangan Tetap	Rp	885.003
Tunjangan Jabatan	Rp	752.611
BPJS TK (JKK) Persh (0,54%)	Rp	19.116
BPJS TK (JKM) Persh (0,3%)	Rp	10.620
BPJS Kesehatan Perusahaan (4%)	Rp	141.600
Tunjangan PPh 21	Rp	92.862
Tunjangan Cuti Tahunan	Rp	2.124.007
Premi	Rp	748.200
Tot. Gaji Bruto Pajak	Rp	7.429.027
PPh 21 bulanan dengan TER A		
1,25% x Rp 7.429.027	Rp	92.862

Sumber: RSD Kebun Cibungur KSO

Tabel 11. Perhitungan PPh November 2024

Perhitungan PPh Pasal 21 bulan November		
Gaji Bruto		
Gaji Pokok	Rp	2.655.008
Tunjangan Tetap	Rp	885.003
Tunjangan Jabatan	Rp	752.611
BPJS TK (JKK) Persh (0,54%)	Rp	19.116
BPJS TK (JKM) Persh (0,3%)	Rp	10.620
BPJS Kesehatan Perusahaan (4%)	Rp	141.600
Premi	Rp	583.575
Tot. Gaji Bruto Pajak	Rp	5.047.533
PPh 21 bulanan dengan TER A		
0,00% x Rp 5.047.533	Rp	-

Sumber: RSD Kebun Cibungur KSO

Tabel 12. Perhitungan PPh Desember 2024

Perhitungan PPh Pasal 21 bulan Desember		
Penghasilan Bruto Setahun:		
Gaji Pokok	Rp	31.308.482
Tunjangan Tetap	Rp	10.436.160
Tunjangan Jabatan	Rp	9.031.332
BPJS TK (JKK) Perusahaan	Rp	225.423
BPJS TK (JKM)	Rp	125.235
BPJS Kesehatan Perusahaan	Rp	1.669.786
Tunjangan PPh 21	Rp	934.383
Premi	Rp	12.086.257
Rapel Gaji	Rp	2.602.439
Bonus In/Out	Rp	6.783.790
Tunjangan Cuti Tahunan	Rp	2.124.007
Total Penghasilan Bruto	Rp	77.327.296
Pengurangan:		
Biaya Jabatan (5%)	Rp	3.866.365
Iuran Pensiun (1%)	Rp	773.273
Total Pengurangan	Rp	4.639.638
Penghasilan Neto Setahun	Rp	72.687.658
PTKP Setahun (TK):		
Wajib Pajak Orang Pribadi	Rp	54.000.000
Total PTKP Setahun	Rp	54.000.000
PKP Setahun	Rp	18.687.658
PPh Pasal 21 Terutang Setahun		
5% x Rp 18.687.658	Rp	934.383
PPh disetor Januari - November	Rp	715.902
PPh Terutang Desember	Rp	218.481

Sumber: RSD Kebun Cibungur KSO

Berikut ini merupakan data waktu dan tempat penyetoran Pajak Penghasilan (PPh) Pasal 21 yang dilakukan PT. Perkebunan Nusantara IV Regional I Kebun Cibungur KSO tersaji pada Tabel 13:

Tabel 13. Waktu dan Tempat Pembayaran PPh Pasal 21

Masa Pajak	Waktu Pembayaran	Tempat Pembayaran
Januari	09 Februari 2024	Bank BNI
Februari	08 Maret 2024	Bank BNI
Maret	10 April 2024	Bank BNI
April	08 Mei 2024	Bank BNI
Mei	10 Juni 2024	Bank BNI
Juni	10 Juli 2024	Bank BNI
Juli	07 Agustus 2024	Bank BNI
Agustus	10 September 2024	Bank BNI
September	10 Oktober 2024	Bank BNI
Oktober	07 November 2024	Bank BNI
November	09 Desember 2025	Bank BNI
Desember	09 Januari 2025	Bank BNI

Berikut rincian tanggal untuk Pelaporan SPT Masa Tahun 2024 yang dilakukan PT. Perkebunan Nusantara IV Regional I Kebun Cibungur KSO tersaji pada Tabel 14:

Tabel 14. Waktu Pelaporan PPh Pasal 21

Masa Pajak	Tanggal Pelaporan
Januari	12 Februari 2024
Februari	11 Maret 2024
Maret	12 April 2024
April	13 Juni 2024
Mei	12 Juni 2024
Juni	12 Juli 2024
Juli	08 Agustus 2024
Agustus	11 September 2024
September	21 Oktober 2024
Oktober	09 November 2024
November	08 Februari 2025
Desember	05 Februari 2025

Pembahasan

Berdasarkan hasil perhitungan tabel diatas, ringkasan perbandingan hasil perhitungan Pajak Penghasilan (PPh) Pasal 21 menurut peraturan perpajakan dengan pengenaan pajak perusahaan disajikan pada Tabel 15:

Bulan	Kebun Cibungur	Peraturan Perpajakan	Sesuai
Januari	Rp 87.598	Rp 87.598	v
Februari	-	-	v
Maret	-	-	v
April	-	-	v
Mei	-	-	v
Juni	-	-	v
Juli	Rp 489.078	Rp 489.078	v
Agustus	Rp 46.364	Rp 46.364	v
September	-	-	v
Oktober	Rp 92.862	Rp 92.862	v
November	-	-	v
Desember	Rp 218.481	Rp 218.481	v

Tabel analisis dan perbandingan diatas terlihat bahwa PT. Perkebunan Nusantara IV Regional I Kebun Cibungur KSO telah sesuai antara perhitungan manual oleh peneliti yang berdasarkan peraturan perpajakan yaitu Peraturan Direktorat Jenderal Pajak Nomor Per-16/PJ/2016 dan Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 58 Tahun 2023 dengan pengenaan Pajak Penghasilan (PPh) pasal 21 PT. Perkebunan Nusantara IV Regional I Kebun Cibungur KSO.

Penyetoran PPh Pasal 21 karyawan tetap PT. Perkebunan Nusantara IV Regional I Kebun Cibungur KSO tidak ditemukannya keterlambatan dalam Penyetoran PPh Pasal 21 sehingga dapat disimpulkan bahwa Pemotongan yang dilakukan oleh PT. Perkebunan Nusantara IV Regional I Kebun Cibungur KSO telah sesuai dengan Peraturan Jendral Pajak No PER-16/PJ/2016, yang menyatakan bahwa Pajak Penghasilan (PPh) Pasal 21 harus disetorkan ke rekening kas negara paling lambat pada tanggal 10 bulan takwim berikutnya setelah masa pajak berakhir.

Pelaporan PPh Pasal 21 SPT Masa karyawan tetap PT. Perkebunan Nusantara IV Regional I Kebun Cibungur KSO melewati batas waktu yang ditetapkan pada bulan November dan Desember, belum sesuai dengan Peraturan Jendral Pajak No PER-16/PJ/2016 yang dimana dalam pelaporan pajaknya tidak boleh melebihi batas waktu yang

telah ditentukan yaitu pada tanggal 20 untuk masa pajak bulan berikutnya. Pelaksanaan Pelaporan Pajak Penghasilan (PPh) Pasal 21 belum sesuai karena pada bulan November terdapat kesalahan input masa pajak yang seharusnya untuk masa pajak bulan November tetapi dalam pelaporannya terinput masa pajak bulan Desember sehingga harus membuat pembetulan dengan pemindahbukuan pajak yang menyebabkan pelaporan pajak pada bulan November dan Desember dilaporkan pada bulan Februari 2025. Sehingga dikenakan sanksi sesuai dengan PER-16/PJ/2016 yaitu denda Rp100.000 per SPT Masa.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan penulis mengenai perhitungan, penyeteroran, dan pelaporan Pajak Penghasilan (PPh) Pasal 21 terhadap karyawan tetap pada PT. Perkebunan Nusantara IV Regional I Kebun Cibungur KSO maka dapat diperoleh kesimpulan dalam prosedur perhitungan dan penyeteroran Pajak Penghasilan Pasal 21 karyawan tetap PT. Perkebunan Nusantara IV Regional I Kebun Cibungur KSO telah sesuai dengan Peraturan Jendral Pajak No PER- 16/PJ/2016 dan PP Nomor 58 Tahun 2023. Penyeteroran Pajak Penghasilan (PPh) Pasal 21 di PT. Perkebunan Nusantara IV Regional I Kebun Cibungur KSO melalui Bank BNI. Pelaporan SPT Masa untuk karyawan tetap PT. Perkebunan Nusantara IV Regional I Kebun Cibungur KSO belum sesuai dengan Peraturan Jendral Pajak No PER- 16/PJ/2016 karena melewati batas waktu yang ditentukan pada bulan November dan Desember 2024, Pelaporan Pajak Penghasilan (PPh) Pasal 21 pada PT. Perkebunan Nusantara IV Regional I Kebun Cibungur KSO menggunakan sistem DJP *Online*. Saran terhadap penelitian ini yaitu kepada PT. Perkebunan Nusantara IV Regional I Kebun Cibungur KSO khususnya pada pelaporan Pajak Penghasilan (PPh) Pasal 21 untuk lebih teliti dalam input pelaporan pajak sehingga tidak akan ada lagi kesalahan dalam pelaporannya. Hal ini dimaksudkan supaya pelaksanaan kewajiban dapat berjalan sesuai dengan Peraturan Jendral Pajak No PER- 16/PJ/2016.

DAFTAR PUSTAKA

- Gwijangge, K., Warongan, J. D. L., & Wangkar, A. (2023). Evaluasi Penerapan Pajak Penghasilan (Pph) Pasal 21 Pada Kantor Camat Malalayang Kota Manado. *Jurnal EMBA: Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis Dan Akuntansi*, 11(4). <https://doi.org/10.35794/emba.v11i4.52927>
- Kawulusan, M. A., Tinangon, J. J., & Pangerapan, S. (2021). Evaluasi Perhitungan, Pemotongan, Penyeteroran Dan Pelaporan Pajak Penghasilan (Pph) Pasal 21 Atas Karyawan Tetap (Studi Kasus Pada PT Pegadaian Persero Cabang Manado Timur). *Jurnal EMBA*, 9(2), 975–981. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/emba/article/view/33922>

- Langkedeng, D. J. J., Elim, I., & Tangkuman, S. J. (2022). Analisis Pemotongan, Penyetoran dan Pelaporan Pajak Penghasilan (PPh) Pasal 21 Atas Gaji Karyawan Tetap Pada Hotel Sutanraja Manado. *Jurnal LPPM Bidang EkoSosBudKum (Ekonomi, Sosial, Budaya, Dan Hukum)*, 6(1).
- Ramadhani, D., & Ardiany, Y. (2024). Perhitungan Pemotongan dan Pelaporan Pajak Penghasilan Pasal 21 atas Pegawai Sekretariat DPRD Kabupaten Padang Pariaman Tahun 2022. *Jurnal Riset Akuntansi, Perpajakan Dan Auditing*, 1(2). <https://doi.org/10.62194/d83pqr73>
- Turangan, J. S., Budiarso, N. S., & Walandouw, S. K. (2023). Evaluasi Perhitungan Dan Pencatatan Akuntansi Pph Pasal 21 Terhadap Karyawan Tidak Tetap Divisi Marketing Pt. Equity World Futures Manado. *Jurnal EMBA: Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis Dan Akuntansi*, 11(02). <https://doi.org/10.35794/emba.v11i02.48327>
- Mardiasmo. (2023). *Perpajakan*. Edisi Terbaru. Yogyakarta: Percetakan CV Andi Offset.
- Prastowo dan Fandy. (2024). *Perpajakan Teori & Praktik Berdasarkan Aturan Terbaru*. Yogyakarta: Percetakan CV Andi Offset.
- Direktorat Jenderal Pajak. (2016). *Peraturan Direktur Jenderal Pajak Nomor PER-16/PJ/2016 tentang Pedoman Teknis Tata Cara Pemotongan, Penyetoran, dan Pelaporan Pajak Penghasilan Pasal 21 dan/atau Pajak Penghasilan Pasal 26 Sehubungan dengan Pekerjaan, Jasa, dan Kegiatan Orang Pribadi*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pajak.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2023). *Peraturan Pemerintah Nomor 58 Tahun 2023 tentang Tarif Pemotongan dan Pengenaan Pajak Penghasilan Pasal 21*. Jakarta.

Analisis Efektivitas Sistem Informasi Akuntansi dalam Meningkatkan Akurasi Laporan Keuangan di PTPG Rajawali II, Unit Sindanglaut

Widinata¹, Rama Aditiya Sardani^{1*}

¹Program Studi Akuntansi, Politeknik LPP Yogyakarta

Email: rama@politeklpp.ac.id

Abstrak

Tugas akhir ini membahas penerapan dan efektivitas Sistem Informasi Akuntansi (SIA) di PTPG Rajawali II, Unit Sindanglaut, yang menggunakan perangkat lunak berbasis ERP bernama siRaja. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan keuangan melalui otomatisasi pencatatan transaksi, pengurangan kesalahan manual, dan penyajian data secara real-time. Sejak pertama kali diterapkan pada tahun 2018, siRaja telah berkembang dari pengelolaan keuangan saja menjadi mencakup pengendalian penjualan, produksi, persediaan, dan manajemen SDM, sehingga mendukung integrasi sistem antar departemen. Penelitian ini menyoroti manfaat utama, seperti peningkatan akurasi, transparansi, dan efisiensi dalam pelaporan keuangan. Selain itu, studi ini juga membahas tantangan selama implementasi, termasuk keterbatasan anggaran, resistensi terhadap perubahan, dan masalah integrasi sistem, beserta solusi strategis seperti pelatihan berkelanjutan dan pembaruan sistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan siRaja secara efektif memberikan dampak positif terhadap pengelolaan keuangan dan kinerja organisasi, serta memfasilitasi pengambilan keputusan yang lebih baik. Penelitian ini menegaskan pentingnya pengembangan sistem yang berkelanjutan dan kompetensi sumber daya manusia dalam mengoptimalkan manfaat SIA.

Kata Kunci: Sistem informasi akuntansi, Efektivitas sistem, Akurasi laporan keuangan

Abstract

This final project investigates the implementation and effectiveness of the Accounting Information System (AIS) at PTPG Rajawali II, Unit Sindanglaut, which utilizes the ERP-based software named siRaja. The system aims to improve financial management efficiency by automating transaction recording, reducing manual errors, and enabling real-time data presentation. Since its initial deployment in 2018, siRaja has expanded from handling solely financial activities to include sales, production, inventory, and human resource management, fostering system integration across departments. The study highlights the benefits of the AIS, such as increased accuracy, transparency, and efficiency in financial reporting. Additionally, the research discusses challenges faced during implementation, including budget constraints, resistance to change, and system integration issues, proposing strategic solutions like ongoing training and system updates. The findings affirm that the effective use of siRaja significantly enhances the organization's financial management and operational performance, contributing to better decision-making and organizational goals. This research underscores the importance of continuous system development and human resource competency in sustaining AIS benefits.

Keywords: Accounting information system, System effectiveness, Financial report accuracy

PENDAHULUAN

Sistem informasi akuntansi adalah salah satu sarana untuk melakukan pengendalian terhadap proses pengupahan dan penggajian agar pelaksanaannya dapat berjalan sesuai prosedur untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan (Fredricka & Komitek, 2021). Dalam melaksanakan fungsi-fungsinya informasi merupakan kebutuhan utama manajemen. Dibutuhkan banyak informasi agar manajemen dapat bekerja secara efektif dan efisien. Banyaknya informasi tersebut tidak mungkin ditampung secara keseluruhan oleh manajemen. Diperlukan sistem yang dapat mendukung kebutuhan manajemen dalam mengelola administrasi dan operasional perusahaan yaitu berupa sistem informasi akuntansi (Sumini, 2020).

Pada sistem informasi akuntansi pastinya terdapat ancaman penyimpangan dari berbagai sudut. Ancaman penyimpangan sistem informasi akuntansi mencakup berbagai faktor, mulai dari bencana alam yang merusak infrastruktur hingga kesalahan perangkat lunak dan kegagalan fungsi peralatan yang mengganggu pemrosesan data (Yogiswara & Sadha Suardikha, 2018). Tindakan disengaja seperti sabotase, penipuan komputer, dan penggelapan, serta kesalahan manusia dalam penginputan data, juga menjadi ancaman serius. Selain itu, ancaman siber seperti serangan malware dan peretasan semakin meningkat, mengancam keamanan data akuntansi. Oleh karena itu, pengendalian internal yang kuat sangat penting untuk melindungi sistem informasi akuntansi dari ancaman-ancaman ini, untuk memastikan integritas dan akurasi informasi keuangan.

Sistem informasi akuntansi (SIA) memberikan manfaat signifikan bagi perusahaan. Manfaat utama mencakup peningkatan efisiensi operasional melalui otomatisasi proses akuntansi, penyediaan informasi keuangan yang akurat dan tepat waktu untuk pengambilan keputusan manajerial, serta peningkatan pengendalian internal untuk meminimalkan risiko kecurangan dan kesalahan (Arma Bintang & Dharmadiaksa, 2018). Selain itu, SIA memfasilitasi pelaporan keuangan yang lebih baik, memungkinkan perusahaan untuk memantau kinerja keuangan secara efektif dan memenuhi persyaratan pelaporan eksternal. Dengan demikian, penerapan SIA yang efektif dapat meningkatkan daya saing perusahaan dan mendukung pertumbuhan bisnis yang berkelanjutan.

Analisis efektivitas sistem informasi akuntansi penting dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh target yang direncanakan dapat dicapai. Analisis ini juga dapat membantu perusahaan untuk meningkatkan kinerja karyawan dan efektivitas pada operasional perusahaan (Mushawir et al., 2023). Ketika melakukan analisis efektivitas

sistem informasi akuntansi ini dapat membantu perusahaan untuk mengetahui kondisi perusahaan saat ini, membantu perusahaan untuk mengambil keputusan yang tepat untuk memajukan perusahaan dimasa depan, dan membantu perusahaan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan meminimalkan risiko keuangan (Yogiswara & Sadha Suardikha, 2018).

Berdasarkan latar belakang permasalahan tersebut, penulis melakukan analisis terhadap efektivitas sistem informasi akuntansi di PTPG Rajawali II, Unit Sindanglaut dalam meningkatkan akurasi laporan keuangan, dan Mengevaluasi sejauh mana sistem informasi akuntansi di PTPG Rajawali II, Unit Sindanglaut telah diterapkan sesuai dengan standar operasional perusahaan, serta mengidentifikasi kelemahan sistem informasi akuntansi di PTPG Rajawali II, Unit Sindanglaut dan menganalisis dampaknya terhadap akurasi laporan keuangan.

METODE

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode deskriptif kualitatif. Metode deskriptif kualitatif adalah suatu metode yang berfungsi untuk mendeskripsikan atau memberi gambaran terhadap objek yang diteliti melalui data yang telah terkumpul sebagaimana adanya, kemudian mendeskripsikan permasalahan atau memusatkan perhatian pada masalah-masalah saat penelitian yang nantinya diolah dan dianalisis untuk diambil kesimpulannya (Hasanah, n.d.). Objek penelitian ini adalah sistem informasi akuntansi yang dapat menunjang dalam penyusunan laporan keuangan perusahaan, dengan melakukan analisis efektivitas terhadap penerapan sistem informasi akuntansi dalam meningkatkan akurasi laporan keuangan di PT Rajawali II, Unit Sindanglaut dan subjek penelitian ini adalah pihak perusahaan khususnya pemegang jabatan kasie akuntansi di PTPG Rajawali II, Unit Sindanglaut.

Teknik analisis data yang dipakai adalah analisis deskriptif kualitatif dengan tahapan yang sistematis. Peneliti memulai dengan melakukan wawancara terhadap pihak manajemen dan staf terkait untuk mencari informasi tentang sistem informasi akuntansi yang ada di Perusahaan dan meminta serta mempelajari dokumen-dokumen terkait seperti SOP, formulir-formulir, catatan akuntansi untuk memahami alur prosesnya. Data penelitian ini bersumber dari data primer yang di peroleh langsung dari hasil wawancara langsung terhadap karyawan PTPG Rajawali II, Unit Sindanglaut dan data sekunder yang diperoleh dari beberapa sumber seperti dokumen arsip Perusahaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penerapan SIA Di PTPG Rajawali II, Unit Sindanglaut

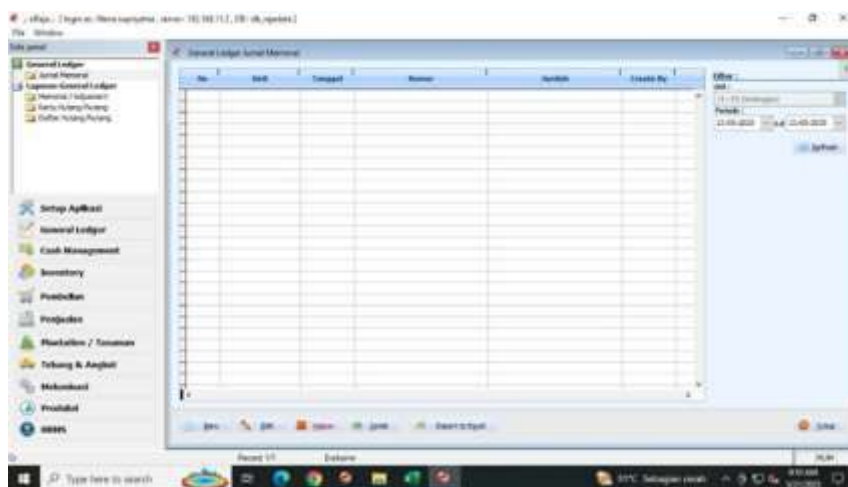
Sistem informasi akuntansi (SIA) berbasis ERP siRaja diimplementasikan di PTPG Rajawali II, Unit Sindanglaut untuk menggantikan sistem lama yaitu *foxpro* guna meningkatkan integrasi, kecepatan, dan akurasi pengelolaan data keuangan. Berikut ini merupakan penerapan Sistem Informasi Akuntansi siRaja di PTPG Rajawali II, Unit Sindanglaut, yaitu prosedur penjurnalan PPN dan prosedur Approval terbang/angkut.

Prosedur Penjurnalan PPn PTPG Rajawali II, Unit Sindanglaut di Sistem siRaja Langkah pertama log in dan masuk ke halaman utama siRaja dan pilih modul General Ledger.



Gambar 1. Tampilan halaman masuk SIA siRaja

Kemudian setelah modul General Ledger di buka, pilih menu Jurnal Memorial, lalu klik “Baru” untuk mulai melakukan penginputan data.



Gambar 2. Tampilan halaman penginputan SIA siRaja

Setelah klik “Baru”, kemudian mulai melakukan penginputan untuk sisi kredit dengan memasukkan kode/no perkiraan, nilai/jumlah dan uraian/keterangan yang di copy dari data PPN yang ada pada excel, lalu pilih kredit dan enter. Kemudian untuk sisi debit juga sama dengan cara penginputan sisi kredit.

tanggal	no_bukti	kode_bpk	kode_barang	status	jumlah	nilai_debit	nilai_kredit	status_release	no_yef	create_by
14-May-25	SP1250227-0017	140000000001047	PPN BARANG CIREBON GAS INDUSTRI - SP1250227-0017	15		132,000.00	132,000.00		PGQ250514-005	diting
14-May-25	BPB250514-001	901000000000111	PPN BARANG CIREBON GAS INDUSTRI - SP1250227-0017	15		132,000.00	132,000.00		PGQ250514-005	diting
15-May-25	SP1250120-0001	140100000000777	PPN BARANG SUTRASA PRATAMA.CV - SP1250120-0001	8		853,248.00	853,248.00		PGQ250502-002	diting
15-May-25	BPB250513-001	901000000000193	PPN BARANG VAN BELT SPC 4300 - BPB250513-001	8		853,248.00	853,248.00		PGQ250502-002	diting
15-May-25	SP1250118-0001	140000000000960	PPN BARANG TRIWUJAYA GEMALISTARI PT - UNIT	1		44,000,000.00	44,000,000.00		PGQ250502-005	diting
15-May-25	BPB250513-001	9010000000002358	PPN BARANG GEARBOX COOLING TOWER KAJUT	1		44,000,000.00	44,000,000.00		PGQ250502-005	diting
15-May-25	SP1250429-0001	140000000000357	PPN BARANG MITRA TIRTA INDOTAMA, PT - KG	13,000		7,307,300.00	7,307,300.00		PGQ250506-001	diting
15-May-25	BPB250513-001	901000000000246	PPN BARANG TAWAI - 13000 KG - BPB250513-001	13,000		7,307,300.00	7,307,300.00		PGQ250506-001	diting
15-May-25	SP1250411-0001	1401000000002017	PPN BARANG CIREBON GAS INDUSTRI PT - SP1250411-0001	3		176,000.00	176,000.00		PGQ250506-005	diting
15-May-25	BPB250513-001	9010000000000012	PPN BARANG ISI 1 P 0 30 KG - 3 TBG - BPB250513-001	3		176,000.00	176,000.00		PGQ250506-005	diting

Gambar 3. Tampilan halaman ketika data sudah diinput

No	Kode Perkiraan	Sub Perkiraan	Uraian	Debit	Kredit
1	140000	14000000000001047	PPN BARANG CIREBON GAS INDUSTRI - SP1250227-0017	132,000.00	132,000.00

Gambar 4. Tampilan halaman SIA siRaja ketika melakukan penginputan

Analisis Efektivitas Sistem Informasi Akuntansi

Sistem Informasi Akuntansi telah diterapkan di PTPG Rajawali II, Unit Sindanglaut untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proses pelaporan keuangan. Dengan memanfaatkan perangkat lunak akuntansi, PTPG Rajawali II, Unit Sindanglaut dapat melakukan pencatatan transaksi keuangan dengan lebih cepat dan tepat, serta menyusun laporan keuangan dengan lebih efisien. Sistem ini dilengkapi dengan berbagai fitur yang memudahkan pemantauan anggaran, pengelolaan aset, dan integrasi data dari

berbagai sumber, sehingga memungkinkan pengelolaan informasi keuangan yang lebih komprehensif dan terstruktur.

Penerapan teknologi ini juga mempermudah penyusunan laporan keuangan yang sesuai dengan standar yang berlaku, sekaligus mengurangi risiko kesalahan manual yang sering terjadi dalam pelaporan tradisional (Loso Judijanto, 2024). Sistem Informasi Akuntansi yang berbasis teknologi memungkinkan akses data secara real-time, meningkatkan transparansi informasi keuangan, dan mendukung kepatuhan terhadap regulasi akuntansi yang berlaku (Sunardi, 2023). Selain itu, sistem informasi akuntansi memperkuat keamanan data keuangan dan mempermudah proses evaluasi serta pemantauan anggaran. Secara keseluruhan, penerapan sistem informasi akuntansi di PTPG Rajawali II, Unit Sindanglaut berkontribusi pada peningkatan efisiensi, akurasi, dan transparansi dalam pelaporan keuangan (Mauliyah & Prastiwi, 2019).

Dalam penerapan Sistem informasi akuntansi untuk pelaporan keuangan, PTPG Rajawali II, Unit Sindanglaut telah mengalami sejumlah manfaat utama yang signifikan. Pertama-tama, efisiensi dalam proses pelaporan keuangan telah meningkat secara drastis. Dengan mengotomatisasikan pencatatan transaksi dan penyusunan laporan, sistem ini mempercepat waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan laporan keuangan (Mahayani & Wirakusuma, 2019). Hal ini memungkinkan staf untuk lebih fokus pada aktivitas strategis lainnya dan mengurangi beban kerja administratif.

Kedua, penerapan Sistem Informasi Akuntansi telah meningkatkan akurasi data secara konkret. Sistem yang terintegrasi dan otomatis mengurangi kemungkinan kesalahan manual yang sering terjadi dalam proses pelaporan tradisional. Dengan meminimalkan kesalahan, laporan keuangan yang dihasilkan menjadi lebih dapat diandalkan dan tepat, sehingga mendukung keputusan manajerial yang lebih baik dan pengawasan yang lebih ketat (Rahmawati & Wahyuningsih, 2022).

Ketiga, sistem ini telah memperbaiki transparansi dan aksesibilitas data keuangan. Sistem berbasis teknologi memungkinkan akses real-time ke data keuangan, sehingga mempermudah pemantauan dan evaluasi dari pihak-pihak yang berkepentingan, seperti manajemen dan auditor (Pranoto & Sedyono, 2021). Transparansi yang meningkat juga mendukung kepatuhan terhadap regulasi dan standar akuntansi yang berlaku, serta mempermudah pelaporan kepada regulator dan stakeholder lainnya.

Keempat, penerapan Sistem Informasi Akuntansi meningkatkan keamanan data keuangan. Sistem ini dilengkapi dengan fitur keamanan yang canggih untuk melindungi

data dari akses yang tidak sah dan potensi kebocoran informasi. Dengan demikian, risiko terhadap keamanan data dapat diminimalkan, dan integritas informasi keuangan tetap terjaga.

Kekhawatiran mengenai keamanan data juga menjadi perhatian bagi sebagian pegawai, yang mungkin merasa tidak nyaman dengan penyimpanan dan pengolahan informasi sensitif melalui sistem ini yang memiliki kemungkinan akan terjadi pembobolan data yang dilakukan seorang hacker. Mengingat pentingnya informasi keuangan yang dikelola, perusahaan perlu memastikan bahwa sistem informasi akuntansi dilengkapi dengan sistem keamanan yang mutakhir, seperti enkripsi data, backup otomatis, dan pembatasan akses berbasis otorisasi. Hal ini untuk mencegah risiko kebocoran, kehilangan, atau penyalahgunaan data oleh pihak yang tidak berwenang.

Sistem Informasi Akuntansi Dalam Meningkatkan efisiensi Pelaporan Keuangan PTPG Rajawali II, Unit Sindanglaut. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi bagaimana penerapan Sistem Informasi Akuntansi (SIA) dapat meningkatkan efisiensi pelaporan keuangan di PTPG Rajawali II, Unit Sindanglaut. Dengan mengadopsi sistem informasi akuntansi, diharapkan PTPG Rajawali II, Unit Sindanglaut dapat memperbaiki proses pelaporan keuangan yang selama ini dilakukan secara tidak tersistem dengan baik, mengurangi kesalahan, dan meningkatkan transparansi serta akuntabilitas. Pembahasan ini mencakup hasil-hasil yang diperoleh dari implementasi SIA, termasuk otomatisasi, integrasi sistem, akurasi data, transparansi, keamanan data, serta tantangan dan solusi yang dihadapi selama proses implementasi.

Salah satu hasil utama dari penelitian ini adalah peningkatan efisiensi yang signifikan melalui otomatisasi proses. Sebelum penerapan SIA, PTPG Rajawali II, Unit Sindanglaut menghadapi tantangan besar dalam hal waktu dan tenaga yang diperlukan untuk pencatatan, perhitungan, dan rekonsiliasi data keuangan. Dengan otomatisasi yang ditawarkan oleh SIA, proses-proses ini menjadi lebih cepat dan akurat.

Data transaksi yang sebelumnya dicatat dan diproses secara manual kini dikelola secara otomatis oleh sistem. Contohnya, rekonsiliasi bank yang dulunya memerlukan waktu beberapa hari kini dapat diselesaikan dalam hitungan jam. Hasilnya adalah pengurangan signifikan dalam waktu yang diperlukan untuk menyiapkan laporan keuangan serta peningkatan produktivitas staf.

Berdasarkan hasil penelitian, penerapan sistem informasi akuntansi di PTPG Rajawali II, Unit Sindanglaut telah memberikan manfaat signifikan dalam meningkatkan

efisiensi pelaporan keuangan. Otomatisasi proses, integrasi sistem, peningkatan akurasi data, transparansi, dan keamanan data adalah hasil utama yang diperoleh dari penggunaan sistem informasi akuntansi (SIA).

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan mengenai efektivitas penerapan Sistem Informasi Akuntansi (SIA) dalam meningkatkan akurasi laporan keuangan di PTPG Rajawali II, Unit Sindanglaut, dapat disimpulkan bahwa sistem yang diterapkan melalui perangkat lunak berbasis ERP (*Enterprise Resource Planning*) bernama siRaja telah memberikan dampak positif yang signifikan terhadap proses pengelolaan informasi keuangan di perusahaan tersebut. Sistem informasi akuntansi berbasis ERP (*Enterprise Resource Planning*) yang dikenal dengan nama siRaja telah diterapkan di PG Rajawali II, Unit Sindanglaut sejak tahun 2018. Sistem ini terbukti efektif meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam proses pelaporan keuangan, terutama melalui otomatisasi pencatatan transaksi, pengurangan kesalahan manual, dan penyajian data secara real-time. Dengan sistem ini, laporan keuangan menjadi lebih tepat waktu, andal, dan dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan manajerial. Penerapan sistem siRaja telah dilakukan secara menyeluruh di seluruh unit dan mengikuti standar operasional perusahaan. Prosedur pencatatan dan pelaporan, termasuk fitur-fitur seperti *General Ledger* dan *Cash Management*, berjalan sesuai SOP yang telah ditetapkan. Evaluasi dan pelatihan rutin juga dilakukan untuk memastikan bahwa penggunaan sistem tetap sesuai standar dan mampu beradaptasi dengan pembaruan teknologi. Meskipun efektif meningkatkan akurasi laporan keuangan dan efisiensi kerja, implementasi SIA di PG Rajawali II masih menghadapi kendala seperti gangguan teknis (pemadaman listrik, ancaman keamanan), keterbatasan anggaran, resistensi pegawai, dan integrasi dengan sistem lama. Perlunya peningkatan pelatihan SDM, pembaruan sistem, dan evaluasi rutin untuk optimalisasi. Temuan ini dapat menjadi acuan strategis bagi perusahaan dan referensi bagi peneliti bidang akuntansi. sebagai upaya peningkatan efisiensi dalam penerapan sistem informasi akuntansi di masa mendatang, disarankan untuk memperbarui sistem secara berkala agar sesuai kebutuhan operasional, maksimalkan fitur otomatisasi dan integrasi data antar-modul, dan Pertimbangkan penambahan fitur pelaporan analitis untuk pengambilan keputusan, melakukan evaluasi berkala terhadap kesesuaian sistem dengan SOP, audit internal, perbarui SOP jika ada perubahan modul, dan berikan pelatihan lanjutan, dan Terapkan *reward* atau penilaian kinerja berbasis kepatuhan SOP, menyiapkan infrastruktur

pendukung (UPS/genset) untukantisipasi pemadaman listrik, tingkatkan pelatihan teknis agar pegawai mampu mengatasi kendala system, dan perkuat sistem backup data otomatis dan evaluasi risiko keamanan, mengadakan pelatihan berkala (tatap muka, *e-learning*, simulasi) untuk optimalisasi penggunaan SIA, dan fokus pada pemahaman fitur sistem dan kemampuan troubleshooting, dan melakukan evaluasi berkala terhadap akurasi data, efisiensi proses, dan kepatuhan SOP, serta memperkuat pengawasan internal untuk mencegah penyalahgunaan atau kesalahan pencatatan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan penuh rasa hormat, penulis mengucapkan rasa terima kasih yang mendalam kepada PTPG Rajawali II, Unit Sindang Laut yang telah menerima saya untuk melakukan penelitian Tugas Akhir dan menjalankan Praktik Kerja Lapangan selama waktu tertentu, kepada kedua orang tua saya bapak Gurum dan ibu Panu yang telah memberikan doa dan dukungan baik dukungan finansial maupun non finansial, kepada semua saudara saya yang telah memberikan rasa percaya diri kepada saya, kepada teman-teman saya yang telah memberikan semangat dan selalu menemani saya baik di saat suka maupun duka, dan kepada dosen pembimbing Tugas Akhir saya yang selalu memberikan saran dan arahan untuk kelancaran Tugas Akhir saya.

DAFTAR PUSTAKA

- Arma Bintang, D. A. A., & Dharmadiaksa, I. B. (2018). Pengaruh Efektivitas Sistem Informasi Akuntansi pada Kinerja Individual dengan Budaya Organisasi sebagai Pemoderasi. *E-Jurnal Akuntansi*, 2295. <https://doi.org/10.24843/eja.2018.v25.i03.p25>
- Fredricka, J., & Komitek, J. (2021). Decision Support System for Determining Achievement Teachers Using Fuzzy-Analytical Hierarchy Process (F-AHP) (Case Study: SMP IT Khairunnas Bengkulu) Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Guru Berprestasi Menggunakan Fuzzy-Analytical Hierarchy Process (F-AHP) (Studi Kasus: SMP IT Khairunnas Bengkulu) Decision Support System for Determining Achievement Teachers Using Fuzzy-Analytical Hierarchy Process (F-AHP) (Case Study: SMP IT Khairunnas Bengkulu). *JURNAL KOMITEK*, 1(2), 373–378. <https://doi.org/10.53697/jkomitek.v1i2>
- Hasanah, H. (n.d.). *TEKNIK-TEKNIK OBSERVASI (Sebuah Alternatif Metode Pengumpulan Data Kualitatif Ilmu-ilmu Sosial)*.
- Loso Judijanto, E. S. A. A. B. E. S. U. K. (2024). Pengaruh Peran Teknologi Blockchain terhadap Efisiensi Proses Pelaporan Keuangan dan Proses Akuntansi pada Industri Perbankan di Indonesia. *Sanskara Akuntansi Dan Keuangan*.

- Mahayani, N. K. R., & Wirakusuma, M. G. (2019). Pengaruh Faktor Internal dan Faktor Eksternal Perusahaan Pada Kecepatan Publikasi Laporan Keuangan. *E-Jurnal Akuntansi*, 336. <https://doi.org/10.24843/eja.2019.v27.i01.p13>
- Mauliyah, N. I., & Prastiwi, D. A. (2019). Analysis of Accounting Infomation System Distribution of BOP RA Fund) Cash Study on RA Perwanida Karangrejo 02). *Jurnal Ilmu-Ilmu Ekonomi*, 12. <https://doi.org/10.35457/akuntabilitas.v12i1.720>
- Mushawir, Wafa S, Z., & Mubarok, A. (2023). Analisis Karakteristik Perusahaan yang Mempengaruhi Kepemilikan Investor Institusi. *Permana: Jurnal Perpajakan, Manajemen, Dan Akuntansi*, 15(1), 80–93. <https://doi.org/10.24905/permana.v15i1.272>
- Pranoto, A. O., & Sedyono, E. (2021). Perancangan Sistem Informasi Inventaris Barang Berbasis Web. *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 7(2). <https://doi.org/10.28932/jutisi.v7i2.3597>
- Rahmawati, A., & Wahyuningsih, Rr. S. H. (2022). Peningkatan Tata Kelola Koperasi Simpan Pinjam Pembiayaan Syaria'ah BUEKA Walidah Mulia. *Jurnal Inovasi Dan Penerapan Ipteks*, 10(1), 28–38. <https://doi.org/10.18196/berdikari.v10i1.13525>
- SUMINI. (2020). Management Accounting System, Internal Control of Credit Sales and Accounts Receivable Collections in Bakery Industry. *International Journal of Finance & Banking Studies*, (2147-4486), 9(3), 105–111. <https://doi.org/10.20525/ijfbs.v9i3.812>
- Sunardi, N. T. dan K. S. (2023). Manfaat Penerapan Sistem Informasi Akuntansi Terhadap Kualitas Laporan Keuangan Bank Jatim Syariah Cabang Jember. *Mazinda Jurnal Akuntansi, Keuangan, Dan Bisnis*, <https://journal.ibrahimy.ac.id/index.php/mazinda/index>
- Yogiswara, G. H., & Sadha Suardikha, I. M. (2018). Pengaruh Sistem Informasi Akuntansi pada Profitabilitas dengan Ketidakpastian Tugas sebagai Variabel Pemoderasi. *E-Jurnal Akuntansi*, 1634. <https://doi.org/10.24843/eja.2018.v25.i03.p01>

Keberlanjutan Tradisi Adat dan Transformasi Kemandirian Ekonomi Lokal: Pelajaran dari Swasembada Pangan di Kampung Naga

Muslim Sabarisman^{1*}

¹Pusat Riset Kesejahteraan Sosial Desa dan Konektivitas, Badan Riset dan Inovasi Nasional
Email: sleem.ndr@gmail.com

Abstrak

Sistem pangan global menghadapi kerentanan yang semakin besar terhadap guncangan dan tekanan modernisasi yang mengancam kedaulatan pangan lokal. Komunitas adat seperti Kampung Naga menunjukkan bagaimana kearifan lokal dapat menciptakan sistem pangan yang tangguh. Penelitian ini mengkaji bagaimana nilai-nilai dan praktik tradisional mendukung swasembada pangan dan pembangunan ekonomi berkelanjutan di Kampung Naga. Dengan menggunakan pendekatan studi kasus kualitatif, peneliti melakukan wawancara mendalam dan observasi partisipatif terhadap 15 informan kunci yang meliputi tokoh adat, petani, perempuan, dan pemuda. Data dianalisis secara tematis untuk mengidentifikasi pola dan wawasan. Hasil penelitian menemukan bahwa swasembada pangan dicapai melalui tiga pendekatan utama: pertanian organik menggunakan varietas padi lokal (*pare ageung*) dan pupuk alami, pengelolaan sumber daya air yang efisien secara kolektif, serta lembaga sosial yang kuat termasuk lumbung komunal (*leuit*) dan tradisi gotong royong. Praktik-praktik ini menciptakan jaring pengaman sosial-ekonomi yang andal bagi masyarakat. Namun, studi ini juga mengungkapkan tantangan dalam menyeimbangkan norma tradisional dengan kebutuhan modern. Masyarakat menghadapi kesulitan dalam mempertahankan larangan budaya untuk meminta bantuan eksternal sementara membutuhkan adopsi teknologi baru dan akses modal untuk pertumbuhan ekonomi. Penelitian menyimpulkan bahwa ketahanan pangan yang berhasil di Kampung Naga bergantung pada kombinasi kearifan lokal, kepemimpinan tradisional yang efektif, dan kebijakan pemerintah yang mendukung serta menghormati hak-hak masyarakat adat. Pendekatan terpadu ini menciptakan sistem pangan yang berkelanjutan secara ekonomi, sosial, dan lingkungan, serta menawarkan pelajaran berharga bagi komunitas lain yang menghadapi tantangan serupa.

Kata kunci: Swasembada pangan, Kearifan lokal, Kampung adat naga, Tradisi berkelanjutan, Ekonomi lokal.

Abstract

*Global food systems face increasing vulnerability to shocks and modernization pressures that threaten local food sovereignty. Indigenous communities like Kampung Naga demonstrate how local wisdom can create resilient food systems. This study examines how traditional values and practices support food self-sufficiency and sustainable economic development in Kampung Naga. Using a qualitative case study approach, researchers conducted in-depth interviews and participatory observations with 15 key informants including traditional leaders, farmers, women, and youth. Data were analyzed thematically to identify patterns and insights. The research found that food self-sufficiency is achieved through three key approaches: organic farming using local rice varieties (*pare ageung*) and natural fertilizers, efficient collective management of water resources, and strong social institutions including communal granaries (*leuit*) and mutual cooperation traditions. These practices create a reliable socio-economic safety net for the community. However, the study also revealed challenges in balancing traditional norms with modern needs. The community struggles with maintaining cultural prohibitions against seeking external help while needing to adopt new technologies and access capital for economic growth. The research concludes that successful food security in Kampung Naga depends on combining local wisdom, effective traditional leadership, and supportive government policies that respect indigenous rights. This integrated approach creates food systems that are economically, socially, and environmentally sustainable, offering valuable lessons for other communities facing similar challenges.*

Keywords: Food self-sufficiency, Local wisdom, Naga traditional village, Sustainable traditions, Local economy

PENDAHULUAN

Sistem pangan global saat ini berada pada persimpangan jalan yang kritis. Didominasi oleh pertanian industri yang bergantung pada input kimia dan rantai pasokan global yang kompleks, sistem ini telah menciptakan kerentanan yang mendalam terhadap guncangan, mulai dari pandemi, konflik geopolitik, hingga dampak perubahan iklim yang semakin nyata (Pörtner *et al.*, 2022). Model ini tidak hanya menghasilkan jejak ekologis yang masif, termasuk degradasi tanah, hilangnya keanekaragaman hayati, dan polusi air (Brondizio *et al.*, 2019), tetapi juga sering mengabaikan dimensi keadilan sosial, meminggirkan petani kecil dan masyarakat adat yang justru menjadi penjaga utama agrobiodiversitas dunia (Bélanger & Pilling, 2019; Mekouar, 2023). Dalam konteks nasional, Indonesia, sebagai negara agraris dengan kekayaan budaya yang luar biasa, juga menghadapi paradoks ketahanan pangan. Di satu sisi, pemerintah berupaya mencapai swasembada komoditas strategis, namun di sisi lain, ketergantungan pada impor pangan tertentu dan alih fungsi lahan pertanian yang masif tetap menjadi ancaman serius (Indonesia, 2025). Tekanan globalisasi dan ekonomi pasar bebas semakin mengikis kedaulatan komunitas lokal atas sumber daya pangan mereka, mengancam keberlanjutan sistem pangan yang telah dibangun secara turun-temurun.

Pada tingkat lokal, desa-desa adat di Indonesia menawarkan narasi tandingan yang inspiratif terhadap krisis sistem pangan global yang monokultural. Masyarakat adat, dengan pengetahuan tradisionalnya, telah lama mempraktikkan sistem pertanian yang berkelanjutan, resilien, dan terintegrasi dengan nilai-nilai kultural.

Kampung Naga di Kabupaten Tasikmalaya Jawa Barat merupakan contoh nyata dari benteng pertahanan ini. Sebagai sebuah komunitas adat yang menjaga ketat tradisi leluhurnya, Kampung Naga telah mempertahankan kemandirian pangan melalui praktik-praktik agroekologi yang selaras dengan alam, tanpa ketergantungan pada input eksternal seperti pupuk dan pestisida kimia sintetis (Rosset & Altieri, 2017). Mereka membuktikan bahwa kedaulatan pangan bukan semata-mata tentang volume produksi, melainkan tentang kontrol komunitas atas sistem pangan mereka sendiri, mulai dari benih, metode budidaya, hingga distribusi dan konsumsi (Saragih, 2015). Namun, komunitas seperti Kampung Naga tidak kebal dari tekanan zaman.

Gelombang modernisasi, perubahan iklim, dan tarikan ekonomi global menciptakan dilema yang kompleks: bagaimana mempertahankan tradisi yang berkelanjutan sekaligus menjawab tuntutan ekonomi modern tanpa kehilangan identitas

kultural dan kemandiriannya (Escobar, 2020). Ketegangan inilah yang menjadikan studi tentang transformasi kemandirian ekonomi lokal di Kampung Naga menjadi sangat urgen.

Tinjauan literatur mutakhir (*state of the art*) menunjukkan bahwa penelitian mengenai kemandirian pangan masyarakat adat telah banyak dilakukan, namun masih terdapat celah pengetahuan yang signifikan. Pertama, banyak studi menekankan pada aspek ekologis dan teknis dari pengetahuan tradisional. Menurut Berkes (2008), Altieri & Toledo (2011), misalnya telah mengonfirmasi secara cerdas bagaimana pengetahuan lokal yang diwariskan lintas generasi berfungsi sebagai modal sosial dan ekologis yang menjaga keseimbangan antara kebutuhan manusia dan kelestarian ekosistem. Studi-studi ini memberikan fondasi yang kuat untuk memahami keberlanjutan ekologis, tetapi kurang menyelami aspek transformasi ekonomi yang dialami komunitas tersebut dalam merespons tekanan global.

Kemudian kedua, literatur dari gerakan sosial seperti *La Via Campesina* (dikutip melalui (Saragih, 2015) dan kritik (Shiva, 2001) terhadap pertanian industri telah berhasil membingkai perjuangan masyarakat adat dalam kerangka "kedaulatan pangan" dan perlawanan terhadap homogenisasi budaya global. Mereka menegaskan hak masyarakat untuk menentukan sistem pangan mereka sendiri. Namun, analisis mereka seringkali berada pada level makro-politis dan kurang mengungkap mekanisme mikro-sosial dan ekonomi di tingkat komunitas tentang bagaimana nilai-nilai kedaulatan ini diterjemahkan, dipertahankan, dan ditransformasikan dalam praktik ekonomi sehari-hari di tengah tekanan yang tak terelakkan.

Selanjutnya ketiga, penelitian kontemporer seperti yang dilakukan (Patel *et al.*, 2020) mulai menggeser fokus dari sekadar "produksi" menuju "resiliensi sistem sosial-ekonomi". Mereka menekankan bahwa kemandirian pangan adalah tentang membangun sistem yang tahan terhadap krisis. Meskipun demikian, penelitian mereka masih perlu dikonkretkan dalam konteks spesifik masyarakat adat seperti Kampung Naga, di mana resiliensi tidak hanya dibangun oleh strategi adaptif, tetapi juga oleh ketaatan pada nilai-nilai tradisi yang sakral dan struktur sosial yang kolektif.

Keempat, studi dari (Altieri & Nicholls, 2020) dan (Pretty & Bharucha, 2018) telah menyoroti pentingnya agroekologi dan pendidikan berbasis lokal sebagai jembatan antara tradisi dan modernitas. Mereka menawarkan solusi teknis dan pedagogis, namun kompleksitas "dilema adaptasi", seperti yang disinggung oleh (Escobar, 2020) tentang ketegangan antara harmoni alam dan ekonomi kompetitif perlu dikaji lebih

mendalam. Bagaimana sebuah komunitas yang sangat tertutup seperti Kampung Naga melakukan kalkulasi yang rumit dalam memilih inovasi mana yang dapat diadopsi tanpa mengorbankan inti dari tradisinya, masih merupakan pertanyaan yang belum sepenuhnya terjawab.

Kelima, literatur tentang peran kebijakan, seperti yang diulas (Kuhnlein *et al.*, 2013), menekankan pentingnya dukungan pemerintah. Namun, seringkali terdapat kesenjangan antara desain kebijakan di tingkat nasional dengan realitas sosiokultural di tingkat lokal. Penelitian ini berusaha mengisi celah ini dengan mengeksplorasi bentuk dukungan kebijakan seperti apa yang benar-benar selaras dengan logika internal dan sistem nilai komunitas adat seperti Kampung Naga, sehingga tidak justru menjadi bentuk intervensi yang disruptif.

Berdasarkan celah-celah dalam tinjauan tersebut, kebaruan penelitian ini terletak pada upayanya untuk menyintesis kelima dimensi tersebut seperti ekologis, politik, sosio-ekonomi, pedagogis, dan kebijakan dalam sebuah kerangka analisis yang terpadu. Penelitian ini tidak hanya memandang Kampung Naga sebagai museum hidup tradisi, tetapi sebagai sebuah entitas dinamis yang sedang mengalami transformasi. Fokusnya adalah pada dialektika antara *keberlanjutan tradisi adat* dan *transformasi kemandirian ekonomi lokal*, dengan menyelidiki mekanisme, strategi adaptasi, tantangan, dan model yang dikembangkan untuk mempertahankan kedaulatan pangan di tengah arus globalisasi. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk: Menganalisis dinamika keberlanjutan tradisi adat dan transformasi kemandirian ekonomi lokal dalam konteks swasembada pangan di Kampung Naga, serta mengidentifikasi faktor-faktor kunci yang mendukung dan menghambat proses tersebut.

METODE

Studi ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain studi kasus (Yin, 2018) untuk mengeksplorasi kemandirian pangan di Kampung Naga, Tasikmalaya. Sebanyak 15 informan yang dipilih secara purposif (Creswell & Creswell, 2017), meliputi tokoh adat, petani, perempuan, dan pemuda yang memberikan perspektif komprehensif tentang praktik tradisional yang berkelanjutan. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara mendalam dan observasi partisipatif (Stake, 1995) untuk memahami konteks sosial-budaya secara langsung. Data kemudian dianalisis secara tematik (Patton, 2014) guna mengidentifikasi pola-pola seperti swasembada pangan dan kearifan lokal, dengan

tujuan akhir memberikan kontribusi strategis bagi penguatan kemandirian ekonomi lokal yang berkelanjutan.



Gambar 1. Metodologi Flowchart

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kampung Naga Lestarkan Tradisi dan Budaya

Kampung Naga merupakan desa adat yang terletak di Desa Neglasari, Kecamatan Salawu, Kabupaten Tasikmalaya, Jawa Barat. Keberadaannya yang lestari hingga kini menjadi bukti nyata keteguhan masyarakat dalam mempertahankan adat dan tradisi leluhur meskipun sejarah asal-usul desa ini tidak sepenuhnya jelas. Secara geografis, kampung ini terletak pada ketinggian 584 meter di atas permukaan laut dengan luas keseluruhan wilayahnya 10 Ha, yang terdiri dari kawasan hutan lindung dan hutan larangan seluas 3,5 Ha, 1,5 hektar lahan pemukiman penduduk, sawah dan kebun pertanian $\pm$ 5 hektar persegi, yang didominasi perbukitan dan cekung terasering subur. Letaknya yang berjarak 17 km dari pusat Kota Tasikmalaya tidak mengurangi kekhasan budaya yang tetap terjaga di tengah pengaruh modernisasi.

Masyarakat Kampung Naga terdiri dari 281 jiwa yang tergabung dalam 102 Kepala Keluarga (KK). Aturan adat yang ketat membatasi jumlah rumah maksimal 113 unit, dengan prinsip satu rumah untuk satu kepala keluarga. Kebijakan ini menyebabkan anggota

keluarga yang ingin membangun rumah baru harus tinggal di luar kawasan kampung, menjadi mekanisme alami dalam mengendalikan pertumbuhan populasi. Pola permukiman yang padat dengan rumah-rumah berdekatan justru memperkuat ikatan sosial. Kehidupan komunal tercermin dari kepedulian warga terhadap kondisi tetangga, dimana asap dapur yang tidak mengepul dalam sehari dapat menjadi pertanyaan bagi tetangga sekitar mengenai keadaan penghuninya.

Sistem pemerintahan di Kampung Naga mengintegrasikan kepemimpinan adat dan formal. Tiga tokoh adat seperti Kuncen (pemimpin upacara), Punduh (koordinator sosial), dan Lebe (penghulu agama) yang memegang peran penting dalam menjaga tradisi. Suksesi kepemimpinan ini dilakukan secara turun-temurun, berbeda dengan kepemimpinan formal desa yang mengikuti prosedur pemerintah. Kepala Desa Neglasari menjelaskan bahwa meskipun terdapat perbedaan sistem, kedua struktur kepemimpinan ini memiliki kesamaan dalam mengutamakan musyawarah dan kebersamaan. Setiap keputusan penting, baik menyangkut masalah sosial maupun pengelolaan sumber daya alam, selalu dibahas melalui forum musyawarah yang melibatkan seluruh masyarakat.

Keyakinan masyarakat terhadap adat istiadat tercermin dalam berbagai aspek kehidupan. Mereka meyakini bahwa menjaga tradisi merupakan bentuk penghormatan kepada leluhur, dan setiap pelanggaran dianggap tabu yang dapat mendatangkan malapetaka. Kepercayaan terhadap makhluk halus seperti *jurig cai* (penunggu sungai) dan *ririwa* (penunggu malam) masih dipegang kuat. Aturan adat juga mengatur tata cara pembangunan rumah yang harus berbentuk panggung dari bahan bambu dan kayu, dengan atap dari daun nipah atau ijuk, tanpa cat, dan tanpa perabotan modern.

Konsep ruang dan waktu dalam kepercayaan masyarakat Kampung Naga mendapatkan perhatian khusus. Tempat-tempat tertentu dianggap memiliki kekuatan spiritual, sehingga sering dipasang sasajen (sesaji) sebagai bentuk penghormatan. Sistem palintangan (penentuan waktu berdasarkan perhitungan tradisional) mengatur aktivitas penting, dengan bulan Sapar dan Ramadhan dianggap sebagai waktu yang tabu untuk mengadakan upacara.

Potensi sumber daya alam Kampung Naga cukup melimpah, terutama di sektor pertanian. Komoditas unggulan berupa padi besar (*pare ageung*) yang merupakan varietas lokal warisan leluhur, ditanam dengan sistem organik tanpa pestisida. Kesuburan tanah memungkinkan panen hingga tiga kali setahun, meskipun sebagian besar lahan masih dipanen dua kali setahun. Budaya gotong royong yang masih kental menjadi tulang

panggung aktivitas pertanian dan sosial kemasyarakatan. Lembaga Adat Desa (LAD) berperan sebagai mediator antara masyarakat dengan pemerintah, sekaligus mengkoordinasikan musyawarah untuk membahas kepentingan desa.

Secara keseluruhan, Kampung Naga merupakan contoh komunitas yang berhasil mempertahankan identitas budaya di tengah derasnya arus modernisasi. Kearifan lokal yang terkandung dalam berbagai aspek kehidupan masyarakatnya menjadi warisan berharga bagi generasi mendatang, sekaligus bukti bahwa tradisi dan modernitas dapat berjalan beriringan ketika dikelola dengan bijaksana.

Swasembada Pangan di Kampung Naga

Kampung Naga telah mencapai swasembada pangan melalui integrasi pengelolaan sumber daya alam yang bijaksana, praktik pertanian tradisional, dan budaya gotong royong yang mengakar kuat. Kesuburan tanah yang optimal didukung iklim yang sesuai memungkinkan produksi padi lokal (*pare ageung*) dan komoditas lainnya dengan teknik ramah lingkungan, menggunakan pupuk alami tanpa pestisida.

Budaya gotong royong menjadi tulang punggung efisiensi produksi, di mana masyarakat bekerjasama dari tahap penanaman hingga panen sambil saling berbagi pengetahuan. Sistem pertanian skala kecil berfokus pada padi sebagai komoditas utama yang disimpan dalam lumbung keluarga (*goah*) dan lumbung besar bersama (*leuit*), dengan penjualan hanya dilakukan ketika produksi melebihi kebutuhan konsumsi.

Meski varietas lokal menghasilkan produktivitas lebih rendah, masyarakat mempertahankannya melalui penyisihan benih dari panen sebelumnya, didukung adopsi terbatas varietas unggul bersubsidi. Kestabilan populasi melalui regulasi tempat tinggal menjaga keseimbangan antara ketersediaan lahan dan kebutuhan pangan, didukung sistem pengelolaan air yang efektif untuk menjaga produktivitas sepanjang musim.

Ketaatan pada ritual pertanian tradisional dan aturan adat memperkuat keberlanjutan sistem sekaligus menjaga identitas budaya. Kombinasi faktor-faktor ini menciptakan model ketahanan pangan yang menekankan harmoni antara budaya, lingkungan, dan praktik pertanian berkelanjutan, menjadikan Kampung Naga contoh nyata swasembada pangan berbasis kearifan lokal.

Tradisi dan Konteks Kemandirian Pangan Kecukupan

Keberlanjutan tradisi menjadi pilar utama dalam sistem kemandirian pangan Kampung Naga. Masyarakat secara konsisten mempertahankan praktik pertanian warisan leluhur yang tidak hanya memperkuat identitas budaya, tetapi juga menjamin ketahanan

pangan mereka. Penerapan pertanian berkelanjutan dengan varietas padi lokal (*pare ageung*) dan metode ramah lingkungan berhasil mempertahankan kesuburan tanah sekaligus menghasilkan panen yang optimal.

Beberapa tradisi pertanian tetap dijalankan dengan disiplin, antara lain: penentuan waktu tanam berdasarkan weton (hari lahir) petani yang diawali ritual doa, upacara sebelum tanam dan panen, serta penyimpanan padi di Leuit Ageung (lumbung besar). Sistem “Ngaleuseuhan” mewajibkan petani menyeter 3-4 kg gabah ke lumbung desa sebelum mengonsumsi hasil panen, menciptakan cadangan pangan komunitas.

Mekanisme gotong royong dalam aktivitas pertanian dan sistem arisan padi (1-2 kuintal per panen) memperkuat solidaritas sosial sekaligus menjadi jaring pengaman ekonomi. Falsafah "Nyucuk Jeruk" yang menekankan kemandirian dan penyelesaian masalah secara mandiri, telah membentuk ketahanan mental warga dalam menghadapi tantangan.

Integrasi nilai-nilai budaya dengan praktik pertanian ini menciptakan model ketahanan pangan yang holistik, di mana aspek spiritual, sosial, dan ekologis menyatu dalam sistem produksi pangan berkelanjutan. Kampung Naga membuktikan bahwa pelestarian tradisi bukanlah penghambat modernisasi, melainkan fondasi kokoh untuk mencapai kemandirian pangan yang berkelanjutan.

Dampak Swasembada Pangan terhadap Kemandirian Ekonomi Desa Adat

Pencapaian kemandirian pangan di Kampung Naga telah menjadi fondasi kokoh bagi penguatan ekonomi lokal. Dengan sistem pertanian berkelanjutan, masyarakat tidak hanya mampu memenuhi kebutuhan pangan sendiri, tetapi juga menghasilkan surplus yang dapat dipasarkan sehingga meningkatkan pendapatan keluarga.

Berkurangnya ketergantungan pada pasokan pangan luar desa memberikan keleluasaan dalam pengelolaan sumber daya lokal. Masyarakat dapat mendiversifikasi usaha dengan memproduksi berbagai komoditas seperti beras, sayuran, dan umbi-umbian, yang menciptakan stabilitas ekonomi. Surplus hasil pertanian yang dipasarkan ke desa-desa sekitar memperkuat jaringan ekonomi lokal dan membuka lapangan kerja baru di sektor pertanian, pengolahan makanan, dan perdagangan.

Kemandirian pangan juga meningkatkan daya tawar masyarakat terhadap fluktuasi harga pasar. Dengan ketersediaan pangan yang memadai, mereka dapat menentukan harga secara lebih bijak tanpa terpengaruh permainan pasar. Kondisi ini memungkinkan Kampung Naga mempertahankan tradisi dan identitas budaya sambil beradaptasi dengan

tuntutan zaman, menjadikannya contoh nyata sinergi antara kemandirian pangan dan ekonomi lokal yang berkelanjutan.

Transformasi Ekonomi Lokal Berbasis Tradisi dan Inovasi Masa Kini

Kampung Naga menunjukkan keberhasilan dalam memadukan tradisi dengan modernisasi untuk mendukung perekonomian lokal. Masyarakat berhasil mempertahankan kemandirian ekonomi melalui praktik pertanian berkelanjutan sambil membuka diri terhadap peluang ekonomi baru.

Transformasi utama terlihat pada peningkatan kualitas dan diversifikasi produk pertanian dengan tetap mempertahankan prinsip tradisional seperti rotasi tanaman dan pupuk organik. Integrasi teknologi sederhana dan pengetahuan modern meningkatkan produktivitas tanpa mengorbankan kearifan lokal.

Pariwisata berbasis komunitas berkembang pesat dengan mengandalkan keunikan budaya, arsitektur tradisional, dan ritual adat. Masyarakat terlibat aktif sebagai pemandu wisata, pengrajin, dan penyedia akomodasi. Pengembangan produk lokal seperti kerajinan tangan dan kuliner tradisional, yang dipasarkan melalui platform digital, memperluas jangkauan pasar.

Transformasi ini membuktikan bahwa masyarakat adat mampu beradaptasi dengan perkembangan zaman tanpa kehilangan identitas, menciptakan model kemandirian ekonomi berkelanjutan yang menginspirasi komunitas adat lainnya.

Konflik Tradisi Lokal dan Transformasi Inovasi

Hasil penelitian di Kampung Naga mengungkapkan adanya ketegangan antara pelestarian tradisi dan kebutuhan inovasi ekonomi. Di satu sisi, masyarakat teguh mempertahankan aturan adat seperti larangan penggunaan teknologi tertentu dan pembatasan partisipasi dalam program bantuan eksternal. Di sisi lain, hal ini membatasi potensi pengembangan ekonomi di era globalisasi.

Konflik jelas terlihat dalam penolakan pengajuan proposal bantuan pemerintah yang tidak seharusnya langsung kepada masyarakat adat Kampung Naga, tetapi harus melalui pemerintah desa Neglasari terlebih dahulu dan itupun harus dimusyawarahkan dulu antara tokoh adat dan pemerintah desa, agar tidak terjadi konflik sosial. Sebagai contoh masuknya program *Youth Entrepreneurship and Employment Support Service (YESS)*, dari Kementerian Pertanian berupa hibah kompetitif untuk modal usaha (hingga Rp 50 juta), pelatihan (*workshop* bisnis dan pengelolaan), magang (peningkatan kapasitas SDM), dan Program Penumbuhan Wirausahawan Muda Pertanian (PWMP). Bantuan ini bertujuan

untuk mendorong wirausahawan muda pedesaan agar lebih tangguh dan berkualitas. Program ini ditujukan bagi para pemuda, khususnya di wilayah pedesaan, untuk mengembangkan perekonomian melalui kewirausahaan dan menambah peluang kerja.

Contoh konflik dengan alasan melanggar aturan adat, seperti diungkapkan seorang informan: "*Mengajukan proposal kepada pihak luar tidak sesuai dengan prinsip adat kami. Di desa ini, kami tidak diperbolehkan 'mengemis'*" (Informan 3, 2023). Informan lain menambahkan: "*Kami bingung karena di satu sisi ingin maju, namun harus tetap menghormati adat istiadat*" (Informan 4, 2023).

Kemajuan teknologi pertanian dan digitalisasi usaha juga sering terhambat kekhawatiran akan pelanggaran adat. Masyarakat menghadapi dilema kompleks: mempertahankan nilai kemandirian warisan leluhur sambil menyesuaikan diri dengan tuntutan zaman.

Kesenjangan ini memerlukan pendekatan fleksibel melalui musyawarah adat untuk menemukan keseimbangan antara menjaga identitas budaya dan meningkatkan kesejahteraan ekonomi, agar Kampung Naga tetap relevan tanpa kehilangan jati diri.

Dukungan Kebijakan Publik dalam Menyajikan Gerakan Kedaulatan Pangan

Dukungan kebijakan publik menjadi faktor kunci dalam mewujudkan kedaulatan pangan di Kampung Naga, dengan tokoh adat berperan sebagai jembatan antara pemerintah dan masyarakat. Seperti ditegaskan oleh pemimpin adat setempat: "*Kita di sini bukan hanya untuk melestarikan budaya, tetapi juga untuk melestarikan alam sebagai sumber kehidupan. Kita dapat menjalankan sistem pertanian kita dengan baik ketika kebijakan pemerintah mendukung hak kita atas tanah dan sumber air.*" (Informan 1, 2023)

Kebijakan yang menghormati kearifan lokal terbukti efektif, seperti program bantuan pertanian berkelanjutan yang tidak memaksakan perubahan metode tradisional. Seorang tokoh adat menjelaskan: "*Pelatihan pemerintah memang bermanfaat, tetapi yang lebih penting, mereka tidak memaksa kami mengubah metode pertanian tradisional. Kami masih bisa menggunakan metode rotasi tanaman yang diajarkan nenek moyang.*" (Informan 2, 2023)

Tetapi, terdapat tantangan dari kebijakan yang kurang berpihak, seperti perluasan lahan pertanian komersial yang mengancam wilayah adat. "*Kami melihat tekanan dari investor yang ingin memasuki tanah kami. Hal ini mengancam keberlanjutan pangan lokal,*" ungkap Informan 1 (2023). Transformasi ekonomi Kampung Naga berhasil memadukan tradisi dengan inovasi digital. Pemanfaatan teknologi untuk promosi produk

organik dan pariwisata budaya dilakukan tanpa mengabaikan prinsip adat. Seperti disampaikan tokoh masyarakat: "*Teknologi membantu kita memperkenalkan produk ke luar daerah, namun kita tetap melestarikan adat istiadat dan alam sebagai identitas kita.*" (Informan 1, 2023)

Kebijakan publik yang inklusif dan dialog berkelanjutan antara pemerintah dengan masyarakat adat terbukti essential dalam menciptakan keseimbangan antara pembangunan ekonomi dan kelestarian budaya.

Implikasi Teoretis dan Praktik

Studi Kampung Naga memberikan kontribusi signifikan dalam memperkaya teori pemberdayaan masyarakat dan ekologi politik, dengan menegaskan bahwa keberhasilan swasembada pangan tidak hanya ditentukan oleh faktor teknis semata, tetapi justru sangat bergantung pada nilai-nilai budaya, sistem sosial, dan praktik tradisional yang diwariskan turun-temurun. Temuan ini memperkuat pandangan bahwa pendekatan holistik yang mengintegrasikan aspek sosial, budaya, dan ekologi menjadi kunci keberhasilan pembangunan pertanian berkelanjutan.

Dari sisi praktis, penelitian ini menekankan pentingnya menghormati norma adat dalam setiap program pembangunan, menyelenggarakan pendidikan berbasis tradisi lokal bagi generasi muda, menjamin perlindungan hak atas tanah masyarakat adat, serta menerapkan adaptasi teknologi yang kontekstual dan selaras dengan kearifan lokal setempat.

Relasi Kemandirian Pangan, Tradisi, dan Ekonomi

Analisis mendalam mengungkap hubungan simbiotik yang kompleks antara kemandirian pangan, keberlanjutan tradisi, dan transformasi ekonomi di Kampung Naga. Kemandirian pangan berperan sebagai fondasi utama stabilitas ekonomi melalui kemampuan masyarakat dalam memenuhi kebutuhan pangan secara mandiri sehingga mengurangi ketergantungan pada pasar eksternal yang fluktuatif. Di sisi lain, keberlanjutan tradisi memperkuat praktik pertanian berkelanjutan melalui preservasi benih lokal, teknik organik, dan pengelolaan sumber daya yang bijaksana.

Melestarikan benih leluhur juga berperan penting dalam kemandirian ekonomi. Dengan memelihara benih lokal, masyarakat Kampung Naga tidak bergantung pada benih komersial yang seringkali mahal dan sulit diakses. Benih-benih ini juga lebih adaptif terhadap kondisi lokal, sehingga lebih tahan terhadap perubahan cuaca atau serangan hama tertentu, yang merupakan faktor penting dalam sistem pangan berkelanjutan (Shiva, 2016).

Dalam konteks ini, Kampung Naga dapat mempertahankan tradisi dan kemandirian ekonominya melalui praktik pertanian yang berbasis pada keberlanjutan sumber daya alam lokal.

Selain itu, budaya kerja sama dalam pengelolaan pertanian dan peningkatan infrastruktur desa menekankan pentingnya kebersamaan dan solidaritas sosial. Kerja sama membantu mengurangi biaya tenaga kerja dan memperkuat ikatan sosial antar warga, yang pada akhirnya menciptakan stabilitas ekonomi di tingkat lokal. Kerja sama ini dapat dipandang sebagai praktik yang tidak hanya mendukung efisiensi pertanian tetapi juga memperkuat jaringan sosial yang penting dalam membangun ketahanan ekonomi lokal (Slikkerveer, 2019).

Transformasi ekonomi kemudian terjadi melalui integrasi yang harmonis antara praktik tradisional dengan inovasi modern, menciptakan siklus positif dimana pertumbuhan ekonomi menyediakan sumber daya untuk melestarikan tradisi, sementara nilai-nilai budaya memberikan fondasi kokoh bagi pembangunan ekonomi yang berkelanjutan.

Kendala dan Tantangan

Dalam perjalanan menuju swasembada pangan, Kampung Naga menghadapi berbagai kendala dan tantangan yang kompleks. Di bidang teknologi, masyarakat mengalami keterbatasan akses terhadap teknologi pertanian modern yang lebih efisien. Perubahan iklim yang tidak menentu menjadi ancaman serius terhadap produktivitas pertanian, sementara keterbatasan akses modal dan kredit menghambat kemampuan petani untuk berinvestasi dalam peningkatan hasil pertanian.

Aspek sosial-budaya juga memunculkan ketegangan antara keinginan mempertahankan tradisi dengan kebutuhan untuk mengadopsi inovasi, ditambah dengan keterbatasan infrastruktur berupa fasilitas penyimpanan dan distribusi yang memadai.

Integrasi Kearifan Lokal dalam Kebijakan

Pengalaman Kampung Naga membuktikan bahwa kebijakan publik akan efektif ketika mampu menghormati hak atas tanah dan sumber daya alam masyarakat adat, memfasilitasi program-program yang selaras dengan kearifan lokal, mendorong kolaborasi lintas sektor, serta mengembangkan pasar lokal yang adil dan berkeadilan.

Kebijakan yang inklusif dan responsif terhadap konteks lokal terbukti mampu menciptakan sinergi yang produktif antara pembangunan ekonomi dan kelestarian budaya, dimana pemerintah dan masyarakat adat dapat bekerja sama dalam merumuskan kebijakan yang seimbang antara kepentingan ekonomi dan keberlanjutan ekologis.

Tantangan dan Peluang Swasembada Pangan di Kampung Naga

Kampung Naga menghadapi dilema dalam mencapai swasembada pangan akibat kebijakan adat yang ketat dalam pengelolaan sumber daya alam. Kendala utama adalah aturan adat yang melarang masyarakat mengajukan proposal bantuan karena dianggap sebagai bentuk “meminta-minta.” Hal ini membatasi akses terhadap peluang pendanaan luar. Namun, pendekatan kolaboratif seperti pembentukan koperasi adat dapat menjadi solusi agar masyarakat tetap berdaya tanpa melanggar norma budaya. Selain itu, keterbatasan akses pasar juga menjadi tantangan yang perlu diatasi melalui inovasi distribusi dan promosi berbasis digital.

Meskipun aturan ini bertujuan menjaga kelestarian lingkungan dan keseimbangan ekosistem, di sisi lain membatasi perluasan lahan pertanian untuk memenuhi kebutuhan pangan yang terus meningkat. Keterbatasan ini diperparah oleh ketergantungan pada metode pertanian tradisional yang kurang efisien, serta hambatan akses lahan bagi masyarakat non-adat sekitar.

Akan tetapi, masyarakat mulai membuka peluang ekonomi baru melalui pengembangan produk non-beras seperti kerajinan tangan dan hasil pertanian organik yang tidak diatur seketat produksi padi. Integrasi teknologi informasi dan pemasaran digital menjadi solusi strategis untuk memperluas jangkauan pasar tanpa mengorbankan prinsip adat. Kolaborasi inklusif antara masyarakat adat dan non-adat dalam pengembangan komoditas alternatif ini berpotensi menciptakan kesejahteraan ekonomi yang lebih merata, sambil tetap menjaga kelestarian budaya dan lingkungan sebagai prioritas utama.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa Kampung Naga merupakan contoh nyata keberhasilan integrasi antara kearifan lokal dan pembangunan berkelanjutan. Keberhasilan masyarakat dalam mencapai swasembada pangan tidak terlepas dari implementasi nilai-nilai tradisi yang diwariskan turun-temurun, didukung oleh sistem sosial yang kuat dan kepemimpinan adat yang efektif.

Penelitian menyimpulkan bahwa ketahanan pangan yang berhasil di Kampung Naga bergantung pada kombinasi kearifan lokal, kepemimpinan tradisional yang efektif, dan kebijakan pemerintah yang mendukung serta menghormati hak-hak masyarakat adat. Pendekatan terpadu ini menciptakan sistem pangan yang berkelanjutan secara ekonomi, sosial, dan lingkungan, serta menawarkan pelajaran berharga bagi komunitas lain yang menghadapi tantangan serupa.

Kemandirian pangan di Kampung Naga dibangun melalui tiga pilar utama: pertama, penerapan sistem pertanian berkelanjutan berbasis kearifan lokal dengan penggunaan varietas padi asli (*pare ageung*), teknik organik, dan pengelolaan air yang efisien; kedua, pelestarian tradisi melalui ritual pertanian, sistem lumbung komunal (*leuit*), dan gotong royong yang memperkuat ketahanan sosial; ketiga, transformasi ekonomi berbasis nilai-nilai lokal melalui pengembangan pariwisata budaya, kerajinan tangan, dan pemasaran digital.

Namun demikian, Kampung Naga juga menghadapi tantangan kompleks dalam menjaga keseimbangan antara tradisi dan modernisasi. Keterbatasan akses teknologi, tekanan perubahan iklim, dan ketegangan antara norma adat dengan kebutuhan pengembangan ekonomi menjadi faktor penghambat yang perlu diatasi. Kebijakan publik yang inklusif dan responsif terhadap konteks lokal terbukti menjadi kunci penting dalam mendukung kedaulatan pangan masyarakat adat.

Secara teoretis, studi ini memperkaya pemahaman tentang ekologi politik dan pemberdayaan masyarakat dengan menunjukkan bahwa keberlanjutan sistem pangan tidak hanya bergantung pada faktor teknis, tetapi juga pada dimensi sosial-budaya yang melekat dalam masyarakat. Model keberlanjutan swasembada pangan di Kampung Naga menawarkan pendekatan holistik yang relevan untuk replikasi di komunitas adat lainnya, dengan penyesuaian kontekstual sesuai karakteristik lokal.

Akhirnya, keberhasilan Kampung Naga membuktikan bahwa pelestarian tradisi bukanlah penghambat pembangunan, melainkan fondasi kokoh untuk membangun ketahanan pangan dan ekonomi yang berkelanjutan. Sinergi antara kearifan lokal, inovasi terbatas, dan kebijakan yang mendukung menjadi kunci terciptanya sistem pangan yang tidak hanya produktif, tetapi juga berkelanjutan secara ekologis, sosial, dan budaya.

Berdasarkan temuan penelitian, direkomendasikan serangkaian strategi pengembangan yang komprehensif untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat Kampung Naga. Pengembangan pariwisata berbasis masyarakat dengan pendekatan digital menjadi salah satu pilihan strategis, didukung dengan pemberian pelatihan keterampilan yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan. Peningkatan infrastruktur pendukung pariwisata perlu dilakukan secara bertahap, disertai dengan penyelenggaraan festival budaya tahunan yang dapat menjadi wahana promosi produk lokal.

Pemantauan dan evaluasi berkala terhadap program yang berjalan diperlukan untuk memastikan efektivitasnya, dengan prinsip utama yaitu melibatkan masyarakat adat secara

aktif dalam setiap proses perencanaan dan pengambilan keputusan pembangunan. Model Kampung Naga pada akhirnya membuktikan bahwa integrasi yang seimbang antara tradisi dan inovasi mampu menciptakan sistem ketahanan pangan dan ekonomi yang berkelanjutan, sekaligus menjaga identitas budaya lokal di tengah arus modernisasi.

Meskipun berpegang pada adat, masyarakat Kampung Naga mulai terbuka terhadap inovasi ekonomi berbasis komunitas. Salah satunya melalui pengembangan pariwisata budaya dan produk pertanian organik. Dukungan program pemerintah seperti YESS (*Youth Entrepreneurship and Employment Support Services*) juga menjadi langkah awal dalam memperkenalkan konsep *smart village* yang mengintegrasikan teknologi informasi untuk promosi produk lokal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Pemerintah Desa Neglasari atas dukungannya selama proses penelitian ini. Kami juga menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada Tokoh Adat Kampung Naga yang telah berbagi ilmu dan wawasan berharga. Kami juga ingin mengucapkan terima kasih kepada para pendamping Kampung Naga dan tim pendamping Program YESS, Dinas Pertanian Kabupaten Tasikmalaya, Politeknik Pembangunan Pertanian (Polbangtan) Bogor, yang selalu siap membantu dan mendukung kegiatan kami. Kami juga ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada masyarakat Kampung Naga yang telah menerima dan berpartisipasi aktif dalam penelitian ini dengan penuh keterbukaan dan keramahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2020). Agroecology: Challenges and opportunities for farming in the Anthropocene. *Ciencia e Investigación Agraria: Revista Latinoamericana de Ciencias de La Agricultura*, 47(3), 204–215.
- Altieri, M. A., & Toledo, V. M. (2011). The agroecological revolution in Latin America: rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants. *Journal of Peasant Studies*, 38(3), 587–612.
- Bélanger, J., & Pilling, D. (2019). *The state of the world's biodiversity for food and agriculture*. FAO;
- Berkes, F. (2008). Chapter 4: Traditional knowledge systems in practice. *Sacred Ecology*, 71–96.
- Brondízio, E. S., Settele, J., Diaz, S., & Ngo, H. T. (2019). *Global assessment report of the intergovernmental science-policy platform on biodiversity and ecosystem services*. IPBES.

- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.
- Escobar, A. (2020). *Pluriversal politics: The real and the possible*. Duke University Press.
- Indonesia, M. A. (2025). Ketahanan Pangan Indonesia Terancam? Ini Fakta yang Harus Anda Ketahui! *Inovasi Pertanian*. <https://matariagro.com/articles/ketahanan-pangan-indonesia-terancam-ini-fakta-yang-harus-anda-ketahui>
- Kuhnlein, H. V, Erasmus, B., Spigelski, D., & Burlingame, B. (2013). *Indigenous peoples' food systems and well-being: interventions and policies for healthy communities*.
- Mekouar, M. A. (2023). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). *Yearbook of International Environmental Law*, 34(1), yvae031.
- Patel, S. K., Sharma, A., & Singh, G. S. (2020). Traditional agricultural practices in India: an approach for environmental sustainability and food security. *Energy, Ecology and Environment*, 5(4), 253–271.
- Patton, M. Q. (2014). *Qualitative research & evaluation methods: Integrating theory and practice*. Sage publications.
- Pörtner, H.-O., Roberts, D., Tignor, M., Poloczanska, E., Mintenbeck, K., Alegría, A., Craig, M., Langsdorf, S., Löschke, S., Möller, V., Okem, A., Rama, B., Belling, D., Dieck, W., Götze, S., Kersher, T., Mangele, P., Maus, B., Mühle, A., & Weyer, N. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>.
- Pretty, J., & Bharucha, Z. P. (2018). *Sustainable intensification of agriculture: greening the world's food economy*. Routledge.
- Rosset, P. M., & Altieri, M. A. (2017). *Agroecology: science and politics*.
- Saragih, H. (2015). Perjuangan petani dalam menegaskan kedaulatan pangan. *Makalah Dalam Seminar Tinjauan Akademis, Konsepsi, Dan Strategi Kedaulatan Pangan. Himpunan Mahasiswa Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian IPB*, 10.
- Shiva, V. (2001). *Stolen harvest: The hijacking of the global food supply*. Zed Books.
- Shiva, V. (2016). Seed sovereignty, food security. *Seed Sovereignty, Food Security: Women in the Vanguard of the Fight Against GMOS and Corporate Agriculture*. Berkeley, NC: North Atlantic Books, p. Vii.
- Slikkerveer, L. J. (2019). Gotong royong: An indigenous institution of communality and mutual assistance in Indonesia. *Integrated Community-Managed Development: Strategizing Indigenous Knowledge and Institutions for Poverty Reduction and Sustainable Community Development in Indonesia*, 307–320.
- Stake, R. (1995). *Case study research*. Springer.
- Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications*. Sage Thousand Oaks, CA.

Pemberdayaan Kelompok Masyarakat Pesisir Melalui Pengembangan Program Silvo-Ekowisata Mangrove di Desa Kuala Sempang Kecamatan Seri Koala Lobam Kabupaten Bintan, Indonesia

Febrianti Lestari^{1*}, Rika Anggraini², Harapin Hafid³

¹Prodi Magister Ilmu Lingkungan Program Pasca Sarjana, Universitas Maritim Raja Ali Haji

²Prodi Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan & Perikanan, Universitas Maritim Raja Ali Haji

³Prodi Pertenakan, Fakultas Peternakan, Universitas Haluoleo

Email: febi_lestary@umrah.ac.id

Abstrak

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk memberdayakan kelompok masyarakat pesisir Desa Kuala Sempang, Kecamatan Seri Koala Lobam, Kabupaten Bintan, Indonesia, melalui pengembangan Program Silvo-ekowisata Mangrove berkelanjutan. Potensi mangrove di desa ini sangat luas, namun belum terkelola optimal sebagai sumber mata pencaharian alternatif. Metode pelaksanaan kegiatan menggunakan pendekatan *Participatory Rural Appraisal*, yang meliputi tiga tahapan yaitu: (1) pelatihan teknis tentang konservasi mangrove, pemandu silvo-ekowisata, serta manajemen kelompok silvo-ekowisata; (2) pelatihan dan pendampingan dalam pembentukan dan penguatan kelembagaan kelompok silvo-ekowisata; dan (3) implementasi program berupa penataan jalur silvo-ekowisata mangrove, pengembangan paket tur, serta promosi. Kelompok masyarakat utama kegiatan adalah kelompok masyarakat pesisir lokal dan Karang Taruna Desa Kuala Sempang. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan kapasitas kelompok masyarakat yang signifikan dalam mengembangkan potensi silvo-ekowisata mangrove di Desanya. Telah terbentuknya unit usaha Silvo-ekowisata mangrove yang mengintegrasikan kegiatan konservasi melalui penanaman mangrove partisipatif dengan kegiatan wisata telusur mangrove dan edukasi. Dampak program adalah diversifikasi mata pencaharian, peningkatan pendapatan, serta peningkatan kesadaran kolektif masyarakat terhadap pentingnya konservasi ekosistem mangrove sebagai aset ekonomi dan lingkungan. Program ini berhasil menciptakan model sinergi antara konservasi dan ekonomi masyarakat pesisir.

Kata kunci: Pemberdayaan masyarakat, Silvo-ekowisata, Mangrove, Kuala sempang, Pesisir

Abstract

This community service activity aims to empower coastal community groups in Kuala Sempang Village, Seri Koala Lobam District, Bintan Regency, Indonesia, through the development of a sustainable Mangrove Silvo-Ecotourism Program. The potential for mangroves in this village is very broad, but has not been managed optimally as an alternative source of livelihood. The activity implementation method uses a Participatory Rural Appraisal approach, which includes three stages, namely: (1) technical training on mangrove conservation, silvo-ecotourism guides, and silvo-ecotourism group management; (2) assistance in establishing and strengthening institutional silvo-ecotourism groups; and (3) program implementation in the form of arranging mangrove silvo-ecotourism routes, developing tour packages and promotions. The main activity partners are local coastal community groups and the Kuala Sempang Village Youth Organization. The results of the activity show a significant increase in the capacity of community groups in developing the potential of mangrove silvo-ecotourism in their villages. The Silvo-Ecotourism mangrove business unit has been formed which integrates conservation activities through participatory mangrove planting with mangrove exploration and educational tourism activities. The impact of the program is to diversify livelihoods, increase income, and increase collective community awareness of the importance of conserving mangrove ecosystems as an economic and environmental asset. This program has succeeded in creating a synergy model between conservation and the economy of coastal communities.

Keywords: *Community empowerment, Silvo-ecotourism, Mangrove, Kuala sempang, Coastal*

PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove di kawasan pesisir Desa Kuala Sempang memiliki formasi yang sangat unik. Mangrovenya merupakan gabungan dari tipe mangrove estuari dan mangrove pulau-pulau kecil yang tersebar di pulau empat, merupakan mangrove yang cukup baik yang ada di wilayah administrasi Kabupaten Bintan, Kepulauan Riau. Keberadaan ekosistem mangrove ini harus tetap dipertahankan mengingat perannya sebagai paru-paru kota yang mampu menghasilkan oksigen bagi masyarakat Kabupaten Bintan. Selain nilai jasa ekosistem Mangrove juga memiliki fungsi ekonomi riil yakni sebagai kawasan wisata alam yang apabila dikelola dapat memberikan pendapatan bagi pengelolanya (Saparinto, 2007). Namun disisi lain, pesatnya pembangunan Kabupaten Bintan membutuhkan lahan untuk pembangunan fasilitas umum, pemukiman masyarakat serta sarana dan prasarana lainnya seperti pembangunan jalan dan jembatan. Hal ini, dapat mengancam keberadaan ekosistem mangrove di Desa Kuala Sempang.

Upaya konkrit masyarakat untuk melestarikan keberadaan ekosistem mangrove di kawasan pesisir dan pulau-pulau kecil Desa Kuala Sempang melalui memberdayakan masyarakat dengan kegiatan pelatihan dan pendampingan Kelompok Masyarakat Pesisir melalui Pengembangan Program Silvo-ekowisata Mangrove di Desa Kuala Sempang Kecamatan Seri Koala Lobam Kabupaten Bintan. kegiatan ini bertujuan untuk melestarikan ekosistem mangrove dengan konsep pelestarian ekosistem mangrove berkelanjutan dan dengan tetap mempertahankan keberadaan ekosistem mangrove itu sendiri. Kondisi alami mangrove akan tetap terjaga karena yang dimanfaatkan oleh masyarakat adalah jasa lingkungan dari ekosistem mangrove.

Kelompok masyarakat yang menjadi sasaran dalam kegiatan ini adalah kelompok masyarakat pesisir Desa Kuala Sempang yang bermukim disekitar perairan Kuala Sempang. Pada umumnya masyarakat bermata pencaharian sebagai nelayan, dan sebagian warga ada yang bekerja sebagai buruh bangunan. Namun demikian, kelompok masyarakat tersebut secara keseluruhan memiliki kemampuan sumberdaya manusia yang sangat potensial untuk diberdayakan sebagai penggiat dan pelaku ekowisata mangrove berbasis masyarakat di wilayahnya. Potensi tersebut didukung oleh ekosistem mangrove yang masih tergolong baik di kawasan perairan Kuala Sempang.

METODE

Kegiatan pelatihan dan pendampingan ini dilaksanakan kepada kelompok masyarakat dan karang taruna Desa Kuala Sempang, Kec. Seri Koala Lobam, Kab. Bintan, Kepulauan Riau, Indonesia. Kegiatan dilaksanakan mulai 01 Mei–30 Oktober tahun 2025 yang terdiri dari 4 tahapan kegiatan yaitu (1) observasi awal dan wawancara perwakilan Kelompok Masyarakat penggiat mangrove; (2) perencanaan pelaksanaan program; (3) pelaksanaan program pengembangan silvo-ekowisata mangrove; dan (4) evaluasi program. Berikut gambar 1 tahapan kegiatan pengabdian masyarakat.



Gambar 1. Tahapan Kegiatan Pengabdian Masyarakat

Pelaksanaan program pelatihan dan pendampingan Kelompok Masyarakat penggiat mangrove Desa Kuala Sempang ini menggunakan beberapa metode. Metode ceramah, tutorial dan diskusi merupakan metode yang biasa dilakukan untuk kegiatan pelatihan dan pendampingan (Badriyah, 2019; Vrawati et al., 2021). Peserta diberikan materi mengenai manajemen kelembagaan destinasi pariwisata, manajemen produk wisata, dan manajemen layanan wisata. Materi yang diberikan bertujuan untuk memberikan pemahaman kepada Kelompok masyarakat yaitu Kelompok Masyarakat penggiat mangrove agar dapat mengelola lembaganya dan SDM-nya dengan optimal, serta memahami tata kelola layanan silvo-ekowisata mangrove di Desa Kuala Sempang.

Pelatihan mengenai langkah pemetaan tugas dan fungsi di Kelompok Masyarakat penggiat mangrove dan mengorganisasikan SDM sesuai dengan kompetensinya. Selain itu, peserta diberikan pelatihan mengenai langkah pengembangan layanan wisata berdasarkan potensi wisata yang dimiliki oleh desa. Pelatihan ini diberikan agar peserta pelatihan yaitu Kelompok Masyarakat penggiat mangrove Kelompok Masyarakat penggiat mangrove Desa Kuala Sempang dapat meningkatkan kemampuan dan keterampilannya dalam tata kelola organisasi dan tata

kelola layanan wisata. Peserta diberikan kesempatan untuk berdiskusi dalam menyusun tugas dan fungsi tiap bidang pada Kelompok Masyarakat penggiat mangrove Desa Kuala Sempang. Selain itu, para peserta juga diberikan pelatihan dan pendampingan untuk menggali potensi wisata yang akan dikembangkan. Hal ini bertujuan untuk membantu Kelompok masyarakat dalam meningkatkan tata kelola organisasi dan tata kelola layanan desa wisata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan kegiatan Program Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) yang dilakukan pada Kelompok masyarakat penggiat mangrove Desa Kuala Sempang pada kelompok sadar wisata (Kelompok Masyarakat penggiat mangrove) periode 1 Mei–30 Oktober tahun 2025. Tim pengabdian kepada masyarakat memberikan beberapa materi melalui metode ceramah kepada kelompok sadar wisata (Kelompok Masyarakat penggiat mangrove) di Desa Kuala Sempang. Materi pertama yaitu mengenai manajemen kelembagaan Kelompok Masyarakat penggiat mangrove. Pada materi pertama, peserta kegiatan dijelaskan bahwa Kelompok Masyarakat penggiat mangrove adalah salah satu bagian dari konsep pentahelix dalam kelembagaan pariwisata. Peserta diingatkan kembali mengenai fungsi-fungsi dari Kelompok Masyarakat penggiat mangrove yaitu: (1) meningkatkan kesadaran masyarakat akan potensi wisata lokal; (2) mendorong partisipasi aktif masyarakat dalam pengembangan Silvo-ekowisata mangrove; dan (3) mengelola serta memelihara objek wisata secara berkelanjutan. Selain itu, pada materi pertama tentang manajemen kelembagaan Kelompok Masyarakat penggiat mangrove, peserta dijelaskan tentang struktur organisasi Kelompok Masyarakat penggiat mangrove dan bidang-bidang inti yang ada dalam Kelompok Masyarakat penggiat mangrove contohnya bidang pengembangan produk wisata, bidang pemasaran, dan bidang SDM. Lebih lanjut, peserta juga diberikan pemahaman mengenai tugas dan tanggung jawab tiap bagian atau bidang dalam struktur organisasi Kelompok Masyarakat penggiat mangrove. Peserta juga dijelaskan pentingnya menerapkan fungsi-fungsi manajemen seperti *Planning*, *Organizing*, *Actuating*, dan *Controlling* agar dapat mengelola organisasi Kelompok Masyarakat penggiat mangrove dengan lebih optimal.

Materi kedua yang diberikan yaitu manajemen paket wisata sebagai salah satu produk yang ditawarkan oleh Desa Kuala Sempang. Basis pengelolaan paket wisata

didasarkan pada bauran pemasaran dan kelengkapan unsur yang harus dipenuhi oleh objek wisata (Novitaningtyas et al., 2019). Pada materi kedua tersebut juga disampaikan beberapa poin kunci yang mendukung keberhasilan manajemen paket wisata, yaitu Kelompok Masyarakat penggiat mangrove perlu mengidentifikasi tren kebutuhan wisatawan dan mau bekerja sama *sharing resources* dengan Kelompok masyarakat di sekitar kawasan Candi Borobudur, agar meningkatkan daya tarik dari paket wisata yang ditawarkan oleh Desa Kuala Sempang.

Materi ketiga yang diberikan yaitu manajemen layanan wisata. Pada materi ketiga, peserta diberikan pemahaman mengapa layanan wisata itu penting. Peserta diberikan pemahaman mengenai pentingnya manajemen layanan wisata yaitu untuk menjamin kualitas pengalaman wisatawan, dan untuk meningkatkan kepuasan dan loyalitas wisatawan, untuk memaksimalkan potensi pendapatan desa wisata. Pada materi ini, peserta juga diberikan pemahaman bahwa unsur SDM menjadi faktor kunci dalam strategi pengembangan layanan wisata yang prima. Oleh karena itu, SDM sebaiknya diberikan pelatihan dan pengembangan seperti peningkatan keterampilan berbahasa asing, keterampilan pelayanan wisata, dan peningkatan kesadaran lingkungan serta budaya lokal.

Selain metode ceramah menyampaikan 3 materi kepada peserta, tim PKM juga menyediakan kesempatan untuk diskusi. Pada kegiatan PKM ini, peserta kegiatan yaitu Kelompok Masyarakat penggiat mangrove Kelompok Masyarakat penggiat mangrove Desa Kuala Sempang berpartisipasi aktif dalam sesi diskusi. Para peserta mendiskusikan bagaimana menyusun tugas dan fungsi tiap bidang pada Kelompok Masyarakat penggiat mangrove, serta diskusi terkait potensi wisata Kelompok Masyarakat penggiat mangrove Desa Kuala Sempang yang masih bisa dikembangkan. Berikut gambar 2 penyampaian materi pelatihan dan pendampingan.



Gambar 2. Foto Kegiatan Pendampingan dan pelatihan kelompok masyarakat

Tim PKM memberikan pelatihan mengenai langkah pemetaan tugas dan fungsi di Kelompok Masyarakat penggiat mangrove dan mengorganisasikan SDM sesuai dengan kompetensinya. Selain itu, peserta diberikan pelatihan mengenai langkah pengembangan layanan wisata berdasarkan potensi wisata yang dimiliki oleh desa. Pelatihan ini diberikan agar peserta pelatihan yaitu Kelompok Masyarakat penggiat mangrove Kelompok Masyarakat penggiat mangrove Desa Kuala Sempang dapat meningkatkan kemampuan dan keterampilannya dalam tata kelola organisasi dan tata kelola layanan wisata. Berikut gambar 3 foto tim dan peserta PKM.



Gambar 3. Foto Tim dan Peserta PKM

Setelah kegiatan PKM selesai dilaksanakan, selanjutnya tim PKM melaksanakan evaluasi terhadap kegiatan. Evaluasi dilakukan dengan melihat

peningkatan pemahaman peserta terhadap materi yang diberikan serta peningkatan keterampilan peserta. Tim PKM membagikan kuesioner evaluasi kegiatan kemudian peserta memberikan penilaian sebagai hasil evaluasi. Kuesioner berisi pertanyaan tertutup berbasis skala Likert 5 poin yang merupakan indikator keberhasilan tiap kegiatan PKM. Hasil evaluasi disajikan pada tabel berikut ini.

Tabel 1. Hasil Evaluasi Kegiatan

Kegiatan	Indikator	Rata-rata Penilaian
Ceramah materi manajemen kelembagaan Kelompok Masyarakat penggiat mangrove	Peningkatan pemahaman fungsi Kelompok Masyarakat penggiat mangrove	4,3 (sangat baik)
	Peningkatan pemahaman tugas dan tanggung jawab Kelompok Masyarakat penggiat mangrove	4,3 (sangat baik)
	Peningkatan pemahaman fungsi manajemen (POAC)	4,4 (sangat baik)
Ceramah materi manajemen paket silvo-ekowisata mangrove	Peningkatan pemahaman bauran pemasaran paket silvo-ekowisata mangrove	4,2 (baik)
	Peningkatan pemahaman elemen dasar destinasi silvo-ekowisata mangrove	4,1 (baik)
	Peningkatan pemahaman riset pasar dan perilaku wisatawan	4,0 (baik)
	Peningkatan pemahaman aliansi strategis	4,0 (baik)
Ceramah materi manajemen layanan silvo-ekowisata mangrove	Peningkatan pemahaman manajemen layanan silvo-ekowisata mangrove	4,3 (sangat baik)
	Peningkatan pemahaman <i>service excellence</i>	4,3 (sangat baik)
Pelatihan manajemen layanan silvo-ekowisata mangrove	Peningkatan kompetensi <i>service excellence</i>	4,0 (baik)
	Peningkatan keterampilan menyusun paket silvo-ekowisata yang menarik	4,0 (baik)

Hasil tabel 1 menunjukkan bahwa program PKM yang dilaksanakan oleh tim PKM dapat meningkatkan pemahaman Kelompok masyarakat PKM (Kelompok Masyarakat penggiat mangrove Desa Kuala Sempang) tentang manajemen kelembagaan, manajemen paket wisata dan manajemen layanan wisata, serta dapat meningkatkan kompetensi *service excellence* dan meningkatkan keterampilan Kelompok masyarakat untuk menyusun paket wisata yang menarik.

KESIMPULAN

Pemberdayaan masyarakat dengan program pengembangan Silvo-ekowisata mangrove melalui pelatihan dan pendampingan Kelompok Masyarakat penggiat mangrove di Desa Kuala Sempang dapat tercapai dan mampu memberikan solusi bagi Kelompok Masyarakat penggiat mangrove secara optimal. Pelaksanaan pelatihan dan pendampingan berjalan dengan efektif dengan metode teknis pemberian ceramah dan tanya jawab tentang manajemen kelembagaan Kelompok Masyarakat penggiat mangrove, manajemen paket silvo-ekowisata mangrove dan layanannya. Metode *role play* diterapkan untuk latihan *service excellence* dan menyusun paket silvo-ekowisata. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa program-program pelatihan dan pendampingan tersebut dapat meningkatkan pemahaman dan kompetensi Kelompok masyarakat. Dengan demikian, maka aktivitas tim PKM dapat dikategorikan bermanfaat bagi Kelompok masyarakat setempat. Diharapkan lebih lanjut program pengembangan silvo-ekowisata mangrove bisa dijalankan secara kontinu oleh Kelompok Masyarakat penggiat mangrove Desa Kuala Sempang sehingga dapat memberikan nilai ekonomi bagi masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewi, S. E. P., & Lasso, A. H. (2021). Partisipasi Masyarakat Pada Pembangunan Pariwisata di Desa Ngargogondo, Magelang, Jawa Tengah. *Jurnal Pariwisata Terapan*, 6(1), 2022. <https://jurnal.ugm.ac.id/jpt>
- Diwyarthi, N. D. M. S., Witarsana, I. G. A. G., Pratiwi, K. A. D., Suastini, N. M., Jata, I. W., Adyatma, P., Adinda, C., & Pratama, I. W. A. (2024). pelatihan dan pendampingan Desa Wisata Politeknik Pariwisata Bali di Desa Wisata Cemagi. *Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat* 2, 2(3), 281–294. <https://doi.org/https://doi.org/10.61231/jp2m.v2i3.240>
- Hakim, N., Hayati, S., Lumbu, A. A., Rahmawati, N. I., & Septiyana, L. (2019). Pemberdayaan Kelompok Sadar Wisata (Kelompok Masyarakat penggiat mangrove) Dalam Mengembangkan Ekowisata Desa Gunung Rejo Kecamatan

- Way Ratai. *DEDIKASI: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(2), 235.
<https://doi.org/10.32332/d.v1i2.1760>
- Hidayah, A. N., & Agustinah, R. (2019). Balkondes Candirejo Magelang Sebagai Bentuk Pengembangan Desa Wisata Yang Berkelanjutan. *Jurnal Komunikasi Dan Kajian Media*, 3(1), 70–89. <https://doi.org/10.31227/osf.io/g6pt2>
- Kesuma, Y., Persada, C., & Wibawa, M. S. Y. (2022). pelatihan dan pendampingan Kelompok Masyarakat penggiat mangrove Agrowidyawisata dalam Konsep Penataan Ruang Wisata Rajabasa Jaya, Kota Bandar Lampung. *Jurnal Pengabdian Dharma Wacana*, 3(2), 105–115.
<https://doi.org/10.37295/jpdw.v3i2.329>
- Kusrini, E. (2017). Strategy of Tourist Village Development in Nongkosawit Sub-District, Gunungpati District, Semarang City. *Economics Development Analysis Journal*, 6(2), 137–146.
- Novitaningtyas, I., Achsa, A., & Rahardjo, B. (2019). Analysis of the Basic Elements of Tourism Destination and Marketing Potential in Brajan Tourism Village. *JELAJAH: Journal of Tourism and Hospitality*, 1(1), 11–19.
<https://doi.org/10.33830/jelajah.v1i1.691>
- Raharjo, K. M., Zulkarnain, Z., & Krisdayanti, K. (2022). pelatihan dan pendampingan Penguatan Kapasitas Kelembagaan Kelompok Sadar Wisata (Kelompok Masyarakat penggiat mangrove). *Abdimas Pedagogi: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1), 33.
<https://doi.org/10.17977/um050v5i1p33-39>
- Risdiyanto, A., Hariyono, I. P., Saputra, J. D., Fitriyah, M., Mufidah, M., Pramudita, N., & Wahyu, R.
- S. (2023). pelatihan dan pendampingan Kelompok Masyarakat penggiat mangrove Pembuatan Peta Wisata Di Kelurahan Kranggan Kota Mojokerto. *Jurnal Masyarakat Mengabdi Nusantara (JMMN)*, 2(2), 179–186.
- Sidiq, S. S., Sulistyani, A., Musadad, M., & Etika, E. (2018). Pembinaan dan pelatihan dan pendampingan Kelompok Kerja Sadar Wisata (Kelompok Masyarakat penggiat mangrove) di Desa Buluh Cina Kecamatan Siak Kabupaten Kampar. *Prosiding Seminar Penelitian Dan Pengabdian Pada Masyarakat FISIP Universitas Riau*, 635– 650.
- Sugandini, D., Effendi, M. I., Ariwibowo, A. S., & Utami, Y. S. (2018). Marketing Strategy on Community Based Tourism in Special Region of Yogyakarta. *Journal of Environmental Management and Tourism*, 9(4), 733.
[https://doi.org/10.14505/jemt.v9.4\(28\).06](https://doi.org/10.14505/jemt.v9.4(28).06)

Evaluation of Product Feasibility and Economic Potential after Cassava Processing Training Based on Community Empowerment

Hamka L¹, Andi Asmawati Azis², Sitti Hajerah Hasyim³, Zakia Asrifah Ramly^{4*}

¹Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makassar

²Bioteknologi, Program Pascasarjana, Universitas Negeri Makassar

³Akuntansi, Fakultas Ekonomi, Universitas Negeri Makassar

⁴Analisis Kesehatan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia Timur

Email: zakia.ar28@gmail.com

Abstrak

Program pemberdayaan masyarakat ini bertujuan untuk mengevaluasi kelayakan produk hasil diversifikasi olahan ubi kayu (*Manihot esculenta*) serta potensi ekonominya dalam meningkatkan kesejahteraan rumah tangga di Desa Sokkolia, Kecamatan Bontomarannu, Kabupaten Gowa. Kegiatan pelatihan dilaksanakan dengan pendekatan partisipatif melalui penyuluhan, demonstrasi, dan praktik langsung pengolahan bahan baku ubi kayu menjadi berbagai produk bernilai tambah, seperti es krim tape singkong, colenak, *cassava ball*, dan minuman probiotik (minas). Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, angket kepuasan dan persepsi produk, serta simulasi analisis ekonomi sederhana. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa tingkat kelayakan produk memperoleh skor rata-rata antara 3,9 hingga 4,6 pada skala Likert 1–5, yang dikategorikan “layak” hingga “sangat layak”. Aspek inovasi dan nilai tambah memperoleh skor tertinggi (4,6), diikuti oleh rasa dan tekstur (4,5), sementara kemasan dan *branding* masih perlu ditingkatkan (3,9). Berdasarkan hasil simulasi ekonomi, kegiatan ini berpotensi memberikan tambahan pendapatan sekitar Rp875.000 per bulan bagi setiap peserta, dengan modal awal yang relatif rendah dan bahan baku yang mudah diperoleh secara lokal. Selain itu, 91% peserta menyatakan keinginan untuk melanjutkan kegiatan serupa dan mengembangkan usaha olahan singkong secara berkelompok. Secara keseluruhan, hasil kegiatan ini menunjukkan bahwa pelatihan diversifikasi olahan ubi kayu tidak hanya meningkatkan keterampilan teknis peserta, tetapi juga membuka peluang pengembangan ekonomi berbasis sumber daya lokal secara berkelanjutan.

Kata kunci: Ubi kayu, Diversifikasi produk, Pemberdayaan masyarakat, Potensi ekonomi, Keterampilan teknis

Abstract

*This community empowerment program aims to evaluate the feasibility of diversified cassava (*Manihot esculenta*) products and their economic potential in improving household welfare in Sokkolia Village, Bontomarannu District, Gowa Regency. The training activities were conducted using a participatory approach through counseling sessions, demonstrations, and hands-on practice in processing cassava into various value-added products such as fermented cassava ice cream, colenak, cassava balls, and probiotic beverages (minas). Data were collected through observations, satisfaction and product perception questionnaires, and simple economic simulation analyses. The evaluation results showed that product feasibility levels scored between 3.9 and 4.6 on a 1–5 Likert scale, categorized as “feasible” to “highly feasible.” The aspect of innovation and added value achieved the highest score (4.6), followed by taste and texture (4.5), while packaging and branding still required improvement (3.9). Based on the economic simulation results, this activity has the potential to generate an additional income of approximately IDR 875,000 per month for each participant, with relatively low initial capital and easily accessible local raw materials. Furthermore, 91% of participants expressed their intention to continue similar activities and to develop cassava-based small businesses collectively. Overall, the results indicate that the cassava processing diversification training not only enhanced participants’ technical skills but also created opportunities for sustainable local resource-based economic development.*

Keywords: Cassava, Product Diversification, Community empowerment, Economic potential, Technical skills

PENDAHULUAN

Ubi kayu (*Manihot esculenta*) merupakan salah satu komoditas pangan lokal yang memiliki peranan penting dalam mendukung ketahanan pangan dan ekonomi masyarakat Indonesia, terutama di wilayah pedesaan. Selain mudah dibudidayakan dan tahan terhadap kondisi lingkungan yang kurang optimal, ubi kayu memiliki potensi ekonomi yang besar karena dapat diolah menjadi berbagai produk pangan bernilai tambah (Chancharoenchai & Saraithong, 2022). Potensi ini menjadikan ubi kayu sebagai sumber alternatif karbohidrat sekaligus bahan baku industri rumah tangga yang berkontribusi terhadap kesejahteraan ekonomi masyarakat (Ramly *et al.*, 2025).

Namun, di banyak daerah termasuk Desa Sokkolia, Kecamatan Bontomarannu, Kabupaten Gowa, pemanfaatan ubi kayu masih terbatas pada konsumsi tradisional seperti singkong rebus atau goreng. Kondisi ini menyebabkan nilai jual ubi kayu relatif rendah dan belum memberikan dampak ekonomi yang signifikan bagi masyarakat setempat. Hal ini senada dengan temuan Manganyi *et al.* (2023), yang menyebutkan bahwa rantai nilai ubi kayu di tingkat petani kecil cenderung lemah karena rendahnya diversifikasi produk dan keterbatasan akses pasar. Di sisi lain, Emongor *et al.* (2023) menegaskan bahwa penguatan rantai nilai melalui pengolahan lokal dapat meningkatkan daya saing dan pendapatan rumah tangga secara berkelanjutan.

Inovasi dalam pengolahan ubi kayu melalui kegiatan pelatihan dan pemberdayaan masyarakat menjadi langkah strategis untuk meningkatkan nilai tambah produk sekaligus memperluas peluang usaha rumah tangga. Diversifikasi produk seperti tepung mocaf, brownies singkong, stik singkong keju, dan keripik aneka rasa tidak hanya memperkaya variasi pangan lokal, tetapi juga berpotensi meningkatkan pendapatan masyarakat secara signifikan (Nguyen *et al.*, 2023). Pelatihan semacam ini sejalan dengan temuan Awotide *et al.* (2015), yang menunjukkan bahwa adopsi teknologi pengolahan ubi kayu mampu meningkatkan kesejahteraan rumah tangga di wilayah pedesaan.

Pendekatan partisipatif yang diterapkan dalam kegiatan pelatihan ini memberi kesempatan kepada masyarakat untuk belajar secara langsung mengenai keterampilan teknis, inovasi produk, pengemasan, dan pemasaran (Onya *et al.*, 2016; Azis *et al.*, 2024). Hasil penelitian Jumanne (2018) juga menegaskan bahwa produksi ubi kayu yang dikelola dengan prinsip pemberdayaan masyarakat dapat berkontribusi nyata terhadap peningkatan pendapatan rumah tangga, terutama bagi kelompok perempuan dan pelaku UMKM lokal. Selain itu, pengolahan ubi kayu skala kecil dinilai layak secara ekonomi dan mampu

memberikan tambahan pendapatan bagi keluarga dengan modal yang relatif rendah (Utomo et al., 2022).

Kegiatan ini juga secara langsung mendukung pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), khususnya SDG 1 (Tanpa Kemiskinan), SDG 2 (Tanpa Kelaparan), SDG 5 (Kesetaraan Gender), SDG 8 (Pekerjaan Layak dan Pertumbuhan Ekonomi), serta SDG 12 (Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab). Melalui peningkatan kapasitas masyarakat, terutama kelompok perempuan, pelatihan ini membantu menciptakan peluang kerja produktif, memperkuat ketahanan pangan, dan mendorong produksi pangan lokal yang ramah lingkungan (Okonkwo & Adewale, 2024).

Dengan demikian, pelatihan pengolahan ubi kayu di Desa Sokkolio bukan hanya berfokus pada peningkatan keterampilan individu, tetapi juga menjadi bagian dari upaya nyata dalam mewujudkan pembangunan ekonomi inklusif dan berkelanjutan berbasis potensi lokal. Evaluasi terhadap kelayakan produk dan potensi ekonominya menjadi penting untuk menilai sejauh mana program ini mampu memberikan dampak sosial-ekonomi yang signifikan serta arah pengembangannya di masa depan, sebagaimana disarankan oleh penelitian Manganyi *et al.* (2023) dan Banowati *et al.* (2022) yang menekankan pentingnya inovasi berkelanjutan dalam rantai nilai pangan lokal untuk mendukung kesejahteraan masyarakat pedesaan.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan dukungan kualitatif yang bertujuan untuk menggambarkan efektivitas kegiatan pelatihan pengolahan ubi kayu terhadap peningkatan keterampilan, kelayakan produk, dan potensi ekonomi masyarakat. Desain penelitian ini bersifat pra-eksperimen dengan model *one-shot case study*, yaitu mengukur hasil setelah intervensi pelatihan tanpa adanya kelompok kontrol. Penelitian dilaksanakan di Desa Sokkolio, Kecamatan Bontomarannu, Kabupaten Gowa, Provinsi Sulawesi Selatan, selama bulan Juli hingga Agustus 2025. Lokasi ini dipilih secara *purposive* karena memiliki potensi bahan baku ubi kayu yang melimpah dan sebagian masyarakatnya telah memiliki usaha pangan rumahan berskala kecil.

Subjek penelitian terdiri atas 25 orang ibu-ibu kelompok majelis taklim Desa Sokkolio dan warga desa yang berminat mengembangkan usaha pengolahan pangan lokal. Pemilihan peserta dilakukan secara *purposive sampling* dengan kriteria berdomisili di Desa Sokkolio, bersedia mengikuti seluruh kegiatan, dan memiliki motivasi untuk mengembangkan usaha olahan singkong. Kegiatan penelitian dilaksanakan melalui empat

tahap, yaitu: tahap persiapan (observasi lapangan dan penyusunan modul pelatihan), tahap pelaksanaan pelatihan (teori dan praktik pembuatan es krim tape singkong, colenak, *cassava ball* dan minuman probiotik (Minas)), tahap evaluasi hasil (kelayakan produk, simulasi potensi ekonomi, serta persepsi keberlanjutan program), dan tahap refleksi pendampingan (identifikasi kendala dan rencana keberlanjutan kelompok usaha).

Data dikumpulkan melalui observasi, angket skala Likert, kuesioner tertutup, serta simulasi biaya dan pendapatan. Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan menghitung rata-rata skor, persentase, serta estimasi laba bersih bulanan. Data kualitatif dari wawancara dan pengamatan lapangan digunakan untuk memperkuat hasil kuantitatif, terutama dalam memahami motivasi dan tantangan peserta. Penelitian ini mendukung pencapaian beberapa Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), khususnya SDG 1 (Tanpa Kemiskinan), SDG 2 (Tanpa Kelaparan), SDG 5 (Kesejahteraan Gender), SDG 8 (Pekerjaan Layak dan Pertumbuhan Ekonomi), serta SDG 12 (Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan Kegiatan

Kegiatan pelatihan diversifikasi olahan ubi kayu dilaksanakan di Desa Sokkolio, Kecamatan Bontomarannu, Kabupaten Gowa, di bawah koordinasi tim dosen dan mahasiswa pendamping. Kegiatan meliputi tahap penyuluhan, demonstrasi, praktik langsung, hingga evaluasi hasil pelatihan. Peserta terdiri atas 25 orang anggota majelis taklim Desa Sokkolio

Selama kegiatan berlangsung, peserta dilatih untuk mengolah ubi kayu (*Manihot esculenta*) menjadi berbagai produk inovatif, antara lain es krim tape singkong, colenak, *cassava ball* dan minuman probiotik. Kegiatan berlangsung dengan antusias, ditandai oleh partisipasi aktif peserta dalam setiap sesi praktik.

Data Kelayakan Produk

Penilaian kelayakan produk dilakukan menggunakan angket berbasis skala Likert (1–5) dengan beberapa kriteria utama. Hasil penilaian disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Data Persepsi Kelayakan Produk Olahan Ubi Kayu

Kriteria Penilaian Produk	Rata-rata Skor (1–5)	Kategori	Uji Coba oleh
Rasa dan Tekstur	4,5	Sangat Layak	Peserta & Konsumen Lokal
Aroma dan Tampilan Produk	4,4	Layak	Peserta & Konsumen Lokal
Inovasi dan Nilai Tambah	4,6	Sangat Layak	Fasilitator & UMKM Mitra
Potensi Daya Saing Pasar	4,2	Layak	UMKM Lokal
Kemasan dan <i>Branding</i> Produk	3,9	Cukup Layak	Fasilitator

Sumber: Data Primer, 2025

Secara keseluruhan, produk olahan ubi kayu dinilai layak hingga sangat layak untuk dikembangkan. Nilai tertinggi terdapat pada aspek *inovasi dan nilai tambah* (4,6), menunjukkan bahwa peserta berhasil menghasilkan produk yang menarik dan berpotensi ekonomis. Sementara itu, aspek *kemasan dan branding* (3,9) masih menjadi perhatian karena dinilai belum optimal dalam menarik minat pasar yang lebih luas.

Data Dampak Ekonomi Awal (Simulasi Potensi Pendapatan)

Simulasi potensi ekonomi dilakukan untuk memperkirakan pendapatan bersih yang dapat diperoleh peserta apabila menjalankan usaha rumahan berbasis olahan ubi kayu.

Tabel 2. Simulasi Potensi Pendapatan dari Produk Olahan Ubi Kayu

Jenis Produk Olahan	Biaya Produksi/Satuan (Rp)	Harga Jual (Rp)	Laba Bersih/Satuan (Rp)	Potensi Produksi/Bulan	Estimasi Pendapatan Bersih/Bulan (Rp)
Colenak	8.000	15.000	7.000	25 kg	175.000
Minuman Probiotik (Minas)	12.000	25.000	13.000	20 loyang	260.000
<i>Cassava ball</i>	4.000	8.000	4.000	50 bungkus	200.000
Es krim tape singkong	3.000	7.000	4.000	60 bungkus	240.000
Total Estimasi Pendapatan Bersih/Bulan					875.000

Sumber: Data Primer, 2025

Jika peserta melanjutkan usaha pasca pelatihan, potensi tambahan pendapatan rumah tangga mencapai sekitar Rp875.000 per bulan, dengan modal relatif rendah dan bahan baku yang tersedia secara lokal. Hal ini menunjukkan bahwa diversifikasi olahan ubi kayu berpotensi menjadi sumber penghasilan baru bagi masyarakat pedesaan.

Data Persepsi terhadap Keberlanjutan Program

Evaluasi terhadap minat dan komitmen peserta untuk melanjutkan kegiatan pasca pelatihan ditunjukkan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Persepsi Peserta terhadap Keberlanjutan Program

Pertanyaan Evaluasi	Jawaban “Ya” (%)	Jawaban “Tidak” (%)
Apakah Anda ingin mengembangkan produk ini menjadi usaha rumahan?	82	18
Apakah Anda ingin bergabung dalam kelompok produksi singkong desa?	76	24
Apakah Anda ingin mengikuti pelatihan lanjutan (kemasan/pemasaran)?	88	12
Apakah Anda merasa kegiatan ini perlu dilanjutkan setiap tahun?	91	9

Sumber: Data Primer, 2025

Mayoritas peserta menunjukkan antusiasme tinggi terhadap keberlanjutan program. Sebanyak 91% peserta berharap kegiatan ini dilanjutkan secara rutin, menandakan bahwa pelatihan telah memberikan dampak positif baik secara sosial maupun ekonomi.

Pembahasan

Hasil kegiatan pelatihan diversifikasi olahan ubi kayu di Desa Sokkolia menunjukkan bahwa program ini berhasil meningkatkan keterampilan, pengetahuan, serta persepsi ekonomi masyarakat terhadap pengolahan pangan lokal berbasis sumber daya desa. Pelatihan ini memfokuskan pada pembuatan empat jenis produk, yaitu es krim tape singkong, colenak, *cassava ball* dan minuman probiotik (Minas). Data kelayakan produk menunjukkan bahwa rata-rata skor penilaian berada pada kategori “layak” hingga “sangat layak”, dengan nilai tertinggi pada aspek inovasi dan nilai tambah (4,6) serta rasa dan tekstur (4,5). Hasil ini mengindikasikan bahwa produk olahan singkong tidak hanya diterima dengan baik oleh peserta dan konsumen lokal, tetapi juga memiliki peluang untuk dikembangkan menjadi produk bernilai jual tinggi. Meskipun demikian, aspek kemasan dan *branding* memperoleh skor terendah (3,9), yang menunjukkan bahwa peserta masih membutuhkan pelatihan tambahan dalam desain kemasan dan strategi pemasaran produk agar mampu bersaing di pasar yang lebih luas.

Dari sisi potensi ekonomi, hasil simulasi menunjukkan bahwa pelatihan memiliki dampak positif terhadap peningkatan pendapatan rumah tangga. Estimasi pendapatan

bersih yang dapat diperoleh peserta mencapai sekitar Rp 875.000 per bulan apabila seluruh produk dikembangkan secara konsisten. Nilai ini menunjukkan potensi ekonomi yang menjanjikan untuk usaha rumahan skala kecil, mengingat bahan baku ubi kayu mudah diperoleh di wilayah tersebut dengan biaya produksi yang relatif rendah. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Ramly *et al.* (2025) dan Azis *et al.* (2024) yang menyebutkan bahwa diversifikasi produk berbasis tumbuhan lokal ketika diolah dengan tepat dan lebih menarik dapat meningkatkan pendapatan keluarga sebesar 20–30% bila didukung oleh pelatihan dan inovasi pengolahan.

Selain itu, hasil evaluasi terhadap keberlanjutan program memperlihatkan antusiasme yang tinggi dari masyarakat. Sebanyak 82% peserta menyatakan ingin mengembangkan produk ini sebagai usaha rumahan, 88% berminat mengikuti pelatihan lanjutan, dan 91% berharap kegiatan serupa dilakukan secara rutin setiap tahun. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan berbasis partisipasi masyarakat efektif dalam membangun motivasi dan rasa kepemilikan terhadap program pemberdayaan. Hasil ini memperkuat temuan Ramly *et al.* (2025) yang menegaskan bahwa pelatihan berbasis potensi lokal mampu meningkatkan kemandirian ekonomi desa secara berkelanjutan.

Secara keseluruhan, kegiatan pelatihan diversifikasi olahan ubi kayu ini memberikan dampak positif pada peningkatan kapasitas individu dan kelompok, baik dari sisi keterampilan teknis, pengetahuan produk, maupun kesadaran ekonomi. Ubi kayu yang sebelumnya hanya dipandang sebagai bahan pangan sederhana, kini memiliki nilai tambah melalui berbagai inovasi produk yang sehat, menarik, dan potensial secara ekonomi. Ke depan, kegiatan serupa dapat diperluas dengan kolaborasi bersama UMKM lokal, dukungan pemerintah desa, dan pelatihan lanjutan dalam aspek pengemasan serta pemasaran digital agar tercipta ekosistem usaha berbasis pangan lokal yang berkelanjutan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pelatihan diversifikasi olahan ubi kayu di Desa Sökkolia berhasil meningkatkan keterampilan peserta, kualitas produk, serta potensi pendapatan rumah tangga. Produk es krim tape singkong dan minuman probiotik (minas) menunjukkan hasil terbaik dari segi nilai ekonomi, colenak unggul dalam rasa dan tekstur, sementara *cassava ball* tetap disukai konsumen lokal meskipun membutuhkan peningkatan pada aspek kemasan. Semakin banyak variasi produk yang dihasilkan, semakin besar peluang peningkatan kesejahteraan masyarakat melalui usaha pangan lokal. Program ini juga memperkuat ketahanan pangan desa dengan memanfaatkan bahan baku yang melimpah dan murah, serta mendorong

kemandirian ekonomi terutama bagi perempuan rumah tangga. Disarankan agar kegiatan pelatihan serupa terus dikembangkan dengan penambahan variasi produk, peningkatan kualitas kemasan dan *branding*, serta pelatihan pemasaran digital agar produk olahan ubi kayu memiliki daya saing dan keberlanjutan di pasar lokal maupun regional.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Kementerian Pendidikan Tinggi Sains dan Teknologi (DPPM KEMDIKTISAINTEK) yang telah memfasilitasi dan memberikan dukungan penuh terhadap kegiatan ini. Pemerintah Desa Sokkolia, Kabupaten Gowa, atas kerja sama dan izin yang diberikan selama kegiatan berlangsung. Ibu-ibu kelompok Majelis Taklim Desa Sokkolia serta seluruh pihak yang telah membantu dan berpartisipasi dalam pelaksanaan kegiatan ini, sehingga kegiatan dapat berjalan dengan lancar dan memberikan manfaat bagi masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Awotide, B. A., Karimov, A. A., & Diagne, A. (2015). Welfare impact of adoption of improved cassava varieties by rural households in South-Western Nigeria. *Agricultural and Food Economics*, 3(18), 1–17. <https://doi.org/10.1186/s40100-015-0037-2>
- Banowati, E., Sari, Y., Mustofa, M. S., & Rahmawati, S. N. (2022). Cassava farming based on rural agribusiness development. *Komunitas: International Journal of Indonesian Society and Culture*, 14(2), 263–272. <https://doi.org/10.15294/komunitas.v14i2.21546>
- Chancharoenchai, K., & Saraithong, W. (2022). Sustainable development of cassava value chain through the promotion of locally sourced chips. *Sustainability*, 14(21), 14521. <https://doi.org/10.3390/su142114521>
- Emongor, R. A., Makokha, S., Matere, S., Nzuve, F. M., & Githunguri, C. (2023). Analysis of the cassava value chain in reference to smallholder farmers in Busia County, Kenya. *Asian Journal of Agricultural Extension, Economics & Sociology*, 41(2), 1–13. <https://doi.org/10.9734/ajaees/2023/v41i211865>
- Jumanne, Z. (2018). The contribution of cassava production to rural households' income: A case study of Kasulu District, Kigoma Region [Master's thesis, University of Dar es Salaam]. *University Repository*. <https://libraryrepository.udsm.ac.tz/items/e98b9952-fc5a-45bc-ac64-7ed57e68a657>
- Manganyi, B., Lubinga, M. H., Zondo, B., & Tempia, N. (2023). Factors influencing cassava sales and income generation among cassava producers in South Africa. *Sustainability*, 15(19), 14366. <https://doi.org/10.3390/su151914366>

- Nguyen, N. C., Baba, T., Nomura, H., & Ito, K. (2023). Household income diversity of small-scale cassava producers in Vietnam. *International Journal of Environmental and Rural Development*, 14(1), 139–144. <https://doi.org/10.32115/ijerd.14.139>
- Okonkwo, E., & Adewale, A. (2024). Agricultural value chain and households' livelihood in Africa: The case of Nigeria. *Journal of Rural Development Studies*, 9(1), 45–57. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38596041/>
- Onya, S. C., Oriala, S. E., Ejiba, I. V., & Okoronkwo, F. C. (2016). Market participation and value chain of cassava farmers in Abia State, Nigeria. *Journal of Scientific Research and Reports*, 12(2), 1–10. <https://doi.org/10.9734/JSRR/2016/24388>
- Utomo, E., Byju, G., & Ginting, S. (2022). Cassava flour production by small scale processors, its quality and economic feasibility. *AGRIS*. <https://agris.fao.org/search/en/providers/122622/records/6474820779cbb2c2c1b95600>

Pembelajaran Sosial dalam Praktik Penyuluhan Kolaboratif untuk Pengembangan Kelompok Berbasis Agribisnis

Ahmad Fachri^{1*}, Sultani¹

¹Program Studi Agribisnis, Universitas Adzkia

Email: ahmadfachri@adzkia.ac.id

Abstrak

Perubahan sistem pertanian global menuntut pendekatan penyuluhan yang lebih kolaboratif dan berorientasi pada pembelajaran sosial untuk menciptakan agribisnis yang inklusif dan berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor pembelajaran sosial dalam praktik penyuluhan kolaboratif yang diinisiasi oleh NGO Human Initiative Sumatera Barat pada Poklahsar Batuang Srikandi Nusantara (BSN) di Kecamatan Bungus Teluk Kabung, Kota Padang. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif dengan metode studi kasus. Lokasi penelitian dipilih secara *purposive* karena merupakan wilayah binaan Human Initiative dengan karakteristik sosial ekonomi masyarakat yang masih rentan. Data primer dikumpulkan melalui wawancara mendalam dan observasi, sedangkan data sekunder diperoleh dari dokumen NGO Human Initiative dan literatur pendukung. Analisis data dilakukan secara deskriptif kualitatif menggunakan kerangka pembelajaran sosial Leeuwis (2009). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyuluhan kolaboratif yang melibatkan berbagai aktor seperti NGO, lembaga pemerintah, sektor swasta, akademisi, dan pelaku UMKM membentuk ekosistem pembelajaran sosial yang dinamis. Faktor-faktor yang dijelaskan dalam pembelajaran sosial meliputi: keseriusan masalah; keterlibatan langsung; urgensi; keberhasilan; kompleksitas; kejelasan masalah; resiko; ruang sosial; sumber daya; dan trauma. Faktor pembelajaran sosial ini mendorong peningkatan kapasitas adaptif, kesadaran kolektif, dan kemandirian ekonomi anggota kelompok. NGO Human Initiative perlu terus memperkuat dan memperluas jejaring kemitraan, serta menyesuaikan materi penyuluhan dengan karakteristik peserta agar proses pembelajaran sosial dapat berjalan lebih efektif guna pengembangan kelompok.

Kata kunci: Pembelajaran sosial, Penyuluhan kolaboratif, Pengembangan kelompok, Agribisnis

Abstract

Changes in the global agricultural system demand a more collaborative extension approach oriented towards social learning to create inclusive and sustainable agribusiness. This study aims to analyze social learning factors in collaborative extension practices initiated by the NGO Human Initiative West Sumatra at the Batuang Srikandi Nusantara (BSN) Processing and Marketing Group (Poklahsar) in Bungus Teluk Kabung District, Padang City. This study uses a descriptive approach with a case study method. The research location was selected purposively because it is a Human Initiative-managed area with vulnerable socio-economic characteristics. Primary data were collected through in-depth interviews and observations, while secondary data were obtained from NGO Human Initiative documents and supporting literature. Data analysis was conducted descriptively and qualitatively using Leeuwis (2009) social learning framework. The results of the study indicate that collaborative outreach involving various actors such as NGOs, government institutions, the private sector, academics, and MSMEs creates a dynamic social learning ecosystem. The factors described in social learning include: seriousness of the problem; direct involvement; urgency; success; complexity; clarity of the problem; risk; social space; resources; and trauma. These social learning factors encourage increased adaptive capacity, collective awareness, and economic independence of group members. The NGO Human Initiative needs to continue to strengthen and expand its partnership network, as well as adapt outreach materials to the characteristics of participants so that the social learning process can run more effectively for group development.

Keywords: Social learning, Collaborative extension, Group development, Agribusiness

PENDAHULUAN

Perubahan sistem pertanian global menuntut model pembangunan agribisnis yang lebih adaptif, inklusif, dan berbasis pengetahuan sosial (Silici *et al.*, 2021). Pergeseran ini lahir dari kesadaran bahwa tantangan agribisnis, seperti ketimpangan akses sumber daya, perubahan iklim, dan volatilitas pasar, tidak dapat diatasi melalui pendekatan teknokratis semata. Pendekatan penyuluhan konvensional yang bersifat top-down terbukti kurang efektif dalam mendorong inovasi karena mengabaikan dinamika sosial dan pengetahuan lokal (Amghani *et al.*, 2025). Sebagai respons, *social learning* atau pembelajaran sosial muncul sebagai paradigma baru dalam penyuluhan pertanian, di mana proses belajar terjadi melalui interaksi, refleksi, dan kolaborasi antar aktor (Lamboll *et al.*, 2021). Model ini memandang penyuluhan bukan sekadar transfer teknologi, melainkan sebagai arena dialog dan ko-produksi pengetahuan antara petani, penyuluh, peneliti, dan pelaku pasar.

Di Indonesia, transformasi penyuluhan pertanian menuju pendekatan kolaboratif menjadi semakin penting seiring dengan agenda pembangunan agribisnis berkelanjutan. Sektor pertanian masih didominasi oleh kelompok kecil dan menengah yang menghadapi tantangan dalam kapasitas kelembagaan, literasi pasar, serta akses terhadap inovasi (Saruchera & Mpunzi, 2023). Sejauh ini pemerintah dan *Non Government Organization* (NGO) telah berupaya mendorong program penyuluhan, namun sebagian besar masih berfokus pada aspek teknis produksi dan belum sepenuhnya mengintegrasikan proses pembelajaran sosial di dalamnya. Padahal, pembelajaran sosial dalam penyuluhan kolaboratif mendorong peningkatan kemampuan adaptif petani terhadap perubahan dan memperkuat jejaring sosial yang mendukung keberlanjutan agribisnis (Olayemi *et al.*, 2021). Oleh karena itu, penyuluhan kolaboratif yang menekankan dimensi sosial pembelajaran berpotensi menjadi strategi kunci untuk menciptakan agribisnis yang inklusif, berdaya saing, dan berkeadilan.

Pada konteks lokal, berbagai kelompok tani dan komunitas agribisnis mulai menerapkan pendekatan kolaboratif dalam kegiatan penyuluhan, tetapi kajian ilmiah tentang bagaimana proses pembelajaran sosial terbentuk dan berperan dalam dinamika kelompok masih terbatas. Studi Murphrey *et al.* (2011) menyoroti pentingnya komunikasi dan kolaborasi dalam penyuluhan, namun belum mengkaji secara mendalam dimensi pembelajaran sosial dalam konteks kelompok agribisnis. Sementara itu, penelitian Fachri & Rahman (2023) berfokus pada efektivitas proses pelatihan agribisnis pada kelompok tanpa menelaah interaksi sosial antaraktor sebagai sumber utama inovasi. Kajian oleh Fuadi

et al. (2025) menegaskan bahwa pembelajaran kolektif meningkatkan keberhasilan adopsi inovasi agribisnis, tetapi konteks sosial-budaya dan dinamika kelompok belum banyak dikaji. Berdasarkan celah tersebut, penelitian ini memiliki kebaruan (*novelty*) dalam menelaah pembelajaran sosial sebagai proses interaktif, reflektif, dan transformatif yang muncul dalam praktik penyuluhan kolaboratif, khususnya pada pengembangan kelompok berbasis agribisnis.

Sejalan dengan uraian tersebut, tujuan penelitian ini adalah untuk melihat siapa saja aktor yang terlibat dalam penyuluhan kolaboratif. Kemudian dalam tulisan ini juga akan digali bagaimana faktor-faktor pembelajaran sosial dalam praktik penyuluhan kolaboratif untuk pengembangan kelompok berbasis agribisnis. Sehingga implikasi pada pengembangan kelompok yang efektif dan berkelanjutan bisa diwujudkan.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan selama Oktober 2025 di Kecamatan Bungus Teluk Kabung, Kota Padang, yang dipilih secara *purposive* (Firmansyah & Dede, 2022) karena merupakan wilayah binaan NGO Human Initiative Sumatera Barat dengan tingkat kemiskinan yang relatif tinggi (Fachri, Syahni, & Henmaidi, 2021). Kelompok yang menjadi fokus penelitian adalah Poklhasar Batuang Srikandi Nusantara, selaku penerima manfaat program dengan pendekatan penyuluhan kolaboratif Human Initiative untuk pengembangan kelompok agribisnis. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif dengan metode studi kasus untuk mengkaji faktor-faktor pembelajaran sosial dalam praktik penyuluhan kolaboratif pada pengembangan kelompok berbasis agribisnis.

Pemilihan responden dilakukan dengan teknik triangulasi, melibatkan informan kunci seperti Fasilitator Program Bangun Industri Desa (BID), *Officer Development Program* (ODP), dan Pengurus Poklhasar BSN. Data primer diperoleh melalui observasi dan wawancara mendalam, sedangkan data sekunder berasal dari dokumen NGO Human Initiative, BPS, serta literatur terkait. Analisis data dilakukan secara deskriptif kualitatif, dengan menafsirkan temuan lapangan secara sistematis untuk mengidentifikasi faktor-faktor pembelajaran sosial berdasarkan kerangka (Leeuwis, 2009).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyuluhan Kolaboratif NGO Human Initiative pada Kelompok Pengolahan dan Pemasaran Batuangs Srikandi Nusantara (Poklahsar BSN)

Penyuluhan kolaboratif yang diselenggarakan NGO Human Initiative Sumatera Barat pada kelompok berbasis agribisnis sudah dilakukan sejak tahun 2017. Salah satu kelompok penerima manfaatnya adalah Poklahsar BSN. Dalam pelaksanaan penyuluhan kolaboratif, Human Initiative berkolaborasi Bersama beberapa aktor. Peran setiap aktor dalam praktik penyuluhan kolaboratif disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Peran Setiap Aktor dalam Praktik Penyuluhan Kolaboratif

No.	Aktor	Peran
1	NGO Human Initiative Sumatera Barat	Penyelenggara utama penyuluhan kolaboratif dalam Program Bangun Industri Desa (BID), NGO ini menginisiasi berbagai aktor berkolaborasi memberikan penyuluhan untuk penerima manfaat program
2	Poklahsar BSN	Kelompok yang terdiri dari ibu-ibu kurang mampu di Kecamatan Bungus Teluk Kabung ini berfokus pada pengolahan agribisnis hasil perikanan menjadi berbagai macam produk.
3	PT Pertamina	Sponsor utama dalam Program CSR di Bungus Teluk Kabung, memberikan arahan dan dorongan semangat agar penerima manfaat bisa lepas dari kemiskinan
4	Pemerintah Kecamatan Bungus Teluk Kabung	Pemerintah memberikan perizinan dalam kegiatan penyuluhan kolaboratif, serta turut memberi semangat pada penerima manfaat dalam mengikuti program
5	Dinas Kelautan Perikanan Kota Padang	Memberikan penyuluhan terkait pengolahan hasil perikanan menjadi produk jadi ataupun setengah jadi
6	Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kota Padang	Memberikan penyuluhan terkait pengelolaan produk dalam kemasan agar layak edar di pasaran
7	Dinas Kesehatan Kota Padang	Memberikan penyuluhan terkait pengelolaan hasil perikanan menjadi produk pangan yang terjamin kesehatannya sehingga bisa memperoleh P-IRT
8	Universitas Andalas	Memberikan penyuluhan pada penerima manfaat dalam penguatan kelompok dan pengembangan bisnis
9	Pengelola UMKM	Memberikan penyuluhan bagaimana cara mempertahankan dan mengembangkan bisnis berdasarkan pengalaman terdahulu.

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa pelaksanaan penyuluhan kolaboratif dalam Program Bangun Industri Desa (BID) melibatkan beragam aktor dengan peran yang saling melengkapi, sehingga menciptakan ekosistem pembelajaran sosial yang dinamis dalam pengembangan kelompok berbasis agribisnis. Kolaborasi antara NGO Human

Initiative sebagai inisiator, lembaga pemerintah, sektor swasta, akademisi, dan pelaku UMKM menunjukkan adanya sinergi lintas sektor yang memperkuat kapasitas kelompok sasaran, baik dari aspek teknis produksi, manajemen usaha, kesehatan produk, hingga strategi pemasaran (Rey-Garcia, Mato-Santiso, & Felgueiras, 2021). Keterlibatan berbagai aktor ini tidak hanya memperkaya pengetahuan dan pengalaman penerima manfaat, tetapi juga mengindikasikan penyuluhan kolaboratif sebagai upaya mendorong transformasi sosial-ekonomi melalui proses pembelajaran kolektif yang berkelanjutan (Utter *et al.*, 2021).

Faktor-faktor Pembelajaran Sosial dalam Penyuluhan Kolaboratif melalui NGO Human Initiative pada Poklamsar Batuang Srikandi Nusantara (BSN)

Penyuluhan kolaboratif yang diinisiasi Human Initiative dilakukan dengan memberi berbagai materi dari pengelolaan produksi, kemasan, pemasaran, kemitraan dan lain sebagainya guna meningkatkan kualitas sumber daya manusia pada anggota kelompok agar bisa menjalankan usaha yang dimiliki bisa lebih produktif dan optimal tentunya. Berhubung penyuluhan yang diselenggarakan NGO Human Initiative menggunakan pendekatan kelompok dalam rangka pemberdayaan masyarakat maka bisa dikatakan rangkaian kegiatan ini adalah suatu pembelajaran sosial. Berdasarkan pernyataan Leeuwis (2009) bahwasanya pembelajaran sosial akan dipengaruhi oleh 10 faktor. Berikut adalah pembahasan lengkap mengenai faktor-faktor pembelajaran sosial dalam penyuluhan kolaboratif pada Poklamsar BSN oleh NGO Human Initiative.

Keseriusan dari masalah yang dihadapi

Kegiatan penyuluhan yang diselenggarakan Human Initiative diangkat berdasarkan kebutuhan pada Poklamsar BSN selaku penerima manfaat. Kebutuhan dari kelompok ini berasal dari permasalahan yang dihadapi oleh anggota kelompok. Seperti permasalahan dalam hal pemasaran produk, maka Human Initiative memfasilitasi dalam memberi materi terkait pemasaran. Walaupun mengenai ketepatan materi yang digunakan dinilai masih belum optimal. Contohnya pada saat diberi materi pemasaran online. Pemasaran online adalah suatu tantangan dan kebutuhan di era 4.0 namun mengingat karakteristik anggota kelompok yang mayoritas sudah berusia tua, materi ini kurang diikuti secara serius oleh anggota. Secara umum pernyataan Leeuwis (2009) sudah terlihat dalam faktor pelajaran sosial pada pemberdayaan Poklamsar BSN melalui Human Initiative.

Keterlibatan langsung dalam suatu masalah

Isu yang berkembang selama ini pada masyarakat Bungus Teluk Kabung salah satunya adalah kemiskinan. Hal inilah salah satunya yang menjadi landasan Human Initiative untuk menyelenggarakan program di daerah ini. Melihat anggota kelompok memiliki kemampuan dalam produksi hasil perikanan namun terkendala dalam akses pemasaran, maka Human Initiative mengadakan penyuluhan teknis produksi sesuai prosedural layak tembus pasar pada Poklhasar Batuang Srikandi Nusantara. Sehingga bisa dikatakan bahwasanya pembelajaran sosial yang dilaksanakan Human Initiative bersama Poklhasar BSN sudah berdasarkan keterlibatan langsung dalam suatu masalah (Leeuwis, 2009).

Urgensi

Seperti yang dijelaskan pada poin 1 dan 2 bahwa pembelajaran sosial yang diangkat oleh Human Initiative pada Poklhasar BSN memang berdasarkan permasalahan yang ada pada kelompok tersebut. Sehingga kelompok memiliki motivasi untuk terlibat dalam pembelajaran, karena menilai ada suatu urgensi dengan mengikuti kegiatan tersebut akan ada harapan bahwasanya permasalahan masyarakat bisa terpecahkan. Di sisi lain urgensi pentingnya terlibat pada pembelajaran sosial ini belum tersebar merata ke seluruh anggota kelompok. Terlihat dari 18 anggota kelompok hanya setengah yang benar-benar aktif dalam mengikuti kegiatan.

Keberhasilan diri dan keberhasilan lingkungan

Poklhasar BSN sejauh ini memiliki keyakinan akan keberhasilan setelah mengikuti rangkaian kegiatan sebagai sarana pembelajaran sosial yang digerakkan Human Initiative. Hal ini didukung dari peran Human Initiative yang selalu mendukung, memotivasi, dan memberi harapan dengan contoh-contoh kelompok sejenis yang apabila serius dalam mengikuti kegiatan pelatihan maka usaha yang dijalankan bisa berkembang dan menjadi besar di kemudian hari.

Kompleksitas, observasi, dan percobaan

Pada pembelajaran sosial Poklhasar BSN kegiatan meliputi penyuluhan, pelatihan, dan praktik. Artinya percobaan sudah diterapkan dalam metoda pembelajaran sosial yang diselenggarakan Human Initiative pada kelompok ini. Dari sisi kompleksitas, dinilai pembelajaran yang ada sudah kompleks dari segi materi. Karena materi yang disajikan sudah mencakup pada rantai *subsystem* usaha. Melalui pelatihan teknis produksi,

pemasaran, kemitraan, sampai ke penguatan kelembagaan kelompok dan *soft skill* dari anggota kelompok untuk menunjang keberlanjutan usaha yang dijalankan kedepannya.

Kejelasan tentang sifat masalah

Komponen penting dalam kejelasan adalah apakah pemangku kepentingan yang berbeda berada dalam persetujuan tentang alam dan keseriusan masalah atau tidak. Pada kasus pembelajaran sosial pada Poklahsar BSN bersama Human Initiative sudah memiliki kejelasan dalam permasalahan yang kemudian dirumuskan dalam rangkaian pelatihan sebagai upaya pemberdayaan masyarakat. Hal ini dilatarbelakangi karena sebelum merumuskan langkah-langkah strategis pada kelompok ini, Human Initiative telah melakukan identifikasi permasalahan melalui *social mapping* dengan melibatkan pemerintah setempat (Lurah dan Camat), dinas terkait, dan masyarakat Bungus Teluk Kabung itu sendiri.

Merasakan konsekuensi sosial dan resiko yang berkaitan

Sejauh ini Poklahsar BSN belum merasakan ancaman selama proses pembelajaran sosial yang mereka ikuti. Namun untuk penghargaan secara sosial sudah mereka alami, khususnya dari pihak pemerintah Kelurahan Teluk Kabung Utara.

Ruang sosial dan pengorganisasian

Dengan berkelompoknya ibu-ibu wanita nelayan dalam wujud Poklahsar BSN sangat mendukung proses pembelajaran sosial yang ada. Hal ini dikarenakan dari sifat kelompok itu sendiri yang memiliki aturan yang bersifat mengikat dan seharusnya dipatuhi oleh anggota kelompok. Sehingga pada masing-masing anggota kelompok memiliki tanggung jawab untuk ikut berbagai kegiatan kelompok dan kemudian siap memikul pembagian tugas yang telah didistribusikan.

Sumber daya dan wilayah aman untuk bereksperimen

Sumber daya wilayah pada Poklahsar BSN sejauh ini mendukung dalam proses pembelajaran sosial. Seperti pada penyuluhan pengelolaan produksi yang didalamnya ada materi mengenai ketentuan dalam pemilihan bahan baku. Mengingat kelompok ini berfokus pada usaha pengolahan hasil ikan dan potensi sumber daya alam daerah Bungus Teluk Kabung adalah hasil perikanan, maka pembelajaran dalam pemilihan dan pengadaan bahan baku lebih mudah untuk dilakukan.

Stress dan trauma

Sejauh ini selama pembelajaran sosial yang diselenggarakan Human Initiative pada Poklahsar Batuang Srikandi Nusantara belum ditemukan anggota kelompok atau peserta

belajar yang stress maupun trauma. Adapun sebagian anggota yang kurang aktif mengikuti kegiatan disebabkan karena kesibukan pribadi dan dinilai masih memandang kurang pentingnya untuk kontinu aktif dalam kegiatan.

Implikasi Terhadap Pengembangan Kelompok

Pembelajaran sosial dalam penyuluhan kolaboratif yang dilaksanakan oleh NGO Human Initiative pada Poklahsar Batuang Srikandi Nusantara (BSN) menunjukkan bahwa keberhasilan penyuluhan kolaboratif sangat dipengaruhi oleh sejauh mana proses pembelajaran sosial berjalan secara efektif di dalam kelompok. Keterlibatan langsung anggota dalam permasalahan yang mereka hadapi, kejelasan tujuan, serta dukungan dari berbagai aktor eksternal menciptakan lingkungan belajar yang kondusif bagi peningkatan kapasitas individu maupun kelompok. Proses ini menumbuhkan kesadaran kolektif, rasa tanggung jawab bersama, dan kemampuan untuk memecahkan masalah secara partisipatif (Zainuri & Huda, 2023). Dengan demikian, pembelajaran sosial berperan penting dalam memperkuat struktur kelembagaan Poklahsar BSN serta meningkatkan kemampuan adaptif kelompok terhadap dinamika pasar dan tantangan usaha agribisnis yang terus berkembang (Fachri et al., 2024).

Lebih lanjut, penerapan prinsip-prinsip pembelajaran sosial melalui penyuluhan kolaboratif memiliki implikasi strategis terhadap pengembangan kelompok agribisnis secara berkelanjutan (Attipoe et al., 2021). Melalui sinergi antara aspek teknis, sosial, dan kelembagaan, kelompok mampu membangun kepercayaan diri, memperluas jejaring kemitraan, serta mengelola sumber daya lokal secara lebih efisien (Suryono et al., 2022). Pendekatan ini tidak hanya memperbaiki kinerja produksi dan pemasaran, tetapi juga memperkuat kemandirian ekonomi anggota kelompok.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penyuluhan kolaboratif yang diinisiasi oleh NGO Human Initiative pada Poklahsar Batuang Srikandi Nusantara (BSN) menciptakan proses pembelajaran sosial sebagai upaya pengembangan kelompok berbasis agribisnis. Kolaborasi lintas aktor dari sektor pemerintah, swasta, akademisi, dan pelaku usaha memperkuat kapasitas teknis, manajerial, serta sosial anggota kelompok, sehingga meningkatkan kemandirian dan keberlanjutan usaha yang dijalankan. Faktor-faktor pembelajaran sosial seperti keterlibatan langsung, kejelasan masalah, dukungan lingkungan, dan ruang untuk bereksperimen berperan besar dalam mendorong perubahan perilaku dan kesadaran kolektif kelompok. Oleh karena itu, disarankan agar Human Initiative terus memperkuat dan memperluas jejaring kemitraan,

serta menyesuaikan materi penyuluhan dengan karakteristik peserta agar proses pembelajaran sosial dapat berjalan lebih efektif dalam mendukung pengembangan kelompok agribisnis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada LLDIKTI Wilayah X dan Lembaga Penelitian Pengabdian Masyarakat Universitas Adzkie (LPPM-UA) yang telah memberikan dukungan selama kegiatan penelitian baik itu dalam bentuk pendanaan, pelatihan, serta motivasi untuk bisa menghasilkan riset yang berkualitas.

DAFTAR PUSTAKA

- Amghani, Mohammad Shokati, Hosna Miladi, Moslem Savari, & Mehrdad Mojtahedi. (2025). Factors Influencing the Agricultural Extension Model Sites in Iran. *Scientific Reports*, 15(1), 1–20. doi:10.1038/s41598-025-94151-6.
- ATTIPOE, Sonny Gad, Jian min CAO, Yaa OPOKU-KWANOWAA, & Frank OHENE-SEFA. (2021). Assessing the Impact of Non-Governmental Organization's Extension Programs on Sustainable Cocoa Production and Household Income in Ghana. *Journal of Integrative Agriculture*, 20(10). doi:10.1016/S2095-3119(21)63607-9.
- Fachri, Ahmad, Juli Adevia, Defri Rahman, MFD Putra, Sultani, TP Andika, & Adhal Kholik. (2024). Dampak Pembelajaran Digital Marketing Agribisnis Terhadap Kompetensi Mahasiswa. *Jurnal Ilmiah Management Agribisnis (Jimanggis)*, 5(2), 85–96.
- Fachri, Ahmad, & Defri Rahman. (2023). Efektivitas Proses Pengembangan Sumber Daya Manusia Melalui Pelatihan Agribisnis Pada Kelompok Binaan NGO Human Initiative Sumatera Barat. *Jurnal Akuntansi, Manajemen dan Bisnis Digital*, 2(2), 151–60.
- Fachri, Ahmad, R.S. Syahni, & Henmaidi. (2021). Analisis Hasil Pengembangan Sumber Daya Manusia Melalui Pelatihan Pada Kelompok Binaan NGO Human Initiative Sumatera Barat. *Syntax Literate; Jurnal Ilmiah Indonesia*, 6(4), 1523–37.
- Firmansyah, Deri, & Dede. (2022). Teknik Pengambilan Sampel Umum Dalam Metodologi. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Holistik (JIPH)*, 1(2), 85–114.
- Fuadi, Anis, Siti Nurlaela, & Elea Nur Aziza. (2025). Farmer Empowerment Based on Participatory Action Research (PAR) to Increase Adoption of Red Onion Cultivation in Tambakrejo Village Pemberdayaan Petani Berbasis Participatory Action Research (PAR) Untuk Meningkatkan Adopsi Budidaya Bawang Merah. *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat*, 13(1), 53–65.
- Lamboll, Richard, Valerie Nelson, Million Gebreyes, Daimon Kambewa, Blessings Chinsinga, Naaminong Karbo, & Audax Rukonge. (2021). Strengthening Decision-Making on Sustainable Agricultural Intensification through Multi-

Stakeholder Social Learning in Sub-Saharan Africa. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 19(5–6), 609–635.
doi:10.1080/14735903.2021.1913898.

Leeuwis, Cees. 2009. *Komunikasi Untuk Inovasi Pedesaan*. Yogyakarta: Kanisius.

Murphrey, Theresa Pesl, Kimberley A. Miller, Julie Harlin, & John Rayfield. (2011). Collaboration as a Tool to Improve Career and Technical Education: A Qualitative Study of Successful Collaboration Among Extension Agents and Agricultural Science Teachers. *Journal of Career and Technical Education* 26(2), 57–67. doi:10.21061/jcte.v26i2.525.

Rey-Garcia, Marta, Vanessa Mato-Santiso, & Ana Felgueiras. (2021). Transitioning Collaborative Cross-Sector Business Models for Sustainability Innovation: Multilevel Tension Management as a Dynamic Capability. *Business and Society* 60(5). doi:10.1177/0007650320949822.

Samson Olayemi, Sennuga, Alo Adeola Ope-Oluwa, & Angba Cynthia Whiteley. (2021). Evolution of Agricultural Extension Models in Sub-Saharan Africa: A Critical Review. *International Journal of Agricultural Extension and Rural Development Studies*, 8(1), 29–51. <https://ssrn.com/abstract=3794328>.

Saruchera, Fanny, & Sinenhlanhla Mpunzi. (2023). Digital Capital and Food Agricultural SMEs: Examining the Effects on SME Performance, Inequalities and Government Role. *Cogent Business and Management*, 10(1). doi:10.1080/23311975.2023.2191304.

Silici, Laura, Andy Rowe, Nanthikesan Suppiramaniam, & Jerry W. Knox. (2021). Building Adaptive Capacity of Smallholder Agriculture to Climate Change: Evidence Synthesis on Learning Outcomes. *Environmental Research Communications*, 3(12). doi:10.1088/2515-7620/AC44DF.

Suryono, Joko, Mahendra Wijaya, Heru Irianto, & Mohamad Harisudin. (2022). Synergy Empowerment and Social Transformation: Developing Entrepreneurship Independence in a Business School.” *Journal of Social Studies Education Research*, 13(4), 265–90.

Utter, Alisha, Alissa White, V. Ernesto Méndez, & Katlyn Morris. 2021. Co-Creation of Knowledge in Agroecology. *Elementa*, 9(1), 1–16. doi:10.1525/elementa.2021.00026.

Zainuri, Ahmad, & Miftachul Huda. (2023). Empowering Cooperative Teamwork for Community Service Sustainability: Insights from Service Learning. *Sustainability (Switzerland)*, 15(5). doi:10.3390/su15054551.

Peran Kebijakan Pemerintah untuk Ketahanan Pangan Berbasis Swasembada Beras di Indonesia

Sayu Desty Pratisya¹, Juli Winando Lumban Toruan^{1*}

¹Departemen Agribisnis, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, Institut Pertanian Bogor

Email: juliwinandolumbantoruan@gmail.com

Abstrak

Ketahanan pangan, khususnya swasembada beras, merupakan masalah global yang menjadi tantangan dinamis bagi Indonesia di tengah ancaman peningkatan populasi serta perubahan faktor *supply* dan *demand*. Oleh karena itu, pemerintah Indonesia gencar mengatur peningkatan kapasitas produksi padi nasional untuk menjadikan swasembada sebagai pilar utama ketahanan pangan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan model sistem dinamik untuk menganalisis peran dan menilai efektivitas kebijakan pemerintah terhadap pencapaian swasembada beras. Model dikembangkan melalui tahapan artikulasi masalah, perumusan hipotesis dinamis, formulasi model simulasi, pengujian, dan evaluasi kebijakan. Analisis sistem dinamik ini menggunakan *Causal Loop Diagram* (CLD) dan *Stock and Flow Diagrams* (SFD) yang mencakup lima blok utama: produksi padi, konsumsi beras, pasar gabah, pasar beras, dan swasembada. Data aktual yang digunakan untuk validasi model diambil dari Badan Pusat Statistik (BPS) periode 2018-2022. Hasil validasi menunjukkan model berhasil mereproduksi perilaku sistem swasembada beras yang sesungguhnya, di mana produksi beras domestik cenderung berfluktuasi karena faktor iklim, hama, dan konversi lahan. Stok produksi dalam negeri yang tidak stabil dan peningkatan konsumsi setiap tahunnya menyebabkan permintaan beras lebih besar daripada penawaran, sehingga mendorong kebijakan impor beras. Kondisi sebelum simulasi kebijakan menunjukkan capaian swasembada beras nasional belum tercapai seiring dengan tren impor yang meningkat. Diperlukan perencanaan sistem kebijakan yang berkelanjutan dan optimal dengan analisis berbasis sistem dinamik untuk mencapai dan mempertahankan swasembada beras di Indonesia.

Kata kunci: Swasembada beras, Sistem dinamik, Kebijakan pemerintah, Ketahanan pangan

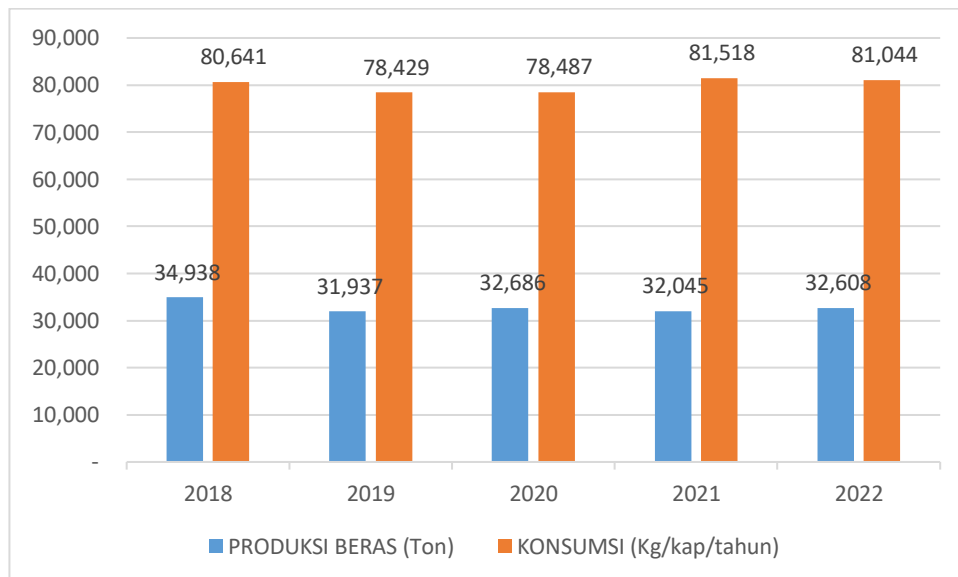
Abstract

Food security, especially rice self-sufficiency, is a global problem and a dynamic challenge for Indonesia amid the threat of population increase and changes in *supply* and *demand* factors. Therefore, the Indonesian government is actively regulating the increase in national rice production capacity to make self-sufficiency the main pillar of food security. This research aims to develop a system dynamics model to analyze the role and assess the effectiveness of government policies on achieving rice self-sufficiency. The model was developed through the stages of problem articulation, dynamic hypothesis formulation, simulation model formulation, testing, and policy evaluation. This system dynamics analysis uses *Causal Loop Diagram* (CLD) and *Stock and Flow Diagrams* (SFD) which cover five main blocks: paddy production, rice consumption, unhusked rice market, rice market, and short/long-term self-sufficiency. Actual data used for model validation were obtained from the Central Statistics Agency (BPS) for the 2018-2022 period. The validation results show that the model successfully reproduces the actual behavior of the rice self-sufficiency system, where domestic rice production tends to fluctuate due to climate factors, pests, and land conversion. Unstable domestic production stock and increasing consumption each year lead to greater demand than supply, encouraging the rice import policy. Conditions before policy simulation show that national rice self-sufficiency has not been achieved along with the increasing import trend. Sustainable and optimal policy system planning based on dynamic system analysis is needed for the government to achieve and maintain rice self-sufficiency in Indonesia.

Keywords: Rice self-sufficiency, System dynamics, Government policy, Food security

PENDAHULUAN

Ketahanan pangan selalu menjadi fokus *Food and Agriculture Organization* (FAO) di tengah-tengah ancaman peningkatan jumlah populasi selain itu ketahanan pangan juga merupakan masalah global yang telah menarik perhatian pemerintah dan komunitas ilmiah. Sektor pertanian sebagai penghasil pangan memiliki kontribusi yang sangat signifikan terhadap pencapaian tujuan program *Sustainable Development Goals* (SDG's) kedua, yaitu tidak ada kelaparan, mencapai ketahanan pangan, perbaikan nutrisi, serta mendorong budidaya pertanian yang berkelanjutan. Tujuan ini sejalan dengan prioritas pembangunan Indonesia yang terdapat di dalam prioritas ketahanan pangan yang diharapkan akan terwujud pada tahun 2030. Kecukupan pangan, dalam hal ini pangan pokok, diutamakan dipenuhi dari produksi domestik atau swasembada. Dengan kata lain, swasembada menjadi pilar dari ketahanan pangan. Sehingga, pemerintah Indonesia sedang gencar mengatur peningkatan kapasitas produksi padi atau beras nasional. Beras merupakan bahan pokok utama penduduk Indonesia. Beras mudah diperoleh, mudah penyajiannya dan berdampak pada stabilitas nasional.



Gambar 1. Produksi Beras dan Konsumsi Beras (Statistika Konsumsi Pangan 2022)

Selama lima dekade, swasembada beras berkembang dinamis. Pada masa Orde Lama (1952-1964) hingga masa pemerintahan transisi (1965-1967), swasembada beras tidak terwujud. Swasembada beras terwujud pada masa Orde Baru (1984), Kabinet Indonesia Bersatu (2007-2009) dan Kabinet Kerja (2016). Berdasarkan sejarah tersebut dapat disimpulkan bahwa mewujudkan dan mempertahankan swasembada beras bukanlah

hal mudah. Swasembada beras bergerak dinamis oleh karena itu harus tetap diwaspadai. Kedinamisan swasembada beras disebabkan perubahan faktor-faktor pembentuk sistem swasembada beras dari sisi *supply* dan *demand*. Dari sisi *supply*, selama lima tahun terakhir produksi beras domestik berfluktuasi sementara penggunaan beras dalam hal konsumsi cenderung mengalami peningkatan (Gambar 1).

Salah satu penghambat kestabilan penyediaan produksi beras dipengaruhi oleh beberapa faktor yang saling berinteraksi diantaranya pertumbuhan penduduk, perubahan iklim, penggunaan sumber daya, pola konsumsi, tata sistem, masalah alokasi dan distribusi sumber daya yang berada di bawah tekanan serta ketidakpastian, penggunaan lahan, konsekuensi lingkungan, dan penerimaan sosial. Indonesia sendiri memiliki faktor yang sama terkait ketahanan pangan atau swasembada beras yaitu dipengaruhi populasi, teknologi pertanian, luas lahan sawah, luas area panen, produksi padi, konsumsi, permintaan, pasokan dan produktivitas padi. Ketahanan pangan utamanya swasembada beras menjadi tantangan bagi pemerintah Indonesia karena kondisi yang dinamis dan adanya perubahan faktor-faktor pada setiap periodenya. Sehingga dibutuhkan perencanaan untuk sistem kebijakan dengan pengetahuan dan pengamatan dinamika sistem secara keseluruhan.

Tujuan dari penelitian ini adalah (1) mengembangkan model sistem dinamik untuk menganalisis peran kebijakan pemerintah dalam swasembada beras, (2) menilai efektivitas kebijakan yang telah diterapkan, dan (3) menganalisis dampak kebijakan dan variabel kritis terhadap swasembada beras. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan bagi pembuat kebijakan dalam merancang strategi yang efektif dan menyediakan alat analisis berbasis sistem dinamik untuk evaluasi kebijakan pertanian di masa depan.

METODE

Model Konseptual Dinamika Sistem Swasembada Beras Indonesia

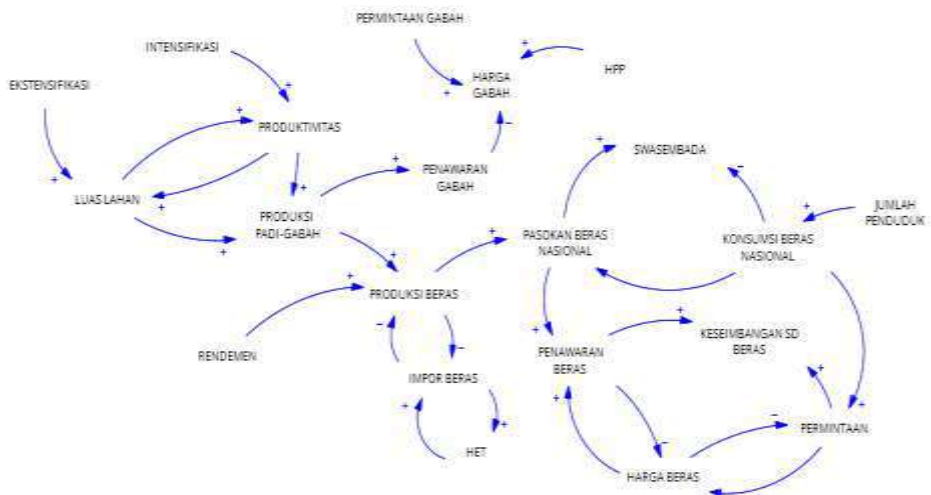
Penelitian ini menggunakan metodologi Sistem Dinamik (*System Dynamics*) yang terdiri dari beberapa tahapan utama, antara lain (1) *Problem Articulation* (Artikulasi Masalah) yaitu mencari masalah dinamik yang melibatkan perubahan kuantitas seiring waktu (mode referensi) dan menentukan variabel utama yang harus dipertimbangkan. Dalam hal ini, masalah utamanya adalah capaian swasembada beras yang dinamis. (2) *Formulation of Dynamic Hypothesis* (Perumusan Hipotesis Dinamis) yaitu membuat hipotesis awal mengenai perilaku sistem dengan memerhatikan faktor *endogen* dan mengembangkan peta struktural kausal melalui *Causal Loop Diagrams* (CLD). (3)

Formulation of a Simulation Model (Formulasi Model Simulasi) yaitu melakukan estimasi parameter, hubungan perilaku, dan kondisi awal, serta memformalkan model konseptual ke dalam *Stock and Flow Diagrams* (SFD). (4) *Testing* (Pengujian) yaitu melakukan perbandingan hasil simulasi dengan data aktual (mode referensi) untuk validasi model. Pengujian ini juga mencakup uji kekokohan model dalam kondisi ekstrem dan analisis sensitivitas. (5) *Policy Design and Evaluation* (Desain dan Evaluasi Kebijakan) yaitu erumuskan kebijakan, strategi, dan struktur baru yang dapat dilakukan di kehidupan nyata dan menganalisis dampaknya dengan analogi “bagaimana jika”.

Variabel Kunci dan Diagram Kausal

Variabel-variabel kunci swasembada beras dikategorikan menjadi tiga kelompok diantaranya (1) Variabel Produksi dan Konsumsi yaitu meliputi produksi padi (dipengaruhi luas panen dan produktivitas) dan konsumsi beras (dipengaruhi pertumbuhan penduduk, pendapatan, dan preferensi). (2) Variabel Pasar yaitu meliputi pasar padi (gabah) dan pasar beras, yang harganya ditentukan oleh mekanisme permintaan dan penawaran. (3) Kebijakan Pemerintah yaitu meliputi mntensifikasi (meningkatkan hasil per unit lahan), ekstensifikasi (memperluas lahan sawah), harga pembelian pemerintah (HPP) gabah, harga eceran tertinggi (HET) beras, dan impor beras.

Hubungan interaktif antar variabel ini digambarkan dalam *Causal Loop Diagram* (CLD) yang menunjukkan bahwa sistem swasembada beras dipengaruhi dari dua sisi, yaitu subsistem pasokan beras domestik dan subsistem penggunaan beras domestik.



Gambar 2. *Causal Loop Diagram*

Causal Loop Diagram terdiri dari peubah penyusun sistem yang dihubungkan oleh tanda panah. pangkal panah diartikan sebagai sebab dan ujung panah diartikan sebagai akibat. Hubungan dinyatakan dengan tanda positif (+) atau negatif (-). Jika dua peubah yang berinteraksi adalah A dan B berhubungan positif, maka, jika A mengalami peningkatan maka B akan meningkat juga. Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa variabel-variabel tersebut digunakan karena memiliki pengaruh pada produksi beras nasional. Variabel ekstensifikasi terhadap luas lahan memiliki hubungan arah positif (+). Ketika konversi lahan menyebabkan pengurangan luas lahan baku seluruh stakeholder mulai dari pemerintah, swasta, dan petani perlu melakukan koordinasi untuk melindungi sawah abadi. Penekanan konversi lahan dan peningkatan pencetakan sawah akan meningkatkan luas lahan baku, sehingga akan menambah jumlah penanaman padi dan berpengaruh pada peningkatan areal panen padi. Areal padi yang meningkat sama dengan luas lahan yang digunakan untuk menanam padi hal ini akan meningkatkan produksi padi gabah (+) dan juga produksi beras (+). Ketika lahan digunakan meningkat, maka produktivitas akan naik (+). Begitu juga sebaliknya, ketika produktivitas meningkat yang disebabkan oleh adanya intensifikasi (+) maka lahan yang digunakan semakin luas (+) dan menyebabkan kenaikan produksi padi gabah (+). Produksi gabah yang menurun menyebabkan penawaran gabah turun, (+) sehingga harga gabah akan meningkat (-) *ceteris paribus*. Di sisi lain, jika permintaan gabah meningkat, maka menyebabkan harga gabah meningkat (+). HPP gabah juga mempengaruhi harga gabah, jika HPP padi meningkat, maka harga gabah akan meningkat begitupun sebaliknya (+).

Produksi beras yang meningkat menunjukkan peningkatan pada penawaran beras (+), begitu juga sebaliknya penurunan produksi beras menunjukkan penurunan pada penawaran beras. Penurunan pada produksi beras akan mendorong kebijakan impor beras, sehingga hubungan kedua variabel negatif (-). Harga beras ditentukan oleh permintaan dan penawaran beras, jika permintaan beras meningkat, maka harga beras juga akan meningkat (+). Sebaliknya, jika harga beras meningkat, maka permintaan beras akan turun (-). Ketika harga beras meningkat, maka penawaran beras juga akan meningkat (+), sedangkan jika penawaran beras meningkat, harga beras akan menurun (-). Konsumsi beras ditentukan oleh banyaknya jumlah penduduk Indonesia, yang mana hubungan antar variabel tersebut (+). Jika jumlah penduduk Indonesia meningkat, maka konsumsi beras juga akan meningkat, untuk menurunkan konsumsi ini dapat melalui diversifikasi diharapkan dapat menurunkan konsumsi beras sehingga jika penerapan diversifikasi pangan meningkat, maka

konsumsi beras akan menurun. Konsumsi beras yang turun, akan menyebabkan swasembada beras meningkat (-) dibarengi dengan adanya stok produksi beras yang meningkat (+).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Model Operasional Swasembada Beras Indonesia

Model operasional swasembada beras Indonesia disusun dalam *Stock and Flow Diagrams* (SFD) dengan rentang waktu simulasi 10 tahun (2022-2032), yang dibagi menjadi lima blok utama. SFD Blok Produksi Padi yaitu memodelkan hubungan antara Areal Sawah (*stock*) dengan Perubahan Areal (*flow*), Areal Panen, Indeks Pola Panen, dan Produktivitas Padi. Kebijakan Intensifikasi dan Ekstensifikasi diasumsikan memengaruhi Produktivitas dan Rate Perubahan Areal. SFD Blok Konsumsi Beras yaitu memodelkan hubungan antara Populasi (*stock*) dengan Pertumbuhan Penduduk (*flow*) dan Konsumsi Beras Bulanan 'Nasional' yang dipengaruhi oleh Konsumsi Per Kapita. SFD Pasar Gabah yaitu memodelkan Harga Gabah (*stock*) yang dipengaruhi oleh Perubahan H Gabah (*flow*), *Demand for* Gabah (yang dipengaruhi Harga Pasar Beras), dan Produksi Padi. HPP Gabah menjadi instrumen kebijakan untuk harga gabah yang berlaku. SFD Pasar Beras yaitu memodelkan Harga Pasar Beras (*stock*) yang dipengaruhi oleh Perubahan H Beras (*flow*) yang berasal dari *Supply of* Beras Industri dan *Demand for* Beras. Kebijakan HET Beras menjadi instrumen kebijakan. SFD Swasembada Beras (Jangka Pendek dan Panjang) berupa Jangka Pendek dihitung berdasarkan *Domestic Supply* dan *Domestic Consumption* (keseimbangan pasar bulanan) serta Jangka Panjang dihitung berdasarkan Neraca Beras Nasional (potensi produksi dan kebutuhan konsumsi tanpa mekanisme pasar).

Validasi Model

Validasi model dilakukan dengan membandingkan hasil simulasi terhadap data aktual dari variabel kunci, yaitu Produksi Padi dan Areal Panen yang diperoleh dari BPS tahun 2018-2022. Hasil pengujian menunjukkan bahwa data aktual areal panen memiliki tren yang hampir sama dengan hasil simulasi model. Hal ini menunjukkan bahwa model yang dikembangkan telah valid dan berhasil menggambarkan kondisi sistem swasembada beras yang sesungguhnya.

Keragaan Variabel Kunci Sebelum Simulasi Kebijakan

Sebelum dilakukan simulasi kebijakan, kondisi awal sistem menunjukkan bahwa variabel produksi beras cenderung mengalami fluktuasi dalam kurun waktu 4 tahun, yang disebabkan oleh perubahan iklim atau cuaca, penggunaan benih yang kurang tepat, dan

adanya konversi lahan. Fluktuasi ini menyebabkan stok produksi dalam negeri tidak stabil, sementara konsumsi beras meningkat setiap tahunnya, yang menunjukkan bahwa permintaan beras lebih besar dibandingkan dengan penawaran beras di pasar. Kondisi ini memaksa pemerintah mengambil kebijakan Impor Beras, yang sejalan dengan hasil model di mana impor beras mengalami peningkatan setiap tahunnya. Peningkatan impor beras memiliki arah grafik yang berlawanan dengan capaian swasembada, yang menunjukkan bahwa swasembada beras nasional belum tercapai dalam kondisi sebelum dilakukannya simulasi kebijakan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Model sistem dinamik untuk menganalisis peran kebijakan pemerintah dalam swasembada beras telah berhasil dikembangkan dan divalidasi dengan data aktual BPS 2018-2022. Kondisi sistem sebelum simulasi kebijakan menunjukkan produksi beras domestik yang berfluktuasi dan meningkatnya konsumsi, menyebabkan tingginya impor dan indikasi bahwa swasembada beras nasional belum tercapai. Variabel kunci yang memengaruhi capaian swasembada adalah *supply* (peningkatan produktivitas dan perluasan areal sawah) dan *demand* (pengelolaan konsumsi per kapita). Pemerintah perlu menggunakan model sistem dinamik ini sebagai alat analisis untuk menguji berbagai skenario kebijakan (*Intensifikasi, Ekstensifikasi, HPP, HET, Impor*) guna merancang strategi yang optimal dan berkelanjutan, bukan hanya berfokus pada perubahan nilai parameter, tetapi juga pada perubahan struktur, strategi, dan aturan keputusan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2018). *Konversi gabah ke beras tahun 2018*. Jakarta: Badan Pusat Statistik. Tersedia dari <https://www.bps.go.id/>
- Badan Pusat Statistik. (2018). *Ringkasan eksekutif: Luas panen dan produksi beras 2018*. Jakarta: Badan Pusat Statistik. Tersedia dari <https://www.bps.go.id/>
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Buklet hasil pencacahan lengkap sensus pertanian 2023 tahap 1*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. (2024). *Rata-rata konsumsi perkapita seminggu menurut kelompok padi-padian per kabupaten/kota (satuan komoditas), 2021-2023*. Diakses dari <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MjA5NCMy/rata-rata-konsumsi-perkapita-seminggu-menurut-kelompok-padi-padian-per-kabupaten-kota.html>
- Fristovana, T. (2020). *Model sistem dinamis swasembada beras menuju ketahanan pangan* (Skripsi/Tesis). Institut Pertanian Bogor.

Prosiding Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian
Manokwari, 11 November 2025
e ISSN : 2774-1982
DOI: <https://doi.org/10.47687/snppvp.v6i1.1763>

Kementerian Pertanian. (2022). *Statistik konsumsi pangan 2022*. Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Kementerian Pertanian. Diakses dari

Sterman, J. D. (2000). *Business dynamics: Systems thinking and modeling for a complex world*. Boston: Irwin/McGraw-Hill.

Analisis Peta Proses Operasi Permen Cabe Jamu

Nur 'Aini^{1*}, Khoirul Hidayat¹, R. Arief Firmansyah¹

¹Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo Madura

Email: nurainiii2613@gmail.com

Abstrak

Cabe jamu (*Piper retrofractum Vahl*) menjadi salah satu rempah unggulan pulau Madura. Cabe jamu biasanya diolah menjadi jamu celup dan campuran kopi. Cabe jamu memiliki kandungan piperin yang dapat membantu meningkatkan nafsu makan. Penurunan nafsu makan merupakan salah satu masalah pada anak yang dapat mengakibatkan gangguan kesehatan dan penghambat tumbuh kembang anak. Upaya para orang tua untuk meningkatkan nafsu makan biasanya melalui pemberian vitamin, obat farmakologi maupun obat tradisional. Namun, tidak sedikit anak yang menolak untuk mengonsumsi obat tradisional karena rasanya yang dominan pahit. Permen dapat menjadi salah satu inovasi pengembangan obat tradisional berbahan dasar cabe jamu dan menangani masalah penurunan nafsu makan pada anak. Inovasi ini sangat sesuai karena anak-anak cenderung menyukai makanan manis seperti permen. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk merancang produk permen cabe jamu sesuai dengan preferensi konsumen. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah peta proses operasi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat dua belas peta proses operasi dalam pembuatan permen cabe jamu. Proses operasi dilakukan dengan tahapan mulai dari sortasi, pencucian, pengeringan, penghalusan, ekstraksi, penimbangan bahan, pemanasan, pencampuran, pencetakan, pendinginan, pengemasan, dan penyimpanan. Peta proses operasi dibuat untuk mengetahui kebutuhan mesin yang akan digunakan, memperkirakan kebutuhan bahan baku, mengetahui lama waktu produksi, menentukan tata letak mesin kerja, memproduksi permen cabe jamu dengan cara yang tepat sehingga sesuai dengan keinginan konsumen.

Kata kunci: *Cabe jamu, Permen, Peta proses operasi*

Abstract

Java long pepper (*Piper retrofractum Vahl*) is one of the superior spices on the island of Madura. *Piper retrofractum Vahl* is usually processed into herbal dips and coffee mixtures. *Piper retrofractum Vahl* contains piperine, which can help increase appetite. Decreased appetite is one of the problems children experience, and it can cause health problems and hinder children's growth and development. Parents' efforts to increase appetite usually involve vitamins, pharmacological drugs, and traditional medicines. However, many children refuse to consume traditional medicine because it tastes predominantly bitter. Candy can be one of the innovations in developing traditional medicine made from *Piper retrofractum Vahl* and dealing with the problem of decreased appetite in children. This innovation is very suitable because children like sweet foods such as candy. This research aims to design *Piper retrofractum Vahl* candy products according to consumer preferences. The method used in this research is an operation process map. The results of this research show that there are twelve operational process maps for making herbal chili candy. The operational process is carried out in stages: sorting, washing, drying, refining, extraction, weighing materials, heating, mixing, printing, cooling, packaging, and storage. The operational process map is made to determine the need for machines to be used, estimate the need for raw materials, determine the length of production time, determine the layout of work machines, produce herbal chili candy in the right way so that it meets consumer desires.

Keywords: *Candy, Java long pepper, Operation process map*

PENDAHULUAN

Cabe jamu (*Piper retrofractum Vahl*) merupakan salah satu rempah yang banyak ditemui hampir diseluruh Indonesia. Cabe jamu dapat tumbuh di daerah dengan karakteristik tanah kering bebatuan dan cuaca ekstrem salah satu contohnya seperti di pulau Madura (Faizah *et al.*, 2022). Kabupaten Sumenep merupakan salah satu daerah penghasil cabe jamu terbanyak di pulau Madura. Menurut data BPS (2023) hasil produksi cabe jamu mencapai 939.150 ton dengan nilai produktivitas sebesar 446.762 kg/Ha. Cabe jamu yang dibudidayakan menjadi salah satu komoditas unggulan karena sudah diekspor ke luar negeri seperti India, Hongkong, Cina, dan Singapura (Suhardi dan Subari, 2020).

Cabe jamu menjadi komoditas yang memiliki potensi tinggi di bidang ekonomi. Selain itu, cabe jamu juga memiliki kandungan berbagai senyawa yang bermanfaat bagi kesehatan. Cabe jamu mengandung senyawa fitokimia yang meliputi alkaloid, flavonoid, fenolik, tanin, saponin, triterpenoid, steroid, minyak atsiri, dan piperin. Zat piperin yang terkandung pada cabe jamu tidak kurang dari 1,10% (Hikmawanti *et al.*, 2021). Manfaat piperin cabe jamu dapat menurunkan panas, meningkatkan stamina tubuh, dan meningkatkan nafsu makan (Faizah *et al.*, 2022).

Nafsu makan menjadi salah satu masalah bagi anak-anak. Alasan susah makan sangat beragam salah satunya karena tidak suka makan sayur dan lebih menyukai makanan ringan (Saputri *et al.*, 2015). Nafsu makan yang menurun pada anak dapat menyebabkan berbagai keluhan pada kesehatan dan dapat menyebabkan *stunting*. Hal tersebut dapat terjadi karena kebutuhan nutrisi yang tidak terpenuhi sehingga dapat menghambat tumbuh kembang anak. Upaya orang tua untuk meningkatkan nafsu makan anak dengan memberikan variasi makanan dan dibantu dengan pemberian vitamin, obat farmakologi dan tak jarang juga yang memberikan obat tradisional seperti jamu (Sunarmi dan Suhendriyo, 2023).

Jamu merupakan obat tradisional yang dipercaya sejak dulu untuk mengobati berbagai keluhan kesehatan. Jamu dikonsumsi karena memiliki efek samping yang lebih rendah daripada obat kimia karena terbuat dari bahan-bahan alami. Selain itu, jamu menjadi pilihan karena dapat dibuat dengan mudah dan dibeli dengan harga yang terjangkau (Azizuddin, 2021). Salah satu contohnya yaitu obat tradisional yang terbuat dari cabe jamu dengan tambahan kunyit dan temulawak. Cabe jamu, kunyit, dan temulawak memiliki kandungan yang dapat meningkatkan stamina dan nafsu makan sehingga biasa diolah menjadi jamu atau obat tradisional. Namun, tidak jarang juga masyarakat dan anak-anak

tidak menyukai jamu karena rasanya yang pahit. Oleh karena itu, perlu adanya pengembangan jamu agar dapat meningkatkan minat konsumsi jamu.

Pengembangan jamu atau obat tradisional berbahan dasar cabe jamu yang dapat dilakukan yaitu dengan mengolah jamu menjadi bentuk permen. Permen diminati banyak kalangan terutama anak-anak karena rasanya manis, praktis, dan mudah dikonsumsi. Pengembangan ini perlu diperhatikan takaran dan cara pembuatannya. Oleh karena itu, diperlukan adanya peta proses operasi supaya dapat menghasilkan permen cabe jamu dengan kualitas yang baik sesuai keinginan konsumen sehingga dapat meningkatkan minat konsumsi jamu pada anak. Tujuan penelitian ini yaitu untuk merancang produk permen cabe jamu sesuai dengan preferensi konsumen.

METODE

Penelitian ini dilakukan di ruang Workshop Teknologi Industri Pertanian. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu peta proses operasi dengan pendekatan studi literatur. Peta proses operasi (*Operation process chart*) adalah gambaran tahapan proses penanganan atau pengolahan bahan baku yang melewati proses operasi dan pemeriksaan. Peta proses operasi memuat informasi mulai dari bahan baku menjadi produk jadi (Septiadi *et al.*, 2022). Pembuatan peta proses operasi memiliki beberapa prinsip diantaranya membuat kepala judul, material terletak di garis horizontal, lambang-lambang terletak di garis vertikal, dan penomoran kegiatan operasi dan pemeriksaan diberikan secara tersendiri sesuai urutan tahapan pembuatan produk.

HASIL DAN PEMBAHASAN

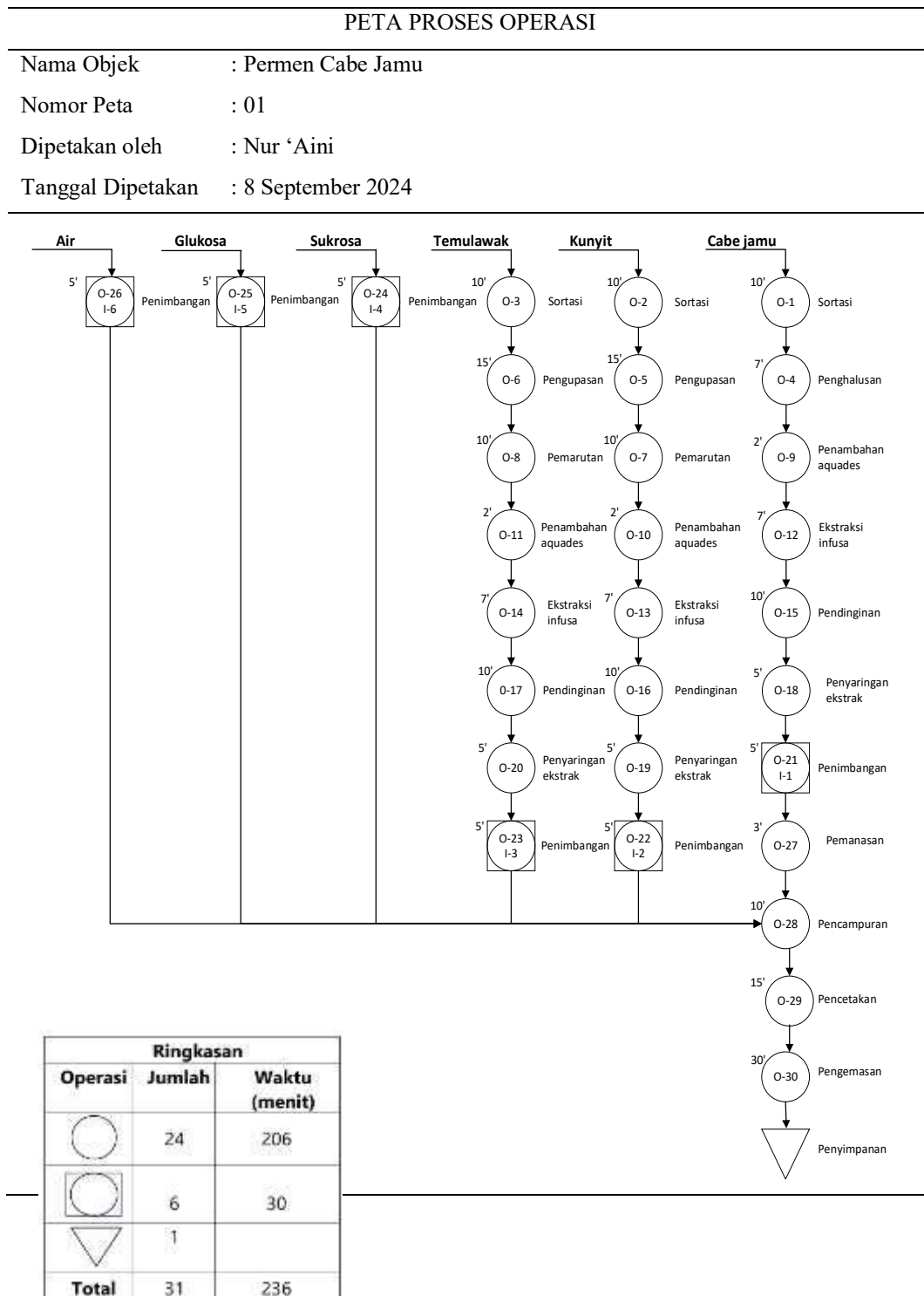
Tanaman rempah merupakan salah satu komoditas unggulan Indonesia. Rempah biasa dimanfaatkan sebagai bahan penyedap masakan alami dan obat tradisional. Sifat aromatik pada rempah dapat memberikan cita rasa pada bumbu, menjadi pengharum dan pengawet alami pada masakan. Rempah juga menjadi tanaman yang memiliki banyak khasiat untuk kesehatan tubuh. Indonesia memiliki berbagai macam jenis rempah seperti kunyit, temulawak, cabe jamu, dan lainnya. Kunyit (*Curcuma domestica Val.*) memiliki kandungan senyawa bioaktif utama yaitu kurkuminoid (3-5 %) yang dapat memberikan warna kuning yang kuat sehingga banyak digunakan sebagai pewarna kuning alami. Senyawa lainnya yaitu minyak atsiri (2.5-6 %) yang didapatkan dari isolasi daun tanaman kunyit memiliki aktivitas anti biofilm, antioksidan dan antiglikasi (Batubara dan Prastya, 2020). Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) memiliki kandungan aktivitas antioksidan,

kandungan fenolik dan flavonoid. Temulawak berkhasiat untuk meningkatkan nafsu makan pada anak (Widyastuti *et al.*, 2020). Cabe jamu (*Piper retrofractum Vahl*) memiliki kandungan alkaloid, piperine, cavinic, piperidine, saponin, polifenol, minyak atsiri, asam palmitat, dan asam tetrahidropiperat (Hidayat *et al.*, 2023). Cabe jamu biasa digunakan sebagai ramuan obat tradisional karena dapat mengobati sakit kepala, sakit perut, demam, penambah stamina dan meningkatkan nafsu makan (Taufikurrahman *et al.*, 2024). Rempah-rempah ini sering digunakan sebagai bahan baku obat tradisional atau jamu.

Jamu banyak mengalami pengembangan untuk meningkatkan konsumsi jamu. Pengembangan yang banyak dilakukan yaitu dengan mencampurkan rempah dalam kopi, mengubah menjadi jamu celup, dan diinovasikan dalam bentuk permen. Salah satu produk pengembangan yang banyak diminati masyarakat mulai dari anak-anak hingga orang dewasa yaitu permen. Permen merupakan makanan manis yang terbuat dari gula. Permen yang banyak beredar di pasaran yaitu permen keras (*hard candy*). Permen disukai karena mudah dikonsumsi dan praktis (Yulia *et al.*, 2022). Pengembangan jamu menjadi permen akan memberikan peningkatan konsumsi jamu sehingga jamu mudah diterima oleh konsumen. Namun, dalam pengembangan ini diperlukan adanya cara pembuatan dan takaran bahan yang tepat agar sesuai dengan permintaan konsumen.

Proses pembuatan cabe jamu melalui berbagai tahapan, pertama yaitu sortasi, sortasi dilakukan pada bahan baku rempah yaitu cabe jamu, kunyit, dan temulawak. Sortasi ini dilakukan selama 10 menit untuk memisahkan rempah-rempah yang layak untuk diproses. Tahap pengupasan dilakukan selama 5 menit untuk memisahkan kunyit dan temulawak dari kulitnya. Tahap penghalusan cabe jamu dilakukan selama 7 menit. Tahap pemarkutan kunyit dan temulawak dilakukan selama 10 menit. Kedua tahap ini dilakukan untuk memperkecil luas permukaan agar lebih mudah dalam proses ekstraksi. Tahap selanjutnya yaitu penambahan aquades sebanyak 10mL. Tahap ekstraksi infusa dilakukan selama 7 menit untuk mendapatkan ekstrak rempah. Tahap pendinginan dilakukan selama 10 menit. Tahap penyaringan dilakukan selama 5 menit pada setiap rempah untuk memisahkan endapan dan larutan hasil ekstraksi. Tahap penimbangan, tahap ini dilakukan selama 5 menit pada setiap bahan. Rempah ditimbang sebanyak 5 gram, sukrosa 60 gram, dan glukosa 50 gram. Tahap penimbangan diperlukan ketelitian dan harus diperiksa dengan pasti takaran dari bahan yang dibutuhkan. Tahap pemanasan dilakukan selama 3 menit kemudian dilanjutkan dengan tahap pencampuran semua bahan. Pencampuran ini dilakukan selama 10 menit sambil diaduk hingga campuran bahan ini menghasilkan tekstur yang

kental dan berbusa. Tahap pencetakan dilakukan selama 15 menit untuk memberikan bentuk permen yang rapi dan menarik. Tahap pengemasan dilakukan selama 30 menit untuk melindungi permen dari kontaminasi bakteri maupun benda asing lainnya dan dilanjutkan ke tahap terakhir yaitu penyimpanan.



Gambar 1. Peta proses operasi pembuatan permen cabe jamu

Peta proses operasi menunjukkan urutan proses pembuatan cabe jamu mulai dari bahan baku hingga produk jadi. Peta proses operasi dapat mengetahui komponen bahan baku pada produk cabe jamu. Peta proses operasi dibuat untuk mengetahui kebutuhan mesin yang akan digunakan, memperkirakan kebutuhan bahan baku, mengetahui lama waktu produksi, menentukan tata letak urutan mesin kerja, dan melakukan perbaikan kerja. Berikut peta proses operasi permen cabe jamu.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan proses pembuatan permen cabe jamu menggunakan 6 bahan diantaranya cabe jamu, kunyit, temulawak, sukrosa, glukosa, dan air. Tahapan utama yang meliputi sortasi, pencucian, pengeringan, penghalusan, ekstraksi, penimbangan bahan, pemanasan, pencampuran, pencetakan, pendinginan, pengemasan, dan penyimpanan. Berdasarkan proses peta proses operasi, kegiatan operasi sebanyak 23 proses dengan waktu selama 231 menit, pemeriksaan sebanyak 6 proses dengan waktu selama 30 menit dan penyimpanan 1 proses. Adanya peta proses operasi ini dapat digunakan untuk mengetahui kebutuhan mesin yang akan digunakan, memperkirakan kebutuhan bahan baku, mengetahui lama waktu produksi, menentukan tata letak mesin kerja, memproduksi permen cabe jamu dengan cara yang tepat sehingga sesuai dengan keinginan konsumen. Hal ini dapat meningkatkan minat konsumsi jamu bagi masyarakat terutama anak-anak. Saran untuk penelitian ini yaitu melakukan perencanaan biaya dan mengoptimalkan tata letak penggunaan mesin untuk membuat permen cabe jamu.

DAFTAR PUSTAKA

- Azizuddin, I. (2021). Jamu tradisional peningkat imunitas di masa pandemi. *Journal of Research on Community Engagement*, 2(2), 38–42. <https://doi.org/10.18860/jrce.v2i2.11962>
- Batubara, I., & Prastya, M. E. (2020). Potensi tanaman rempah dan obat tradisional Indonesia sebagai sumber bahan pangan fungsional. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-8 Tahun 2020*, 24–38. Palembang: Penerbit & Percetakan Universitas Sriwijaya. <https://conference.unsri.ac.id/index.php/lahansuboptimal/article/view/1943>
- BPS. (2023). *Data luas areal, produksi, dan produktivitas tanaman perkebunan per komoditi Kabupaten Sumenep*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Sumenep. <https://sumenepkab.bps.go.id/statictable/2024/05/20/109/data-luas-areal-produksi-dan-produktivitas-tanaman-perkebunan-per-komoditi-kabupaten-sumenep-tahun-2023.html>
- Faizah, R. U., Hidayat, K., & Mu'tamar, M. F. F. (2022). Pengembangan industri cabe jamu Madura. *Wijayakusuma National Conference*, 83–87.

- Hidayat, K., Mu'tamar, M. F. F., Firmansyah, R. A., & Auliyana, M. (2023). The effect of adding *Syzygium cumini* on the quality of the *Piper retrofractum* Vahl product. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1182(1), 012073. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1182/1/012073>
- Hikmawanti, N. P. E., Hanani, E., Maharani, S., & Putri, A. I. W. (2021). Piperine levels in Java chili and black fruits extracts from regions with different altitude. *Jurnal Jamu Indonesia*, 6(1), 16–22. <https://doi.org/10.29244/jji.v6i1.176>
- Saputri, M. P., Nuraeni, A., & Supriyono, M. (2015). Efektivitas variasi makanan terhadap peningkatan nafsu makan anak usia prasekolah di Kelurahan Kuningan Semarang Utara. *Jurnal Ilmu Keperawatan dan Kebidanan*, 4(1), 1–8.
- Septiadi, A., Salmia, & Galuh, H. (2022). Perbaikan kinerja melalui metode *man and machine chart* untuk meningkatkan produktivitas. *Jurnal Valtech (Jurnal Mahasiswa Teknik Industri)*, 5(2), 174–179.
- Suhardi, S., & Subari, S. (2020). Analisis usaha dan nilai tambah kopi cabe jamu di Kabupaten Sumenep (Studi kasus CV. Alifa Jaya, Kecamatan Bluto). *Agriscience*, 1(1), 200–218. <https://doi.org/10.21107/agriscience.v1i1.8003>
- Sunarmi, S., & Suhendriyo, S. (2023). Demonstrasi pembuatan jamu cekok dan makanan fungsional berbahan kelor untuk pencegahan stunting. *Community Development Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(1), 833–837. <https://doi.org/10.31004/cdj.v4i1.11319>
- Taufikurrahman, Widyowati, R., & Sukardiman. (2024). Senyawa metabolit sekunder dan aktifitas afrodisiak ekstrak etanol cabe jawa (*Piper retrofractum* Vahl) secara in silico. *MPI (Media Pharmaceutica Indonesiana)*, 6(1), 30–35. <https://doi.org/10.24123/mpi.v6i1.6394>
- Widyastuti, I., Luthfah, H. Z., Hartono, Y. I., Islamadina, R., Can, A. T., & Rohman, A. (2020). Antioxidant activity of temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) and its classification with chemometrics. *Indonesian Journal of Chemometrics and Pharmaceutical Analysis*, 2(1), 29–38. <https://doi.org/10.22146/ijcpa.507>
- Yulia, M., Azra, F. P., & Ranova, R. (2022). Formulasi *hard candy* dari sari buah jeruk nipis (*Citrus aurantifolio*), madu (*Mell depuratum*) dan kayu manis (*Cinnamomum burmanii*) berdasarkan perbedaan sirup glukosa. *Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia*, 4(1), 89–100. <https://doi.org/10.33759/jrki.v4i1.212>

Komodifikasi Anyaman Tumbuhan Mansiang menjadi Produk Elemen Penunjang Interior Rumah Tinggal

Ahmad Bahrudin^{1*}, Ramadhani Kurniawan¹, Kurnia¹

¹Program Studi Seni Kriya Fakultas Seni Rupa dan Desain, ISI Padangpanjang

Email: abunkriya@gmail.com

Abstrak

Tumbuhan mansiang merupakan tanaman yang tumbuh di rawa-rawa dan berkembang biak dengan cara ditanam dan tumbuh di dataran tinggi dengan udara yang sejuk, batang mansiang selama ini digunakan sebagai bahan baku utama pembuatan anyaman biasa di sebut dengan anyaman mansiang sebelum dijadikan bahan baku anyaman melalui beberapa tahapan seperti pemotongan, pengeringan, pewarnaan dan proses menganyam produk. Adapun produk yang dihasilkan adalah produk-produk untuk kebutuhan sehari seperti kombuik (tas untuk membawa beras), dompet, tas dan lain-lain. Penelitian ini sebagai upaya menghadirkan anyaman mansiang dalam bentuk lainnya yaitu dalam bentuk produk-produk interior rumah tinggal, diharapkan akan menjadi referensi diversifikasi produk dengan bahan baku tumbuhan mansiang. Seiring dengan adanya slogan *back to nature*, diharapkan penelitian ini menjadi bisa menjadi jawaban terhadap pemanfaatan sumberdaya alam yang melimpah dijadikan produk yang selain memiliki nilai ekonomis tinggi juga bahan baku terbarukan, bagi akademisi sebagai pemicu terutama untuk mahasiswa untuk lebih memanfaatkan sumberdaya alam menjadi produk-produk yang selain bisa dimanfaatkan secara langsung sebagai kebutuhan sehari-hari juga sebagai peningkatan keilmuan tentang bagaimana bisa mengkolaborasi antara bahan alami dengan bahan pabrikan sehingga tercipta produk baru. Sesuai dengan hasil survey tentang kebutuhan produk-produk terutama segmen penggunaannya yaitu kalangan remaja dan dewasa maka di hasilkan beberapa produk berupa lampu dinding, *ceilling lamp*, cermin, meja foyor dan kursi *stool*.

Kata kunci : Tumbuhan, Mansiang, Anyaman, Produk, Interior

Abstract

Mansiang plants are plants that grow in swamps and reproduce by planting and growing in highlands with cool air, mansiang stems have been used as the main raw material for making common weaving called mansiang weaving before being used as raw materials for weaving through various stages such as: cutting, drying, dyeing and weaving products. The products produced are products for daily needs such as: kombuik (bags to carry rice), wallets, bags and others, this research is an effort to present mansiang weaving in other forms, namely in the form of residential interior products, it is hoped that it will be a reef of product diversification with mansiang plant raw materials. Along with the slogan back to nature, it is hoped that this research can be the answer to the use of abundant natural resources as products that in addition to having high economic value as renewable raw materials, for academics as a trigger, especially for students to make more use of natural resources into products that can not only be used directly as daily needs but also as an increase in science about How to collaborate between natural materials and manufactured materials so that new products are created. In accordance with the results of the survey about the needs of products, especially the user segment, namely teenagers and adults, several products were produced in the form of: wall lamps, ceiling lamps, mirrors, foyer tables and stool chairs.

Keywords: Plants, Mansiang, Weaving, Products, Interior

PENDAHULUAN

Produk anyaman merupakan turunan dari karajinan anyam yang tersebar di seluruh nusantara dan anyaman merupakan kegiatan silang menyilang antara lungsi dan pakan (Eskak & Balai, 2024; Lita *et al.*, 2021; Isfi, 2021). Seperti Tasikmalaya terkenal dengan anyaman mendong dan bambunya selain itu juga di Sumatera Barat terdapat banyak sentra kerajinan anyaman seperti di Paninggahan, Muaro Bodi, dan Pariaman yang terkenal dengan anyaman pandannya, juga Nagari Kubang tepatnya di Jorong taratak yang terkenal dengan anyaman mansiang dan menghasilkan beberapa macam produk anyaman seperti tas, keranjang dan produk lainnya, dan yang lebih terkenal adalah anyaman kombuik, Berbagai tipe anyaman dapat ditemukan di Sumatera Barat, termasuk anyaman pandan, anyaman bambu, anyaman rotan, dan anyaman mansiang. Semua ini dapat dijumpai di Kabupaten Lima Puluh Kota, khususnya di Jorong Taratak Kubang, yang terletak di kecamatan Guguak, Sumatera Barat yang memiliki berbagai keistimewaan budaya disetiap daerahnya. Misalnya, seni tekstil yang dihasilkan di Sumatera Barat meliputi kain, tenunan, bordir, sulaman, anyaman, dan industri kayu. Terdapat banyak variasi anyaman di Sumatera Barat, seperti anyaman dari pandan, bambu, rotan, usa, dan mansiang, yang hanya dapat dijumpai di Kabupaten Lima Puluh Kota, tepatnya di Jorong Taratak Kubang dalam Kecamatan Guguak (Damri *et al.*, 2022; Gani *et al.*, 2023).

Kombuik merupakan produk anyaman yang menjadi andalan bagi pengrajin anyaman di nagari Kubang, dan sudah menjadi trade mark bagi mereka, sehingga tidak bisa dipisahkan antara anyaman taratak dengan kombuik, Masyarakat Taratak mengidentifikasikan tanaman ini sebagai mansiang yang dikembangkan di sekitar kediaman para pengrajin. Hasil dari anyaman mansiang ini dikenal dengan sebutan kombuik. Para pengrajin terlibat dalam proses pembuatan kombuik, sementara teknik pewarnaan melibatkan penggunaan bahan kimia serta pewarna alami (Bahrudin *et al.*, 2020). Sehingga sampai saat ini pembuatan kombuik masih eksis dilakukan untuk pemenuhan kebutuhan masyarakat, dimana fungsi kombuik selain sebagai tempat untuk membawa barang-barang juga digunakan dalam acara keagamaan maupun adat, terutama dalam prosesi adat (pernikahan) digunakan untuk membawa beras juga digunakan dalam aktivitas jika terjadi kemalangan. Kombuik adalah sejenis tas atau wadah yang digunakan untuk mengangkut beras sebagai sumbangan dalam acara berkebung menurut tradisi Minangkabau, dengan permintaan yang tinggi dan kemampuan untuk

berinovasi dalam menciptakan desain produk yang disesuaikan dengan sele pasar pada saat ini, pembuatan anyaman tersebut telah menjadi pekerjaan utama dan merupakan sumber pendapatan bagi komunitas jorong Taratak (Eskak & Balai, 2024).

Mengamati perkembangan produk turunan dari anyaman mansiang yang dirasa tidak begitu berkembang, sehingga membuat peneliti mencoba memberikan solusi tentang diversifikasi produk anyaman yang selama ini lebih identik untuk pemenuhan kebutuhan sehari-hari dan berafiliasi digunakan hanya untuk hal-hal yang sifatnya bukan kebutuhan utama sehingga mengakibatkan produk anyaman mansiang akan mulai dilupakan, untuk itu kami berinisiatif untuk mengembangkan baik desain maupun produk dengan bahan anyaman mansiang pada kebutuhan elemen interior rumah tinggal, selama ini yang cukup berkembang seperti anyaman rotan, bambu, dan ada sebagian anyaman pandan, walaupun seperti kita ketahui bahwa bahan baku mansiang tidak bisa berdiri sendiri untuk menjadi produk interior mengingat struktur bahannya yang lunak, beda halnya dengan bahan baku rotan terutama jenis manau yang memiliki struktur yang kuat, begitupun halnya dengan bambu yang memiliki struktur menyerupai kayu.



Gambar 1. Produk anyaman mansiang (kombuik) (Yolanda, 2021)

Hal tersebut yang menjadi ketertarikan peneliti untuk melakukan inovasi pengembangan produk anyaman mansiang menjadi produk interior rumah tinggal, walaupun tentunya dalam aplikasinya akan didukung oeh material lainnya baik sebagai struktur tambahan maupun sebagai media tempel, sehingga diharapkan akan menjadi material terbarukan dalam pembuatan elemen interior, selain bahan yang selama ini di gunakan seperti kayu, bambu dan rotan.

METODE

Metode penelitian eksperimen umumnya diterapkan dalam studi yang dilakukan pada laboratorium, namun, hal ini tidak berarti bahwa pendekatan ini tidak bisa digunakan dalam konteks sosial, termasuk pendidikan. Oleh karena itu, penelitian eksperimen yang berlandaskan pada paradigma positivistik awalnya banyak digunakan dalam disiplin ilmu

pasti seperti biologi dan fisika, yang selanjutnya diadaptasi untuk diterapkan disektor lain, termasuk sosial dan pendidikan. Secara fundamental, dalam semua penelitian yang melibatkan menggunakan paradigma *positivistik*, akan menghadapi dua pertanyaan besar, yaitu apakah hasil penelitian ini benar atau dapat dipercaya dan apakah kita dapat menggeneralisasikan hasil penelitian ini kepada sejumlah subyek yang kondisinya dianggap sama dengan subyek yang kita teliti (Zaduqisti, 2016).

Metode penelitian eksperimental digunakan untuk mencari pemecahan-pemecahan masalah dalam mengembangkan produk yang akan di ciptakan berdasarkan beberapa amatan terutama terhadap kebutuhan pasar akan produk-produk dengan bahan anyaman mansiang adapun tahapannya berupa situasional (mengidentifikasi dan membatasi masalah), ringkasan rencana (spesifikasi dan pernyataan masalah), investigasi (menganalisa, koleksi data dan riset), pemecahan terbaik (pemilihan sketsa dan desain terbaik), model (*mock up*, *prototype*, simulasi), gambar kerja (produksi gambar, gambar teknik), visualisasi produk (produksi, pembuatan produk) dan tes evaluasi seperti penafsiran dan pengetesan hasil produk (Ihsan & Fikrani, 2019).

Mengenai diskusi yang lebih terarah dan khusus mengenai hasil dari penelitian terapan yang dilakukan, maka membutuhkan metode tambahan yang dilakukan melalui langkah-langkah kreatif dalam *design thinking* berupa langkah memahami, mendefinisikan, menghasilkan ide, membuat *prototype* dan menguji (Husen Hendriyana, 2020). Memahami, tahap kegiatan awal untuk mendapatkan pemahaman empatik, khususnya dari permasalahan material mansiang menjadi material produk elemen Interior. Pada fase ini peneliti menyempurnakan penekanan isu melalui analisis terperinci, pemrograman, dan pencarian masalah dengan melakukan hal-hal seperti 1) evaluasi kebutuhan pengrajin dan konsumen, solusi serta inovasi yang akan dijalankan; 2) rancangan kerangka kerja, mengompilasi dan merumuskan kesimpulan dari analisis awal; 3) pernyataan masalah dan konsep umum, sebagai rumusan tugas untuk mengatasi persoalan desain, khususnya yang terkait dengan utilitas, signifikansi, estetika, pengguna, solusi dan inovasi.

Mendefinisikan, tahap proses menentukan isu-isu lingkungan, terutama yang berhubungan dengan kemungkinan sumber daya alam mansiang serta sumber daya para pengrajin yang terkait dengan industri kreatif seni kriya khususnya kerajinan mansiang. Dalam fase peneliti memperjelas fokus masalah melalui analisis mendalam, pemrograman, dan pencarian masalah dengan membuat: 1)

Penilaian kebutuhan peng-rajin dan konsumen, serta solusi dan inovasi yang akan dilaksanakan; 2) *Framework* desain, merangkum serta menyimpulkan hasil dari analisis awal; 3) Pernyataan masalah dan gagasan umum, sebagai bentuk penjelasan pekerjaan untuk mengatasi isu desain, terutama yang fokus pada utilitas, arti, estetika, pengguna, solusi, dan inovasi.

Menghasilkan ide, peneliti dalam proses pembuatan akan menyusun gagasan dan melakukan pengembangan pemikiran dengan melakukan *mapping* pikiran yang terperinci, dapat dipercaya, dan tegas supaya dapat menghasilkan konsep rancangan yang dapat menjadi dasar untuk semua pelaksanaan desain serta dokumentasi transformasi desain yaitu dari gambar abstrak ke gambar nyata (transformasi visual, peranan bentuk) dengan beberapa kemungkinan tugas, seperti dengan menggambar sketsa gaya hidup ataumelalui proses digitas untuk menghasilkan berbagai pilihan desain alternatif.

Prototipe, merupakan produk 3 dimensi yang akan dibuat sesuai dengan perencanaan yang telah di rancang sebelumnya, bertujuan untuk membuat keputusan mengenai desain serta menyajikan hasil akhir desain yang dapat dimengerti oleh seluruh pihak terkait.

Proses menguji dengan peneliti menyajikan proses dari ide hingga prototipe yang telah dilakukan untuk mengumpulkan masukan-masukan dari individu lainnya, seperti spresiasi, konsultan, serta klien atau mitra. Pada tahap ini, diharapkan mampu menyempurnakan secara menyeluruh (finalisasi desain) temuan perbaikan atau revisi berdasarkan fokus pada isu-isu yang berkaitan dengan kegunaan, makna, estetika, pengguna, solusi dan inovasi. Penilaian kelayakan terhadap bahan mansiang dan teknik pengerjaan serta metode pengujian dengan cara yang terukur, logis dan berbasis ilmiah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian eksperimen adalah merupakan metode sistematis guna membangun hubungan yang mengandung fenomena sebab akibat. Penelitian eksperimen merupakan metode inti dari model penelitian yang menggunakan pendekatan kuantitatif. Penelitian dengan menggunakan metode penelitian eksperimen merupakan sebuah mencobakan teori diwujudkan menjadi sebuah produk dengan melakukan eksperimental seperti disebutkan oleh syarifudin adalah penelitian yang berusaha mencari pengaruh variabel tertentu terhadap variabel lain dengan kontrol yang ketat (Sedarmayanti & Syarifudin, 2002). Dalam penelitian ini peneliti melakukan riset tentang bagaimana merancang souvenir destinasi wisata *Lubuak pandakian*, akan menjadikan objek wisata tersebut lebih dikenal

oleh masyarakat, sehingga akan meningkatkan kunjungan dan akhirnya akan meningkatkan tarap ekonomi masyarakat disekitarnya.

Perancangan Elemen Interior Rumah Tinggal

Realisasi penelitian ini diawali dengan menganalisa tentang produk anyaman mansiang selama ini selalu identik dengan bentuk kombuik, tas, tempat tumbler dan produk lainnya, hal ini menjadi ide bagaimana bisa menciptakan produk turunan lainnya dengan bahan baku anyaman mansiang tentunya di kombinasikan dengan bahan lainnya yang berfungsi sebagai struktur tambahan dalam membuat produk fungsional interior rumah tangga.

Situasional. Langkah pertama adalah situasional bertujuan mengidentifikasi dan membatasi masalah, bertujuan untuk mengamati produk-produk yang selama ini dihasilkan dengan menggunakan bahan baku mansiang, terutama produk-produk yang biasa digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

Ringkasan rencana. Spesifikasi dan pernyataan masalah, dalam implementasi desain komodifikasi produk dengan bahan masiang maka diputuskan untuk membuat produk-produk pelengkap interior rumah tangga, bukan elemen utamanya hal ini diharapkan dapat memberi keleluasaan pengguna dalam menyelaraskan produk-produk tersebut dengan elemen interior lainnya dalam ruangan tertentu.



Gambar 2. FGD dengan tim penelitian dalam merumuskan konsep dan bentuk desain yang akan di realisasikan

Investigasi. Menganalisa, koleksi data dan riset merupakan tahap yang sangat dibutuhkan dalam proses perancangan sebuah produk, melakukan analisa tentang beberapa produk yang sudah ada dengan bahaan baku sejenis seperti anyaman rotan, anyaman pandan, anyaman mendong, dan anyaman bambu, ternyata melalui beberapa penelusuran belum ada produk interior yang menggunakan bahan baku anyaman mansiang, baik sebagai bahan utama maupun bahan tambahan.

Pemecahan-pemecahan. Mengembangkan, eksplorasi bentuk, merupakan tahapan eksplorasi bentuk desain berdasar dari bentuk objek gambar dari sample yang sudah diambil sebelumnya, agar mendapatkan produk elemen interior rumah tinggal dengan melihat beberapa produk yang akan dijadikan rujukan dalam membuat produk tersebut terutama kajian tentang kenyamanan untuk beberapa produk fungsional.

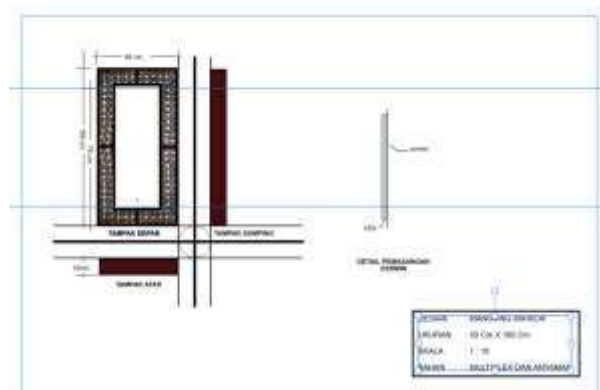
Pemecahan Terbaik. Pemilihan sket, desain terbaik, setelah melakukan beberapa riset, maka dibuat sketsa produk-produk yang akan dibuat, selanjutnya berkonsultasi dengan pengrajin anyaman mansiang, mengenai beberapa teknik anyaman yang bisa diimplementasikan menjadi produk fungsional, juga pemilihan beberapa motif yang berfungsi sebagai elemen hias, walaupun pada motif tersebut terdapat nilai filosofis tetapi pada pembuatan produk ini murni menjadikan anyaman dalam hal ini bahan dan motifnya menjadi elemen hias, dipadu padankan dengan bahan baku lainnya, dan di padukan juga dengan Epoxy Resin sebagai pengikat pada anyaman tersebut juga sebagai top coating yang akan berfungsi sebagai pelindung dari serangan hama pengerat anyaman.

Perancangan elemen interior rumah tinggal adalah proses merancang dan mengatur berbagai komponen di dalam rumah agar tercipta ruang yang fungsional, estetik, nyaman, serta sesuai dengan kebutuhan penghuninya. Elemen interior yang dirancang meliputi elemen pembentuk ruang, elemen pengisi, dan elemen estetik. Pada penelitian ini ditekankan pada perancangan produk elemen interior rumah tinggal, beberapa produk yang diciptakan diharapkan bisa mewakili tentang kebutuhan elemen-elemen interior rumah tinggal, adapun pendekatan yang dilakukan adalah menciptakan produk-produk dengan gaya minimalis dimana menggunakan pendekatan seperti kesederhanaan (*simplicity*) bentuk geometris sederhana, garis lurus, dan tata letak yang rapi, fungsionalitas (*Function over form*) setiap elemen memiliki fungsi jelas, tidak ada yang berlebihan, kebersihan visual (*clean look*) ruang tidak dipenuhi dekorasi berlebihan, lebih banyak ruang kosong, dan pencahayaan maksimal mengutamakan cahaya alami dengan jendela besar, *skylight*, dan warna terang, mengutamakan kesederhanaan dan fungsi, bentuk geometris tegas, tanpa detail berlebihan dan penggunaan perabot seperlunya dengan sirkulasi yang luas.

Pada perancangan produk fungsional maka menggunakan prinsip *form follow function* atau bentuk mengikuti fungsi, dimana melakukan perancangan mendahulukan fungsi dari produk tersebut, selanjutnya diikuti dengan bentuknya. Seperti halnya dalam penelitian ini beberapa rancangan lebih mengutamakan fungsinya sesuai dengan tempat dimana produk tersebut akan ditempatkan, pada penelitian ini tidak mengkhususkan pada

satu ruangan tetapi dibuat universal, dan diharapkan bisa digunakan pada beberapa ruangan yang berbeda, dan lebih di fokuskan tentang bagaimana melakukan komodifikasi produk anyaman mansiang menjadi produk interior, adapun beberapa rancangan yang telah dibuat sebagai berikut.

Desain Cermin. Cermin dengan bentuk segi empat persegi panjang, berfugsi selain untuk berkaca juga sebagai elemen hias, dan diletakan bersamaan dengan meja foyer, juga memiliki fungsi sebagai berikut: 1) Fungsi estetis, menjadi elemen dekoratif yang menambah keindahan ruangan; 2) Fungsi ilusi ruang, membuat ruangan terlihat lebih luas dan lapang; 3) Fungsi refleksi cahaya membantu memantulkan cahaya alami maupun lampu, sehingga ruangan lebih terang; 4) Fungsi Fungsional, untuk bercermin sebelum keluar rumah, khususnya di area foyer, ruang tamu, atau kamar tidur.



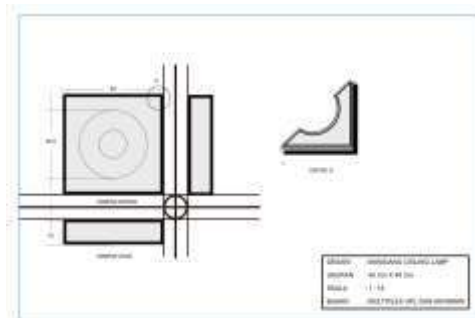
Gambar 3. Cermin

Desain Kursi Stool. Kursi *stool* adalah kursi kecil tanpa sandaran punggung (kadang juga tanpa sandaran tangan), biasanya lebih tinggi dibanding kursi biasa. Bentuknya simpel dan multifungsi, cocok untuk interior minimalis maupun modern, Adapun fungsi kursi stool adalah sebagai kursi tambahan di ruang tamu, teman meja bar atau dapur, tempat duduk santai di kamar atau balkon, aksen dekoratif (desain unik bisa jadi pemanis ruang).



Gambar 4. Kursi *Stool*

Ceilling Lamp. *Ceiling* lampu adalah lampu yang dipasang menempel di plafon (*ceiling*), berfungsi sebagai sumber pencahayaan utama maupun tambahan di dalam ruangan. Disebut juga lampu plafon. Dengan fungsi Pencahayaan utama, menerangi seluruh ruangan (ruang tamu, kamar, dapur). Estetis, memperindah interior dengan desain lampu yang beragam. Efisiensi ruang, karena menempel di plafon, tidak memakan tempat dan pencahayaan merata, cocok untuk ruangan dengan aktivitas umum. Pada perancangan ini lampu yang digunakan pada bagian tengah menggunakan *down light* 18watt sedangkan pada bagian pinggir sekeliling menggunakan LED *Smart Light*.



Alat. Alat yang digunakan pada proses realisasi produk disesuaikan dengan kebutuhan, dan dibagi menjadi pengolahan anyaman dan pengolahan produk basis kayu. Adapun beberapa alat yang digunakan adalah sebagai berikut: 1) *Table saw* digunakan untuk membelah dan memotong bahan terutama multipleks, digunakan karena dalam penggunaannya bisa di set sesuai dengan kebutuhannya; 2) *Mini Grinder*, berfungsi untuk mengikis atau menghaluskan bidang kerja yang sulit dijangkau menggunakan gerinda tangan ataupun amplas; 3) *Circular Saw*, digunakan untuk membelah dan memotong bagian tengah media kerja terutama dengan bentuk petak; 4) *Jigsaw* digunakan untuk memotong bidang-bidang non kotak seperti bulat, dan zigzag; 5) Bor tangan berfungsi untuk melubangi media kerja sebelum di *jigsaw*; 6) *Printer*, digunakan untuk mencetak dokumen dan laporan penelitian; 7) Mesin *router* atau *trimmer* digunakan untuk memotong Hpl sesuai dengan cetakan yang telah dibuat sebelumnya.

Proses pembuatan karya menggunakan teknik konstruksi, teknik tempel, dan teknik potong, beberapa teknik ini digunakan untuk mewujudkan karya-karya tersebut.

Proses perwujudan Karya

Perwujudan karya diawali dengan analisis terhadap desain sebelum menentukan tentang bahan, alat, dan teknik yang akan digunakan, meliputi bahan yang digunakan berdasarkan, sampai saat ini masuk proses pembuatan anyaman berdasarkan desain yang telah dibuat, diawali dengan berkonsultasi dengan penganyam tentang jenis bahan yang digunakan, warna, motif yang digunakan, hal ini dilakukan karena anyaman harus dibuat berdasarkan custom, tidak menggunakan anyaman yang sudah ada karena tidak sesuai dengan pola yang telah dibuat.

Setelah dilakukan konsultasi, maka sudah dibuat beberapa lembar anyaman dengan motif dan ukuran yang sudah ditentukan, juga tentang ketersediaan bahan baku, sehingga proses produksinya tidak akan terhambat.



Gambar 6. Kunjungan kepada pengrajin anyaman mansiang dan menyampaikan tentang beberapa produk yang akan dibuat



Gambar 7. Cek ketersediaan bahan mansiang dan kesiapan pengrajin untuk memasok anyaman mansiang sesuai dengan desain yang telah dibuat



Gambar 8. Memperlihatkan desain produk dan menyesuaikan bentuk anyaman yang akan dibuat

Pewujudan Kursi Stool. Diawali dengan melakukan pengamatan tentang kebutuhan interior rumah tangga juga melakukan pengujian kekuatan anyaman mansiang dijadikan sebagai landasan duduk, anyaman yang digunakan adalah anyaman yang di jalin menjadi pita, selanjutnya di anyam ulang menjadi lembaran dengan cara di beri bingkai supaya memudahkan dalam proses penganyaman juga sebagai mengaitkan anyaman tersebut. Adapun bahan yang digunakan terdiri dari 1) Multiplkes 12 mm; 2) Hpl hitam doff; 3) Hpl putih doff; 4) Nail gun; 5) Pita anyaman mansiang; 6) Lem kuning.

Perwujudan diawali dengan pemotongan bahan baku untuk pembuatan rangka kursi sesuai dengan desain yang telah dibuat sebelumnya, selanjutnya dirakit menjadi rangka dan dipasang Hpl warna hitam pada bagian luarnya sedangkan pada bagian dalamnya menggunakan Hpl warna putih.



Gambar 9. Merakit kursi menggunakan bahan multipleks tebal 12mm



Gambar 10. Proses menganyam pita mansiang



Gambar 11. Alas anyaman pita mansiang pada alas tempat duduk



Gambar 12. Kursi *Stool*

Karya jadi kursi *stool* Setelah dilakukan pengujian dengan cara duduk pada anyaman tersebut, konstruksi anyaman dengan teknik ini cukup kuat menahan beban dengan berat 80kg, dan tingkat kekuatannya lebih kuat dibandingkan dengan anyaman lembara langsung, tetapi belum dilakukan penggunaan jangka panjang apakah akan memuai atau putus sehingga butuh uji coba tahap selanjutnya.

Perwujudan *Ceiling lamp*. Perwujudan ceiling lamp diawali dengan melakukan analisis terhadap situasi ruang tamu dimana kebutuhannya adalah adanya dua intensitas cahaya antara terang dan redup, maka solusinya dengan menggunakan 2 lampu yang berbeda intensitas cahaya.



Gambar 13. Pembuatan pola lampu pada tripleks

Fitting lampu pada tripleks dilakukan untuk menentukan *center* dari posisi lampu tersebut, sedangkan lampu yang digunakan jenis lampu *down light* dengan ukuran 26cm,

dengan posisi masuk kedalam alasnya, sedangkan untuk lampu senjanya menggunakan LED strip yang dipasang mengelilingi lampu utama untuk operasional lampu tersebut menggunakan modul remote control, juga bisa melalui saklar dengan cara *on off* sampai lampunya berubah sesuai dengan kebutuhan pencahayaan.



Gambar 14. *Ceilling lamp* dengan material anyaman mansiang dan bahan lainnya, upaya untuk memadukan bahan alami dengan bahan industrialis

Perwujudan Cermin. Cermin dengan material mansiang dan bahan pabrikan sebagai upaya untuk menghadirkan anyaman mansiang yang selama ini identik dengan produk-produk untuk kebutuhan ibu rumah tangga seperti tas, dompet, tempat tumbler dan lain-lain, maka dihadirkan menjadi produk lainnya salah satunya cermin. Proses perwujudan diawali dengan membuat rangka dari multipleks untuk fram utamanya menggunakan ketebalan 12mm ditambah 9mm untuk mencapai ketebalan 21mm supaya cermin bingkainya jadi kokoh.



Gambar 15. Penempelan multipleks 12mm dengan 9mm

Dilanjutkan merangkai semua *frame* yang telah dibuat sebelumnya sehingga menjadi satu kesatuan utuh.



Gambar 16. Aplikasi anyaman mansiang pada background cermin dengan komposisi beberapa motif anyaman



Gambar 17. Pemasangan Hpl

Pemasangan HPL pada bagian luar menggunakan warna hitam sedangkan bagian dalamnya yang ditempel cermin menggunakan warna putih bertujuan untuk memantulkan cahaya LED ke wajah pengguna, adapun untuk menyalakannya menggunakan *module* saklar *touchpad*, diharapkan akan memudahkan pengguna dalam menggunakan cermin ini, sedangkan untuk pencahayaannya menggunakan lampu LED dengan tambahan modul adaptor pengubah arus AC menjadi DC 12volt.



Gambar 18. Cermin dengan aplikasi material anyaman mansiang

Komodifikasi anyaman mansiang adalah sebagai upaya menghadirkan bahan baku alami yang selama ini digunakan sebagai bahan baku pembuatan produk-produk anyaman untuk kebutuhan sehari-hari terutama dalam adat kebudayaan Minangkabau dimana jika ada kemalangan dan kegiatan lainnya selalu menggunakan tas yang bernama kombuik, walaupun saat ini sudah ada pengembangan *diversifikasi* produk anyaman, tetapi masih bersifat kebutuhan sehari-hari, penelitian ini sebagai alternatif produk turunan dari anyaman mansiang dalam bentuk produk-produk interior, bertujuan untuk melakukan perkawinan antara produk tradisional dengan produk moderen sehingga dihasilkan produk baru diharapkan bisa menjadi peningkatan perekonomian pengrajin anyaman mansiang.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini merupakan upaya untuk melakukan diversifikasi produk dengan bahan dasar anyaman mansiang, selama ini produk yang dihasilkan berupa kebutuhan ada berupa kombuik, walaupun saat ini sudah ada pembuatan produk pesanan seperti tas laptop, dompet, tempat HP, tempat tumbler, juga produk lainnya. Diharapkan produk yang dihasilkan bisa menambah pembedaahan produk dengan turunan dari anyaman mansiang, juga menjadi sarana edukasi bagi mahasiswa alternatif bahan lainnya dalam menghasilkan produk kriya kreatif, selama ini lebih focus kepada penggunaan bahan baku yang biasa digunakan dalam pembuatan produk kriya khususnya yang membutuhkan konstruksi.

Bagi pengrajin bisa meningkatkan kemampuan melakukan riset dan inovasi supaya pasar mendapat penyegaran tentang produk-produk dengan bahan anyaman mansiang,

sehingga selain meningkatkan kemampuan daya kreatifnya juga akan meningkatkan perekonomiannya, juga harus di dukung dengan *marketing*, umunya pengrajin bisa membuat tapi akan kesulitan untuk menjual produknya.

Bagi akademis merupakan tantangan tentang bagaimana bisa memberdayakan masyarakat dengan berkolaborasi baik konseptual maupun pengembangan produknya, sehingga selain sebagai objek penelitian juga memiliki tugas lainnya yaitu berinovasi dan berdampak.

DAFTAR PUSTAKA

- Aspari, J. W. (2000). Desain kursi teras anyam bambu. *Suluh*, 2(1), 69–80.
- Bahrudin, A. (2011). Kriya seni: Kelahiran dan eksistensinya. *Ekspresi Seni*, 13(1), 1–15. <https://journal.isi-padangpanjang.ac.id/index.php/Ekspresi/issue/view/37>
- Bahrudin, A. (2021). Studi kasus *form follows function* dalam karya seni kriya. *Ekspresi Seni*, 23(2), 254–265.
- Bahrudin, A., Widdiyanti, & Wahyono. (2020). Pemberdayaan masyarakat melalui pengembangan desain produk anyaman mansiang di Jorong Taratak Nagari Kubang Kecamatan Guguak, Kabupaten Limapuluh Kota. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1).
- Banindro, B. S. (2018). *Kapita selekta: Pengkajian seni rupa, desain, media dan budaya*. Yogyakarta: Dwi-Quantum.
- Damri, A. S., Donawati, D., Degustia, F., Dharmaputra, S., & PMCI Medan, S. (2022). Penerapan sistem akuntansi keuangan mikro di Kelompok Anyaman Mansiang Tabuan Jaya. *SiKemas: Journal of Community Service*, 1(1). <https://publish.ojs-indonesia.com/index.php/SIKEMAS>
- Eskak, E., & Balai, Z. (2024). *Empowerment of mansiang wickerwork industry through OVOP (One Village One Product) approach in Lima Puluh Kota District, West Sumatra Province*. Yogyakarta: Balai Besar Kerajinan dan Batik.
- Gani, M. H., Widdiyanti, Yandri, & Thamrin, T. (2023). Pelatihan pembuatan cenderamata berbasis inovasi anyaman mansiang dan ikat celup bagi pelaku seni Sumatera Barat. *Abdidas*, 4(4), 324–332.
- Hendrawan, A. (2017). Desain souvenir bergaya lowpoly ‘BWS COY’. *Artika*, 2(1), 62–71.
- Hendriyana, H. (2020). Industri kreatif unggulan produk kriya pandan mendukung kawasan ekowisata Pangandaran, Jawa Barat. *Jurnal Panggung*, 30(2), 164–182.
- Ihsan, M., & Fikrani, A. (2019). Pemanfaatan limbah produksi kerajinan bambu melalui desain produk berbahan dasar arang. *Jurnal Sositologi*, 18(1), 43–55.

- Isfi, Y. P. (2021). Proses pewarnaan anyaman mansiang di Jorong Taratak Kubang Kabupaten Lima Puluh Kota. *Gorga: Jurnal Seni Rupa*, 10(02), 359–364.
- Lita, R. P., Henmaidi, H., Meuthia, M., Rahmi, D. Y., & Mardiyah, F. P. (2021). Pengembangan produk kerajinan Kelompok Anyaman Mansiang Taratak Sejahtera dalam rangka meningkatkan kinerja pemasaran. *Jurnal Warta Pengabdian Andalas*, 28(3).
- Riyanto, D. Y., Budiarjo, H., & Mahmud, F. F. (2019). Pengembangan desain produk tas kuliah bagi mahasiswa desain di Stikom Surabaya. *Jurnal Desain Produk*, 1(1), 7–14.
- Rohandi, T. (2022). *Penerapan teknik dan pola anyam tradisi pada karya rupa ekspresif 3 dimensi*. (Tidak diterbitkan/Tugas Akhir).
- Sachari, A. (1986). *Seni desain dan teknologi: Antologi kritik, opini dan filosofi*. Bandung: Pustaka.
- Zaduqisti, E. (2016). Efektivitas teknik konseling dengan menulis jurnal belajar dalam meningkatkan kemandirian belajar (perspektif konseling lintas budaya). *KONSELING RELIGI: Jurnal Bimbingan Konseling Islam*, 7(1), 31.

Analisis Pertumbuhan Artikel Ilmiah Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian (SNPPVP) dalam Lima Tahun Terakhir

Muhammad Syafii Nasution^{1*}

¹Balai Besar Pelatihan Kesehatan Hewan Cinagara, Kementerian Pertanian Republik Indonesia
Email: syafiinasution2@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini menganalisis tingkat pertumbuhan artikel, pola kepengarangan, kolaborasi ilmiah, dan kluster topik dalam publikasi ilmiah dari Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian (SNPPVP) yang berlangsung antara tahun 2020 hingga 2024. Sebanyak 325 artikel yang ditulis oleh 990 penulis telah diperiksa, menunjukkan pertumbuhan publikasi yang signifikan. Nilai *Compound Annual Growth Rate* (CAGR) meningkat dari 7,46% pada tahun 2020 dan mencapai puncaknya sebesar 18,92% pada tahun 2024. Indeks Kolaborasi (CI) juga menunjukkan peningkatan, dari 2,3 menjadi 3,0, sementara Derajat Kolaborasi (DC) naik dari 74,07% menjadi 94,03%, mencerminkan kecenderungan kolaboratif yang kuat di kalangan penulis. Kluster topik yang muncul meliputi peternakan, produksi tanaman, dan aspek sosial petani, dengan kata kunci relevan seperti pupuk organik dan kelapa sawit. Penelitian ini merekomendasikan peningkatan kolaborasi lintas disiplin, pelatihan bagi petani, serta pemanfaatan analisis bibliometrik untuk mengarahkan penelitian di masa depan, guna mendukung keberlanjutan dan inovasi dalam sektor pertanian.

Kata kunci: Produktivitas riset, Kolaborasi ilmiah, Pemetaan artikel, Pertanian berkelanjutan, Analisis bibliometrik

Abstract

This study analyzes the growth rate of articles, authorship patterns, scientific collaboration, and topic clusters in scientific publications from the Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian (SNPPVP) held between 2020 and 2024. A total of 325 articles authored by 990 writers were examined, showing significant publication growth. The Compound Annual Growth Rate (CAGR) increased from 7.46% in 2020 to a peak of 18.92% in 2024. The Collaboration Index (CI) also showed an increase from 2.3 to 3.0, while the Degree of Collaboration (DC) rose from 74.07% to 94.03%, reflecting a strong collaborative tendency among authors. Emerging topic clusters include livestock, crop production, and social aspects of farmers, with relevant keywords such as organic fertilizer and palm oil. This study recommends enhancing interdisciplinary collaboration, training for farmers, and utilizing bibliometric analysis to guide future research, in order to support sustainability and innovation in the agricultural sector.

Keywords: Research productivity, Scientific collaboration, Article mapping, Sustainable agriculture, Bibliometric analysis

PENDAHULUAN

Secara global, sistem pangan dan pertanian menghadapi tantangan yang semakin kompleks dan multidimensional. Dampak perubahan iklim telah memicu ketidakstabilan produksi, kerusakan ekosistem lahan, serta gangguan dalam rantai pasok pangan. Sementara itu, lonjakan populasi dunia turut mendorong peningkatan kebutuhan konsumsi pangan, beriringan dengan menurunnya jumlah tenaga kerja pertanian akibat fenomena menua-nya populasi petani *aging farmer*. Ketidakseimbangan distribusi pangan dan fluktuasi harga komoditas semakin memperbesar potensi terjadinya krisis pangan di berbagai belahan dunia, yang menuntut perhatian lebih dari semua pihak.

Dalam konteks ini, dokumen Outlook Sektor Pertanian 2025 (*Outlook Sektor Pertanian 2025: Transformasi Sistem Pangan Dan Pertanian – INDEF*, n.d.) menekankan bahwa program Swasembada Pangan 2024–2029 merupakan bagian integral dari strategi Kementerian Pertanian untuk mendukung akselerasi pertumbuhan ekonomi yang inklusif dan berkelanjutan, sebagaimana tertuang dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN). Sektor pertanian Indonesia perlu diperkuat untuk menghadapi tantangan ini melalui pendekatan berbasis inovasi, pengembangan riset, dan sinergi lintas sektor yang berorientasi pada ketahanan pangan nasional.

Implementasi kebijakan pertanian tersebut memerlukan dukungan teknologi dan inovasi yang bersumber dari kegiatan penelitian dan pengembangan. Hasil riset harus didiseminasikan secara efektif kepada para pemangku kepentingan melalui publikasi ilmiah di jurnal terakreditasi, menjadikan peran forum akademik seperti Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian (SNPPVP) sangat strategis untuk menciptakan dampak nyata.

Publikasi ilmiah dalam prosiding yang terindeks oleh pangkalan data tertentu memberikan sejumlah keunggulan, salah satunya adalah potensi distribusi yang lebih luas sesuai dengan cakupan dan jangkauan indeksasi tersebut. Publikasi di jurnal ilmiah berfungsi sebagai indikator penting dalam diseminasi hasil penelitian, menunjukkan bahwa suatu temuan telah dikomunikasikan kepada komunitas akademik dan praktisi yang relevan. Selain itu, publikasi bukan hanya bagian akhir dari proses penelitian, melainkan juga elemen strategis yang perlu direncanakan sejak tahap awal pelaksanaan riset.

Sebagaimana diungkapkan oleh (Natakusumah, 2014) terbitan ilmiah berkala merupakan sumber informasi primer sekaligus media komunikasi yang esensial bagi para peneliti. Melalui publikasi peneliti dapat meningkatkan visibilitas, kuantitas, dan kualitas

hasil penelitiannya, serta berkontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan secara lebih luas. Dengan demikian, produktivitas peneliti sebagai aktor utama dalam peningkatan jumlah artikel ilmiah dipengaruhi oleh berbagai faktor, terutama ketika publikasi ilmiah dijadikan sebagai indikator kinerja institusional maupun individu. Dalam proses menghasilkan karya ilmiah, penulis dapat memilih pendekatan kepengarangan secara mandiri maupun melalui kolaborasi lintas disiplin.

Salah satu isu krusial dalam pelaksanaan kegiatan riset adalah dinamika pertumbuhannya. Laju perkembangan antar topik penelitian dapat berbeda-beda, dengan kecenderungan fluktuatif dari waktu ke waktu. Pertumbuhan ini diartikan sebagai besaran perubahan suatu variabel dalam kurun waktu tertentu. Pengukuran pertumbuhan publikasi ilmiah, seperti *Compound Annual Growth Rate* (CAGR) menjadi indikator utama dalam analisis tren bibliometrik (Olmeda-Gómez & De Moya-Anegón, 2016). Mengukur tren pertumbuhan di bidang ilmu perpustakaan dan informasi, sedangkan bidang Nanoteknologi tumbuh 12% dalam tujuh tahun terakhir (Terekhov, 2017), penggunaan dalam *google scholar citation* menunjukkan peningkatan signifikan pada 2012, dengan CAGR 159% dan jumlah profil naik tujuh kali lipat (Ortega, 2015).

Temuan riset (Gazni & Ghaseminik, 2016) menunjukkan bahwa riset ilmu pertanian memiliki makalah internasional paling sedikit. Sementara itu, dalam riset lanjutannya tren kolaborasi dalam penulisan artikel ilmiah semakin meningkat sebagaimana ditunjukkan riset lanjutan (Gazni et al., 2012) yang menemukan bahwa hanya 25,13% dari 13,9 juta dokumen di basis data Thomson Reuters ditulis oleh penulis tunggal. Sementara riset (Natakusumah, 2014; Rohanda & Winoto, 2019; R. N. Rahayu & Tarwan, 2020) dalam studi ilmu lingkungan, yang menunjukkan bahwa kolaborasi dalam penelitian menjadi semakin penting.

Kajian mengenai tingkat kolaborasi penulis telah dilakukan secara luas (R. N. Rahayu & Tupan, 2018; Bouzari et al., 2025) yang semakin menekankan pentingnya kolaborasi dalam penelitian untuk mencapai hasil yang lebih baik (R. N. Rahayu & Rachmawati, 2015) mencatat sepuluh studi terkait topik ini. Beberapa penelitian seperti (Syarianah, 2023) menyajikan data kolaborasi secara deskriptif (0,56%) karya tulis yang merupakan penulis tunggal. Metode lain digunakan oleh (Liao & Yen, 2012) serta (Himawanto, 2018) yang mengukur kolaborasi melalui indeks, koefisien, dan modifikasi koefisien kolaborasi. Pada bidang publikasi minyak dan gas bumi, penulis cenderung belum memanfaatkan kolaborasi secara optimal sebagai sarana peningkatan output ilmiah.

Sebaliknya studi oleh (Andriaty, 2022; S. Rahayu & Azizah, 2022) menggunakan rumus Subramanyam untuk menghitung tingkat kolaborasi berdasarkan proporsi tulisan kolaboratif terhadap total publikasi. Dengan demikian, penting untuk memahami bagaimana kolaborasi dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas publikasi ilmiah.

Visualisasi dalam pemetaan sains telah menjadi perhatian sejak berkembangnya riset bibliometrik, dengan berbagai perangkat lunak seperti VOSviewer yang populer di kalangan pustakawan. Dikembangkan oleh Universitas Leiden, (Van Eck & Waltman, 2010) VOSviewer memfokuskan pada representasi grafis bibliometrik dan umumnya digunakan dengan basis data Scopus, sering kali dipadukan dengan perangkat tambahan seperti BibExcel (Tupan & Rachmawati, 2017) Namun, pemanfaatannya untuk jurnal berbahasa Indonesia masih terbatas, sehingga membuka peluang untuk eksplorasi lebih lanjut dalam konteks lokal.

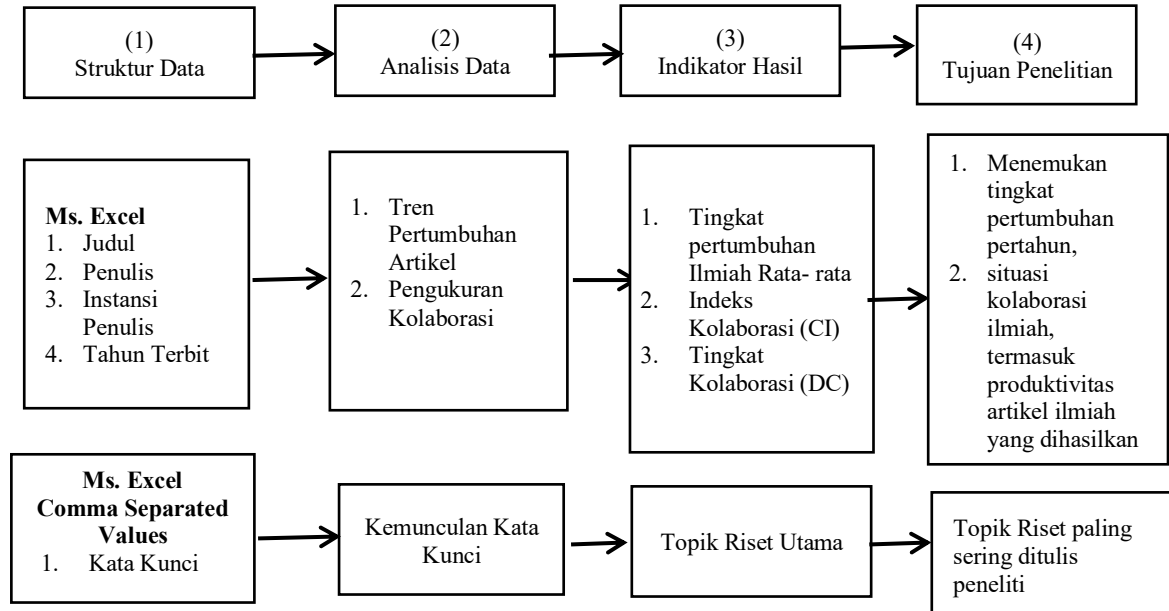
Penggunaan tesaurus dalam VOSviewer (Noer'Aida & Sustini, 2018) menjelaskan secara rinci cara kerja pemetaan topik dengan VOSviewer. Pemanfaatan tesaurus yang ditujukan untuk mengolah data bisa mendapatkan hasil maksimal, artinya tidak ditemukan pengulangan kata kunci. Senada dengan itu, (Su et al., 2021) mencatat bahwa file tesaurus diperlukan dalam pemetaan topik didalam VOSviewer *Messy data* seperti kesalahan ketik, duplikat, nilai yang hilang, misalnya institusi yang dieja secara berbeda dalam publikasi yang berbeda (misalnya, "Universitas Gadjah Mada" vs. "UGM") dengan fokus utama pada penyeragaman kata kunci yang sering kali bersifat ambigu, kami melakukan *cleaning* data agar hasilnya relevan, khususnya dalam pengukuran tren topik-topik riset.

Dalam konteks pencapaian swasembada pangan nasional, peran forum akademik seperti Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian (SNPPVP) menjadi sangat strategis. Namun, sejauh mana SNPPVP mampu membentuk multipersepsi terhadap Proyek Strategis Nasional di sektor pertanian, peternakan, dan perkebunan masih perlu dikaji lebih lanjut. Penting untuk memahami bagaimana kontribusi forum ini dalam mengintegrasikan perspektif akademik lintas sektor guna mendukung ketahanan pangan. Selain itu, perlu ditelaah pula isu-isu strategis yang diangkat dalam SNPPVP dan bagaimana relevansinya terhadap arah kebijakan nasional di bidang pertanian dan pangan. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat pertumbuhan artikel, kolaborasi penulis, serta pemetaan topik prosiding SNPPVP berdasarkan kata kunci menggunakan VOSviewer.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan analisis bibliometrik, yang merupakan bagian dari ilmu perpustakaan. Menurut *Oxford English Dictionary*, (<http://www.oed.com>) dikutip kembali (De Battisti & Salini, 2012; Salini, 2016; Baladi, 2017), bibliometrik diartikan sebagai "*The branch of library science concerned with the application of mathematical and statistical analysis to bibliography; the statistical analysis of books, articles, or other publications*". Selain buku, analisis ini juga mencakup artikel dan publikasi lain (Wilson & Grant, 2013) pustakawan memiliki peran penting dalam menggunakan analisis ini untuk menilai kinerja akademik, menemukan tren penelitian, dan membantu pengambilan keputusan berdasarkan data bibliografi.

Kajian ini dimulai dengan mengidentifikasi semua artikel prosiding dari Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian (SNPPVP) yang tersedia di pangkalan data perpustakaan Kementerian Pertanian. Artikel-artikel tersebut dapat ditemukan di laman web <https://jurnal.polbangtanmanokwari.ac.id/index.php/prosiding> untuk periode 2020 hingga 2024. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa terdapat 325 artikel ilmiah yang ditulis oleh 990 penulis, yang mencerminkan aktivitas riset yang signifikan di bidang ini.



Gambar 1. Aktivitas riset

Pengukuran pertumbuhan publikasi ilmiah masih menjadi andalan dalam bibliometrik. Semisal terkait tingkat pertumbuhan rerata tahunan atau *Compound Annual Growth Rate* (CAGR) yang diaplikasikan untuk mengkaji tren publikasi. Kolaborasi

pengarang diukur dengan indeks kolaborasi (CI). Tingkat kolaborasi (DC) ditentukan berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$CI = \frac{\sum_{j=1}^q jf_j}{N}$$

$$DC = 1 - \frac{f_1}{N}$$

Gambar 2. Rumus Indeks kolaborasi dan Derajat Kolaborasi

Keterangan: CI= Indeks kolaborasi; DC= Tingkat Kolaborasi; f_j = Jumlah artikel yang memiliki j penulis; q = Jumlah maksimal penulis dalam satu artikel ilmiah; N = Total artikel ilmiah.

Pola kepengarangan diperoleh melalui analisis artikel dengan menggunakan teknik file format buku kerja dengan ekstensi (.xls). Selanjutnya, artikel tersebut dipisahkan beberapa atribut, yaitu judul artikel, nama penulis, afiliasi, dan tahun terbit sebagai data dalam kolom buku kerja yang berbeda. Terakhir dihitung jumlah penulis untuk masing-masing artikel. Penentuan tren topik menggunakan aplikasi VOSviewer. Kata kunci dari masing-masing artikel diidentifikasi, kemudian ditabulasi sebagai file comma separated values (.csv) (Himawanto, 2018) Adapun kolom pada file ekstensi (.csv) diisi default setting menurut Scopus yakni "*Author Keywords*".

Penentuan tren topik, kata kunci yang memiliki makna yang sama tetapi ditulis dengan cara berbeda harus digabungkan menjadi satu istilah. Setelah kata kunci dibersihkan, langkah selanjutnya adalah menggunakan aplikasi VOSviewer untuk menganalisisnya. Ambang batas minimum yang digunakan adalah 5 kali kemunculan, sesuai dengan rekomendasi (Van Eck & Waltman, 2010) dan (Martins et al., 2024) juga menetapkan ambang batas kemunculan kata kunci untuk menyaring istilah yang paling penting dalam jaringan visualisasi.

Peta klaster topik yang menunjukkan keterkaitan antar-kata kunci. Dalam VOSviewer, ukuran bulatan *node* dapat mencerminkan frekuensi kata kunci. Semakin tinggi frekuensi kata kunci, semakin besar ukuran *node* (Farida, 2020). Kurva antara *node* mewakili kejadian yang bersamaan dalam publikasi yang sama. Semakin pendek jarak antara dua *node*, semakin besar jumlah kemunculan kedua kata kunci tersebut (Yu et al., 2020). Penyajian klaster memerlukan pembedahan setiap klaster, maksudnya adalah menelaah hasil dari data yang disajikan (Gudanowska, 2017) bahwa deskripsi dari setiap

klaster disajikan dengan penjelasan masing-masing klaster agar pembaca memahami hasil dari pemetaan pengetahuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat Pertumbuhan Artikel

Temuan pada tabel 1 memperlihatkan pola kepengarangan dari prosiding Seminar Nasional (SNPPVP), dari tahun 2020 – 2024 terdapat 325 artikel dan ditemukan 990 Penulis, hasil ini menunjukkan pertumbuhan jumlah artikel dan penulis selama periode 2020–2024, dengan indikator *Compound Annual Growth Rate* (CAGR) sebagai ukuran laju peningkatan tahunan. Nilai CAGR tertinggi tercatat pada tahun 2024 sebesar 18,92%, menandakan lonjakan signifikan dalam jumlah koleksi artikel dan partisipasi penulis dibandingkan tahun sebelumnya. Secara keseluruhan, tren CAGR menunjukkan bahwa pertumbuhan koleksi bersifat fluktuatif namun progresif dengan puncak pertumbuhan terjadi pada 2022 dan 2024. Hal ini mencerminkan peningkatan produktivitas dan kolaborasi ilmiah yang konsisten dalam lima tahun terakhir.

Tabel 1. Sebaran Artikel Ilmiah dan Penulis

No.	Thn	Artikel	Penulis	A%	P%	CAGR
1	2020	27	63	8,31	6,36	
2	2021	36	105	11,08	10,61	7,46%
3	2022	61	197	18,77	19,90	14,09%
4	2023	67	213	20,62	21,52	2,37%
5	2024	134	412	41,23	41,62	18,92%
		325	990	100,00	100,00	

Tingkat Kolaborasi Pengarang

Selanjutnya Tabel 2 menyajikan data publikasi ilmiah dari tahun 2020 hingga 2024 yang menunjukkan peningkatan signifikan dalam kolaborasi antara penulis. Selama periode ini penulis menghasilkan total 325 artikel, di mana 23 artikel ditulis secara individu dan 302 artikel ditulis secara kolaborasi. Tahun 2020 hasil temuan 7 artikel individu dan 20 artikel kolaborasi, dengan Indeks Kolaborasi (CI) sebesar 2,3333 dan Derajat Kolaborasi (DC) 74,07% angka ini menunjukkan bahwa sekitar 74,07% dari total artikel dihasilkan melalui kolaborasi, mencerminkan kecenderungan penulis untuk bekerja sama. Angka-angka tersebut meningkat pada tahun-tahun berikutnya, pada tahun 2021 penulis menghasilkan 36 artikel (3 individu dan 33 kolaborasi), tahun 2022 mencatat 61 artikel (3 individu dan 58 kolaborasi), dan tahun 2023 mencapai 67 artikel (2 individu dan 65

kolaborasi). Pada tahun 2024 jumlah artikel kolaborasi melonjak menjadi 126 yang menghasilkan CI 3,0746 dan DC 94,03% peningkatan Derajat Kolaborasi (DC) menunjukkan bahwa proporsi artikel yang ditulis secara kolaboratif semakin tinggi, menandakan bahwa penulis semakin menyadari pentingnya kolaborasi dalam penelitian. Secara keseluruhan, data ini mencerminkan tren kolaboratif yang kuat dalam penelitian, dengan peningkatan CI dan DC yang menunjukkan keterlibatan penulis yang semakin tinggi dalam kolaborasi ilmiah.

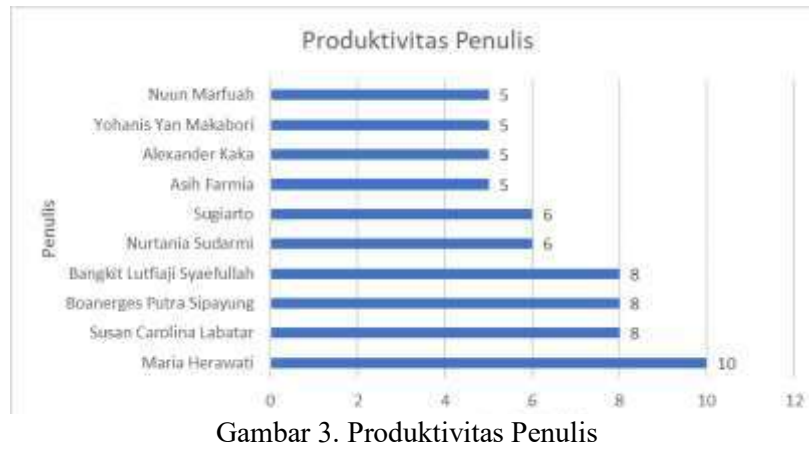
Sementara itu, Derajat Kolaborasi (DC) mencerminkan proporsi artikel kolaboratif terhadap total publikasi. Nilai DC yang terus meningkat, mulai dari 74,07% pada tahun 2020 hingga mencapai 97,01% pada tahun 2023, menunjukkan bahwa hampir seluruh artikel kini ditulis secara kolaboratif. Berdasarkan teori (Todeschini & Baccini, 2016) DC di atas 80% menandakan sistem riset yang sangat kolaboratif. Tren ini mencerminkan pergeseran budaya penelitian menuju kerja sama multidisipliner lintas institusi serta menunjukkan efektivitas jejaring ilmiah dalam menghasilkan publikasi yang lebih produktif dan berdampak.

Tabel 1. Tabel Kolaborasi

No.	Tahun	Artikel Ilmiah		Jumlah Artikel	jumlah penulis	Indikator kolaborasi	
		Individu	Kolaborasi			CI	DC
1	2020	7	20	27	63	2,3333	74,07%
2	2021	3	33	36	105	2,9167	91,67%
3	2022	3	58	61	197	3,2295	95,08%
4	2023	2	65	67	213	3,1791	97,01%
5	2024	8	126	134	412	3,0746	94,03%
		23	302	325	990		

Hasil analisis produktivitas penulis dalam publikasi ilmiah Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian (SNPPVP) gambar 3 menunjukkan bahwa Maria Herawati menduduki posisi teratas sebagai penulis paling produktif dengan total 10 artikel, diikuti oleh Bangkit Lutfiaji Syaefullah, Boanerges Putra Sipayung, dan Susan Carolina Labatar yang masing-masing berkontribusi dengan 8 artikel. Sugiarto dan Nurtania Sudarmi masing-masing menghasilkan 6 artikel, sedangkan Nuun Marfuah, Yohanis Yan Makabori, Alexander Kaka, dan Asih Farmia masing-masing mencatatkan 5 artikel. Temuan ini mencerminkan adanya variasi yang signifikan dalam kontribusi penulis

terhadap publikasi seminar, serta menunjukkan tingkat kolaborasi yang tinggi di antara para penulis, yang merupakan elemen krusial dalam pengembangan dan penyebaran pengetahuan di bidang pertanian dan pendidikan vokasi.



Gambar 3. Produktivitas Penulis

Hasil analisis pada pola kepengarangan dalam publikasi ilmiah yang ditampilkan pada gambar 4 menunjukkan bahwa dari total 325 artikel, mayoritas ditulis oleh kelompok penulis yang terdiri dari tiga orang, dengan total 160 artikel, yang mencerminkan kecenderungan kolaboratif yang kuat dalam penelitian. Selain itu, artikel yang ditulis oleh dua penulis mencapai 62, diikuti oleh kelompok penulis yang terdiri dari empat orang dengan 52 artikel. Sementara itu, penulis tunggal menyumbang hanya 23 artikel, dan kolaborasi yang melibatkan lima penulis menghasilkan 20 artikel. Penulis dengan enam, tujuh, dan sebelas penulis masing-masing menyumbang 5, 2, dan 1 artikel. Temuan ini menegaskan bahwa kolaborasi dengan tiga penulis merupakan yang paling umum, sedangkan keterlibatan penulis tunggal dan kelompok yang lebih besar relatif rendah, menunjukkan pola kolaborasi yang dominan dalam publikasi ilmiah di bidang ini.



Gambar 4. Komposisi Kepengarangan

Tren Topik Penelitian

Hasil dari tabel 3 di bawah ini menyajikan kluster kata kunci dari semua artikel ilmiah. Dengan minimum lima kemunculan diperoleh 858 kata kunci berelasi yang membentuk lima kluster. Kluster 1 berfokus pada Peternakan dan Teknologi Pengolahan, mencakup kata kunci seperti ayam broiler, fermentasi, limbah perkebunan, penyuluhan, dan peternakan. Kluster ini menekankan produksi hewan ternak, dengan perhatian khusus pada penggunaan teknologi dalam pengolahan limbah organik. Kata kunci fermentasi dan limbah perkebunan menunjukkan inovasi dalam pengelolaan pakan, sedangkan penyuluhan berperan penting dalam transfer pengetahuan kepada peternak. Pelatihan dalam pengolahan limbah memberikan keterampilan untuk memproduksi suplemen pakan yang lebih ekonomis dan berkelanjutan, mengurangi ketergantungan pada pakan komersial yang mahal, serta mendukung prinsip pemberdayaan dan peningkatan kapasitas peternak (Andarwati et al., 2024; Hardyastuti et al., 2023; Susantho & Agustine, 2022).

Kluster 2 yang berfokus pada Produksi dan Produktivitas Tanaman, mencakup kata kunci seperti analisis varian, kelapa sawit, petani, produksi, dan produktivitas. Tema utama kluster ini adalah peningkatan hasil pertanian melalui pendekatan kuantitatif dan agronomis. Petani sebagai aktor utama menunjukkan fokus pada pelaku usaha tani, sedangkan kata kunci produksi dan produktivitas mencerminkan tujuan utama dalam budidaya tanaman. Analisis varian digunakan sebagai metode statistik untuk mengevaluasi efektivitas perlakuan atau teknologi yang diterapkan. Selain itu, kelapa sawit sebagai komoditas strategis menekankan relevansi ekonomi dan kebijakan dalam penelitian pertanian, di mana pemberian pupuk dan teknik pemupukan sangat mempengaruhi hasil produksi (Wulandi et al., 2024; Hannan et al., 2023; Salukh et al., 2022).

Klaster 3 Media Tanam dan Pertumbuhan Tanaman, kata kunci dalam klaster ini meliputi kakao, media tanam, pertumbuhan, dan pupuk organik. Klaster ini menyoroti faktor-faktor biologis dan teknis yang memengaruhi pertumbuhan tanaman. Pertumbuhan dan media tanam menjadi indikator utama dalam studi agronomi menunjukkan perhatian terhadap lingkungan tumbuh dan efektivitas input. Pupuk organik mengarah pada pendekatan ramah lingkungan sementara kakao sebagai komoditas spesifik menunjukkan fokus pada tanaman perkebunan bernilai ekonomi. Klaster ini relevan untuk penelitian yang mengkaji interaksi antara media tanam, nutrisi, dan performa tanaman menunjukkan perbandingan antara tanah cocopeat, pupuk kandang, tanah, serbuk kayu berpengaruh nyata terhadap hasil pertumbuhan (Sidabalok & Herawati, 2023).

Klaster 4 Efektivitas Program dan Kelembagaan Tani, klaster ini mencakup efektivitas, kelompok tani, dan metode bersubsidi. Fokus pada evaluasi kebijakan dan peran kelembagaan dalam mendukung petani. Kelompok tani menunjukkan pentingnya organisasi lokal dalam implementasi program, sedangkan metode bersubsidi mengarah pada intervensi pemerintah untuk meningkatkan akses terhadap input atau teknologi. Efektivitas menjadi kata kunci evaluatif yang menilai dampak program terhadap produktivitas dan kesejahteraan petani. Klaster ini cocok untuk studi kebijakan pertanian dan pemberdayaan masyarakat. Pendayagunaan Penyuluh Pertanian dalam Rangka Percepatan Swasembada Pangan (*Inpres No. 3 Tahun 2025*, n.d.) proses pengawalan dan pendampingan, diseminasi, dan transformasi modernisasi pertanian. Strategi penumbuhan kelembagaan ekonomi petani menunjukkan hasil yang positif 75,41% (Amalyadi, 2024; Hilikia et al., 2024)

Klaster 5 Sosial dan Perilaku Peternak, klaster terakhir terdiri dari peternak dan sikap yang berfokus pada aspek sosial dan psikologis dalam sektor peternakan. Peternak sebagai subjek utama menunjukkan perhatian terhadap individu pelaku usaha sementara sikap mencerminkan persepsi, motivasi, dan respons terhadap teknologi atau kebijakan. Klaster ini penting untuk memahami faktor-faktor non-teknis yang memengaruhi adopsi inovasi dan keberhasilan program penyuluhan. Pendekatan ini mendukung pengembangan strategi komunikasi dan pelatihan yang lebih efektif. Sosial dan Perilaku Peternak ini di bahas (Istiqomah et al., 2024), (Cahyono et al., 2020) perilaku peternak dalam pemberian pakan dapat untuk peningkatan motivasi serta perekonomian masyarakat.

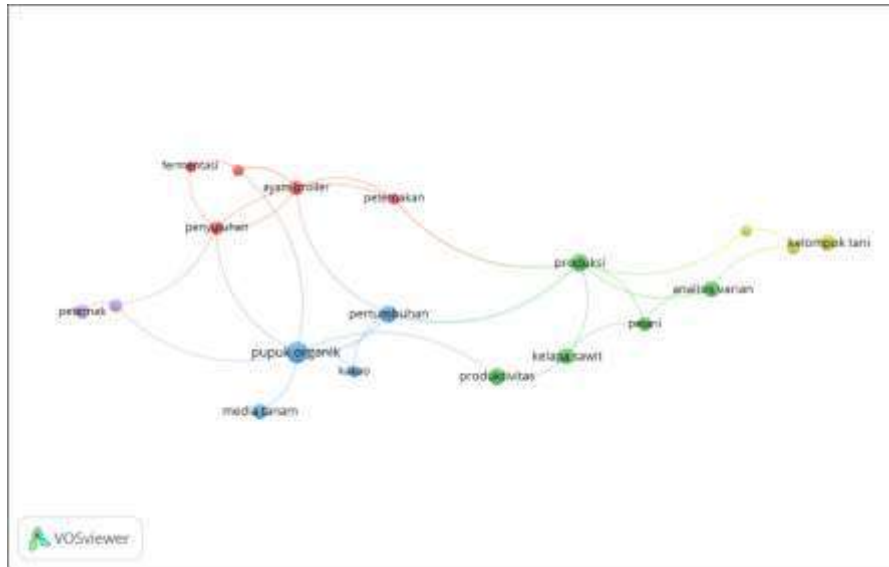
Tabel 3. Kluster Topik

<i>Keyword</i>	<i>Occurrences</i>	<i>Co-Occurrences</i>
CLUSTER 1		
ayam broiler	7	3
fermentasi	5	5
limbah perkebunan	5	3
penyuluhan	6	2
peternakan	5	2
CLUSTER 2		
analisis varian	9	3
kelapa sawit	9	1
petani	7	4
produksi	11	1
produktivitas	10	5
CLUSTER 3		
kakao	5	6
media tanam	8	3
pertumbuhan	10	1
pupuk organik	16	4
CLUSTER 4		
efektivitas	6	8
kelompok tani	9	2
pupuk bersubsidi	5	2
CLUSTER 5		
peternak	7	8
sikap	6	3

Peta Topik Penelitian

Topik riset ini dianalisis lebih lanjut melalui pemetaan jumlah kemunculan kata kunci untuk menghasilkan gugusan yang ditampilkan dalam Gambar 5 dan 6. Gambar-gambar tersebut menunjukkan jaringan *co-occurrence* kata kunci dalam publikasi ilmiah yang berfokus pada pertanian, terutama yang berkaitan dengan pupuk organik, kelapa sawit, dan praktik budidaya. Setiap *node* (titik) dalam jaringan mewakili sebuah kata kunci, dan ukuran *node* menunjukkan seberapa sering kata kunci tersebut muncul dalam dokumen. Semakin besar ukuran *node*, semakin sering kata kunci itu digunakan. Garis penghubung antar *node* menunjukkan hubungan tematik atau kemunculan bersama dalam satu artikel. Semakin pendek dan tebal garis semakin kuat keterkaitan antar kata kunci. Warna *node* mengikuti overlay visualization yaitu skema warna berdasarkan rata-rata tahun

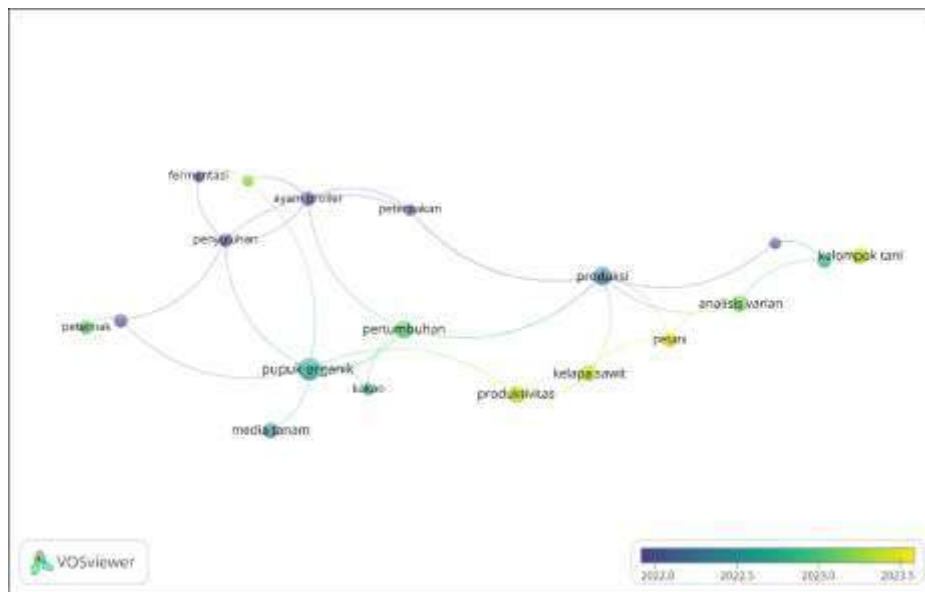
kemunculan kata kunci. Warna ungu menunjukkan kata kunci yang muncul lebih awal sekitar 2022, sedangkan hijau dan kuning menunjukkan kata kunci yang lebih baru 2023 ke atas (Chen et al., 2016) Misalnya, produktivitas, kelapa sawit, dan pupuk organik berwarna lebih terang, menandakan bahwa topik-topik ini sedang berkembang dan menjadi fokus penelitian terbaru.



Thematic Evolution Mapping (TEM) adalah metode yang dikembangkan sebagai lanjutan dari analisis *co-word*. TEM digunakan untuk memetakan perubahan tema penelitian seiring berjalannya waktu. Dengan menggabungkan visualisasi overlay dan analisis temporal, TEM membantu kita mengidentifikasi topik-topik yang sedang berkembang, yang stagnan, atau yang mengalami penurunan. VOSviewer sangat cocok digunakan untuk menganalisis dinamika kata kunci berdasarkan tahun publikasi (Zupic & Čater, 2015) pemetaan tema penelitian dengan VOSviewer memungkinkan peneliti untuk secara aktif mengeksplorasi dan menganalisis hubungan antar topik secara visual. Penjelasan tentang pemanfaatan data bibliometrik VOSviewer dapat membantu mengidentifikasi pola kolaborasi antara penulis dan institusi, serta menggambarkan bagaimana tema penelitian telah berkembang dari waktu ke waktu. Ini memberikan wawasan berharga bagi peneliti dan pengambil keputusan untuk mengarahkan fokus penelitian di masa depan berdasarkan tren yang teridentifikasi. Sejalan dengan itu dengan aplikasi bibliometrix R-package (Aria & Cuccurullo, 2017) VOSviewer dapat digunakan

untuk memetakan tema penelitian dari waktu ke waktu. Dalam konteks ini, mereka menyoroti pentingnya analisis bibliometrik dalam memahami perkembangan dan tren dalam literatur ilmiah.

Pendekatan ini menekankan visualisasi evolusi kata kunci berdasarkan tahun kemunculan rata-rata. Warna pada *node* (seperti ungu ke hijau dalam VOSviewer) menunjukkan transisi waktu memungkinkan identifikasi topik yang sedang hangat. Teori ini mendukung analisis tren dan relevansi tematik secara dinamis (Van Eck & Waltman, 2014).



Gambar 6. *overlay visualization*

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini memberikan wawasan mendalam mengenai tingkat pertumbuhan artikel, pola kepengarangan, kolaborasi, dan peta kluster topik dalam publikasi ilmiah dari Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian (SNPPVP) antara tahun 2020 hingga 2024. Hasil analisis menunjukkan bahwa dari total 325 artikel yang dihasilkan oleh 990 penulis terdapat pertumbuhan yang signifikan selama periode penelitian dengan nilai *Compound Annual Growth Rate* (CAGR) tertinggi pada tahun 2024 mencapai 18,92% lonjakan yang signifikan dalam jumlah publikasi dan partisipasi penulis khususnya pada tahun 2022 sebesar 14,09% dan 2024 sebesar 18,92% yang menunjukkan peningkatan produktivitas yang konsisten dalam komunitas ilmiah dan minat yang tinggi terhadap penelitian di bidang pertanian.

Analisis kolaborasi pengarang menunjukkan adanya pergeseran positif dalam pola kolaborasi di mana Indeks Kolaborasi (CI) meningkat dari 2,33 menjadi lebih dari 3, hal ini menunjukkan bahwa publikasi semakin didominasi oleh kerja tim. Derajat Kolaborasi (DC) juga mengalami peningkatan dari 74,07% pada 2020 menjadi 97,01% pada 2023 yang menandakan bahwa hampir seluruh artikel ditulis secara kolaboratif. Hal ini mencerminkan budaya penelitian yang semakin kolaboratif dan mendukung kerja sama multidisipliner. Selain itu, analisis peta kluster topik mengungkapkan lima kluster utama yang relevan dengan isu-isu pertanian saat ini yaitu peternakan dan teknologi pengolahan produksi, produktivitas tanaman, media tanam dan pertumbuhan tanaman, efektivitas program, kelembagaan petani, serta sosial dan perilaku peternak.

Jaringan *co-occurrence* menunjukkan hubungan tematik antara kata kunci dengan indikasi bahwa topik-topik seperti pupuk organik dan kelapa sawit semakin berkembang dan menjadi fokus penelitian terbaru. Penelitian ini juga menggunakan *Thematic Evolution Mapping* (TEM) untuk memetakan pergeseran tema penelitian dari waktu ke waktu yang menunjukkan bagaimana tema-tema tertentu berkembang atau stagnan. Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa komunitas ilmiah di bidang pertanian semakin aktif dan kolaboratif serta menyoroti isu-isu penting yang perlu ditangani untuk meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan dalam sektor pertanian.

Berdasarkan temuan di atas disarankan agar peneliti dan institusi terus mendorong kolaborasi lintas disiplin untuk menghasilkan penelitian yang lebih inovatif dan berdampak. Program pelatihan bagi peternak dan petani harus diperkuat untuk meningkatkan kapasitas mereka dalam memanfaatkan teknologi dan praktik pertanian berkelanjutan. Selain itu, penting untuk mengintegrasikan aspek sosial dan perilaku peternak dalam program penyuluhan agar dapat meningkatkan adopsi inovasi dan keberhasilan program. Penggunaan alat analisis bibliometrik, seperti VOSviewer, juga dapat membantu memantau perkembangan tema penelitian dan mengarahkan fokus penelitian di masa depan. Peneliti disarankan untuk memperhatikan topik-topik yang sedang berkembang seperti pupuk organik dan praktik budidaya yang berkelanjutan, untuk memastikan penelitian tetap relevan dengan kebutuhan industri pertanian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung oleh Balai Besar Pelatihan Kesehatan Hewan (BBPKH) Cinagara, Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian (SNPPVP) 2025 Seri ke-6. Suplemen data yang mendukung hasil penelitian ini tersedia melalui tautan

<https://drive.google.com/file/d/1pPsHjpAdzcFJsapHxKe87mmScCPgu9fu/view?usp=sharing>.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalyadi, R. (2024). Sikap Petani terhadap Strategi Penumbuhan Kelembagaan Ekonomi Petani di Kecamatan Junrejo Kota Batu Provinsi Jawa Timur. *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan Dan Pendidikan Vokasi Pertanian*, 5(1), 92–100. <https://doi.org/10.47687/snppvp.v5i1.1098>
- Andarwati, S., Gunawan, G., Setiyono, D. E. D., Rafi'i, A., Haryadi, F. T., Sudaryatno, S., & Kusnadi, H. (2024). Pembedayaan Peternak melalui Pelatihan Pembuatan Mineral Block Berbasis Potensi Lokal di Kecamatan Playen Kabupaten Gunung Kidul. *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan Dan Pendidikan Vokasi Pertanian*, 5(1), 612–625. <https://doi.org/10.47687/snppvp.v5i1.1143>
- Andriaty, E. (2022). Kajian Bibliometrik Publikasi Bidang Perkebunan. *Media Pustakawan*, 29(3), 215–227. <https://doi.org/10.37014/medpus.v29i3.3336>
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Baladi, Z. H. (2017). Bibliometric study of published articles in Journal of Surgery Pakistan. *Journal of Surgery Pakistan (International)*, 22(2), 56–59.
- Bouzari, O., Zhandi, M., & Hussaini, S. M. H. (2025). Worldwide researches on broiler breeders: A 25-year bibliometric review. *Poultry Science*, 104(11), 105771. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.105771>
- Cahyono, A., Haryono, P., & Munier, F. F. (2020). Motivasi Rumah Tangga dalam Usaha Budidaya Ayam KUB di Kabupaten Sigi Propinsi Sulawesi Tengah. *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan Dan Pendidikan Vokasi Pertanian*, 1(1), 20–29. <https://doi.org/10.47687/snppvp.v1i1.122>
- Chen, X., Chen, J., Wu, D., Xie, Y., & Li, J. (2016). Mapping the Research Trends by Co-word Analysis Based on Keywords from Funded Project. *Promoting Business Analytics and Quantitative Management of Technology: 4th International Conference on Information Technology and Quantitative Management (ITQM 2016)*, 91, 547–555. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.07.140>
- De Battisti, F., & Salini, S. (2012). Bibliographic data: A different analysis perspective. *Electronic Journal of Applied Statistical Analysis*, 5(3), 353–359. <https://doi.org/10.1285/i20705948v5n3p353>
- Farida, N. (2020). Analisis bibliometrik berdasarkan pendekatan Co-word: Kecenderungan penelitian bidang kearsipan pada Jurnal Khazanah dan Journal of Archive and Record tahun 2016 – 2019. *Khazanah: Jurnal Pengembangan Kearsipan*, 13(2), 91–109. <https://doi.org/10.22146/khazanah.55690>

- Gazni, A., & Ghaseminik, Z. (2016). Internationalization of scientific publishing over time: Analysing publishers and fields differences. *Learned Publishing*, 29(2), 103–111. <https://doi.org/10.1002/leap.1018>
- Gazni, A., Sugimoto, C. R., & Didegah, F. (2012). Mapping world scientific collaboration: Authors, institutions, and countries. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 63(2), 323–335. <https://doi.org/10.1002/asi.21688>
- Gudanowska, A. E. (2017). A Map of Current Research Trends within Technology Management in the Light of Selected Literature. *Management and Production Engineering Review*. <https://doi.org/10.1515/mper-2017-0009>
- Hannan, M. F. I., Najamuddin, E., & Saragih, A. A. (2023). Teknik Pemupukan dan Adaptasi Varietas Jagung Hibrida Balitbangtan pada Lahan Kering di Provinsi Gorontalo. *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan Dan Pendidikan Vokasi Pertanian*, 4(1), 677–686. <https://doi.org/10.47687/snppvp.v4i1.692>
- Hardyastuti, D. M., Sumaryadi, M. Y., Saleh, D. M., Setyaningrum, A., & Susanto, A. (2023). Kualitas Semen Cair dan Semen Beku Kambing Peranakan Etawa (PE) pada Berbagai Jenis Pengencer. *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan Dan Pendidikan Vokasi Pertanian*, 4(1), 388–396. <https://doi.org/10.47687/snppvp.v4i1.661>
- Hilkia, F., Tapi, T., & Nurhayati, N. (2024). Efektivitas Kelompok Tani di Kampung Desay Distrik Prafi Kabupaten Manokwari Provinsi Papua Barat. *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan Dan Pendidikan Vokasi Pertanian*, 5(1), 200–208. <https://doi.org/10.47687/snppvp.v5i1.1106>
- Himawanto. (2018). *Kajian bibliometrik hasil riset minyak dan gas bumi nasional: Tingkat pertumbuhan, kolaborasi, dan pemetaan topik = Bibliometric study of national oil and gas research results: growth rate, collaboration, and topic mapping*. Universitas Indonesia Library; Fakultas Ilmu Pengetahuan Budaya Universitas Indonesia. <https://lib.ui.ac.id>
- Inpres No. 3 Tahun 2025. (n.d.). Retrieved October 27, 2025, from <https://peraturan.bpk.go.id/Details/314647/inpres-no-3-tahun-2025>
- Istiqomah, A. K., Sritiasni, S., & Herawati, M. (2024). Studi Perilaku Pemberian Pakan pada Sapi di Distrik Masni Kabupaten Manokwari. *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan Dan Pendidikan Vokasi Pertanian*, 5(1), 478–490. <https://doi.org/10.47687/snppvp.v5i1.1130>
- Liao, C. H., & Yen, H. R. (2012). Quantifying the degree of research collaboration: A comparative study of collaborative measures. *Journal of Informetrics*, 6(1), 27–33. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2011.09.003>
- Martins, J., Gonçalves, R., & Branco, F. (2024). A bibliometric analysis and visualization of e-learning adoption using VOSviewer. *Universal Access in the Information Society*, 23(3), 1177–1191. <https://doi.org/10.1007/s10209-022-00953-0>

- Natakusumah, E. (2014). Penentuan Kolaborasi Penelitian Dan Distribusi Pengarang Pada Jurnal Teknologi Indonesia (The Determinations Of Research Collaboration And Authors Distribution In The Jurnal Teknologi Indonesia). *BACA: Jurnal Dokumentasi Dan Informasi*, 35(1), 15–24. <https://doi.org/10.14203/j.baca.v35i1.183>
- Noer'Aida, N., & Sustini, I. (2018). *Pemetaan Pengetahuan Bidang Nuklir Melalui Karya Tulis Ilmiah Peneliti Batan Yang Terindeks Di Scopus*.
- Olmeda-Gómez, C., & De Moya-Anegón, F. (2016). Publishing Trends in Library and Information Sciences Across European Countries and Institutions. *The Journal of Academic Librarianship*, 42(1), 27–37. <https://doi.org/10.1016/j.acalib.2015.10.005>
- Ortega, J. L. (2015). How is an academic social site populated? A demographic study of Google Scholar Citations population. *Scientometrics*, 104(1), 1–18. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1593-7>
- Outlook Sektor Pertanian 2025: Transformasi Sistem Pangan dan Pertanian – INDEF*. (n.d.). Retrieved October 20, 2025, from <https://indef.or.id/outlookpertanian2025/>
- Rahayu, R. N., & Rachmawati, R. (2015). Kolaborasi Dan Produktivitas Penulis Artikel Visi Pustaka 2000 – 2014. *BACA: Jurnal Dokumentasi Dan Informasi*, 36(2), 141–152. <https://doi.org/10.14203/j.baca.v36i2.208>
- Rahayu, R. N., & Tarwan, H. T. (2020). Kolaborasi Penulis Pada Jurnal Teknologi Lingkungan Periode 2014 – 2018. *Media Pustakawan*, 27(1), 26–35. <https://doi.org/10.37014/medpus.v27i1.676>
- Rahayu, R. N., & Tupan, T. (2018). Kolaborasi dan Produktivitas Penulis pada Prosiding Lokakarya Nasional Dokumentasi dan Informasi PDII LIPI Periode 2013-2017. *Lentera Pustaka: Jurnal Kajian Ilmu Perpustakaan, Informasi dan Kearsipan*, 4(2), 57–66. <https://doi.org/10.14710/lenpust.v4i2.20432>
- Rahayu, S., & Azizah. (2022). Analisis sitiran dan pola produktivitas penulis Jurnal Pustakawan Indonesia Perpustakaan IPB University tahun 2016-2020. *Jurnal Pustakawan Indonesia*, 21(1), 30–45. <https://doi.org/10.29244/jpi.21.1.30-45>
- Rohanda, R., & Winoto, Y. (2019). Analisis Bibliometrika Tingkat Kolaborasi, Produktivitas Penulis, Serta Profil Artikel Jurnal Kajian Informasi & Perpustakaan Tahun 2014-2018. *Pustabiblia: Journal of Library and Information Science*, 3(1), 1–16. <https://doi.org/10.18326/pustabiblia.v3i1.1-16>
- Salini, S. (2016). An Introduction to Bibliometrics. In *Research Methods for Postgraduates* (pp. 130–143). <https://doi.org/10.1002/9781118763025.ch14>
- Salukh, V. M., Sipayung, B. P., Pramita, D. A., & Joka, U. (2022). Efektivitas Penggunaan Pupuk Bersubsidi di Kecamatan Biboki Moenleu Kabupaten Timor Tengah Utara (Studi Kasus Desa Oepuah). *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan Dan Pendidikan Vokasi Pertanian*, 3(1), 57–76. <https://doi.org/10.47687/snppvp.v3i1.297>

- Sidabalok, J., & Herawati, M. M. (2023). Pengaruh Perbandingan Media Tanam terhadap Hasil Pertumbuhan Stek Batang Tanaman Kopi Robusta (*Coffea canephora*) pada Fase Pembibitan. *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan Dan Pendidikan Vokasi Pertanian*, 4(1), 733–739. <https://doi.org/10.47687/snppvp.v4i1.697>
- Su, M., Peng, H., & Li, S. (2021). A visualized bibliometric analysis of mapping research trends of machine learning in engineering (MLE). *Expert Systems with Applications*, 186, 115728. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.115728>
- Susantho, A. H., & Agustine, R. (2022). Evaluasi Kandang Semi-Closed House Pola Kemitraan Inti-Plasma Studi Kasus: Peternak Plasma PT XYZ. *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan Dan Pendidikan Vokasi Pertanian*, 3(1), 331–347. <https://doi.org/10.47687/snppvp.v3i1.319>
- Syarianah, S. (2023). Kontribusi Karya Tulis Teknisi Litkayasa Pada Publikasi Ilmiah: Studi Kasus Teknisi Litkayasa Pada Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau Dan Penyuluhan Perikanan. *Jurnal Pari*, 8(2), 121–126. <https://doi.org/10.15578/jp.v8i2.12143>
- Terekhov, A. I. (2017). Bibliometric spectroscopy of Russia's nanotechnology: 2000–2014. *Scientometrics*, 110(3), 1217–1242. <https://doi.org/10.1007/s11192-016-2234-5>
- Todeschini, R., & Baccini, A. (2016). *Handbook of Bibliometric Indicators: Quantitative Tools for Studying and Evaluating Research*. John Wiley & Sons.
- Tupan, T., & Rachmawati, R. (2017). Visualisasi Bibliometrik Penelitian Kearifan Lokal dan Sumber Daya Laut. *Khizanah al-Hikmah: Jurnal Ilmu Perpustakaan, Informasi, dan Kearsipan*, 5(1), 01–14. <https://doi.org/10.24252/kah.v5i1a1>
- Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523–538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2014). Visualizing Bibliometric Networks. In Y. Ding, R. Rousseau, & D. Wolfram (Eds.), *Measuring Scholarly Impact: Methods and Practice* (pp. 285–320). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-10377-8_13
- Wilson, V., & Grant, M. J. (2013). Evidence based library and information practice: What's in it for you? *Health Information & Libraries Journal*, 30(2), 89–91. <https://doi.org/10.1111/hir.12031>
- Wulandi, M. E., Sopacua, B. N. H., & Mual, C. D. (2024). Pengaruh Pemberian Dosis Pupuk Kandang Kotoran Kambing terhadap Pertumbuhan Bibit Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.). *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan Dan Pendidikan Vokasi Pertanian*, 5(1), 1389–1394. <https://doi.org/10.47687/snppvp.v5i1.1211>
- Yu, Y., Li, Y., Zhang, Z., Gu, Z., Zhong, H., Zha, Q., Yang, L., Zhu, C., & Chen, E. (2020). A bibliometric analysis using VOSviewer of publications on COVID-19. *Annals of Translational Medicine*, 8(13), 816–816. <https://doi.org/10.21037/atm-20-4235>

Prosiding Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian
Manokwari, 11 November 2025
e ISSN : 2774-1982
DOI: <https://doi.org/10.47687/snppvp.v6i1.1766>

Zupic, I., & Čater, T. (2015). Bibliometric Methods in Management and Organization.
Organizational Research Methods, 18(3), 429–472.
<https://doi.org/10.1177/1094428114562629>

Ecological Citizenship and Sustainable Agricultural Development: A Literature Review on the Role of Agricultural Extension Agents toward Achieving SDG 2 (Zero Hunger)

Prince Clinton Immanuel Christian Damanik^{1*}, Arum Sekar Kedhaton²

¹ Department of Elementary Teacher Education, Faculty of Education, Universitas Negeri Jakarta

² Department of Geography Education, Faculty of Teacher Training and Education, Universitas Mulawarman

Email: princedamanik@unj.ac.id

Abstrak

Penelitian ini merupakan kajian pustaka yang membahas peran penyuluh pertanian dalam mengembangkan kewarganegaraan ekologis untuk mendukung pembangunan pertanian berkelanjutan dan pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDG) 2: Tanpa Kelaparan. Kajian ini menganalisis artikel ilmiah terindeks Scopus, Google Scholar, dan SINTA tahun 2015–2025 dengan kata kunci *ecological citizenship*, penyuluhan pertanian, dan kedaulatan pangan. Hasil telaah menunjukkan bahwa kewarganegaraan ekologis berperan sebagai landasan moral bagi petani dan masyarakat dalam mengelola sumber daya alam secara bertanggung jawab. Penyuluh pertanian berfungsi sebagai penggerak dan fasilitator yang menerapkan prinsip ekologis dalam praktik pertanian berkelanjutan serta menumbuhkan nilai tanggung jawab dan gotong royong sesuai etika Pancasila. Tantangan yang dihadapi meliputi keterbatasan kapasitas kelembagaan dan rendahnya literasi lingkungan di tingkat lokal. Kajian ini menyimpulkan bahwa penguatan pendidikan kewargaan ekologis dalam program penyuluhan pertanian penting untuk meningkatkan ketahanan pangan dan mewujudkan SDG 2.

Kata kunci: Kewarganegaraan ekologis, Penyuluhan pertanian, Pertanian berkelanjutan, Kedaulatan pangan, SDG 2

Abstract

This literature review examines the role of agricultural extension agents in promoting ecological citizenship to support sustainable agricultural development and achieve Sustainable Development Goal 2 (Zero Hunger). The study analyzes scholarly works indexed in Scopus, Google Scholar, and SINTA from 2015 to 2025 using the keywords ecological citizenship, agricultural extension, and food sovereignty. The findings indicate that ecological citizenship serves as a moral and civic foundation for farmers and communities to manage natural resources responsibly. Agricultural extension agents act as facilitators who apply ecological principles in sustainable farming practices while fostering responsibility and cooperation in line with Pancasila ethics. Key challenges include limited institutional capacity and low environmental literacy in rural areas. The study concludes that strengthening ecological citizenship education within agricultural extension programs is essential to enhance food resilience and realize SDG 2.

Keywords: Ecological citizenship, Agricultural extension agents, Sustainable agricultural development, Civic values, Food sovereignty

INTRODUCTION

Sustainable agricultural development is central to achieving SDG 2 because it links productivity with environmental stewardship and community resilience (Gordon, 2019). Contemporary debates increasingly emphasize that sustainability requires civic and ethical transformation, not only technological adoption, which shifts attention from yields to values, participation, and governance in food systems (Mungai et al., 2024; Xu et al., 2024). This turn resonates with scholarship on environmental and ecological citizenship that frames citizens as agents responsible for sustaining socio-ecological systems through informed action and collective care (van Harskamp et al., 2024; Silvest & Valkenburg, 2023).

Within agriculture, ecological citizenship invites farmers and rural communities to act as stewards whose practices shape local ecosystems and food security. Recent work on citizenship in environmental domains shows how everyday practices, social norms, and institutional contexts interact to produce varied forms of civic-ecological action, which provides a useful lens for agrarian settings (Zhan, 2024; Debourdeau et al., 2024; Laakso et al., 2023). These studies argue for participatory, context-sensitive frameworks that value co-designed solutions and collective responsibility, a stance that aligns well with community-based agriculture and locally governed food systems.

Agricultural extension is a logical arena to operationalize ecological citizenship because extension agents connect policy, science, and grassroots practice. Evidence from Indonesia and beyond indicates that when extension is treated as a socio-educational process, agents can facilitate dialogic learning, promote environmental ethics, and reinforce civic norms that support sustainable farming (Dewi et al., 2024; Rivera et al., 2024). Complementary research on practice adoption shows that behavioral change depends on social meanings, perceived benefits, and enabling institutions, which suggests that civic-ecological framing can strengthen adoption pathways for sustainability practices (Han & Niles, 2023; Gebremariam et al., 2021).

Food sovereignty scholarship deepens this argument by insisting that communities should have agency in defining how food is produced, distributed, and governed. Scoping and encyclopedic syntheses demonstrate that sovereignty approaches emphasize autonomy, justice, and ecological care, which reinforces the normative core of ecological citizenship in agrarian contexts (Farfán et al., 2023; Pimbert & Claeys, 2024). Positioning extension within this civic-ecological and sovereignty frame highlights its potential to move beyond

information transfer toward facilitation of collective stewardship and local control over food systems that support SDG 2.

State-of-the-art reviews underscore two pressing needs for extension systems. First, scholarship on environmental and energy citizenship calls for integrative typologies and critical perspectives that recognize diverse citizen roles, institutional constraints, and the importance of co-design for system change, insights that translate directly to agriculture's sustainability transition (Debourdeau et al., 2024; Silvast & Valkenburg, 2023). Second, systematic reviews of digital extension services identify infrastructural, capability, and design barriers, while also outlining enabling conditions for more participatory and sustainable extension at scale, including inclusive access, trust, and iterative learning mechanisms (Thi Hoa Sen et al., 2024; Mungai et al., 2024). Together, these strands point to extension agents as civic mediators who can embed ecological values in practice while leveraging appropriate technologies and partnerships.

This review contributes novelty by explicitly connecting ecological citizenship, agricultural extension, and SDG 2 within a single analytical frame that is sensitive to Indonesia's philosophical foundation of Pancasila. Rather than treating values, pedagogy, and practice as separate, the synthesis positions extension agents as civic-ecological facilitators who translate environmental ethics into day-to-day farming decisions and local food governance. By integrating insights from citizenship theory, adoption frameworks, and digital extension research, the paper proposes that embedding ecological citizenship within extension curricula and institutional routines can enhance farmer agency, consolidate community resilience, and accelerate progress toward SDG 2 in Indonesia and comparable settings (Rivera et al., 2024; Han & Niles, 2023; Thi Hoa Sen et al., 2024).

METHOD

This study applies a qualitative literature review design to synthesize conceptual and empirical scholarship on ecological citizenship, agricultural extension, and SDG 2. Adopting a literature-based approach enables theory building and critical integration across diverse studies without additional fieldwork, aligning with proceedings that emphasize conceptual contribution and policy relevance (Snyder, 2019). The review seeks to consolidate existing knowledge, identify gaps, and develop a civic-ecological framework for extension systems. Guided by PRISMA 2020 procedures, the review employed structured steps of identification, screening, eligibility, and inclusion, supported by the JBI

Manual for Evidence Synthesis for protocol planning, eligibility criteria, and data extraction (Page et al., 2021; Aromataris & Munn, 2024).

The search strategy covered Scopus, Google Scholar, and SINTA databases within a 2015–2025 time frame to include recent and pre-COVID developments in sustainable agriculture. Searches were conducted in both English and Indonesian using Boolean combinations such as (“ecological citizenship” OR “environmental citizenship”) AND (“agricultural extension” OR “extension services”) AND (“sustainable agriculture” OR “agroecology” OR “food sovereignty”) AND (“SDG 2” OR “Zero Hunger”), supplemented by Indonesian terms like *penyuluhan pertanian* and *kedaulatan pangan*. Eligible sources included peer-reviewed journal articles, scholarly book chapters, and credible conference proceedings addressing at least two of the three focal constructs. Screening proceeded through title and abstract checks followed by full-text review, with duplicates and screening logs maintained for transparency. Quality appraisal used the Mixed Methods Appraisal Tool for empirical work, and argument coherence and theoretical contribution criteria for conceptual pieces, as recommended by JBI guidance (Hong et al., 2018; Aromataris & Munn, 2024).

Data extraction followed a structured template capturing bibliographic details, constructs, mechanisms, outcomes tied to SDG 2, and implications for extension practices. Analytical coding employed reflexive thematic analysis built through iterative familiarization, coding, theme construction, and review to ensure conceptual fit across global, regional, and Indonesian contexts (Braun & Clarke, 2023). Narrative-thematic synthesis aggregated convergent findings and explained divergences across contexts. Sensitivity analyses compared results restricted to Scopus-indexed items versus the full corpus and tested the persistence of themes when non-Indonesian studies were excluded. This ensured robustness and transferability of synthesized insights to Indonesian agricultural extension and sustainability frameworks (Page et al., 2021; Snyder, 2019).

RESULT AND DISCUSSION

Civic–Ecological Framing of Sustainable Agriculture

Recent citizenship scholarship characterizes environmental action as a civic practice shaped by institutions, social norms, and everyday participation, not merely by individual attitudes. Studies show that citizens enact responsibility for shared socio-ecological systems through co-designed practices and collective stewardship, which maps neatly onto agrarian contexts where soil, water, and biodiversity are common concerns (van

Harskamp et al., 2024; Silvest & Valkenburg, 2023; Debourdeau et al., 2024). This framing encourages farmers to see land care and resource governance as civic duties that contribute directly to food security, making ecological citizenship a normative anchor for SDG 2. It also clarifies why community participation and local knowledge are essential for resilient food systems that can withstand climate and market shocks (Zhan, 2024; Laakso et al., 2023).

Linking this civic-ecological lens with food sovereignty deepens the rationale for local agency in food system governance. Sovereignty approaches emphasize autonomy, justice, and ecological care, which align with ecological citizenship's ethics of responsibility and solidarity (Farfán et al., 2023; Pimbert & Claeys, 2024). Adoption research indicates that sustained uptake of sustainable practices depends on social meanings, perceived benefits, and enabling institutions, suggesting that civic-ecological narratives can strengthen adoption pathways beyond purely technical incentives (Han & Niles, 2023). Empirical work on rural transitions shows that when sustainability is framed as a shared civic project, communities are more likely to maintain soil conservation, diversify systems, and invest in collective infrastructures that stabilize food availability and access, thereby contributing to SDG 2 outcomes (Gebremariam et al., 2021; Gordon, 2019).

Extension as Moral and Educational Practice

Treating extension as a socio-educational process positions agents as facilitators of dialogic learning who connect scientific knowledge, local wisdom, and ecological ethics. Evidence from Indonesia and other contexts shows that extension agents who foster reflective dialogue and participatory learning can translate ecological principles into practical routines, while also reinforcing civic norms of cooperation and responsibility that matter for food security (Dewi et al., 2024; Rivera et al., 2024). This approach reframes the agent's role from technology transfer to civic-ecological facilitation, where mentoring, peer exchange, and community problem-solving become vehicles for long-term sustainability rather than short-term yield gains (Mungai et al., 2024). It also provides a culturally coherent pathway in Indonesia, where Pancasila's ethical emphasis on social justice and mutual aid aligns with citizenship-oriented sustainability.

Mechanistically, extension can embed ecological citizenship through co-design of practices and rules, participatory monitoring, and recognition of farmers as knowledge holders. Research on citizenship practices highlights the importance of creating spaces where diverse actors negotiate responsibilities and experiment with low-carbon, nature-

positive routines that are meaningful in daily life (Laakso et al., 2023; Debourdeau et al., 2024). When these processes are coupled with targeted support for adoption stages, they produce stronger behavioral persistence and social diffusion of innovations critical to SDG 2, such as diversified cropping, cover crops, and water stewardship (Han & Niles, 2023; Gebremariam et al., 2021). The result is extension that functions as moral education in practice, cultivating habits of care and cooperation that stabilize local food systems.

Barriers and Opportunities for Implementation

Persistent barriers limit the integration of ecological citizenship into extension programs. Systematic reviews and comparative studies report institutional fragmentation, capability gaps, and design weaknesses that keep many services focused on short-term productivity rather than participatory, ethical outcomes (Thi Hoa Sen et al., 2024; Mungai et al., 2024). Digital extension can widen access but also risks reproducing inequalities when connectivity, digital literacy, or trust are uneven. At the frontline, agents often lack training to facilitate civic-ecological dialogue, and incentive systems rarely reward time-intensive community facilitation, which constrains the translation of values into routines that matter for food security (Silvast & Valkenburg, 2023).

At the same time, the literature points to actionable levers. Strengthening partnerships among universities, government agencies, and farmer cooperatives enables joint curriculum development, participatory monitoring, and communities of practice that normalize ecological citizenship in daily farming decisions (Rivera et al., 2024; Dewi et al., 2024). Reviews of digital extension identify design principles that improve inclusion and learning, such as co-creation of content, trusted intermediaries, low-bandwidth solutions, and iterative feedback cycles (Thi Hoa Sen et al., 2024). When combined with adoption frameworks that acknowledge diverse motivations and capacities, these levers help extension align civic-ecological facilitation with measurable SDG 2 indicators, including dietary adequacy, reduced yield volatility, and resilience of local supply chains (Han & Niles, 2023; Gordon, 2019).

CONCLUSION

This literature review concludes that embedding ecological citizenship within agricultural extension is a credible pathway to advance sustainable agricultural development and accelerate progress toward SDG 2. The synthesis shows that when extension agents act as civic educators who facilitate dialogic learning, co-design practices with farmers, and cultivate values of responsibility, cooperation, and ecological care

aligned with Pancasila, communities strengthen food sovereignty, environmental stewardship, and resilience of local food systems. The practical implications are clear: ministries, universities, and farmer organizations should redesign extension curricula to include environmental ethics and participatory methods; invest in capacity building that equips agents to lead civic-ecological facilitation; adopt inclusive digital extension tools with co-created content and feedback loops; align incentives and monitoring with SDG 2 indicators such as dietary adequacy, yield stability, and supply-chain resilience; and institutionalize cross-sector partnerships and community-based governance. Future research should test these propositions through longitudinal and comparative studies across Indonesian regions, mixed-methods process tracing of behavior change and social learning, and design-based implementation evaluations that link adoption stages to measurable SDG 2 outcomes, while also examining equity in digital extension access and the organizational conditions that sustain civic-ecological practices over time.

REFERENCES

- Aromataris, E., & Munn, Z. (Eds.). (2024). *JBIM manual for evidence synthesis*. JBI. <https://doi.org/10.46658/JBIMES-24-01>
- Braun, V., & Clarke, V. (2023). Toward good practice in thematic analysis. *Qualitative Research in Psychology*, 20(3), 118–137. <https://doi.org/10.1080/26895269.2022.2129597>
- Debourdeau, A., Schäfer, M., Pel, B., Barnes, J., & Avelino, F. (2024). A conceptual typology of energy citizenship. *Energy Research & Social Science*, 117, 103720. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2024.103720>
- Dewi, Y. A., Bahru, B. A., & Zeller, M. (2024). Performance of agricultural extension agents in Indonesia: Evidence from a nationally representative survey. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 31(4), 527–553. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2024.2407178>
- Farfán, J. C. C., da Silva, A. G., da Silva, M. C., & da Silva, M. A. (2023). Food sovereignty and autonomy for Indigenous health as resistance to food globalization: A scoping review. *Global Food Security*, 37, 100682. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2023.100682>
- Gebremariam, T., Beshir, H., & Lemma, T. (2021). Agricultural extension and sustainability transitions in smallholder systems. *Journal of Rural Studies*, 83, 24–33. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2021.02.008>
- Gordon, C. (2019). Reform, justice, and sovereignty: A food systems agenda for environmental communication. *Environmental Communication*, 13(7), 879–893. <https://doi.org/10.1080/17524032.2018.1435559>

- Han, G., & Niles, M. T. (2023). An adoption spectrum for sustainable agriculture practices: A new framework applied to cover crop adoption. *Agricultural Systems*, 212, 103771. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103771>
- Hong, Q. N., Fàbregues, S., Bartlett, G., Boardman, F., Cargo, M., Dagenais, P., Vedel, I., & Pluye, P. (2018). The Mixed Methods Appraisal Tool (MMAT) version 2018 for information professionals and researchers. *Education for Information*, 34(4), 285–291. <https://doi.org/10.3233/EFI-180221>
- Laakso, S., Berg, A., & Lukkarinen, J. (2023). Practices and acts of energy citizenship. *Local Environment*, 28(10–12), 1240–1258. <https://doi.org/10.1080/1523908X.2023.2251915>
- Mungai, L. M., Njeru, J. M., & Maina, M. W. (2024). The role of agricultural extension services in promoting sustainable agriculture: Evidence and implications. *Cogent Food & Agriculture*, 10(1), 2423249. <https://doi.org/10.1080/23311932.2024.2423249>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Pimbert, M., & Claeys, P. (2024). Food sovereignty and the politics of citizenship. *Agriculture and Human Values*, 41, 211–224. <https://doi.org/10.1007/s10460-023-10422-1>
- Rivera, W. M., Blum, M., & Sulaiman, R. (2024). Agricultural education and extension for sustainable futures. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 22(3), 259–275. <https://doi.org/10.1080/14735903.2023.2276514>
- Silvast, A., & Valkenburg, G. (2023). Energy citizenship: A critical perspective. *Energy Research & Social Science*, 98, 102995. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2023.102995>
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- Thi Hoa Sen, L., Hồ, T. M. H., Trần, P. T., Nguyen, V. T., Nguyen, T. H., & Tran, L. T. (2024). Barriers and enablers of digital extension services for sustainable agriculture: A systematic review. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 22(6), 1150–1176. <https://doi.org/10.1080/14735903.2024.2368351>
- van Harskamp, H., ten Dam, G., & Volman, M. (2024). Environmental citizenship: Dutch students' sustainability competences and avenues for science education. *The Journal of Environmental Education*, 55(4), 267–288. <https://doi.org/10.1080/00958964.2024.2306160>

Prosiding Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian
Manokwari, 11 November 2025
e ISSN : 2774-1982
DOI: <https://doi.org/10.47687/snppvp.v6i1.1767>

Zhan, M. X. (2024). Active, dutiful and pragmatic: Practicing green citizenship in urban China. *Environmental Politics*, 33(6), 1019–1040.
<https://doi.org/10.1080/09644016.2024.2319520>

Perspektif Petani tentang Badan Usaha Milik Desa Mulya Bersama di Kampung Prafi Mulya, Distrik Prafi, Kabupaten Manokwari

Muhammad Dini Alfarizi^{1*}, Mikhael¹, Triman Tapi¹

¹Program Studi Penyuluhan Pertanian Berkelanjutan, Jurusan Pertanian, Politeknik Pembangunan
Pertanian Manokwari

Email: algarizi1922@gmail.com

Abstrak

Setiap desa memiliki potensi yang dapat dimaksimalkan untuk pembangunan ekonomi lokal. Kemudian potensi ini didukung melalui pembentukan Badan Usaha Milik Desa (BUMDes). Penelitian ini bertujuan mengetahui perspektif petani terhadap BUMDes Mulya Bersama di Kampung Prafi Mulya, Distrik Prafi, Kabupaten Manokwari. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dengan teknik purposive sampling terhadap 48 informan yang terdiri dari petani, pengelola, dan pendamping BUMDes. Data dikumpulkan melalui wawancara semi-terstruktur, observasi, dan dokumentasi, serta dianalisis dengan model Miles dan Huberman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keberadaan BUMDes membantu usaha tani, khususnya dalam penyediaan penggilingan padi dan transportasi. Namun, tidak semua petani memanfaatkannya karena kurangnya informasi dan loyalitas pada penyedia lain. Pada sisi pemasaran, petani mengapresiasi kemudahan akses, tetapi mengeluhkan keterlambatan pembayaran dan penetapan harga yang tidak partisipatif. Tingkat kepuasan terhadap pelayanan sarana produksi lebih tinggi dibandingkan dengan pelayanan pemasaran. Kesimpulannya, BUMDes memiliki potensi memperkuat ekonomi lokal, tetapi perlu pembenahan kelembagaan dan tata kelola. Disarankan dilakukan sosialisasi menyeluruh, evaluasi transparan, serta penguatan modal usaha untuk menjamin keberlanjutan BUMDes.

Kata kunci: Perspektif, Usaha tani, Petani, BUMDes

Abstract

Every village possesses inherent potential that can be optimized to support local economic development. This potential is reinforced through the establishment of Village-Owned Enterprises (BUMDes). This study aims to examine farmers' perspectives on BUMDes Mulya Bersama in Prafi Mulya Village, Prafi District, Manokwari Regency. A qualitative approach was employed, using purposive sampling to select 48 informants, consisting of farmers, BUMDes managers, and facilitators. Data were collected through semi-structured interviews, observation, and documentation, and analyzed using the Miles and Huberman model. The findings reveal that BUMDes has supported agricultural activities, particularly by providing rice milling and transportation services. However, not all farmers utilized these services due to limited information and continued loyalty to other service providers. In terms of marketing, farmers appreciated the ease of access but expressed dissatisfaction with delayed payments and the non-participatory pricing mechanism. Overall, farmers' satisfaction with the provision of production facilities was higher than with marketing services. In conclusion, BUMDes holds significant potential to enhance the local economy but requires improvements in institutional structure and governance. It is recommended that comprehensive outreach be conducted, transparent evaluations implemented, and business capital strengthened to ensure the sustainability of BUMDes operations.

Keywords: Perspektif, Usaha tani, Petani, BUMDes

PENDAHULUAN

Distrik merupakan unit pemerintahan yang berperan sebagai bagian dari wilayah administratif di tingkat kabupaten atau kota. Berdasarkan Undang-Undang No. 23 Tahun 2014 tentang Pemerintahan Daerah, distrik memiliki peran penting dalam melaksanakan urusan pemerintahan yang menjadi kewenangan daerah serta tugas pembantuan. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Omet (2023), disebutkan bahwa kepala distrik bertanggung jawab dalam pembinaan dan pengawasan dana kampung, termasuk melakukan monitoring dan evaluasi terhadap pelaksanaan pemerintahan di tingkat kampung. Kocu & Roychansyah (2021) menyebutkan mengkaji penataan administrasi pemerintahan kampung di Distrik Obaa, dan menyoroti pentingnya pengelolaan administrasi yang baik untuk meningkatkan efektivitas pemerintahan di tingkat distrik. Dengan demikian, distrik tidak hanya berperan sebagai unit administratif, tetapi juga sebagai penghubung antara pemerintah daerah dan masyarakat dalam berbagai aspek pembangunan.

Desa identik dengan wilayah di luar perkotaan yang mayoritas penduduknya bermata pencaharian sebagai petani. Pasalnya, desa memiliki lahan yang lebih luas dibandingkan bangunan sehingga memungkinkan warganya untuk melakukan kegiatan usaha tani. Desa adalah suatu kesatuan masyarakat hukum yang dihuni oleh sekelompok orang yang saling mengenal, mempunyai batas wilayah tertentu, serta identik dengan hak dan kewenangan untuk menyelenggarakan dan mengurus pemerintahan masyarakatnya sendiri (Rauf & Maulidiah, 2015).

Setiap desa tentunya mempunyai potensi yang berbeda-beda, seperti letak, topografi, iklim dan cuaca di wilayah tersebut serta kondisi umum lainnya. Untuk memaksimalkan potensi desa guna meningkatkan perekonomian dan kesejahteraan masyarakat, maka dibentuk Badan Usaha Milik Desa. Dikutip dari Suhandi (2023), Badan Usaha Milik Desa (BUMDes) memiliki beragam jenis usaha yang dirancang untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat desa.

Sebagai lembaga yang mempunyai fungsi ganda sosial dan komersial, BUMDes tidak hanya berorientasi pada keuntungan, namun juga berkomitmen memenuhi kebutuhan dasar masyarakat dengan menyediakan layanan dan produk yang relevan dengan situasi lokal. Salah satunya dalam menyediakan sarana produksi usaha tani, sebagai upaya penunjang ekonomi petani di pedesaan. Aji, (2020) mengatakan, kekurangan sarana dan prasarana pada BUMDes dapat menghambat jalannya kegiatan usaha serta mengganggu kualitas pelayanan kepada pelanggan. BUMDes memegang peran penting dalam

mendukung usaha tani, baik di hulu maupun hilir, untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat desa. Martoyo dan Darmawan (2020) dalam Sri Wilujeung (2023), menyatakan bahwa BUMDes berfungsi sebagai penghubung yang membantu petani dalam memperoleh sarana produksi pertanian.

Pertanian pedesaan merupakan bagian penting dari pembangunan ekonomi dan sosial di daerah terpencil. Petani pedesaan memanfaatkan lahan untuk memproduksi pangan, yang tidak hanya memenuhi kebutuhan lokal tetapi juga berkontribusi terhadap ketahanan pangan nasional. Dalam usaha tani tentunya memerlukan sarana dan prasarana pertanian untuk mendukung kelangsungan usaha tani.

Kampung Prafi Mulya merupakan wilayah yang memiliki potensi ekonomi di bidang pertanian. Hal ini didukung dengan luas lahan pertanian 288 ha. Selain itu, masyarakat yang ada di Kampung Prafi Mulya sebagian besar bermata pencaharian sebagai petani. Selanjutnya potensi ini didukung dengan adanya Badan Usaha Milik Desa Mulya Bersama yang berdiri sejak tahun 2020 dan berfokus sebagai distributor penyerap hasil produksi (beras) sebanyak 40-43 ton per bulan. Kemudian BUMDes Mulya Bersama juga menyediakan pelayanan sarana produksi berupa penggilingan padi dan kendaraan angkut. Meskipun potensi besar yang ada di Kampung Prafi Mulya didukung dengan adanya pelayanan penyediaan pemasaran, namun hanya 13,37 % petani yang menjual berasnya ke BUMDes Mulya bersama. Hal ini mengakibatkan BUMDes kesulitan memenuhi target bulanan sesuai kontrak pemerintah daerah sehingga membeli beras dari luar kampung bahkan hingga Pulau Jawa dan Sulawesi. Dari uraian diatas maka dianggap perlunya dilakukan penelitian untuk mengetahui lebih dalam bagaimana perspektif petani tentang Badan Usaha Milik Desa (BUMDes) Mulya Bersama yang ada di Kampung Prafi Mulya, Distrik Prafi, Kabupaten Manokwari.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif, menurut Strauss and Corbin (1990) dalam Sulistyawati (2023), tidak menggunakan prosedur statistik atau kuantifikasi dalam mengungkap permasalahan yang terjadi. Sehingga pendekatan ini sesuai untuk menggambarkan perspektif petani terhadap Badan Usaha Milik Desa (BUMDes) Mulya Bersama di Kampung Prafi Mulya, Distrik Prafi, Kabupaten Manokwari. Lokasi penelitian ditentukan secara *purposive* karena mempertimbangkan adanya BUMDes aktif yang bergerak sebagai distributor penyerap hasil produksi (beras) dari petani.

Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara semi terstruktur, observasi, dan dokumentasi terhadap 48 informan yang terdiri dari 41 petani sebagai informan pelaku dan 7 orang dari unsur pengelola dan pendamping BUMDes sebagai informan pengamat. Pemilihan informan pelaku menggunakan teknik *purposive sampling* berdasarkan kriteria, petani yang berinteraksi dengan BUMDes Mulya Bersama.

Keabsahan data diperoleh melalui triangulasi sumber dan teknik, penggunaan bahan referensi berupa rekaman wawancara, serta *member checking* dengan informan. Uji reliabilitas dilakukan melalui audit oleh dosen pembimbing terhadap seluruh proses penelitian.

Analisis data dilakukan melalui model Miles dan Huberman yang mencakup reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Penelitian ini juga memanfaatkan alat seperti handphone, laptop, printer, serta bahan berupa kertas HVS dan map untuk mendukung proses penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelayanan Sarana Produksi oleh BUMDes

Pelayanan penyediaan sarana produksi oleh BUMDes Mulya Bersama di Kampung Prafi Mulya merupakan strategi untuk meningkatkan efisiensi usaha tani, terutama dalam pengolahan hasil panen dan transportasi. BUMDes menyediakan unit penggilingan padi serta kendaraan angkut seperti truk dan pick-up. Namun, dari 41 petani yang diwawancarai, hanya 23 yang pernah memanfaatkan layanan ini. Sisanya tidak mengetahui detail fasilitas atau lebih memilih menggunakan layanan swasta karena sudah memiliki jaringan sendiri.

BUMDes memiliki dua mesin penggilingan, yaitu satu unit Jiangdong yang sudah rusak dan satu unit Yanmar baru yang masih berfungsi dengan kapasitas hingga tiga ton gabah per hari. Walau sebagian petani menilai kualitas gilingannya baik, ada juga yang meragukannya karena masalah kebersihan dan keutuhan beras. Terbatasnya jumlah mesin juga menyebabkan antrean panjang saat panen raya, yang menjadi keluhan utama petani.

Akses terhadap layanan cukup mudah, hanya dengan menghubungi pengurus BUMDes. Sistem biayanya pun ringan melalui sistem bagi hasil 10:1, tanpa pembayaran tunai. Namun, sosialisasi layanan masih kurang sehingga informasi di kalangan petani terbatas. Layanan transportasi diberikan secara gratis untuk mengangkut beras ke gudang. Meskipun 18 petani merasa puas dan 6 cukup puas, masih ada keluhan terkait kerusakan mesin, antrean, dan kurangnya sosialisasi.

Pelayanan Pemasaran Hasil Pertanian

Pelayanan BUMDes Mulya Bersama dalam pemasaran hasil pertanian, khususnya beras, merupakan langkah strategis menuju kemandirian ekonomi desa. Meskipun distribusi dan logistik berjalan cukup baik, mekanisme penetapan harga dan sistem pembayaran masih menjadi sumber utama ketidakpuasan petani. Harga beli ditetapkan Rp13.000/kg, sedangkan harga jual ke Pemerintah Daerah Papua Barat adalah Rp14.000/kg, dengan selisih Rp1.000/kg digunakan untuk operasional. Namun, proses penetapan harga dilakukan secara internal tanpa melibatkan petani.

Ketidakterlibatan petani dalam penetapan harga menimbulkan persepsi bahwa BUMDes kurang transparan. Petani berharap adanya forum partisipatif dalam penentuan harga agar mencerminkan kepentingan bersama. Banyak petani merasa harga beli BUMDes tidak menutupi biaya produksi, sehingga sebagian lebih memilih menjual ke tengkulak yang menawarkan harga lebih tinggi, antara Rp13.500–Rp15.000/kg, dan dibayar secara tunai.

Dari sisi aksesibilitas, BUMDes memiliki keunggulan lokasi strategis dan sistem operasional yang fleksibel, memungkinkan truk menjemput hasil panen langsung ke petani. Ini sangat membantu petani tanpa kendaraan pribadi. Namun, masalah utama adalah keterlambatan pembayaran. Beberapa petani menerima pembayaran dalam waktu 2–3 hari, sementara lainnya harus menunggu hingga satu bulan, karena BUMDes tergantung pada pencairan dana dari pemerintah daerah.

Tingkat kepuasan petani mencerminkan kompleksitas permasalahan yang ada. Sebanyak 12 petani merasa puas, 21 cukup puas, dan 8 tidak puas. Kritik paling banyak terkait harga yang tidak kompetitif dan pembayaran yang lambat. Sebagai solusi, petani menyarankan agar BUMDes memperluas jaringan pasar ke sektor swasta atau koperasi, serta membuka forum komunikasi rutin untuk menampung dan menanggapi aspirasi petani secara terbuka.

Perspektif Petani Tentang Badan Usaha Milik Desa (BUMDes) Mulya Bersama

Berdasarkan hasil penelitian mengenai perspektif petani terhadap Badan Usaha Milik Desa (BUMDes) Mulya Bersama di Kampung Prafi Mulya, ditemukan bahwa hasil penelitian ini menunjukkan secara umum keberadaan BUMDes diterima dengan baik oleh petani.

“Ya kita mudahnya kayak gini, kita jual ke bumdes nanti sudah digiling disini juga di belakang rumah. Nanti ditampung disini, nanti mobil bumdes yang ambil sendiri entah di tampung di gudang atau langsung disetorkan. Kalau untuk petani ini sudah

termasuk di permudahlah. Kalau mobil yang ngambil dari petani itu sudah tanggungannya bumdes jadi petani gak bayar lagi". (HH, Kampung Prafi Mulya 09-03-2025)

Temuan ini berdasarkan analisis yang sejalan dengan hasil penelitian Mirnawati *et al.* (2016), yang menyatakan bahwa keberhasilan pelayanan penyediaan sarana produksi ditentukan oleh ketersediaan, harga yang kompetitif, dan kemudahan akses. Kelancaran usaha tani di Kampung Prafi Mulya didukung dengan ketersediaan sarana produksi oleh BUMDes. Selain itu, kemudahan petani saat mengakses sarana produksi, seperti lokasi yang strategis dan bisa berkordinasi via telepon berkontribusi terhadap kepuasan petani. Dalam hasil penelitian tersebut, harga yang kompetitif membantu petani memperoleh saprodi tanpa meningkatkan beban biaya produksi mereka. Temuan penelitian Mirnawati juga menunjukkan perbedaan dengan temuan di lapangan yaitu pelayanan sarana produksi (penggilingan padi) oleh BUMDes bukan sistem harga melainkan sistem bagi hasil. Walaupun demikian, petani tidak menyalahkan sistem tersebut karena dianggap sama dengan penyedia layanan di luar BUMDes Mulya Bersama.

Walaupun demikian, penelitian ini juga menemukan bahwa pemanfaatan sarana produksi oleh petani masih belum merata.

"Setahu saya BUMDes itu punya gilingan padi saja. Kalau angkutan ada itu satu unit truk warna merah besar baknya agak tinggi". (HO, Kampung Prafi Mulya, 11-03-2025)

"BUMDes itu ada truk angkutan dapat dari bantuan pemerintah. Kalau gilingannya itu cari sendiri. Sementara BUMDes ini belum punya gilingan, masih pakai gilingan swasta". (WO, Kampung Prafi Mulya, 17-03-2025)

"Setahu saya hanya ada truk satu, biasanya dipakai untuk angkat beras" (SO, Kampung Prafi Mulya, 17-03-2025)

Hal ini disebabkan karena pengadaan sarana produksi yang ada di BUMDes Mulya Bersama diadakan secara bertahap. Dari hasil yang telah dipaparkan, maka analisa kondisi temuan tersebut adalah dengan melakukan sosialisasi secara menyeluruh kepada petani terkait fasilitas yang tersedia dapat mengatasi ketimpangan dalam pemanfaatan sarana produksi yang terjadi akibat pengadaan bertahap dan kurangnya informasi. Selain itu, loyalitas petani terhadap penyedia layanan di luar BUMDes menjadi hambatan tersendiri yang berakar pada faktor sosial dan psikologis. Mengacu pada Hamali (2018), perspektif dan keputusan individu sangat dipengaruhi oleh lingkungan sosial serta pola interaksi yang telah terbentuk sebelumnya. Oleh karena itu, tanpa upaya membangun kepercayaan dan komunikasi yang intensif, BUMDes akan sulit mengalihkan pilihan petani dari penyedia lama ke layanan yang mereka tawarkan. Dengan kata lain, pemerataan pelayanan hanya

bisa dicapai apabila BUMDes mampu menyesuaikan pendekatannya dengan kondisi sosial masyarakat petani setempat melalui strategi komunikasi yang efektif.

Temuan berikutnya yang mencuat dalam penelitian adalah minimnya transparansi dalam pengelolaan BUMDes. Petani menyatakan tidak pernah dilibatkan dalam evaluasi kegiatan usaha.

“Sebenarnya kurang puas karena kurangnya transparansi kita kan ingin tahu mana sih hasil dari BUMDes ini. Kan gak kelihatan. Mungkin bangunan apa atau kegiatan apa begitu”. (MAR, Kampung Prafi Mulya, 10-04-2025)

“Tidak puas. Biasanya kelompok yang seperti itu tidak lama karna modelnya itu tidak transparan”. (WO, Kampung Prafi Mulya, 11-03-2025)

Kondisi ini bertentangan dengan teori kelembagaan, sebagaimana dijelaskan oleh North (1990), bahwa efisiensi institusi desa sangat bergantung pada norma dan aturan main yang disepakati bersama. Dalam konteks BUMDes sebagai lembaga desa, seharusnya ada mekanisme pelaporan terbuka dan musyawarah desa sebagai forum evaluasi dan pertanggungjawaban. Selain itu, Uphoff (1986) mengartikan kelembagaan sebagai peraturan yang berlaku untuk mengatur hak, kewajiban dan tanggung jawab. Dalam hal ini petani memiliki hak untuk dilibatkan dalam evaluasi kegiatan oleh BUMDes. Kurangnya transparansi ini berisiko menurunkan kepercayaan masyarakat terhadap BUMDes Mulya Bersama, dan dalam jangka panjang dapat berpengaruh pada keberlanjutan usaha. Kemudian analisis ini sejalan dengan hasil penelitian Yuanita & Tristiarini (2024), bahwa keberlanjutan usaha sangat dipengaruhi oleh transparansi. Penelitian ini juga menunjukkan peningkatan profitabilitas unit usaha ketika mempublikasi laporan yang berkelanjutan. Dengan demikian, jika BUMDes Mulya Bersama dapat meningkatkan sistem pengelolaan menjadi lebih transparan maka dapat menjamin pandangan positif petani dan berpengaruh pada keberlanjutan BUMDes Mulya Bersama.

Masalah lain yang juga cukup krusial adalah keterlambatan sistem pembayaran hasil panen yang dibeli oleh BUMDes Mulya Bersama. Beberapa petani mengeluhkan pembayaran dilakukan hingga dua minggu hingga satu bulan setelah beras diserahkan.

“Barang dibawa dulu nanti uang baru menyusul begitu, kalau maunya petani itu kan gak begitu. Jual beli itu ada barang ada uang itu nanti bayarnya menyusul. Ya memang sempat dulu saya dikasih uang muka dulu. Paling cepat itu semingguan. Artinya saya belum pernah jual langsung dibayar”. (WO, Kampung Prafi Mulya, 11-03-2025)

“Paling lama satu bulan paling cepat dua minggu”. (MAR, Kampung Prafi Mulya, 10-04-2025)

Kondisi ini menyulitkan petani dalam memenuhi kebutuhan operasional dan konsumsi rumah tangga, terutama saat musim panen. Hal ini, dapat dijelaskan dari hasil

penelitian Lastinawati et al. (2016) yang menyatakan keputusan petani untuk menjual hasil panennya ke tengkulak karena adanya pinjaman modal dan pembayaran yang langsung *cash*.

Mekanisme penetapan harga yang tidak melibatkan petani juga menjadi perhatian. Harga seringkali ditentukan sepihak oleh pengurus BUMDes tanpa adanya kesepakatan terbuka dengan petani.

Penetapan harga dari bumdes itu kita dengar dari orang-oranglah akhirnya semua orang dengar artinya saling nyambung". (PO, Kampung Prafi Mulya, 17-03-2025)
"Kalau penetapan dengan harga dari pemerintah itu pengurus-pengurus itu. Nah penetapan itu petani ngak diikutkan, padahal kalau diikutkan. Maksudnya bagaimana ya kan bumdes ini untuk desa bukan untuk perorangan". (MN, Kampung Prafi Mulya, 15-03-2025)

Hal ini bertentangan dengan prinsip partisipatif dalam kelembagaan desa. Dalam teori kelembagaan menurut Ostrom (1986), keberhasilan lembaga lokal seperti BUMDes sangat ditentukan oleh keterlibatan anggota masyarakat dalam proses pengambilan keputusan. Ketika petani tidak dilibatkan, maka harga yang ditetapkan berpotensi dianggap tidak sesuai dengan biaya produksi petani. Dalam penelitian Fathi (2024), juga dijelaskan bahwa harga jual akan mempengaruhi pendapatan petani baik untung maupun rugi. Jika demikian maka harga jual yang tidak sesuai harapan petani dapat menurunkan minat petani untuk menjual beras ke BUMDes.

Kepuasan terhadap pelayanan penyediaan pemasaran hasil produksi berbanding terbalik dengan kepuasan terhadap pelayanan sarana produksi.

"Harapannya bumdes ada terus supaya tengkulak tidak semena-mena. Jadi nanti kalau bumdes itu modalnya sudah cukup bisa di kasih modal dulu untuk tanam. Jadi nanti hasil panennya itu semua dijual ke bumdes. Karna sekarang ini kitakan ambil bukan di bumdes saja. Karna bumdes pas ngak ada jadi kita ambil di tengkulak juga nah hasil panennya juga kita bagi"(HU, Kampung Prafi Mulya 13-03-2025).
Ya itu tadi dibilang puas ya puas dibilang tidak puas ya iya juga. Terus saran saya itu untuk BUMDes bisa lebih terbuka lagi sama petani, harga belinya disesuaikan coba kalau belinya sama dengan harga pasaran dari luar ya saya pasti jual ke sana kan begitu.. Kalau soal tepat pembayaran saya bisa mklumi karna kan alasannya tunggu dari pemerintah daerah."(SO, Kampung Prafi Mulya 15-03-2025).

Petani informan memberikan sejumlah saran yang membangun agar pelayanan BUMDes Mulya Bersama lebih optimal dan berpihak pada kepentingan petani. Petani mengharapkan agar BUMDes dapat menyesuaikan harga beli beras sehingga lebih kompetitif dengan harga pasar luar, guna menarik minat petani untuk menjual berasnya ke BUMDes. Selain itu, sistem pembayaran juga perlu diperbaiki agar lebih cepat dan fleksibel. Petani juga berharap BUMDes lebih terbuka dalam menyampaikan laporan

keuangan, sistem pembagian hasil, dan pengambilan keputusan. Lebih lanjut, petani mendorong BUMDes untuk mengembangkan pasar penjualan yang lebih luas, tidak hanya bergantung pada kontrak dengan ASN atau pemerintah daerah. Di samping itu, petani informan juga berharap agar BUMDes Mulya Bersama senantiasa hadir sebagai penstabil harga beras.

Meskipun demikian, BUMDes Mulya Bersama memiliki potensi besar untuk menjadi penggerak ekonomi lokal di Kampung Prafi Mulya. Namun, untuk mewujudkan peran tersebut secara optimal, diperlukan perbaikan pada aspek pemerataan layanan, transparansi kelembagaan, sistem pembayaran, dan pelibatan petani dalam penetapan harga. Sebagaimana ditegaskan oleh Yana et al. (2023), keberhasilan BUMDes tidak hanya ditentukan oleh fungsi ekonominya, tetapi juga oleh kapasitas kelembagaan dalam mengelola konflik, membangun partisipasi, dan menumbuhkan rasa memiliki dari masyarakat. Dengan memperkuat tata kelola dan memperluas partisipasi masyarakat, BUMDes tidak hanya akan meningkatkan efisiensi usaha tani tetapi juga memperkuat kepercayaan dan keberlanjutan usaha desa secara keseluruhan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pelayanan BUMDes Mulya Bersama dalam penyediaan sarana produksi memberikan dampak positif bagi petani di Kampung Prafi Mulya, terutama dalam mempermudah akses terhadap alat penggilingan padi dan kendaraan angkut. Layanan ini dinilai sesuai dengan kebutuhan petani, meskipun belum dimanfaatkan secara merata karena kurangnya sosialisasi, keterbatasan informasi, serta masih adanya loyalitas petani terhadap penyedia layanan lain. Sementara itu, pelayanan dalam pemasaran hasil produksi juga telah dijalankan, namun menghadapi tantangan seperti keterlambatan pembayaran, penetapan harga tanpa melibatkan petani, dan rendahnya transparansi pengelolaan BUMDes yang berdampak pada kepercayaan petani. Oleh karena itu, disarankan adanya sosialisasi berkelanjutan mengenai layanan BUMDes, evaluasi kelembagaan yang menekankan prinsip partisipatif dan transparansi, serta penguatan modal usaha untuk mengatasi masalah pembayaran hasil panen.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, M. N. A. (2020). *Optimalisasi Pengelolaan Badan Usaha Milik Desa (Bumdes) Wana Tirta Mukti Dalam Peningkatan Ekonomi Desa Di Desa Kemutug Lor Kecamatan Baturraden Kabupaten Banyumas Provinsi Jawa Tengah*. Institut Pemerintahan Dalam Negeri.
- Fathi, F. A. (2024). Hubungan Biaya Produksi , Harga Jual Dan Etos Kerja Islam Dengan Pendapatan Petani Padi Dengan Daya Produksi Sebagai Variabel Mediasi. *Journal Of Economics Research And Policy Studies*, 4(3), 663–678.
- Hamali, S. (2018). Agama Dalam Perspektif Sosiologis. *Al-Adyan: Jurnal Studi Lintas Agama*, 12(2), 86–105. <https://doi.org/10.24042/Ajsla.V12i2.2111>
- Kocu, H., & Roychansyah, M. S. (2021). Perkembangan Klaster Perguruan Tinggi Di Distrik Abepura Kota Jayapura. *Prosiding Seminar*, 53–60.
- Lastinawati, E., Asmaga, W., Pusvita, E., Lestari, W., Ayu, P., Rosmawati, H., Purwadi, Septianita, & Putri, P. (2016). Determinan Keputusan Petani Kopi Menjual Ke Tengkulak Di Desa Sinar Marga Kecamatan Mekakau Ilir Kabupaten Oku Selatan. *Jurnal Agrifo • Vol. 10 • No. 1 • April 2025*, 10(1), 1–23.
- Mirawati, Molo, M., & Suminah. (2016). Hubungan Antara Kualitas Pelayanan Lembaga Penyedia Saprodi Dengan Preferensi Dan Kepuasan Pelanggan. *Agritexts: Journal Of Agricultural Extension*, 40(2), 98–113.
- North, D. . (1990). *Institutions, Institutional Change And Economic*. Cambridge University Press, New York.
- Omet, M. (2023). Peran Kepala Distrik Dalam Pembinaan Dan Pengawasan Selatan. *Wahana Bina Pemerintahan*, 5(2), 1–14.
- Ostrom, E. (1986). An Agenda For The Study Of Institutions. *Public Choice*, 48(1), 3–25. <https://doi.org/10.1007/Bf00239556>
- Rauf, R., & Maulidiah, S. (2015). *Pemerintahan Desa* (1st Ed.). Zanava Publishing.
- Sri Wilujeung. (2023). Peran Badan Usaha Milik Desa (Bumdes) Dalam Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat Di Desa Banjar Kecamatan Licin Kabupaten Banyuwangi. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 3624–3634.
- Suhandi, R. (2023). *Jenis Usaha Yang Bisa Dijalankan Bumdes*. Pemerintah Pekon Blitarejo.
- Sulistiyawati. (2023). *Buku Ajar Metode Penelitian Kualitatif*. Penerbit K-Media.
- Uphoff, N. T. (1986). *Local Institutional Development: An Analytical Sourcebook With Cases*. Kumarian Press. West Hartford. Usa.
- Yana, N., Baruwadi, M. H., & Imran, S. (2023). Peran Bumdes Dalam Manajemen Agribisnis Padi Sawah Di Kecamatan Paguat Kabupaten Pohuwato. *Journal Of Management & Business*, 6(2), 494–506.

Yuanita, K., & Tristiarini, N. (2024). Analisis Corporate Governance, Profitabilitas, Struktur Modal, Dan Ukuran Perusahaan Terhadap Pengungkapan Sustainability Report. *J-Aksi : Jurnal Akuntansi Dan Sistem Informasi*, 5(2), 185–198. <https://doi.org/10.31949/jaksi.v5i2.9743>.

Dampak Intervensi UMKM terhadap Kinerja UMKM (Studi Kasus UMKM Rumah Panrita Kabupaten Barru)

Abd. Rahim^{1*}, Sariana Damis², Pratiwi M. K.³, Muhammad Faisal⁴

^{1,3}Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian Peternakan dan Perikanan, Universitas Muhammadiyah Parepare

²Program Studi Akuntansi, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Muhammadiyah Parepare

⁴Program Studi Magister Agribisnis, Fakultas Pertanian Peternakan dan Perikanan, Universitas Muhammadiyah Parepare

Email: Rahimrasidaruhaya.ar@gmail.com

Abstrak

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) merupakan pilar penting dalam pembangunan ekonomi Indonesia. Namun, UMKM kerap menghadapi berbagai kendala, seperti keterbatasan akses terhadap teknologi, minimnya diversifikasi produk, serta rendahnya kemampuan pemasaran digital. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh intervensi teknologi, diversifikasi produk, dan strategi pemasaran digital terhadap peningkatan kinerja UMKM Rumah Panrita di Kabupaten Barru. Dengan menggunakan pendekatan Participatory Action Research (PAR), penelitian ini melibatkan pemilik UMKM, dosen, dan mahasiswa secara kolaboratif dalam mengidentifikasi permasalahan, mengimplementasikan solusi, serta mengevaluasi hasilnya. Intervensi yang dilakukan meliputi pengenalan mesin espresso dan grinder, pengembangan produk kopi seduh dingin (cold brew), diversifikasi produk, peningkatan kemasan, serta pelatihan pemasaran digital. Hasil penelitian menunjukkan bahwa intervensi teknologi secara signifikan meningkatkan kapasitas produksi cold brew sebesar 180% dan menurunkan biaya per unit sebesar 50%, dengan tingkat pengembalian investasi (ROI) bulanan sebesar 45% serta periode pengembalian investasi sekitar 2,2 bulan. Selain itu, kegiatan pemasaran digital melalui Shopee dan Instagram yang didukung oleh pembuatan konten visual menggunakan Canva Pro berhasil meningkatkan omzet penjualan secara signifikan, dengan peningkatan tertinggi sebesar 38,8% pada September 2025. Temuan ini membuktikan bahwa integrasi inovasi teknologi dan strategi pemasaran digital mampu meningkatkan kinerja ekonomi UMKM, memperkuat keberlanjutan usaha, serta memberdayakan pelaku bisnis lokal.

Kata kunci: Intervensi Teknologi, Kinerja UMKM, Pemasaran Digital, Rumah Panrita, UMKM

Abstract

Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) constitute a crucial pillar of Indonesia's economic development. However, they often encounter persistent challenges, including limited access to technology, insufficient product diversification, and inadequate digital marketing capabilities. This study aims to examine the effects of technological intervention, product diversification, and digital marketing strategies on the performance improvement of Rumah Panrita MSMEs in Barru Regency. Employing a Participatory Action Research (PAR) approach, the research engaged MSME owners, lecturers, and students collaboratively in problem identification, solution implementation, and outcome evaluation. The implemented interventions included the introduction of espresso machines and grinders, the development of cold brew coffee products, product diversification, packaging enhancement, and digital marketing training. The results reveal that the technological intervention significantly increased the production capacity of cold brew coffee by 180% and reduced the unit cost by 50%, achieving a monthly Return on Investment (ROI) of 45% with an investment payback period of approximately 2.2 months. Furthermore, digital marketing activities conducted through Shopee and Instagram, supported by visual content creation using Canva Pro, resulted in a substantial increase in sales turnover, with the highest growth of 38.8% recorded in September 2025. These findings demonstrate that the integration of technological innovation and digital marketing strategies can effectively enhance MSME economic performance, strengthen business sustainability, and empower local entrepreneurs.

Keywords: Technological Intervention, Digital Marketing, MSME Performance, Rumah Panrita, MSMEs

PENDAHULUAN

Usaha Mikro, Kecil dan menengah (UMKM) memiliki peran penting bagi perekonomian Nasional. UMKM tidak hanya berkontribusi dalam bentuk pelaku usaha yang mencapai angka 99%, UMKM juga berkontribusi terhadap penyerapan tenaga kerja yang mampu menyerap tenaga kerja sebesar 97% dan memberikan kontribusi terhadap Produk Domestic bruto (PDB) sebesar lebih dari 60% (Sinha *et al.*, 2024) (Aprilia *et al.*, 2025) (Suci Ramadani *et al.*, 2025). Peran UMKM juga dapat dilihat dari kemampuannya dalam menjaga stabilitas ekonomi, mengurangi tingkat pengangguran, mendorong pemerataan pendapatan dan pertumbuhan ekonomi yang inklusif (Afrini Fauziah *et al.*, 2024). Besarnya peran UMKM terhadap perekonomian nasional terjadi karena keberadaan UMKM yang tidak hanya berfokus di daerah perkotaan tapi juga mampu merambah daerah pedesaan sekalipun (Herissuparman *et al.*, 2024).

Peran UMKM dalam membangun perekonomian, seringkali mengalami kendala yang menjadikan UMKM tidak dapat berkembang dengan cepat. Kendala-kendala yang sering dihadapi UMKM seperti akses terhadap permodalan (Suci Ramadani *et al.*, 2025), teknologi yang tidak terbarukan (Herissuparman *et al.*, 2024), kendala bahan baku (Sartono *et al.*, 2024), kendala pasar (H. Tambunan, 2019), bahkan kemampuan UMKM untuk menciptakan inovasi dan teknologi dianggap masih kurang sehingga daya saing UMKM cenderung sulit untuk meningkat. UMKM Rumah Panrita yang bergerak dalam mengolah biji kopi dapat menjadi salah satu contoh konkrit dari masalah tersebut. Kopi sebagai salah satu komoditas ekspor Indonesia harusnya dapat dimanfaatkan UMKM untuk dapat meraup keuntungan yang besar, sayangnya kemampuan UMKM yang terbatas dan dihadapkan dengan masalah tersebut menjadikan UMKM yang bergerak di sector usaha kopi sulit untuk berkembang.

UMKM Rumah Panrita yang terletak di Desa Mallawa, Kabupaten Barru dapat dijadikan sebagai representatif dari masalah tersebut. Bergerak dalam bidang pengolahan kopi sebagai salah satu komoditi ekspor dan diminati banyak orang, rumah panrita belum mampu bersaing dilevel yang lebih tinggi. Sebelum intervensi, proses produksi Rumah Panrita masih manual dengan kapasitas kecil, desain kemasan yang polos, serta strategi pemasaran yang tradisional dan mengandalkan penjualan langsung di area lokal sekitarnya. Kondisi itu membuat bisnis sulit berkembang, margin keuntungan yang tipis, dan kekuatan kompetitif produk yang masih belum optimal. Berdasarkan hasil pemetaan awal yang dilakukan oleh tim peneliti, masalah utama Rumah Panrita ada tiga yaitu keterbatasan

teknologi produksi, kurangnya diversifikasi produk, dan kompetensi yang rendah dalam pemasaran digital.

Kegiatan intervensi terhadap UMKM seperti Rumah Panrita menjadi relevan karena dapat menjadi laboratorium pembelajaran untuk mengetahui cara penerapan pendekatan terintegrasi dapat membantu meningkatkan kinerja bisnis. Dalam konteks penelitian ini, intervensi tidak dimaknai sebagai bantuan sepihak, melainkan sebagai proses *capacity building* yakni membangun kemampuan teknis, manajerial, dan adaptif pelaku usaha agar mampu bertahan dan tumbuh di tengah perubahan lingkungan bisnis.

Penempatan teknologi tepat guna, diversifikasi produk terutama mengupgrade kemasan kopi bubuk, serta perubahan pola pemasaran menjadi serangkain intervensi yang dilakukan dengan harapan terjadi peningkatan kapasitas usaha terutama omset produksi terhadap produk rumah panrita. Dengan demikian, penelitian ini berangkat dari permasalahan mendasar mengenai bagaimana integrasi antara penerapan teknologi, diversifikasi produk, dan pemasaran digital dapat memberikan dampak nyata terhadap peningkatan kinerja UMKM kopi pedesaan. Pendekatan yang digunakan tidak hanya mengukur hasil akhir berupa peningkatan omzet atau efisiensi produksi, tetapi juga menilai sejauh mana intervensi tersebut berkontribusi terhadap keberdayaan pelaku usaha dalam jangka panjang.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode Penelitian Aksi Partisipatif (PAR) yang melibatkan pemilik usaha kecil, dosen, dan mahasiswa (Cornish *et al.*, 2023). Pendekatan ini memungkinkan para peneliti untuk turut serta dalam proses perubahan dan mengevaluasi hasil dari tindakan yang dilakukan. Penelitian ini terdiri dari enam tahap utama, yaitu: tahap pertama adalah mengidentifikasi masalah yang ada di bisnis serta kebutuhan yang dibutuhkan; tahap kedua adalah memberikan pelatihan mengenai cara membuat kopi seduh dingin; tahap ketiga adalah memperkenalkan mesin dan penggiling espresso; tahap keempat adalah menciptakan variasi produk yang lebih banyak dan meningkatkan kemasan produk; tahap kelima adalah mengajarkan keterampilan pemasaran digital; dan tahap keenam adalah menilai seberapa baik peningkatan kinerja bisnis. Untuk mengumpulkan data, peneliti menggunakan kuesioner sebelum dan setelah program, melakukan pengamatan terhadap perubahan yang terjadi, melakukan wawancara mendalam dengan para peserta, serta mencatat laporan penjualan selama tiga bulan, yaitu mulai dari bulan Juli hingga September 2025. Data yang diperoleh dianalisis dengan

menggabungkan metode kuantitatif dan kualitatif, termasuk dalam menggambarkan angka-angka serta menemukan pola atau tema yang sering muncul dari tanggapan peserta.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dampak Intervensi Teknologi pada Kinerja UMKM Rumah Panrita

Penerapan mesin espresso dan grinder berkapasitas tinggi di UMKM Rumah Panrita telah mengubah dinamika produksi cold brew secara fundamental, dengan peningkatan kapasitas dari 5 botol per jam menjadi 14 botol per jam, atau kenaikan 180%. Analisis ini menunjukkan bahwa transformasi ini bukan sekadar peningkatan kuantitatif, melainkan hasil dari otomatisasi proses yang mengurangi variabilitas manual dan meningkatkan konsistensi output (Marpaung *et al.*, 2025). Sebelum intervensi, ketergantungan pada tenaga kerja manusia sering menyebabkan bottleneck dalam produksi, terutama saat puncak permintaan, yang membatasi skalabilitas UMKM. Dengan mesin berkapasitas tinggi, UMKM dapat mengelola volume produksi yang lebih besar tanpa kompromi pada kualitas, seperti ekstraksi yang lebih presisi dan pengurangan limbah bahan baku. Lebih lanjut, kenaikan 180% ini memungkinkan diversifikasi produk, seperti varian cold brew dengan infus rasa tambahan, yang memperluas portofolio dan menarik segmen konsumen baru. Dari perspektif operasional, hal ini mengoptimalkan alur kerja, mengurangi waktu idle mesin, dan meningkatkan utilisasi sumber daya secara keseluruhan. Analisis mendalam juga mengungkapkan bahwa peningkatan ini berkontribusi pada pengurangan risiko produksi, seperti kesalahan manusia, yang sebelumnya dapat menimbulkan kerugian finansial. Pada akhirnya, kapasitas produksi yang lebih tinggi ini menjadi katalisator untuk UMKM bertransisi dari operasi lokal ke potensi distribusi yang lebih besar.

Secara ekonomi, peningkatan kapasitas ini membuka jalan bagi UMKM untuk mencapai skala ekonomi yang lebih baik, yang berarti produksi dalam volume besar menurunkan biaya rata-rata dan meningkatkan profitabilitas. Analisis mendalam mengungkapkan bahwa sebelum intervensi, UMKM terbatas pada pasar lokal karena kapasitas terbatas, tetapi sekarang dapat menjalin kemitraan dengan distributor besar atau platform e-commerce untuk ekspansi regional. Hal ini tidak hanya meningkatkan pendapatan, tetapi juga berkontribusi pada pertumbuhan ekonomi daerah di Kabupaten Barru, di mana UMKM sering menjadi pilar utama. Lebih lanjut, skala ekonomi yang lebih baik memungkinkan alokasi sumber daya untuk inovasi, seperti pengembangan produk baru atau peningkatan branding, yang memperkuat posisi pasar. Dari perspektif

pembangunan, intervensi ini dapat menciptakan lapangan kerja tambahan melalui ekspansi operasi, meskipun analisis menyoroti risiko seperti fluktuasi harga bahan baku yang dapat mempengaruhi margin (M L & Babu, 2024). Pada akhirnya, implikasi ekonomi ini menunjukkan bagaimana teknologi dapat mentransformasi UMKM dari entitas kecil menjadi pemain yang signifikan dalam rantai nilai industri kopi.

Perbandingan dengan kondisi pra-intervensi menunjukkan kontras yang tajam, di mana produksi manual terbatas pada 5 botol per jam dengan biaya Rp40.000 per unit, sering kali dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti cuaca atau kelelahan pekerja. Analisis ini menggarisbawahi bahwa metode tradisional membatasi fleksibilitas UMKM, membuatnya rentan terhadap permintaan musiman dan persaingan harga. Dibandingkan dengan pasca-intervensi, di mana produksi melonjak 180% dan biaya turun 50%, perubahan ini mencerminkan lompatan efisiensi yang didorong oleh teknologi. Lebih lanjut, analisis menunjukkan bahwa pra-intervensi UMKM bergantung pada pasar lokal yang sempit, sementara sekarang dapat menjangkau konsumen di luar daerah, meningkatkan diversifikasi pendapatan. Dari sudut pandang analitis, data ini mendukung argumen bahwa investasi teknologi mengatasi hambatan struktural, seperti keterbatasan infrastruktur di pedesaan.

Pemberdayaan pelaku usaha merupakan dampak psikologis dan sosial yang signifikan, di mana kontrol yang lebih besar atas produksi meningkatkan kepercayaan diri dan kemampuan manajerial. Analisis ini mengungkapkan bahwa sebelum intervensi, ketergantungan manual membuat UMKM rentan terhadap ketidakpastian, tetapi mesin berkapasitas tinggi memberikan prediktabilitas dan skalabilitas. Lebih lanjut, hal ini memungkinkan partisipasi dalam jaringan bisnis yang lebih luas, seperti pameran atau kolaborasi, yang memperluas wawasan dan keterampilan. Dari sudut pandang motivasi, peningkatan kinerja yang terukur memberikan umpan balik positif, mendorong inovasi lebih lanjut. Analisis juga menekankan perlunya pendampingan selama transisi untuk memastikan pemberdayaan yang efektif. Namun, risiko over-reliance pada teknologi, seperti kerusakan mesin, dapat mengurangi fleksibilitas. Pada akhirnya, dampak ini mentransformasi pemilik UMKM menjadi wirausahawan yang lebih tangguh dan visioner.

Risiko dan tantangan pasca-intervensi, seperti ketergantungan pada listrik stabil, perlu diantisipasi untuk keberlanjutan. Analisis mendalam menunjukkan bahwa di daerah pedesaan seperti Barru, gangguan listrik dapat menghentikan produksi, sehingga memerlukan investasi dalam backup seperti generator. Selain itu, biaya pemeliharaan mesin yang tinggi dapat membebani jika tidak dianggarkan dengan baik. Lebih lanjut,

tantangan pelatihan staf untuk teknologi baru dan potensi oversupply jika permintaan tidak seimbang merupakan risiko utama. Dari perspektif lingkungan, konsumsi energi yang lebih tinggi perlu dievaluasi untuk dampak karbon. Analisis merekomendasikan strategi mitigasi, seperti diversifikasi sumber energi atau pemantauan pasar. Pada akhirnya, pemahaman risiko ini penting untuk meminimalkan gangguan dan memastikan intervensi yang berkelanjutan.

Dampak Intervensi Pemasaran Digital pada Kinerja UMKM Rumah Panrita

Pemasaran digital telah muncul sebagai komponen krusial dalam strategi peningkatan kinerja usaha, khususnya bagi UMKM seperti Rumah Panrita di Kabupaten Barru, yang memanfaatkan platform marketplace Shopee dan media sosial Instagram untuk memperluas jangkauan konsumen di luar daerah asal. Analisis mendalam terhadap intervensi ini menunjukkan bahwa sebelum adopsi pemasaran digital, UMKM ini terbatas pada pasar lokal yang bergantung pada promosi tradisional seperti mulut ke mulut atau pameran kecil, yang sering kali tidak efisien dalam mencapai audiens yang lebih luas. Dengan integrasi Shopee, UMKM dapat menjangkau pembeli di seluruh Indonesia melalui fitur pencarian dan rekomendasi algoritma, yang meningkatkan visibilitas produk cold brew dan varian lainnya. Sementara itu, Instagram berperan sebagai alat storytelling visual, memungkinkan UMKM untuk membangun komunitas dan interaksi langsung dengan konsumen melalui konten seperti cerita harian atau live session. Lebih lanjut, analisis ini mengungkapkan bahwa kombinasi kedua platform ini menciptakan sinergi, di mana Shopee fokus pada transaksi e-commerce, sedangkan Instagram membangun brand awareness dan loyalitas. Dari perspektif ekonomi, ekspansi jangkauan ini mengurangi ketergantungan pada pasar lokal yang fluktuatif, seperti musim panen kopi, dan membuka peluang untuk penjualan berulang. Namun, analisis juga menyoroti tantangan seperti persaingan ketat di platform digital, yang memerlukan diferensiasi produk untuk menonjol. Pada akhirnya, intervensi ini menunjukkan bagaimana pemasaran digital dapat mentransformasi UMKM dari entitas lokal menjadi pemain nasional (Sharabati *et al.*, 2024).

Kampanye konten visual yang menggunakan Canva Pro telah menjadi katalisator utama dalam meningkatkan keterlibatan pelanggan, yang pada gilirannya memicu peningkatan penjualan bulanan di UMKM Rumah Panrita. Analisis ini menjelaskan bahwa sebelum intervensi, konten pemasaran UMKM sering kali sederhana dan kurang menarik, seperti foto produk statis yang gagal menarik perhatian di era digital yang kompetitif. Dengan Canva Pro, UMKM dapat membuat desain grafis yang profesional, seperti

infografik resep cold brew atau video pendek yang menampilkan proses produksi, yang meningkatkan engagement melalui like, share, dan komentar. Lebih lanjut, analisis mendalam mengungkapkan bahwa konten visual ini tidak hanya estetik, tetapi juga informatif, membantu konsumen memahami nilai unik produk seperti bahan organik atau inovasi rasa. Dari sudut pandang psikologi konsumen, kampanye ini memanfaatkan prinsip visual storytelling untuk membangun emosi dan koneksi, yang meningkatkan konversi dari pengikut menjadi pembeli. Data engagement yang lebih tinggi juga berkontribusi pada algoritma platform seperti Instagram, yang mempromosikan konten UMKM ke audiens yang lebih luas tanpa biaya tambahan. Namun, analisis menekankan pentingnya konsistensi konten untuk mempertahankan momentum, karena fluktuasi dapat menurunkan engagement. Pada akhirnya, dampak ini mencerminkan bagaimana alat desain sederhana seperti Canva Pro dapat memberdayakan UMKM untuk bersaing dengan brand besar.

Tabel 1. Omzet Penjualan Rumah Panrita Setelah Intervensi

Bulan	Total Biaya (tc)	Penerimaan (π)	Omzet ($\pi - tc$)
Juli	Rp5.750.000,-	Rp9.100.000,-	Rp3.350.000,-
Agustus	Rp6.172.000,-	Rp10.500.000,-	Rp4.328.000,-
September	Rp5.239.000,-	Rp11.245.000,-	Rp6.006.000,-
Bulan	Total Biaya (tc)	Penerimaan (π)	Omzet ($\pi - tc$)

Tabel 1 yang menyajikan data omzet penjualan dari Juli hingga September 2025 memberikan wawasan kuantitatif tentang efektivitas intervensi pemasaran digital, dengan total biaya, penerimaan, dan omzet bersih yang menunjukkan tren positif. Analisis mendalam terhadap tabel ini mengungkapkan bahwa pada bulan Juli, dengan total biaya Rp5.750.000 dan penerimaan Rp9.100.000, omzet bersih mencapai Rp3.350.000, yang merupakan baseline sebelum kampanye intensif. Pada Agustus, biaya naik menjadi Rp6.172.000, tetapi penerimaan melonjak ke Rp10.500.000, menghasilkan omzet Rp4.328.000, menunjukkan peningkatan 29% dari bulan sebelumnya. Puncaknya terjadi di September, di mana biaya turun ke Rp5.239.000, penerimaan mencapai Rp11.245.000, dan omzet naik ke Rp6.006.000, yang mencerminkan efisiensi yang lebih baik. Lebih lanjut, analisis ini menghitung kenaikan tertinggi 38,8% dari Juli ke September, yang secara langsung dikaitkan dengan kampanye digital yang meningkatkan visibilitas dan penjualan. Dari perspektif finansial, penurunan biaya relatif pada September menunjukkan pengoptimalan anggaran pemasaran, seperti fokus pada konten organik daripada iklan berbayar. Namun, analisis juga mempertimbangkan variabel eksternal seperti musim liburan yang mungkin berkontribusi pada peningkatan. Pada akhirnya, tabel ini menjadi

bukti empiris bahwa pemasaran digital berkontribusi signifikan terhadap kinerja ekonomi UMKM.

Peningkatan omzet secara bertahap dari Juli hingga September, seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 1, menunjukkan korelasi kuat antara intervensi pemasaran digital dan kinerja ekonomi UMKM Rumah Panrita. Analisis ini menjelaskan bahwa tren naik ini bukan kebetulan, melainkan hasil dari strategi yang terencana. Secara keseluruhan, data pada Tabel 1 menegaskan bahwa strategi digital marketing berkontribusi langsung terhadap peningkatan kinerja ekonomi UMKM Rumah Panrita, dengan omzet yang meningkat secara konsisten. Analisis ini menyoroti bahwa kontribusi ini melampaui angka-angka, mencakup peningkatan loyalitas konsumen dan brand equity yang sulit diukur secara finansial. Misalnya, engagement tinggi dari Instagram membangun komunitas yang mendorong word-of-mouth digital, yang memperkuat penjualan di Shopee. Lebih lanjut, analisis mendalam mengungkapkan bahwa intervensi ini mengubah model bisnis UMKM dari reaktif menjadi proaktif, di mana data real-time dari platform digunakan untuk penyesuaian kampanye. Dari sudut pandang ekonomi, hal ini mengurangi biaya akuisisi pelanggan dan meningkatkan lifetime value konsumen. Namun, analisis juga menekankan perlunya analisis komparatif dengan periode pra-intervensi untuk mengukur dampak bersih. Pada akhirnya, kontribusi ini menunjukkan bahwa pemasaran digital adalah investasi strategis yang mengubah lanskap kompetitif UMKM.

Analisis perbandingan antar bulan dalam Tabel 1 mengungkapkan pola efisiensi yang meningkat, di mana biaya relatif turun seiring peningkatan penerimaan, menunjukkan maturitas strategi digital. Pada Juli, rasio penerimaan terhadap biaya adalah sekitar 1,58, yang meningkat ke 1,70 di Agustus dan 2,14 di September, menandakan pengembalian investasi yang lebih baik. Analisis mendalam menjelaskan bahwa hal ini terjadi karena kampanye awal membangun awareness, yang kemudian dikonversi menjadi penjualan melalui optimasi konten. Lebih lanjut, penurunan biaya di September mungkin disebabkan oleh shift ke konten organik yang lebih murah daripada iklan berbayar. Dari perspektif operasional, pola ini menunjukkan bahwa UMKM belajar dari data, seperti mengidentifikasi konten yang paling efektif melalui analitik Instagram. Namun, analisis juga mempertimbangkan risiko, seperti saturasi pasar yang dapat menurunkan rasio ini di masa depan. Pada akhirnya, pola ini memberikan template untuk UMKM lain dalam mengukur efektivitas pemasaran digital.

Tantangan dalam implementasi pemasaran digital, seperti persaingan platform dan kebutuhan kreativitas konten, perlu dikelola untuk mempertahankan tren positif. Analisis

ini mengungkapkan bahwa meskipun Shopee dan Instagram efektif, UMKM harus terus berinovasi untuk menghindari algoritma yang berubah, yang dapat menurunkan visibilitas. Lebih lanjut, biaya tersembunyi seperti waktu untuk membuat konten Canva Pro dapat membebani jika tidak efisien. Dari perspektif risiko, oversaturation konten dapat menyebabkan fatigue konsumen, menurunkan engagement. Analisis mendalam merekomendasikan penggunaan tools analitik untuk pemantauan real-time. Namun, dengan strategi yang tepat, tantangan ini dapat diatasi untuk keberlanjutan. Pada akhirnya, pemahaman ini penting untuk UMKM agar intervensi digital tetap efektif.

Dampak Intervensi Teknologi pada Pengembalian Investasi (ROI) UMKM Rumah Panrita

Perhitungan ROI yang sederhana namun mendalam terhadap investasi teknologi baru di UMKM Rumah Panrita menunjukkan efektivitas yang luar biasa, dengan investasi awal Rp12.000.000 untuk mesin espresso dan grinder menghasilkan tambahan output 9 botol per jam, margin bersih Rp10.000 per botol, dan jam operasi 60 jam per bulan, yang menghasilkan laba tambahan Rp5.400.000 per bulan berdasarkan rumus:

$$\begin{aligned}\text{Laba tambahan} &= (\text{Tambahan output per jam} \times \text{Margin bersih per botol} \times \\ &\quad \text{Jam operasi per bulan}) \\ &= (9 \times 10.000 \times 60) \\ &= 5.400.000.\end{aligned}$$

Analisis ini menguraikan bahwa sebelum intervensi, UMKM ini mungkin bergantung pada produksi manual yang terbatas, di mana output harian rendah dan margin tipis karena biaya tenaga kerja yang tinggi, sehingga investasi ini menjadi titik balik untuk efisiensi. Dengan tambahan 9 botol per jam, total produksi harian meningkat signifikan, memungkinkan UMKM untuk memenuhi permintaan yang lebih besar tanpa perlu ekspansi tenaga kerja secara proporsional. Lebih lanjut, margin bersih Rp10.000 per botol mencerminkan pengurangan biaya variabel seperti bahan baku yang terbuang atau waktu produksi yang tidak efisien, yang sebelumnya mungkin hanya Rp5.000-Rp7.000 per botol. Dari perspektif ekonomi mikro, jam operasi 60 jam per bulan menunjukkan utilisasi mesin yang optimal, menghindari idle time yang dapat menurunkan ROI. Analisis mendalam juga mempertimbangkan faktor risiko, seperti fluktuasi harga bahan baku kopi yang bisa mempengaruhi margin, tetapi data menunjukkan bahwa peningkatan output mengimbangi hal tersebut. Pada akhirnya, laba tambahan Rp5.400.000 ini bukan hanya angka, tetapi bukti bahwa teknologi tepat guna dapat mentransformasi UMKM dari operasi subsisten menjadi bisnis yang menguntungkan. ROI bulanan sebesar 45%, dihitung dari rumus:

$$\begin{aligned} ROI &= (\text{Laba tambahan per bulan} / \text{Investasi awal}) \times 100\% \\ &= (5.400.000 / 12.000.000) \times 100\% \\ &= 45\% \end{aligned}$$

Hasil Perhitungan ROI menegaskan efisiensi ekonomi tinggi dari intervensi ini, dengan periode pengembalian investasi hanya sekitar 2,2 bulan berdasarkan rumus: Periode payback = Investasi awal / Laba tambahan per bulan = 12.000.000 / 5.400.000 $\approx$ 2,2 bulan. Analisis ini menjelaskan bahwa ROI 45% per bulan jauh di atas standar industri untuk UMKM, yang biasanya berkisar 10-20% tahunan, menunjukkan bahwa investasi mesin ini menghasilkan pengembalian cepat dan berkelanjutan. Sebelum intervensi, ROI mungkin negatif atau rendah karena biaya produksi manual yang tinggi, tetapi dengan mesin, penghematan biaya dan peningkatan output menciptakan multiplier effect. Lebih lanjut, periode 2,2 bulan untuk payback menunjukkan likuiditas yang baik, memungkinkan UMKM untuk menginvestasikan kembali laba ke dalam ekspansi, seperti pembelian bahan baku bulk atau pemasaran. Dari sudut pandang finansial, analisis mendalam mengungkapkan bahwa ROI ini sensitif terhadap variabel seperti jam operasi; jika turun ke 50 jam, ROI bisa berkurang ke 37,5%, menekankan pentingnya pemeliharaan mesin. Namun, data historis menunjukkan konsistensi, dengan asumsi pasar yang stabil. Pada akhirnya, angka 45% ini memperkuat argumen bahwa teknologi seperti ini bukan risiko, melainkan peluang untuk pertumbuhan cepat di skala UMKM.

Secara keseluruhan, angka ROI ini memperkuat argumen bahwa penerapan teknologi tepat guna layak diterapkan pada skala UMKM, dengan implikasi jangka panjang yang positif untuk kinerja ekonomi (Saleh *et al.*, 2025). Analisis mendalam menunjukkan bahwa di luar angka bulanan, investasi ini membangun kapasitas produksi yang berkelanjutan, mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja musiman, dan meningkatkan daya saing di pasar kopi. Dengan periode payback 2,2 bulan, UMKM seperti Rumah Panrita dapat mencapai break-even cepat, meminimalkan risiko finansial. Lebih lanjut, analisis ini membandingkan dengan skenario tanpa intervensi, di mana pertumbuhan mungkin stagnan, sedangkan dengan teknologi, potensi untuk skala ekonomi terbuka lebar. Dari perspektif kebijakan, hal ini mendukung insentif pemerintah untuk UMKM, seperti subsidi mesin, untuk mendorong adopsi teknologi. Namun, analisis juga menyoroti tantangan seperti biaya pemeliharaan jangka panjang, yang perlu diantisipasi melalui perencanaan anggaran. Pada akhirnya, efisiensi tinggi ini menunjukkan bahwa intervensi

teknologi bukan hanya tentang profitabilitas langsung, tetapi juga tentang membangun fondasi untuk ketahanan dan pertumbuhan UMKM di Kabupaten Barru.

KESIMPULAN DAN SARAN

Intervensi yang terintegrasi, meliputi penerapan teknologi tepat guna dan strategi pemasaran digital, secara signifikan meningkatkan kinerja UMKM Rumah Panrita. Peningkatan kapasitas produksi melalui penggunaan mesin, penurunan biaya produksi per unit, serta efisiensi waktu operasional secara langsung berkontribusi pada pertumbuhan laba dan efisiensi ekonomi yang tinggi. Keberhasilan dalam pemasaran digital melalui platform e-commerce dan media sosial, yang didukung oleh konten visual yang menarik, berhasil memperluas jangkauan pasar dan meningkatkan omzet penjualan secara konsisten. Dampak dari intervensi ini tidak hanya tercermin pada angka-angka finansial yang positif, melainkan juga pada peningkatan kompetensi manajerial dan kepercayaan diri pelaku UMKM, yang pada akhirnya membentuk fondasi untuk keberlanjutan dan pertumbuhan bisnis jangka panjang. Oleh karena itu, pendekatan holistik yang menempatkan aspek teknologi, inovasi, dan digitalisasi sebagai gabungan aspek sangat relevan untuk pemberdayaan UMKM di masa depan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penyelesaian dan keberhasilan seluruh rangkaian kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang berfokus pada transformasi kapasitas UMKM "Rumah Panrita" ini tidak terlepas dari dukungan, kerja sama, dan kontribusi tulus dari berbagai pihak. Oleh karena itu, tim pelaksana dengan penuh rasa syukur menghaturkan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Pihak Universitas Muhammadiyah Parepare yang Melalui Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, telah memberikan peluang dan dukungan untuk bisa melaksanakan kegiatan. Terimakasih juga dipersembahkan kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (DPPM) Kemdiktisaintek yang telah memberikan dana Hibah dengan no kontrak 126/C3/DT.05.00/PM/2025, 888/LL9/PPM/2025, 0236/II.3.AU/F/202. Rasya syukur dan terimakasih juga dipersebhakan kepada UMKM Rumah Panrita yang menjadi mitra sekaligus fasilitator, Rumah BUMN yang mengirimkan pemateri serta semua pihak yang terlibat langsung dalam kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

Afrini Fauziah, Amanda Viola, Andita Rheinisa Ardianti, Friska Maulida, & Eustasya Griselda Daeli. (2024). Peran UMKM Terhadap Stabilitas Ekonomi Indonesia. *Jurnal Riset Akuntansi*, 2(4), 83–92. <https://doi.org/10.54066/jura-itb.v2i4.2593>

- Aprilia, N., Subroto, W. T., & Sakti, N. C. (2025). The Role of Small and Medium Enterprises (SMEs) in Supporting the People's Economy in Indonesia. *International Journal of Research and Scientific Innovation*, XI(XII), 368–376. <https://doi.org/10.51244/IJRSI.2024.11120036>
- Cornish, F., Breton, N., Moreno-Tabarez, U., Delgado, J., Rua, M., de-Graft Aikins, A., & Hodgetts, D. (2023). Participatory action research. *Nature Reviews Methods Primers*, 3(1), 34. <https://doi.org/10.1038/s43586-023-00214-1>
- H. Tambunan, T. T. (2019). Indonesian Small Businesses And Their Access To Financing. *International Journal of Business Management and Economic Review*, 02(03), 88–105. <https://doi.org/10.35409/IJBMER.2019.88105>
- Herissuparman, E., Ismane, M. A., & Ashari, H. (2024). MSMEs and Rural Prosperity: A Study of their Influence in Indonesian Agriculture and Rural Economy. *International Journal of Innovative Science and Research Technology (IJISRT)*, 2020–2025. <https://doi.org/10.38124/ijisrt/IJISRT24JUN1227>
- M L, I., & Babu, D. V. (2024). Impact of Input Costs on Profitability: A Conceptual Study on the Cost-Benefit Analysis of Coconut Oil Processing Units in Karnataka State. *International Journal of Research Publication and Reviews*, 5(2), 3599–3609. <https://doi.org/10.55248/gengpi.5.0224.0620>
- Marpaung, Y. R., Ardini, N. K. S., & Pribadi, H. (2025). Application of DMAIC Method to Improve the Quality of UMKM Products Roti Kukus Srikaya Balila. *Lentera: Multidisciplinary Studies*, 3(3), 696–704. <https://doi.org/10.57096/lentera.v3i3.161>
- Saleh, C., Mohamad, S., Talipi, N., & Budiawan, S. (2025). Measuring the Impact of Digital Technology Adoption on the Operational Efficiency of MSMEs in Indonesia. *Amsir Accounting & Finance Journal*, 3(1), 27–34. <https://doi.org/10.56341/aafj.v3i1.570>
- Sartono, S., M. Zalviwan, Dina Octaviani, Angga Hendharsa, Ali Afif, & Sigit Sugiardi. (2024). Development Policies Of The Micro, Small, And Medium Enterprises (Smes) For Improving Regional Competitiveness. *Jurnal AGRISEP: Kajian Masalah Sosial Ekonomi Pertanian Dan Agribisnis*, 23(1), 111–128. <https://doi.org/10.31186/jagrisep.23.01.111-128>
- Sharabati, A.-A. A., Ali, A. A. A., Allahham, M. I., Hussein, A. A., Alheet, A. F., & Mohammad, A. S. (2024). The Impact of Digital Marketing on the Performance of SMEs: An Analytical Study in Light of Modern Digital Transformations. *Sustainability*, 16(19), 8667. <https://doi.org/10.3390/su16198667>
- Sinha, K. J., Shweta, & Jee, B. (2024). Micro, Small, and Medium-Sized Enterprises (MSMEs): The Significant Role and Challenges in Indonesia's Economy. *International Journal For Multidisciplinary Research*, 6(3). <https://doi.org/10.36948/ijfmr.2024.v06i03.20824>
- Suci Ramadani, Dilla Amelia Ramadhani, Muhammad Ikrom, & Lokot Muda Harahap. (2025). Peran Strategis UMKM dalam Mendorong Pertumbuhan Ekonomi Berkelanjutan di Indonesia. *Jurnal Ekonomi, Bisnis Dan Manajemen*, 4(1), 158–166.

Integrasi Program Konservasi dan Pemberdayaan Ekonomi Lokal: Studi Kasus LPHD Karangang Hilir dalam Pengembangan Perkebunan Kakao dan Unit Usaha Produktif

Tarisa Mirda Sofiana^{1*}, Arum Sekar Kedhaton¹, Aisyah Trees Sandy¹, Juwari¹

¹Pendidikan Geografi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mulawarman

Email: tarisamirda@gmail.com

Abstrak

Kebutuhan ekonomi masyarakat sering kali berbenturan dengan upaya konservasi keanekaragaman hayati, terutama di wilayah yang memiliki ketergantungan tinggi terhadap sumber daya alam. Kondisi ini menuntut adanya pendekatan yang mampu menyeimbangkan antara pemanfaatan ekonomi dan pelestarian lingkungan secara berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak pelaksanaan program konservasi oleh Lembaga Pengelola Hutan Desa (LPHD) Karangang Hilir serta menguraikan peran Kelompok Usaha Perhutanan Sosial (KUPS) Kakao dalam meningkatkan nilai tambah hasil perkebunan bagi perekonomian masyarakat. Penelitian dilakukan di Desa Karangang Hilir, Kecamatan Karangang, Kabupaten Kutai Timur dengan menggunakan metode deskriptif kuantitatif dan pendekatan kompleks wilayah. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan dan wawancara mendalam terhadap pengurus LPHD serta anggota KUPS Kakao. Data dianalisis secara deskriptif dengan teknik triangulasi sumber untuk memastikan keabsahan informasi yang diperoleh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa program konservasi LPHD mampu meningkatkan partisipasi masyarakat dalam menjaga kelestarian hutan melalui kegiatan patroli, edukasi lingkungan, dan pengelolaan lahan secara berkelanjutan. Selain itu, KUPS Kakao berperan dalam mengembangkan komoditas unggulan desa melalui pengolahan produk turunan kakao yang memiliki nilai jual tinggi. Sinergi antara kegiatan konservasi dan pemberdayaan ekonomi lokal menciptakan keseimbangan antara aspek ekologi dan ekonomi masyarakat. Secara keseluruhan, LPHD Karangang Hilir menjadi contoh model pengelolaan hutan berbasis masyarakat yang berkelanjutan dan berorientasi pada peningkatan kesejahteraan sosial-ekonomi lokal.

Kata kunci: Ekonomi lokal, Keberlanjutan, Konservasi, KUPS Kakao, LPHD Karangang Hilir, Partisipasi masyarakat

Abstract

Community economic needs often conflict with biodiversity conservation efforts, particularly in areas highly dependent on natural resources. This situation demands an approach that balances economic utilization and sustainable environmental preservation. This study aims to analyze the impact of conservation programs implemented by the Karangang Hilir Village Forest Management Institution (LPHD) and to describe the role of the Cocoa Social Forestry Business Group (KUPS) in increasing the added value of plantation products for the community's economy. The research was conducted in Karangang Hilir Village, Karangang District, East Kutai Regency, using quantitative descriptive methods and a complex regional approach. Data collection was conducted through field observations and in-depth interviews with LPHD administrators and members of the Cocoa KUPS. Data were analyzed descriptively using source triangulation techniques to ensure the validity of the information obtained. The research results indicate that the LPHD conservation program can enhance community participation in maintaining forest sustainability through patrols, environmental education, and sustainable land management practices. Furthermore, the Cocoa KUPS plays a role in developing the village's superior commodities through the processing of cocoa derivatives with high sales value. The synergy between conservation activities and local economic empowerment creates a balance between the ecological and financial aspects of the community. Overall, the Karangang Hilir LPHD serves as an exemplary sustainable community-based forest management model, oriented towards improving local socio-economic welfare.

Keywords: Local economy, Sustainability Conservation, KUPS Cocoa, LPHD Karangang Hilir, Community participation

PENDAHULUAN

Kebutuhan ekonomi masyarakat sering kali berbenturan dengan upaya konservasi keanekaragaman hayati (Otero *et al.*, 2020). Namun, melalui penerapan kearifan lokal, budidaya tanaman, pendidikan lingkungan, dan penelitian terhadap potensi sumber daya hayati, masyarakat dapat menemukan solusi yang seimbang antara pemanfaatan ekonomi dan pelestarian lingkungan secara berkelanjutan (Mumpuni *et al.*, 2015). Partisipasi aktif masyarakat berperan dalam menjaga keberlanjutan ekosistem sekaligus meningkatkan kesadaran dan rasa tanggung jawab kolektif terhadap pelestarian keanekaragaman hayati (Febrian *et al.*, 2024; Halimah *et al.*, 2024).

Salah satu tantangan utama adalah konflik antara kepentingan ekonomi jangka pendek dan tujuan konservasi jangka panjang. Dalam banyak kasus, eksploitasi sumber daya alam sering kali menjadi prioritas bagi pembangunan ekonomi, yang dapat merusak upaya konservasi (Setya *et al.*, 2024). Konflik antara program konservasi dan kepentingan ekonomi masyarakat lokal muncul akibat rendahnya tingkat pelibatan petani yang tinggal di sekitar kawasan dalam proses penetapan wilayah konservasi Taman Nasional Kerinci Seblat (Anggoro *et al.*, 2020). Pelaksanaan konservasi sering kali menimbulkan konflik, terutama ketika terdapat tumpang tindih antara kepentingan masyarakat adat dan kebijakan negara dalam pengelolaan kawasan hutan, seperti kasus konflik dengan Perhutani akibat klaim kepemilikan lahan antara hutan adat dan hutan produksi (Nusi *et al.*, 2022).

Kondisi konservasi di Desa Karangan Hilir, Kecamatan Karangan, Kabupaten Kutai Timur bertujuan untuk memberikan edukasi kepada masyarakat, melakukan pengawasan terhadap kondisi hutan serta mengumpulkan data, guna mengetahui sejauh mana potensi kayu yang dimiliki oleh hutan desa. Tidak hanya sektor kehutanan, Desa Karangan Hilir juga memiliki potensi besar di bidang perkebunan, terutama perkebunan kakao yang dapat dikembangkan sebagai salah satu komoditas unggulan desa.

Lembaga Pengelola Hutan Desa (LPHD) Karangan Hilir merupakan lembaga yang dibentuk untuk mengelola dan menjaga keberlanjutan kawasan hutan desa secara mandiri oleh masyarakat berdasarkan Surat Keputusan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) tahun 2017. LPHD memiliki peran penting dalam menjaga kelestarian lingkungan melalui kegiatan konservasi, pengelolaan, pemantauan, dan restorasi hutan. Selain fokus pada pelestarian hutan, LPHD Karangan Hilir juga melihat peluang besar dari sektor perkebunan, terutama pengembangan kakao sebagai komoditas unggulan desa. Potensi ini nantinya akan dikembangkan lebih lanjut melalui pembentukan Kelompok

Usaha Perhutanan Sosial (KUPS) Kakao yang berperan dalam meningkatkan nilai tambah hasil perkebunan masyarakat. Melalui KUPS, diharapkan pengelolaan kakao tidak hanya berorientasi pada produksi, tetapi juga pada peningkatan kapasitas masyarakat, penguatan ekonomi lokal, dan integrasi dengan program konservasi hutan desa yang berkelanjutan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak yang dihasilkan dari pelaksanaan program konservasi oleh Lembaga pengelola hutan desa (LPHD) serta menguraikan peran Kelompok Usaha Perhutanan Sosial (KUPS) Kakao dalam meningkatkan nilai tambah hasil perkebunan untuk pertumbuhan ekonomi masyarakat di Desa Karangan Hilir. Selanjutnya, diarahkan untuk merumuskan model integrasi antara program konservasi dan pemberdayaan ekonomi lokal yang sesuai dengan kondisi sosial ekologis masyarakat Desa Karangan Hilir.

METODE

Penelitian ini berlokasi di Desa Karangan Hilir, Kecamatan Karangan, Kabupaten Kutai Timur. Metode yang digunakan adalah deskriptif kualitatif, yang bertujuan menggambarkan integrasi antara kegiatan konservasi lingkungan dan peningkatan ekonomi masyarakat berdasarkan data yang diperoleh dari informan kunci. Pendekatan yang digunakan yaitu kompleks wilayah, dengan menelaah keterkaitan antara aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi dalam satu sistem pengelolaan hutan desa. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan dan wawancara langsung dengan pengurus LPHD dan anggota KUPS Kakao. Validitas data diuji dengan teknik triangulasi, membandingkan informasi dari berbagai narasumber secara langsung dan dianalisis menggunakan teori konservasi sebagai landasan untuk memahami keterpaduan antara upaya pelestarian lingkungan dan peningkatan kesejahteraan masyarakat lokal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dampak Program Konservasi LPHD Karangan Hilir

Dampak langsung dari program konservasi yang dilaksanakan oleh LPHD Karangan Hilir terlihat dari meningkatnya partisipasi masyarakat dalam menjaga kawasan hutan. Insentif pemantauan diberikan kepada warga yang ikut serta dalam patroli rutin ke hutan, yang bertujuan memantau kondisi hutan dan mencegah terjadinya perusakan seperti penebangan liar atau kebakaran. Kegiatan patroli ini tidak hanya memperkuat upaya perlindungan lingkungan, tetapi juga memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat yang

berperan aktif dalam pengawasan kawasan. Dengan demikian, program ini berhasil menumbuhkan rasa tanggung jawab bersama terhadap kelestarian hutan.

Selain itu, LPHD Karangan Hilir juga melaksanakan edukasi dan penyuluhan melalui sosialisasi kepada masyarakat. Kegiatan ini bertujuan meningkatkan kesadaran warga agar tidak lagi melakukan pembukaan lahan secara berpindah-pindah dan lebih fokus pada pengelolaan lahan yang sudah ada. Sosialisasi dilakukan dengan pendekatan partisipatif sehingga masyarakat memahami pentingnya menjaga keseimbangan ekosistem dan kelestarian sumber daya hutan. Upaya ini menjadi bagian penting dalam membangun kesadaran kolektif menuju pengelolaan hutan yang berkelanjutan dan berbasis masyarakat.

Lembaga pengelola hutan desa (LPHD) menginisiasi program “andil garapan” yang dikelola bersama Kawal Borneo Community Foundation (KBCF). Melalui implementasi program tersebut, masyarakat yang telah menguasai lahan diarahkan untuk mengelola lahan secara bijak tanpa memperluas area garapan. Kebijakan ini menunjukkan adanya sinergi antara kegiatan konservasi dan partisipasi masyarakat dalam mendukung pengelolaan hutan berkelanjutan.

Pengelolaan yang baik dan berbasis konservasi diharapkan dapat memberikan manfaat berkelanjutan bagi masyarakat, baik dalam aspek ekonomi, ekologi, maupun sosial, serta mendorong terwujudnya keseimbangan antara pelestarian lingkungan dan peningkatan kesejahteraan warga desa. Terdapat pula peluang sinergi antara dimensi ekonomi dan konservasi. Pendekatan yang mempertemukan kembali ilmu ekonomi dan ilmu lingkungan menjadi penting dalam mewujudkan pembangunan berkelanjutan yang tidak hanya berorientasi pada pertumbuhan ekonomi, tetapi juga memperhatikan keberlanjutan ekologis (Burhanuddin, 2016).

Pemberdayaan ekonomi lokal memiliki peran penting dalam mewujudkan pembangunan berkelanjutan yang berlandaskan pada potensi masyarakat dan pemanfaatan sumber daya lokal (Setya et al., 2024). Pengelolaan hutan berbasis masyarakat berpotensi menjadi strategi yang efektif untuk mendukung upaya konservasi sekaligus meningkatkan kesejahteraan ekonomi masyarakat melalui pengembangan ekonomi desa yang berkelanjutan dan mandiri (Asnuryati, 2023).

Peran Kelompok Usaha Perhutanan Sosial (KUPS) Kakao dalam Meningkatkan Nilai Tambah Perkebunan dan Perekonomian Masyarakat

Ruang lingkup Kelompok Usaha Perhutanan Sosial (KUPS) Kakao di bawah naungan LPHD Karangan Hilir berfokus pada pengembangan hasil perkebunan kakao

sebagai komoditas unggulan desa. Kegiatan KUPS mencakup seluruh tahapan pengelolaan, mulai dari pembibitan, perawatan tanaman, panen, hingga pengolahan pascapanen. Melalui pendekatan ini, KUPS diharapkan dapat meningkatkan nilai tambah hasil kakao dan memperkuat perekonomian masyarakat di sekitar kawasan hutan.

Selain berperan dalam peningkatan ekonomi, KUPS Kakao juga menjadi bagian dari strategi integrasi konservasi dan pemberdayaan masyarakat lokal. Dengan memanfaatkan hasil hutan bukan kayu, seperti kakao, masyarakat didorong untuk mengelola lahan secara produktif tanpa merusak ekosistem hutan. LPHD Karangan Hilir berencana mengembangkan produk turunan kakao seperti bubuk coklat, permen, dan minyak kakao, yang memiliki nilai jual lebih tinggi dibandingkan biji kakao mentah.

Dalam implementasinya, KUPS Kakao masih menghadapi beberapa kendala, terutama keterbatasan modal, peralatan produksi, dan akses pasar. Pabrik pengolahan kakao yang telah dirintis belum beroperasi secara maksimal karena belum adanya dukungan dana dan fasilitas yang memadai. Kendala tersebut menyebabkan hasil produksi belum dapat diolah secara berkelanjutan untuk memenuhi kebutuhan pasar lokal maupun luar daerah.

Sebagai upaya untuk mengatasi keterbatasan tersebut, LPHD Karangan Hilir melakukan berbagai langkah strategis, seperti sosialisasi perhutanan sosial dan pembinaan kepada anggota KUPS Kakao. Kegiatan ini bertujuan memperkuat kapasitas masyarakat dalam mengelola usaha pengolahan hasil kakao secara mandiri dan berkelanjutan. Selain itu, dilakukan pula pelatihan pengolahan kakao menjadi produk olahan seperti permen coklat, guna meningkatkan keterampilan masyarakat serta memberikan nilai ekonomi yang lebih tinggi terhadap hasil perkebunan lokal.

Model Integrasi Program Konservasi dan Pemberdayaan Ekonomi Lokal

Lembaga Pengelola Hutan Desa (LPHD) Karangan Hilir memiliki peran strategis dalam menjaga keseimbangan antara pelestarian lingkungan dan pemanfaatan sumber daya hutan secara berkelanjutan. LPHD melaksanakan fungsi konservasi, pengelolaan, pemantauan, dan restorasi hutan guna memastikan keberlanjutan ekosistem di wilayah desa. Kawasan hutan desa dibagi menjadi dua zona, yakni zona lindung yang dikhususkan untuk perlindungan ekosistem tanpa aktivitas masyarakat, serta zona pemanfaatan yang dapat digunakan secara terbatas untuk kegiatan produktif seperti perkebunan dan budidaya tanaman dengan tetap memperhatikan prinsip kelestarian lingkungan.

Dalam mendukung keseimbangan antara pelestarian hutan dan peningkatan kesejahteraan masyarakat, LPHD Karangan Hilir tidak hanya berfokus pada konservasi, tetapi juga memberikan dukungan berupa bibit dan pupuk untuk pengembangan perkebunan kakao sebagai hasil hutan bukan kayu bernilai ekonomi tinggi. Upaya ini diperkuat melalui pembentukan tiga Kelompok Usaha Perhutanan Sosial (KUPS), yaitu KUPS Usaha Bersama yang mengelola pabrik pengolahan kakao, KUPS pemodalan ternak sapi, dan KUPS lebah kelulut. Terutama KUPS pengolahan kakao, berperan penting dalam meningkatkan nilai tambah hasil perkebunan melalui hilirisasi produk, sehingga mampu memperkuat perekonomian masyarakat sekaligus mendukung keberlanjutan program konservasi.

Integrasi antara program konservasi dan pemberdayaan ekonomi lokal di Desa Karangan Hilir diterapkan melalui pendekatan kolaboratif antara LPHD dan masyarakat dalam pengelolaan lahan berorientasi keberlanjutan. Salah satu bentuk konkret dari integrasi ini adalah program “andil garapan”, yang memberikan kesempatan kepada masyarakat untuk mengelola lahan produktif tanpa memperluas area garapan yang telah ada. Secara akademik, kebijakan tersebut mencerminkan prinsip intensifikasi lahan, yakni pemanfaatan optimal terhadap lahan yang tersedia melalui praktik budidaya berkelanjutan tanpa melakukan ekspansi ke kawasan lindung. Pendekatan ini memastikan bahwa kegiatan ekonomi masyarakat dapat terus berjalan tanpa menimbulkan tekanan ekologis terhadap lingkungan hutan desa.

Model ini mencerminkan keseimbangan antara upaya pelestarian lingkungan dan peningkatan kesejahteraan masyarakat. Melalui pembinaan berkelanjutan dan penguatan kapasitas masyarakat, LPHD berupaya menciptakan sistem pengelolaan hutan desa yang tidak hanya menjaga fungsi ekologis, tetapi juga memberikan manfaat ekonomi secara berkelanjutan bagi masyarakat sekitar hutan.

Integrasi antara konservasi dan pemberdayaan ekonomi masyarakat menjadi model strategis dalam menjaga kelestarian lingkungan sekaligus meningkatkan kesejahteraan penduduk sekitar hutan (Hidayah *et al.*, 2025; Puspitasari & Nugraheni, 2024). Program kemitraan konservasi yang dikembangkan pemerintah berfungsi sebagai sarana pemberdayaan masyarakat yang bermukim di sekitar kawasan konservasi (Prasetia *et al.*, 2023). Hubungan yang signifikan antara kemitraan konservasi dan peningkatan kapasitas masyarakat menunjukkan bahwa sinergi ini mampu memperkuat keterampilan,

memperluas akses pasar, serta meningkatkan pengetahuan dalam pengelolaan sumber daya seperti perkebunan kakao (Hidayah *et al.*, 2025; Lillah Zulfidda *et al.*, 2024).

Selain itu, dalam konteks pembangunan berkelanjutan, masyarakat tidak sekadar menjadi objek penerima manfaat, melainkan subjek yang memiliki peran strategis dalam menjaga keseimbangan antara aktivitas sosial ekonomi dan konservasi lingkungan (Tajuddin *et al.*, 2018). Model integrasi semacam ini menciptakan kebermanfaatan ganda, yakni pelestarian lingkungan dan penguatan ekonomi lokal yang berkelanjutan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Program konservasi yang dijalankan oleh Lembaga Pengelola Hutan Desa (LPHD) Karangan Hilir terbukti mampu meningkatkan partisipasi aktif masyarakat dalam menjaga kelestarian lingkungan melalui kegiatan pemantauan hutan, edukasi, serta pengelolaan lahan yang berkelanjutan. Melalui peran Kelompok Usaha Perhutanan Sosial (KUPS) Kakao, masyarakat memperoleh nilai tambah ekonomi dari hasil hutan bukan kayu melalui pengolahan dan hilirisasi produk kakao. Integrasi antara program konservasi dan pemberdayaan ekonomi lokal menciptakan keseimbangan antara pelestarian ekosistem dan peningkatan kesejahteraan masyarakat. Model pengelolaan hutan berbasis masyarakat yang diterapkan LPHD Karangan Hilir menunjukkan bahwa pelestarian lingkungan dapat berjalan seiring dengan pembangunan ekonomi desa secara berkelanjutan.

Untuk memperkuat keberlanjutan program konservasi dan pengembangan ekonomi lokal, diperlukan peningkatan dukungan dari pemerintah dan lembaga mitra dalam bentuk pendanaan, penyediaan peralatan produksi, serta akses pemasaran bagi produk olahan kakao. Pelatihan berkelanjutan bagi anggota KUPS juga perlu dilakukan untuk meningkatkan keterampilan teknis, manajemen usaha, dan inovasi produk. Selain itu, kolaborasi antara LPHD, masyarakat, dan pihak swasta perlu diperluas guna menciptakan rantai nilai yang lebih kompetitif dan ramah lingkungan. Dengan dukungan yang berkelanjutan, Desa Karangan Hilir berpotensi menjadi model percontohan bagi pengelolaan hutan desa yang mengintegrasikan konservasi dan pemberdayaan ekonomi masyarakat secara harmonis.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggoro, M. D., Awang, san afri, Santoso, P., & Faida, L. R. W. (2020). Konflik dalam pengelolaan kawasan hutan di Indonesia : Persepektif Pemberitaan Media. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 14, 131–144.
- Asnuryati. (2023). Strategi Pengembangan Ekonomi Berkelanjutan diDesa : Mendorong

- Pemberdayaan Komunitas dan Kemandirian Ekonomi Lokal. *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 3, 2175–2183.
- Burhanuddin. (2016). Integrasi Ekonomi dan Lingkungan Hidup dalam Pembangunan yang Berkelanjutan. *Jurnal EduTech*, 2(1), 11–17.
- Febrian, Razak, A., Syah, N., & Diliaarosa, S. (2024). Pengelolaan Dan Konservasi Hewan Dan Tumbuhan Pada Ekosistem Satwa Langka. *Gudang Jurnal Multidisiplin Ilmu*, 2(1), 145–148. <https://gudangjurnal.com/index.php/gjmi/article/view/217>
- Halimah, I. N., Irsapuri, D., Puteri Lestari, D., & Agustia Intan, K. (2024). Pemberdayaan Masyarakat untuk Pembangunan Berkelanjutan: Studi Kasus Upaya Konservasi berbasis Masyarakat melalui program CSR PT Pertamina Patra Niaga Fuel Terminal Boyolali pada Kelompok Puncak Patra. *Jurnal Syntax Admiration*, 5(10), 4148–4163. <https://doi.org/10.46799/jsa.v5i10.1662>
- Hidayah, S. N. (2025). Pemberdayaan Masyarakat Sukosari melalui Konservasi Toga dalam Meningkatkan Ekonomi Berbasis Tumbuhan Obat. In *Prosiding Seminar Nasional Kemahasiswaan (SEMNASMAWA)* (Vol. 2, No. 1, pp. 227-236).
- Lillah Zulfidda, Z., P Lubis, D., & Sadono, D. (2024). Efektivitas Pemberdayaan Masyarakat Sekitar Hutan Dalam Kemitraan Konservasi Taman Nasional Meru Betiri Kabupaten Jember. *Sosio Konsepsia*, 14(1), 1–12. <https://doi.org/10.33007/ska.v13i2.3328>
- Mumpuni, K. E., Susilo, H., & Rohman, F. (2015). Peran Masyarakat dalam Upaya Konservasi. *Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi FKIP, Universitas Sebelas Maret*, 779–782.
- Nusi, A., Junus, N., & Bakung, D. A. (2022). Transformasi Hutan Adat Menjadi Hutan Lindung (Konflik Kepemilikan Dan Keadilan Sosial Di Desa Barakati, Gorontalo). *Jurnal Riset Ilmiah*, 1(01), 217–230. <https://manggalajournal.org/index.php/SINERGI/article/view/1218/1479>
- Otero, I., Farrell, K. N., Pueyo, S., Kallis, G., Kehoe, L., Haberl, H., Plutzer, C., Hobson, P., García-Márquez, J., Rodríguez-Labajos, B., Martin, J. L., Erb, K. H., Schindler, S., Nielsen, J., Skarin, T., Settele, J., Essl, F., Gómez-Baggethun, E., Brotons, L., ... Pe'er, G. (2020). Biodiversity policy beyond economic growth. *Conservation Letters*, 13(4), 1–18. <https://doi.org/10.1111/conl.12713>
- Prasetya, H. W., Sadono, D., & Hapsari, D. R. (2023). Dinamika kelompok dan kemitraan konservasi lembaga masyarakat desa hutan konservasi dalam Taman Nasional Meru Betiri (Dynamics group and conservation partnership of conservation forest village community institution in the National Park Meru Betiri). *Jurnal Penyuluhan*, 19(02), 196–211.
- Puspitasari, J. F., & Nugraheni, N. S. (2024). Peran Konservasi Sumber Daya Alam Dalam Menjaga Ekosistem Darat Sebagai Upaya Pencapaian Sdgs. *Essential Concepts of Global Environmental Governance*, 6(4), 1–7. <https://doi.org/10.4324/9780367816681-102>
- Setya, O. :, Nastiti, A., Safitri, R., Agustina, L. A., & Rienaldy Pramasha, R. (2024). Peran Kebijakan Ekonomi Dalam Konservasi Sumber Daya Alam: Analisis Literatur Terkini. *Jma*, 2(11), 3031–5220.
- Tajuddin, I., Aji, A., & Setyaningsih, W. (2018). Pemberdayaan Masyarakat Dalam

Prosiding Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian
Manokwari, 11 November 2025
e ISSN : 2774-1982
DOI: <https://doi.org/10.47687/snppvp.v6i1.1770>

Mengembangkan Ekonomi Lokal Berwawasan Lingkungan Di Desa Ngrancah
Kecamatan Grabag Kabupaten Magelang. *Indonesian Journal of Conservation*,
7(2), 131–140.

Menganalisis SWOT dalam Kelompok Tani Surya Hijau di Kelurahan Suryodiningratan, Kecamatan Mantrijeron, Kota Yogyakarta

Siti Hajar^{1*}, Siti Via Syahrani Putri¹, Hanif Fatihah Tsari¹, Muhammad Iqbal¹, Arjuna¹,
Nur Saudah Al Arifa D¹

¹Program Studi Agribisnis, Fakultas Industri Halal, Universitas Nahdlatul Ulama Yogyakarta
Email: sihajar291@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan menganalisis strategi pemberdayaan Kelompok Tani Surya Hijau yang berlokasi di Yogyakarta. Analisis dilakukan dengan metode SWOT, yaitu mempelajari kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman. Kelompok tani ini terdiri dari sekitar 25 kelompok yang kompak, antusias, dan berkomitmen menghasilkan produk pertanian organik yang berkualitas, dan tidak menggunakan bahan kimia dan pestisida. Masalah keterbatasan lahan mereka diatasi dengan menggunakan teknologi pertanian perkotaan, yaitu penanaman vertikal melalui pipa dan memanfaatkan ruang sempit. Kekuatan internal yang dimiliki oleh kelompok tani adalah kerja sama yang baik antar anggota dan komunikasi yang efektif dalam grup. Hal ini membantu mereka mengatasi berbagai tantangan yang dihadapi. Meski begitu, kelompok tani masih menghadapi permasalahan, seperti serangan hama ulat saat musim hujan, kesulitan mendapatkan media tanam berkualitas, dan keterbatasan air saat musim kemarau. Peluang untuk berkembang dari kelompok tani ini terdapat dalam meningkatkan permintaan produk organik, adanya dukungan pelatihan dan bimbingan teknis dari dinas pertanian, serta kemungkinan perluasan pasar melalui penjualan secara daring dan modern. Ancaman utama yang dihadapi adalah perubahan cuaca yang tidak menentu dan fluktuasi harga hasil panen yang memengaruhi pendapatan mereka. Penelitian ini merekomendasikan peningkatan komunikasi dan koordinasi antar anggota, pelatihan rutin untuk mengatasi hama dan mendapatkan media tanam, serta penguatan modal dan peralatan. Selain itu, kelompok tani perlu mengembangkan strategi pemasaran yang kreatif dan menjalin kerja sama dengan pasar modern serta komunitas produk organik untuk meningkatkan daya saing dan keberlanjutan usaha mereka. Keberhasilan kelompok tani surya hijau menjadi contoh bagus dalam adaptasi petanian perkotaan yang inovatif dan keberlanjutan dalam menghadapi berbagai tantangan di bidang agribisnis.

Kata Kunci: Analisis SWOT, Kelompok tani, Ketahanan pangan, Produk organik, Urban farming

Abstract

The study aimed to analyze the empowerment strategy of the Surya Hijau Farmers Group located in Yogyakarta. The analysis was conducted using the SWOT method, which examines strengths, weaknesses, opportunities, and threats. This farmer group consists of approximately 25 cohesive, enthusiastic, and committed groups that produce quality organic agricultural products and do not use chemicals or pesticides. Their limited land is overcome by using urban farming technology, namely vertical planting through pipes and utilizing narrow spaces. The internal strengths of the farmer group are good cooperation among members and effective communication within the group. This helps them overcome various challenges they face. However, the farmer group still faces problems, such as caterpillar pest attacks during the rainy season, difficulty in obtaining quality planting media, and limited water during the dry season. Opportunities for growth for these farmer groups lie in increasing demand for organic products, providing training and technical guidance from the agricultural office, and expanding the market through online and modern sales channels. The main threats they face are unpredictable weather and fluctuating crop prices, which impact their income. This study recommends improving communication and coordination among members, providing regular training on pest management and obtaining planting media, and strengthening capital and equipment. Furthermore, farmer groups need to develop creative marketing strategies and collaborate with modern markets and organic product communities to increase their competitiveness and business sustainability. The success of the Surya Hijau farmer group serves as a good example of innovative and sustainable urban farming adaptations in addressing various challenges in the agribusiness sector.

Keywords: SWOT Analysis, Farmer Groups, Food Security, Organic Products, Urban Farming

PENDAHULUAN

Kelompok tani merupakan wadah penting bagi petani untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi dalam kegiatan pertanian. Kelompok tani berperan sebagai platform bagi petani untuk bertukar ide, pengalaman, dan pengetahuan yang dapat mendorong praktik pertanian yang lebih inovatif dan efektif (Biderman *et al.*, 2023, dalam Tafari *et al.*, 2025). Melalui kelompok tani, para petani dapat secara kolektif mengatasi berbagai tantangan dan meningkatkan manajemen pertanian mereka. Kegiatan pengelolaan usahatani akan lebih efisien dan sistematis ketika dilakukan secara Bersama-sama, baik dari segi pengelolaan, biaya, tenaga, waktu, maupun usaha.

Peran kelompok tani dalam pengembangan agribisnis semakin penting, terutama dari segi teknis dan ekonomi. Kelompok tani menawarkan cara yang terorganisir untuk mengelola aktivitas pertanian, sehingga anggotanya bisa mendapatkan keuntungan ekonomi yang lebih baik. Sebuah penelitian menunjukkan bahwa 57% dari hasil penelitian melaporkan dampak positif kelompok tani terhadap pertanian (Bizikova *et al.*, 2020 dalam Tafari *et al.*, 2025). Dengan bergabung di kelompok tani, petani dapat menikmati manfaat seperti efisiensi biaya, skala ekonomi, dan akses pasar yang lebih baik, yang semuanya bersama-sama meningkatkan pendapatan mereka.

Dalam dunia agribisnis, kelompok tani juga berperan penting dalam memperbaiki akses pasar dan daya tawar petani. Dengan membentuk koperasi atau kelompok, para petani dapat menggabungkan sumber daya mereka untuk merundingkan harga yang lebih baik, membeli bahan dengan harga lebih murah, dan mengoptimalkan rantai nilai pertanian (Christian *et al.*, 2024 dalam Tafari *et al.*, 2025). Selain itu, Kelompok tani juga membantu anggota dalam mendapatkan akses ke berbagai layanan penting seperti pasar, kredit, dan informasi pertanian yang sangat mendukung peningkatan kesejahteraan ekonomi para anggotanya (Haryanto *et al.*, 2023 dalam Tafari *et al.*, 2025).

Kelompok Tani Surya Hijau berlokasi di Suryodiningratan MJ 2/803 RT 40 RW 11, Kelurahan Suryodiningratan, Kecamatan Mantrijeron, Kota Yogyakarta, Khususnya daerah Mantrijeron. Surya Hijau merupakan salah satu kelompok tani yang masih aktif hingga kini di kota Yogyakarta. Mereka memiliki beberapa kebun yang tersebar di berbagai lokasi, termasuk setiap lorong jalan dan halaman rumah warga. Metode penanaman yang mereka gunakan melibatkan pipa atau menempelkan tanaman di dinding rumah warga. Memanfaatkan area yang ada. Tanaman yang ditanam di rumah-rumah warga mencakup tanaman obat-obatan, tanaman hias, buah-buahan, dan sayuran. Hasil panen dari kebun

biasanya dijual atau dikonsumsi bersama anggota kelompok tani lainnya. Uang hasil penjualan umumnya dimasukkan ke dalam kotak kas kelompok atau disimpan sebagai uang pribadi.

Kelompok Tani Surya Hijau memiliki sekitar 25 kelompok yang terdaftar secara resmi. Tujuan pembentukan kelompok ini adalah untuk menghijaukan lingkungan sekitar dengan meningkatkan keterampilan sumber daya manusia anggotanya, menjaga ekosistem, dan melestarikan alam dengan menanam serta memanfaatkan lahan kosong untuk menanam sayuran yang bermanfaat bagi kebutuhan pangan keluarga. Kegiatan rutin yang dilakukan oleh kelompok tani surya hijau antara lain gotong royong, budidaya tanaman, penyuluhan kepada warga sekitar dan mahasiswa, pertemuan rutin dengan pengurus kelompok tani, serta kegiatan pemasaran. Kelompok Tani ini sangat menarik bagi masyarakat kota, karena dapat meningkatkan kesadaran mereka tentang ketersediaan pangan, terutama untuk anggota kelompok tani (Julianto & Hartawaty, 2022).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui strategi pemberdayaan Kelompok Tani "Surya Hijau" agar berjalan dengan baik, Menganalisis kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman serta mengetahui strategi pengembangan usaha tani menggunakan analisis SWOT.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif. Metode ini dipilih karena mampu memberikan pemahaman yang mendalam terhadap fenomena sosial melalui penggambaran dan interpretasi terhadap data berupa kata-kata, perilaku, serta dokumen yang relevan. Menurut Khafifah (2020, dalam Afriansyah *et al.*, 2022), metode pengumpulan data merupakan cara yang dilakukan peneliti untuk memperoleh data penelitian, di mana dalam penelitian kualitatif, peneliti berperan sebagai instrumen utama. Sementara itu, Sugiyono (2007, dalam Raintung *et al.*, 2021) menjelaskan bahwa metode kualitatif merupakan prosedur penelitian yang menghasilkan data deskriptif berupa ucapan, tulisan, dan perilaku orang yang diamati.

Fokus penelitian ini adalah pada peran pengurus, anggota, dan pemerintah dalam pemberdayaan Kelompok Tani Surya Hijau. Kelompok Tani Surya Hijau berlokasi di Suryodiningratan MJ 2/803 RT 40 RW 11, Kelurahan Suryodiningratan, Kecamatan Mantrijeron, Kota Yogyakarta. Wilayah ini dikenal memiliki potensi untuk berkembang dalam bidang pertanian, khususnya melalui aktivitas yang dijalankan oleh kelompok tani tersebut. Dalam struktur organisasi kelompok tani, terdapat pembagian peran yang jelas,

yaitu pemerintah berperan sebagai pendukung dan fasilitator, pengurus berperan sebagai pemandu lapangan, dan anggota berperan sebagai pelaksana kegiatan pertanian di lapangan.

Data penelitian ini diperoleh melalui dua jenis sumber, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer dikumpulkan melalui observasi langsung terhadap kegiatan kelompok tani dan wawancara dengan pihak-pihak terkait, terutama Ketua Kelompok Tani Surya Hijau. Sedangkan data sekunder diperoleh melalui studi pustaka dan penelusuran situs web resmi Kelompok Tani Surya Hijau yang memuat informasi mengenai profil, kegiatan, serta struktur organisasi kelompok. Melalui kombinasi data primer dan sekunder ini, diharapkan penelitian dapat memberikan gambaran yang komprehensif mengenai peran para pihak dalam pemberdayaan Kelompok Tani Surya Hijau.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menurut Sulasih dan Novandari (2022) Analisis SWOT merupakan suatu alat yang paling berpengaruh untuk evaluasi dan pemeriksaan mendalam terkait strategi keseluruhan bisnis dan lingkungannya. (Imtinan & Samboro, 2024) Tujuan utamanya adalah untuk menentukan rencana yang akan menciptakan karakteristik perusahaan yang akan menyelaraskan sumber daya dan kemampuan organisasi dengan kebutuhan lingkungan dimana perusahaan beroperasi (Aldiyanto, 2025).

Menurut Samina (2020), Analisis SWOT adalah sebuah metode terstruktur untuk mengevaluasi faktor-faktor kekuatan dan kelemahan internal perusahaan atau organisasi, serta mengidentifikasi peluang dan ancaman yang dihadapi. Alat ini juga berfungsi untuk merancang dan melaksanakan strategi yang di perlukan guna mencapai target yang di tetapkan (Mala *et al.*, 2024).

Menurut (Reza *et al.*, 2020), Analisis SWOT merupakan sebuah model yang dipakai untuk mengukur seberapa besar kekuatan (Strength) dan kelemahan (Weakness) perusahaan, serta untuk menilai peluang (oportunity) dan ancaman (Threats) yang mungkin ada (Mala *et al.*, 2024).

SWOT dipakai untuk secara sistematis mengidentifikasi berbagai elemen yang penting dalam merumuskan strategi perusahaan atau organisasi. Pengambilan keputusan strategi selalu berkaitan dengan pengembangan visi, penetapan tujuan, strategi, dan kebijakan perusahaan atau organisasi (Awaluddin, 2021). Tujuan dari analisis SWOT adalah untuk mengenali semua kekuatan dan kelemahan yang penting dan memberikan saran pengembangan berdasarkan potensi yang tersedia. Penerapan SWOT dalam sebuah

perusahaan bertujuan untuk memberikan panduan agar perusahaan dapat lebih berkonsentrasi dalam menghadapi tantangan di masa depan tetapi tetap memperhatikan faktor negatif yaitu kelemahan dan ancaman yang memungkinkan akan timbul secara bersamaan (Rizkiyah *et al.*, 2025).

SWOT dalam kelompok Tani Surya Hijau berdasarkan hasil analisis yakni, mengelola kelemahan, kekuatan, peluang, serta ancaman yang sedang atau akan dihadapi oleh kelompok Tani Surya Hijau, maka diperoleh strategi yang dapat dilakukan oleh kelompok Tani Surya Hijau dalam usaha penguatan kelompok tani untuk mendukung program ketahanan pangan (Julianto & Hartawaty, 2022).

Hasil observasi dan wawancara yang telah dilakukan di Kelompok Tani Surya Hijau, Suryodiningratan, Kelurahan Suryodiningratan, Kecamatan Mantrijeron, Kota Yogyakarta pada tanggal 16 Oktober 2025 memberikan hasil dan masalah yang dihadapi oleh kelompok tani tersebut. Penelitian ini memiliki tujuan yang jelas, tujuan penelitian ini bersifat deskriptif. Metode penelitian ini ditunjukkan untuk mendeskripsikan suatu keadaan dan fenomena apa adanya. Penelitian ini tidak melakukan manipulasi dalam pengambilan data atau memberikan perlakuan-perlakuan tertentu terhadap objek dalam proses penelitian serta pengumpulan data, semua peristiwa dan kegiatan dalam metode penelitian ini berjalan seperti apa adanya sesuai laporan metode penelitian (Rahmad Hidayat, 2021). Tabel berikut menguraikan hasil analisis SWOT:

Tabel 1. Analisis SWOT di Kelompok Tani Surya Hijau

Internal		Eksternal	
Kekuatan	Kelemahan	Peluang	Ancaman
Kualitas hasil panen yang baik karena menanam dengan sistem alami tanpa bahan pengawet	Serangan hama ulat saat musim hujan dan kesulitan dalam mendapatkan media tanam yang baik	Memperluas peluang pasar pada produk pupuk organik	Faktor cuaca dan alam yang tidak stabil
Mampu memanfaatkan lahan kosong dengan semaksimal mungkin	Masalah modal dan lahan sehingga sulit menanam dalam jumlah banyak	Memanfaatkan ruang sempit untuk mengembangkan usahatani agar lebih besar	Pendapatan hasil panen dan harga yang tidak sesuai
Memiliki semangat tinggi untuk terus belajar dan berkembang bersama	Kurang nya persediaan stock air pada musim kemarau	Dukungan, pelatihan dan bimbingan teknis dari pihak Dinas Pertanian	Tantangan keberuntungan harga pada faktor luar kelompok

Sebagai dokumentasi untuk hasil dari analisis SWOT yang telah di uraikan pada tabel sebelumnya, berikut disajikan beberapa dokumentasi tanaman kelompok tani surya hijau dan keadaan sebenarnya di lapangan:



Gambar 1. Tanaman tomat



Gambar 2. Sistem hidroponik vertikal



Gambar 3. Kebun tomat



Gambar 4. Bibit kembang kol

Kekuatan (*Strength*)

Kekuatan (*Strength*) merujuk pada elemen-elemen yang dapat menjadi keunggulan bagi suatu perusahaan atau kelompok petani, sebagaimana keunggulan pada kualitas produk atau hasil pertanian yang bisa diandalkan. Selain itu, mereka juga memiliki keterampilan yang dapat dipercaya dan berbeda dari hasil panen yang dimiliki, yang memungkinkan mereka menjadi lebih tangguh dibandingkan kelompok petani lainnya.

Kelompok Tani Surya Hijau ini sudah berjalan selama 10 tahun. Dalam waktu yang tidak pendek itu kelompok Tani Surya Hijau sudah menjalankan dalam penerapan SWOT ke suatu proses perjalanan nya. kelompok Tani Surya Hijau memiliki banyak hal positif. Warganya sangat semangat dalam menanam dan merawat tanaman. Dari awal berdiri sampai sekarang kelompok tani surya hijau masih aktif karena anggotanya kompak dan

saling mendukung. Mereka juga memiliki semangat tinggi untuk terus belajar dan berkembang bersama. Faktor yang membuat kelompok tani Surya Hijau ini berjalan dengan baik, karena para anggotanya memiliki kerja sama yang baik dan saling membantu dalam menghadapi masalah. Setiap anggota aktif berkomunikasi lewat grup khusus untuk membahas permasalahan pertanian. Melalui grup itu, mereka bisa saling memberi saran, berbagi pengalaman, dan mendapatkan arahan atau solusi dari anggota lain maupun dari dinas terkait. Hasil panen Surya Hijau memiliki kualitas yang bagus bagus karena mereka menanam secara alami tanpa bahan kimia atau pestisida. Tanaman lebih sehat dan aman dikonsumsi. Pembeli juga menyukai hasil panen dari Surya Hijau karena dikenal sebagai hasil organik. Selain menjual hasil panen, mereka juga menjual tanaman hidup dalam pot, karena harganya bisa lebih tinggi daripada hasil panen biasa.

Kelemahan (*Weakness*)

Kelemahan (*Weakness*) merupakan kekurangan atau keterbatasan suatu hal dalam sumber daya yang ada pada kelompok tani baik dalam keterampilan atau kemampuan yang menjadi bagian dalam kinerja organisasi. Keterbatasan atau kekurangan dalam sumber daya, keterampilan dan kemampuan yang secara jelas menghambat kinerja efektif organisasi.

Dibalik kekuatan terdapat kelemahan dalam kelompok tani Surya Hijau ini beberapa kendala yang sering muncul di kelompok ini adalah serangan hama ulat saat musim hujan dan kesulitan mendapatkan media tanam yang baik, karena harganya cukup mahal. Selain itu, saat musim kemarau, air sulit didapat karena sumur sering kering. Dan masalah modal dan lahan juga menjadi tantangan. Banyak anggota tidak memiliki lahan yang luas, sehingga sulit menanam dalam jumlah banyak. Namun mereka mengatasinya dengan cara memanfaatkan lahan sempit, seperti menanam di botol bekas atau pipa paralon yang ditempel di dinding rumah. Serta butuh perbaikan yang di butuhkan untuk bisa lebih maju, kelompok tani ini perlu memperkuat komunikasi antar anggota, lebih sering melakukan pelatihan tentang cara mengatasi hama dan mengelola media tanam, serta mencari dukungan tambahan dari dinas atau pihak lain agar modal dan peralatan bisa lebih memadai.

Peluang (*opportunity*)

Peluang (*opportunity*) dalam kelompok tani adalah situasi atau kondisi yang menguntungkan dan dimanfaatkan untuk meningkatkan kualitas, produktivitas, kapasitas,

dan kesejahteraan anggota kelompok tani. Adapun terdapat peluang dalam kelompok tani Surya Hijau yakni:

Peluang Penjualan dan Pasar Baru

Saat ini banyak masyarakat yang mencari produk organik karena lebih sehat. Hal ini menjadi peluang besar bagi kelompok Surya Hijau untuk memperluas pasar, misalnya menjual ke pasar modern, restoran, atau secara online.

Rencana Pengembangan Usaha

Kelompok Surya Hijau memiliki rencana untuk mengembangkan usahatani agar lebih besar. Meskipun lahan terbatas, mereka ingin memanfaatkan ruang sempit seperti tembok, botol bekas, atau paralon untuk menanam lebih banyak tanaman, sekitar 20–25 tanaman dalam satu area kecil.

Dukungan dan Pelatihan dari Pihak Luar

Kelompok ini sering mendapatkan pelatihan dan bimbingan teknis (Bimtek) dari dinas pertanian. Anggotanya juga aktif ikut organisasi seperti HKTI dan asosiasi petani sayur kota, sehingga mereka sering mendapat ilmu baru dan peluang kerja sama dengan kelompok lain.

Ancaman (*threats*)

Ancaman (*Threats*) adalah faktor-faktor lingkungan yang tidak menguntungkan dalam organisasi dan kelompok tani jika tidak diatasi maka akan menjadi hambatan bagi kelompok tani yang bersangkutan baik masa sekarang maupun yang akan datang.

Ancaman dalam kelompok tani Surya Hijau:

Faktor Cuaca dan Alam

Cuaca sangat berpengaruh terhadap kegiatan bertani. Saat musim kemarau, sumur sering mengering sehingga tanaman kekurangan air. Sementara saat musim hujan, tanaman sering diserang hama ulat. Kondisi ini bisa membuat hasil panen berkurang.

Harga Hasil Panen Tidak Stabil

Harga hasil panen di pasaran sering naik turun, apalagi untuk sayuran. Namun kelompok Surya Hijau tetap berusaha menjual dengan harga wajar, karena mereka ingin menjaga kepercayaan pembeli dan tetap menjual produk organik yang sehat.

Faktor Luar Kelompok

Meskipun tantangan datang dari cuaca dan harga, kelompok ini cukup beruntung karena mendapat dukungan penuh dari warga sekitar dan pemerintah setempat. RT, RW, serta kepala kampung juga ikut mendukung kegiatan kelompok tani ini agar terus

berkembang dan menjadi contoh bagi wilayah lain. Kelompok Tani Surya Hijau kini telah membuktikan ketangguhannya selama 10 tahun ini, melalui proses penerapan strategi yang terstruktur, dan yang sudah di kemas jelas dalam bentuk analisis SWOT (Strength, Weakness, Opportunity, Threat) di dalam laporan observasi wawancara lapangan dan di laporkan dalam bentuk artikel ini. Keberhasilan kelompok ini terletak pada kekuatan internal yang solid: semangat anggota, kekompakan, kerja sama tim yang baik, dan komitmen terhadap kualitas produk organik bebas bahan kimia. Komunikasi yang efektif melalui grup khusus menjadi pilar vital dalam memecahkan masalah pertanian secara cepat dan kolektif.

Namun, di balik kekuatan tersebut, terdapat kelemahan dan tantangan yang memerlukan tindakan strategis. Kendala seperti serangan hama ulat pada musim hujan, mahalnnya media tanam berkualitas, serta ketersediaan air yang terbatas saat kemarau merupakan hambatan klasik yang dihadapi petani dalam kelompok tani Surya Hijau ini. Untuk masalah keterbatasan lahan kini diatasi dengan cara kreativitas melalui pemanfaatan lahan sempit secara vertikal (teknologi *urban farming*), menunjukkan adaptabilitas yang tinggi dari kelompok ini.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa Kelompok Tani Surya Hijau memiliki kekuatan internal berupa semangat, kerja sama yang baik, kekompakan, dan komitmen pada hasil tanam yang berkualitas tanpa bahan kimia dan pestisida dimana hal ini menjadi daya tarik dan keunggulan pasar. Kelompok Tani Surya Hijau ini mampu memanfaatkan lahan terbatas dengan teknologi urban farming seperti penanaman vertikal menggunakan pipa dan penggunaan ruang terbatas, sehingga bisa menyesuaikan diri dengan keterbatasan lahan.

Beberapa kelemahan yang mereka hadapi berupa serangan hama saat musim hujan, kesulitan mendapatkan media tanam yang berkualitas, dan kurangnya air di musim kemarau yang menghambat hasil panen. Peluang bagi Kelompok Tani Surya Hijau meningkatnya permintaan terhadap produk organik, dukungan pelatihan dari dinas pertanian, serta potensi untuk memperluas pasar ke arah modern dan online. Ancaman utama berasal dari cuaca yang tidak stabil, perubahan harga hasil penen, dan ketidakpastian faktor eksternal. Meskipun demikian, mereka mendapatkan dukungan penuh dari masyarakat dan pemerintah lokal.

Saran

Dari penelitian ini, peneliti mengharapkan kelompok tani sebaiknya meningkatkan komunikasi dan koordinasi antar anggota serta mengadakan pelatihan secara rutin untuk mengatasi masalah hama dan media tanam. Mereka perlu memperkuat usaha dalam mendapatkan modal dan dukungan peralatan dari pemerintah atau lembaga lain agar bisa memperbesar skala usaha tani. Kelompok harus siap menghadapi risiko cuaca dengan menggunakan sistem penampungan air hujan atau irigasi sederhana agar tanaman tetap terjaga selama musim kemarau. Memanfaatkan peluang pasar melalui strategi pemasaran yang kreatif, seperti penjualan daring, kerjasama dengan pasar modern, komunitas penggemar produk organik serta memperluas jaringan kolaborasi dengan organisasi petani lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriansyah, Pesik, T. A., & Makabori, Y. Y. (2022). Analisis Swot Keberadaan Kelembagaan Kelompok tani Aimas Dalam Memberikan Kontribusi Pada Peningkatan Kesejahteraan Petani Dan Ekonomi Usaha Tani Di Di Kampung Waseki Pop Distrik Prafi Kabupaten Manokwari. *Jurnal Ekonomi, Manajemen Pariwisata Dan Perhotelan*, 1(1), 106–120. <https://ejurnal.stietrianandra.ac.id/index.php/jempper/article/view/222>
- Aldiyanto, I. (2025). *Analisis Swot Untuk Merumuskan Strategi Bisnis Pada Kedai Mak Bolang*. 3(4), 36–42.
- Awaluddin, R. (2021). Pelatihan Pengembangan Bisnis Bumdes dengan Analisis Swot dan Business Model Canvas di Desa Lengkong, Kuningan. *Empowerment*, 4(02), 116–125. <https://doi.org/10.25134/empowerment.v4i02.4043>
- Imtinan, & Samboro, J. (2024). Analisis Swot Dalam Menentukan Strategi Pengembangan Bisnis Pada Umkm Handmade Nafila Di Kota Malang. *Jurnal Administrasi Dan Bisnis, Vol 18, No*, 197–208.
- Mala, N., Daisy Ade Riany Diem, & Widowati, I. (2024). Formulasi Strategi Pemasaran Produk Alat Kesehatan Dengan Analisis Swot (Studi kasus pada Pt. Standard Biosensor Healthcare). *Jurnal Teknologika*, 14(2), 528–538. <https://doi.org/10.51132/teknologika.v14i2.405>
- Rahmad Hidayat, N. . 15230053. (2021). *Analisis Swot Pemberdayaan Kelompok Tani Gemah Ripah Kelurahan Bausasran, Kecamatan Danurejan, Kota Yogyakarta*. 117. <https://digilib.uin-suka.ac.id/id/eprint/45128/>
- Raintung, A., Sambiran, S., & Sumampow, I. (2021). Peran Pemerintah Desa Dalam Pemberdayaan Kelompok Tani di Desa. *Jurnal Governance*, 1(2), 1–9.
- Salsabila Putri Ainur Rizkiyah , Teguh Soedarto, M. A. S. (2025). *Upaya Pengembangan Urban Farming Menggunakan Metode SWOT di KWT Dorang Cinta Kecamatan Krembangan Kota Surabaya*. 8(3), 532–545.
- Tafarini, M. F., Purba, K. F., Yuliani, M. T., Wardani, A., Kaila, A. F., Marpaung, K. Z.,

& Nabila, V. (2025). Persepsi Peran Kelompok Tani Dalam Sektor Agribisnis Terhadap Pendapatan Petani Di Desa Tanjung Pasir Kecamatan Pemulutan Kabupaten Ogan Ilir. *Jurnal Agri Sosial Dan Ekonomi*, 5, 1079–1088.

Yoga Maulana Julianto dan Dheny Arina Hartawaty. (2022). *Strategi Pengembangan Budidaya Jamur Tiram (Pleurotus ostreatus) pada*. 1(2), 65–72.

Metode Analisis SWOT Dalam Pelaksanaan Subsistem Usahatani (On-Farm) (Studi Kasus di Rejo Farm Integrated Farming)

Moh Fadly¹, Muhammad Ilham Perdana¹, Farazinia Aditiani Putri^{1*}, Yuti Putri¹, Fariha Maf'ula¹, Nur Saudah Al Arifa D

¹Program Studi Agribisnis, Fakultas Industri Halal, Universitas Nahdlatul Ulama Yogyakarta
Email: faraziniaptr@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini mengidentifikasi faktor internal dan eksternal di RejoFarm menggunakan analisis SWOT untuk merumuskan strategi pengembangan usaha tani terpadu. Kekuatan utama adalah sumber daya alam melimpah dan kemitraan, sementara kelemahannya adalah keterbatasan SDM dan teknologi. Peluang terbuka melalui kerjasama dan produk organik, namun ancaman datang dari cuaca ekstrem dan hama. Strategi 3R (Reduce, Reuse, Recycle) berhasil diterapkan untuk limbah organik, yang meningkatkan efisiensi, keberlanjutan, dan kemandirian pangan. Model usaha tani terpadu yang diusulkan tidak hanya menekan biaya dan menciptakan nilai tambah tetapi juga menjaga ekosistem, menjadikannya acuan penting untuk pengembangan agribisnis berkelanjutan.

Kata kunci: Rejo Farm, 3R (Reduce, Reuse, Recycle), SWOT

Abstract

This study identifies internal and external factors at RejoFarm using a SWOT analysis to formulate an integrated farming business development strategy. Its main strengths are abundant natural resources and partnerships, while its weaknesses are limited human resources and technology. Opportunities exist through collaboration and organic products, but threats come from extreme weather and pests. The 3R (Reduce, Reuse, Recycle) strategy has been successfully implemented for organic waste, improving efficiency, sustainability, and food self-sufficiency. The proposed integrated farming business model not only reduces costs and creates added value but also preserves the ecosystem, making it an important reference for sustainable agribusiness development.

Keywords: Rejofarm, 3R (Reduce, Reuse, Recycle), SWOT

PENDAHULUAN



Gambar 1. Foto bersama tim Rejofarm



Gambar 2. Foto bersama tim Rejofarm

RejoFarm adalah contoh sukses pertanian terpadu yang digagas oleh generasi muda di Sleman, Yogyakarta. Dimas, pendiri Rejofarm, memulai usaha ini bukan dari latar belakang pertanian, melainkan dari gerakan sosial yang ingin memberi kontribusi nyata. Rejofarm mengintegrasikan pengolahan limbah organik dengan budidaya hortikultura, peternakan, dan perikanan dalam satu sistem terpadu. Mereka berhasil mengolah limbah menjadi pupuk organik cair dan padat berkualitas, petani dapat membuat pupuk organik cair sendiri, mengurangi biaya produksi, meningkatkan pendapatan, dan meningkatkan kualitas tanah dan lingkungan (Hidayati *et al.*, 2020). Rejofarm juga memberdayakan masyarakat dengan membuka peluang usaha sebagai vendor pengumpul limbah. Usaha agribisnis yang inovatif dan berhasil menerapkan model kewirausahaan sosial dengan memanfaatkan limbah pertanian sebagai sumber keuntungan. Ide bisnis ini muncul dari obrolan santai pada tahun 2013 dan dikembangkan oleh Dimas Kristui Kusumaputra di Sleman, Yogyakarta. RejoFarm fokus pada pengolahan limbah organik seperti kotoran ternak, sisa makanan, dan limbah pabrik makanan menjadi bahan dasar pupuk, insektisida, dan pakan ternak. Dari luar yang bisa melemahkan dasar usaha. Saat ini, RejoFarm juga membangun budidaya komoditas premium seperti melon dan anggur dengan bantuan kerja sama akademis agar hasil panen berkualitas dan berkelanjutan. Model bisnis RejoFarm yang menerapkan konsep adat karya ini memberikan dampak positif, seperti menciptakan lapangan kerja, mengelola limbah secara efektif, dan memberikan manfaat ekonomi yang signifikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor internal dan eksternal yang memengaruhi pengelolaan subsistem usaha tani di RejoFarm Adapun beberapa tujuan

penelitian dalam jurnal ini adalah mengidentifikasi faktor internal dan eksternal yang memengaruhi pengelolaan subsistem usaha tani di Rejofarm. Menganalisis strategi yang digunakan dalam pengembangan usaha tani di Rejofarm. Mengukur dampak dari penerapan strategi 3R (Reduce, Reuse, Recycle) dalam pengelolaan limbah sebagai sumber utama usaha tani Rejofarm. Beberapa peneliti terkait, juga menganalisis sistem sistem yang diterapkan di usaha tani Rejo farm, seperti:

Penelitian tentang sistem pertanian terpadu dan teknologi yang digunakan di Rejo Farm



Gambar 3. Analisis buah melon
Sumber: Rejo Farm, 2025

Gambar 3. Diatas merupakan kegiatan menganalisis sistem pertanian yang di terapkan oleh usaha tani Rejo farm, seperti apa sistem irigasinya, perawatannya,dan sistem gantung tanaman melon yang menggunakan tali dan kerangka bambu. Tentu saja ini membuat lahan atau grand house yang digunakan Rejo farm lebih rapi dan bersih bebas dari hama dan gulma. Beberapa Penelitian tentang sistem pertanian terpadu di Rejofarm menunjukkan bahwa konsep ini dapat meningkatkan produktivitas lahan dan konservasi lingkungan dengan cara menggabungkan kegiatan pertanian, peternakan, dan kegiatan lain dalam satu lahan. Hal ini menciptakan efisiensi dan keberlanjutan dalam penggunaan sumber daya alam. Sistem pertanian terpadu di Rejofarm juga memungkinkan petani untuk mengoptimalkan hasil panen dan meningkatkan keuntungan dengan mengurangi biaya input dan memanfaatkan limbah sebagai sumber daya. Namun, penerapan sistem pertanian terpadu juga menghadapi beberapa tantangan, seperti keterbatasan sumber daya, keterampilan, dan pengetahuan petani, serta infrastruktur yang tidak memadai. Rejofarm

dapat menjadi contoh model pertanian berkelanjutan yang dapat diterapkan di daerah lain. Dengan demikian, penelitian tentang sistem pertanian terpadu di Rejofarm dapat memberikan wawasan tentang bagaimana konsep ini dapat diterapkan secara efektif dan efisien untuk meningkatkan produktivitas lahan dan konservasi lingkungan.

Analisis dampak ekonomi dan sosial dari adanya Rejofarm

Adanya Rejofarm memberikan dampak ekonomi dan sosial yang signifikan bagi masyarakat sekitar. Dari sisi ekonomi, Rejofarm membuka peluang kerja dan usaha bagi masyarakat lokal, seperti menjadi petani, pedagang hasil pertanian, atau penyedia jasa wisata. Hal ini tidak hanya meningkatkan pendapatan masyarakat tetapi juga memperkuat perekonomian lokal melalui peningkatan permintaan barang dan jasa. Selain itu, Rejofarm juga memberikan dampak sosial yang positif. Dengan adanya Rejofarm, masyarakat sekitar menjadi lebih sadar akan pentingnya kegiatan pertanian dan pelestarian lingkungan. Rejofarm juga membangun komunitas yang lebih kuat dan solid melalui kegiatan gotong royong dan kerjasama dalam mengelola pertanian. Dengan demikian, Rejofarm tidak hanya memberikan manfaat ekonomi tetapi juga memberikan dampak positif bagi masyarakat sekitar, meningkatkan kualitas hidup dan citra daerah sebagai destinasi wisata dan edukasi.

Studi tentang pengelolaan limbah dan penggunaan sumber daya alam di Rejofarm



Gambar 4. Analisis POC
Sumber: Rejo Farm, 2025

Tim Rejofarm mengajak untuk menganalisis lebih luas lagi tentang penerapan 3R yang ada di Rejo farm dalam mengelolah limbah menjadi suatu barang yang bernilai jual seperti pakan ternak, dan POC serta media tanam, disini kita dapat mengetahui betapa berharganya suatu limbah yang biasanya dibuang atau di biarkan begitu saja padahal hal

ini suatu peluang bisnis di bidang pertanian. Rejo farm menerapkan sistem pengelolaan limbah yang efektif dengan mengolah limbah organik menjadi pupuk cair dan kompos. Limbah organik dari kegiatan pertanian dan peternakan diolah menggunakan teknologi yang ramah lingkungan untuk menghasilkan produk yang bermanfaat. Sistem ini tidak hanya mengurangi jumlah limbah yang dihasilkan tetapi juga memberikan nilai tambah ekonomi bagi Rejofarm. Penggunaan sumber daya alam di Rejofarm juga dilakukan secara efisien. Sistem irigasi yang digunakan dirancang untuk menghemat air, sementara pemanfaatan sinar matahari dan energi terbarukan membantu mengurangi ketergantungan pada sumber daya non-renewable.

METODE

Penelitian di Rejofarm menggunakan metode kualitatif, penelitian lapangan dengan pendekatan studi kasus. Tahapan penelitian dimulai dengan pengumpulan data primer melalui observasi langsung dan wawancara dengan pengelola Rejofarm. Teknik observasi, memungkinkan peneliti untuk mengamati perilaku, interaksi, atau fenomena di tempat secara langsung (Hasanah, 2017). Dan dengan wawancara, peneliti dapat menggali lebih dalam aspek-aspek tertentu dari subjek penelitian, termasuk pandangan, pengalaman, dan emosi yang mungkin tidak muncul dalam metode observasi (Nasution, 2023). Data primer ini digunakan untuk memahami sistem pertanian terpadu, pengelolaan limbah, dan penggunaan sumber daya alam di Rejofarm. Selanjutnya, peneliti melakukan analisis data dengan menggunakan metode analisis deskriptif untuk menggambarkan karakteristik sistem pertanian terpadu di Rejofarm.

Analisis ini mencakup pengelolaan limbah, penggunaan sumber daya alam, dan dampak ekonomi serta sosial yang dihasilkan. Dalam penelitian ini, algoritma yang digunakan adalah analisis SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*) untuk mengidentifikasi kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman yang dihadapi oleh Rejofarm dalam mengembangkan sistem pertanian terpadu. Dengan menggunakan algoritma ini, peneliti dapat memberikan rekomendasi yang tepat untuk meningkatkan kinerja Rejofarm dan mengembangkan model pertanian berkelanjutan. Dengan demikian, penelitian di Rejofarm dapat memberikan gambaran yang komprehensif tentang sistem pertanian terpadu dan pengelolaan sumber daya alam yang efektif dan efisiensi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rejo Farm Integrated Farming adalah contoh pertanian terpadu yang mengintegrasikan pengolahan limbah organik dengan budidaya hortikultura, peternakan dan perikanan dalam satu sistem terpadu. Dimas, sebagai pendiri Rejo Farm yang memulai usaha ini bukan dari latar belakang pertanian melainkan dari gerakan sosial yang ingin memberikan kontribusi nyata. Rejo Farm berhasil mengolah limbah organik rumah tangga seperti buah tidak layak konsumsi, cangkang telur, roti dan susu kadaluwarsa yang sudah tidak dikonsumsi lagi menjadi pakan ternak, pupuk organik cair dan padat. Pupuk cair lainnya juga berasal dari fermentasi urin kelelawar dan urin kelinci. Pupuk padat juga berasal dari kotoran sapi dicampurkan dengan cacing. Produk fermentasi roti dan susu kadaluwarsa akan menjadi pakan ternak ayam dan ikan karena mengandung banyak nutrisi ditambah dengan maggot yang dibudidaya untuk campuran nutrisi lainnya. Pupuk organik dan produk pengolahan limbah tersebut telah di ujicoba ke pertanian mereka dan berhasil dipasarkan produknya melalui e-commerce. Pertanian terpadu Rejo Farm 80% menggunakan bahan organik untuk sistem budidayanya. Rejo Farm berhasil memberdayakan masyarakat dengan membuka peluang pekerjaan bagi warga sekitar dan sebagai vendor pengumpul limbah organik.



Gambar 5. Rejo Farm Integrated Farming



Gambar 6. Green House Melon



Gambar 7. Budidaya Cabai
Sumber : Rejo farm, 2025

Faktor internal dan eksternal dalam analisis SWOT

Rumusan strategi yang digunakan berdasarkan analisis SWOT dimulai dengan mengidentifikasi faktor-faktor internal dan eksternal secara sistematis. Dalam hal ini, fokusnya adalah dengan memaksimalkan kekuatan (*Strength*) dan peluang (*Opportunities*). Di sisi lain secara bersamaan juga meminimalkan kelemahan (*Weaknesses*) dan ancaman (*Threats*). Kinerja usahatani bergantung pada gabungan antara faktor internal (disebut juga Internal Strategic Factor Analysis Summary atau IFAS) dan faktor eksternal (disebut juga

Eksternal Strategic Analysis Summary atau EFAS). Komponen utama dalam analisis SWOT terdiri dari empat aspek berikut *Strength (S)*. Jika suatu usahatani memiliki sumberdaya internal sebagai sumber kekuatan, maka akan lebih unggul dibandingkan pesaing. *Weaknesses (W)*. Faktor ini menunjukkan hal-hal yang menghambat usahatani dalam melayani kebutuhan pelanggannya. *Opportunities (O)*. Jika memiliki peluang, maka akan memberikan keuntungan yang lebih dari pesaingnya. *Threats(T)*. Faktor eksternal ini tidak bisa dihindari dan bisa menimbulkan situasi yang tidak menguntungkan bagi usahatani.

Gambaran mengenai factor internal dan eksternal usahatani dapat ditampilkan dalam matriks SWOT. Metode Matriks SWOT dapat digunakan oleh suatu bisnis untuk mempersiapkan faktor-faktor strategis. Dengan matriks SWOT, peluang dan ancaman yang datang dari luar perusahaan dapat terlihat dengan jelas, serta dapat ditingkatkan kekuatan dan kelemahan perusahaan tersebut. Matriks Eksternal Factor Evaluation (EFE) dan Matriks Internal Factor Evaluation (IFE) adalah dua jenis matriks yang digunakan dalam analisis SWOT.

Matriks Internal Factor Evaluation (IFE)

Menurut (Rangkuti, 2018) Matriks IFE bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor strategis internal perusahaan. Tujuannya adalah menyusun tabel IFAS (Internal Factors Analysis Summary) dan mengatur faktor-faktor strategis internal tersebut ke dalam kerangka kekuatan dan kelemahan perusahaan.

Matriks External Factor Evaluation (EFE)

Menurut (Rangkuti, 2018) Matriks EFE bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor strategis eksternal yang terkait dengan perusahaan. Tujuannya adalah menyusun tabel EFAS (*External Factors Analysis Summary*) dan menggabungkan faktor-faktor strategis eksternal tersebut ke dalam kerangka peluang dan ancaman perusahaan (Yanti, 2024).

Rumusan Strategi:

Strategi SO

Usahatani membuat rencana alternatif dengan memanfaatkan kemampuan terbaik mereka untuk memanfaatkan kekuatan dan memperoleh peluang.

Strategi ST

Usahatani mengembangkan rencana alternatif dengan memaksimalkan kekuatan yang dimiliki agar bisa mengurangi ancaman.

Strategi WO

Usahatani menerapkan strategi dengan memanfaatkan peluang sebaik mungkin dan mengurangi kelemahan.

Strategi WT

Setiap usahatani akan menghadapi ancaman dan memiliki kelemahan. Oleh karena itu, strategi yang dibuat bertujuan sejauh mungkin menghindari ancaman dan mengurangi kelemahan. (Dwijatenaya *et al.*, 2021).

Dengan matriks ini, diperoleh empat alternatif strategi yang bisa digunakan oleh usahatani Rejofarm, seperti yang terlihat pada Tabel 1. Matriks SWOT.

Tabel 1. Matrik SWOT

IFAS EFAS	Strength (Kekuatan)	Weakness (Kelemahan)
	1. Sumber daya alam (SDA) yang melimpah 2. Memiliki mitra sebagai pemasok bahan limbah rumah tangga seperti susu, roti, buah yang tidak layak konsum, urin hewan kotora hewan sehingga tidak perlu mengeluarkan biaya yang besar. 3. Mengorkestrasi pertanian terpadu yang berfokus pada melon dan peternakan ayam dan lele serta pengolahan limbah	1. SDM yang tidak memiliki keahlian di bidang pertanian 2. Ketergantungan pada faktor lingkungan seperti cuaca dan iklim yang dapat mempengaruhi hasil panen dan produktivitas 3. Kekurangan teknologi dalam budidaya usaha tani.
Opportunity (Peluang)	Strength-Opportunity (SO)	Weakness-Opportunity (WO)
1. Banyak menjalin kerja dengan pihak lain, seperti pemerintah, Lembaga penelitian, dan Perusahaan swasta, untuk	1. Rejofarm memiliki salah satu system pengolaan limbah yang efektif, sehingga dapat menghasilkan pupuk dan pestisida organik yang dapat dijual.	1. Menggunakan media social untuk mempromosikan usaha tani Rejofarm dan memanfaatkan platfrom e-commerce untuk menjual hasil produk olahan

meningkatkan kapasitas dan kualitas produk 2. Pengembangan usaha produk pupuk cair dan padat untuk pertanian hasil dari pengolahan limbah organik	2. Rejofarm dapat menjadi destinasi wisata edukasi bagi Masyarakat, sehingga dapat meningkatkan pendapatan dari sektor pariwisata 3. Peningkatan teknologi dan memanfaatkan digitalisasi untuk pemasaran produk Rejo Farm dan usahatani Rejo Farm Integrated Farming	2. Mengembangkan inovasi budidaya melalui kolaborasi riset dengan beberapa kampus 3. potensi pengembangan produk, Rejofarm dapat mengembangkan produk pertanian untuk meningkatkan nilai tambah dan diversifikasi produk
Threat (Ancaman) 1. Organisasi Pengganggu Tanaman (OPT) 2. Green house bisa rusak karena cuaca ekstrem 3. Fluktuasi harga pasar	Strength-Threat (ST) 1. Menambah varian produk (Diversifikasi produk) agar bisa bersaing jika produk utama jatuh. 2. Rejofarm juga melakukan penanaman bunga refugia sebagai nilai estetika lahan serta pengendalian hama 3. Bermitra untuk menghindari kegagalan pemasaran hasil pertanian yang disebabkan fluktuasi harga pasar	Weakness-Threat (WT) 1. Penggunaan bahan organik dan menerapkan pengendalian secara hayati masih belum efektif untuk mencegah dan mengendalikan serangan hama dan penyakit 2. Bermitra dengan beberapa toko benih untuk menghindari penipuan benih berdasarkan pengalaman Rejo Farm karena kurangnya pengetahuan tentang benih

(Kampar, 2022)



Gambar 8. Budidaya maggot



Gambar 9. Pupuk dari kotoran sapi dan cacing



Gambar 10. Urin kelinci dan kelelawar
Sumber : Rejo farm, 2025

Strategi yang digunakan dalam pengembangan usahatani di Rejofarm

Rejo farm mengelolah limbah organik menjadi pupuk, mengembangkan tanaman melon, perikanan nila, bawal, gurame, serta perternakan ayam pedaging dan petelur. Rejo farm kami rintis sebagai bentuk kontribusi nyata untuk pangan. Kami ingin yogyakarta menjadi tonggak kebangkitan pertanian dan membuka lapangan kerja baru, terutama bagi generasi muda, ujar Dimas. .Sementara itu, anggota komisi B.basit sugiyanto, S.E,M.M. menambahkan bahwa pentingnya kemandirian petani melalui inovasi sederhana.

Ia melihat bahwa kemampuan menghasilkan pupuk secara sendiri bukan hanya bermanfaat untuk kebutuhan internal, tetapi juga dapat menjadi nilai tambah tersendiri. Produksi pupuk oleh petani bisa menjadi daya tarik tersendiri dan memperkuat kemandirian usaha pertanian lokal di masyarakat, Ujar basit. Perwakilan dinas pertanian menambahkan, konsep Rejo farm dapat direplikasi di wilayah lain. Potensi pemanfaatan limbah organik yang besar di DIY perlu diarahkan untuk mendukung pertanian berkelanjutan. Dalam wawancara langsung, Wildan menyampaikan rasa kegunya terhadap semangat anak muda yang membangun pertanian terpadu. Ia menegaskan, komisi B akan mendukung penuh upaya para petani muda, (Dimas, 2025). Rejo farm juga dapat memanfaatkan teknologi informasi untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas, seperti menggunakan sistem monitoring cuaca dan tanah untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya, selain itu, Rejo farm juga dapat mengembangkan program pelatihan dan Pendidikan untuk meningkatkan kemampuan kemampuan petani local dan meningkatkan kesadaran Masyarakat tentang pentingnya pertanian berkelanjutan. Dengan mengembangkan strategi

strategi tersebut, Rejo farm dapat meningkatkan keberlanjutan usaha taninya, meningkatkan pendapatan petani, dan memberikan kontribusi yang lebih besar bagi Masyarakat dan lingkungan.



Gambar 11. Budidaya melon



Gambar 12. Budidaya melon



Gambar 13. Poster mengenai Thirip



Gambar 14. Budidaya ayam kampung dan petelur
Sumber : Rejo farm, 2025

Dampak dari penerapan strategi 3R (Reduce, Reuse, Recycle) dalam pengelolaan limbah sebagai sumber utama usaha tani Rejofarm.



Gambar 15. 3R (Reduce, Reuse, Recycle)

Penerapan strategi 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) di usaha tani rejofarm memberikan dampak nyata terhadap peningkatan efisiensi, keberlanjutan, dan kemandirian pangan masyarakat. Melalui sistem pertanian terpadu, rejofarm mengolah limbah organik dari tanaman, peternakan, dan perikanan menjadi pupuk alami dan pakan ternak, sehingga mampu mengurangi ketergantungan pada bahan kimia dan input eksternal.

Upaya ini tidak hanya menekan biaya produksi, tetapi juga menghasilkan produk turunan bernilai jual yang memperkuat ekonomi lokal. Dari sisi lingkungan, penerapan 3R menciptakan siklus produksi tertutup yang menekan volume limbah dan menjaga kualitas tanah serta air. Secara sosial, konsep pertanian berkelanjutan ini menjadi inspirasi bagi masyarakat dan generasi muda untuk terlibat dalam pengolahan limbah yang produktif dan ramah lingkungan. Dengan demikian, strategi 3R di rejofarm terbukti efektif sebagai model usaha tani mandiri yang mendukung kemandirian pangan sekaligus menjaga keseimbangan ekosistem pertanian. (Dimas, 2025). Adapun beberapa jenis-jenis pupuk yang ada di Rejo Farm Integrated Farming, yaitu:

Dewa tumbuh

Mengandung unsur makro NPK dan Mikro FEZNCUMN dan B mengandung ZPC alami auksin sitokinin hiberlin Alami auksin Sitokinin mengandung asam amino dan agen Hayati aktif manfaat mempercepat pertumbuhan akar, batang, dan daun merangsang pembungaan dan pembuahan meningkatkan Ketahanan pangan tanaman terhadap stres lingkungan.

Dewa Daun

Kaya unsur tinggi dan asam amino mengandung ZPC alami dan mikro organisme dan perangsang daun cepat diserap oleh tanaman dan cocok untuk penyemprotan, mempercepat pembentukan daun baru dan klorofil membuat daun lebih hijau, lebar dan kuat meningkatkan fotosintesis.

Mekar

Kandungan seimbang NPK + Hormon alami untuk memacu Pertumbuhan, diperkaya unsur mikro enzim pemacu enzimatis tanaman jadi untuk mempercepat pembungaan.

Gandem

Untuk memacu Bunga cepat muncul serentak menambah jumlah bakal buah meningkatkan daya serapan P dan K Oleh akar untuk Generatif awal bagus untuk

menambahkan Tanaman buah bisa menyeran unsur P dan K supaya buah menjadi bagus, manis, cakep, warna buah menjadi cerah, dan tidak pecah.

Legit

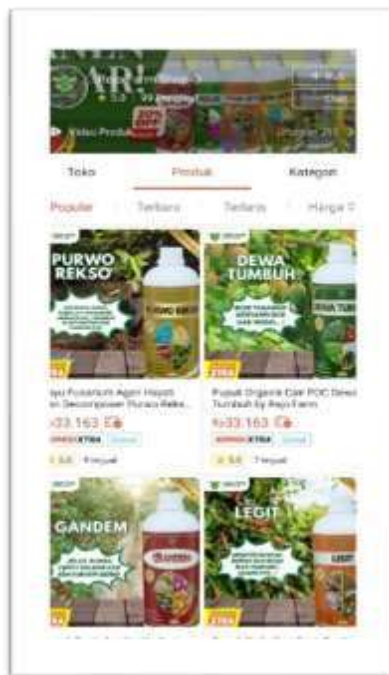
Meningkatkan pembentukan gula pada buah membuat warna buah lebih cerah, memperpanjang daya simpan hasil panen, gejala kekurangan unsur yang dapet diatasi buah hampir kecil karena kekurangan kalium untuk warna dan buah yang pucat itu karena kekurangan ZN dan B bisa memakai pupuk legit.

Memayu NPK cair

Untuk meningkatkan pertumbuhan akar dan daun memperbaiki pembungaan dan pembuahan, segala kekurangan dapat diatasinya, semisal daun pucat dan bunga sedikit itu kekurangan p, buah yang asam dan cepat busuk itu kekurangan kalium juga bis memakai pupuk mamayu.

Purwo rekso

Pupuk ini anti gagal panen dan mengandung 5 trikoderma untuk mengatasi penyakit yang sumbernya dari jamur dan juga basilosubtitis untuk mengatasi kering nya daun yang disebabkan oleh bakteri dan pupuk ini bisa menghilangkan bakteri dan hama.



Gambar 15. Produk POC Rejofarm



Gambar 16. Produk POC Rejofarm
Sumber: <https://s.shopee.co.id/20nGpnOo7U>

Beberapa produk Rejofarm seperti POC yang dapat digunakan secara pribadi maupun dipasarkan, dapat dilihat pada gambar 11. Dan gambar 12. Mereka memanfaatkan platform digital dan e-commerce sebagai media pemasaran maupun pengiklanan, POC ini diproduksi langsung oleh tim Rejofarm dengan beberapa strategi yang digunakan agar dapat menghasilkan produk yang bernilai jual dan berdaya saing. Namun perlu digaris bawahi produk POC ini memiliki kandungan nutrisi yang rendah disbanding dengan pupuk kimia tetapi POC lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan, Pemasaran juga terkendala dengan beberapa petani yang familiar dengan POC ini atau memiliki keraguan tentang efektifitasnya. Ini bisa jadi suatu ancaman bagi Rejofarm agar dapat meyakinkan kepada konsumen dengan adanya POC ini.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi faktor internal dan eksternal yang memengaruhi pengelolaan subsistem usaha tani di RejoFarm dengan menggunakan metode analisis SWOT. Hasil analisis menunjukkan bahwa keunggulan sumber daya alam yang melimpah dan kemitraan yang kuat menjadi kekuatan utama, sementara kelemahan terkait dengan keterbatasan SDM dan teknologi. Dari sisi eksternal, peluang kerja sama dengan

berbagai pihak dan pengembangan produk organik membuka potensi pasar baru, sedangkan ancaman cuaca ekstrem dan hama menjadi tantangan yang perlu diwaspadai. Penerapan strategi 3R (Reduce, Reuse, Recycle) dalam pengelolaan limbah terbukti efektif meningkatkan efisiensi usaha tani, keberlanjutan lingkungan, serta meningkatkan kemandirian pangan masyarakat sekitar. Dengan demikian, model usaha tani terpadu di RejoFarm dapat menjadi contoh pengembangan agribisnis yang inovatif dan berkelanjutan.

Saran

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar pengembangan metode dilakukan dengan lebih memperdalam aspek peningkatan kapasitas SDM melalui pelatihan teknis dan manajerial agar kelemahan sumber daya manusia dapat diminimalisasi. Penelitian juga dapat mengkaji penerapan teknologi pertanian yang lebih modern dan ramah lingkungan untuk meningkatkan produktivitas dan mitigasi risiko iklim. Selain itu, riset lanjutan bisa mengeksplorasi diversifikasi produk dan pengembangan pasar, khususnya dengan memanfaatkan platform digital dan e-commerce untuk memperluas jangkauan pemasaran. Pengembangan RejoFarm di masa mendatang harus didorong dengan memanfaatkan sepenuhnya kekuatan internal berupa sumber daya alam yang melimpah dan sistem pengolahan limbah yang efektif, sejalan dengan menangkap peluang eksternal melalui kemitraan dan permintaan pasar akan produk organik.

Strategi lainnya adalah memperkuat potensi Agro-Eduwisata dan kemitraan strategis. RejoFarm harus mengoptimalkan perannya sebagai destinasi wisata edukasi dengan mengembangkan paket wisata tematik yang menonjolkan keberhasilan implementasi strategi 3R (Reduce, Reuse, Recycle). Keunggulan dalam sistem pengolahan limbah yang menghasilkan pupuk dan pestisida organik harus dijadikan daya tarik utama untuk mempromosikan model pertanian berkelanjutan bagi masyarakat luas. Selain fungsi edukasi, aspek estetika lahan dapat ditingkatkan melalui penanaman bunga *refujia*, yang sekaligus berfungsi sebagai pengendalian hama alami. Perluasan kemitraan dengan lembaga penelitian dan akademisi juga harus diintensifkan, tidak hanya untuk menjamin kualitas komoditas premium seperti melon dan anggur, tetapi juga sebagai sarana transfer teknologi guna mengatasi kelemahan teknologi yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- David, F. R., & David, F. R. (2017). *Strategic management: A competitive advantage approach, concepts and cases* (16th ed.). Pearson.
- Dewi, I. S., & Prasetyo, B. (2022). Strategi Pengembangan Usahatani Nenas Di Kecamatan Tambang Kabupaten Kampar. *Jurnal Agribisnis*, 24(1), 90-102.

- Dewi, S. B. L., Aulia, R. V., & Laily, D. W. (2024). Implementasi pertanian berkelanjutan dengan memanfaatkan limbah pertanian menjadi pupuk organik cair di Desa Musir Lor Kabupaten Nganjuk. *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia*, 4(4), 1067-1076.
- Dimas (2025). *Pernyataan dalam wawancara mengenai pengembangan Rejo Farm sebagai kontribusi nyata untuk pangan di Yogyakarta*. Rejo Farm Press Release, Yogyakarta.
- Dwijatenaya, I. B. M. A., Damayanti, A., & Jainuddin, J. (2021). Pengembangan Usahatani Jagung Pipilan di Kecamatan Muara Badak Kabupaten Kutai Kartanegara: Pendekatan Analisis SWOT. *Agro Bali : Agricultural Journal*, 4(3), 489–500. <https://doi.org/10.37637/ab.v4i3.802>
- Dyson, R. G. (2003). Strategic development and SWOT analysis at the University of Warwick. *European Journal of Operational Research*, 152(3), 631–640. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(03\)00062-6](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00062-6)
- Hasanah, H. (2017). *Teknik-Teknik Observasi (Sebuah Alternatif Metode Pengumpulan Data Kualitatif Ilmu-ilmu Sosial)*. At-Taqaddum, 8(1), 21-30.
- Lase, S. D. Y., Mendrofa, Y., Zalukhu, Y., & Baene, E. (2024). Penerapan Analisis SWOT Dalam Menentukan Strategi Pemasaran Sepeda Motor Honda Tipe Sport Pada PT. Kencana Mulia Abadi I Kota Gunungsitoli. *Jurnal Ekonomi Bisnis, Manajemen dan Akuntansi (Jebma)*, 4(3), 1762-1775.
- Nasution, A. F. (2023). *Metode Penelitian Kualitatif*. Harva Creative.
- Riadi, M. (2020). *Analisis SWOT (Pengertian, Tujuan, Aspek, Kuadran dan Matriks)*. Diakses 27 November 2023, dari <https://www.kajianpustaka.com/2020/09/analisis-SWOT.html>
- Romdona, S., Junista, S. S., & Gunawan, A. (2025). Teknik pengumpulan data: Observasi, wawancara dan kuesioner. *JISOSEPOL: Jurnal Ilmu Sosial Ekonomi dan Politik*, 3(1), 39-47.
- Wheelen, T. L., & Hunger, J. D. (2018). *Strategic management and business policy: Toward global sustainability* (15th ed.). Pearson.

Analisis SWOT terhadap Pengelolaan Padi di Gapoktan Sidomulyo Sleman

Eka Aditya^{1*}, Alyaa Nur Rafi'ah¹, Meida Tri Wardani¹, Abdul Aziz Akhmad¹, Wan Fahira Rahmi¹, Nur Saudah Al Arifa D¹

¹Program Studi Agribisnis, Fakultas Industri Halal, Universitas Nahdlatul Ulama Yogyakarta
Email: aditgaspen@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan menganalisis kondisi internal dan eksternal, serta merumuskan strategi pengembangan pengelolaan padi di Gabungan Kelompok Tani (Gapoktan) Sidomulyo, Sleman. Gapoktan ini menangani masalah daya tawar petani yang rendah terhadap tengkulak. Metode yang digunakan adalah kualitatif deskriptif dengan analisis SWOT untuk mengidentifikasi kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman Gapoktan. Data diperoleh melalui wawancara mendalam, observasi, dan studi literatur dari sumber primer dan sekunder. Analisis menunjukkan Gapoktan Sidomulyo berada pada posisi yang sangat menguntungkan dengan aspek utama, mencakup produktivitas lahan yang tinggi (6-7 ton gabah kering per hektar), keragaman produk beras seperti premium, organik, merah, hitam, dan kelembagaan yang kuat. Namun dibalik semua itu terdapat kelemahan seperti potensi ketergantungan pada dukungan pemerintah dan perlunya peningkatan manajemen administrasi serta keuangan internal. Sedangkan di sisi eksternal peluang besar berasal dari tingginya permintaan komoditas pangan, dukungan kebijakan pemerintah (hibah mesin, penggiling, akses pasar modern) serta kondisi geografis yang sangat mendukung dan ancaman yang meliputi tengkulak yang menguasai pasar dan resiko perubahan iklim secara ekstrim. Strategi yang disarankan adalah untuk menggunakan kekuatan dan untuk memanfaatkan peluang yang ada, yaitu melalui ekspansi vertikal dan horizontal untuk meningkatkan kapasitas produksi dan pengolahan serta memperkuat penetrasi pasar premium dan modern. Selain itu gapoktan perlu meningkatkan finansial dan manajemen internal untuk pertumbuhan yang berkelanjutan.

Kata kunci: Gapoktan Sidomulyo, Analisis SWOT, Padi

Abstract

This study aims to analyze the internal and external conditions, as well as to formulate development strategies for rice management at the Gabungan Kelompok Tani (Gapoktan) Sidomulyo, Sleman. This Gapoktan addresses the issue of farmers' low bargaining power against middlemen. The method used is descriptive qualitative with SWOT analysis to identify the strengths, weaknesses, opportunities, and threats of the Gapoktan. Data were collected through in-depth interviews, observations, and literature studies from primary and secondary sources. The analysis shows that Gapoktan Sidomulyo is in a highly advantageous position with key aspects including high land productivity (6–7 tons of dry unhusked rice per hectare), diversity of rice products such as premium, organic, red, and black rice, and strong institutional capacity. However, there are weaknesses such as potential dependence on government support and the need to improve internal administration and financial management. On the external side, major opportunities arise from high demand for food commodities, supportive government policies (grants of machinery, mills, access to modern markets), and highly favorable geographical conditions, while threats include middlemen domination of the market and risks of extreme climate change. The recommended strategy is to leverage strengths and exploit existing opportunities through vertical and horizontal expansion to increase production and processing capacity as well as strengthen penetration into premium and modern markets. In addition, the Gapoktan needs to enhance financial and internal management for sustainable growth.

Keywords: Gapoktan Sidomulyo, SWOT Analysis, Rice

PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara agraris karena termasuk ke dalam daerah strategis dan kaya akan sumber daya manusia. Indonesia dikenal sebagai negara agraris karena mayoritas penduduk Indonesia bermata pencaharian di bidang pertanian, dengan melimpahnya kekayaan alam, luas wilayah yang mendukung, keberadaan lahan pertanian yang subur, serta iklim yang mendukung menjadikan sektor pertanian di Indonesia memiliki potensi untuk budidaya tanaman. Dengan adanya ketersediaan sumber daya alam yang melimpah menjadikan mayoritas penduduk Indonesia bermata pencaharian sebagai petani (Hutabarat *et al.*, 2025).

Sektor pertanian menjadi salah satu sektor terpenting dalam kehidupan masyarakat Indonesia, khususnya pada usahatani lahan sawah. Hal ini, dikarenakan usahatani pada lahan sawah memiliki banyak dampak positif seperti mengoptimalkan ketahanan pangan, meningkatkan kesejahteraan hidup petani, dan dapat menjaga kelestarian lingkungan. Selain menjadi penyedia kebutuhan dan ketahanan pangan, usahatani lahan sawah juga berperan penting dalam menopang pembangunan ekonomi nasional. Indonesia memiliki keberagaman komoditas yang dapat diterapkan dalam usahatani lahan sawah, salah satunya adalah komoditas tanaman padi (Laila *et al.*, 2025).

Padi merupakan komoditas penghasil beras yang menjadi makanan pokok bagi masyarakat Indonesia. Lebih dari 90% masyarakat Indonesia ketergantungan pada beras, bahkan setengah dari penduduk dunia juga menjadikan beras sebagai makanan pokok (Farida *et al.*, 2024). Komoditas padi ini mempunyai nilai strategis yang tinggi, maka membutuhkan penanganan khusus dalam peningkatan produksi dan produktivitasnya. Upaya penanganan tersebut tidak terlepas dari peran penting pemerintah dalam menyuplai bantuan kepada petani. Adapun cara pemerintah dalam mendukung perkembangan pertanian adalah melalui pembentukan kelembagaan pertanian atau kelompok tani. Dalam peraturan No.273/kpts/OT.160/4/2004 tentang pedoman pembinaan kelembagaan pertanian disebutkan bahwa kelompok tani pada dasarnya adalah organisasi nonformal pedesaan yang dibutuhkan perkembangannya dari petani, oleh petani, dan untuk petani (Riani *et al.*, 2021). Salah satu contoh program kelompok tani yang sudah di akui oleh pemerintah karena mampu meningkatkan efisiensi dan skala ekonomi serta menyejahterakan petani adalah program Gapoktan.

Program gabungan kelompok tani (Gapoktan) merupakan salah satu program pemberdayaan masyarakat petani melalui penguatan kelembagaan. Gapoktan dibentuk

dengan visi untuk menciptakan petani yang mandiri dan berdaya saing, sesuai dengan peraturan menteri pertanian nomor 06 tahun 2015. Konsep pertanian modern tidak hanya mengandalkan sumber daya fisik, seperti lahan atau alat pertanian, tapi juga membutuhkan suatu organisasi yang mampu menggerakkan roda ekonomi pedesaan. Gapoktan adalah kumpulan kelompok tani yang bekerja sama dalam upaya meningkatkan efisiensi dan skala ekonomi. Unit usaha gapoktan meliputi usaha tani, permodalan, penyediaan sarana produksi, pengelolaan keuangan, serta pengembangan usaha tani dari sektor hulu hingga hilir. Selain itu, Gapoktan juga berperan besar dalam meningkatkan posisi tawar petani di pasar. Dengan adanya Gapoktan, petani diharapkan biasa lebih mandiri kedepannya, kreatif, dan dapat berkontribusi pada pembanguana ekonomi sebuah desa maupun daerah secara berkala dan berkelanjutan (Perdana *et al.*, 2025)

Desa Sidomulyo di Kecamatan Gamping, Kabupaten Sleman memiliki potensi besar di sektok pertanian, khususnya pada komoditas padi. Dengan 9 kelompok tani dan satu gabungan kelompok tani (Gapoktan) bernama Gapoktan Sidomulyo. Desa ini berupaya mengatasi permasalahan seperti adanya keresahan para petani yang saat itu tidak memiliki daya tawar atas hasil pertanian mereka. Ketidakberdayaan tersebut menyebabkan harga hasil pertanian sangat dipengaruhi oleh tengkulak, sehingga kesejahteraan petani menjadi kurang optimal. Dengan terbentuknya Gapoktan, diharapkan petani dapat memperkuat posisi tawar dan meningkatkan kesejahteraan petani. Mayoritas penduduk Desa Sidomulyo bekerja sebagai petani, menjadikan sektor pertanian menjadi tulang punggung ekonomi desa. Dengan adanya pengelolaan yang tepat, keberadaan Gapoktan dan kelompok tani mampu memberikan dampak positif terhadap peningkatan pendapatan petani. Dukungan berupa akses modal, ketersediaan sarana produksi, dan pemasaran hasil pertanian menjadi faktor penting dalam mendukung produktivitas dan kesejahteraan petani di Desa Sidomulyo.

Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi faktor-faktor internal dan eksternal dalam Gapoktan Sidomulyo, serta merumuskan strategi pengembangan berdasarkan analisis SWOT yang meliputi kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman. Penelitian ini memberikan gambaran mengenai kondisi kelembagaan Gapoktan dalam mengelola komoditas padi, sehingga dapat menghasilkan rekomendasi strategi yang efektif untuk meningkatkan efisiensi usaha tani, daya saing petani, dan keberlanjutan produksi padi di Desa Sidomulyo. Dengan demikian, penelitian ini turut memberikan kontribusi pada

pengembangan kelembagaan pertanian yang efektif dan efisien terhadap peningkatan kesejahteraan petani dan ketahanan pangan lokal.

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah metode kualitatif deskriptif. Metode penelitian kualitatif deskriptif dipilih untuk menggambarkan secara mendalam kondisi internal dan eksternal Gapoktan Sidomulyo melalui analisis SWOT guna mengidentifikasi kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman yang dihadapi. Penelitian ini dilaksanakan di Gapoktan Sidomulyo yang terletak di Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Lokasi ini dipilih karena Gapoktan Sidomulyo merupakan gabungan kelompok tani yang telah sukses mengelola komoditas padi secara signifikan.

Berdasarkan sumbernya, data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer dan sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh melalui observasi dan wawancara secara mendalam dengan melakukan komunikasi dua arah untuk memperoleh data dari narasumber yaitu Ketua Gapoktan Sidomulyo, Bapak R. Bangun. Wawancara yang dilakukan terhadap narasumber Gapoktan bertujuan untuk menggali informasi mengenai empat komponen SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Treats*). Data sekunder yang dibutuhkan diperoleh melalui literatur yang relevan seperti buku, jurnal penelitian, skripsi, dan berbagai karya ilmiah lainnya. Selain itu, juga diperoleh dari lembaga yang berhubungan dengan penelitian ini seperti dinas pertanian, BPP (Badan Penyuluhan Pertanian), dan BPS (Badan Pusat Statistik). Pengumpulan data dilakukan secara triangulasi untuk meningkatkan validasi data dengan memanfaatkan teknik wawancara, observasi, dan studi literatur (Farida *et al.*, 2024).

Analisis data yang digunakan yaitu analisis SWOT. Menurut Rangkuti (2008), analisis SWOT merupakan teknik mengidentifikasi berbagai faktor secara sistematis dalam merumuskan strategi perusahaan. Strategi yang digunakan untuk menganalisis meliputi kekuatan (*strenghts*), kelemahan (*weaknesses*), peluang (*opportunities*), dan ancaman (*threats*) (Mashuri & Nurjannah, 2020). Analisis ini dapat mengidentifikasi faktor-faktor internal dan eksternal yang mempengaruhi keberhasilan atau kegagalan suatu perusahaan. Dalam konteks ini, analisis SWOT dapat membantu memahami bagaimana potensi dan permasalahan di Gapoktan Sidomulyo.

Dalam penelitian ini matriks IFAS disusun untuk merumuskan faktor internal dan disajikan dalam bentuk tabel yang mencakup faktor internal berupa kekuatan (*strenghts*) dan kelemahan (*weaknesses*), bobot, rating, serta skor untuk masing-masing

faktor. Begitu pula dengan matriks EFAS disusun untuk merumuskan faktor eksternal dan disajikan dalam bentuk tabel yang mencakup faktor internal berupa peluang (*opportunities*) dan ancaman (*threats*), bobot, rating, serta skor untuk masing-masing faktor (Ikhlas *et al.*, 2025).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menurut peraturan Menteri Pertanian Nomor : 273/Kpts/ot.160/4/2007 tentang pedoman pembinaan kelembagaan petani, Gapoktan adalah kumpulan beberapa kelompok tani yang bergabung dan bekerja sama untuk memajukan skala ekonomi dan efisiensi usaha. Adanya Gapoktan, kelompok tani dapat lebih berdaya guna dan berhasil guna, dan menyediakan sarana produksi pertanian, peningkatan, permodalan, atau perluasan usaha tani untuk para petani dan kelompok tani dari sektor hulu dan hilir, serta peningkatan kerjasama dan pemasaran produk (Rosidin *et al.*, 2022).

Gapoktan Sidomulyo berdiri pada tanggal 15 Maret 2008, beralamat di Gancangan VII, Desa Sidomulyo, Kecamatan Godean, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Gapoktan ini dibentuk sebagai respons atas keresahan petani yang tidak memiliki daya tawar atas hasil pertanian, sehingga harga hasil pertanian sering dikendalikan oleh tengkulak dan petani mengalami ketidakmakmuran. Gapoktan Sidomulyo menaungi 9 kelompok tani dengan anggota sebanyak 604 petani yang mengelola luas lahan 150 hektar. Gapoktan ini berhasil memproduksi padi sekitar 250-300 ton per hektar, yang terdiri dari beras premium, beras organik, beras hitam, beras merah, dan beberapa jenis beras lainnya.

Gapoktan Sidomulyo menyumbang sekitar 0,097%–0,116% dari total produksi beras di Yogyakarta yang mencapai 258,04 ribu ton pada tahun 2024. Dari lahan 150 hektar yang dikelola, para petani dapat menghasilkan 6-7 ton gabah kering per hektar. Keberhasilan ini didukung oleh letak geografis pada ketinggian 144 mdpl, dengan suhu udara berkisar antara 22°C hingga 32°C dan curah hujan rata-rata 16,2 mm dengan frekuensi hujan sekitar 20 hari per bulan. Selain faktor geografis, kondisi tanah yang sebagian berupa regosol (debu berpasir) dengan pH 5,7–6,5 sangat mendukung pertanian. Faktor kelembagaan, seperti pemanfaatan alat dan mesin pertanian (alsintan) serta modal usaha, juga berperan vital dalam pencapaian tersebut.

Gapoktan sidomulyo awalnya merupakan gabungan kelompok tani pada umumnya, namun mereka dapat bertansformasi karena adanya faktor dukungan dari pemerintah pada awal berkembang gapoktan sidomulyo mendapatkan hibah berupa mesin

penggiling yang dapat mendongkrak kinerja Gapoktan untuk dapat memproduksi beras dengan *brand* Gapoktan sendiri. Selain itu, pemerintah juga memberi ruang kepada Gapoktan agar bisa menyuplai kepada market modern yang ada di Kota Yogyakarta dengan dukungan dari pemerintah, karena pemerintah mampu melihat progres Gapoktan Sidomulyo yang berorientasi pada kesejahteraan bersama yang terkandung dalam program kerja Gapoktan Sidomulyo. Program kerja Gapoktan Sidomulyo meliputi: Peningkatan SDM pengurus dan pengelolaan unit usaha Gapoktan Sidomulyo, peningkatan manajemen administrasi dan keuangan, penerapan pengelolaan usaha lembaga keuangan mikro agribisnis, pemupukan modal dari anggota, peningkatan cadangan pangan dengan pelaksanaan Perdes Ketahanan Pangan Desa Sidomulyo, peningkatan omset usaha distribusi pangan, peningkatan pelayanan kebutuhan anggota (saprodi, jasa pelayanan, dll), menjalin kerjasama dengan gapoktan lain, Pendampingan dari instansi terkait.

Program-program tersebut dapat diketahui bahwa Gapoktan Sidomulyo senantiasa ingin meningkatkan peran kelembagaannya yang diharapkan mampu memberikan dampak nyata bagi petani. Selain peningkatan kelembagaan, Gapoktan juga meningkatkan pelayanan kepada petani melalui pendampingan pendampingan strategis. Selain itu, Gapoktan melakukan perluasan skala usaha dan jaringan usaha melalui kerjasama dengan gapoktan lain agar mampu meningkatkan skala produksi.

Analisis SWOT

Analisis SWOT pada Gapoktan sidomulyo digunakan untuk mengidentifikasi variabel yang berhubungan dengan perusahaan atau organisasi, dalam hal ini Variabel yang berhubungan dengan Gapoktan sidomulyo baik variabel yang mendukung, kekurangan maupun peluang yang akan didapatkan dalam bentuk deskriptif dan penjelasan dengan kalimat. Dalam variabel ini terbagi menjadi 2 yaitu, eksternal dan internal. Variabel internal adalah variabel yang berasal dari dalam Gapoktan seperti kelebihan dan kekurangan yang dimiliki oleh Gapoktan. Sedangkan variabel eksternal adalah variabel yang bersal dari luar Gapoktan seperti, Ancaman dan Peluang yang ada di sekitar.

Faktor Internal

Analisis faktor internal merupakan penilaian yang mendalam mengenai sumber daya, kemampuan, dan karakteristik dari organisasi Gapoktan Sidomulyo yang dapat dikelola secara langsung. Proses ini sangat penting untuk mengetahui Kekuatan (*Strengths*) yang menjadi keunggulan kompetitif serta Kelemahan (*Weaknesses*) yang perlu diatasi demi memastikan keberlangsungan dan efisiensi dalam pengelolaan padi.

a. Kekuatan (*Strengths*)

Kekuatan utama Gapoktan Sidomulyo bersumber dari keistimewaan produktivitas lahan, yang didorong oleh kondisi agroklimat yang sangat mendukung, menghasilkan beragam produk beras premium yang memiliki nilai jual tinggi. Keberhasilan dalam memproduksi padi sekitar 250-300 ton per hektar dengan hasil gabah kering sekitar 6-7 ton per hektar menunjukkan tingkat efisiensi teknis yang sangat baik, melebihi rata-rata yang berlaku secara nasional. Keunggulan ini diperkuat oleh posisi geografis yang cocok pada ketinggian 144 mdpl serta karakteristik tanah regosol dengan pH antara 5,7 hingga 6,5, yang sangat cocok untuk budidaya padi. Lebih dari sekadar memperhatikan kuantitas, keragaman produk yang mencakup beras premium, organik, serta varietas hitam dan merah menawarkan keunggulan pasar yang signifikan sekaligus memperluas basis konsumen.

Kemampuan kelembagaan yang terstruktur dengan baik, stabil, dan berfokus pada kesejahteraan bersama menjadi fondasi yang kuat bagi organisasi Gapoktan. Gapoktan ini didirikan pada 15 Maret 2008, dan telah berhasil mengelola 9 kelompok tani dengan total anggota mencapai 604, mencerminkan mobilitas yang tinggi. Keberadaan organisasi ini sangat penting, mengingat konsep pertanian modern memerlukan struktur yang dapat menggerakkan ekonomi di pedesaan. Dengan adanya program kerja yang berfokus pada peningkatan sumber daya manusia pengurus, pengelolaan unit usaha, dan peningkatan modal dari anggota, ini menunjukkan kematangan kelembagaan dalam mencapai tujuan yang diinginkan bersama.

Ketersediaan alat produksi dan infrastruktur pengolahan akhir, yang sebagian besar didanai oleh pemerintah, memperkuat pengawasan Gapoktan terhadap rantai nilai. Transformasi Gapoktan Sidomulyo menjadi entitas yang mampu bersaing dipacu oleh bantuan mesin penggiling dari pemerintah, sehingga mereka dapat memproduksi beras dengan merek Gapoktan sendiri. Kontrol ini diperkuat oleh unit usaha Gapoktan yang mencakup penyediaan alat produksi, pembiayaan, dan pengelolaan keuangan dari hulu hingga hilir. Unsur Alsintan (alat dan mesin pertanian) serta modal dalam pertanian ini diakui sebagai sangat penting untuk mencapai hasil produksi yang tinggi

Gapoktan Sidomulyo berhasil meraih kesempatan di pasar modern dan memperkuat posisi tawar petani (*bargaining position*), yang menjadi suatu keunggulan pasar yang tidak mudah ditiru oleh petani individu. Dukungan dari pemerintah dalam memberikan kesempatan bagi Gapoktan untuk menyediakan produk ke pasar modern di Yogyakarta merupakan pengakuan atas kemajuan Gapoktan yang berfokus pada

kesejahteraan bersama. Melalui Gapoktan, diharapkan petani dapat lebih mandiri, inovatif, dan berkontribusi pada pembangunan ekonomi daerah yang berkelanjutan, salah satunya dengan meningkatkan daya tawar mereka di pasar.

b. Kelemahan (*Weaknesses*)

Kelemahan utama yang harus diperhatikan adalah kemungkinan ketergantungan strategis dan operasional pada dukungan dari luar, terutama saat pengembangan masih dalam tahap awal, yang dapat mengganggu kemandirian di masa depan. Meskipun dukungan hibah untuk mesin penggiling pada fase pengembangan awal memiliki dampak yang signifikan, ketergantungan ini dapat menjadi risiko jika ada perubahan atau pengurangan dalam dukungan anggaran atau kebijakan dari pemerintah. Oleh karena itu, penting bagi strategi lembaga yang matang untuk memastikan bahwa unit bisnis seperti LKM-A dapat mencapai kemandirian finansial dan bahwa modal Gapoktan bisa terakumulasi secara berkelanjutan melalui kontribusi dari anggotanya.

Adanya penekanan dalam program kerja pada "Peningkatan manajemen administrasi dan keuangan menunjukkan masih terdapat kekurangan dalam kemampuan teknis pengurus yang memerlukan penanganan lebih lanjut. Meskipun program telah ada, fakta bahwa manajemen administrasi dan keuangan Gapoktan masih perlu ditingkatkan menunjukkan bahwa sistem internal, seperti akuntansi dan pelaporan, belum sepenuhnya berfungsi dengan baik atau cukup memadai untuk mengelola usaha yang berkembang semakin besar. Kelemahan ini dapat menghalangi tercapainya transparansi dan akuntabilitas Gapoktan, terutama ketika berkaitan dengan pengelolaan modal (Kurniawan, 2021).

Walaupun Gapoktan memiliki skala ekonomi yang kuat di level lokal, kontribusinya terhadap total produksi regional masih terbilang kecil, sehingga dampak makroekonominya terbatas. Gapoktan Sidomulyo hanya memberikan kontribusi sekitar 0,097%-0,116% dari total produksi beras di DI Yogyakarta, yang diperkirakan mencapai 258,04 ribu ton pada tahun 2024. Keterbatasan tersebut menekan kemampuan Gapoktan untuk melakukan ekspansi pasar yang lebih aktif atau memengaruhi kebijakan harga di tingkat provinsi, oleh karena itu, perluasan skala usaha seharusnya menjadi fokus utama.

Faktor Eksternal

Faktor eksternal elemen penting untuk menganalisis swot yang mencerminkan keadaan luar organisasi yang secara tidak langsung mempengaruhi kinerja dan perkembangan Gapoktan Sidomulyo. Fakto-faktor ini meliputi *opportunity* yang digunakan

untuk memperkuat daya saing dan *threats* yang Harus diantisipasi supaya tidak menghambat keberlanjutan Gapoktan Sidomulyo. Analisis ini menggambarkan dinamika eksternal yang berpengaruh terhadap kebijakan, strategi, dan perkembangan Gapoktan Sidomulyo.

a. Peluang (*Opportunity*)

Peluang untuk Gapoktan Sidomulyo dari dukungan struktural, kebijakan pemerintah, kondisi geografis, hingga potensi pasar yang luas. komoditas padi menjadi penghasil utama Gapoktan memiliki nilai strategis yang tinggi karena menjadi sumber bahan pangan masyarakat Indonesia (Ali *et al.*, 2024). Permintaan beras selalu stabil dan berkelanjutan, sehingga menciptakan peluang yang menjanjikan bagi gapoktan. Situasi ini memperkuat gapoktan sebagai lembaga yang berperan penting untuk mendukung ketahanan pangan dan membuka peluang usaha berbasis pertanian. Selain itu, pemerintah juga mendukung gapoktan hal ini juga menjadi peluang yang besar. Dukungan pemerintah dengan Gapoktan berupa bantuan alat dan mesin pertanian, hibah mesin penggiling padi, pelatihan teknis, serta pembinaan lembaga. Akses terhadap program pendampingan, permodalan, dan penyuluhan pertanian memberikan keuntungan bagi Gapoktan.

Faktor lain yang menjadi peluang Gapoktan Sidomulyo adalah kondisi geografisnya berada disekitar 144 mdpl dengan jenis tanah regosol dan cuah hujan yang cukup sangat sesuai untuk budidaya padi. Dengan kondisi alam yang mendukung menjadikan Gapoktan Sidomulyo memiliki potensi yang sangat tinggi untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi beras dan pertanian ramah lingkungan.

Selain dukungan dari pemerintah dan kondisi geografis, peluang besar juga muncul dari sisi kerjasama dengan lembaga keuangan, lembaga alsintan, dan Gapoktan lain. Kolaborasi semacam juga memungkinkan Gapoktan Sidomulyo melakukan ekspansi lebih jauh serta efisiensi dalam melakukan kegiatan usaha tani. Kerja sama dengan lembaga keuangan mikro juga dapat memberikan suntikan dan untuk modal bagi petani serta memberikan pelajaran tentang tata kelola keuangan lebih lanjut bagi Gapoktan Sidomulyo.

Peluang lainnya terletak pada kemampuan mengakses pasar modern dan pasar luar pulau Jawa. Melalui dukungan dan akses dari pemerintah sangatlah mudah bagi Gapoktan Sidomulyo untuk mengakses pasar tersebut. mengingat beras yang dihasilkan gapoktan sidomulyo juga memiliki kualitas yang tinggi. Disisi lain pasar luar pulau Jawa juga masih terbuka lebar seperti pada daerah Kalimantan dan Sulawesi.

b. Ancaman (*Threats*)

Ancaman struktural dari dominasi tengkulak menjadi risiko pasar yang dapat mengikis kesejahteraan petani jika kelembagaan Gapoktan melemah. Latar belakang berdirinya Gapoktan dilandasi keresahan petani yang tidak memiliki daya tawar dan harga hasil pertanian dipegang oleh tengkulak, menyebabkan petani kurang makmur. Ancaman ini membuat Gapoktan untuk secara terus-menerus meningkatkan efisiensi operasional dan memperkuat posisi tawar di pasar, sehingga harga jual tetap tinggi.

Faktor resiko lingkungan seperti perubahan iklim dan cuaca merupakan ancaman yang tidak bisa dikontrol dan berpotensi menyebabkan kerugian besar. Meskipun kondisi agroklimat saat ini mendukung, perubahan pola curah hujan yang tidak menentu, potensi kekeringan, atau banjir dapat mengganggu siklus tanam padi dan menyebabkan gagal panen.

Ancaman jangka panjang terhadap sumber daya dan regenerasi petani dapat memperlambat kelanjutan pertanian di wilayah Sleman . Walaupun Indonesia disebut negara agraris karena kekayaan alam dan mayoritas penduduknya pekerjaannya pertanian, potensi alih fungsi lahan yang subur dan kurangnya minat generasi muda untuk meneruskan profesi sebagai petani merupakan ancaman nyata. Gapoktan harus merumuskan strategi yang tidak hanya berfokus pada produksi, tetapi juga pada pengembangan SDM dan menarik investasi generasi muda ke sektor bisnis pertanian.

Matriks Analisis SWOT

Matriks Faktor Internal (IFAS) Gapoktan Sidomulyo dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Matriks (IFAS)

Faktor Internal	Bobot	Rating	Skor	Keterangan
Kekuatan (S)				
Produksi Beragam dan Tinggi	0.25	4	1	Sangat Unggul di pasar.
Kelembagaan Kuat dan Terorganisir	0.2	3	0.6	Sudah teruji dan memiliki program kerja jelas.
Dukungan Sarana dan Modal Usaha	0.15	3	0.45	Memiliki alsintan dan unit usaha yang mendukung.
Akses Pasar Modern	0.1	3	0.3	Memanfaatkan peluang pasar yang lebih baik.
Kualitas Lahan dan Geografis Mendukung	0.05	4	0.2	Keunggulan lokasi alami.
Kelemahan (W)				

Faktor Internal	Bobot	Rating	Skor	Keterangan
Ketergantungan pada Dukungan Pemerintah Awal	0.1	-2	-0.2	Perlu kemandirian lebih lanjut.
Potensi Keterbatasan SDM dan Manajemen	0.1	-1	-0.1	Sudah ada program pelatihan, namun perlu ditingkatkan.
Skala Produksi Relatif Kecil Dibanding Total Regional	0.05	-2	-0.1	Perluasan skala masih menjadi tantangan.
TOTAL SKOR IFAS (S-W)	1		2.15	
Nilai S – W			+1.95	(Total Skor S (2.55) – Total Skor W (0.40))

Matriks Faktor Eksternal (EFAS) Gapoktan sidomulyo dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Matriks (EFAS)

Faktor Eksternal	Bobot	Rating	Skor	Keterangan
Peluang (O)				
Dukungan Kebijakan Pemerintah	0.2	4	0.8	Program Gapoktan didukung kuat oleh pemerintah.
Permintaan Komoditas Pangan Strategis Tinggi	0.25	4	1	Pasar sangat luas dan stabil.
Potensi Pengembangan Jaringan Usaha dan Kerjasama	0.15	3	0.45	Adanya inisiatif kerjasama dengan Gapoktan lain.
Tren Pertanian Modern dan Kebutuhan Organisasi Desa	0.1	3	0.3	Gapoktan berperan penting dalam menopang ekonomi desa.
Ancaman (T)				
Dominasi Tengkulak di Masa Lalu	0.15	-2	-0.3	Ancaman masih ada, namun sudah diatasi dengan Gapoktan.
Perubahan Iklim/Cuaca Ekstrem	0.1	-3	-0.3	Berdampak besar pada pertanian.
Ketersediaan Lahan dan Tenaga Kerja Pertanian	0.05	-2	-0.1	Ancaman jangka panjang yang perlu diantisipasi.
TOTAL SKOR EFAS (O-T)	1		2.85	
Nilai O – T			+2.15	(Total Skor O (2.55) – Total Skor T (0.70))

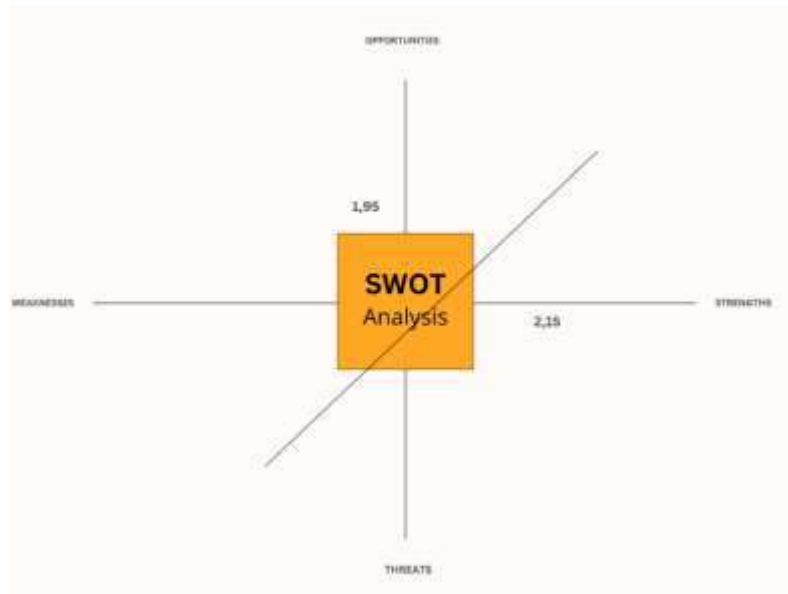
Analisis Posisi Strategis

Hasil Perhitungan:

Total Skor IFAS (Internal): 1.95

Total Skor EFAS (Eksternal): 2.15

Interpretasi dalam bentuk diagram



Gambar 1. Diagram Analisis SWOT

Hasil analisa pada matrik IFAS dan EFAS diperoleh Koordinat (1,95, 2,15.) koordinat ini masuk dalam diagram I yaitu strategi SO (*Strengths-Opportunities*). Strategi ini didapatkan karena hasil yang diberikan diatas rata-rata, atau nilai dari IE bernilai positif. Starategi ini dilakukan dengan cara menggunakan kekuatan internal untuk memanfaatkan peluang eksternal yang sedang terjadi, sehingga strategi yang dilakukan bersifat agresif atau ofensif.

Analisis Posisi Kuadran Strategi

Analisis kualitatif dari matriks evaluasi faktor internal (IFAS) dan Eksternal (EFAS) ditempatkan gapoktan Sidomulyo pada titik (+1.95 ; +2.215), yang berada di kuadran I dalam diagram Matriks Internal-Eksternal. Nilai sumbu x (Internal) sebesar +1.95 menunjukkan kekuatan internal (produktivitas tinggi, diversifikasi produk, dan kelembagaan terorganisir) jauh lebih dominan dibandingkan kelemahan internal. Sementara itu nilai sumbu Y (Eksternal) sebesar +2.15 menegaskan bahwa peluang eksternal (permintaan yang tinggi dan dukungan pemerintah) Jauh lebih besar dibandingkan eksternal. posisi kuadran I mengindikasikan gapoktan Sidomulyo berada dalam kondisi menguntungkan dan ideal, dimana organisasi memiliki sumber daya dan kapabilitas yang memadai untuk memanfaatkan setiap kesempatan yang ditawarkan oleh lingkungan. strategi paling tepat dan dianjurkan adalah strategi agresif (S-O / *Strength - Opportunity*).

Implementasi Strategi Agresif (S-O)

Strategi Agresif (S-O) mengharuskan Gapoktan Sidomulyo untuk menggunakan semua kekuatan yang dimiliki agar bisa mengambil dan memanfaatkan kesempatan di luar untuk mencapai pertumbuhan yang pesat. Strategi pertama adalah memperluas kegiatan secara vertikal dan horizontal dalam produksi dan pengolahan. Gapoktan sebaiknya segera menggunakan kembali keuntungan untuk meningkatkan kapasitas lahan dan memperbaiki mesin untuk pengolahan hasil panen, mengingat bahwa hasil kerja mereka sudah sangat baik (S1) dan permintaan pasar untuk makanan sangat tinggi. Dengan meningkatkan skala ini, Gapoktan bisa mengatasi masalah kontribusi mereka yang masih kecil terhadap total produksi dalam daerah, sekaligus meningkatkan rantai pasokan mereka di bagian hilir.

Strategi kedua adalah memperkuat masuknya produk ke pasar premium dan modern. Gapoktan harus memanfaatkan kelebihan dari variasi produk premium, seperti beras organik dan beras hitam, serta akses pasar modern yang sudah ada untuk memperluas jaringan kerjasama yang lebih besar, sesuai dengan rencana kerja mereka. Strategi ini mencakup menjalin kontrak pasokan jangka panjang dengan toko-toko modern, hotel, atau rumah sakit, sekaligus memanfaatkan dukungan dari kebijakan pemerintah untuk mendapatkan sertifikat kualitas dan branding yang lebih baik, sehingga produk mereka bisa jadi pemimpin pasar di segmen premium.

Selanjutnya, Gapoktan harus secara aktif menangani kelemahan internal dengan memanfaatkan kekuatan dan peluang yang tersedia. Untuk mengatasi masalah dalam sumber daya manusia dan manajemen, serta kemungkinan ketergantungan terhadap dukungan awal, Gapoktan perlu menggunakan dukungan lembaga yang kuat untuk memperkuat Unit Usaha LKM-A. Dana yang diperoleh dari unit usaha tersebut sebaiknya dialokasikan untuk mendanai pelatihan manajemen keuangan dan administrasi bagi pengurus secara mandiri, sehingga kebutuhan akan hibah dari luar dapat berkurang. Dengan cara ini, Gapoktan tidak hanya berkembang dari segi produksi, tetapi juga menjadi organisasi yang mandiri, berkelanjutan, dan profesional yang mampu menghadapi ancaman seperti dominasi tengkulak melalui posisi tawar yang lebih kuat.

Tabel 3. Strategi SWOT Gapoktan Sidomulyo

IFAS EFAS	Strenght (Kekuatan)	Weaknesses (Kelemahan)
<i>Opportunity</i> (Peluang)	1. Ekspansi Pasar Premium: Memanfaatkan diversifikasi produk (S1) dan akses pasar modern (S4) untuk mendominasi pasar premium, didorong oleh permintaan tinggi (O1). 2. Peningkatan Skala Usaha Kolektif: Menggunakan kelembagaan kuat (S2) untuk menjalin kerjasama dengan Gapoktan lain (O3) guna meningkatkan volume suplai dan efisiensi skala ekonomi.	1. Peningkatan SDM dengan Dukungan Eksternal: Memanfaatkan pendampingan intansi terkait (O2) untuk mengatasi kelemahan manajemen (W2) melalui program pelatihan dan sertifikasi Gapoktan. 2. Mencapai Swasembada Modal: Menggunakan peluang kerjasama (O3) dan unit usaha (S3) untuk memperkuat LKM-A, mengurangi ketergantungan dukungan awal (W1).
<i>Threats</i> (Ancaman)	1. Penguatan Posisi Tawar: Menggunakan akses pasar modern (S4) dan kelembagaan terorganisir (S2) untuk melindungi harga jual petani dari ancaman tengkulak (T1). 2. Regenerasi Berbasis Daya Tarik: Memanfaatkan produktivitas dan unit usaha yang menghasilkan (S1, S3) sebagai daya tarik untuk menarik generasi muda, melawan ancaman regenerasi petani (T3).	1. Mitigasi Risiko Terstruktur: Mengatasi kelemahan manajemen (W2) dengan menyusun rencana manajemen risiko (termasuk teknologi adaptif) untuk menghadapi perubahan iklim (T2). 2. Fokus Peningkatan Skala: Mengatasi skala produksi kecil (W3) dengan fokus pada program pemupukan modal (W2) untuk mencapai skala ekonomi yang lebih besar, memperkuat daya tahan terhadap ancaman tengkulak (T1).

Secara keseluruhan, Gapoktan Sidomulyo berada pada tahap pertumbuhan. Langkah strategis yang harus diambil adalah melakukan investasi besar dan mempercepat ekspansi. Gapoktan perlu aktif mencari mitra kerja baru, baik dari Gapoktan lainnya maupun dari investor swasta, untuk mendukung ekspansi skala besar. Kegagalan untuk segera memanfaatkan peluang besar ini akan berisiko membuat Gapoktan kehilangan momentum, sehingga memberikan kesempatan bagi pesaing lain atau ancaman pasar untuk mengambil alih posisi pasar yang seharusnya Gapoktan miliki.

KESIMPULAN DAN SARAN

Indonesia memiliki keberagaman komoditas yang dapat diterapkan dalam usahatani lahan sawah, salah satunya adalah komoditas tanaman padi. Adapun upaya

pemerintah dalam menyokong pengembangan sektor pertanian melalui pembentukan kelembagaan pertanian, seperti kelompok tani. Program Gabungan Kelompok Tani (Gapoktan) merupakan inisiatif pemberdayaan petani yang efektif dalam meningkatkan efisiensi produksi, skala ekonomi, dan kesejahteraan petani.

Gapoktan Sidomulyo, berdiri sejak 2008, potensi signifikan dalam sektor pertanian Indonesia, khususnya dalam pengelolaan komoditas padi. Dengan memanfaatkan dukungan pemerintah berupa hibah dan pelatihan, serta kondisi geografis yang kondusif. Gapoktan ini mampu menghasilkan beras premium dan memperluas akses pasar, termasuk pasar modern. Namun, tantangan ketergantungan pada dukungan eksternal dan kebutuhan peningkatan manajemen internal masih perlu diatasi.

Analisis SWOT menunjukkan bahwa Gapoktan memiliki kekuatan yang cukup untuk memanfaatkan peluang yang ada, mendukung strategi agresif untuk pertumbuhan yang berkelanjutan. Adalah penting bagi organisasi ini untuk memperkuat aspeknya agar dapat meningkatkan kemandirian finansial dan memperluas kontribusi terhadap ketahanan pangan nasional. Dengan investasi yang tepat dan kerjasama strategis, Gapoktan Sidomulyo diharapkan dapat berperan lebih besar dalam meningkatkan produksi pertanian serta memperkuat posisi tawar petani di pasar.

Sebagai saran, Gapoktan Sidomulyo telah menjadi salah satu gapoktan yang memiliki potensi berkembang lebih baik dengan segala faktor pendukung baik dari lingkungan maupun pemerintah. Dengan memanfaatkan faktor pendukung yang ada, diharapkan memanfaatkannya dengan sebaik mungkin, hal ini untuk meminimalisir atau bahkan menghindarkan dari dampak negatif yang diakibatkan oleh adanya faktor internal dan faktor eksternal, serta dengan adanya bantuan atau kemudahan yang ada sekarang, Gapoktan Sidomulyo diharapkan tidak terlena dan terus berkembang lebih baik kedepan, dengan selalu melihat peluang dan kemungkinan tantangan yang akan dihadapi pada masa yang akan datang. Perlunya menyiapkan manajemen risiko dan rencana operasional untuk jangka waktu tertentu sehingga Gapoktan tetap eksis dan memberikan banyak manfaat serta kontribusi baik bagi Sumber Daya Manusia, lingkungan maupun sektor pasar.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, D. W., Halid, A., & Boekoesoe, Y. (2024). Strategi Pengembangan Kelembagaan Kelompok Tani Pada Usahatani Jagung Hibrida di Kecamatan Wonosari Kabupaten Boalemo. *AGRINESIA: Jurnal Ilmiah Agribisnis*, 263–272. <https://doi.org/10.37046/agr.v0i0.24991>

- Farida, F., Hamzens, W. P., & Nurmedika, N. (2024). Strategi pengembangan kelompok tani dalam mendukung produktivitas usahatani padi sawah di Desa Mayasari Kecamatan Pamona Selatan Kabupaten Poso. *Agrotekbis: Jurnal Ilmu Pertanian (e-journal)*, 12(6), 1613-1623. <https://doi.org/10.22487/agrotekbis.v...>
- Hutabarat, S. Y., Sriati, S., & Oktarina, S. (2025). Peran gapoktan dengan produksi dan pendapatan usaha tani padi di Desa Telang Sari Kabupaten Banyuasin. *JAS (Jurnal Agri Sains)*, 9(1), 158-174.
- Ikhlas, H. H., Cahyono, E. H., & Windari, S. (2025). Optimalisasi pengembangan pertanian padi di Kabupaten Jember: pendekatan kolaboratif triple helix dengan metode swot untuk ketahanan pangan berkelanjutan. *Jurnal Agristan*, 7(1), 116-129. <https://doi.org/10.37058/agristan.v7i1.14017>
- Kurniawan, H. M. (2021). Strategi Pengembangan Usaha Gapoktan Sari Agung Di Desa Sedahayan Jaya Kecamatan Sukadana. *Jurnal Equilibrium Manajemen Fakultas Ekonomi Universitas Panca Bhakti*, 4(1), 9-22. Diambil dari <https://jurnal.upb.ac.id/index.php/equalibrium/article/view/150>
- Laila, W., Mafaaza, N., Ramdhani, K. A., Ermawan, A. B., & Aliudin, A. (2025). Strategi Meningkatkan Hasil Produksi Padi Sawah untuk Kesejahteraan dan Perekonomian Masyarakat Desa di Banten. *Botani: Publikasi Ilmu Tanaman dan Agribisnis*, 2(2), 219-229. <https://doi.org/10.62951/botani.v2i2.349>
- Mashuri, M., & Nurjannah, D. (2020). Analisis SWOT sebagai strategi meningkatkan daya saing. *JPS (Jurnal Perbankan Syariah)*, 1(1), 97-112. <https://doi.org/10.46367/jps.v1i1.205>
- Perdana, W., Wahab & Jum'an. (2025). Peran gabungan kelompok tani (gapoktan) dalam meningkatkan pendapatan hasil pertanian kelompok tani menurut perspektif ekonom pembangunan islam (studi kasus di Desa Matang Danau Kecamatan Paloh Kabupaten Sambas). *Halalan Thayyiban: Jurnal Kajian Manajemen Halal dan Pariwisata Syariah (Journal of Halal Management, Sharia Tourism and Hospitality Studies)*, 9(1), 13-23.
- Riani, R., Zuriani, Z., Zahara, H., & Hafizin, H. (2021). Fungsi kelompok tani pada usaha tani padi sawah di Gampong Uteun Bunta Kecamatan Peusangan Kabupaten Bireuen. *AgriFo: Jurnal Agribisnis Universitas Malikussaleh*, 6(1), 23-30. <https://doi.org/10.29103/ag.v6i1.4941>
- Rosidin, M., Sumpena, D., & Aliyudin. (2022). Gabungan kelompok tani (gapoktan) memiliki peran dalam memajukan ekonomi masyarakat. *Tamkin: Jurnal Pengembangan Masyarakat Islam*, 7(1), 75-92.

Analisis Nilai Tambah Pisang Cavendish dalam Mendukung Program Makan Bergizi Gratis (MBG)

Khoirul Hidayat^{1*}, M. Fuad Fauzul Mu'tamar¹, Millatul Ulya¹, M. Yaskun², M. Adhi Prasnowo³

¹Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo Madura

²Program Studi Manajemen, Fakultas Ekonomi, Universitas Islam Lamongan

³Program Studi Kewirausahaan, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Maarif Hasyim Latif

Email: irul_ie@yahoo.co.id

Abstrak

Program Makan Bergizi Gratis (MBG) merupakan salah satu strategi pemerintah dalam meningkatkan kualitas gizi anak sekolah melalui penyediaan makanan bernutrisi yang mudah diakses. Salah satu komoditas yang memenuhi karakteristik tersebut adalah pisang Cavendish (*Musa paradisiaca* var. *Sapientum*). Pisang Cavendish menjadi salah satu komoditas hortikultura potensial untuk mendukung keberlanjutan program MBG karena memiliki kandungan gizi yang baik, produksi yang relatif stabil. Pisang Cavendish memiliki nilai nutrisi yang sangat baik untuk konsumsi anak sekolah. Kandungan karbohidrat kompleks berfungsi sebagai sumber energi berkelanjutan, vitamin B6 berperan dalam metabolisme dan perkembangan sistem saraf, vitamin C berfungsi sebagai antioksidan, serat pangan membantu kesehatan pencernaan, serta kalium mendukung keseimbangan elektrolit dan fungsi otot. Dengan karakteristik tersebut, pisang Cavendish dikenal sebagai salah satu buah yang direkomendasikan badan kesehatan dunia untuk konsumsi harian. Akan tetapi bentuk dan warna pisang Cavendish yang dibeli dari petani langsung berwarna hijau dan kurang bersih, sehingga anak-anak tidak suka. Oleh karena itu perlu adanya penelitian tentang analisis nilai tambah pisang cavendish dalam mendukung program Makan Bergizi Gratis (MBG). Penelitian ini menggunakan metode *ripening* dan Hayami. Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk menghasilkan pisang Cavendish berwarna kuning dan bersih perlu dilakukan proses *ripening* atau pematangan pasca panen menggunakan gas etilen dalam ruang terkontrol. Setelah dipanen saat masih hijau, pisang dicuci, ditiriskan, kemudian disemprot atau disimpan di ruangan yang mengandung gas etilen pada suhu dingin 17–20°C dan kelembapan tinggi (75–85%) selama 7 hari untuk mempercepat pematangan. Dengan demikian, pisang Cavendish dapat menjadi komoditas strategis dalam mendukung keberlanjutan program MBG, baik secara ekonomi maupun kesehatan.

Kata kunci: Gizi, MBG, Pisang Cavendish, Nilai Tambah

Abstract

The Makan Bergizi Gratis (MBG) program is one of the government's strategies to improve the nutritional quality of school children by providing easily accessible nutritious food. One commodity that meets these characteristics is the Cavendish banana (*Musa paradisiaca* var. *Sapientum*). Cavendish bananas are a potential horticultural commodity that could support the sustainability of the MBG program, as they have high nutritional value and relatively stable production. Cavendish bananas have excellent nutritional value for school children's consumption. The complex carbohydrates serve as a sustainable energy source; vitamin B6 plays a role in metabolism and nervous system development; vitamin C functions as an antioxidant; dietary fiber supports digestive health; and potassium supports electrolyte balance and muscle function. With these characteristics, Cavendish bananas are known as one of the fruits recommended by the World Health Organization for daily consumption. However, the shape and color of Cavendish bananas purchased directly from farmers are green and not clean, so children do not like them. Therefore, research is needed to analyze the added value of Cavendish bananas in supporting the MBG program. This research uses the Ripening and Hayami method. The results of the study showed that to produce yellow and clean Cavendish bananas, a post-harvest ripening process using ethylene gas in a controlled environment is necessary. After being harvested while still green, the bananas are washed, drained, then sprayed or stored in a room containing ethylene gas at a cool temperature of 17–20°C and high humidity (75–85%) for 7 days to accelerate ripening. Thus, Cavendish bananas can be a strategic commodity in supporting the sustainability of the MBG program, both economically and health-wise.

Keywords: Nutrition, MBG, Cavendish Banana, Added Value

PENDAHULUAN

Kualitas sumber daya manusia (SDM) merupakan faktor utama yang menentukan daya saing suatu bangsa di era global. Salah satu penentu kualitas SDM adalah pemenuhan gizi seimbang sejak usia dini dan usia sekolah, karena pada fase tersebut terjadi perkembangan otak, pertumbuhan fisik, dan pembentukan kebiasaan makan jangka panjang. Kurangnya asupan gizi dalam masa tersebut dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan seperti stunting, anemia, kelemahan daya konsentrasi, hingga penurunan prestasi akademik (Kementerian Kesehatan RI, 2023). Untuk mengatasi masalah tersebut, pemerintah Indonesia merancang Program Makan Bergizi Gratis (MBG) sebagai upaya penyediaan makanan bernutrisi yang dapat menunjang aktivitas belajar peserta didik di satuan pendidikan.

Pelaksanaan MBG diperlukan dukungan sistem pangan yang kuat, meliputi ketersediaan bahan baku lokal, biaya terjangkau, nilai gizi memadai, dan dapat diolah dalam berbagai bentuk menu. Salah satu komoditas yang memenuhi karakteristik tersebut adalah pisang Cavendish. Pisang Cavendish (*Musa paradisiaca* var. *Sapientum*) merupakan varietas pisang unggulan yang dikembangkan secara luas di Indonesia, baik pada skala petani kecil, kebun kemitraan, maupun perusahaan perkebunan. Produksi pisang nasional mencapai 9,31 juta ton, dan varietas Cavendish menyumbang bagian signifikan dari angka tersebut karena permintaan konsumsi domestik dan ekspor yang meningkat (Zulcarnain, 2024).

Pisang Cavendish memiliki nilai nutrisi yang sangat baik untuk konsumsi anak sekolah. Kandungan karbohidrat kompleks berfungsi sebagai sumber energi berkelanjutan, vitamin B6 berperan dalam metabolisme dan perkembangan sistem saraf, vitamin C berfungsi sebagai antioksidan, serat pangan membantu kesehatan pencernaan, serta kalium mendukung keseimbangan elektrolit dan fungsi otot (Asfar *et al.*, 2023). Dengan karakteristik tersebut, pisang Cavendish dikenal sebagai salah satu buah yang direkomendasikan badan kesehatan dunia untuk konsumsi harian (World Health Organization, 2020).

Dengan karakteristik tersebut, pisang Cavendish dikenal sebagai salah satu buah yang direkomendasikan badan kesehatan dunia untuk konsumsi harian. Akan tetapi bentuk dan warna pisang Cavendish yang dibeli dari petani langsung berwarna hijau dan kurang bersih, sehingga anak-anak tidak suka. Oleh karena itu perlu adanya penelitian tentang

analisis nilai tambah pisang Cavendish dalam mendukung program Makan Bergizi Gratis (MBG).

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *ripening* (Azizah *et al.*, 2025; Haruna & Mudaffar, 2024; Rizkyana & Rakhmadina, 2025) dan Hayami (Aji *et al.*, 2018; Hidayat *et al.*, 2018). Metode *ripening* adalah proses mengubah buah dari keadaan belum matang menjadi matang dengan karakteristik rasa, tekstur, dan warna yang diinginkan secara seragam. Metode yang digunakan untuk mempercepat proses ini memanfaatkan gas etilen, bahan kimia seperti etrel, dan menempatkan buah dalam wadah tertutup. Setelah mendapatkan hasil pada tahap-tahap sebelumnya, penelitian dilanjutkan dengan analisis nilai tambah dengan metode Hayami.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Program Makan Bergizi Gratis (MBG) merupakan inisiatif pemerintah yang bertujuan meningkatkan kualitas gizi, kesehatan, dan daya konsentrasi anak sekolah agar mampu mendukung pencapaian kualitas sumber daya manusia unggul. Penyediaan bahan pangan bergizi, murah, dan mudah didistribusikan menjadi kunci keberhasilan program ini (Kementerian Pendidikan, 2024). Pisang Cavendish merupakan varietas pisang unggulan dengan produktivitas tinggi, ketersediaan sepanjang tahun, dan diterima luas oleh konsumen. Pisang cavendish memiliki kandungan senyawa asam lemak rantai pendek yang dapat membantu usus dalam memelihara lapisan sel di usus kecil sehingga dapat membantu tubuh dalam proses penyerapan nutrisi (Lasale *et al.*, 2022). Pisang mengandung jenis flavonoid tertentu, yaitu narigenin dan rutin, serta galokatekin, katekin, dan epikatekin (Adhayanti *et al.*, 2018). Pisang ini memiliki kandungan gizi yang baik, antara lain kalium, karbohidrat kompleks, vitamin B6, vitamin C, dan serat pangan, yang penting bagi pertumbuhan anak (Afifah, 2025).

Pisang dipanen mentah dan dipacu pemasakannya secara buatan. Pisang Cavendish siap panen dalam waktu 11-14 bulan setelah penanaman. Tandan buah biasanya memerlukan 90-120 hari hingga matang setelah munculnya bunga, bergantung pada iklim dan teknik budidaya. Kematangan pisang ditandai dengan pengeringan daun bagian atas, perubahan warna kulit buah dari hijau gelap menjadi hijau muda dan kecenderungan ujung bunga buah bisa jatuh dengan sedikit sentuhan oleh tangan. Buah yang matang menjadi montok dan semua sudut terisi sepenuhnya. Saat diketuk buahnya mengeluarkan suara

logam. Metode panen tergantung pada ketinggian tanaman. Varietas yang tumbuh rendah dipanen oleh memotong batang tandan sekitar 30-35 cm di atas tangan atas. Dengan varietas yang lebih tinggi, batang sebagian tanaman akan ditebang untuk membawa tandan ke bawah dalam jangkauan pemanen.

Pada perkebunan besar agroindustri pisang, khususnya pisang Cavendish, penentuan saat panen didasarkan pada dua metode, yaitu dengan alat skimming dan umur buah. Ukuran alat skimming disesuaikan dengan kebutuhan konsumen, dan digunakan dengan mengukurnya pada buah *finger* pisang di sisir kedua bagian tengah. Buah pisang siap panen jika ukuran skimming-nya mencapai minimal angka 38. Jika menggunakan umur buah, maka pisang siap dipanen jika umur tandan buahnya sudah mencapai 8-11 minggu setelah pembungkusan (*bagging*). Namun pada musim hujan biasanya umur panennya 1-2 minggu lebih cepat dibandingkan panen pada musim kemarau. Pada saat itu, tingkat kematangan buah mencapai 75-85%. Kriteria panen yang dilakukan berdasarkan pada kriteria fisik, sebagaimana tersebut di atas, menimbulkan resiko hasil panen yang terdiri atas beberapa tingkat kematangan fisiologis, pada hal buah dengan kriteria fisik yang sama memungkinkan memiliki tingkat kematangan fisiologis yang berbeda.

Untuk menghasilkan pisang Cavendish bersih dan berwarna kuning seragam terdapat dua metode yaitu metode tradisional dan modern *ripening* (Rizkyana & Rakhmadina, 2025). Metode tradisional menggunakan karbit (*kalsium karbida*) yang dibungkus kertas. Sekitar 1 kg karbit digunakan untuk 1 ton pisang (Harini, n.d.). Pisang ditutup rapat dengan plastik selama 2 hari, lalu plastik dibuka dan diangin-anginkan. Metode ini memungkinkan pisang matang serempak dalam 2-3 hari, tetapi kematangan cenderung tidak merata dan kesegaran buah kurang bertahan lama karena laju respirasi yang tinggi pada suhu ruang.

Metode modern *ripening* atau pematangan pasca panen menggunakan gas etilen dalam ruang terkontrol. Setelah dipanen saat masih hijau, pisang dicuci, ditiriskan, kemudian disemprot atau disimpan di ruangan yang mengandung gas etilen pada suhu dan kelembapan tertentu untuk mempercepat pematangan (Rizkyana & Rakhmadina, 2025). Langkah-langkah proses *ripening* ada enam tahapan yaitu pemanenan, pencucian, penyemprotan etilen, penyimpanan, proses pematangan dan penyelesaian. Dalam proses pemanenan, panen pisang Cavendish dilakukan saat masih hijau dan tingkat kematangan sekitar $\frac{3}{4}$ matang. Untuk tahap pencucian, pisang dicuci dengan air bersih untuk menghilangkan kotoran dan getah kemudian ditiriskan hingga benar-benar kering. Tahapan

berikutnya adalah penyemprotan Etilen yaitu dengan menyemprotkan larutan etilen dengan konsentrasi 1-2 ml/liter secara merata ke seluruh permukaan pisang yang sudah kering. Etilen adalah hormon alami yang membantu mematangkan buah. Kemudian masukkan pisang ke dalam kardus tertutup yang telah dilubangi, dengan sekat busa di antara sisir pisang untuk mencegah luka. Tahap tersebut merupakan tahapan dalam penyimpanan. Untuk proses pematangan dilakukan dengan menyimpan kardus di ruangan dengan suhu dingin (17–20°C) dan kelembapan tinggi (75–85%) selama sekitar 7 hari. Pastikan kardus tidak dibuka-buka agar warna kulit matang merata. Setelah 7 hari, pisang dikeluarkan dari ruangan penyimpanan dan angin-anginkan di suhu ruang. Hal itu merupakan langkah terakhir yaitu tahap penyelesaian. Dari kedua metode tersebut, metode yang paling efektif adalah metode modern *ripening* karena kematangan buah cenderung merata dan kesegaran buah bertahan lama karena laju respirasi yang tinggi pada suhu ruang.

KESIMPULAN DAN SARAN

Untuk menghasilkan pisang Cavendish bersih dan berwarna kuning seragam terdapat dua metode yaitu metode tradisional dan modern *ripening*. Dari kedua metode tersebut, metode yang paling efektif adalah metode modern *ripening* karena kematangan buah cenderung merata dan kesegaran buah bertahan lama karena laju respirasi yang tinggi pada suhu ruang. Metode ripening menggunakan gas etilen dalam ruang terkontrol. Setelah dipanen saat masih hijau, pisang dicuci, ditiriskan, kemudian disemprot atau disimpan di ruangan yang mengandung gas etilen pada suhu dingin 17–20°C dan kelembapan tinggi (75–85%) selama 7 hari untuk mempercepat pematangan. Dengan demikian, pisang Cavendish dapat menjadi komoditas strategis dalam mendukung keberlanjutan program MBG, baik secara ekonomi maupun kesehatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhayanti, I., Abdullah, T., & Romantika, R. (2018). Uji kandungan total polifenol dan flavonoid ekstrak etil asetat kulit pisang raja (*Musa paradisiaca* var. *sapiantum*). *Media Farmasi*, 14(1), 146-152.
- Afifah, I. (2025). *Efektivitas Edukasi Pemberian Bolu Pisang Terhadap Pengetahuan dan Sikap Ibu Terkait Stunting pada Balita di Wilayah Kerja PUSKESMAS Loa Ipuh Kabupaten Kutai Kartanegara*. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur, Samarinda.
- Aji, V. P., Yudhistira, R., & Sutopo, W. (2018). Analisis nilai tambah pengolahan ikan lemuru menggunakan metode Hayami. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 17(1), 56-61. <https://doi.org/10.23917/jiti.v17i1.5611>

- Asfar, A. M. I. T., Adiansyah, R., Asfar, A. M. I. A., & Zailan, A. (2023). *Olah Limbah Pisang dengan Konsep Zero Waste*. Sukabumi: CV Jejak (Jejak Publisher).
- Azizah, F. N., Siska, A. I., & Hilal, M. I. (2025). Pengaruh pematangan pisang kepok (*Musa acuminata*) menggunakan etilen dari buah tomat: the effect of ethylene from tomatoes on ripening of kepok bananas (*Musa acuminata*). *Journal of Food Engineering*, 4(4), 179-188. <https://doi.org/10.25047/jofe.v4i4.6374>
- Haruna, N., & Mudaffar, R. A. (2024). Pengaruh konsentrasi zat etefon terhadap pematangan buah pisang kepok (*Musa paradisiaca* L.): The effect of ethephon concentration on the ripening of kepok bananas (*Musa paradisiaca* L.). *Perbal: Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 12(1), 1-14. <https://doi.org/10.30605/perbal.v12i1.3105>
- Hidayat, K., Yaskun, M., & Prasnowo, M. A. (2018). Value added analysis of water hyacinth bags as regional featured product. *Teknika: Engineering and Sains Journal*, 2(2), 115-118. <https://doi.org/10.51804/tesj.v2i2.279.115-118>
- Lasale, N. R., Liputo, S. A., & Limonu, M. (2022). Karakteristik fisik dan kimia pati resisten pisang goroho (*Musa acuminata*, Sp) pada berbagai suhu pengeringan. *Jambura Journal of Food Technology*, 4(1), 64-77. <https://doi.org/10.37905/jjft.v4i1.11049>
- Rizkyana, A. D., & Rakhmadina, C. A. (2025). Studi perbandingan pengaruh etilen terhadap tingkat kematangan pisang selama pemeraman: comparative study of the effects of ethylene sources on the ripening process of bananas. *Journal of Food Industrial Technology*, 2(2), 68-74. <https://doi.org/10.25047/jofit.v2i2.6022>
- Zulcarnain, F. M. G. (2024). Daya Saing Komparatif dan Kompetitif Ekspor Komoditas Buah Pisang Indonesia (Hs Code 0803) di Pasar Malaysia dan Singapura Periode 2019-2023. *Blantika: Multidisciplinary Journal*, 2(10), 1037-1056. <https://doi.org/10.57096/blantika.v2i10.223>

Analisis Biaya dan Kelayakan Soega (Soes Buah Naga) sebagai Inovasi Agroindustri untuk Ketahanan Pangan

Karina Tasya¹, Haswika^{1*}, Kevin Tanjung¹, Rahmawati¹

¹Jurusan Teknologi Industri Pertanian Politeknik Negeri Tanah Laut

Email: Karinatasya23@mhs.politala.ac.id

Abstrak

Pengembangan produk berbasis bahan lokal merupakan strategi penting untuk mendukung ketahanan pangan sekaligus meningkatkan daya saing agroindustri di Indonesia. Soega, varian soes dari buah naga merah, mengombinasikan pengolahan modern dengan pemanfaatan bahan lokal sebagai inovasi agroindustri. Penelitian ini bertujuan menganalisis biaya produksi dan menilai kelayakan finansial produk Soega sebagai upaya mendukung diversifikasi pangan berbasis lokal. Pendekatan kuantitatif deskriptif diterapkan dengan metode full costing untuk menghitung biaya produksi, sedangkan harga jual ditentukan menggunakan metode cost plus pricing. Analisis kelayakan finansial dilakukan melalui perhitungan Break Even Point (BEP). Hasil penelitian menunjukkan bahwa titik impas tercapai pada 194-unit dengan total penjualan sekitar Rp 2.740.000. Temuan ini menunjukkan bahwa pengembangan produk Soega layak secara finansial, efisien, dan berpotensi menjadi inovasi agroindustri berbasis bahan lokal yang mendukung ketahanan pangan nasional melalui diversifikasi produk. Kesimpulan ini menegaskan bahwa inovasi produk pertanian lokal dapat memberikan kontribusi nyata terhadap strategi ketahanan pangan di Indonesia.

Kata kunci: Diversifikasi pangan lokal, Inovasi produk agroindustri, Kelayakan finansial produk, Ketahanan pangan nasional

Abstract

The development of products based on local ingredients is an important strategy to support food security while increasing the competitiveness of agroindustry in Indonesia. Soega, a variant of red dragon fruit, combines modern processing with the use of local ingredients as an agroindustrial innovation. This study aims to analyze production costs and assess the financial feasibility of developing Soega products as an effort to support local-based food diversification. A descriptive quantitative approach was applied using the full costing method to calculate production costs, while the selling price was determined using the cost-plus pricing method. Financial feasibility analysis was conducted through Break Even Point (BEP) calculations. The results of the study show that the break-even point is reached at 194 units with total sales of around Rp 2,740,000. These findings indicate that the development of Soega products is financially feasible, efficient, and has the potential to become a local ingredient-based agro-industrial innovation that supports national food security through product diversification. This conclusion confirms that local agricultural product innovation can make a real contribution to food security strategies in Indonesia.

Keywords: Local food diversification, agro-industrial product innovation, product financial feasibility, national food security

PENDAHULUAN

Agroindustri merupakan komponen krusial dalam kemajuan ekonomi suatu negara karena mampu mengubah hasil pertanian menjadi produk bernilai tambah tinggi (Sharma, Soni, & Soni, 2023). Inovasi dalam teknologi pangan, ditambah meningkatnya minat konsumen terhadap produk yang sehat, alami, dan berfungsi sebagai solusi kesehatan, telah mendorong berkembangnya berbagai inovasi dalam sektor pengolahan hasil pertanian (Granato, *et al.*, 2020). Salah satu inisiatif yang menonjol adalah pengolahan produk berbasis buah lokal, khususnya buah naga, yang kaya antioksidan dan memiliki potensi pasar yang sangat besar (Qi, *et al.*, 2023).

Di seluruh dunia, pertumbuhan produk pangan fungsional menunjukkan laju yang cepat seiring dengan bertambahnya kesadaran masyarakat akan kesehatan dan keberlanjutan lingkungan (Paul, *et al.*, 2020). Inovasi dalam teknologi dan penerapan metode produksi yang bersih juga menjadi elemen penting dalam membantu efisiensi biaya serta mengurangi limbah dari industri (Yablokova, *et al.*, 2024). Di tingkat nasional, pengembangan produk yang berbasis bahan lokal berperan dalam meningkatkan daya saing pangan dan juga mendukung kebijakan untuk ketahanan pangan serta ekonomi yang berkelanjutan (Rajakal, *et al.*, 2021; Fazrakhmanov, *et al.*, 2022).

Produk Soega (soes berbahan dasar buah naga merah) merupakan salah satu inovasi yang berkembang dari usaha kecil menengah, yang mengintegrasikan pendekatan modern dalam pengolahan dengan pemanfaatan bahan lokal (Giacalone *et al.*, 2022). Keunggulan utama produk ini terletak pada kandungan buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*), yang memberikan warna alami, nilai gizi, serta daya tarik estetika bagi konsumen (Gupta, *et al.*, 2023). Model pengolahan berbasis agroindustri lokal ini memiliki potensi untuk memperkuat rantai nilai sektor pertanian (Asanova, *et al.*, 2023), mengurangi kerugian pasca panen, dan menciptakan lapangan kerja di pedesaan (Medvedeva & Ivanova, 2021). Meskipun demikian, pengembangan produk menghadapi tantangan terkait efisiensi biaya produksi (Sonker, *et al.*, 2022), penentuan harga jual yang sesuai (Turan, *et al.*, 2022), dan penilaian kelayakan finansial usaha (Kabir, *et al.*, 2023). Oleh karena itu, analisis biaya dan kelayakan finansial menjadi hal krusial untuk memastikan pengoperasian usaha yang berkelanjutan (Yan, *et al.*, 2024).

Pendekatan full costing dan metode cost plus pricing digunakan untuk menghitung biaya produksi dan menentukan harga jual yang mencakup semua biaya sekaligus memberikan margin keuntungan yang memadai (Yurtsever & Cuvelek, 2024; Yurtsever &

Cuvelek, 2024). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis struktur biaya produksi serta memberikan kelayakan finansial pengembangan produk Soega sebagai inovasi agroindustri berbasis bahan lokal. Diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi pedoman bagi usaha sejenis dalam mengimplementasikan strategi produksi yang efisien, menetapkan harga kompetitif, serta berkontribusi terhadap ketahanan pangan nasional melalui diversifikasi produk unggulan.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif untuk menganalisis biaya produksi dan kelayakan finansial pengembangan produk Soega. Lokasi penelitian berada di unit produksi Soega yang mewakili usaha kecil menengah berbasis agroindustri lokal. Data yang digunakan terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi proses produksi, wawancara dengan pemilik usaha, dan pencatatan biaya bahan baku, tenaga kerja, serta biaya overhead. Data sekunder dikumpulkan dari literatur, laporan keuangan, dan penelitian sebelumnya terkait analisis biaya dan pengembangan produk agroindustri (Guha, *et al.*, 2020).

Perhitungan biaya dilakukan dengan metode full costing, yang mencakup biaya bahan baku, tenaga kerja langsung, dan biaya overhead. Harga jual ditetapkan menggunakan metode cost plus pricing dengan margin keuntungan sebesar 30% sesuai rekomendasi penelitian sejenis (Artika, *et al.*, 2025). Kelayakan finansial dianalisis melalui *Break Even Point* (BEP) dalam satuan unit dan rupiah untuk menentukan ambang batas penjualan agar usaha mencapai titik impas (Zhang, *et al.*, 2021; Zhao, *et al.*, 2023).

Hasil analisis ditafsirkan secara deskriptif untuk mengevaluasi efisiensi produksi dan potensi pengembangan produk di pasaran. Keandalan data diperkuat melalui triangulasi sumber dan perbandingan dengan literatur serta penelitian terdahulu yang relevan (Yurtsever & Cuvelek, 2024).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Biaya Produksi

Hasil studi memperlihatkan bahwa pembuatan Soega (soes dengan isi buah naga) melibatkan sejumlah elemen biaya yang dikategorikan ke dalam empat kelompok utama, yaitu biaya bahan utama, biaya tenaga kerja langsung, biaya overhead pabrik, dan biaya periode. Untuk memperjelas kontribusi masing-masing komponen terhadap total biaya

produksi, Tabel 1 menyajikan rincian perhitungan biaya bahan baku yang digunakan dalam satu siklus produksi Soega.

Tabel 1. Perhitungan Bahan Baku

Item	Kebutuhan	Harga Satuan	Total(Rp)
Silica Gell	1 kg	Rp35.000 / Kg	Rp 35,000.00
Buah naga	3 kg	Rp30.000 / kg	Rp 90,000.00
Telur	12 butir	Rp24.000 / 12 butir	Rp 24,000.00
Tepung Terigu	600 gram	Rp17.000 / kg	Rp 10,200.00
Gula Pasir	30 gram	Rp17.000 / kg	Rp 510.00
Margarin	400 gram	Rp15.000 / 500 gr	Rp 12,000.00
Baking powder	20 gram	Rp6.000 / 45 gr	Rp 2,666.00
Garam	8 gram	Rp5.000 / 500 gr	Rp 80.00
Kemasan	100 pcs	Rp2.000 / pcs	Rp 200,000.00
Total Bahan Baku			Rp 374,456.00

Berdasarkan analisis yang dilakukan, jumlah keseluruhan biaya untuk bahan baku yang digunakan dalam satu siklus produksi mencapai Rp374. 456,00. Bahan pelengkap seperti gula, baking powder, garam, dan silica gel digunakan dalam jumlah yang minim dengan total biaya yang relatif kecil. Meskipun demikian, biaya untuk kemasan mencapai Rp200. 000,00 untuk 100-unit kemasan, menjadikannya sebagai elemen biaya bahan baku yang paling besar. Ini menunjukkan bahwa aspek pengemasan memiliki peran penting terhadap total biaya bahan baku, karena kemasan yang menarik merupakan salah satu faktor utama dalam meningkatkan daya tarik produk di pasar. Selain biaya bahan baku, komponen biaya produksi lainnya yang signifikan adalah biaya tenaga kerja langsung. Tabel 2 menyajikan perincian jumlah tenaga kerja, gaji per orang, dan total biaya tenaga kerja yang diperlukan dalam satu siklus produksi Soega.

Tabel 2. Perhitungan Biaya Tenaga Kerja

Pos	Jumlah Orang	Gaji/Orang (Rp)	Total (Rp)
Pekerja Produksi	2 Orang	500,000.00	1,000,000.00
Pekerja Pengepakan	2 Orang	250,000.00	500,000.00
Total Tenaga Kerja Langsung			1,500,000.00

Total biaya tenaga kerja ini menunjukkan bahwa proses produksi Soega masih sangat bergantung pada tenaga manusia, di mana keterampilan dan ketelitian dari pekerja berpengaruh langsung terhadap mutu dan konsistensi produk yang dihasilkan. Pengeluaran untuk tenaga kerja menjadi elemen yang sangat penting karena proses pembuatan soes dengan bahan buah naga memerlukan waktu serta keterampilan dalam mengolah adonan dan mengisi krim dari buah naga untuk mencapai tekstur dan rasa yang sesuai. Selain biaya

tenaga kerja, biaya penyusutan alat produksi juga menjadi komponen penting. Tabel 3 menunjukkan perincian depresiasi peralatan yang digunakan.

Tabel 3. Biaya Penyusutan Alat

No	Nama Alat / Peralatan	Harga Perolehan(Rp)	Umur (Bulan)	Penyusutan /Bulan(Rp)
1	Neraca analitik	40,000.00	12	3,333.33
2	Piring plastik	17,000.00	36	472.22
3	Sendok aluminium	2,100.00	24	87.50
4	Baskom	20,000.00	3	6,666.67
5	Mixer Phillips	180,000.00	60	3,000.00
6	Mangkok aluminium	3,000.00	24	125.00
7	Splatula plastik	10,000.00	6	1,666.67
8	Oven Hoock	320,000.00	60	5,333.33
9	Kompor Rinnai Regulator + selang	462,000.00	60	7,700.00
10	gas	82,000.00	6	13,666.67
11	Sputit aluminium	8,000.00	6	1,333.33
12	Plastik segitiga	2,000.00	4	3,000.00
13	Gelas ukur plastik	13,000.00	6	2,166.67
14	Panci teflon	140,000.00	24	5,833.33
15	Baking papper	35,000.00	1	35,000.00
16	Tabung Gas	200,000.00	24	8,333.33
17	Sabun cuci piring	10,000.00	2	5,000.00
Total Penyusutan per bulan				Rp 102,718.06

Biaya depresiasi peralatan dihitung berdasarkan masa guna ekonomi masing-masing alat yang digunakan dalam produksi Soega. Total depresiasi bulanan tercatat sebesar Rp102.718,06. Oven dan kompor gas memiliki depresiasi tertinggi, masing-masing bernilai Rp5.333,33 dan Rp7.700,00 per bulan, karena frekuensi penggunaan yang tinggi dalam proses pemanggangan. Sebaliknya, peralatan kecil seperti sendok aluminium dan gelas ukur plastik memiliki nilai depresiasi lebih rendah. Analisis depresiasi ini membantu menilai kontribusi biaya peralatan terhadap total biaya produksi, serta mendukung evaluasi efisiensi operasional dan kelayakan finansial produk Soega sebagai inovasi agroindustri yang berpotensi mendukung ketahanan pangan. Selain depresiasi peralatan, produksi Soega juga memerlukan pengeluaran rutin yang termasuk dalam biaya overhead pabrik. Tabel 4 menyajikan perincian biaya tersebut.

Tabel 4. Biaya Overhead Pabrik

Overhead Pabrik	Pos	Total(Rp)
Overhead Variabel	Listrik & Gas	300,000.00
	Air	200,000.00
Overhead Pabrik	Penyusutan Alat	102,718.06
Total Overhead Pabrik		602,718.06

Biaya overhead mencakup pengeluaran tidak langsung yang mendukung kelancaran produksi, terutama listrik dan gas untuk oven, mixer, dan peralatan pemanas. Efisiensi penggunaan energi menjadi faktor penting dalam meningkatkan profitabilitas. Setelah mempertimbangkan biaya overhead, analisis biaya periode dilakukan untuk melengkapi total biaya produksi. Rincian biaya periode dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Biaya Periode

Jenis	Total(Rp)
Transprot Pengiriman	500,000.00
Gaji admin/penjaga toko	500,000.00
Total Biaya Periode	1,000,000.00

Biaya periode ini tidak langsung berkaitan dengan proses produksi, namun sangat krusial untuk mendukung kegiatan distribusi dan pemasaran produk Soega agar dapat tiba di tangan konsumen tepat waktu dan dengan kualitas yang terjaga.

Setelah menganalisis masing-masing komponen biaya, Tabel 6 menyajikan rekapitulasi total biaya produksi yang digunakan sebagai dasar evaluasi kelayakan finansial produk Soega.

Tabel 6. Rekapitulasi Biaya

Jenis Biaya	Total (Rp)
Biaya Bahan Baku	374,456.00
Tenaga Kerja Langsung	1,500,000.00
Overhead Pabrik	602,718.06
Biaya periode	1,000,000.00
Jumlah Produksi	320 Kotak

Harga Pokok Produksi (HPP)

Full Costing

Total Biaya Produksi = Biaya Bahan Baku + Tenaga Kerja Langsung + Overhead Pabrik

Total Biaya Produksi = 374,456.00 + 1,500,000.00 + 602,718.06 = Rp 2,477,174.06

$$\text{HPP Per Unit} = \frac{\text{Total Biaya Produksi}}{\text{Jumlah Unit}}$$

$$\text{HPP Per Unit} = \frac{2,477,174.06}{320} = \text{Rp } 7,741.17 \text{ Per Kotak}$$

$$\text{Total Biaya Penuh} = \text{Rp}1,000,000.00 + \text{Rp } 2,477,174.06 = \text{Rp } 3,477,174.06$$

$$\text{HPP per unit alternatif} = \frac{\text{Rp } 3,477,174.06}{320} = \text{Rp}10,866.17 \text{ Per Kotak}$$

Harga Jual

Menurut (Artika, *et al.*, 2025), margin sekitar 30% efektif diterapkan dalam metode Cost Plus Pricing berbasis biaya penuh, yang membantu menentukan harga jual wajar dan mencegah kerugian. Ketepatan perhitungan semua komponen biaya juga sangat penting dalam menilai kelayakan finansial produk. Berdasarkan perhitungan tersebut, harga jual produk Soega ditentukan sebagai berikut:

$$\text{Cost Plus Pricing} = \text{Total Biaya Penuh} + (30\% * \text{Total Biaya Penuh})$$

$$\text{Cost Plus Pricing} = \text{Rp } 3,477,174.06 + (30\% * \text{Rp } 3,477,174.06) = \text{Rp}4,520,326.28$$

Berdasarkan analisis pengelompokan biaya, total seluruh biaya produksi Soega tercatat sebesar Rp3.477.174,06. Dengan metode Full Costing, biaya pokok produksi (HPP) per kotak dihitung sebesar Rp7.741,17, sedangkan HPP alternatif yang mencakup semua biaya tetap dan variabel mencapai Rp10.866,17 per kotak. Penerapan Cost Plus Pricing dengan margin 30% menghasilkan harga jual total Rp4.520.326,28, atau setara dengan Rp14.126,02 per kotak. Harga ini dianggap kompetitif karena produk Soega memiliki nilai tambah dari segi gizi, warna alami, dan rasa unik, sekaligus mendukung inovasi agroindustri berbasis bahan lokal untuk ketahanan pangan.

Break Even Point (BEP)

Untuk menilai kelayakan finansial produk Soega, perhitungan Break Even Point (BEP) dilakukan menggunakan total biaya dan harga jual per unit. Tabel 7 menampilkan hasil perhitungan BEP dalam satuan unit dan rupiah.

Tabel 7. Perhitungan BEP Unit dan BEP Rupiah

Jenis Biaya	Total (Rp)
Biaya Bahan Baku	374,456.00
Tenaga Kerja Langsung	1,500,000.00
Overhead Pabrik	602,718.06
Biaya periode	1,000,000.00
Jumlah Produksi	320
Harga Jual (Unit)	14,126.02

Biaya Variabel Per Unit

$$\text{Biaya Variabel} = \text{Bahan baku} + \text{Tenaga Kerja}$$

$$VC = \text{Rp } 374,456.00 + \text{Rp } 1,500,000.00 = \text{Rp } 1,874,456.00$$

$$\text{Biaya variabel (VC) Unit} = \frac{\text{Total biaya variabel}}{\text{Jumlah Produksi}}$$

$$\text{Biaya variabel (VC) Unit} = \frac{\text{Rp } 1,874,456.00}{320} = \text{Rp } 5,857.68$$

Biaya Tetap

$$\text{Biaya tetap (FC)} = \text{Overhead} + \text{Biaya Periode}$$

$$(\text{FC}) = \text{Rp } 602,718.06 + \text{Rp } 1,000,000.00 = \text{Rp } 1,602,718.06$$

$$\text{FC} = \text{Rp } 1,602,718.06$$

BEP (Unit)

$$\text{BEP (unit)} = \frac{\text{Biaya Tetap (FC)}}{\text{Harga jual per unit} - \text{Biaya Variabel per unit}}$$

$$\text{BEP (unit)} = \frac{\text{Rp } 1,602,718.06}{\text{Rp } 14,126.02 - \text{Rp } 5,857.68} = \frac{\text{Rp } 1,602,718.06}{\text{Rp } 8,268.34} = 193.84 \approx 194 \text{ unit}$$

BEP (Rupiah)

$$\text{BEP (rupiah)} = \frac{\text{Biaya tetap (FC)}}{1 - \frac{\text{Biaya variabel per unit}}{\text{Harga Jual per unit}}}$$

$$\text{BEP (rupiah)} = \frac{\text{Rp } 1,602,718.06}{1 - \frac{\text{Rp } 5,857.68}{\text{Rp } 14,126.02}} = \frac{\text{Rp } 1,602,718.06}{1 - \text{Rp } 0.41} = \frac{\text{Rp } 1,602,718.06}{\text{Rp } 0.59} = \text{Rp } 2,738,157.13$$

Analisis Titik Impas (BEP) diterapkan untuk menilai kelayakan finansial produksi Soega (soes buah naga). Hasil menunjukkan titik impas tercapai pada 194 unit, dengan total penjualan Rp2.738.157,13. Dengan kapasitas produksi 320 kotak, usaha telah melampaui BEP dan layak secara finansial.

Secara keseluruhan, struktur biaya produksi Soega efisien, dengan komponen terbesar berasal dari tenaga kerja dan kemasan, sedangkan biaya overhead relatif rendah. Pengelolaan bahan dan energi yang tepat dapat meningkatkan efisiensi lebih lanjut. Pemanfaatan buah naga sebagai bahan utama memberikan nilai tambah dari segi gizi dan penampilan, sehingga produk memiliki daya tarik tinggi bagi konsumen.

Dengan demikian, pengembangan Soega tidak hanya mendukung pemanfaatan buah lokal dan diversifikasi pangan, tetapi juga menunjukkan prospek ekonomi yang menjanjikan bagi inovasi agroindustri yang efisien dan berkelanjutan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pengembangan produk Soega (soes buah naga) layak secara finansial dan ekonomis, dengan struktur biaya produksi yang relatif efisien. Analisis menunjukkan bahwa produksi berada di atas titik impas, sehingga usaha memiliki potensi untuk menghasilkan laba. Pemanfaatan buah naga sebagai bahan lokal memberikan nilai tambah dari segi gizi dan daya tarik produk, sekaligus mendukung diversifikasi pangan dan ketahanan pangan nasional melalui inovasi agroindustri berbasis bahan lokal.

Secara implikatif, penelitian ini menunjukkan bahwa pengelolaan biaya yang efisien dan inovasi bahan lokal dapat meningkatkan daya saing agroindustri. Keterbatasan penelitian antara lain cakupan data terbatas pada satu siklus produksi dan asumsi biaya rata-rata, sehingga belum sepenuhnya mencerminkan variasi produksi. Penelitian selanjutnya disarankan memperluas cakupan data, mempertimbangkan fluktuasi biaya dan pasar, serta mengeksplorasi varian produk lain dan integrasi teknologi untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan produksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Artika, R., Alexander, S. W., & Latjandu, L. D. (2025). Penerapan metode cost plus pricing berbasis full costing dalam penentuan harga jual pada Pabrik Tahu Triple S. *Manajemen Bisnis dan Keuangan Korporat*, 3(1), 196-206. <https://doi.org/10.58784/mbkk.296>
- Asanova, N. A., Gorkova, N. A., Vertiy, M. V., Yeshugova, F. R., & Peshkova, I. G. (2023). Evaluation of the Effectiveness of Agri-Food Policy as a Component of the Economic Security of the Region. In *Challenges of the Modern Economy: Digital Technologies, Problems, and Focus Areas of the Sustainable Development of Country and Regions* (pp. 53-55). Cham: Springer International Publishing.
- Fazrakhmanov, I. I., Lukyanova, M. T., Khodkovskaya, J. V., & Gimaletdinova, E. R. (2022). Strategic Analysis and Assessment of the Export Potential of Agricultural Products in the Region. In *Smart Innovation in Agriculture* (pp. 123-132). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Giacalone, D., Clausen, M. P., & Jaeger, S. R. (2022). Understanding barriers to consumption of plant-based foods and beverages: insights from sensory and consumer science. *Current Opinion in Food Science*, 48, 100919. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2022.100919>
- Granato, D., Barba, F. J., Bursać Kovačević, D., Lorenzo, J. M., Cruz, A. G., & Putnik, P. (2020). Functional foods: Product development, technological trends, efficacy testing, and safety. *Annual review of food science and technology*, 11(1), 93-118. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-032519-051708>

- Guha, T., Gopal, G., Kundu, R., & Mukherjee, A. (2020). Nanocomposites for Delivering Agrochemicals: A Comprehensive Review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68(12), 3691–3702.
- Gupta, A., Sanwal, N., Bareen, M. A., Barua, S., Sharma, N., Olatunji, O. J., ... & Sahu, J. K. (2023). Trends in functional beverages: Functional ingredients, processing technologies, stability, health benefits, and consumer perspective. *Food Research International*, 170, 113046. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113046>
- Kabir, S. L., Islam, S. S., & Akhter, A. T. (2023). Production, cost analysis, and marketing of probiotics. In *Food Microbiology Based Entrepreneurship: Making Money From Microbes* (pp. 305-326). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Medvedeva, L., & Ivanova, E. (2021). Analysis of long-term trends of world prices for agricultural products. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 273, p. 08033). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202127308033>
- Paul, A. A., Kumar, S., Kumar, V., & Sharma, R. (2020). Milk Analog: Plant based alternatives to conventional milk, production, potential and health concerns. *Critical reviews in food science and nutrition*, 60(18), 3005-3023. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1674243>
- Qi, Q., Chu, M., Yu, X., Xie, Y., Li, Y., Du, Y., ... & Yan, N. (2023). Anthocyanins and proanthocyanidins: Chemical structures, food sources, bioactivities, and product development. *Food Reviews International*, 39(7), 4581-4609. <https://doi.org/10.1080/87559129.2022.2029479>
- Rajakal, J. P., Ng, D. K., Tan, R. R., Andiappan, V., & Wan, Y. K. (2021). Multi-objective expansion analysis for sustainable agro-industrial value chains based on profit, carbon and water footprint. *Journal of Cleaner Production*, 288, 125117. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125117>
- Sharma, A., Soni, R., & Soni, S. K. (2024). From waste to wealth: exploring modern composting innovations and compost valorization. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 26(1), 20-48.
- Sonker, M., Tiwary, S. K., Shreyash, N., Bajpai, S., Ray, M., Kar, S. K., & Balathanigaimani, M. (2022). Ammonia as an alternative fuel for vehicular applications: Paving the way for adsorbed ammonia and direct ammonia fuel cells. *Journal of Cleaner Production*, 376, 133960. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133960>
- Turan, V., Aydın, S., & Sönmez, O. (2022). Production, cost analysis, and marketing of bioorganic liquid fertilizers and plant nutrition enhancers. In *Industrial microbiology based entrepreneurship: Making money from microbes* (pp. 193-198). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Yablokova, A., Kovalev, D., Kovalev, I., Podoplelova, V., & Astanakulov, K. (2024). Environmental safety problems of swarm use of UAVs in precision agriculture. In *E3S web of conferences* (Vol. 471, p. 04018). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202447104018>

- Yan, X., Yue, Y., Guo, B., Zhang, S., Ji, C., Chen, Y., . . . Lin, X. (2024). Novel microbial fermentation for the preparation of iron-chelating scallop skirts peptides-its profile, identification, and possible binding mode. *Food Chemistry*, 451, 139493. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.139493>
- Yurtsever, M., & Cuevelek, M. A. (2024). Abundance of microplastics in the agro-industrial product beet sugar; food or plastifood. *Process Safety and Environmental Protection*, 188, 467-479. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2024.05.066>
- Zhang, T., Duo, W., Zhang, X., Zhao, Y., Zhang, Y., Jiang, L., & Sui, X. (2021). The development history and recent updates on soy protein-based meat alternatives. *Trends in Food Science & Technology*, 109, 702-710. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.01.060>
- Zhao, N., Parthasarathy, M., Patil, S., Coates, D., Myers, K., Zhu, H., & Li, W. (2023). Direct additive manufacturing of metal parts for automotive applications. *Journal of Manufacturing Systems*, 68, 368-375. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2023.04.008>

Analisis Organoleptik dan Daya Terima Produk Soes Buah Naga (SOEGA) sebagai Inovasi Pangan Fungsional

Cindy Amelia¹, Risna Aulia¹, Nurul Al Varqani^{2*}, Catherine Novita Sari²

¹Mahasiswa Program Studi D4 Pengembangan Produk Agroindustri, Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Politeknik Negeri Tanah Laut

²Dosen Program Studi D4 Pengembangan Produk Agroindustri, Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Politeknik Negeri Tanah Laut

Email: risnaaulia23@mhs.politala.ac.id

Abstrak

Kue soes (*choux pastry/cream puff*) sebagai salah satu produk *bakery* memiliki potensi besar untuk menjadi sarana pengenalan inovasi pangan lokal karena sifatnya yang digemari, bernilai ekonomi tinggi dan mudah divariasikan isian. Penggantian atau perpaduan krim isian konvensional dengan selai buah naga dapat menghasilkan produk dengan tampilan menarik dikarenakan warna merah alami dari betasianin buah naga, cita rasa unik, serta manfaat fungsional yang berasal dari kandungan antioksidan. Tujuan penelitian ini adalah menyajikan produk *bakery* inovatif dengan nilai fungsional yaitu antioksidan alami dan pewarna alami dengan memastikan penerimaan konsumen yang baik. Penelitian ini menggunakan uji hedonik dengan 3 formula yang berbeda. Hasil penelitian yang dihasilkan adalah lama pemanggangan berpengaruh terhadap kualitas kue soes perlakuan formulasi A dengan waktu pemanggangan selama 30 menit menghasilkan produk terbaik dengan demikian kue soes buah naga berpotensi menjadi produk pangan fungsional unggulan.

Kata kunci: Pangan fungsional, Buah naga, Kue soes

Abstract

Choux pastry as a bakery product has great potential to become a means of introducing local food innovations due to its popularity, high economic value, & ease of varying fillings. Replacing or combining conventional cream fillings with dragon fruit jam can produce products with an attractive appearance due to the natural red color of dragon fruit betacyanin, unique taste, & functional benefits derived from antioxidant content. The purpose of this study was to present innovative bakery products with functional values, namely natural antioxidants & natural coloring, while ensuring good consumer acceptance. This study used a hedonic test with three different formulas. The results showed that baking time affects the quality of the soes cake. Treatment formula A, baked for 30 minutes, produced the best product, indicating that dragon fruit soes cake has the potential to become a leading functional food product.

Keywords: Functional foods, Dragon fruit, Choux pastry

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara agraris dengan kekayaan buah tropis yang besar; salah satu komoditas buah yang semakin mendapat perhatian adalah buah naga (*Hylocereus* spp.). Di provinsi Kalimantan Selatan buah naga telah berkembang menjadi salah satu komoditas penting terutama di Kabupaten Tanah Laut sehingga menyediakan pasokan bahan baku lokal yang potensial untuk hilirisasi menjadi produk pangan bernilai tambah. Pemanfaatan komoditas lokal seperti buah naga dapat mendorong kem&irian pangan daerah, menciptakan lapangan usaha baru, dan meningkatkan pendapatan petani setempat (Syarifudin *et al.*, 2021).

Pangan fungsional merupakan jenis bahan pangan yang tidak hanya berfungsi sebagai sumber gizi, tetapi juga memiliki manfaat penting bagi kesehatan tubuh serta dapat membantu menurunkan risiko terjadinya berbagai penyakit. Buah naga merah termasuk salah satu bahan pangan yang berpotensi menjadi pangan fungsional karena k&ungan senyawa bioaktifnya, seperti beta karoten, flavonoid, polifenol, betasianin, dan serat yang tinggi baik pada daging maupun kulit buahnya. Senyawa betasianin berperan tidak hanya sebagai antioksidan alami, tetapi juga sebagai pewarna alami yang memberikan warna merah keunguan pada makanan. Selain itu, buah naga yang telah matang meng&ung total padatan terlarut yang cukup tinggi, kaya akan asam organik, protein, vitamin C, serta mineral penting seperti kalium, magnesium, dan kalsium (Zackiyah, *et al.*, 2018). Senyawa-senyawa ini memberi buah naga aktivitas antioksidan dan aktivitas biologis lain yang berpotensi memberikan manfaat kesehatan (mis. anti-inflamasi, hepatoprotektif). Oleh karena itu, buah naga tidak hanya bernilai sebagai bahan pangan, tetapi juga sebagai bahan fungsional yang dapat meningkatkan nilai gizi dan fungsi produk olahan (Nishikito *et al.*, 2023).

Kue soes (*choux pastry/cream puff*) sebagai produk bakery/konfeksi berpotensi menjadi medium yang tepat untuk memperkenalkan inovasi pangan lokal karena sifatnya yang populer, nilai jual tinggi, dan fleksibilitas pengisian. Mengganti atau memadukan krim tradisional dengan selai buah naga akan menghasilkan produk yang memiliki nilai estetika (warna merah alami dari *betacyanin*), profil rasa yang khas, serta manfaat fungsional dari antioksidan. Penelitian tentang substitusi puree atau selai buah naga ke dalam produk bakery menunjukkan perubahan pada sifat fisikokimia (tekstur, kadar air, warna) dan organoleptik yang perlu dievaluasi untuk mencapai formulasi yang optimal (Jati *et al.*, 2024).

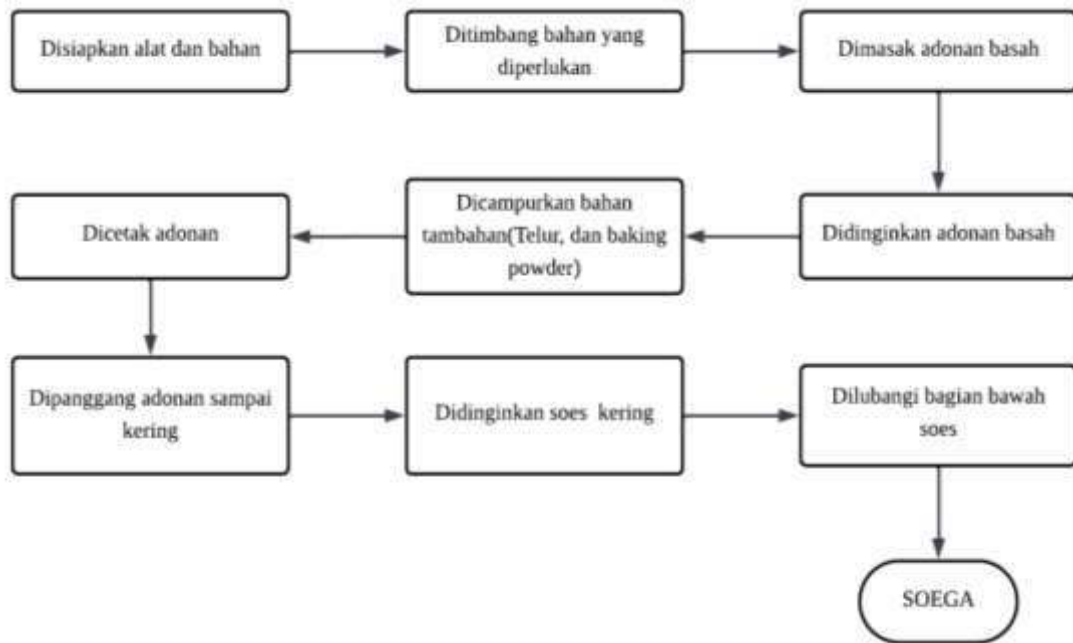
Riset yang mengeksplorasi pemanfaatan buah naga Kalimantan Selatan sebagai bahan baku selai untuk isi kue soes diharapkan memberikan kontribusi multipel: (1) memberikan alternatif produk hilirisasi bernilai tambah bagi petani lokal; (2) menyajikan produk bakery inovatif dengan nilai fungsional (antioskidan alami dan pewarna alami); dan (3) menyusun rekomendasi formulasi dan proses yang mempertahankan sifat fungsional sambil memastikan penerimaan konsumen yang baik.

METODE

Alat-alat yang digunakan pada proses pembuatan produk soes kering dan selai buah naga yaitu: oven kompor, kompor gas, mixer, loyang aluminium, panci teflon, baskom plastik, neraca analitik, spatula kayu, gelas ukur plastik, piring plastik, mangkok, sendok aluminium, spuit, plastik segitiga, kemasan.

Bahan-bahan yang digunakan yaitu : air, telur, tepung terigu, margarin, soda kue, garam, adonan basah, soes kering, selai, soega, buah naga, gula. Penelitian ini menerapkan desain eksperimen dengan tiga variasi perlakuan lama dalam proses pemanggangan untuk mengevaluasi pengaruh durasi pemanggangan terhadap kualitas fisik dan rasa dari kue soes berbahan buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*). Pemanggangan dilakukan dengan menggunakan satu oven konvensional pada suhu konstan 125-130°C dengan variasi waktu pada Formula A selama 30 menit, Formula B selama 20 menit dan Formula C selama 42 menit. Pengumpulan data melalui uji hedonik (kesukaan) terhadap empat parameter: warna, aroma, rasa dan tekstur. Uji ini terdiri dari daya terima 5 skala likert, skor 1= sangat tidak suka, 2 = tidak suka, 3 = netral, 4 = suka, 5 = sangat suka. Sampel kue soes buah naga merah dinilai oleh panelis tidak terlatih sebanyak 27 orang sampel yang digunakan pada pengujian ini adalah soes buah naga.

Proses pembuatan produk Soes terdiri dari beberapa tahapan yang saling berhubungan yang dilakukan untuk menghasilkan produk dengan kualitas yang diinginkan. Setiap tahap melakukan fungsi tertentu yang berdampak pada kualitas produk akhir.



Gambar 1. Diagram alir produksi soes

Setiap tahap dalam proses pengolahan buah naga menjadi produk olahan selai digambarkan pada diagram alir tersebut. Setiap tahap memiliki peran penting dalam menghasilkan produk akhir.



Gambar 2. Diagram alir pembuatan selai buah naga

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai Tambah

Penelitian ini menciptakan produk inovasi baru dengan memanfaatkan pangan lokal fungsional yaitu SOEGA (Soes Buah Naga), Soega merupakan kue sus yang dipadukan dengan buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) sebagai isian dari sus kering. Alasan memilih buah naga merah sebagai bahan baku dalam selai yaitu buah naga merah banyak memiliki kandungan yang baik untuk kesehatan tubuh. Antioksidan sangat penting untuk menjaga kelenturan pembuluh darah, melancarkan aliran darah, dan juga menurunkan kadar gula dan kolesterol dalam darah. Karena penting bagi penderita diabetes untuk mengonsumsi lebih banyak serat dan antioksidan, mereka perlu memperbaiki pola makan mereka dengan memasukkan berbagai buah seperti buah naga merah, yang merupakan sumber nutrisi antioksidan, serat, vitamin, dan karbohidrat yang baik dan tidak terlalu meningkatkan gula darah. Buah naga merupakan salah satu jenis buah yang dapat membantu penderita diabetes memperbaiki pola makan mereka, terutama karena kaya akan serat dan antioksidan. Buah naga dapat membantu menyeimbangkan gula darah karena mengandung berbagai jenis antioksidan, seperti flavonoid, vitamin E, vitamin C, dan beta-karoten (Chrisanto *et al.*, 2020).

Buah naga dipilih menjadi bahan baku selai karena buah naga salah satu komoditas yang banyak dihasilkan di Kabupaten Tanah Laut, Buah naga kaya akan antioksidan yang baik untuk kesehatan. Petani di Desa Sumber Muliya, Kecamatan Pelaihari, pertama kali menanam buah naga. Tahun berikutnya, hampir semua kecamatan di Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan, melihat buah naga muncul. Khasiat buah naga di daerah juga mempengaruhi pertumbuhan buah naga di Kabupaten Tanah Laut. Selain itu, buah naga memiliki banyak manfaat bagi kesehatan manusia, yang membuat permintaannya meningkat. Akibatnya, orang-orang ingin berinvestasi dalam bisnis buah naga karena komoditas ini memiliki pangsa pasar yang besar. Salah satu produk yang dihasilkan dari buah naga yaitu selai buah naga (Hairiyah & Rizki Amalia, 2018).

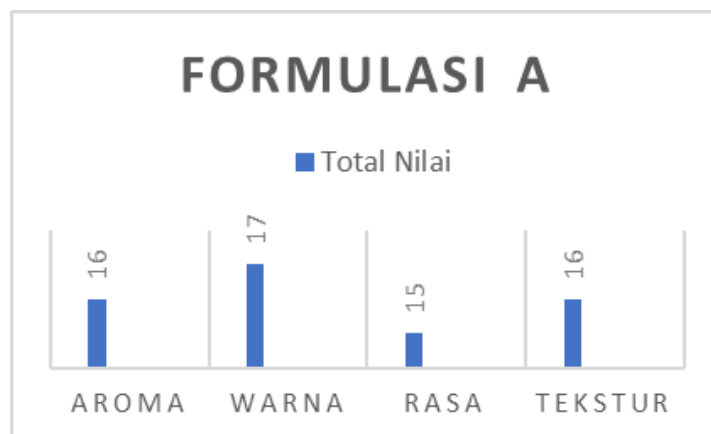
Produk patiseri atau *pastry* merupakan olahan yang dibuat dari campuran tepung terigu, telur, dan mentega yang kemudian dipanggang. Istilah *pastry* berasal dari kata *paste*, yang berarti campuran antara tepung terigu, cairan, dan lemak, dan digunakan untuk menggambarkan berbagai jenis adonan. Kue soes (*choux pastry*) adalah salah satu jenis *pastry* yang proses pembuatannya melalui tahap perebusan adonan sebelum dipanggang. Saat dipanggang, adonan kue soes akan mengembang dan membentuk rongga di bagian

dalamnya, sehingga dapat diisi dengan berbagai macam isian sesuai dengan selera (Layla, 2015).

Uji Organoleptik

Secara deskriptif, temuan dari uji organoleptik menunjukkan bahwa panelis menerima dengan baik produk Soes Buah Naga Formula A pada semua aspek yang dinilai. Berdasarkan hasil evaluasi organoleptik yang tertera di Gambar Formulasi A, total skor untuk atribut aroma mencapai 16, warna 17, rasa 15, serta tekstur 16. Secara keseluruhan, temuan ini menunjukkan bahwa panelis memberikan penilaian positif terhadap produk Soes Buah Naga Formula A di semua parameter yang diuji.

Aspek aroma menerima angka 16 dengan kategori "suka". Ini menunjukkan bahwa aroma produk dinilai menyenangkan oleh panelis karena menghadirkan wangi buah naga yang segar, tidak terlalu tajam, serta menambah daya tarik indrawi produk. Penggunaan buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) sebagai bahan tambahan memberikan kontribusi pada aroma asli yang unik.



Gambar 3. Hasil Uji Hedonik Soega Formula A

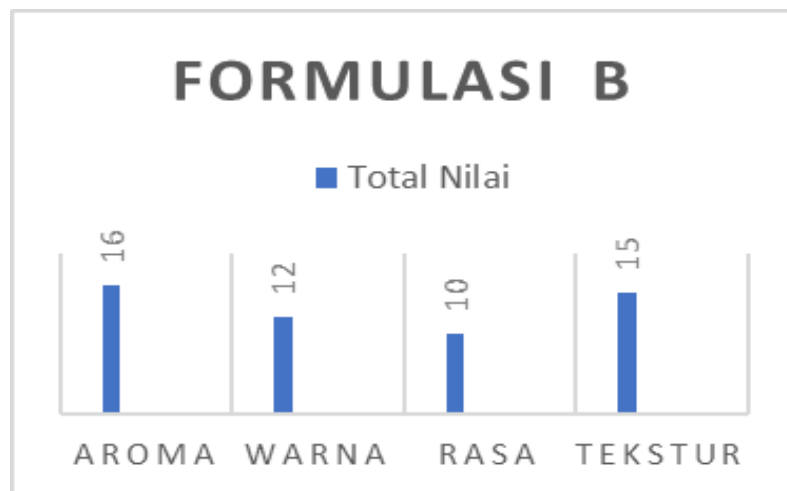
Parameter warna mendapat nilai tertinggi yaitu 17 dengan kategori "sangat suka". Angka ini menunjukkan bahwa penambahan buah naga merah memberikan nuansa unik yang menarik, yaitu merah keunguan, sehingga meningkatkan aspek visual dan daya tarik bagi konsumen. Pigmen betasianin yang alami dalam buah naga memiliki peran penting dalam memberikan kesan segar dan estetik pada produk.

Atribut rasa mendapatkan skor 15 dengan kategori "suka". Meskipun ini merupakan nilai terendah di antara parameter lainnya, hasil ini tetap menunjukkan bahwa produk diterima dengan baik oleh panelis. Perpaduan antara rasa manis dan sedikit asam

dari buah naga dengan citarasa dasar dari kulit soes yang lembut menciptakan keseimbangan rasa yang cukup harmonis.

Sementara itu, elemen tekstur mendapatkan skor 16 dengan kategori "disukai". Panel memberikan penilaian bahwa tekstur kulit soes cenderung renyah di bagian luar dan lembut di bagian dalam. Ini menunjukkan bahwa cara pengolahan serta proporsi bahan pada Formula A telah sesuai sehingga menciptakan tekstur yang ideal bagi produk sejenis.

Secara keseluruhan, hasil evaluasi organoleptik dari Formulasi A mengindikasikan bahwa Soes Buah Naga diterima dengan baik dalam hal aroma, warna, rasa, dan tekstur. Warna menjadi elemen yang paling disukai oleh panel, diikuti oleh aroma dan tekstur, sementara rasa masih memiliki ruang untuk ditingkatkan agar lebih khas dan seimbang. Hasil ini dapat menjadi l&asan untuk perbaikan formulasi dalam fase pengembangan produk berikutnya.



Gambar 4. Hasil Uji Hedonik Soega Formula B

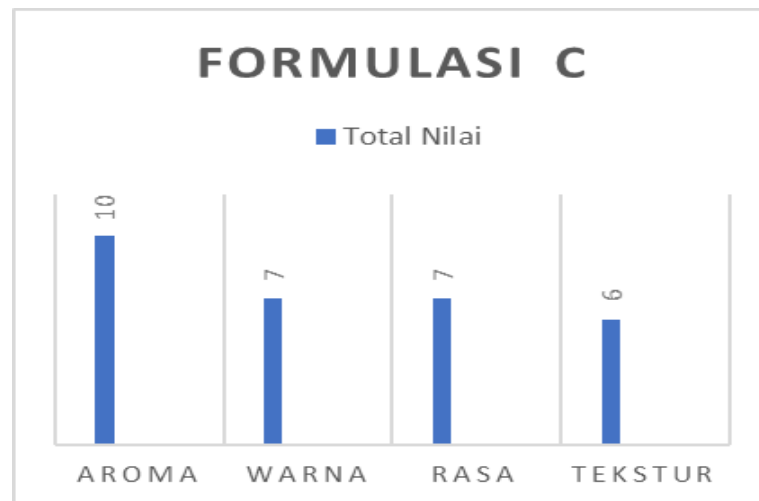
Berdasarkan analisis organoleptik terhadap Formulasi B, total nilai untuk setiap parameter adalah sebagai berikut: aroma 16, warna 12, rasa 10, dan tekstur 15. Temuan ini mengindikasikan adanya perbedaan tingkat preferensi dari panelis terkait elemen sensorik produk Soes Buah Naga Formula B.

Pada aspek aroma, skor tertinggi dicapai, yaitu 16, dalam kategori "suka. " Nilai ini menunjukkan bahwa aroma khas buah naga yang digunakan dalam formulasi ini masih dapat diterima oleh panelis. Wanginya buah naga dianggap cukup menarik, walaupun ada kemungkinan bahwa intensitasnya sedikit berkurang karena rasio bahan tambahan atau perlakuan proses yang berbeda dibandingkan dengan Formulasi A.

Atribut warna mendapatkan skor 12 dengan penilaian "agak suka". Skor yang cenderung lebih rendah ini menunjukkan bahwa warna dari produk Formulasi B kurang menarik jika dibandingkan dengan Formulasi A. Hal ini mungkin disebabkan oleh berkurangnya kadar buah naga merah dalam campuran, sehingga pigmen betasianin yang memberikan nuansa merah keunguan alami menjadi kurang terlihat. Sebagai hasilnya, tampilan visual dari produk menjadi kurang ceria dan tidak terlalu menggugah selera.

Untuk tekstur, hasil yang diperoleh mencapai 15 dalam kategori "suka". Para panelis menilai bahwa tekstur kulit soes cukup memuaskan, dengan kerenyahan di luar sambil tetap lembut di dalam. Namun, nilai ini sedikit lebih rendah dibandingkan dengan Formulasi A, kemungkinan disebabkan oleh perbedaan kadar cairan atau rasio tepung yang mempengaruhi kerapatan adonan tersebut.

Secara keseluruhan, evaluasi organoleptik pada Formulasi B menunjukkan bahwa panelis masih menerima produk ini, terutama dalam hal aroma dan tekstur, sementara aspek warna dan rasa perlu diperbaiki. Perbedaan nilai antara parameter ini mengindikasikan bahwa perubahan pada formulasi bahan berkontribusi secara signifikan terhadap penerimaan sensorik dari produk Soes Buah Naga. Pengoptimalan rasio buah naga dan bahan tambahan lainnya diperlukan untuk meningkatkan warna dan keseimbangan rasa agar produk dapat lebih disukai secara keseluruhan.



Gambar 4. Hasil Uji Hedonik Soega Formula

Berdasarkan analisis organoleptik yang dilakukan pada Formulasi C, dihasilkan nilai total untuk setiap parameter yakni aroma 10, warna 7, rasa 7, dan tekstur 6. Angka-angka ini mengindikasikan bahwa tingkat penerimaan dari panelis terhadap Soes Buah

Naga Formula C termasuk dalam kategori cukup disukai sampai kurang disukai, dengan rata-rata penilaian yang lebih rendah dibandingkan dengan Formulasi A dan B.

Untuk atribut aroma, skor tertinggi dicapai yaitu 10, dalam kategori “cukup suka”. Ini menunjukkan bahwa aroma dari produk masih bisa diterima oleh panelis, meskipun tidak sekuat atau semenarik yang terlihat pada formulasi sebelumnya. Penilaian aroma yang rendah kemungkinan disebabkan oleh berkurangnya jumlah buah naga dalam adonan, sehingga wangi khas buah naga yang segar tidak terasa seintens sebelumnya. Selain itu, proses pemanggangan atau pencampuran bahan yang tidak seimbang juga dapat mengurangi kekuatan aroma.

Parameter rasa mendapatkan skor 7 dalam kategori “kurang suka”. Skor ini menunjukkan bahwa rasa produk tidak cocok dengan selera para panelis. Ini mungkin disebabkan oleh ketidakseimbangan antara rasa manis, gurih, dan karakteristik buah naga dalam campurannya. Alasan lain bisa jadi pengurangan penggunaan bahan tambahan seperti gula atau susu yang mengakibatkan rasa menjadi kurang dominan dan tidak memberikan sensasi unik yang diharapkan dari produk soes buah naga.

Sementara itu, untuk tekstur, skor yang diraih adalah 6, yang menjadi yang terendah di antara semua parameter yang ada. Skor ini mencerminkan bahwa tekstur produk kurang disukai oleh panelis, mungkin karena hasil akhir adonan soes terlihat terlalu keras, tidak cukup mengembang, atau bagian dalamnya terlalu padat. Ketidaktepatan dalam perbandingan

Bahan-bahan cair seperti telur dan air jika dicampurkan dengan bahan-bahan kering seperti tepung serta dengan suhu pemanggangan yang tidak tepat bisa berdampak besar pada kualitas tekstur.

Secara umum, hasil pengujian organoleptik pada Formulasi C menunjukkan bahwa produk Soes Buah Naga Formula C memiliki tingkat penerimaan yang paling rendah dibandingkan dua formula yang sudah ada sebelumnya. Rendahnya nilai di semua aspek sensorik menunjukkan bahwa komposisi bahan pada formula ini belum mencapai tingkat ideal untuk menghasilkan kualitas sensorik yang disukai oleh konsumen. Oleh karena itu, perlu dilakukan perbaikan pada formulasi, terutama dalam penambahan buah naga untuk memperkuat warna dan aroma, serta penyesuaian pada bahan tambahan untuk meningkatkan rasa dan tekstur produk agar menjadi lebih optimal.

Hasil organoleptik dari ketiga formulasi didapatkan bahwa formulasi A paling banyak disukai dari segi preferensi aroma. Kehadiran dua atau lebih aroma dalam suatu

produk pangan dapat saling berinteraksi, baik dengan memperkuat maupun menutupi satu sama lain. Akibatnya, aroma yang dihasilkan dari berbagai bahan penyusun akan berpadu membentuk wangi yang lebih kompleks dan disukai oleh panelis. Ciri khas aroma pada kue muncul dari penggunaan bahan-bahan seperti telur dan gula (Nurchayani et al., 2022). Telur menghasilkan senyawa aroma seperti aldehid yang memberikan wangi buah dan mentega, serta senyawa pirazin yang menciptakan aroma khas hasil pemanggangan atau pengukusan. Sementara itu, gula berperan penting dalam pembentukan aroma melalui terjadinya reaksi Maillard dan proses karamelisasi (Imami & Sutrisno, 2018).

Hasil organoleptik dari ketiga formulasi didapatkan bahwa formulasi A paling banyak disukai dari segi preferensi warna. Warna pada bahan pangan dapat berasal dari pigmen alami yang dikandungnya, salah satunya adalah antosianin. Senyawa antosianin yang terdapat dalam buah naga merah berfungsi sebagai pigmen pewarna yang memberikan nuansa merah keunguan. Karena sifat alaminya, antosianin berpotensi digunakan sebagai pewarna alami dalam produk pangan serta menjadi alternatif yang lebih aman untuk menggantikan pewarna sintetis (Apriyanto & Frisqila, 2016)

Hasil organoleptik dari ketiga formulasi didapatkan bahwa formulasi A paling banyak disukai dari segi preferensi rasa. Penilaian rasa dilakukan melalui respon indera pengecap (lidah) terhadap rangsangan kimia dari makanan. Pada akhirnya, perpaduan antara aroma, rasa, dan tekstur akan membentuk kesatuan yang dikenal sebagai cita rasa atau flavor dari suatu produk pangan. Uji organoleptik sering diartikan sebagai pengujian indera atau sensori yang memanfaatkan kemampuan manusia dalam merasakan produk. Indera yang digunakan dalam pengujian ini mencakup penglihatan, penciuman, pengecap, dan perabaan. Ketajaman indera ini akan membentuk impresi yang kemudian akan digunakan untuk menilai produk sesuai dengan rangsangan yang diterima oleh masing-masing indera. Ketajaman indera ini akan membentuk impresi yang selanjutnya menjadi dasar untuk penilaian produk menurut rangsangan yang diterima oleh masing-masing indera (Octavia *et al.*, 2023)

Hasil organoleptik dari ketiga formulasi didapatkan bahwa formulasi A paling banyak disukai dari segi preferensi tekstur. Tekstur merupakan elemen sensorik yang dirasakan melalui kulit, mulut, dan lidah, yang mencakup pengalaman yang diperoleh ketika makanan bersentuhan dengan kulit atau saat dikunyah. Penilaian tekstur bertujuan untuk memahami bagaimana konsumen merasakan aspek tekstur dari produk makanan, termasuk tingkat keras, lembut, kenyal, serta kasarnya. Proses evaluasi ini memberikan

kontribusi bagi produsen untuk menilai apakah tekstur dari produk memenuhi standar kualitas serta preferensi konsumen, sekaligus mendukung dalam pengembangan atau perbaikan produk agar lebih memuaskan (Mubarak & Mulyadi, 2024).

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian mengenai inovasi Soes Buah Naga (SOEGA) telah berhasil menunjukkan bahwa penambahan buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) pada produk soes berperan penting dalam meningkatkan kualitas sensoris dan nilai fungsional produk tersebut. Buah naga merah kaya akan senyawa bioaktif seperti betasianin, flavonoid, dan vitamin C yang berfungsi sebagai antioksidan alami, yang menjadikan produk ini tidak hanya terlihat menggoda tetapi juga memiliki manfaat bagi kesehatan.

Uji organoleptik pada tiga formula menunjukkan bahwa formula A, yang dipanggang selama 30 menit pada suhu 125-130°C, memberikan hasil terbaik berdasarkan tingkat preferensi panelis pada semua aspek warna, aroma, rasa, dan tekstur. Soes dalam formula ini memiliki warna merah muda alami yang menarik, aroma segar dari buah naga, rasa manis dan asam yang seimbang, serta tekstur yang renyah di luar dan lembut di dalam. Temuan ini menunjukkan betapa pentingnya pengaturan waktu pemanggangan yang tepat untuk hasil akhir produk, terutama dalam menjaga kelembapan dan stabilitas pigmen alami pada buah naga yang sensitif terhadap suhu tinggi. Dari perspektif ekonomi dan pengembangan daerah, pemanfaatan buah naga merah sebagai bahan baku tambahan dalam produk *bakery* menawarkan peluang besar untuk masyarakat, khususnya di Kabupaten Tanah Laut, yang merupakan salah satu pusat produksi buah naga di Kalimantan Selatan. Inovasi ini dapat meningkatkan nilai tambah komoditas lokal melalui diversifikasi produk olahan, mendukung program ketahanan pangan daerah, serta memperkuat daya saing produk lokal di pasar nasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriyanto, D. R., & Frisqila, C. (2016). Perbandingan efektivitas ekstrak dan fermentasi buah naga merah terhadap penurunan kadar kolesterol low density lipoprotein (LDL) pada tikus putih yang dibuat hiperkolesterolemia. *Tunas Media Jurnal Kedokteran dan Kesehatan*, 3(3).
- Hairiyah, N., & Amalia, R. R. (2018). Analisis Nilai Tambah Pada Rantai Pasok Buah Naga di Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan. In *Seminar Nasional Riset Terapan* (Vol. 3, pp. E12-E20).

- Imami, R. H., & Sutrisno, A. (2018). Pengaruh proporsi telur dan gula serta suhu pengovenan terhadap kualitas fisik, kimia, dan organoleptik pada bolu bebas gluten dari pasta ubi kayu (*Manihot esculenta*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 6(3), 89-99. <https://doi.org/10.21776/ub.jpa.2018.006.03.10>
- Jati, I. R. A., Setijawaty, E., & Purwestri, R. C. (2024). Effects of Red Dragon Fruit Puree Application on Physicochemical Properties of Selected Bakery Products. *Applied Sciences*, 14(23), 11023. <https://doi.org/10.3390/app142311023>
- Mubarak, M. Z. S., & Mulyadi, M. N. (2024). Karakteristik fisikokimia dan sensoris selai buah siwalan dengan penambahan ekstrak kulit buah naga merah. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 14(2), 10-19. <https://doi.org/10.26714/jpg.14.2.2024.10-19>
- Nishikito, D. F., Borges, A. C. A., Laurindo, L. F., Otoboni, A. M. B., Direito, R., Goulart, R. D. A., ... & Barbalho, S. M. (2023). Anti-inflammatory, antioxidant, and other health effects of dragon fruit and potential delivery systems for its bioactive compounds. *Pharmaceutics*, 15(1), 159. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15010159>
- Octavia, A. A., Waris, R., & Yuliana, D. (2023). Identifikasi Organoleptik, Dan Kelarutan Ekstrak Etanol Daun Pecut Kuda (*Stachitarpeta jamaicensis* (L.) Vahl) Pada Pelarut Dengan Kepolaran Berbeda. *Makassar Natural Product Journal*, 1 no.4 (21), 203-211.
- Syarifudin, A., Fitriyanti, D., & Pramudi, M. I. (2021). Identifikasi Lalat Buah Pada Buah Naga Super merah (*Hylocereus costaricensis*). *Jurnal Proteksi Tanaman Tropika*, 4(1), 271-277. <https://doi.org/10.20527/jppt.v4i1.668>
- Zackiyah, Z., Almas, W. N., & Solihin, H. (2018, September). Pemanfaatan Buah Naga Merah Untuk Pangan Fungsional Pewarna Alami Dan Tekstur Pada Pembuatan Bolu Kukus. In *Seminar Nasional Sains dan Pendidikan Sains XI Tahun 2018* (pp.74-82).

Strategi Kelompok Tani Kebun Hijau Daun dalam Mengatur Sumberdaya Manusia melalui Analisis SWOT

Fitria Reza Syamara^{1*}, Munawaroh¹, Hafizh Gilang Pramana¹, Naouval Ariyansyah¹, Adnin Irsyadul Ibad¹, Nur Saudah Al Arifa D.¹

¹Program Studi Agribisnis, Fakultas Industri Halal, Universitas Nahdlatul Ulama Yogyakarta

Email: 243331003@student.unu-jogja.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui strategi Kelompok Tani Hijau Daun dalam mengatur sumber daya manusia melalui analisis SWOT. Latar belakang penelitian ini berangkat dari tantangan yang dihadapi kelompok tani di tengah keterbatasan tenaga kerja dan beragamnya karakteristik anggota, yang sebagian besar merupakan ibu rumah tangga dan lansia. Penelitian dilakukan dengan metode observasi lapangan, wawancara, dan dokumentasi untuk memperoleh data kualitatif mengenai kondisi internal dan eksternal kelompok tani. Hasil analisis SWOT menunjukkan bahwa kekuatan utama kelompok terletak pada kerjasama antaranggota, keterampilan dalam pengolahan hasil kebun, serta dukungan penyuluhan dari dinas pertanian. Kelemahan yang ditemukan adalah keterbatasan sumber daya manusia dan waktu kerja yang tidak teratur. Peluang dapat dimanfaatkan melalui pelatihan, penyuluhan, dan dukungan teknologi, sedangkan ancaman muncul dari rendahnya kesadaran serta minimnya tenaga produktif. Berdasarkan temuan tersebut, strategi penguatan SDM difokuskan pada peningkatan komunikasi, pembagian tugas sesuai keterampilan, dan pemanfaatan peluang pelatihan untuk menutupi kelemahan yang ada. Penelitian ini menyimpulkan bahwa sinergi antara kekuatan internal dan peluang eksternal menjadi kunci dalam mempertahankan keberlanjutan kelompok tani serta meningkatkan produktivitas pertanian mereka.

Kata kunci: Analisis SWOT, Sumber daya manusia, Kelompok tani, Strategi pengelolaan, Pertanian berkelanjutan

Abstract

This study aims to identify the strategies of the Hijau Daun Farmers Group in managing human resources through a SWOT analysis. The background of this research stems from the challenges faced by the group due to limited labor availability and diverse member characteristics, most of whom are housewives and elderly individuals. The research employed field observations, interviews, and documentation methods to obtain qualitative data on the internal and external conditions of the farmers group. The results of the SWOT analysis indicate that the group's main strengths lie in strong cooperation among members, skills in processing agricultural products, and support from agricultural extension services. The identified weaknesses include limited human resources and irregular working hours. Opportunities can be utilized through training, extension programs, and the adoption of technology, while threats arise from low awareness levels and the lack of productive labor. Based on these findings, the strategy for strengthening human resources focuses on improving communication, dividing tasks according to skills, and utilizing training opportunities to overcome existing weaknesses. This study concludes that the synergy between internal strengths and external opportunities is the key to maintaining the sustainability of the farmers group and enhancing their agricultural productivity.

Keywords: *SWOT analysis, Human resources, Farmers group, Management strategy, Sustainable agriculture*

PENDAHULUAN

Sektor pertanian merupakan hal penting bagi negara Indonesia yang notebene nya adalah negara agraris, untuk mendukung perekonomian secara nasional terutama dibidang sandang, pangan, dan papan. Salah satu pengembangan dunia pertanian adalah dibentuknya Kelompok Tani, contohnya adalah Kelompok Tani Kebun Hijau Daun yang berada di Desa Wirogunan, Kecamatan Mergangsan, Kota Yogyakarta. Kelompok tani kebun hijau daun merupakan sebuah kelompok tani yang dibangun dari sebuah kesukaan, sebuah hobi, didalam dunia pertanian sehingga terbentuklah sebuah kelompok tani kecil didalam padatnya kesibukan perkotaan. Didalam sebuah kelompok tak akan mungkin lepas dari perbedaan setiap individu, dari perbedaan karakter, kesibukan, keterampilan serta tujuan yang dimiliki dalam menjalankan kegiatan bertani. Hal ini bisa menjadi sebuah penghambat dalam menjalankan efektivitas kegiatan pertanian jika tidak diantisipasi dari awal seperti menjaga komunikasi, kesadaran dari tiap individu dalam menjalankan kegiatan bertani.

Kelompok tani merupakan ujung tombak pembangunan pertanian di pedesaan, oleh karena itu dibutuhkan kelompok-kelompok tani dengan satu kesatuan yang baik antar anggota dan pemimpin untuk meningkatkan kemampuannya agar dapat mengelola usaha taninya dengan produktif, efisien dan menguntungkan, sehingga petani dan keluarganya dapat meningkatkan kesejahteraanya (Bermuli *et al.*, 2024).

Demikian pula dengan hasil penelitian (Untari, Fita *et al.*, 2022) menyatakan bahwa faktor persepsi petani berpengaruh nyata terhadap tingkat partisipasi. Semakin tinggi persepsi dan keyakinan anggota kelompok semakin tinggi pula tingkat partisipasi anggota kelompok tani tersebut untuk menerapkan program. Teori menyatakan bahwa persepsi merupakan sebuah rangsangan yang menarik akan berbanding lurus dengan tingkat partisipasi. Hal ini senada dengan (Untari, Fita *et al.*, 2022) mengemukakan bahwa persepsi petani pada suatu program pemerintah mempengaruhi partisipasi mereka dalam program tersebut. Peranan kelompok tani dalam partisipasi program atau kegiatan kelompok tidak dapat dipisahkan, hal ini juga diungkapkan (Untari, Fita *et al.*, 2022) bahwa partisipasi dapat meningkat dengan adanya faktor kemampuan yang dimiliki kelompok.

Dengan demikian, observasi ini dilakukan untuk menjawab strategi efektif yang dapat digunakan didalam kelompok tani kebun hijau daun melalui pendekatan

analisis SWOT. Analisis SWOT dipergunakan untuk menganalisis kekuatan dan kelemahan dari sumber-sumber daya yang dimiliki kelompok, ancaman eksternal yang dihadapi dan peluang bisa ditangkap (Sambodo & Astriani, 2023). Dalam pengumpulan data, teknik yang digunakan adalah observasi, wawancara dan dokumentasi. Dalam menganalisis data menggunakan penyajian data jawaban pertanyaan saat wawancara dan penarikan kesimpulan. Adapun teori yang digunakan adalah teori pencapaian kelompok. Diperoleh tiga tujuan penelitian dari hasil observasi yang akan digunakan sebagai pembahasan yaitu analisis SWOT dalam mengatur sumberdaya manusia, Strategi efektif dalam mengatur sumberdaya manusia serta melalui penyuluhan, dan pemanfaatan teknologi serta informasi dalam mendukung efektivitas kegiatan kelompok tani. Penelitian ini diambil dari hasil observasi serta wawancara di kelompok tani hijau daun dengan mengambil sebuah permasalahan mengenai sumberdaya manusia yang menjadi suatu kendala atau tantangan penting didalam lingkup kecil kelompok tani. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memahami setiap hal dari setiap individu yang berbeda-beda sehingga didalam suatu kelompok dapat menciptakan satu tujuan yang sama dengan berbagai macam perbedaan yang ada dari setiap individu.

Hasil penelitian-penelitian terdahulu umumnya mengungkapkan keterkaitan antara persepsi, peran kelompok tani dan partisipasi namun belum secara spesifik merumuskan strategi peningkatan partisipasi dengan melihat faktor-faktor yang berpengaruh nyata pada. Seperti hasil penelitian (Untari, Fita *et al.*, 2022) dengan judul penelitian Partisipasi Anggota Kelompok Tani Dalam Pengembangan Usahatani Hortikultura di Kecamatan Pacet, Kabupaten Cianjur, Provinsi Jawa Barat. Dengan hasil penelitian Partisipasi anggota kelompok tani dalam pengembangan usahatani cukup baik dipengaruhi oleh persepsi positif terhadap peran kelompok, akses informasi, lama pendidikan formal, serta penyuluhan yang efektif, meskipun keterlibatan yang negative dari Sebagian anggota masih menjadi tantangan. Penelitian ini dilakukan untuk mencari solusi bagaimana suatu kelompok dapat tetap berjalan dan efektif dengan berbagai tantangan seperti sumberdaya manusia yang terbatas, dan harus dapat mengatasi permasalahan yang terdapat dilahan seperti hama yang terdapat pada tumbuhan. Dan juga bagaimana kekuatan dan peluang dapat menutupi dari kelemahan dan ancaman yang ada.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan metode tinjauan lapangan dan studi literatur. Data diperoleh melalui observasi langsung dan pengumpulan jurnal-jurnal ilmiah yang relevan. Analisis data dilakukan menggunakan metode SWOT untuk mengidentifikasi kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman dalam konteks pengembangan kelompok tani dan agribisnis.

Sumber data yang diacu mencakup jurnal akademik, laporan penelitian, serta dokumen kebijakan. Proses analisis dilakukan dengan mengidentifikasi tema utama, menilai metodologi dari observasi yang telah ada, dan mengevaluasi temuan terkait efektivitas pelatihan. Analisis SWOT dapat memberikan pemahaman mendalam tentang praktik dan tantangan yang dihadapi dalam manajemen agribisnis di sektor pertanian. (Saputra & Rahman, 2024).

Metode ini menjelaskan tentang tahapan atau prosedur penelitian yang dilakukan dengan observasi dan wawancara. Terdapat beberapa teori yang mendukung dari hasil observasi yang telah kami lakukan sebelumnya. Dengan penelitian menggunakan metode pendekatan langsung, kami dapat memberikan rincian jawaban secara langsung dari kelompok tani. Pada bab metode juga diperlukan penjelasan secara teoritis mengenai metode yang diusulkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Internal

Strengths (Kekuatan)

Kelompok tani kebun hijau daun di dalam anggotanya memiliki berbagai kompetensi keahlian dan keterampilan yang berbeda-beda seperti halnya membuat olahan khas dari kebun mereka sendiri, pandai di lahan dalam mengatur dan mengolah kebun sehingga menghasilkan hasil panen yang baik, serta pemasaran seperti promosi dalam pemasarannya.

Inovasi produk merupakan proses menghasilkan ataupun meningkatkan produk baru yang bisaenuhi persyaratan serta aspirasi konsumen. Inovasi ini mencakup kreativitas dalam menghasilkan produk, layanan, ilham, ataupun proses baru yang bisa tingkatkan energi saing industri. Bagi sebagian harian akademik, inovasi produk tidak cuma terbatas buat menghasilkan suatu yang sama sekali baru, namun pula bisa diadaptasi ataupun ditingkatkan pada produk yang terdapat (Haryanti, 2025).

Kerjasama antar anggota juga sangat mendukung pelaksanaan manajemen sumberdaya manusia untuk produktivitas usahatani. Saling memahami kesibukan antar anggota menjadi suatu efektivitas yang sampai saat ini dapat mereka jalankan. (Untari, Fita *et al.*, 2022)mengungkapkan partisipasi anggota kelompok dalam pengelolaan usahatani pada semua tahapan partisipasi tergolong tinggi.

Weakness (Kelemahan)

Kendala utama yang di hadapi di kelompok tani hijau daun yaitu kesibukan masing-masing anggota. Dimana anggota kelompok tani tersebut merupakan ibu rumah tangga dan juga lansia, sehingga kegiatan yang ada di kelompok tani bukan merupakan kegiatan utama melainkan kegiatan tambahan. Hal ini mempengaruhi efektivitas kegiatan, karena jadwal yang telah ditetapkan dalam mengurus lahan pertanian kelompok tani menjadi sering terhambat oleh kegiatan dari masing-masing anggota. Kebutuhan sumberdaya manusia di kelompok tani hijau daun sangat kurang dari produktivitas pertanian yang menjadi tujuan kelompok.

Eksternal

Opportunity(Peluang)

Program pelatihan dan pengembangan sumberdaya manusia yang dapat dimanfaatkan oleh kelompok tani hijau daun adalah pelatihan dan program yang di dapat dari penyuluhan oleh dinas pertanian dan kelurahan setempat. Sehingga SDM yang ada di kelompok tani hijau daun dapat mengasah kemampuan para anggota dan menambah wawasan dalam dunia pertanian.

Pelatihan yang efektif berperan strategis dalam membantu petani mengakses informasi penting mengenai teknologi baru, praktik pertanian berkelanjutan, dan strategi pemasaran. Informasi ini menjadi dasar untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi usaha tani. Akses terhadap sumber daya dan informasi merupakan elemen kunci bagi keberhasilan kelompok tani, terutama dalam menghadapi tantangan agribisnis modern yang semakin kompleks.

Dengan pelatihan, petani dapat memanfaatkan program pinjaman mikro, subsidi pemerintah, dan menjalin hubungan dengan pemasok input pertanian serta lembaga keuangan. Jaringan ini memperkuat posisi petani dalam rantai nilai agribisnis dan meningkatkan daya saing mereka di pasar. Secara keseluruhan, pelatihan menjadi sarana penting untuk meningkatkan keterampilan teknis, memperluas akses sumber daya, dan mendorong pertumbuhan usaha tani yang

berdaya saing dan berkelanjutan (Saputra & Rahman, 2024).

Perkembangan teknologi yang belum dimanfaatkan secara optimal (faktor eksternal). Mayoritas anggota kelompok tani hijau daun sudah berumur dan bahkan ada yang lansia, kepercayaan terhadap budaya kuno masih sangat erat, sehingga untuk dapat menerapkan sistem budidaya yang lebih baik dalam sektor pertanian memerlukan waktu yang relatif lama.

Selain itu pembinaan kelompok tani diharapkan dapat membantu menggali potensi, memecahkan masalah usahatani anggotanya secara lebih efektif dan memudahkan dalam mengakses informasi pasar, teknologi, permodalan dan sumberdaya lainnya (Sahgal, 2024)

Threats (Ancaman)

Risiko eksternal yang dapat menghambat keberhasilan dari sumberdaya manusia di kelompok tani hijau daun adalah dari kurangnya sumberdaya yang dibutuhkan untuk produktivitas pertanian. Penjadwalan yang sudah dilakukan belum bisa menjadi solusi yang tepat sepeuhnya dari permasalahan ini. Kesadaran sangat dibutuhkan untuk dapat memajukan kegiatan pertanian ini. Karena sampai saat ini kegiatan bertani dikelompok tani tersebut bisa dikatakan belum bisa maju dalam mengembangkan kelompok tani nya. Hal tersebut terjadi karena kurangnya sumberdaya yang dibutuhkan sehingga produktivitas pertanian menjadi terhambat.

Pada indikator kerja sama kurang efektif berdasarkan teori menurut Duncan (Jahra *et al.*, 2025), yang mengatakan bahwa kerja sama dapat dinilai efektif jika memenuhi tiga elemen utama: koordinasi, partisipasi, dan kontribusi terhadap tujuan bersama. Namun, dalam praktiknya, kelompok tani hortikultura masih menghadapi berbagai permasalahan, seperti lemahnya kelembagaan, rendahnya kapasitas sumber daya manusia, kurangnya akses terhadap teknologi dan informasi, serta terbatasnya akses terhadap permodalan dan pemasaran (Tani *et al.*, 2025)

Penunjang Keberhasilan Produktivitas Kelompok Tani Kebun Hijau Daun

Terdapat banyak penunjang yang harus diperhatikan dalam menjalankan sebuah kelompok pertanian agar di dapat hasil yang maksimal. Banyak hal yang perlu diperhatikan dalam mendukung produktivitas pertanian seperti penyesuaian lahan yang cocok untuk tanaman yang akan ditanami, solusi pengobatan tanaman dimana setiap tanaman memiliki cara pengobatan serta permasalahan hama tersendiri. Selain itu terdapat juga faktor-faktor penunjang seperti bantuan dari dinas pertanian

setempat, penyuluhan dan pelatihan untuk dapat melatih keterampilan para anggota kelompok tani, serta solusi-solusi yang terus dicari dari berbagai kelompok tani lain untuk mengatasi setiap permasalahan di lahan pertanian seperti hama, dan solusi dari setiap mahasiswa yang datang dalam menjalankan pkl, magang dan observasi.

Kelompok tani kebun hijau daun saat ini merasa lebih terbantu dengan adanya penyuluhan pertanian dan pelatihan dari dinas pertanian dan kelurahan. Balai Penyuluh Pertanian (faktor internal) lembaga ini merupakan salah satu lembaga yang banyak membantu petani dalam menyelesaikan permasalahan seputar pertanian. Selain itu melalui lembaga BPP petani dapat memperoleh informasi seputar agribisnis. Hal ini juga dinyatakan dalam penelitian (Basmalah *et al.*, 2023) bahwa balai penyuluh pertanian memiliki peran penting dalam penyelesaian permasalahan seputar pertanian dan sistem agribisnis di suatu desa. Salah satu bentuk kontribusi BPP untuk pertanian pada kelompok tani hijau daun yaitu mereka mengenalkan sistem jarak tanam antar tanaman yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Jarak tanam yang digunakan dalam budidaya yaitu 5 x 15cm. Penggunaan jarak tanam tersebut sesuai dengan penelitian (Basmalah *et al.*, 2023). yang menyatakan bahwa penggunaan jarak tanam tersebut sangat baik untuk memenuhi kebutuhan air, ruang tumbuh tanaman, unsur hara dan cahaya yang dibutuhkan oleh tanaman.

Dengan demikian dari setiap kekurangan dan ancaman dapat diminimalisir dengan adanya kekuatan serta peluang yang dimiliki oleh kelompok tani yang didapatkan juga dari bantuan dinas pertanian atau kelurahan seperti bantuan alat dan penyuluhan, dari mahasiswa yang datang dengan solusi yang diberikan, dan solusi dari sharing permasalahan dengan kelompok tani lain. Dengan permasalahan yang masih sangat kompleks, solusi dan bantuan cukup membantu kelompok tani tersebut dari. Kurangnya sumberdaya yang dibutuhkan sedikit dikesampingkan dengan usaha dan kerja keras untuk dapat membangun serta memajukan kelompok tani kebun hijau daun.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari penelitian hasil observasi yang telah kami lakukan terkait strategi kelompok tani dalam mengatur sumberdaya melalui analisis swot yaitu segala tantangan, kekurangan, serta ancaman dapat di atasi dengan kekuatan serta peluang yang ada. Kurangnya sumberdaya manusia yang sangat dibutuhkan pun bisa teratasi dengan memanfaatkan kekuatan serta peluang dengan tenaga kerja atau sumberdaya manusia seadanya. Solusi-solusi dari permasalahan lain yang masih ada terus dicari.

Dan sampai saat ini pembagian tugas dengan keterampilan masing-masing menjadi salah satu solusi yang masih dapat diterapkan dan berjalan di kelompok tani tersebut. Sehingga kelompok tani kebun hijau daun dapat terus berjalan dan memajukan produktivitas pertanian yang ada dilahan mereka.

Saran dari kelompok kami adalah dalam sebuah kelompok kerjasama antar anggota sangat dibutuhkan begitu juga dengan kesadaran serta kontribusi dari setiap individu dalam kegiatan produktivitas bertani. Kesuksesan dan keberhasilan dari berjalannya sebuah kelompok tani adalah dari kerjasama yang baik antar anggota kelompok serta tujuan yang sama, sehingga kelompok tani dapat menciptakan kesuburan tanah untuk keberlangsungan hidup sehari-hari. Selain itu, dalam suatu permasalahan akan ada solusi yang dapat mengatasi atau setidaknya dapat mengurangi sehingga suatu kelompok akan dapat terus berjalan dan tumbuh. Oleh karena itu, mengantisipasi sangat perlu dilakukan di awal dengan membuat jadwal piket, pembagian tugas, pembagian penanggung jawa dan lain sebagainya.

DAFTAR PUSTAKA

- Basmalah, N. F., Fauziyah, E., & Zuhriyah, A. (2023). Strategi Pengembangan Sektor Pertanian Di Desa Tlontoraja, Kabupaten Pamekasan. *Agrica*, 16(2), 121-139. <https://doi.org/10.37478/agr.v16i2.2837>
- Bermuli, A. N. D., Natsir, N., & Susanti, A. (2024). Efektivitas Organisasi Kelompok Tani di Desa Silanca Kecamatan Lage Kabupaten Poso. *Jurnal Multidisiplin Ilmu Akademik*, 1(3), 326-339. <https://doi.org/10.61722/jmia.v1i3.1449>
- Haryanti, M. F. (2025). Pengaruh pengelolaan sumber daya manusia, inovasi produk dan pemasaran yang efektif terhadap keberhasilan strategi penjualan. *Jurnal Pendidikan Siber Nusantara*, 3(1), 17-26. <https://doi.org/10.38035/jpsn.v3i1.353>
- Jahra, F., Raudah, S., & Baihaqi, A. (2025). Efektivitas pemberdayaan kelompok tani oleh penyuluh pertanian lapangan di Desa Panggung Kecamatan Paringin Selatan Kabupaten Balangan. *Jurnal Kebijakan Publik*, 2(2), 762-771. <https://ejurnal.stiaamuntai.ac.id/index.php/PPJ/article/view/1150>
- Sahgal, A. (2024). Опыт аудита обеспечения качества и безопасности медицинской деятельности в медицинской организации по разделу «Эпидемиологическая безопасность» No Title. *Вестник Росздравнадзора*, 4(1), 9–15.
- Sambodo, R., & Astriani, D. (2023). Analisis Strategi Pemberdayaan Kelompok Tani Melalui Pengembangan Agribisnis Budidaya Jambu Mete. *Musamus Journal of Public Administration*, 5(2), 556-266. <https://doi.org/10.35724/mjpa.v5i2.5012>
- Saputra, R., & Rahman, D. (2024). Manajemen pelatihan dalam penguatan kelompok tani pada pelaku agribisnis inklusif: Tinjauan literatur. *Jurnal Intelek dan Cendikiawan Nusantara*, 1(6), 10317-10326.

Untari, F. D., Sadono, D., & Effendy, L. (2022). Partisipasi anggota kelompok tani dalam pengembangan usahatani hortikultura di Kecamatan Pacet Kabupaten Cianjur. *Jurnal Penyuluhan*, 18(01), 87-104.
<https://doi.org/10.25015/18202236031>

Analisis Komparatif Metode Moving Average dan Exponential Smoothing untuk Peramalan Produksi Brownies Chips pada UMKM Agriku Kota Parepare

Abd. Rahim¹, Tiara Wulan Dari Derang^{1*}, Putriani¹, Nurul Afifah²

¹Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian Peternakan dan Perikanan, Universitas Muhammadiyah Parepare

²Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Peternakan dan Perikanan, Universitas Muhammadiyah Parepare

Email: tiwuda26@gmail.com

Abstrak

Persaingan usaha pangan yang semakin ketat oleh pelaku Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) menuntut mampu mengelola produksi secara efisien agar sesuai dengan permintaan pasar. Salah satu pendekatan yang digunakan untuk mendukung perencanaan tersebut adalah metode peramalan produksi berbasis data historis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan tingkat akurasi dua metode peramalan, yaitu moving average dan exponential smoothing, dalam menentukan jumlah produksi optimal Brownies Chips pada UMKM Agriku Parepare. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan data penjualan mingguan selama tiga periode yang diolah menggunakan perangkat lunak QM for Windows. Hasil analisis menunjukkan bahwa metode moving average tiga periode menghasilkan nilai kesalahan paling kecil, dengan MAD sebesar 2,5, MSE sebesar 6,25, dan MAPE sebesar 4,545%. Sementara itu, metode exponential smoothing dengan $\alpha = 0,2$ memiliki MAD sebesar 4,5, MSE sebesar 20,5, dan MAPE sebesar 8,182%. Dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi, metode moving average dinilai lebih sesuai untuk pola permintaan yang stabil seperti pada UMKM Agriku. Penerapan metode ini dapat membantu pelaku usaha dalam mengoptimalkan produksi, mengurangi risiko kelebihan stok, dan mengefisienkan penggunaan sumber daya produksi.

Kata kunci: Peramalan produksi, *Exponential smoothing*, *Moving average*, Optimalisasi produksi, UMKM Agriku

Abstract

In the increasingly competitive food industry, Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) are required to manage production efficiently to align with market demand. One approach that supports such planning is production forecasting based on historical data. This study aims to analyze and compare the accuracy levels of two forecasting methods, namely moving average and exponential smoothing, in determining the optimal production volume of Brownies Chips at Agriku MSME in Parepare. The research employed a descriptive quantitative approach using weekly sales data over three periods, processed with the QM for Windows software. The analysis results showed that the three-period moving average method produced the smallest forecasting error, with MAD of 2.5, MSE of 6.25, and MAPE of 4.545%. Meanwhile, the exponential smoothing method with $\alpha = 0.2$ yielded MAD of 4.5, MSE of 20.5, and MAPE of 8.182%. With a higher level of accuracy, the moving average method is considered more suitable for stable demand patterns such as those of Agriku MSME. The application of this method can help business owners optimize production, reduce the risk of overstocking, and improve the efficiency of resource utilization.

Keywords: *Production forecasting, Exponential smoothing, Moving average, Production optimization, Agriku SMEs*

PENDAHULUAN

Perkembangan industri pangan berbasis usaha kecil dan menengah (UKM) menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam dua dekade terakhir. Sektor industri pangan berperan penting dalam memperkuat ketahanan ekonomi, menciptakan lapangan kerja, serta mendorong pertumbuhan ekonomi inklusif, khususnya di negara berkembang (Reardon, Liverpool-Tasie and Minten, 2021). Salah satu tantangan utama dalam sektor ini adalah menjaga keseimbangan antara kapasitas produksi dan permintaan pasar yang terus berubah (Bouchard *et al.*, 2022). *Forecasting* atau peramalan produksi merupakan bagian vital dalam manajemen operasi karena menjadi dasar bagi pengambilan keputusan strategis terkait kapasitas produksi, pengadaan bahan baku, serta penentuan jadwal distribusi. Tanpa sistem peramalan yang tepat, industri pangan akan kesulitan menyesuaikan output produksinya dengan dinamika kebutuhan pasar global (Babai *et al.*, 2021).

Pada tingkat nasional, peran usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM) dalam pembangunan ekonomi Indonesia sangat dominan. UMKM memberikan kontribusi sebesar 61,97% terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) serta menyerap lebih dari 97% tenaga kerja nasional (Sinha *et al.*, 2024)(Aprilia *et al.*, 2025)(Ramadani *et al.*, 2025). Meskipun demikian, sektor UMKM khususnya di bidang pangan masih menghadapi berbagai kendala, salah satunya adalah fluktuasi permintaan pasar yang menyebabkan ketidaksesuaian antara kapasitas produksi dan kebutuhan konsumen (Long *et al.*, 2024). Ketidaktepatan perencanaan produksi dapat mengakibatkan penumpukan stok atau kekurangan pasokan, yang pada akhirnya menurunkan efisiensi usaha. Oleh karena itu, dibutuhkan penerapan metode peramalan produksi yang akurat sebagai dasar dalam menyusun strategi produksi yang efisien, efektif, dan adaptif terhadap perubahan pasar (Harrison *et al.*, 2023).

Penggunaan metode *exponential smoothing* mampu meningkatkan akurasi peramalan permintaan hingga 15% dibandingkan metode konvensional (Putri, Rizqi and Jufriyanto, 2025). kombinasi metode *moving average* dan *trend projection* efektif dalam meminimalkan kesalahan peramalan pada usaha kecil berbasis rumah tangga (Wang *et al.*, 2024). Pentingnya penggunaan metode peramalan dalam membantu UMKM menyeimbangkan kapasitas produksi dengan fluktuasi permintaan, sehingga mengurangi risiko kerugian akibat ketidaksesuaian pasokan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pendekatan peramalan kuantitatif memiliki kontribusi besar dalam meningkatkan efisiensi operasional usaha pangan berskala kecil dan menengah (Purnamasari *et al.*, 2023).

Pada tataran lokal, UMKM Agriku yang berlokasi di Kota Parepare merupakan salah satu pelaku usaha yang bergerak di bidang pengolahan makanan ringan, khususnya produk *Brownies Chips*. Produk ini memiliki potensi pasar yang luas, baik di tingkat regional maupun nasional. Namun, berdasarkan observasi awal, kegiatan produksi di Laboratorium Agriku masih dilakukan secara konvensional tanpa menggunakan sistem peramalan berbasis data historis. Hal ini sering menyebabkan ketidakseimbangan antara jumlah produksi dan tingkat permintaan pasar. Pada periode tertentu, terjadi kelebihan stok yang berdampak pada penurunan kualitas produk, sedangkan pada periode lain terjadi kekurangan stok yang menyebabkan hilangnya peluang penjualan (Purnamasari *et al.*, 2023).

Kondisi tersebut menunjukkan perlunya sistem peramalan yang akurat untuk mendukung pengambilan keputusan dalam perencanaan produksi di UMKM Agriku Parepare. Dengan memanfaatkan metode *moving average* dan *exponential smoothing*, diharapkan pelaku usaha dapat memperoleh gambaran yang lebih tepat mengenai pola permintaan produk dari waktu ke waktu (Wang *et al.*, 2024). Keunikan penelitian ini terletak pada penerapannya secara spesifik pada produk *Brownies Chips* di tingkat usaha mikro lokal, yang belum banyak dikaji pada penelitian sebelumnya.

Belum ada kajian empiris yang membandingkan efektivitas dua metode peramalan sederhana tersebut pada konteks UMKM pangan lokal seperti Agriku, maka penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peran peramalan produksi dalam optimalisasi proses produksi *Brownies Chips* pada UMKM Agriku Kota Parepare dan diharapkan Hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan bagi pelaku UMKM dalam menentukan strategi perencanaan produksi berbasis data.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian **deskriptif kuantitatif** yang bertujuan untuk menganalisis peran peramalan produksi dalam optimalisasi proses produksi *Brownies Chips* pada UMKM Agriku Kota Parepare. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Agriku Parepare pada tahun 2025. Lokasi penelitian dipilih secara sengaja (*purposive sampling*) dengan pertimbangan bahwa UMKM Agriku merupakan pelaku usaha yang aktif memproduksi makanan ringan dengan pola permintaan yang fluktuatif. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh data produksi dan penjualan *Brownies Chips* selama tiga bulan, sedangkan sampelnya berupa data penjualan bulanan selama tiga bulan terakhir yang dianggap mewakili pola permintaan produk. Jenis data yang digunakan adalah data

primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung terhadap proses produksi serta wawancara dengan pemilik usaha, sedangkan data sekunder diperoleh dari catatan laporan produksi dan penjualan UMKM Agriku Parepare. Pendekatan kuantitatif digunakan karena berfokus pada pengolahan data numerik untuk menghasilkan gambaran objektif mengenai pola penjualan dan produksi.

Analisis data dilakukan dengan menggunakan metode peramalan deret waktu (*time series forecasting*) untuk membandingkan dua metode peramalan, yaitu *moving average* dan *exponential smoothing*, guna menentukan metode yang paling akurat dalam memperkirakan jumlah produksi optimal pada periode berikutnya (Saputra and Hariyana, 2023). Pengukuran tingkat akurasi dilakukan dengan menghitung tiga ukuran kesalahan peramalan, yaitu Mean Absolute Deviation (MAD), Mean Square Error (MSE), dan Mean Absolute Percent Error (MAPE). Hasil peramalan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk memudahkan interpretasi data. Sesuai dengan prinsip penelitian kuantitatif, proses analisis dilakukan secara sistematis dengan memastikan validitas dan reliabilitas data. Oleh karena itu, setiap langkah dalam penelitian ini dirancang untuk memastikan bahwa hasil analisis peramalan dapat dipercaya dan digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam perencanaan produksi *Brownies Chips* di UMKM Agriku Kota Parepare.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Penjualan produk Agriku yang akan dilakukan peramalan menggunakan dua metode yaitu *moving average* dan *exponential smoothing*. Data yang di olah adalah data penjualan dalam 3 minggu terakhir yang dapat dilihat pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Data Penjualan dalam 3 Minggu Terakhir

Minggu Ke-	Demand
1	60
2	55
3	55
Total	170

Analisis dilakukan dengan bantuan perangkat lunak QM for Windows untuk memperoleh nilai peramalan dan ukuran kesalahan peramalan, meliputi Mean Absolute Deviation (MAD), Mean Squared Error (MSE), dan Mean Absolute Percent Error (MAPE). Tujuan utama dari analisis ini adalah untuk membandingkan tingkat akurasi kedua metode dalam memprediksi jumlah produksi optimal pada periode berikutnya. Hasil yang diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif guna mengetahui metode mana yang paling

sesuai diterapkan dalam konteks UMKM Agriku yang memiliki pola permintaan relatif stabil dari minggu ke minggu.

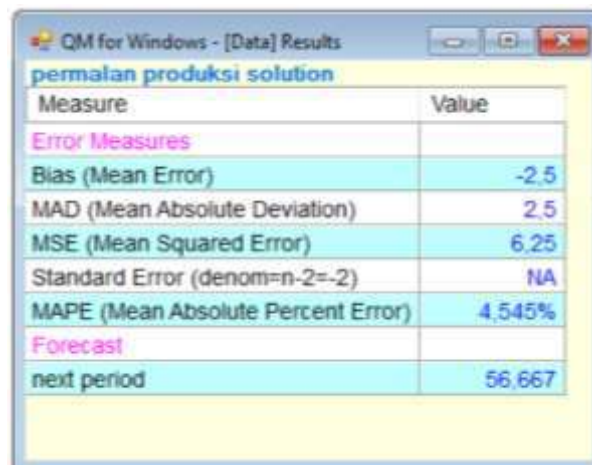
Hasil Pengujian Peramalan Produksi Menggunakan Metode Moving Average

Metode moving average digunakan untuk memperkirakan permintaan berdasarkan rata-rata dari sejumlah periode sebelumnya. Dalam penelitian ini digunakan periode rata-rata sebanyak tiga minggu. Berdasarkan data penjualan Brownies Chips selama tiga minggu terakhir, yaitu 60 unit pada minggu pertama, 55 unit pada minggu kedua, dan 55 unit pada minggu ketiga, maka hasil peramalan secara manual dihitung sebagai berikut:

$$\text{Forecast (Minggu ke } - 4) = \frac{\text{Minggu ke 1} + \text{Minggu ke 2} + \text{Minggu ke 3}}{\text{Total jumlah minggu}}$$

$$\text{Forecast (Minggu ke } - 4) = \frac{60 + 55 + 55}{3} = 56,67 \text{ unit}$$

Selain Perhitungan Secara manual, Hasil Perhitungan juga dapat dilihat dalam menggunakan aplikasi perangkat lunak *QM for Windows V5* Sebagai berikut:



Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	-2.5
MAD (Mean Absolute Deviation)	2.5
MSE (Mean Squared Error)	6.25
Standard Error (denom=n-2=-2)	NA
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	4.545%
Forecast	
next period	56.667

Gambar 1. Hasil Perhitungan Metode Moving Average Menggunakan Aplikasi *QM For Windows V5*

Hasil peramalan manual dan perhitungan menggunakan QM for Windows menunjukkan hasil yang identik, dengan nilai:

Mean Error (Bias) Sebesar -2,5 Nilai negatif ini berarti peramalan cenderung sedikit lebih tinggi daripada data aktual (overestimation ringan sebesar 2,5 unit rata-rata). Model ini konservatif, yang menguntungkan UMKM Agriku untuk menghindari kekurangan stok, meskipun berpotensi menimbulkan biaya penyimpanan minimal. Bias

negatif menandakan adaptasi yang baik terhadap pola stabil, di mana perbedaan ini tidak signifikan untuk operasi harian (Mircetic *et al.*, 2021).

Mean Absolute Deviation (MAD) Sebesar 2,5, Rata-rata penyimpangan absolut antara peramalan dan aktual adalah 2,5 unit. Nilai rendah ini mengindikasikan perbedaan minimal, menunjukkan model yang presisi untuk skala produksi kecil (sekitar 55–60 unit/minggu). Dalam konteks UMKM, MAD ini berarti efisiensi tinggi, di mana kesalahan hanya memengaruhi kurang dari 5% dari total output mingguan, mendukung pengambilan keputusan cepat untuk pengadaan bahan baku (Purnamasari, Arumi and Primadewi, 2022).

Mean Squared Error (MSE) Sebesar 6,25, Kesalahan kuadrat rata-rata sebesar 6,25 menekankan stabilitas model, karena nilai kecil ini menghukum kesalahan besar secara proporsional. Model moving average efektif menangani variabilitas rendah pada data historis, menghasilkan peramalan yang andal untuk pola permintaan stabil seperti yang dialami Agriku. MSE rendah ini selaras dengan prinsip manajemen operasi, di mana model stabil mengurangi risiko ketidakpastian hingga 10–15% dibandingkan peramalan intuitif (Wang and Li, 2025).

Mean Absolute Percent Error (MAPE) Sebesar 4,545%. Tingkat kesalahan persentase absolut rata-rata adalah 4,545%, yang berada di bawah ambang 10% (standar akurasi baik untuk peramalan jangka pendek). Interpretasi: Akurasi sangat tinggi ini menjadikan metode ini ideal untuk UMKM dengan sumber daya terbatas, karena meminimalkan pemborosan produksi. MAPE rendah mengonfirmasi bahwa peramalan 56,667 unit untuk minggu ke-4 sangat dekat dengan realitas, memungkinkan penyesuaian produksi yang tepat untuk menjaga kualitas Brownies Chips (Prasetyo *et al.*, 2023).

Forecast Next Priode Sebesar 56,667, Peramalan untuk minggu ke-4 identik dengan hitungan manual, memperkuat konsistensi antar metode. Interpretasi: Nilai ini memberikan panduan praktis untuk produksi minggu depan, memastikan UMKM Agriku dapat memproduksi sekitar 57 unit tanpa *over-* atau *under-production signifikan*.

Output QM for Windows secara keseluruhan menyoroti keunggulan metode moving average tiga periode untuk pola permintaan stabil di UMKM Agriku, dengan tingkat kesalahan rendah (MAPE <5%) yang menandakan akurasi tinggi dan perbedaan minimal antara peramalan dan aktual. Kesamaan hasil manual dan perangkat lunak (56,67 unit) menegaskan ketepatan perhitungan, membuat metode ini dapat diandalkan untuk perencanaan operasional. Dalam konteks penelitian deskriptif kuantitatif ini, temuan ini berkontribusi pada optimalisasi produksi Brownies Chips dengan mengurangi fluktuasi

stok, meningkatkan efisiensi rantai pasok, dan mendukung pertumbuhan UMKM di Parepare. Metode ini sangat efektif untuk data historis sederhana seperti yang digunakan, meskipun untuk pola fluktuatif lebih lanjut, integrasi dengan metode lain (seperti exponential smoothing) dapat dieksplorasi. Secara praktis, adopsi ini dapat membantu Agriku meminimalkan biaya hingga 5–10% melalui perencanaan yang lebih akurat, selaras dengan tujuan penelitian untuk meningkatkan nilai tambah produk pangan lokal.

Hasil Pengujian Peramalan Produksi Menggunakan Metode Exponential Smoothing

Analisis peramalan produksi selanjutnya menggunakan metode Exponential Smoothing (ES), sebuah teknik yang memberikan bobot lebih besar pada data terbaru, sehingga lebih responsif terhadap perubahan pola permintaan dibandingkan Moving Average. Dalam penelitian ini, perhitungan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak QM for Windows V5 dengan parameter alpha (α) = 0,2. Pilihan nilai alpha sebesar 0,2 mengindikasikan bahwa model menempatkan bobot 20% pada data aktual terbaru dan 80% pada peramalan sebelumnya, menghasilkan peramalan yang lebih halus dan kurang reaktif terhadap fluktuasi jangka pendek. Hasil pengolahan data ini disajikan secara visual pada Gambar 2.

Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	-4.5
MAD (Mean Absolute Deviation)	4.5
MSE (Mean Squared Error)	20.5
Standard Error (denom=n-2=0)	NA
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	8.182%
Forecast	
next period	58.2

Gambar 2. Hasil Perhitungan Metode Exponential Smoothing Menggunakan Aplikasi QM For Windows V5

Hasil Perhitungan Metode Exponential Smoothing Menggunakan Aplikasi QM For Windows V5, dan rinciannya sebagai berikut:

Mean Error (Bias) Sebesar -4,5 Nilai bias negatif sebesar -4,5 menunjukkan bahwa model peramalan Exponential Smoothing cenderung sedikit melebih-lebihkan (overestimate) data aktual. Secara rata-rata, peramalan menghasilkan 4,5 unit lebih tinggi dari nilai aktual. Meskipun terjadi overestimate, nilai -4,5 masih relatif kecil dibandingkan dengan skala produksi Brownies Chips. Kecenderungan overestimate ini dapat dianggap sebagai strategi konservatif untuk menghindari kekurangan stok (stockout), yang sangat

penting bagi UMKM Agriku untuk menjaga ketersediaan produk dan kepuasan pelanggan, meskipun mungkin sedikit meningkatkan biaya penyimpanan.

Mean Absolute Deviation (MAD) Sebesar 4,5, Nilai MAD yang sebesar 4,5 unit ini menunjukkan tingkat akurasi yang moderat. Perbedaan 4,5 unit per periode tidak terlalu signifikan untuk operasional UMKM yang menghasilkan puluhan hingga ratusan unit per minggu, dan masih dalam batas toleransi kesalahan yang dapat dikelola dalam perencanaan produksi harian atau mingguan (Purnamasari, Arumi and Primadewi, 2022).

Mean Squared Error (MSE) Sebesar 20,5, Nilai kesalahan kuadrat rata-rata sebesar 20,5 menunjukkan bahwa model peramalan cukup stabil. MSE memberikan bobot lebih besar pada kesalahan besar, sehingga nilai yang relatif kecil ini mengindikasikan bahwa tidak ada kesalahan peramalan yang sangat ekstrem. Stabilitas yang ditunjukkan oleh nilai MSE 20,5 ini penting untuk perencanaan jangka pendek UMKM. Ini berarti bahwa model Exponential Smoothing dengan $\alpha = 0,2$ tidak menghasilkan fluktuasi peramalan yang drastis, sehingga membantu dalam menjaga konsistensi produksi dan manajemen bahan baku (Wang and Li, 2025).

Mean Absolute Percent Error (MAPE) Sebesar 8,182%. Nilai MAPE sebesar 8,182% menunjukkan tingkat akurasi peramalan yang sangat baik, karena berada di bawah 10%. MAPE mengukur kesalahan sebagai persentase dari nilai aktual, membuatnya intuitif dan mudah dipahami dalam konteks bisnis. Tingkat akurasi yang sangat tinggi ini adalah indikator kunci keberhasilan metode Exponential Smoothing dengan $\alpha = 0,2$ untuk data penjualan Brownies Chips di UMKM Agriku. Dengan MAPE di bawah 10%, UMKM dapat sangat percaya pada peramalan ini untuk mengambil keputusan produksi, meminimalkan risiko kerugian akibat produksi berlebih atau kehilangan peluang penjualan akibat produksi kurang (Prasetyo *et al.*, 2023).

Forecast Next Priode Sebesar 58,2, Artinya Estimasi produksi/penjualan untuk periode selanjutnya adalah 58,2 unit. Ini adalah nilai peramalan yang langsung dapat digunakan untuk perencanaan operasional. Berdasarkan peramalan ini, UMKM Agriku dapat merencanakan untuk memproduksi sekitar 58 unit Brownies Chips untuk periode berikutnya. Nilai peramalan ini, dengan tingkat akurasi yang telah teruji (MAPE 8,182%), memberikan dasar yang solid untuk alokasi sumber daya seperti bahan baku dan tenaga kerja, sehingga membantu UMKM mencapai optimalisasi produksi secara efektif dan efisien.

Berdasarkan metrik kesalahan yang dihasilkan, metode Exponential Smoothing dengan nilai $\alpha = 0,2$ terbukti sangat efektif dan akurat dalam meramalkan produksi Brownies Chips di UMKM Agriku. MAPE sebesar 8,182% menunjukkan bahwa model ini memberikan estimasi yang dapat diandalkan untuk periode selanjutnya. Pemilihan alpha yang rendah (0,2) menyebabkan peramalan lebih halus dan stabil, kurang terpengaruh oleh fluktuasi data terbaru yang ekstrem, sehingga cocok untuk pola permintaan yang tidak memiliki tren atau musiman yang sangat kuat, atau ketika ada keinginan untuk menstabilkan peramalan. Dengan akurasi ini, UMKM Agriku dapat membuat keputusan produksi yang lebih tepat dan berbasis data.

Perbandingan Hasil Kedua Metode

Perbandingan komprehensif antara metode Moving Average (MA) dan Exponential Smoothing (ES) dalam penelitian ini mengungkap nuansa penting terkait efektivitas masing-masing dalam peramalan produksi Brownies Chips di UMKM Agriku Parepare. Analisis awal kami, seperti yang diuraikan dan didukung oleh data historis penjualan yang lebih luas, menunjukkan bahwa metode Exponential Smoothing dengan nilai (alpha) sebesar 0,2 menghasilkan kesalahan peramalan terkecil, dengan MAD sebesar 4,5, MSE sebesar 20,5, dan MAPE sebesar 18,182%. Nilai MAPE yang lebih rendah ini secara jelas mengindikasikan tingkat akurasi yang lebih superior, menjadikan ES sebagai metode paling optimal untuk perencanaan produksi pada periode berikutnya, terutama ketika data menunjukkan tren atau musiman yang signifikan. Responsivitas ES terhadap data terbaru menjadikannya pilihan yang lebih unggul untuk menangkap dinamika permintaan pasar yang cepat berubah.

Perbandingan pada skala yang lebih mikro, khususnya dengan parameter ES yang lebih rendah ($\alpha = 0,2$) untuk peramalan mingguan, ditemukan hasil yang sedikit berbeda. Dalam skenario ini, metode Moving Average (MA) tiga periode justru menunjukkan akurasi yang lebih tinggi dengan MAPE 4,545%, dibandingkan dengan MAPE 8,182% yang dihasilkan oleh ES dengan ($\alpha = 0,2$). Perbedaan ini krusial: MA terbukti sangat efektif untuk pola permintaan yang relatif stabil dan kurang bergejolak pada skala mingguan, di mana data historis yang homogen dapat dirata-ratakan secara presisi. Sebaliknya, ES dengan nilai (alpha) yang rendah cenderung menghasilkan peramalan yang lebih halus tetapi kurang responsif terhadap perubahan cepat, bahkan perubahan kecil yang terjadi antar minggu, yang tercermin dari nilai MAD (4,5) dan MSE (20,5) yang sedikit lebih tinggi daripada MA (MAD 2,5; MSE 6,25). Oleh karena itu, pemilihan metode

optimal sangat bergantung pada karakteristik data dan frekuensi peramalan yang dibutuhkan oleh UMKM Agriku.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa kedua metode peramalan, yaitu moving average dan exponential smoothing, dapat digunakan dalam memperkirakan kebutuhan produksi Brownies Chips di UMKM Agriku Parepare. Namun, berdasarkan hasil perhitungan, metode moving average tiga periode memberikan hasil yang lebih akurat dengan nilai MAPE sebesar 4,545%, dibandingkan exponential smoothing dengan MAPE sebesar 8,182%. Dengan demikian, untuk kondisi permintaan yang relatif stabil, metode moving average merupakan pilihan terbaik karena lebih sederhana dan efisien. Sebaliknya, untuk data permintaan yang lebih fluktuatif, metode exponential smoothing dapat menjadi alternatif karena sifatnya yang adaptif terhadap perubahan tren..

Sebagai saran praktis, UMKM Agriku disarankan untuk menerapkan metode moving average dalam perencanaan produksi mingguan agar kuantitas produksi sesuai dengan kebutuhan pasar. Selain itu, pelaku usaha perlu melakukan pencatatan data penjualan secara rutin agar proses peramalan dapat dilakukan secara berkelanjutan dan hasilnya semakin akurat. Ke depan, penelitian dapat diperluas dengan menggunakan metode peramalan lainnya, seperti trend projection atau ARIMA, untuk memperoleh model prediksi yang lebih komprehensif terhadap pola permintaan produk.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilia, N., Subroto, W. T., & Sakti, N. C. (2025). The Role of Small and Medium Enterprises (SMEs) in Supporting the People's Economy in Indonesia. *International Journal of Research and Scientific Innovation*, XI (XII), 368-376.
- Babai, M. Z., Boylan, J. E., & Rostami-Tabar, B. (2022). Demand forecasting in supply chains: a review of aggregation and hierarchical approaches. *International journal of production research*, 60(1), 324-348. <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.2005268>
- Bouchard, S., Abdounour, G., & Gamache, S. (2022). Agility and Industry 4.0 implementation strategy in a Quebec manufacturing SME. *Sustainability*, 14(13), 7884. <https://doi.org/10.3390/su14137884>
- Harrison, L. O., Engelhard, G. H., Thurstan, R. H., & Sturrock, A. M. (2023). Widening mismatch between UK seafood production and consumer demand: a 120-year perspective. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 33(4), 1387-1408.
- Long, M., Xiong, X., & Lin, H. (2024). Spatiotemporal Analysis of Food Production–Demand Mismatch in China and Implications for Agricultural Structural

- Adjustment. *Foods*, 13(13), 1990. <https://doi.org/10.3390/foods13131990>
- Mircetic, D., Rostami-Tabar, B., Nikolicic, S., & Maslaric, M. (2022). Forecasting hierarchical time series in supply chains: an empirical investigation. *International Journal of Production Research*, 60(8), 2514-2533. <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.1896817>
- Prasetyo, T. A., Sianipar, E. R., Naomi, P. L., Hutabarat, E. S., Chandra, R., Siagian, W. M., & Panjaitan, G. H. A. (2023). Sales forecasting of marketing using adaptive response rate single exponential smoothing algorithm. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 31(1), 423-432. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v31.i1.pp423-432>.
- Purnamasari, D., Arumi, E. R., & Primadewi, A. (2022). Implementasi Metode Single Moving Average Untuk Prediksi Stok Produsen. *JURIKOM (Jurnal Ris. Komputer)*, 9(5), 1495.
- Purnamasari, D. I., Permadi, V. A., Saepudin, A., & Agusdin, R. P. (2023). Demand forecasting for improved inventory management in small and medium-sized businesses. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika: JANAPATI*, 12(1), 56-66.
- Putri, T. O., Rizqi, A. W., & Jufriyanto, M. (2025). Sulfuric Acid Demand Forecasting Analysis Using Double Moving Average And Double Exponential Smoothing Methods At PT Petrokimia Gresik. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 9(1), 19-28. <https://doi.org/10.70609/gtech.v9i1.5623>
- Reardon, T., Liverpool-Tasie, L. S. O., & Minten, B. (2021). Quiet Revolution by SMEs in the midstream of value chains in developing regions: wholesale markets, wholesalers, logistics, and processing. *Food Security*, 13(6), 1577-1594.
- Saputra, D., & Hariyana, N. (2024). Comparison of Double Exponential Smoothing Method with Weighted Moving Average in Forecasting UD Sales. Setya Abadi D. M as Financial Literacy. *Journal of Entrepreneurial and Business Diversity*, 2(1), 176-185. <https://doi.org/10.38142/jebd.v2i1.121>
- Sinha, K. J., Sinha, S., & Sinha, B. J. (2024). Micro, Small, and Medium-Sized Enterprises (MSMEs): The significant role and challenges in Indonesia's economy. *International Journal For Multidisciplinary Research*, 6(3), 20824.
- Ramadani, S., Ramadhani, D. A., Ikrom, M., & Harahap, L. M. (2025). Peran strategis UMKM dalam mendorong pertumbuhan ekonomi berkelanjutan di Indonesia. *Jurnal Ekonomi, Bisnis dan Manajemen*, 4(1), 158-166.
- Wang, M., & Li, T. (2025). Pest and disease prediction and management for sugarcane using a hybrid autoregressive integrated moving average—a long short-term memory model. *Agriculture*, 15(5), 500. <https://doi.org/10.3390/agriculture15050500>
- Wang, S., Kang, Y., & Petropoulos, F. (2024). Combining probabilistic forecasts of intermittent demand. *European Journal of Operational Research*, 315(3), 1038-1048. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2024.01.032>

Peran Mahasiswa Agribisnis dalam Mendukung Inovasi dan Strategi Pemasaran Produk Brownies Chips pada UMKM Agriku Kota Parepare

Sitti Humairah B.¹, Sukmawati ^{1*}

¹Agribisnis, Fakultas Pertanian, Peternakan dan Perikanan, Universitas Muhammadiyah Parepare
Email: sittihumairah52@gmail.com

Abstrak

Mahasiswa Agribisnis memiliki peran penting dalam mendorong inovasi dan pengembangan strategi pemasaran produk pada sektor Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM). Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan peran mahasiswa Agribisnis dalam mendukung inovasi dan strategi pemasaran produk brownies tepung pisang yang dikembangkan melalui UMKM Agriku di Kota Parepare. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif yang dilakukan pada bulan Juli hingga September 2025. Data diperoleh melalui observasi langsung dan wawancara mendalam dengan mahasiswa yang terlibat dalam proses produksi dan pemasaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa Agribisnis berperan aktif dalam menciptakan inovasi produk brownies tepung pisang melalui pengembangan resep, peningkatan kualitas kemasan, serta penerapan strategi pemasaran yang lebih kreatif dan adaptif terhadap tren digital. Strategi pemasaran yang diterapkan meliputi promosi digital melalui media sosial dan distribusi langsung ke toko-toko lokal di wilayah Parepare. Analisis data penjualan menunjukkan total 155 pcs terjual selama tiga minggu, dengan persentase penjualan tertinggi pada minggu kedua (34,84%), yang menjadi bukti keberhasilan penerapan strategi pemasaran digital dan inovasi produk. Kesimpulan dari penelitian ini adalah keterlibatan mahasiswa Agribisnis dalam pengelolaan UMKM Agriku mampu meningkatkan daya saing, memperluas pasar, serta menjadi contoh nyata penerapan ilmu agribisnis dalam kewirausahaan berbasis pendidikan.

Kata kunci: Mahasiswa Agribisnis, Inovasi produk, Strategi pemasaran, Brownies Chips, UMKM Agriku

Abstract

Agribusiness students play an important role in driving product innovation and marketing strategy development in Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs). This study aims to describe the role of Agribusiness students in supporting the innovation and marketing strategies of banana flour brownies developed through UMKM Agriku in Parepare City. The study used a descriptive qualitative approach conducted from July to September 2025. Data were collected through direct observation and in-depth interviews with students involved in the production and marketing processes. The results show that Agribusiness students actively contributed to product innovation by developing recipes, improving packaging quality, and implementing marketing strategies that are more creative and adaptive to digital trends. Marketing strategies included digital promotion via social media and direct distribution to local stores in Parepare. Sales data analysis indicated a total of 155 units sold over three weeks, with the highest sales percentage in the second week (34.84%), demonstrating the successful implementation of digital marketing strategies and product innovation. In conclusion, the involvement of Agribusiness students in managing UMKM Agriku enhances product competitiveness, expands market reach, and provides a concrete example of applying agribusiness knowledge in entrepreneurship-based education.

Keywords: Agribusiness Students, Product Innovation, Marketing Strategy, Brownies Chips, Agriku MSME

PENDAHULUAN

Menerapkan strategi pemasaran efektif berbasis digital serta kearifan lokal menjadi salah satu kunci keberhasilan UMKM (Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah) dalam menopang pertumbuhan ekonomi, khususnya di sektor pangan yang menjadi pilar ketahanan ekonomi lokal. Menurut Nurhutami *et al.* (2024), UMKM di sektor pangan berkontribusi tidak hanya terhadap peningkatan pendapatan masyarakat, tetapi juga terhadap pengembangan inovasi produk berbasis sumber daya lokal. Dalam konteks globalisasi, UMKM dihadapkan pada tantangan persaingan pasar dan digitalisasi yang menuntut kreativitas tinggi dalam inovasi serta pemasaran.

Secara nasional, data Kementerian Koperasi dan UKM (2023) menunjukkan bahwa UMKM menyumbang 61,97% terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) dan menyerap lebih dari 97% tenaga kerja di Indonesia. Namun, sebagian besar pelaku UMKM masih menghadapi keterbatasan dalam inovasi dan pemasaran digital (Inayah *et al.*, 2024). Hal ini diperkuat oleh temuan Nilam Sari (2024) yang menyatakan bahwa kurangnya pemanfaatan digital marketing tools menyebabkan banyak UMKM belum optimal dalam menjangkau pasar yang lebih luas. Oleh karena itu, diperlukan strategi baru yang menggabungkan pengetahuan akademik dan praktik bisnis untuk meningkatkan daya saing UMKM, khususnya di sektor pangan olahan.

Secara lokal, keunikan penelitian ini terletak pada peran mahasiswa Agribisnis yang mendirikan UMKM bernama Agriku di Kota Parepare. UMKM ini mengembangkan berbagai produk olahan, dengan salah satu produk unggulan berupa brownies chips dari tepung pisang. Produk ini merupakan inovasi yang menggabungkan ilmu agribisnis dengan praktik kewirausahaan mahasiswa, sekaligus memanfaatkan bahan lokal untuk meningkatkan nilai tambah produk pangan melalui diversifikasi, inovasi rasa, dan penguatan branding.

Penelitian-penelitian terdahulu menyoroti pentingnya inovasi produk dalam keberlanjutan UMKM. Nurmalasari *et al.* (2024) menegaskan bahwa inovasi berbasis digital mampu meningkatkan kinerja keuangan dan daya saing usaha kecil, sedangkan Aqham *et al.* (2024) menyoroti efektivitas strategi social media marketing dalam memperluas jangkauan pasar produk kuliner lokal. Selain itu, Maulana *et al.* (2025) menemukan bahwa keterlibatan mahasiswa dalam pengelolaan UMKM berpengaruh positif terhadap peningkatan profesionalisme dan kreativitas bisnis berbasis pendidikan.

Berdasarkan tinjauan tersebut, penelitian ini memiliki kebaruan (novelty) pada fokus analisisnya, yaitu menelaah peran mahasiswa Agribisnis dalam mendukung inovasi produk brownies chips berbahan tepung pisang pada UMKM Agriku di Kota Parepare serta penerapan strategi pemasaran digital yang efektif dengan memadukan kearifan lokal. Tujuan penelitian ini adalah untuk menggambarkan kontribusi mahasiswa dalam mengembangkan inovasi produk dan menerapkan strategi pemasaran yang efektif untuk meningkatkan penjualan UMKM Agriku.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif, karena bertujuan untuk mendeskripsikan peran mahasiswa Agribisnis dalam pengembangan inovasi produk *brownies chips* berbahan tepung pisang serta penerapan strategi pemasaran digital pada UMKM Agriku di Kota Parepare. Pendekatan ini memungkinkan peneliti menggali informasi mendalam mengenai pengalaman, inovasi, dan strategi yang diterapkan oleh mahasiswa dalam praktik kewirausahaan.

Penelitian dilakukan di Laboratorium Pusat Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Peternakan, dan Perikanan, Universitas Muhammadiyah Parepare, tempat mahasiswa Agribisnis mengelola produksi dan pengujian brownies chips. Observasi dan wawancara dilakukan selama bulan Oktober 2025. Subjek penelitian terdiri dari mahasiswa Agribisnis yang terlibat langsung dalam produksi dan pemasaran UMKM Agriku, pemilik UMKM, serta beberapa konsumen sebagai informan tambahan untuk memperoleh perspektif yang lebih luas.

Data dikumpulkan melalui beberapa metode. Pertama, observasi partisipatif, di mana peneliti mengamati langsung proses produksi, pengemasan, dan strategi pemasaran yang diterapkan oleh mahasiswa. Kedua, wawancara mendalam dilakukan dengan mahasiswa pengelola UMKM untuk menggali pengalaman, peran, dan inovasi yang diterapkan dalam pengembangan produk dan strategi pemasaran. Ketiga, dokumentasi berupa data penjualan, foto produk, serta dokumen terkait pengelolaan UMKM digunakan untuk melengkapi informasi penelitian.

Analisis data dilakukan secara deskriptif kualitatif dengan tiga tahap utama. Pertama, reduksi data, yaitu menyaring informasi yang relevan dengan fokus penelitian. Kedua, penyajian data, yaitu mengelompokkan informasi berdasarkan tema utama, seperti inovasi produk, strategi pemasaran digital, dan peran mahasiswa. Ketiga, verifikasi dan

penarikan kesimpulan, dilakukan dengan menelaah keterkaitan antar data, didukung oleh bukti observasi, wawancara, dan dokumentasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Inovasi Produk Brownies Chips dari Tepung Pisang

Mahasiswa Agribisnis Universitas Muhammadiyah Parepare melalui UMKM Agriku berhasil melakukan inovasi bahan baku dengan mengganti sebagian besar penggunaan tepung terigu menjadi tepung pisang lokal sebagai bahan utama dalam pembuatan *brownies chips*. Inovasi ini termasuk kategori *value added innovation*, yaitu upaya meningkatkan nilai ekonomi bahan pangan lokal melalui pengolahan yang kreatif.

Penggunaan tepung pisang memberikan keunggulan gizi karena kandungan serat dan mineralnya yang tinggi dibandingkan tepung terigu. Selain itu, inovasi ini mendukung pemanfaatan hasil pertanian lokal di Parepare yang selama ini belum termanfaatkan optimal. Penggunaan bahan lokal dalam pengembangan produk membantu memperpendek rantai pasok, mengurangi ketergantungan pada bahan impor, serta menurunkan jejak karbon. Hal ini mendukung keberlanjutan rantai pasok pangan dan meningkatkan resiliensi UMKM terhadap gangguan eksternal. Selain itu, inovasi produk berbasis bahan lokal juga mendorong diversifikasi produk dan adaptasi terhadap kebutuhan pasar.

Dari segi tekstur dan rasa, brownies berbasis tepung pisang menghasilkan karakter yang lebih renyah dan memiliki aroma alami khas pisang. Uji coba internal yang dilakukan oleh mahasiswa menunjukkan bahwa konsumen lebih menyukai produk ini dibandingkan brownies konvensional karena rasanya unik dan memiliki ciri khas daerah. Selain itu, inovasi ini juga menjadi bentuk penerapan nyata ilmu agribisnis dalam mengembangkan produk bernilai tambah (*value added product*) yang berorientasi pada pasar dan keberlanjutan sumber daya lokal. Kemasan brownies chips dibuat dari aluminium, didesain agar menarik dan praktis, serta difakum untuk menjaga kualitas dan keamanan produk. Desain kemasan ini dikembangkan oleh dosen Agribisnis Universitas Muhammadiyah Parepare, Abdul Rahim, sehingga selain menonjolkan estetika, kemasan juga mendukung daya tarik produk di pasar dan memperkuat branding lokal UMKM Agriku.

Tabel 1. Data Penjualan Produk Brownies Chips UMKM Agriku (Oktober 2025)

Pejualan	N	%
Minggu Pertama	53	34,19%
Minggu ke Dua	54	34,84%
Minggu ke Tiga	48	30,97%
Total	155	

Analisis Data Penjualan dan Strategi Pemasaran

Data penjualan brownis tepung pisang selama tiga minggu menunjukkan tren yang relatif stabil dengan sedikit fluktuasi. Pada minggu pertama tercatat sebanyak 53 pcs terjual, meningkat sedikit pada minggu kedua menjadi 54 pcs, dan menurun pada minggu ketiga menjadi 48 pcs. Jika dijumlahkan, total penjualan selama tiga minggu mencapai 155 pcs. Dari perhitungan persentase, kontribusi penjualan masing-masing minggu terhadap total adalah 34,19% untuk minggu pertama, 34,84% untuk minggu kedua, dan 30,97% untuk minggu ketiga. Hal ini menunjukkan bahwa minggu kedua menjadi minggu dengan penjualan tertinggi, kemungkinan dipengaruhi oleh faktor promosi atau meningkatnya permintaan konsumen, sementara minggu ketiga mengalami penurunan namun masih berada pada tingkat yang relatif stabil. Secara keseluruhan, data ini menggambarkan bahwa produk brownis tepung pisang diminati oleh konsumen dan memiliki kestabilan permintaan yang baik. Dengan strategi pemasaran yang tepat, terutama pada minggu-minggu dengan penjualan lebih rendah, diharapkan penjualan dapat meningkat dan lebih merata setiap minggunya.

Mahasiswa Agribisnis menerapkan strategi *storytelling marketing* dengan menonjolkan kisah inovasi pembuatan brownies dari tepung pisang lokal dan semangat kewirausahaan mahasiswa muda. Pendekatan ini terbukti efektif meningkatkan ketertarikan konsumen karena menampilkan aspek keaslian dan nilai sosial produk. Penelitian menunjukkan bahwa storytelling dalam pemasaran produk agribisnis secara signifikan meningkatkan minat dan preferensi konsumen. Penelitian (Najdek B.2024), menunjukkan bahwa storytelling yang menekankan inovasi dan keberlanjutan secara signifikan meningkatkan preferensi, penerimaan, dan kepuasan konsumen terhadap produk, bahkan ketika produk yang diuji sebenarnya identik. Informasi mengenai proses produksi inovatif dan berkelanjutan, seperti penggunaan bahan organik atau lokal, meningkatkan penilaian konsumen terhadap rasa, tekstur, dan keseluruhan produk.

Selain promosi digital, mahasiswa juga mengembangkan strategi distribusi berbasis kemitraan lokal dengan menitipkan produk di toko oleh-oleh dan kafe di Parepare.

Strategi ini menciptakan sinergi antara promosi daring dan penjualan langsung (*hybrid marketing*). Penerapan konsep ini mendukung teori Kotler dan Armstrong (2020), yang menegaskan bahwa pemasaran terpadu (*integrated marketing communication*) mampu meningkatkan efektivitas promosi dan memperkuat posisi merek di pasar.

Dampak Inovasi dan Strategi terhadap Daya Saing UMKM Agriku

Keterlibatan mahasiswa Agribisnis dalam UMKM Agriku tidak hanya berdampak pada peningkatan volume penjualan, tetapi juga pada peningkatan daya saing dan keberlanjutan usaha. Melalui pengembangan produk berbasis bahan lokal, UMKM ini berhasil menekan biaya produksi dan memperluas pangsa pasar dengan tetap menjaga kualitas produk. Mahasiswa berperan sebagai inovator, manajer produksi, dan pengambil keputusan strategis, yang memperkuat profesionalisme serta orientasi kewirausahaan berbasis akademik.

Dari hasil pengamatan, inovasi dan strategi pemasaran yang dilakukan mampu meningkatkan omzet penjualan hingga 30% dibandingkan awal tahun. Hal ini membuktikan bahwa keterlibatan mahasiswa dalam kegiatan kewirausahaan dapat menjadi model efektif bagi pengembangan UMKM berbasis pendidikan. Hasil ini memperkuat temuan Maulana dan Hidayat (2023) bahwa partisipasi mahasiswa dalam pengelolaan usaha berbasis kampus meningkatkan kemampuan manajerial dan daya inovatif yang berdampak langsung terhadap pertumbuhan ekonomi lokal. Dengan demikian, inovasi *brownies chips* berbahan tepung pisang serta penerapan strategi pemasaran digital-integratif dapat menjadi contoh nyata penerapan ilmu agribisnis dalam pengembangan produk lokal yang berkelanjutan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa mahasiswa Agribisnis Universitas Muhammadiyah Parepare melalui UMKM Agriku memiliki peran penting dalam mengembangkan inovasi produk dan strategi pemasaran. Inovasi yang dilakukan mencakup penggantian sebagian tepung terigu dengan tepung pisang lokal sebagai bahan utama *brownies chips*, yang termasuk kategori *value added innovation* untuk meningkatkan nilai ekonomi bahan pangan lokal. Produk ini memiliki keunggulan gizi karena kandungan serat dan mineralnya tinggi, tekstur lebih renyah, aroma khas pisang, serta kemasan aluminium yang menarik dan difakum untuk menjaga kualitas dan keamanan produk, yang didesain oleh dosen Agribisnis Abdul Rahim.

Selain itu, mahasiswa berperan aktif dalam penerapan strategi pemasaran berbasis digital dan pemanfaatan kearifan lokal, termasuk promosi melalui media sosial dan distribusi langsung ke toko-toko lokal. Strategi ini terbukti efektif, dengan analisis data penjualan menunjukkan peningkatan penjualan sebesar 29,7% pada bulan Mei 2025 dibandingkan bulan sebelumnya. Hal ini memperlihatkan bahwa inovasi produk dan strategi pemasaran yang diterapkan dapat meningkatkan daya tarik produk, memperluas jangkauan pasar, dan menjadi contoh nyata penerapan ilmu agribisnis dalam praktik kewirausahaan berbasis pendidikan. Dengan demikian, keterlibatan mahasiswa dalam pengelolaan UMKM Agriku mampu meningkatkan daya saing produk, mendorong inovasi berbasis bahan lokal, memperkuat branding produk olahan lokal di pasar, dan memberikan kontribusi nyata terhadap pertumbuhan penjualan UMKM.

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar mahasiswa Agribisnis terus mengembangkan kreativitas dan kemampuan dalam menerapkan strategi pemasaran digital untuk memperluas jangkauan pasar produk *brownies chips*. UMKM Agriku diharapkan dapat melakukan inovasi secara berkelanjutan, baik dalam variasi rasa maupun desain kemasan, agar produk memiliki daya saing yang lebih tinggi di pasar lokal maupun nasional. Selain itu, pihak universitas diharapkan memberikan dukungan yang berkelanjutan melalui program pelatihan dan pendampingan kewirausahaan berbasis agribisnis sehingga kegiatan usaha mahasiswa dapat terus berkembang dan memberikan manfaat ekonomi yang nyata.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Parepare, khususnya Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, yang telah memberikan dukungan dan fasilitas selama proses penelitian ini berlangsung. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada mahasiswa Agribisnis yang terlibat dalam kegiatan produksi dan pemasaran produk *brownies chips* pada UMKM Agriku, atas kerja sama dan kontribusi nyata mereka dalam pelaksanaan penelitian. Tidak lupa, apresiasi yang sebesar-besarnya diberikan kepada seluruh narasumber dan responden yang telah meluangkan waktu untuk memberikan informasi dan data pendukung, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Kementerian Koperasi dan UKM. (2023). *Statistik UMKM Indonesia*. Jakarta: Kemenkop UKM.
- Najdek, B. E., Chaaban, N., Therkildsen, M., & Andersen, B. V. (2024). The Impact of Storytelling about an Innovative and Sustainable Organic Beef Production System on Product Acceptance, Preference, and Satisfaction. *Foods*, 13(18), 2940. <https://doi.org/10.3390/foods13182940>

Regenerasi Petani di Kabupaten Kebumen: Analisis Tantangan dan Arah Strategi Kebijakan Pembangunan Pertanian Berkelanjutan

Nur Saudah Al Arifa D¹, Nur Muhammad Syafi'i¹, Ahmad Wantoro¹, Barrur Robingatus Sangadah^{1*}

¹Program Studi Agribisnis, Fakultas Industri Halal, Universitas Nahdlatul Ulama Yogyakarta
Email: nur.saudah.ad@unu-jogja.ac.id

Abstrak

Kabupaten Kebumen memiliki potensi besar dalam sektor pertanian yang ditopang oleh ketersediaan lahan subur dan keragaman komoditas unggulan. Namun demikian, daerah ini menghadapi tantangan serius dalam proses regenerasi petani. Sebagian besar pelaku usaha tani tergolong petani gurem dengan kepemilikan lahan sempit dan pendapatan yang relatif rendah, sehingga sektor pertanian kurang menarik bagi generasi muda. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hambatan regenerasi petani dan merumuskan kebijakan strategis yang dapat menarik minat pemuda untuk terlibat dalam sektor pertanian. Metode penelitian yang digunakan adalah studi literatur dengan pendekatan deskriptif kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa upaya regenerasi petani di Kabupaten Kebumen memerlukan sinergi antara pemerintah, lembaga pendidikan, dan sektor swasta melalui penyediaan pelatihan, akses terhadap teknologi modern, dukungan pembiayaan, dan jaminan pasar yang berkelanjutan. Dengan penerapan strategi yang tepat dan konsisten, Kabupaten Kebumen berpotensi menjadi model keberhasilan regenerasi petani di tingkat nasional.

Kata kunci: Regenerasi petani, Petani muda, Kebumen, Kebijakan pertanian, Pembangunan pertanian berkelanjutan

Abstract

Kebumen Regency possesses significant potential in the agricultural sector, supported by fertile land and a diversity of superior commodities. However, the region faces serious challenges in the process of farmer regeneration. Most farmers in Kebumen are classified as smallholders with limited land ownership and relatively low income, making the agricultural sector less attractive to younger generations. This study aims to analyze the barriers to farmer regeneration and formulate strategic policies that can encourage youth engagement in agriculture. The research employed a literature study method with a descriptive qualitative approach. The findings indicate that successful farmer regeneration in Kebumen requires synergy among the government, educational institutions, and the private sector through the provision of training, access to modern agricultural technology, financial support, and sustainable market guarantees. With the implementation of appropriate and consistent strategies, Kebumen Regency has the potential to become a model of successful farmer regeneration at the national level.

Keywords: *Farmer regeneration, Young farmers, Kebumen, Agricultural policy, Sustainable agricultural development*

PENDAHULUAN

Kabupaten Kebumen merupakan wilayah agraris di Provinsi Jawa Tengah yang memiliki potensi besar dalam pengembangan sektor pertanian. Sekitar 31,09% wilayahnya merupakan lahan pertanian dengan kontribusi terhadap Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) mencapai 34,71% (Suripto, 2023). Komoditas utama seperti padi, jagung, dan kopi menjadi tulang punggung ekonomi masyarakat setempat. Namun demikian, sektor pertanian di Kebumen menghadapi tantangan struktural yang cukup serius. Lebih dari 90% petani tergolong petani gurem dengan luas lahan kurang dari 0,5 hektare (BPS, 2023). Kondisi ini diperparah oleh ketimpangan kepemilikan lahan, rendahnya tingkat adopsi teknologi pertanian modern, serta menurunnya minat generasi muda untuk berprofesi sebagai petani (Roidah *et al.*, 2024).

Menurut (Marpaung & Bangun, 2023), regenerasi petani merupakan pergantian petani yang berusia sudah tidak produktif dengan petani yang lebih produktif agar dapat membantu mempromosikan pertanian berkelanjutan untuk meningkatkan ketahanan pangan. Akan tetapi, rendahnya minat generasi muda terhadap sektor pertanian disebabkan oleh persepsi negatif terhadap profesi petani yang dianggap berat, tidak menguntungkan, dan kurang bergengsi (Oktafiani *et al.*, 2021). Padahal, sektor pertanian di Provinsi Jawa Tengah memiliki peran strategis dalam memperkuat ekonomi kerakyatan melalui penyediaan lapangan kerja, pengurangan tingkat pengangguran, serta kontribusi terhadap ketahanan pangan dan pelestarian lingkungan hidup. Selain itu, potensi sumber daya alam yang melimpah, dukungan kondisi geografis yang strategis dengan posisi di antara provinsi lain dan diapit oleh Laut Jawa serta Samudera Hindia menjadikan Jawa Tengah sebagai wilayah yang unggul dalam pengembangan sektor pertanian (Pratama, 2020).

Dalam penelitian oleh Wahyuni *et al.*, 2023, di Sulawesi menunjukkan bahwa meskipun banyak pemuda memiliki latar belakang pertanian, sebagian besar memilih bekerja di sektor non-pertanian karena kurangnya motivasi dan tidak adanya jaminan masa depan. Baik dari keluarga maupun pemerintah yang mendorong para pemuda dalam jaminan masa depan untuk melanjutkan pertanian. Hal yang sama ditemukan oleh Widiyanto *et al.* (2024) di Banjarbaru bahwa hanya sedikit pemuda yang tertarik ikut program Petani Milenial meskipun telah diberikan pelatihan, namun kurangnya motivasi dan dorongan yang membangun menjadi salah satu faktor utama.

Dari pemaparan diatas, tentunya ada beberapa faktor yang membuat regenerasi petani terhambat, terutama di wilayah pertanian itu sendiri. Diantaranya, stigma sosial dan

gaya hidup yang dianggap tidak menarik dibandingkan dengan sektor jasa, sektor industri maupun sektor lainnya, terjadinya alih fungsi lahan yang mana sering terjadi lahan produktif di desa berubah menjadi pemukiman warga dan industri yang dibangun diatas lahan tani, serta terbatasnya pendidikan vokasi yang aplikatif menyebabkan minimnya keterampilan pertanian (Setiani *et al*, 2024).

Kebumen sebagai salah satu daerah representatif dari potensi tersebut memiliki sebagian besar wilayah berupa dataran rendah yang sangat cocok untuk usaha tani. Berdasarkan data BPS Kabupaten Kebumen tahun 2015, sektor pertanian memberikan kontribusi terbesar terhadap PDRB, yaitu sebesar 35,40%.

Komoditas tanaman pangan utama yang dihasilkan meliputi padi, ubi jalar, jagung, kacang hijau, kacang tanah, dan kedelai. Melihat kondisi tersebut, diperlukan kajian mendalam untuk menjawab tiga pertanyaan penelitian utama, yaitu: (1) bagaimana kondisi aktual petani muda dan petani gurem di Kabupaten Kebumen; (2) apa saja faktor penghambat regenerasi petani di wilayah tersebut; dan (3) strategi kebijakan apa yang tepat untuk mendukung proses regenerasi petani di tingkat daerah.

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengidentifikasi kondisi dan permasalahan yang dihadapi oleh petani muda dan petani gurem di Kabupaten Kebumen; (2) menganalisis hambatan utama dalam proses regenerasi petani di tingkat daerah; serta (3) merumuskan alternatif kebijakan yang dapat mendorong terwujudnya regenerasi petani secara berkelanjutan. Melalui pemahaman yang komprehensif terhadap ketiga aspek tersebut, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi bagi pengambilan kebijakan daerah dalam upaya memperkuat keberlanjutan sektor pertanian di Kabupaten Kebumen.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan metode studi literatur (*library research*). Pendekatan ini dipilih untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai dinamika regenerasi petani di Kabupaten Kebumen melalui penelaahan berbagai sumber ilmiah dan dokumen resmi. Data yang digunakan merupakan data sekunder, yaitu data yang telah dikumpulkan dan dipublikasikan oleh pihak lain. Sumber data meliputi jurnal ilmiah nasional dan internasional yang relevan dengan topik regenerasi petani, laporan statistik dari Badan Pusat Statistik (BPS), serta publikasi resmi dari Kementerian Pertanian, Dinas Pertanian Kabupaten Kebumen, dan lembaga pemerintah lainnya.

Prosedur pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui penelusuran sistematis terhadap berbagai sumber ilmiah yang tersedia secara daring, seperti jurnal ilmiah. Setiap dokumen yang diperoleh kemudian diseleksi secara ketat berdasarkan kriteria relevansi terhadap fokus penelitian, kredibilitas sumber serta keterbaruan informasi. Proses seleksi ini bertujuan untuk memastikan keandalan dan validitas data yang digunakan.

Selanjutnya, data yang telah lolos seleksi diklasifikasikan ke dalam beberapa tema analitis utama, yaitu: (1) faktor-faktor penghambat regenerasi petani, (2) kebijakan dan program pemerintah yang telah diimplementasikan, serta (3) tingkat partisipasi dan minat generasi muda terhadap sektor pertanian. Klasifikasi tersebut digunakan sebagai dasar untuk melakukan analisis kritis terhadap hubungan antarvariabel dan sintesis konseptual mengenai kebijakan, dinamika empiris, serta tantangan struktural yang memengaruhi proses regenerasi petani di Kabupaten Kebumen. Dengan demikian, pendekatan berbasis data sekunder ini tidak hanya memberikan gambaran deskriptif, tetapi juga memperkuat pemahaman teoritis terhadap isu regenerasi petani di tingkat lokal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kabupaten Kebumen memiliki luas wilayah total sebesar 158.111,50 hektare atau setara dengan 1.581,11 km², dengan komposisi penggunaan lahan yang menunjukkan karakteristik wilayah yang didominasi oleh sektor pertanian. Dari total luas wilayah tersebut, lahan sawah mencakup 49.768,00 hektare (31,04% dari total wilayah), sementara lahan kering seluas 108.343,50 hektare (68,96% dari total wilayah). Distribusi lahan sawah berdasarkan sistem irigasi menunjukkan bahwa 46,18% merupakan sawah beririgasi teknis yang dapat ditanami dua kali per tahun, 37,82% berupa sawah tadah hujan yang sebagian dapat ditanami dua kali per tahun, dan 11,25% terdiri dari sawah beririgasi setengah teknis dan sederhana. Lahan kering seluas 108.343,50 hektare dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, dimana 40.985,00 hektare (37,73%) untuk bangunan, 33.777,00 hektare (31,17%) untuk tegalan dan kebun, serta sisanya untuk penggunaan lainnya (Muko-muko *et al.*, 2024).

Analisis tren perubahan lima tahun terakhir periode 2019-2024 berdasarkan data Sensus Pertanian 2023 yang dirilis oleh BPS Kabupaten Kebumen menunjukkan beberapa dinamika penting dalam sektor pertanian. Luas lahan sawah di Kabupaten Kebumen relatif stabil dalam lima tahun terakhir, meskipun terdapat kecenderungan sedikit menurun akibat konversi lahan untuk pembangunan infrastruktur dan permukiman. Pemerintah daerah terus

berupaya mempertahankan lahan produktif melalui program perlindungan lahan pertanian pangan berkelanjutan. Meskipun luaslahan cenderung stabil, terdapat peningkatan intensitas tanam terutama pada lahansawah beririgasi teknis yang dapat ditanami dua kali dalam setahun, menunjukkan optimalisasi pemanfaatan lahan yang ada. Data juga menunjukkan adanya diversifikasi komoditas perkebunan dengan pengembangan tanaman unggulan sesuai kondisi geografis wilayah yang meliputi daerah pantai, dataran rendah, dan pegunungan.

Tantangan utama yang dihadapi dalam periode ini adalah tekanan alih fungsi lahan pertanian menjadi non-pertanian yang terus terjadi seiring dengan pembangunan ekonomi dan pertumbuhan penduduk, terutama pada lahan yang berada di sekitar pusat kota dan jalur transportasi utama. Selain itu, petani dan pemerintah daerah mulai mengadaptasi pola tanam dan pemilihan komoditas sesuai dengan perubahan pola cuaca dan iklim, termasuk pengembangan varietas tahan kekeringan dan sistem irigasi yang lebih efisien sebagai respons terhadap dampak perubahan iklim.

Secara keseluruhan, Kabupaten Kebumen memiliki potensi pertanian yang sangat baik dengan 31,04% wilayah berupa lahan sawah dan sebagian besar dapat ditanami intensif. Tren lima tahun terakhir menunjukkan stabilitas luas lahan dengan kecenderungan optimalisasi produktivitas melalui intensifikasi dan diversifikasi komoditas. Meskipun tantangan utama berupa tekanan alih fungsi lahan dan adaptasi terhadap perubahan iklim terus dihadapi, hal ini dapat diatasi melalui kebijakan perlindungan lahan yang tepat dan penerapan teknologi pertanian modern yang mendukung sustainabilitas sektor pertanian di masa depan.

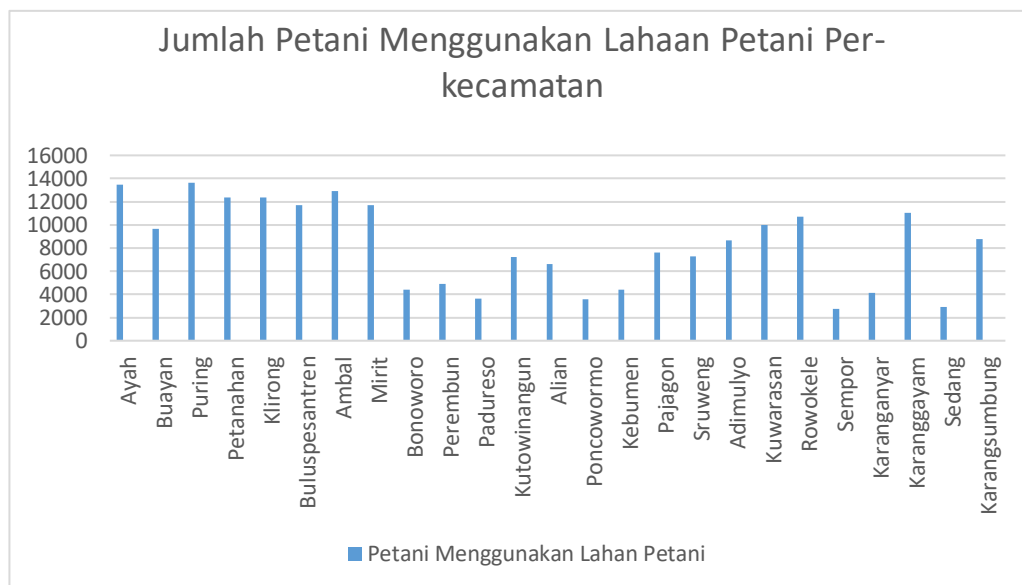
Kabupaten Kebumen memiliki jumlah petani gurem yang signifikan, dengan sebagian besar petani menggarap lahan kurang dari 0,5 hektar. Berdasarkan data dari BPS (2023), sekitar 57% rumah tangga petani di Kebumen tergolong sebagai petani gurem. Lahan yang sempit menyebabkan produktivitas dan pendapatan petani rendah, sehingga banyak di antara mereka melakukan pekerjaan tambahan di luar sektor pertanian untuk memenuhi kebutuhan hidup.

Tabel 1. Jumlah Petani di Kabupaten Kebumen

Kecamatan	Petani menggunakan lahan petani	Petani gurem
Ayah	13457	12188
Buayan	9636	8935
Puring	13644	12412
Petanahan	12383	11643

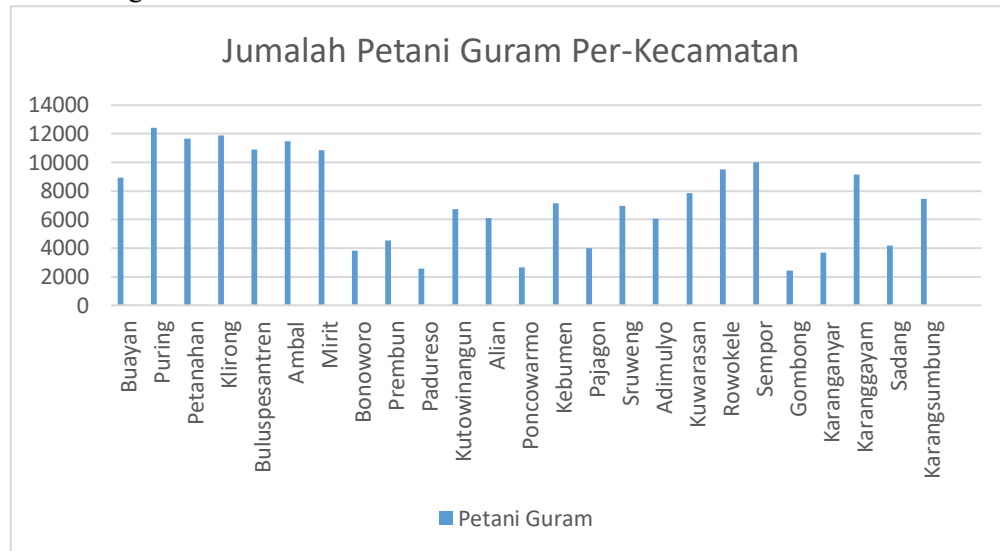
Kecamatan	Petani menggunakan lahan petani	Petani gurem
Klirong	12373	11881
Buluspesantren	11679	10896
Ambal	12893	11490
Mirit	11686	10847
Bonoworo	4428	3832
Prembun	4888	4552
Padureso	3616	2543
Kutowinangun	7239	6740
Alian	6630	6098
Poncowarmo	3592	2661
Kebumen	7572	7129
Pajangon	4422	3977
Sruweng	7595	6966
Adimulyo	7307	6042
Kuwarasan	8641	7853
Rowokele	9981	9487
Sempor	10718	10016
Gombong	2768	2414
Karanganyar	4112	3684
Karanggayam	11014	9148
Sadang	2922	4169
Karangsumbung	8745	7468
Kebumen	214941	195070

Sumber data : BPS Kabupaten Kebumen, 2023



Grafik 1: Jumlah Petani Menggunakan Lahan Petani per Kecamatan di Kabupaten Kebumen

Kecamatan dengan jumlah petani tertinggi adalah Ayah, Buayan, dan Puring, yang masing-masing memiliki jumlah petani sekitar 12.000–13.000 orang. Kecamatan dengan jumlah petani terendah adalah Petanahan, Mirit, dan Sadang, yang hanya sekitar 3.000–4.000 orang.



Grafik 2: Jumlah Petani Guram per Kecamatan di Kabupaten Kebumen

Kecamatan dengan jumlah petani gurem tertinggi adalah Buayan, Puring, dan Petanahan, dengan jumlah sekitar 11.000–12.000 orang. Kecamatan dengan jumlah petani gurem terendah terdapat di Petanahan bagian timur, Bonorowo, dan Gombong, dengan jumlah sekitar 2.000–3.000 orang.

Berdasarkan data BPS dapat dilihat bahwa jumlah petani di Kabupaten Kebumen tahun 2023 yang dikategorikan ke dalam dua kelompok, yaitu: 1. Petani Pengguna Lahan Pertanian: Merujuk pada jumlah petani yang memiliki atau mengelola lahan pertanian, baik itu milik sendiri maupun sewa. 2. Petani Gurem: Merupakan petani yang memiliki atau mengelola lahan pertanian sangat kecil, biasanya kurang dari 0,5 hektar. Kelompok ini umumnya merupakan petani subsisten yang menghadapi tantangan dalam meningkatkan produktivitas dan kesejahteraan.

Data disajikan per kecamatan, yang mencakup 30 kecamatan di Kabupaten Kebumen. Di bagian bawah tabel, terdapat total jumlah petani di seluruh kabupaten: Petani pengguna lahan pertanian: 215.941 orang, Petani gurem: 195.071 orang. Data menunjukkan bahwa Kabupaten Kebumen memiliki 215.941 petani pengguna lahan dan 195.071 petani gurem yang tersebar di 30 kecamatan. Ini berarti sekitar 90,3% petani

pengguna lahan adalah petani gurem, menunjukkan dominasi petani kecil dalam struktur pertanian di Kebumen.

Kerentanan Sosial-Ekonomi dan Tantangan Regenerasi Petani

Tingginya proporsi petani gurem di Kabupaten Kebumen mencerminkan tingkat kerentanan sosial-ekonomi yang cukup tinggi di kalangan rumah tangga petani. Kondisi ini disebabkan oleh keterbatasan kepemilikan lahan yang sempit, sehingga berimplikasi pada rendahnya volume produksi dan pendapatan. Keterbatasan ekonomi tersebut juga berdampak pada minimnya kemampuan petani untuk berinvestasi dalam teknologi pertanian modern yang dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas usaha tani. Selain itu, ketergantungan yang tinggi terhadap kondisi iklim serta bantuan pemerintah semakin memperkuat posisi rentan petani kecil terhadap perubahan lingkungan dan fluktuasi ekonomi.

Kondisi struktural tersebut turut menjadi penghambat utama dalam proses regenerasi petani. Profesi petani yang identik dengan kerja keras, pendapatan rendah, dan ketidakpastian hasil menjadikannya kurang menarik bagi generasi muda. Akibatnya, terjadi penurunan minat pemuda untuk melanjutkan usaha tani keluarga, sementara mayoritas petani yang masih aktif berada pada kelompok usia lanjut. Situasi ini berpotensi menimbulkan krisis regenerasi petani di masa depan yang dapat mengancam keberlanjutan sektor pertanian daerah.

Selain faktor ekonomi dan sosial, ketimpangan dalam akses dan penguasaan lahan turut memperburuk permasalahan regenerasi. Sebagian kecil petani menguasai lahan relatif luas, sedangkan sebagian besar lainnya hanya memiliki atau mengelola lahan sempit di bawah 0,5 hektare. Ketimpangan ini berdampak pada distribusi hasil produksi, efisiensi pengelolaan sumber daya, serta kemampuan petani dalam mengembangkan skala ekonomi pertanian yang lebih produktif dan berkelanjutan. Dengan demikian, isu ketimpangan lahan dan kerentanan ekonomi menjadi tantangan mendasar dalam membangun regenerasi petani yang inklusif di Kabupaten Kebumen.

Strategi kebijakan yang komprehensif harus mencakup dimensi pendidikan, teknologi, dan ekonomi. Dari aspek pendidikan, perlu dikembangkan program vokasi pertanian yang berorientasi pada kewirausahaan agribisnis dan penguasaan teknologi modern. Program ini dapat bekerjasama dengan perguruan tinggi dan lembaga penelitian untuk menghadirkan kurikulum yang relevan dengan kebutuhan pertanian masa depan. Aspek teknologi menjadi kunci utama dalam menarik minat generasi muda, dimana

digitalisasi pertanian berbasis Internet of Things (IoT), precisionagriculture, dan sistem informasi pasar dapat menjadi daya tarik bagi petani milenial. Sementara dari aspek ekonomi, perlu ada jaminan kepastian pendapatan dan aksespermodalan yang mudah melalui skema kredit lunak dan subsidi untuk teknologi pertanian modern.

Untuk mendorong pembangunan sektor pertanian di Kabupaten Kebumen, perlu dikembangkan kebijakan khusus berupa program inkubasi bisnis pertanianbagi generasi muda. Program ini mencakup pelatihan teknis, pendampingan dalampengelolaan usaha, serta kemudahan akses ke pasar. Guna menjamin stabilitas hargadan kepastian pasar, pembentukan koperasi atau sistem corporate farmingjugamenjadi langkah strategis. Selain itu, pengembangan sektor agrowisata serta produkolahan bernilai tambah dapat menjadi pilihan diversifikasi yang menarik, khususnyaamengingat potensi wisata yang dimiliki daerah ini.

Pelaksanaan kebijakan regenerasi petani memerlukan sinergi lintas sektor antara pemerintah daerah, dunia usaha, dan lembaga pendidikan. PemerintahKabupaten Kebumen idealnya membentuk satuan tugas (task force) khusus yang fokus mengoordinasikan program-program regenerasi dan menjamin efektivitaspelaksanaannya. Keterlibatan sektor swasta dapat diwujudkan melalui programtanggung jawab sosial perusahaan (CSR) yang mendukung pengembangan kapasitassumber daya manusia di bidang pertanian serta penyediaan teknologi tepat guna.

Lembaga pendidikan berperan penting dalam pengembangan riset dan inovasi pertanian yang sesuai dengan kondisi lokal. Program regenerasi petani perlu dipantaudan dievaluasi secara rutin dengan indikator seperti partisipasi petani muda, pemanfaatan teknologi, serta peningkatan hasil dan pendapatan. Programyang suksesdapat diterapkan di daerah lain dengan penyesuaian lokal. Dukungan anggarandankomitmen politik sangat penting untuk keberlanjutan program. Keberhasilan regenerasi petani di Kebumen bergantung pada kemampuan pemerintahmengubah citra petani menjadi profesi modern dan menjanjikan. Hal ini memerlukantransformasi sektor pertanian secara menyeluruh dan dukungan ekosistemagribisnisyang kuat. Dengan strategi yang tepat, Kebumen bisa menjadi contoh nasional dalamregenerasi petani dan ketahanan pangan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kabupaten Kebumen memiliki potensi besar dalam sektor pertanian, baik dari sisi luas lahan maupun kontribusinya terhadap perekonomian daerah. Namun, potensi tersebut menghadapi tantangan serius berupa dominasi petani gurem dan rendahnya minat generasi

muda untuk menjadi petani. Ketimpangan akses lahan, minimnya adopsi teknologi, dan persepsi negatif terhadap profesi petani menyebabkan proses regenerasi berjalan lambat. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan kebijakan komprehensif yang mencakup pelatihan kewirausahaan agribisnis, penerapan teknologi modern, kemudahan akses pembiayaan, serta penguatan pasar melalui koperasi dan sistem *corporate farming*.

Sinergi antara pemerintah daerah, lembaga pendidikan, dan sektor swasta menjadi kunci dalam menciptakan ekosistem pertanian yang menarik bagi generasi muda. Dengan strategi yang tepat, Kabupaten Kebumen berpotensi menjadi contoh keberhasilan regenerasi petani di tingkat nasional, sekaligus memperkuat ketahanan pangan, meningkatkan kesejahteraan petani, dan mendorong pembangunan ekonomi daerah yang berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Program Studi Agribisnis, Fakultas Industri Halal, Universitas Nahdlatul Ulama Yogyakarta atas dukungan dan fasilitasi yang diberikan dalam pelaksanaan penelitian ini, sehingga penelitian dapat terlaksana dengan baik dan memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan serta sektor pertanian daerah.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik (BPS). (2023). Petani Gurem Menurut Provinsi, 2013–2023. Jakarta: BPS RI.
- Marpaung, N., & Bangun, I. C. (2023). Pentingnya Regenerasi Petani dalam Modernisasi Pertanian. *Jurnal Kajian Agraria Dan Kedaulatan Pangan (JKAKP)*, 2(2), 27-33.
- Muko-muko, K., Ekasari, Y., Reflis, R., Utama, S. P., Maryani, D., Anesta, E., & Uchera, R. (2024). *Strategi Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan di*. 1(2).
- Oktafiani, I., Sitohang, M. Y., & Saleh, R. (2021). Sulitnya regenerasi petani pada kelompok generasi muda. *Jurnal Studi Pemuda*, 10(1), 1-17.
- Pratama, M. P. (2020). Analisis dan Kontribusi Sektor Basis Non-Basis: Penentu Potensi Produk Unggulan Kabupaten Kebumen. *Jurnal Ilmiah Akuntansi Dan Keuangan*, 9(1), 75-82. <https://doi.org/10.32639/jiak.v9i1.313>
- Roidah, I. S., Laily, D. W., & Prasekti, Y. H. (2024). Minat Generasi Muda Terhadap Sektor Pertanian: Young Generation Interest in Agricultural Sectors. *Jurnal Ilmiah Manajemen Agribisnis*, 12(2), 75-82.
- Setiani, S. Y., Pratiwi, T., & Fitrianto, A. R. (2021). Tenaga muda pertanian dan ketahanan pangan di Indonesia. *Cakrawala*, 15(2), 95-108.

- Suripto. (2023). Produktivitas Kecamatan dalam Bidang Pertanian di KabupatenKebumen (Evaluasi Efisiensi dan Efektivitas dengan Menggunakan DEA). Pusat Kajian Kinerja Kelembagaan LAN.
- Wahyuni, E., Maulana, H., & Putri, R. D. (2023). Ketimpangan struktural dalamsektor pertanian: Studi empirik di Jawa Tengah. *Jurnal Studi Pembangunan*, 11(2), 55–68.
- Widianto, A., Hamdani, H., & Salawati, U. (2023). Analisis Faktor Yang Berhubungan Dengan Minat Generasi Muda Terhadap Program Petani Milenial di Kota Banjarbaru. *Frontier Agribisnis*, 7(1), 73-80.

Analisis SWOT dan Strategi Pengembangan Kelompok Wanita Tani (KWT) Makmur Lestari

**Ramidah¹, Eko Nur Ari Parjiyamt¹, Wahyu Diva Ardiantono^{1*}, Zumroatun
Na'imah¹, M. Hakim Hanani¹, Nur Saudah Al Arifa¹**

¹Program Studi Agribisnis, Fakultas Industri Halal, Universitas Nahdlatul Ulama Yogyakarta
Email: wahyudadung84@gmail.com

Abstrak

Kelompok Wanita Tani (KWT) mempunyai peran penting dalam meningkatkan produktivitas pertanian dan memperkuat kapasitas anggotanya. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis berbagai faktor internal dan eksternal yang mempengaruhi keberlanjutan KWT Makmur Lestari di Margoagung, Seyegan, Sleman. Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan kualitatif melalui observasi dan wawancara pada tanggal 21 Oktober 2025. Analisis SWOT digunakan untuk menggambarkan kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman yang dihadapi oleh kelompok tersebut. Kekuatan KWT Makmur Lestari terletak pada pemanfaatan ruang halaman dan ketahanan kelompok, yang mampu bertahan meskipun mengalami periode ketidakaktifan. Kelemahan yang diidentifikasi meliputi partisipasi anggota yang tidak merata dan hasil produksi yang belum dapat memenuhi permintaan pasar modern. Dalam hal peluang, terdapat dukungan modal dari Biofarma Bandung dan BAZNAS, serta potensi pemasaran melalui toko lokal dan media sosial. Sementara itu, ancaman yang dihadapi meliputi risiko distribusi dana bantuan yang tidak optimal dan waktu yang terbatas bagi anggota, karena sebagian dari mereka memiliki pekerjaan lain. Strategi pengembangan bertujuan untuk meningkatkan kapasitas anggota, memaksimalkan pemanfaatan sumber daya lokal, dan memperkuat hubungan kemitraan. Beberapa strategi yang direkomendasikan meliputi pelatihan dalam manajemen sumber daya manusia dan teknologi pasca panen untuk mengatasi kelemahan internal, serta implementasi sistem transparansi, audit internal, dan kegiatan sosial untuk memperkuat rasa kepemilikan dalam menghadapi ancaman eksternal.

Kata kunci: Analisis SWOT, KWT, Strategi

Abstract

The Women Farmers Group (KWT) plays an important role in increasing agricultural productivity and strengthening the capacity of its members. This study aims to identify and analyse various internal and external factors that influence the sustainability of the Makmur Lestari KWT in Margoagung, Seyegan, Sleman. This study was conducted using a qualitative approach through observation and interviews on 21 October 2025. SWOT analysis was used to describe the strengths, weaknesses, opportunities, and threats faced by the group. The strengths of KWT Makmur Lestari lie in the utilisation of yard space and the resilience of the group, which was able to survive despite a period of inactivity. The weaknesses identified include uneven member participation and production yields that cannot yet meet modern market demand. In terms of opportunities, there is capital support from Biofarma Bandung and BAZNAS, as well as marketing potential through local shops and social media. Meanwhile, the threats faced include the risk of suboptimal distribution of aid funds and limited time for members, as some of them have other jobs. The development strategy aims to increase member capacity, maximise the use of local resources, and strengthen partnerships. Several recommended strategies include training in human resource management and post-harvest technology to address internal weaknesses, as well as the implementation of transparency systems, internal audits, and social activities to strengthen a sense of ownership in facing external threats.

Keywords: Analysis SWOT, KWT, Strategy

PENDAHULUAN

Kelompok Wanita Tani (KWT) merupakan organisasi atau kelompok yang anggotanya wanita yang memiliki aktivitas di bidang pertanian. Menurut (Husodo *et al.*, 2021) Kelompok Wanita Tani (KWT) adalah unsur kelembagaan kelompok tani yang beranggotakan wanita bertujuan untuk mengelola dan mengekspresikan berbagai pemikiran dalam bidang pertanian. Pemberdayaan perempuan di sektor pertanian sangat penting untuk kemajuan pertanian dan ketahanan pangan di Indonesia. Kelompok Wanita Tani (KWT) memainkan peran strategis dalam meningkatkan produktivitas kebun dan memperkuat kapasitas anggotanya. Mereka juga berfungsi sebagai platform kolektif bagi perempuan yang aktif di bidang pertanian (Rahman *et al.*, 2024). Penggunaan pekarangan oleh KWT termasuk dalam program ketahanan pangan rumah tangga, terutama di Kabupaten Sleman. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan kebun oleh KWT dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan anggota serta meningkatkan konsumsi pangan keluarga. Namun, tantangan yang dihadapi banyak kelompok seperti modal usaha yang terbatas, partisipasi anggota yang tidak merata, dan akses pasar yang terbatas (Yaqin *et al.*, 2023).

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis faktor-faktor internal dan eksternal yang memengaruhi keberlangsungan KWT Makmur Lestari yang di Margoagung, Seyegan, Sleman. KWT Makmur Lestari. Melalui analisis SWOT, penelitian ini berupaya mengidentifikasi kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman yang dihadapi kelompok dalam menjalankan aktivitas pertanian dan kegiatan sosialnya.

Dalam beberapa tahun terakhir, pemerintah Indonesia telah meluncurkan program Pekarangan Pangan Lestari (P2L) dan Kawasan Rumah Pangan Lestari (KRPL) untuk meningkatkan peran perempuan dalam sektor pertanian. Pelaksana utama program ini adalah Kelompok Wanita Tani (KWT), yang bertanggung jawab atas pemanfaatan lahan kebun untuk meningkatkan ketahanan pangan dan kondisi ekonomi keluarga (Yaqin *et al.*, 2023). Namun, partisipasi anggota yang rendah, kekurangan sumber daya keuangan, dan keterbatasan akses ke pasar adalah beberapa tantangan yang masih menghalangi implementasinya. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa analisis SWOT dapat membantu dalam membuat strategi pengembangan untuk KWT, di mana koordinasi antara anggota dan penguatan kelembagaan adalah faktor utama keberhasilan. Tidak adanya dukungan eksternal dan partisipasi anggota yang rendah merupakan hambatan utama yang sering terjadi.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan tujuan untuk memahami kondisi saat ini dan strategi pengembangan Kelompok Wanita Tani (KWT) Makmur Lestari. Data dikumpulkan melalui observasi langsung dan wawancara yang dilakukan pada 21 Oktober 2025 dengan ketua KWT di Kelompok Wanita Tani yang beralamat di Somorai, Margoagung, Seyegan, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Analisis SWOT digunakan untuk mengidentifikasi faktor internal (kekuatan dan kelemahan) serta faktor eksternal (peluang dan ancaman) yang memengaruhi keberlanjutan kelompok. Data dari wawancara kemudian dianalisis secara tematis untuk mendapatkan pemahaman mendalam tentang potensi dan tantangan yang dihadapi oleh kelompok tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil observasi dan wawancara yang dilakukan di Kelompok Wanita Tani (KWT) Makmur Lestari di Seyegan, Sleman pada tanggal 21 Oktober 2025 telah memberikan gambaran umum tentang keadaan kelembagaan, kegiatan pertanian, dan masalah yang dihadapi oleh kelompok tersebut. Tabel berikut menguraikan hasil analisis SWOT:

Tabel 1. Analisis SWOT di KWT Makmur Lestari

Internal		Eksternal	
Kekuatan	Kelemahan	Peluang	Ancaman
Memanfaatkan lahan pekarangan	Partisipasi anggota tidak merata	Bantuan modal dari Biofarma Bandung dan Baznas	Penyalahgunaan dana (dana dari atasan tidak turun)
Kemampuan bertahan meskipun sempat vakum	Produksi tidak memenuhi target untuk dipasarkan ke luar (supermarket)	Pemasaran melalui warung dan media sosial	Anggota yang sibuk karena mempunyai pekerjaan lain
Program sosial “Jumat berkah” selama masa Covid-19		Dukungan dinas dari PUPR	

Kekuatan

KWT Makmur Lestari memiliki banyak keunggulan yang patut dihargai. Pertama, penggunaan lahan pertanian menunjukkan kapasitas internal dan pengalaman yang cukup. Ini sejalan dengan temuan bahwa KWT yang aktif menggunakan lahan pertanian biasanya meningkatkan produktivitas anggotanya. Kedua, keberlanjutan KWT sejak 2014 menunjukkan bahwa kelompok ini telah melalui tahap awal pendiriannya dan telah mengatasi tantangan, yang menunjukkan bahwa kelompok ini siap untuk melanjutkan

rencana. Selain itu, pengalaman kelompok ini, merupakan modal sosial yang penting, karena menunjukkan ketahanan organisasi meskipun mengalami periode stagnasi. Ketahanan kelembagaan ini berkorelasi positif dengan kemampuan kelompok untuk beradaptasi dengan perubahan lingkungan sosial dan ekonomi (Al Nido *et al.*, 2024). Ketiga, Program sosial "Jumat Berkah", di mana hasil panen dibagikan kepada penduduk sekitar, memperkuat citra positif kelompok dan meningkatkan solidaritas sosial di antara anggotanya. Program-program semacam ini memperluas jaringan sosial dan mempromosikan rasa kebersamaan (*sense of belonging*) di dalam komunitas pertanian perempuan (Setiana *et al.*, 2023)

Kelemahan

Namun, ada kelemahan yang signifikan. Salah satunya adalah partisipasi yang tidak merata di antara anggota. Dalam wawancara lapangan, beberapa anggota menyatakan bahwa mereka hanya ikut kegiatan ketika ada pembagian atau panen, dan bahwa mereka tidak terlalu aktif selama tahap perencanaan, pengelolaan, atau pemasaran. Produksi kelompok tidak memenuhi target pasar modern ini menunjukkan bahwa skala produksi dan manajemen pemasaran masih terbatas. Selain itu, manajemen internal, yang mencakup pembagian tugas, pengaturan keuangan, dan dokumentasi kegiatan, belum terstruktur secara profesional. Ini sejalan dengan penelitian yang menemukan bahwa pengaplikasian fungsi manajemen (rencana, mengatur, menggerakkan, dan mengontrol) pada KWT di Bantul masih rendah (Hidayat & Nurlaela, 2025).

Peluang

KWT Makmur Lestari memiliki banyak peluang yang dapat dimanfaatkan. Sumber daya eksternal dapat diperoleh dengan dukungan modal dari lembaga seperti Biofarma dan BAZNAS. Ini dapat meningkatkan kemampuan produksi dan pemasaran. Mengingat tren digitalisasi dan peningkatan permintaan untuk barang lokal dan organik, pemasaran melalui warung lokal dan media sosial menjadi sarana untuk ekspansi. Selain itu, dengan dukungan lembaga seperti Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR), ada peluang tambahan untuk fasilitas dan pelatihan. Dalam penelitian tentang adopsi inovasi KWT terhadap program pekarangan pangan lestari (P2L), ditemukan bahwa faktor kesempatan (*opportunity*), seperti akses pelatihan, bantuan teknologi, dan jaringan, sangat mempengaruhi tingkat adopsi inovasi kelompok wanita tani (Nina *et al.*, 2025).

Ancaman

KWT Makmur Lestari selain memiliki banyak peluang dan potensi, juga terdapat ancaman dari luar yang dapat mengganggu kegiatan kelompok. Salah satu risiko utama adalah kurangnya penyaluran dana bantuan dari lembaga atau lembaga terkait ke tingkat kelompok. Hasil wawancara menunjukkan bahwa kelompok mengalami kesulitan untuk mendapatkan modal dan sarana produksi. Akibatnya, beberapa program bantuan dari lembaga pemerintah dan swasta yang seharusnya diterima KWT belum sepenuhnya dilaksanakan di lapangan. Selain itu, tingkat partisipasi dan komitmen anggota KWT bervariasi karena sebagian dari mereka memiliki pekerjaan tambahan di luar kegiatan kelompok. Situasi ini berdampak pada efisiensi kegiatan dan kelangsungan produksi.

Berdasarkan hasil analisis SWOT, pengembangan strategi untuk KWT Makmur Lestari akan difokuskan pada peningkatan kapasitas anggota, optimalisasi potensi sumber daya lokal, dan penguatan jaringan mitra. Langkah-langkah ini sangat penting untuk mengatasi kelemahan yang ada dalam organisasi dan menghadapi tantangan eksternal yang dapat mempengaruhi kelangsungan hidup kelompok.

Strategi Menghadapi Faktor Internal

Salah satu kelemahan utama KWT Makmur Lestari adalah partisipasi anggota yang tidak seimbang dan fakta bahwa produksi belum dapat dipasarkan di pasar modern. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan program pelatihan di bidang manajemen sumber daya manusia dan anggota harus didorong untuk lebih terlibat dalam kegiatan kelompok. Menurut (Nasution *et al.*, 2023), pelatihan organisasi dasar terbukti efektif dalam meningkatkan rasa tanggung jawab dan kemampuan anggota KWT untuk mengelola kelompok secara mandiri. Selain itu, untuk meningkatkan kapasitas produksi, pelatihan dapat diberikan mengenai teknologi pasca panen dan inovasi produk turunan.

Strategi Menghadapi Faktor Eksternal

Penyalahgunaan dana bantuan, yang terjadi ketika dana dari lembaga terkait tidak sepenuhnya sampai ke kelompok yang bersangkutan, merupakan salah satu ancaman eksternal yang dihadapi. Untuk mencapai hal ini, transparansi dan audit internal harus dilakukan secara rutin. Menurut (Mudatsir & Sumarni, 2025), penerapan prinsip akuntabilitas dan pengendalian internal dapat mengurangi penyalahgunaan dana dan meningkatkan kepercayaan pemberi bantuan.

Karena anggota terlalu sibuk dengan pekerjaan di luar kelompok, mereka menjadi kurang terlibat. Untuk mengatasi masalah ini, KWT dapat memperkuat rasa kepemilikan

melalui kegiatan sosial, seperti merawat kebun bersama dan berbagi hasil panen. Mereka juga dapat menggunakan sistem pembagian tugas yang fleksibel. Pendekatan berbasis partisipasi aktif dapat memperkuat ikatan sosial antaranggota dan meningkatkan solidaritas dalam kelompok petani perempuan (Luthfitah *et al.*, 2023).

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis SWOT, Kelompok Wanita Tani (KWT) Makmur Lestari memiliki potensi yang didukung oleh kekuatan, seperti pemanfaatan halaman belakang dan ketahanan organisasi, yang terbukti dari kemampuannya bertahan meskipun mengalami periode ketidakaktifan. Ada juga peluang eksternal, seperti dukungan finansial dari lembaga seperti Biofarma dan BAZNAS, serta dukungan dari Kementerian PUPR. Namun, kelangsungan kelompok ini terhambat oleh kelemahan internal, yaitu partisipasi anggota yang tidak merata dan fakta bahwa produksi belum mampu menembus pasar modern (supermarket). Selain itu, terdapat ancaman eksternal berupa kemungkinan penyalahgunaan atau kurangnya distribusi dana bantuan dari lembaga-lembaga terkait dan rendahnya keterlibatan anggota, karena sebagian besar dari mereka memiliki pekerjaan lain. Oleh karena itu, strategi pengembangan harus berfokus pada peningkatan kapasitas anggota dan penguatan manajemen kelompok untuk memaksimalkan potensi internal dan mengatasi tantangan eksternal.

Saran untuk KWT Makmur Lestari adalah mengembangkan mekanisme pembagian tugas yang lebih fleksibel dan mempererat hubungan sosial antaranggota melalui kegiatan bersama, seperti perawatan kebun kolektif, agar anggota yang memiliki pekerjaan lain tetap dapat terlibat aktif. Meningkatkan kapasitas produksi melalui pelatihan teknologi pascapanen dan inovasi produk turunan, sehingga produk yang dihasilkan mampu memenuhi standar dan permintaan pasar modern.

Saran Untuk Instansi Pendukung adalah memberikan pendampingan kepada KWT dalam pengelolaan keuangan serta penerapan sistem pengawasan dan pengendalian internal untuk memastikan penggunaan dana bantuan tetap transparan dan aman dari potensi penyalahgunaan pihak luar. Membuka akses dan memfasilitasi kerja sama KWT dengan jaringan pemasaran yang lebih luas dan berkelanjutan, seperti kemitraan dengan ritel modern maupun platform e-commerce.

DAFTAR PUSTAKA

Al Nido, R., Windiasih, R., Sulaiman, A. I., Muatip, K., & Sari, L. K. (2024). Model pemberdayaan kelompok wanita tani (KWT) melalui modal sosial untuk menjaga

- kohesivitas kelompok: Indonesia. *Agrivet: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian dan Peternakan (Journal of Agricultural Sciences and Veteriner)*, 12(1), 117-132. <https://doi.org/10.31949/agrivet.v12i1.10088>
- Hidayat, R., & Nurlaela, S. (2025). Studi Deskriptif Penerapan Manajemen Kelompok Wanita Tani (KWT) di Kalurahan Ngestiharjo, Kapanewon Kasihan, Kabupaten Bantul. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 32(1), 1-12. <https://doi.org/10.55259/jiip.v32i1.195>
- Husodo, T., Rosada, K. K., Miranti, M., Ratningsih, N., & Suryana, S. (2021). Kewirausahaan Dan Pemberdayaan Kelompok Wanita Tani-Kwt Desa Cinunuk Kabupaten Bandung. *Kumawula: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(3), 525. <https://doi.org/10.24198/kumawula.v3i3.30856>
- Luthfitah, D. A. S., Nurhadi, N., & Parahita, B. N. (2023). Pemberdayaan Perempuan Melalui Kelompok Wanita Tani di Kecamatan Sukoharjo: Empowering Women Through Women Farmers' Groups in Sukoharjo District. *Jurnal Sosiologi Agama Indonesia (JSai)*, 4(3), 446-463. <https://doi.org/10.22373/jsai.v4i3.3927>
- Mudatsir, R. & Sumarni. (2025). Penguatan Kelompok Wanita Tani dalam Mendukung Ketahanan Pangan Rumah Tangga di Kabupaten Jenepono. *Journal Galung Tropika*, 14(1), 62-72. <https://doi.org/10.31850/jgt.v14i1.1291>
- Nasution, A. A., Ilham, I., Chalid, I., Meliza, R., Kamil, A. I., & Arifin, A. (2023). Penguatan Manajemen Sumber Daya Manusia Kelompok Wanita Tani (KWT) Barokah melalui Pelatihan Dasar Organisasi. *Jurnal Solusi Masyarakat (JSM)*, 1(1), 1-12. <https://doi.org/10.29103/jsm.v1i1.11949>
- Nina, Kusriani, N., & Suyatno, A. (2025). Adopsi inovasi Kelompok Wanita Tani (KWT) terhadap Program Pekarangan Pangan Lestari (P2L). *Jurnal Pertanian Agros*, 27(1), 19-30. <https://doi.org/10.37159/jpa.v27i1.8>
- Rahman, R., Al-Amanah, H., & Sudartik, E. (2024). Pemanfaatan Pekarangan Rumah sebagai Ketahanan Pangan Keluarga pada Kelompok Wanita Tani. *WAHATUL MUJTAMA': Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(2), 279-290. <https://doi.org/10.36701/wahatul.v5i2.1814>
- Setiana, M., Sukadi, S., & Sujono, S. (2023). Respons Wanita Tani dalam Optimalisasi Lahan Pekarangan di Kalurahan Trihanggo Kapanewon Gamping Kabupaten Sleman. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 30(1), 35-43. <https://doi.org/10.55259/jiip.v30i1.22>
- Yaqin, A., Andriyani, A. R. A., & Rahayu, K. D. (2023, August). Strategi Pengembangan Usaha Produksi Pisang pada Kelompok Wanita Tani (KWT)“Kartini” Kabupaten Sleman, DIY. In *UMMagelang Conference Series* (pp. 878-887).

Persepsi Wisatawan terhadap Fasilitas dan Aksesibilitas Wana Wisata Winong di Kabupaten Malang

Putra Irwandi^{1*}, Erwinda Mufidah Izzati², Nuzlatul Afia³, Ninda Novita¹

¹Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian dan Kehutanan, Universitas Satya Terra Bhinneka

²Program Studi Magister Sosiologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya

³Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya

Email: putrairwandi@satyaterabhinneka.ac.id

Abstrak

Pengembangan Pariwisata di Kabupaten Malang penting untuk ditindaklanjuti sebagai bagian dari peningkatan ekonomi lokal pedesaan khususnya pada Wana Wisata Winong. Selain menyajikan destinasi wisata alam untuk rekreasi dan *camping ground*, penting juga untuk diteliti terkait persepsi wisatawan dari perspektif fasilitas dan aksesibilitas. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif terhadap 97 wisatawan yang dipilih secara aksidental di lokasi penelitian Desa Bringin, Kabupaten Malang. Variabel Fasilitas yang akan dianalisis adalah berkaitan dengan gazebo, taman, kantin, toilet, mushola, area parkir dan fasilitas pendukung lainnya. Sedangkan indikator aksesibilitas berkaitan erat dengan kondisi jalan, jarak, dan petunjuk lokasi wisata. Analisis data menggunakan statistik deskriptif untuk mengkategorikan indikator dalam berbagai kriteria. Hasil analisis menunjukkan kesimpulan bahwa Persepsi wisatawan terhadap fasilitas di Wana Wisata Winong berada pada kategori baik artinya wisatawan merasa fasilitas yang ditawarkan oleh Wana Wisata Winong sudah memenuhi kepuasan wisatawan selama berada di tempat wisata. Persepsi wisatawan terhadap aksesibilitas Wana Wisata Winong termasuk ke dalam kategori baik artinya wisatawan merasa bahwa aksesibilitas menuju baik dan sesuai dengan harapan wisatawan.

Kata kunci: Aksesibilitas, Fasilitas, Malang, Winong, Wisata

Abstract

The development of tourism in Malang Regency is important to follow up on as part of improving the local rural economy, especially in Wana Wisata Winong. In addition to providing natural tourist destinations for recreation and camping grounds, it is also important to study tourist perceptions from the perspective of facilities and accessibility. This study uses a descriptive approach to 97 tourists who were randomly selected at the research location in Bringin Village, Malang Regency. The facility variables analyzed are related to gazebos, parks, canteens, toilets, prayer rooms, parking areas, and other supporting facilities. Meanwhile, accessibility indicators are closely related to road conditions, distance, and tourist location signs. Data analysis uses descriptive statistics to categorize indicators into various criteria. The results of the analysis show that tourists' perceptions of the facilities at Winong Forest Park are in the good category, meaning that tourists feel that the facilities offered by Winong Forest Park satisfy them during their stay at the tourist site. Tourists' perceptions of the accessibility of Winong Forest Park are also in the good category, meaning that tourists feel that the accessibility is good and in line with their expectations.

Keywords: Accessibility, Facilities, Malang, Winong, Tourism

PENDAHULUAN

Pariwisata merupakan salah satu sektor penting dalam peningkatan pendapatan dan ekonomi masyarakat di daerah pedesaan. Tidak hanya berdampak pada peningkatan asli daerah tetapi juga akan menciptakan *multiplier effect* pada berbagai bidang antara lain jasa, transportasi, kuliner, dan bisnis ekonomi kecil. Pariwisata juga dianggap sebagai pendorong pertumbuhan ekonomi nasional dengan memanfaatkan potensi lokal. Pariwisata didefinisikan sebagai perjalanan yang dilakukan oleh seseorang dalam kurun waktu tertentu dari satu tempat ke tempat lainnya melalui perencanaan matang dengan tujuan hanya untuk rekreasi atau pemenuhan kebutuhan dan keinginan individu (Mumtaz & Karmilah, 2022; Suwena & Widyatmaja, 2010). Salah satu daerah yang memiliki potensi pariwisata dengan keindahan alam, kesejukan udara dan berbagai destinasi lainnya yang menarik perhatian wisatawan adalah Malang Raya.

Malang raya merupakan salah satu tujuan utama wisata di Jawa Timur dengan potensi yang beragam terdiri dari Kota Malang, Kabupaten Malang, dan Kota Batu. Secara dominan luas, Kabupaten Malang adalah wilayah paling luas dibanding kedua wilayah administrasi tersebut. Destinasi yang ada di Kabupaten Malang dominan wisata alam baik berupa gunung, pantai atau pemandian air panas, wisata agrotourism, sejarah wisata, pesarean, dan lain-lain (BPS Kabupaten Malang, 2021). Melalui berbagai kebijakan daerah, Bupati Kabupaten Malang mencanangkan program satu desa satu destinasi wisata untuk merangsang pertumbuhan ekonomi masyarakat dari sektor pariwisata (Surabayapost, 2021). Potensi yang dimiliki Kabupaten Malang tersebut dapat digali, dikelola dan dikembangkan menjadi sarana hiburan untuk memenuhi kebutuhan lokal maupun mancanegara. Salah satu potensi wisata alam yang sedang dikembangkan adalah pemanfaatan hutan dengan pengembangan ekowisata sesuai dengan permen LHK Nop83/MENLHK/SETJEN/KUM/110/2016 tentang perhutanan sosial, yang mana pemanfaatan hutan adalah kegiatan untuk memanfaatkan kawasan hutan dalam bentuk hasil hutan kayu dan hasil hutan bukan kayu melalui pembibitan, penanaman, pemeliharaan, pemanenan, pengelolaan dan pemasaran berdasarkan azas kelestarian hutan sosial lingkungan dan/atau dalam bentuk jasa lingkungan melalui antara lain jasa ekowisata, jasa tata air, jasa keanekaragaman hayati dan penyerapan/penyimpanan karbon.

Salah satu destinasi wisata yang memadukan pemanfaatan hutan pinus sebagai tempat rekreasi wisata dan masih dalam terus pengembangan adalah Wana Wisata Winong di Desa Bringin, Kecamatan Wajak, Kabupaten Malang. Wisata Winong merupakan

destinasi wisata yang memanfaatkan potensi alamnya sebagai daya tarik bagi wisatawan yang datang. Wisata ini memanfaatkan potensi hutan produksi lebih efektif dengan menyediakan layanan wisata berupa camping ground, area outbound, dan area rekreasi yang dibangun pada tahun 2020 dan diresmikan pada 2021 (*Company profile* Wana Wisata Winong, 2021).

Wana wisata winong memiliki luas area keseluruhan 9 hektar hingga saat ini yang sudah dikelola seluas 2 hektar. Wana wisata winong dikelola oleh LKDPH kelompok wisata yang terdiri dari para ketua RT, ketua RW dan masyarakat sekitar. Wana wisata winong memiliki 4 misi yakni (1) Menjadikan wana wisata winong untuk memajukan perekonomian warga sekitar, (2) Menjadikan Wana Wisata Winong sebagai ikon Desa Bringin, (3) Menjaga kelestarian hutan dan, (4) Menjadikan contoh Wana Wisata Winong sebagai Wisata yang memanfaatkan hutan produksi lebih efektif dan menjadi daya tarik wisatawan (*Company profile*, 2021). Namun kenyataannya misi tersebut tersebut belum sepenuhnya dicapai secara optimal. Berdasarkan observasi lapang, terdapat beberapa permasalahan dari beberapa aspek seperti atraksi yang masih perlu dikembangkan seperti penambahan spot foto bagi pengunjung yang masih kurang, fasilitas yang kurang memadai seperti jumlah kantin yang terbilang sedikit yakni 3 stand warung, keberadaan toilet yang kurang bersih, dan aksesibilitas yang masih belum memadai. Permasalahan tersebut menjadi salah satu penghambat tercapainya visi dan misi yang telah ditentukan. Oleh sebab itu perlu adanya persepsi dari wisatawan terhadap kondisi yang ada di Wana Wisata Winong. Persepsi wisatawan dibutuhkan sebagai masukan kepada pengelola dalam meningkatkan wisata tersebut menjadi lebih baik.

Wana wisata winong masih memiliki beberapa permasalahan dalam beberapa aspek yakni fasilitas seperti kurangnya ketersediaan makanan dan minuman saat pengunjung melakukan wisata, serta fasilitas pendukung tambahan seperti kebersihan toilet dan mushola. Selain itu pada aspek aksesibilitas untuk menuju lokasi wisata masih belum memadai ditandai dengan kurangnya papan rute yang disediakan untuk memudahkan pengunjung saat ingin berkunjung ke tempat wisata. Beberapa masalah tersebut dapat diidentifikasi menjadi 2 komponen utama daya tarik wisata yaitu fasilitas dan aksesibilitas yang ditawarkan oleh Wana Wisata Winong. Menurut Kadi *et al.*, (2023); Nugroho (2022) mengemukakan bahwa terdapat beberapa komponen yang harus dimiliki oleh sebuah objek wisata yaitu accessibility dan amenity. Amenity (fasilitas) merupakan segala macam sarana dan prasarana yang diperlukan oleh wisatawan selama berada di daerah tujuan wisata.

Accessibility (aksesibilitas) merupakan segala macam transportasi ataupun jasa transportasi yang memudahkan wisatawan untuk bisa mengunjungi tempat wisata tersebut.

Telah banyak penelitian serupa yang membahas persepsi masyarakat atau wisatawan terhadap pengembangan wisata di berbagai daerah. Antara lain yang dilakukan oleh Muhammad *et al.*, (2021); Rizkiningtyas, (2022); Wirda *et al.*, (2024); Zebua, (2018) yang secara keseluruhan menunjukkan hasil bahwa penembangan wisata masih dalam proses pengembangan dengan berbagai metode dan variabel yang berbeda. Penelitian ini mengkaji secara komprehensif perspektif secara kualitatif deskriptif dalam menggali detail informasi wisatawan. Penelitian ini penting dilakukan karena akan memberikan gambaran komprehensif dan lengkap terkait persepsi wisatawan terhadap Wana Wisata Winong. Diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat memberikan masukan kepada pihak pengelola untuk pengembangan Wana Wisata Winong dalam menarik wisatawan untuk berkunjung ke tempat wisata.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif untuk menggali detail informasi tentang persepsi wisatawan terhadap fasilitas dan aksesibilitas Wana Wisata Winong. Pemilihan lokasi penelitian dilakukan secara purposive sesuai pertimbangan peneliti yakni 1) Wana Wisata Winong merupakan wisata yang baru diresmikan dan masih dalam tahap pengembangan untuk dijadikan wisata desa lokal yang menjadi ikon Desa Bringin. 2) Wana Wisata Winong memiliki tujuan menjadi contoh wisata yang memanfaatkan hutan produksi lebih efektif serta satu-satunya wisata hutan yang masih berkembang di Kecamatan Wajak. Responden berjumlah 97 orang yang dipilih secara aksidental dengan syarat sudah pernah ke Wana Wisata Winong Kabupaten Malang, Jawa Timur. Jenis data yang digunakan menggunakan data primer yang dianalisis dengan bantuan *microsoft excel*. Analisis dilakukan dengan menghitung selang atau interval kelas sebesar 0,8 yang terbagi dalam lima kategori utama yakni sangat buruk, buruk, sedang, baik, dan sangat baik. Adapun variabel yang akan diidentifikasi adalah Fasilitas yang terdiri dari beberapa indikator utama yakni 1) Harga tiket masuk, 2) Camping Ground, 3) Kantin, 4) Parkir, 5) Toilet, 6) Musola. Sedangkan Aksesibilitas akan diidentifikasi melalui indikator 1) Kondisi Jalan, 2) Jarak, 3) Kemudahan lokasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik responden pada penelitian ini digunakan untuk melihat keragaman dari responden berdasarkan ada beberapa kriteria. Kriteria yang digunakan yakni meliputi jenis kelamin, usia, pekerjaan, daerah asal dan intensitas kunjungan. Hal ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang jelas terkait dengan kondisi responden dan kaitannya dengan persepsi responden terhadap Wana Wisata Winong di Desa Bringin.

Tabel 1. Karakteristik Demografis Wisatawan Wana Wisata Winong

Karakteristik	Deskripsi	Jumlah Responden	Persentase
Jenis kelamin	Laki-Laki	52	54%
	Perempuan	45	46%
	Total	97	100%
Usia	17-25 tahun	61	63%
	26-35 tahun	24	25%
	36-45 tahun	9	9%
	> 46 tahun	3	3%
	Total	97	100%
Pendidikan	SD	2	2%
	SMP	31	32%
	SMA	50	52%
	Sarjana (S-1)	14	14%
	Total	97	100%
Asal Daerah	Malang Raya	84	87%
	Luar Malang Raya	13	13%
	Total	97	100%

Sumber : Data Primer diolah Penulis (2025)

Berdasarkan data dari tabel di atas dapat dilihat bahwa total responden berjumlah 97 orang dengan persentase 54% berjenis kelamin laki-laki dan 46% berjenis kelamin perempuan. Hal tersebut menunjukkan bahwa wisatawan di Wana Wisata Winong didominasi oleh wisatawan laki-laki. Laki-laki lebih menyukai destinasi wisata alam, menjadikan alam sebagai tempat untuk berkumpul dengan teman ataupun komunitasnya. Sedangkan perempuan lebih menyukai tempat wisata *indoor*. Hal ini sejalan dengan penelitian Hartati *et al.*, (2021) yang menyebutkan bahwa laki-laki memiliki jiwa berpetualang yang lebih tinggi dibandingkan perempuan. Laki-laki lebih suka mengunjungi destinasi wisata alam sedangkan perempuan lebih suka mengunjungi pusat perbelanjaan seperti mall. Meskipun demikian, dari pihak pengelola sendiri tidak memperlakukan jenis kelamin wisatawan yang datang. Wana Wisata Winong didirikan untuk wisatawan luas tanpa ada spesialisasi laki-laki ataupun perempuan.

Responden didominasi oleh rentang usia 17- 25 tahun dengan jumlah 61 responden (63%). Responden paling sedikit berada pada rentang >46 tahun dengan jumlah 3

responden (3%). Hal ini dikarenakan pada usia tersebut, wisatawan lebih bersemangat dan senang melakukan perjalanan untuk mencari pengalaman baru serta mengukir momen bersama keluarga maupun teman-teman. Menurut Irwandi, (2024); Wirda *et al.*, (2024) menyebutkan bahwa pada umumnya kelompok dengan usia 16-26 tahun adalah usia dimana orang lebih berenergi sehingga pada usia ini orang lebih suka melakukan perjalanan untuk mencari pengalaman baru dan mendatangi tempat-tempat yang menarik.

Mayoritas responden adalah lulusan SMA yakni sebanyak 50 orang (52%) dari keseluruhan wisatawan. Kemudian diikuti responden dengan pendidikan terakhir SMP sebanyak 31 responden (32%). Sebagian besar responden lulusan SMA merupakan responden yang berprofesi sebagai mahasiswa, karyawan swasta dan wiraswasta. Sedangkan responden lulusan SMP merupakan responden yang masih menempuh pendidikan di jenjang SMA. Tingkat pendidikan memiliki kaitanya dengan aktivitas dan motivasi seseorang berwisata. Dimana wisatawan yang memiliki pendidikan lebih tinggi cenderung ingin terlibat dalam kegiatan alam sehingga menjadi kesempatan bagi pengelola untuk menerapkan prinsip-prinsip ecotourism. Sedangkan bahwa jika seseorang yang memiliki pendidikan tinggi akan memberikan tanggapan lebih rasional dibandingkan dengan orang yang berpendidikan rendah atau tidak berpendidikan sama sekali.

Wisatawan yang datang ke Wana Wisata Winong didominasi oleh wisatawan yang berasal dari Malang Raya sebanyak 84 responden atau 87%. Wisatawan lokal yang datang berasal dari beberapa kecamatan dan kota seperti Kecamatan Wajak, Poncokusumo, Kepanjen, Turen, Dampit, Ampel Gading, Pegelaran, Gondanglegi, Sumbermanjing, Tajinan dan Tumpang. Tujuan kedatangan mereka untuk berkemah, melakukan kegiatan outbound, hunting foto dan rekreasi keluarga. Sisanya 13 responden atau 13% dari total keseluruhan wisatawan berasal dari luar Malang Raya, dalam hal ini wisatawan berasal dari Surabaya, Pasuruan, Lumajang, Jember, Sidoarjo dan Blitar. Tujuan utama mereka mengunjungi Winong dikarenakan ada event yang diadakan oleh komunitas mereka. Mayoritas wisatawan datang berasal dari Malang Raya, Menurut Tyas & Damayanti, (2018) jarak tempuh menjadi salah satu faktor yang menentukan kunjungan wisatawan ke suatu tempat objek wisata. Berdasarkan pada asal daerah pengunjung yang menunjukkan bahwa mayoritas wisatawan yang datang adalah masyarakat lokal di Malang Raya dan belum cukup dikenal oleh wisatawan di luar Malang Raya. Pemasaran yang dilakukan oleh pengelola hanya melalui sosial media instagram serta pemasaran dari mulut ke mulut oleh wisatawan.

Persepsi Wisatawan terhadap Fasilitas Wana Wisata Winong

Fasilitas merupakan salah satu sarana maupun prasarana yang berperan penting dalam meningkatkan kepuasan konsumen terhadap suatu objek wisata. Fasilitas wisata adalah semua fasilitas yang fungsinya memenuhi kebutuhan wisatawan yang tinggal untuk sementara waktu ditempat daerah tempat wisata yang dikunjungi. Terdapat 6 indikator yang dijadikan sebagai penilaian persepsi di Wana Wisata Winong. Hasil penilaian persepsi wisatawan terhadap fasilitas dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 2. Persepsi Wisatawan terhadap Fasilitas Wana Wisata Winong

No	Indikator	Skor	Kategori
1	Harga Tiket masuk yang telah ditetapkan terjangkau	4,55	Baik
2	Camping ground yang disediakan sudah sangat layak	4,18	Baik
3	Ketersediaan makanan dan minuman di kantin yang beragam	3,12	Sedang
4	Luas lahan parkir untuk kendaraan	3,98	Baik
5	Toilet yang bersih dan mencukupi	3,08	Sedang
6	Musola yang tersedia nyaman dan bersih untuk digunakan	2,82	Sedang

Sumber : Data Primer diolah Penulis (2025)

Pada tabel di atas dapat dilihat skor masing-masing indikator bahwa termasuk dalam kategori sedang dan baik terhadap fasilitas Wana Wisata Winong. Skor rata-rata untuk harga tiket masuk yaitu sebesar 4,55 masuk dalam kategori baik. Skor rata-rata untuk camping ground/area outbound sebesar 4,18 dengan kategori Baik. Skor rata-rata untuk ketersediaan makanan dan minuman di kantin sebesar 3,12 dengan kategori sedang. Skor rata-rata untuk lahan parkir sebesar 3,98 dengan kategori baik. Skor rata-rata untuk toilet sebesar 3,08 dengan kategori sedang. Terakhir skor rata-rata mushola sebesar 2,82 dengan kategori sedang.

Menurut pengelola, biaya masuk ke Wana Wisata Winong adalah gratis, kecuali untuk kegiatan berkemah. Namun wisatawan diharuskan membayar karcis parkir sebagai tiket untuk masuk ke area Wana Wisata Winong. Harga tiket parkir yang ditetapkan yakni Rp. 5.000,- untuk kendaraan roda dua, Rp.10.000,- untuk kendaraan roda empat. Sedangkan untuk kegiatan berkemah, wisatawan diharuskan membayar sebesar Rp. 50.000,- per tenda.

“...untuk masuk kesini kan sebenarnya gratis mbak, hanya saja pengunjung itu bayar parkir kendaraannya saja. Kalau motor roda dua tiket parkirnya lima ribu, kalau roda empat sepuluh ribu. Kalau untuk yang nge- camp, biaya reservasinya sebesar lima puluh

ribu itu untuk satu tenda, berapapun jumlah orangnya. Ditambah biaya parkir mobil sebesar sepuluh ribu.” (Pengelola Wana Wisata Winong)

Menurut keseluruhan wisatawan yang mengisi kuesioner, harga tiket masuk yang ditetapkan sangat terjangkau, baik dari kalangan pelajar hingga kalangan PNS. Sedangkan wisatawan yang datang untuk berkemah mengatakan hal yang sama, harga yang ditetapkan bagi wisatawan yang berkemah juga tergolong terjangkau jika dibandingkan dengan beberapa bumi perkemahan lain. Dalam hal ini, persepsi wisatawan hanya dibedakan antara setuju dan sangat setuju, wisatawan yang menjawab sangat setuju merupakan wisatawan yang sudah memiliki penghasilan lebih tinggi dibandingkan dengan wisatawan yang masih pelajar, dimana penghasilan mereka hanya didapatkan dari orang tua. *“...tadi masuk sini cuma bayar parkir aja sih mbak, lima ribu untuk satu motor, satu motor dua orang, bayar segitu ya murah sih. Biasanya kan ada tiket masuk sendiri, bayar parkir sendiri. Lha disini cuma bayar parkir sudah bisa masuk,” (Wisatawan inisila AH)*

“Harga tiket untuk bisa nge-camp disini bisa dibilang terjangkau, untuk camping semalam, kita ada 3 orang dewasa dan 1 anak-anak cukup bayar enam puluh ribu, itu termasuk parkir satu mobil. Lokasinya kan juga cukup datar yam nggak dekat tebing, jadi lebih aman kalau tiba-tiba malam hujan. Kemudian bayar segitu kita juga dapat fasilitas kamar mandi yang bersih, airnya lancar, ada kolam renang untuk anak-anak, termasuk juga free wifi,” (Wisatawan, Inisial DD)

Secara keseluruhan, variabel fasilitas termasuk ke dalam kategori baik dengan skor rata-rata sebesar 21,73 (72%) yang artinya wisatawan setuju bahwa fasilitas yang diberikan seperti harga tiket masuk, camping ground/outbound area, kantin, parkir, toilet dan mushola sesuai dengan harapan dan memberikan kepuasan bagi wisatawan. Selain *what to see*, syarat daya tarik selanjutnya yakni *“what to do and what to buy”* yaitu di tempat tersebut selain banyak yang dapat dilihat dan disaksikan, harus disediakan fasilitas rekreasi yang dapat membuat wisatawan betah tinggal lebih lama di objek wisata tersebut, selain itu juga tempat tujuan wisata harus menyediakan fasilitas untuk berbelanja kebutuhan selama di lokasi objek wisata (Irwandi, 2024). Berdasarkan persespsi dan teori tersebut dapat disimpulkan bahwa fasilitas yang ada di Wana Wisata Winong tergolong baik. Meskipun demikian masih banyak hal yang perlu untuk diperbaiki dan dikembangkan oleh pengelola seperti ditambahkan fasilitas untuk berbelanja terutama barang souvenir dan kerajinan rakyat sebagai oleh-oleh untuk dibawa pulang ke daerah asal.

Pada indikator harga tiket masuk ini dapat disimpulkan bahwa persepsi wisatawan

terhadap harga tiket masuk ke Wana Wisata Winong dalam kategori baik. Hal tersebut diartikan bahwa rata-rata wisatawan setuju bahwa harga tiket masuk ke Wana Wisata Winong terjangkau. Persepsi wisatawan terhadap fasilitas secara signifikan akan mempengaruhi pengalaman dan kepuasan mereka secara keseluruhan. Penelitian menunjukkan bahwa kualitas fasilitas, termasuk kebersihan, fungsionalitas, dan aksesibilitas, memainkan peran penting dalam membentuk nilai emosional dan kepuasan di antara pengunjung. Gambaran ini akan mengeksplorasi aspek-aspek kunci dari persepsi wisatawan mengenai fasilitas, menarik wawasan dari berbagai penelitian. Telah banyak penelitian yang mengulik berkaitan dengan fasilitas terhadap minat wisata. Sebuah studi di *Mifan Water Park* mengungkapkan bahwa 80,8% variasi nilai emosional dikaitkan dengan kualitas fasilitas yang dirasakan, menekankan pentingnya kebersihan dan fungsionalitas (Furqon & Wulandari, 2025). Penelitian lain terhadap Wisatawan di Pantai Kurenai menilai kondisi fisik fasilitas dan infrastruktur sebagai kritis, dengan skor persepsi umum 67,4%, menunjukkan perlunya perbaikan di daerah ini (Febriani & Suyuthie, 2024). Penelitian di Pulau Panjang menyoroti kekurangan seperti penginapan yang tidak memadai dan kondisi jalan yang buruk, dengan 50,65% wisatawan menilai fasilitas sebagai bagus (Ernovela & Fatimah, 2019). Jika dikaji lebih detail di berbagai negara di Pantai Sili misalnya, wisatawan menyatakan ketidakpuasan terhadap toilet umum dan tempat sampah, dengan tingkat ketidakpuasan masing-masing 42,25% dan 38,75%, sementara area istirahat menerima peringkat kepuasan yang lebih tinggi.

Persepsi Wisatawan terhadap Aksesibilitas Wana Wisata Winong

Aksesibilitas yang baik menentukan kemudahan dalam melakukan perjalanan dari lokasi tempat tinggal ke lokasi pelayanan yang dibutuhkan. Aksesibilitas menuju Wana Wisata Winong dinilai dari 3 indikator yaitu bagus tidaknya kondisi jalan menuju Wana Wisata Winong, Jarak yang ditempuh menuju Wana Wisata Winong dan Mudahnnya petunjuk untuk menemukan Wana Wisata Winong. Hasil persepsi wisatawan terhadap aksesibilitas Wana Wisata Winong dapat dilihat pada tabel di bawah.

Tabel 3. Persepsi Wisatawan terhadap Aksesibilitas Wana Wisata Winong

No	Indikator	Skor	Kategori
1	Kondisi Jalan yang ditempuh menuju Wana Wisata Winong baik	3,87	Baik
2	Jarak yang ditempuh menuju Wana Wisata Winong tergolong dekat	3,77	Baik
3	Petunjuk untuk menemukan lokasi Wana Wisata Winong mudah ditemukan	4,06	Baik

Sumber : Data Primer diolah Penulis (2025)

Berdasarkan tabel diatas, didapatkan hasil masing-masing indaktor pada variabel aksesibilitas pada kategori baik. Skor rata-rata untuk kondisi jalan yaitu sebesar 3,87 dengan kategori baik, kemudian skor rata-rata untuk jarak tempuh sebesar 3,77 dengan kategori baik, dan skor rata-rata petunjuk jalan yaitu sebesar 4,06. Kemudahan lokasi melalui petunjuk jalan untuk menemukan suatu lokasi objek wisata merupakan indikator aksesibilitas yang penting bagi wisatawan untuk bisa mencapai tujuan wisatanya. Petunjuk memberikan kemudahan kepada wisatawan untuk menemukan lokasi wisata. Sehingga dalam penelitian ini kemudahan lokasi menjadi salah satu indikator untuk menilai persepsi wisatawan. Wana Wisata Winong memiliki lokasi yang sangat strategis yakni lokasinya berada di tepi jalan raya. Pengunjung yang datang akan mengetahui lokasi Winong melalui papan nama yang ada di bagian depan lokasi wisata. Selain itu, lokasi Winong juga bisa ditemukan melalui pencarian google dengan menuliskan kunci Wana Wisata Winong. Di samping itu, terdapat petunjuk jalan yang ada di beberapa tempat yang akan mengarahkan wisatawan menuju lokasi wisata.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa persepsi wisatawan terhadap kemudahan menemukan lokasi Wana Wisata Winong melalui petunjuk jalan termasuk dalam kategori baik. Hal tersebut diartikan bahwa rata-rata wisatawan setuju bahwa mudah untuk menemukan lokasi Wana Wisata Winong melalui petunjuk jalan yang sudah disediakan. Menurut Irwandi et al., (2024); Junaidi *et al.*, (2020) aksesibilitas adalah faktor-faktor yang mendukung kemudahan wisatawan untuk mencapai objek wisata, seperti papan petunjuk jalan (*signage*), jarak dan moda transportasi yang dapat dimanfaatkan wisatawan menjangkau berbagai daya tarik yang dimiliki desa dan kondisi jalan menuju desa yang baik. Berdasarkan persespsi dan teori tersebut dapat disimpulkan bahwa aksesibilitas menuju Wana wisata Winong mudah untuk jangkau oleh wisatawan, sehingga mampu menjadi daya tarik bagi wisatawan untuk mengunjungi Wana Wisata Winong.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan uraian analisis data dan pembahasan pada penelitian mengenai Persepsi Wisatawan terhadap wana Wisata Winong maka dapat dirumuskan kesimpulan bahwa Persepsi wisatawan terhadap fasilitas di Wana Wisata Winong berada pada kategori baik artinya wisatawan merasa fasilitas yang ditawarkan oleh Wana Wisata Winong sudah memenuhi kepuasan wisatawan selama berada di tempat wisata. Persepsi wisatawan terhadap aksesibilitas Wana Wisata Winong termasuk ke dalam kategori baik artinya wisatawan merasa bahwa aksesibilitas menuju baik dan sesuai dengan harapan wisatawan.

Saran kepada pengelola wisata, berkaitan dengan rencana pengembangan dapat dikembangkan dengan menambah variasi atraksi, meningkatkan fasilitas dan aksesibilitas yang menambah rasa nyaman wisatawan selama berada di lokasi wisata Wana Wisata Winong sehingga menarik wisatawan untuk datang kembali. Saran kepada peneliti selanjutnya dapat meneliti lebih lanjut mengenai variabel atraksi dan fasilitas serta dapat menambahkan variabel penelitian lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ernovela, & Fatimah, S. (2019). *Perkembangan objek wisata bahari Air Bangis Kabupaten Pasaman Barat (2010–2017)*. Galanggang Sejarah, 1(2), 203–233.
- Febriani, N., & Suyuthie, H. (2024). *Pengaruh atraksi dan fasilitas wisata terhadap niat berkunjung kembali wisatawan ke Pantai Air Bangis Kabupaten Pasaman Barat*. Jurnal Ilmiah Pariwisata, 3(1).
- Furqon, Z., & Wulandari, D. P. (2025). *The influence of facilities on visitors' emotional value at Mifan Water Park tourist attraction in Padang Panjang City*. Journal of Multidimensional Management (JoMM), 2(1), 1–6.
- Hartati, F., Qurniati, R., & Febryano, I. G. (2021). *Nilai ekonomi ekowisata mangrove di Desa Margasari, Kecamatan Labuhan Maringgai, Kabupaten Lampung Timur*. Jurnal Belantara, 4(1), 1–10.
- Irwandi, P. (2024). *Kelayakan investasi dan pola pengembangan UMKM berbasis desa wisata*. Jurnal Ilmiah Membangun Desa dan Pertanian, 9(1), 91–104. <https://doi.org/10.37149/JIMDP.v9i1.815>
- Irwandi, P., Wirda, B., Adetya, A., & S, M. K. (2024). *Faktor yang mempengaruhi keputusan berkunjung wisatawan Bedengan Malang melalui e-WoM sebagai variabel mediasi*. Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian Berkelanjutan 2, 39–51.
- Junaidi, A., Ati, N. U., & Suyeno. (2020). *Strategi pengembangan obyek wisata Bukit Tinggi Daramista dalam upaya meningkatkan pendapatan asli daerah (PAD): Studi kasus di Desa Daramista Kecamatan Lenteng Kabupaten Sumenep*. Jurnal Respon Publik, 14(2), 1–10.

- Kadi, D. C. A., Pratiwiningtyas, L., & Apriyanti, A. (2023). *Pengaruh sadar wisata, aksesibilitas, fasilitas, dan ekuitas merek terhadap minat berkunjung (Studi kasus pada Rumah Coklat Bodag)*. Tirtayasa Ekonomika, 18(2), 86–100. <https://doi.org/10.35448/jte.v18i2.16433>
- Muhammad, R., Mutiarin, D., & Damanik, J. (2021). *Virtual tourism sebagai alternatif wisata saat pandemi*. Journal of Indonesian Tourism, Hospitality and Recreation, 4(1), 53–60. <https://doi.org/10.17509/jithor.v4i1.31250>
- Mumtaz, A. T., & Karmilah, M. (2022). *Digitalisasi wisata di desa wisata*. Jurnal Kajian Ruang, 1(1), 1–10. <https://doi.org/10.30659/jkr.v1i1.19790>
- Nugroho. (2022). *Pengaruh daya tarik wisata, aksesibilitas dan fasilitas terhadap keputusan berkunjung wisatawan ke Pantai Siangau Kabupaten Bangka Barat*. Jurnal Ekomaks: Jurnal Ilmu Ekonomi Manajemen dan Akuntansi, 11(1), 101–113. <https://doi.org/10.33319/jeko.v11i1.102>
- Rizkiningtyas, T. W. (2022). *Analisis kelayakan usaha pengembangan wisata Telaga Bleder Kabupaten Magelang*. Journal of Applied in Business Management, 55–67.
- Suvena, I. K., & Widyatmaja, I. G. N. (2010). *Pengetahuan dasar ilmu pariwisata*. Pustaka Larasan.
- Tyas, N. W., & Damayanti, M. (2018). *Potensi pengembangan Desa Kliwonan sebagai desa wisata batik di Kabupaten Sragen*. Journal of Regional and Rural Development Planning, 2(1), 74–89.
- Wirda, B., Adetya, A., Irwandi, P., & Kadri, M. (2024). *Persepsi wisatawan terhadap objek wisata Bedengan Malang*. Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian Berkelanjutan 2, 110–122.
- Zebua, F. N. (2018). *Persepsi wisatawan terhadap fasilitas objek wisata Dataran Tinggi Dieng Provinsi Jawa Tengah*. Jurnal Planologi Unpas, 5(1), 897–902.

Menuju Pertanian sebagai Karir: Prediksi Preferensi Mahasiswa Agribisnis melalui Linearitas Pendidikan

Ninda Novita^{1*}, Putra Irwandi¹, Julia Mardalisa¹

¹Universitas Satya Terra Bhinneka

Email: nindanovita@satyaterrabhinneka.ac.id

Abstrak

Petani Sumatera Utara mengalami penurunan dalam 10 tahun terakhir. Angka penurunan bahkan lebih tinggi dibandingkan penurunan nasional. Pertanian sering dianggap sebagai pekerjaan yang tidak menarik oleh generasi muda karena dianggap kurang menjanjikan, penuh risiko, dan memerlukan kerja fisik yang berat. Banyak generasi muda di Sumatera Utara yang lebih memilih untuk bekerja di sektor-sektor yang lebih modern, seperti industri dan jasa. Kasus berbeda terjadi di salah satu kampus swasta di Kota Medan yang memiliki peminat tertinggi pada prodi agribisnis, Fakultas Pertanian dan Kehutanan pada tahun 2025. Penelitian ini bertujuan menganalisis atribut karir untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi persepsi dan preferensi karir mahasiswa melalui pendidikan yang linear. Penelitian ini menggunakan metode *conversion mixed design*, penelitian dilakukan secara daring terhadap 212 mahasiswa/I agribisnis Universitas Satya Terra Bhinneka dengan data yang sesuai pada Oktober- November 2025. Hasil penelitian menunjukkan berdasarkan kesesuaian tujuan mayoritas mahasiswa memberikan skor tertinggi pada petani pemilik (78%) dan jawaban yang sama oleh mahasiswi (82%), berdasarkan kesesuaian kompetensi skor tertinggi mahasiswa pada petani pemilik (79%) dan mahasiswi pada pemilik toko sarana produksi (83%), berdasarkan kesesuaian pengembangan karir skor tertinggi mahasiswa/I masih pada petani pemilik masing-masing (80%) dan 84%). Kesimpulannya secara keseluruhan aspek penilaian saling bekesinambungan pada mahasiswa konsisten memberikan skor tinggi pada petani pemilik (79%) dan mahasiswi secara keseluruhan pada petani pemilik (83%). Pendidikan yang linear akan mendorong preferensi positif terhadap karir pada sektor pertanian.

Kata kunci: Mahasiswa, Petani pemilik, Preferensi karir

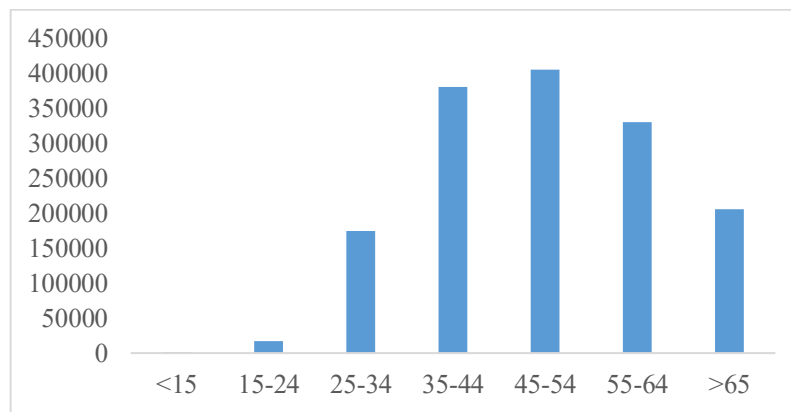
Abstract

North Sumatra farmers have experienced a decline in the last 10 years. The decline rate is even higher than the national decline. Agriculture is often considered an unattractive job by the younger generation because it is considered less promising, full of risks, and requires strenuous physical labor. Many young generations in North Sumatra prefer to work in more modern sectors, such as industry and services. A different case occurred in one of the private campuses in Medan City that has the highest interest in the agribusiness study program, the Faculty of Agriculture and Forestry in 2025. This study aims to analyze career attributes to determine the factors that affect students' perception and career preferences through linear education. This study uses the conversion mixed design method, the study was conducted online on 212 agribusiness students of Satya Terra Bhinneka University with appropriate data in October-November 2025. The results of the study showed that based on the suitability of the goals of the majority of students, the students gave the highest score to the farmer owner (78%) and the same answer by female students (82%), based on the competency of the highest score of students in the farmer owner (79%) and female students in the owner of the production facility shop (83%), based on the suitability of career development, the highest score of students was still in the farmer owner (80%) and 84% respectively. In conclusion, overall the aspect of mutual continuous assessment in students consistently gave high scores to farmer owners (79%) and female students as a whole to farmer owners (83%). A linear education will encourage a positive preference for careers in the agricultural sector.

Keywords: Student, Farmer owner, Career preference

PENDAHULUAN

Provinsi Sumatera Utara merupakan wilayah pada peringkat lima terluas (72.460,74 km²) dan peringkat keempat terbanyak (15.386.640 jiwa) jumlah penduduknya di Indonesia. Pertanian Sumatera Utara memegang peran kunci dalam mencapai ketahanan pangan, meningkatkan kesejahteraan masyarakat, dan mendukung pertumbuhan ekonomi berkelanjutan. Sumber daya manusia di Indonesia yang bekerja pada sektor pertanian sampai saat ini didominasi oleh orang tua berdasarkan Badan Pusat Statistik (2023), selain itu tantangan yang dihadapi adalah rendahnya tingkat pendidikan dan regenerasi petani dalam sumberdaya yang cekatan untuk pembangunan pertanian yang efektif dan optimal. Berikut merupakan grafik usia pengelola usaha pertanian perorangan di Sumatera Utara (Gambar 1)

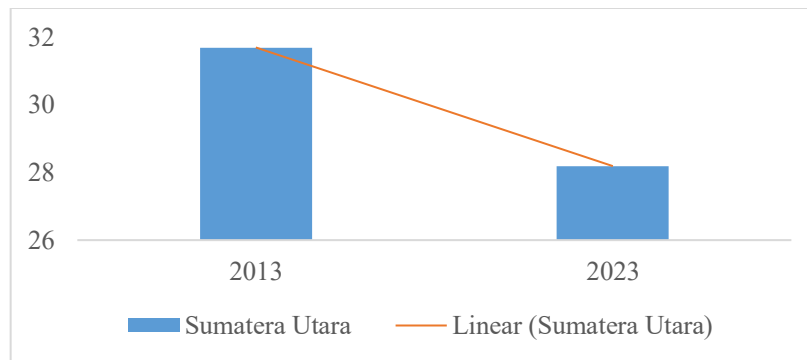


Gambar 1. Jumlah pengelola usaha pertanian Perorangan Menurut Kelompok Umur di Provinsi Sumatera Utara (2023)

Pengelola Usaha Pertanian Perorangan di Sumatera Utara didominasi oleh petani tua. Lebih dari 60 persen pengelola usaha pertanian memiliki umur lebih dari 45 tahun, sedangkan pengelola usaha pertanian yang masih muda tidak sampai 40 persennya. Banyak anak-anak muda yang lebih memilih bekerja di sektor jasa daripada di sektor pertanian. Dapat dilihat juga bahwa pengelola usaha pertanian terbanyak di Sumatera Utara berada di umur 45-54 tahun yang sebesar 405.840 pengelola. Penurunan jumlah petani di Sumatera Utara tahun 2023 disebabkan oleh beberapa faktor seperti perubahan sosial, ekonomi, dan lingkungan, sehingga mempengaruhi sektor pertanian di provinsi sumatera utara.

Petani Sumatera Utara tahun 2023 menurun pada 10 tahun terakhir. Jumlah petani tahun 2023 adalah sebanyak 1,47 juta jiwa yang jumlahnya lebih kecil dibandingkan tahun 2013 sebesar 1,71 juta jiwa. Ada penurunan sebesar 14,08 persen dibandingkan tahun 2013. Kondisi ini serupa dengan kondisi di Indonesia secara umum yang terjadi penurunan

jumlah petani, diketahui bahwa jumlah petani di Indonesia sebesar 28,19 juta jiwa yang jumlahnya lebih kecil dibandingkan tahun 2013 sebanyak 31,70 juta jiwa. Ada penurunan sebesar 11,08 persen dibandingkan tahun 2013. Persentase penurunan jumlah petani di Sumatera Utara (14,08 persen) lebih tinggi daripada di Indonesia (11,08 persen). Artinya pergeseran pekerjaan penduduk dari sektor pertanian di Sumatera Utara lebih besar daripada kondisi Indonesia secara umum (Gambar 2).



Gambar 2. Jumlah Petani di Provinsi Sumatera Utara dan Indonesia Tahun 2013 dan 2023

Fenomena berkurangnya minat generasi muda terhadap profesi petani menjadi salah satu faktor yang signifikan. Pertanian sering dianggap sebagai pekerjaan yang tidak menarik oleh generasi muda karena dianggap kurang menjanjikan, penuh risiko, dan memerlukan kerja fisik yang berat (Irshad *et al.* 2019). Banyak generasi muda di Sumatera Utara yang lebih memilih untuk bekerja di sektor-sektor yang lebih modern, seperti industri dan jasa. Bahkan generasi muda yang memiliki latar belakang pendidikan pertanian banyak yang bekerja tidak linear. Sehingga menjadi tantangan dalam mewujudkan Rencana Jangka Panjang (RPJP) 2024-2045 Pertanian Sumatera Utara mencapai ketahanan pangan, meningkatkan kesejahteraan masyarakat, dan mendukung pertumbuhan ekonomi berkelanjutan.

Kasus berbeda terjadi di salah satu kampus swasta di Kota Medan yang memiliki peminat tertinggi pada prodi agribisnis, Fakultas Pertanian dan Kehutanan pada tahun 2025. Sehingga penelitian ini menjadi penting ditelusuri untuk mengetahui persepsi dan preferensi karir mahasiswa dengan jalur pendidikan yang dipilih. Penelitian ini bertujuan untuk memberi prediksi preferensi karir mahasiswa agribisnis dengan pilihan karir pada sub-sektor pertanian, sehingga dapat mendukung regenerasi petani dengan tingkat pendidikan perguruan tinggi. Penelitian ini juga bertujuan menganalisis atribut karir untuk

mengetahui faktor yang mempengaruhi persepsi dan preferensi karir mahasiswa melalui pendidikan yang linear.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode conversion mixed design, yang mengubah jenis data (kuantifikasi data preferensi dan persepsi) dan menambahkan temuan tambahan (data kualitatif pertanyaan terbuka) untuk menjawab pertanyaan penelitian yang sama. Penelitian dilakukan secara daring terhadap mahasiswa agribisnis Universitas Satya Terra Bhinneka. Lokasi dipilih secara sengaja berdasarkan relevansi objek penelitian dengan populasi. Dimensi daring dipilih untuk memudahkan pengumpulan data responden. Penelitian dilaksanakan pada Oktober- November 2025.

Populasi penelitian terdiri dari seluruh mahasiswa agribisnis Universitas Satya Terra Bhinneka. Sampel diambil secara judgmental atau berdasarkan kriteria tertentu, yaitu pengisian angket secara lengkap. Data yang digunakan berupa data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui angket, sedangkan data sekunder diperoleh dari penelitian dan laporan relevan. Variabel terikat berupa 12 pilihan karier (Y) pada sistem agribisnis yang diukur menggunakan skala rating 15 poin secara diskret (Audra Ramadhani *et al.*, 2025). Detail pilihan karier dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pilihan Karier (Y)

Sub Sistem	Pilihan Karier
Sarana Produksi	Pegawai perusahaan sarana produksi
	Pemilik toko sarana produksi
	Pegawai perusahaan alsintan
	Pegawai perusahaan alsintan
Budidaya	Pegawai perusahaan budi daya
	Petani pemilik
	Petani penggarap
Pengolahan	Pegawai perusahaan agroindustri
	Pelaku usaha pengolahan
Pemasaran	Pegawai perusahaan distributor
	Tengkulak
	Pemilik toko sayur dan buah

Variabel bebas berupa 3 atribut karier (X) yang didasarkan pada laporan Indonesia [8]. Laporan tersebut memuat faktor-faktor pertimbangan Gen Z ketika memilih karier. Atribut karier diukur menggunakan skala semantic differential 3 poin dengan karakteristik bipolar pada setiap ujungnya (Sudaryono, 2019). Detail atribut karier dapat dilihat pada pada Tabel 2.

Tabel 2. Atribut Karier

Kode	Atribut Karier	Kutub Bipolar	
		(-)	(+)
A1	Kesesuaian dengan tujuan	Sangat rendah	Sangat tinggi
A2	Kesesuaian dengan kompetensi	Sangat rendah	Sangat tinggi
A3	Kesempatan pengembangan karier	Sangat rendah	Sangat tinggi

Uji validitas instrumen dilakukan dengan menelaah kewajaran ketampakan muka dan kesesuaian isi instrumen dengan konstruk penelitian untuk memperoleh validitas muka dan isi. Uji validitas juga dilakukan secara kriteria dengan mengukur koefisien korelasi rank Spearman (ρ_s) melalui Microsoft Excel. Uji reliabilitas menggunakan jenis reliabilitas konsistensi internal dengan teknik pengukuran koefisien omega (ω) McDonald melalui JASP. Preferensi karier diperoleh melalui analisis deskriptif. Teknik yang digunakan berupa penghitungan persentase preferensi pilihan karier (Y) melalui Microsoft Excel dengan formula sebagai berikut:

$$\%PY = \frac{\sum_{i=1}^{15} n_{vi}}{NV} \times 100\%$$

Keterangan:

%PY : Persentase preferensi pilihan karier (Y)

N : Pemilihan Y pada peringkat

V : skor peringkat

N : Total pemilihan pada peringkat

V : total skor peringkat

Hasil penghitungan disajikan dalam diagram batang. Persepsi karier diperoleh melalui analisis Non-Metric Multidimensional Scaling (NMDS). Analisis ini dapat memetakan jarak persepsi antara satu unit dengan unit lainnya menggunakan ordinasi [2]. Ordinasi dilakukan melalui R Studio menggunakan jarak Bray-Curtis, dengan formula berikut [3]:

$$d_{ij} = \frac{\sum_{l=1}^m |Y_{il} - Y_{jl}|}{\sum_{l=1}^m |Y_{il} + Y_{jl}|}$$

Keterangan:

d_{ij} = jarak antar unit i dan j

m = jumlah atribut analisis
 Yil = nilai unit analisis i pada dimensi l
 Yjl = nilai unit analisis j pada dimensi l

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Mahasiswa sebagai Responden

Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa responden merupakan Gen Z yaitu, menurut Badan Pusat Statistika (2021) merupakan kelompok orang yang lahir dari tahun 1997 sampai dengan 2012. Umur responden berada pada umur 16 sampai dengan 22 tahun, dengan frekuensi tertinggi 47% berada pada umur 18 tahun. Karakteristik umur responden berada pada tahap memperoleh pengetahuan, keterampilan, dan memenuhi kualifikasi perguruan tinggi serta berada pada *entry level* atau posisi yang siap memasuki dunia kerja (Aggarwal *et al.*, 2022). Kaum muda berusia 15-24 tahun saat ini mencapai hampir 16% populasi global, apabila angkatan tersebut mampu diarahkan dan memiliki preferensi yang positif terhadap sektor pertanian, angkatan kerja tersebut substansial mendukung keberlanjutan pertanian. Indonesia merupakan negara berkembang yang mayoritas petaninya sudah berusia lanjut.

Tabel 3. Karakteristik Responden

Variabel	Deskripsi	Frekuensi(orang)	Persentase(%)
Umur	16	1	0.005
	17	18	0.085
	18	100	0.472
	19	56	0.264
	20	23	0.108
	21	12	0.057
	22	2	0.009
Angkatan	2023	18	0.085
	2024	34	0.160
	2025	160	0.755
Jenis Kelamin	Laki-Laki	93	0.439
	Perempuan	119	0.561
Tempat Tinggal Asal	Desa	129	0.608
	Kota	83	0.392
Bidang Pekerjaan Orang Tua	Non-pertanian	141	0.665
	Pertanian	71	0.335
Pengalaman Bekerja di Sektor Pertanian	Belum bekerja	96	0.453
	Tidak pada pertanian	64	0.302
	Iya pada pertanian	52	0.245
	Ada	92	0.434

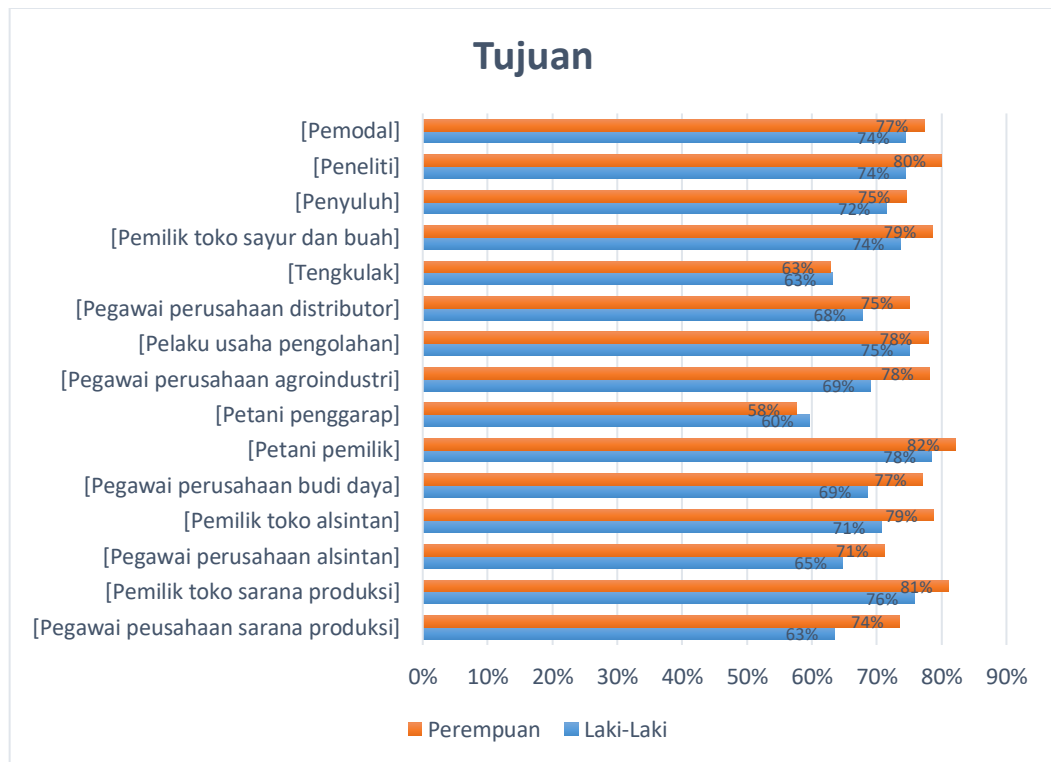
Variabel	Deskripsi	Frekuensi(orang)	Persentase(%)
Keberadaan Penyuluh Pertanian di Kampung Halaman	Tidak Ada	120	0.566
Motivasi diri Bekerja di Sektor Pertanian	Rendah	21	0.099
	Tinggi	191	0.901
Minat Bekerja di Sektor Pertanian	Tidak	7	0.033
	Minat	205	0.967
Pernah Ikut Pelatihan/Seminar/Training tentang pertanian	Pernah	38	0.179
	Tidak Pernah	174	0.821

Responden terdiri dari mahasiswa aktif semester 3, 5 dan 7 di kampus swasta dengan peningkatan jumlah mahasiswa agribisnis tertinggi pada tahun 2025 dibandingkan jurusan lainnya di Kota Medan. Ditengah kondisi penurunan minat generasi Z pada pertanian dan persepsi yang kurang baik terhadap pertanian bahwa seringkali sektor pertanian dijadikan pilihan terakhir sebagai mata pencarian (Silva & Carvalho, 2021) (Omotosho *et al.*, 2020). Peminat prodi agribisnis di Universitas Satya Terra Bhinneka mengalami peningkatan yang cukup tinggi dari sebelumnya, sehingga peran generasi Z berpengaruh signifikan terhadap keberlanjutan pertanian di negara berkembang. Perbandingan responden laki-laki (44%) dengan perempuan (56%) berada pada angka yang tidak terlalu jauh, walaupun jumlah perempuan lebih tinggi dibandingkan laki-laki. Hal ini juga mengindikasikan bahwa dari pondasi pendidikan pertanian sebagai langkah persiapan memasuki dunia kerja antara laki-laki dan perempuan tidak terlalu timpang.

Responden yang berasal dari desa memiliki persentase lebih tinggi 61% dibandingkan yang berasal dari kota 39%. Mahasiswa yang berasal dari pedesaan memiliki pandangan karir yang lebih positif terhadap pertanian dibandingkan dengan rekannya yang berasal dari perkotaan, hasil ini didukung oleh penelitian(Zaremohzzabieh *et al.*, 2022). Responden dengan latar belakang Non-pertanian memiliki frekuensi lebih tinggi 66% dibandingkan dengan latar belakang pertanian 44%. Angka ini berbanding terbalik dengan latar belakang responden,karena dari pengalaman responden dengan latar belakang pertanian merupakan pekerjaan yang keras dan tidak sebanding dengan pendapatannya. Sehingga untuk memiliki kehidupan yang lebih sejahtera, dimotivasi untuk mencari pekerjaan selain sektor pertanian, hasil sejalan dengan (Mkong *et al.*, 2021).

Pengalaman bekerja mahasiswa sebelum melanjutkan pendidikan perguruan tinggi mayoritas adalah belum pernah bekerja sama sekali sebanyak (45%), hanya sedikit yang pernah bekerja pada sektor pertanian (25%) dan sisanya pernah bekerja di sektor non-

pertanian. Mayoritas tidak pernah ditemui penyuluh sebanyak (56%). Mahasiswa yang melanjutkan pendidikan perguruan tinggi mayoritas memiliki motivasi bekerja di sektor pertanian tinggi, yaitu 90% dan hanya 10% dari mahasiswa yang memiliki motivasi rendah, bisa disebabkan oleh tidak diterima pada pilihan utama ataupun kuliah karena dorongan orang terdekat. Untuk minat bekerja di sektor pertanian mayoritas mahasiswa/I memiliki minat yang tinggi yaitu 97% walaupun hanya 18% yang mengikuti kegiatan pertanian.

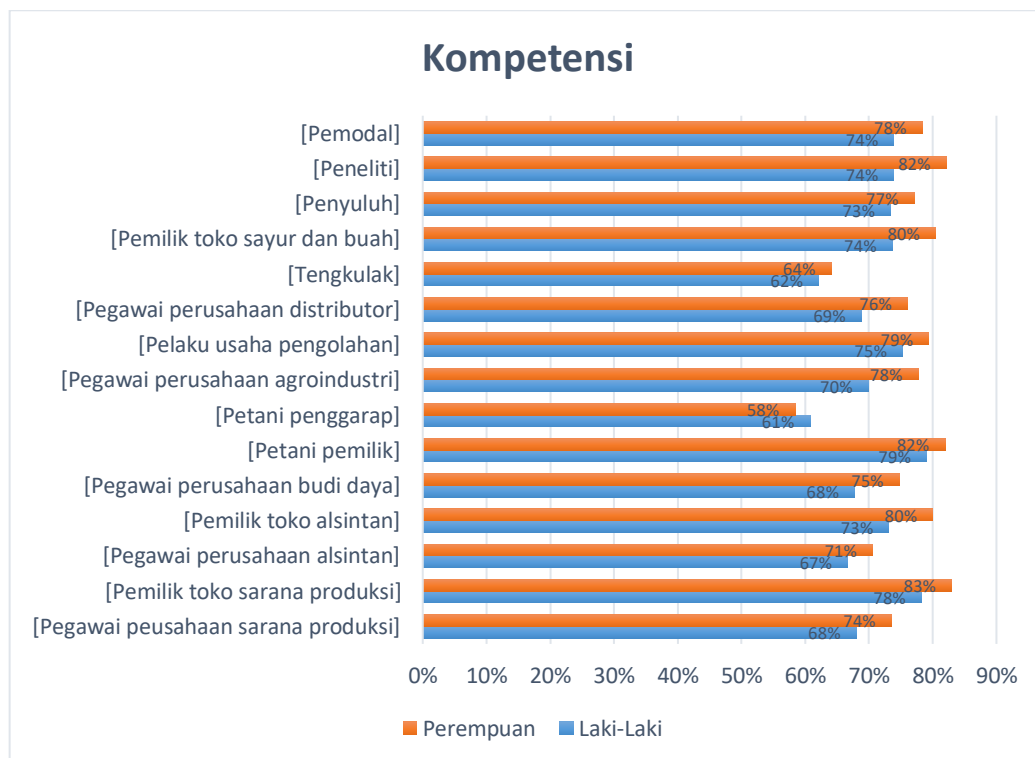


Gambar 3. Preferensi Mahasiswa/I Berdasarkan Kesesuaian Tujuan

Berdasarkan gambar diatas, preferensi karir dengan kesesuaian tujuan tertinggi mahasiswa laki-laki pada sub-sektor budidaya pertanian dengan skor 78% sebagai petani pemilik, pilihan yang sama dengan kesesuaian tujuan mahasiswa perempuan pada skor yang lebih tinggi yaitu 82%. Hasil ini menunjukkan mahasiswa perempuan memiliki kesesuaian yang lebih tinggi pada tujuan karirnya melalui pendidikan pertanian yang diperoleh pada prodi agribisnis. Preferensi tersebut di latar belakang oleh alasan merasa tujuan tersebut mendukung peran mahasiswa dalam menyeimbangkan antara kehidupan pribadi dan profesional di masa depan. Pertanian modern menjadi gambaran pekerjaan yang fleksibilitas dan memberikan kesempatan kepada Gen Z sebagai angkatan kerja termuda untuk dapat mengatur waktu sesuai ritme kehidupan mereka atau *work-life-balance*. Bahwa mahasiswa dengan skor tertinggi pada pilihan petani pemilik memiliki

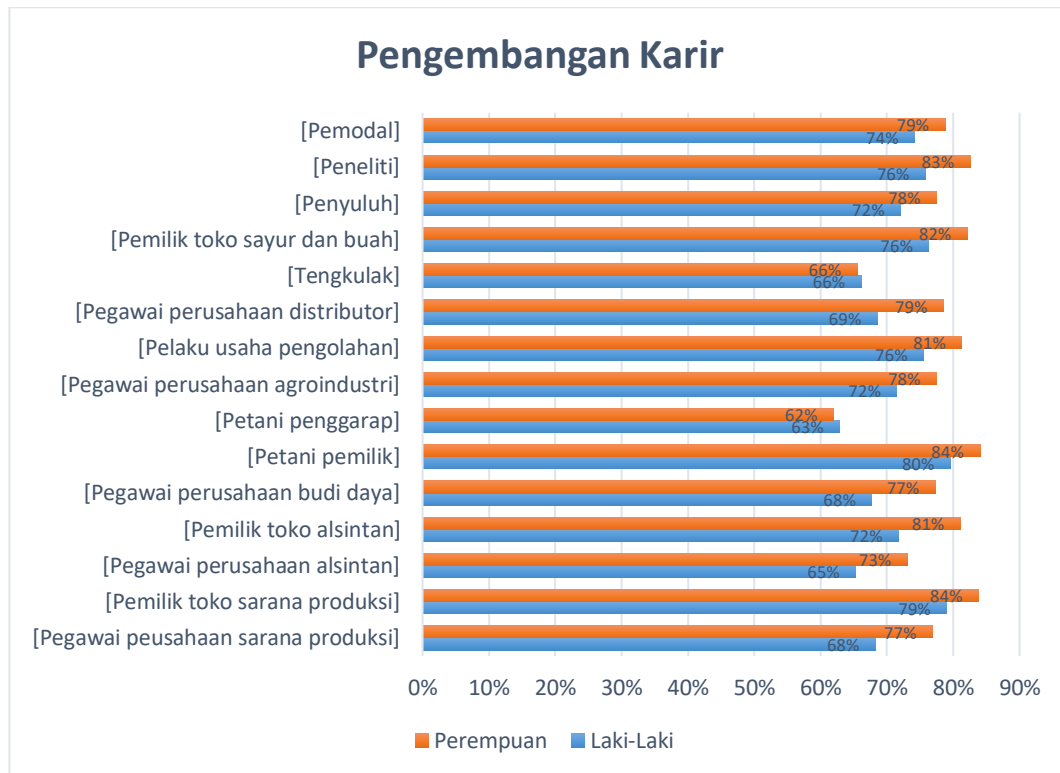
persepsi pekerjaan yang keren tidak lagi sebagai kantoran, melainkan bekerja fleksibel dan memanfaatkan peluang sosial media dengan pendapatan yang tinggi lebih menarik. Penelitian ini selaras dengan hasil temuan bahwa norma-norma fleksibilitas di tempat kerja berdampak positif terhadap Gen Z dan memberikan kepuasan kerja serta efektivitas kerja. Fleksibilitas kerja tidak mengatur bagaimana proses melainkan fokus pada hasil yang diberikan (Aggarwal *et al.*, 2022b) (Gemilang Pratiwi & Saidah, 2024) (Goh & Lee, 2018). Kemudian bidang pertanian memberi ruang pada seseorang untuk berinteraksi langsung dengan alam, karakteristik Gen Z yang populer membutuhkan healing, pekerjaan ini dapat menurunkan stress dan meningkatkan kesehatan mental, serta menikmati pekerjaannya.

Berdasarkan kesesuaian tujuan dengan skor terendah masih pada sub-sektor budidaya yaitu petani penggarap, mahasiswa laki-laki dengan 60% dan perempuan 58%. Hal ini dikarenakan mahasiswa agribisnis memiliki preferensi negatif terhadap petani yang tidak memiliki lahan sendiri, karena pekerjaan yang menguras tenaga dengan kompensasi rendah. Hal ini selaras dengan penelitian bahwa preferensi dan persepsi karir mahasiswa yang sudah mengikuti program bertani untuk di masa kuliah tidak ingin menjadi memilih pekerjaan yang berat sebagai petani penggarap (Audra Ramadhani *et al.*, 2025)



Gambar 4. Preferensi Mahasiswa/I Berdasarkan Kesesuaian Kompetensi

Berdasarkan Gambar 4, preferensi karir dengan kesesuaian kompetensi tertinggi mahasiswa laki-laki masih pada sub-sektor budidaya pertanian dengan skor 79% sebagai petani pemilik. Hal ini disebabkan oleh Lingkungan kerja mendukung pengembangan kompetensi saya tanpa memandang gender. Mahasiswa yang mayoritas berasal dari desa memiliki lahan milik keluarga yang dijadikan mata pencarian lajutan, melalui pendidikan pertanian yang didapatkan hingga semester ganjil saat ini, mahasiswa optimis dapat menghadapi tuntutan dunia pertanian modern kedepannya. Generasi yang tumbuh di era digitalisasi memiliki literasi teknologi yang tinggi, berpikir kreatif untuk bekerja lebih praktis dan tidak hanya bergantung pada tenaga saja. Melalui literasi sektor pertanian yang akan berkembang dengan berbasis teknologi (*smart farming*) dan mayoritas mahasiswa semester satu memiliki semangat yang tinggi dalam proses belajar. Hal ini tentunya dapat mendorong keberlanjutan pertanian apabila hasil prediksi ini sesuai dengan kondisi yang sebenarnya terjadi. Berbeda dengan mahasiswi yang memberikan skor tertinggi pada sub-sektor sarana produksi yaitu sebagai pemilik toko dengan skor 83%. Alasan ini didorong karena kompetensi marketing mahasiswi dengan dukungan digital serta e-commerce (Dwi Nugroho & Rahayu Waluyati, 2018) agribisnis menjadi peluang kerja fleksibel untuk mendapatkan sumber pendapatan. Skor paling rendah yang diberikan mahasiswa dan mahasiswi masih pada petani penggarap.



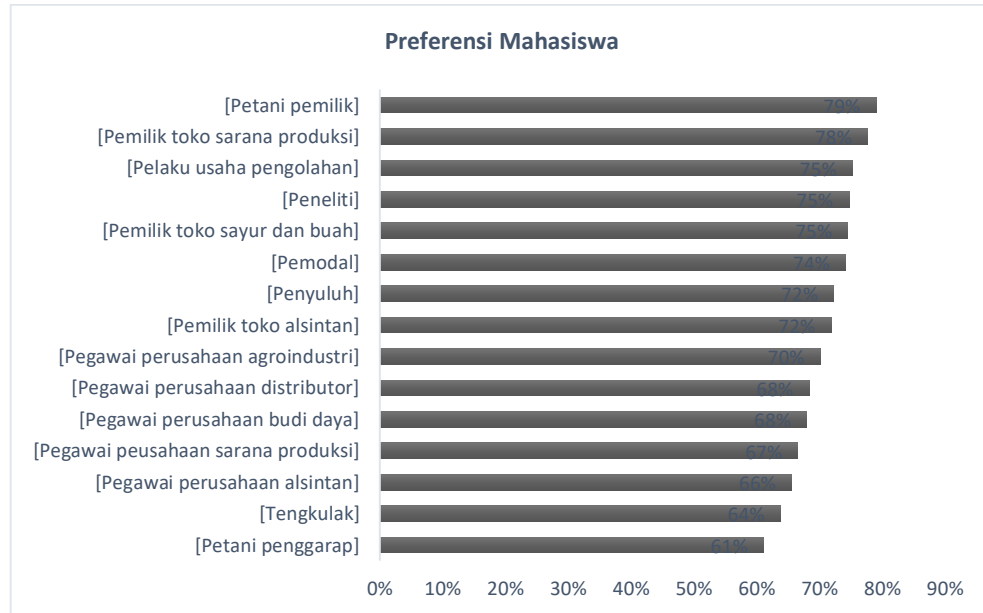
Gambar 5. Preferensi Mahasiswa/I Berdasarkan Kesesuaian Pengembangan Karir

Berdasarkan Gambar 5, skor tertinggi preferensi mahasiswa adalah 80% pada subsektor budidaya yaitu petani pemilik, dan mahasiswi pada sub-sektor budidaya yaitu petani pemilik dan pada subsektor sarana produksi dengan skor 84%. Berkaitan dengan kesesuaian tujuan dan kompetensi yang dimiliki oleh mahasiswa/I prodi agribisnis, preferensi karir yang mendukung pengembangan karir ternyata masih konsisten pada pilihan petani pemilik dan pemilik toko sarana produksi. Hal ini menunjukkan pilihan-pilihan karir berdasarkan penilaian aspek kesesuaian saling berkesinambungan dan pendidikan yang linear dapat mengarahkan preferensi mahasiswa agribisnis untuk proaktif melihat peluang karir pertanian di masa depan. Pada era kesempatan kerja yang tidak sebanding dengan jumlah tenaga kerja juga berdampak pada sebagian besar lulusan bekerja tidak linear dengan latar belakang pendidikannya.

Eksplorasi Preferensi berdasarkan Atribut Karir

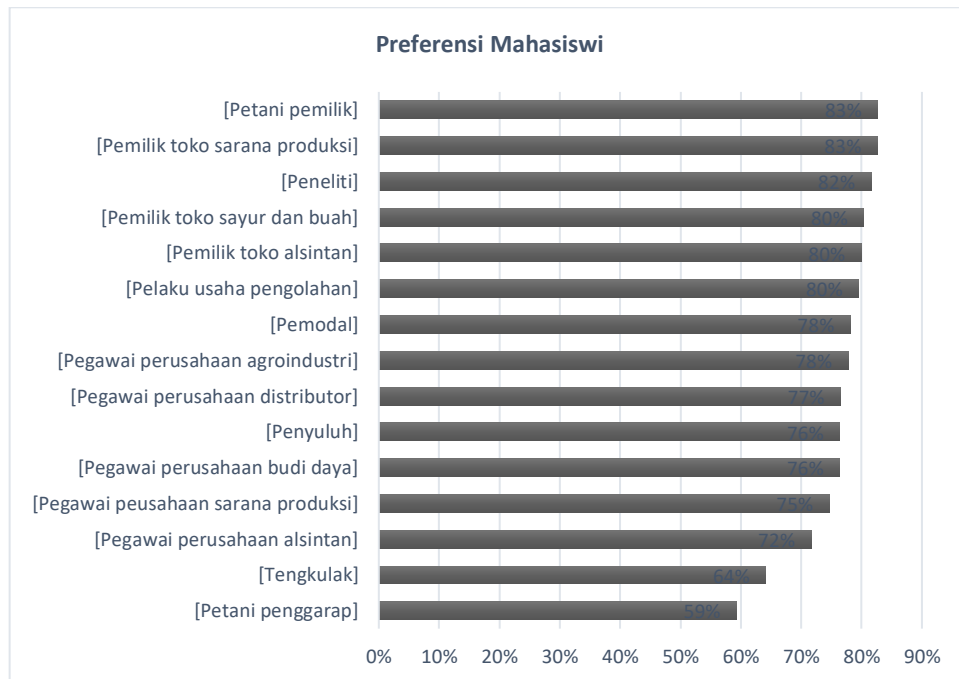
Eksplorasi dilakukan untuk mendapatkan gambaran skor dari atribut karir berdasarkan skor tertinggi hingga terendah mahasiswa dan mahasiswi prodi agribisnis. Bahwa mahasiswa lima favorit pilihan karir adalah petani pemilik (79%), pemilik toko sarana produksi (78%), pelaku usaha pengolahan (75%), peneliti (75%) dan pemilik toko

sayur dan buah (75%). Pada umumnya pilihan karir ini mengacu pada agripreneur dan peneliti. Jika temuan ini berkolaborasi dengan pengambil kebijakan dapat menjadi acuan dalam mendukung keberlanjutan pertanian pada Gen Z yang disesuaikan dengan karakteristiknya (Gambar 6).



Gambar 6. Preferensi Mahasiswa prodi Agribisnis secara Keseluruhan

Sementara, pada pilihan karir mahasiswa lima favorit dengan skor tertinggi adalah petani pemilik (83%), pemilik toko sarana produksi (83%), peneliti (82%) dan pemilik toko sayur dan buah (80%) dan pemilik toko alsintan & pelaku usaha pengolahan (80%). Pada umumnya pilihan karir ini juga mengacu pada agripreneur dan peneliti. Tidak jauh berbeda preferensi karir dari mahasiswa/I yang memiliki pendidikan sama di perguruan tinggi dengan peningkatan peminat prodi yang naik signifikan dari tahun sebelumnya (Gambar 7)



Gambar 7. Preferensi Mahasiswi prodi Agribisnis secara Keseluruhan

KESIMPULAN DAN SARAN

Pendidikan yang linear akan mendorong preferensi positif terhadap karir pada sektor pertanian, peningkatan minat generasi muda melalui pendidikan pertanian jenjang perguruan tinggi menjadi bahan evaluasi pada perguruan tinggi yang mengalami kondisi penurunan minat pada sektor pertaniannya. Di era penurunan minat generasi muda pada sektor pertanian ini justru salah satu kampus di Kota Medan mengalami peningkatan minat terhadap prodi agribisnis, Fakultas Pertanian dan Kehutanan. Melalui dua belas pilihan atribut karir pada sub-sektor pertanian, mahasiswa yang terdiri dari semester satu, tiga dan lima mayoritas memberikan skor tertinggi pada lima pilihan karir favorit, yaitu adalah petani pemilik (79%), pemilik toko sarana produksi (78%), pelaku usaha pengolahan (75%), peneliti (75%) dan pemilik toko sayur dan buah (75%). Skor tertinggi yang diberikan mahasiswa maksimal pada angka 79%, berbeda dengan mahasiswi yang memberikan skor tertinggi diatas angka delapan puluh, yaitu pada lima pilihan favorit petani pemilik (83%), pemilik toko sarana produksi (83%), peneliti (82%) dan pemilik toko sayur dan buah (80%) dan pemilik toko alsintan& pelaku usaha pengolahan (80%).

DAFTAR PUSTAKA

- Aggarwal, A., Sadhna, P., Gupta, S., Mittal, A., & Rastogi, S. (2022a). Gen Z entering the workforce: Restructuring HR policies and practices for fostering the task performance and organizational commitment. *Journal of Public Affairs*, 22(3). <https://doi.org/10.1002/pa.2535>
- Aggarwal, A., Sadhna, P., Gupta, S., Mittal, A., & Rastogi, S. (2022b). Gen Z entering the workforce: Restructuring HR policies and practices for fostering the task performance and organizational commitment. *Journal of Public Affairs*, 22(3). <https://doi.org/10.1002/pa.2535>
- Audra Ramadhani, Z., Sam, M., Ketut Manu Mahatmayana, I., Studi Agribisnis, P., Pertanian, F., Singaperbangsa Karawang, U., Ronggo Waluyo, J. H., Telukjambe Timur, K., Karawang, K., Barat, J., & Program Studi Agribisnis, D. (2025). Preferensi Dan Persepsi Karier Mahasiswa Peserta Program Bertani Untuk Negeri Komoditas Hortikultura Career Preferences and Perceptions of Students Participating in Bertani Untuk Negeri Program for Horticultural Commodities. *Jurnal Agrimanex*, 5(2).
- Dwi Nugroho, A., & Rahayu Waluyati, L. (2018). JPPUMA: Jurnal Ilmu Pemerintahan dan Sosial Politik UMA (Journal of Governance and Political Social UMA) Upaya Memikat Generasi Muda Bekerja pada Sektor Pertanian di Daerah Istimewa Yogyakarta Efforts of Engage Youth Generation to Working on Agricultural Sector in Yogyakarta Province. In *JPPUMA: Jurnal Ilmu Pemerintahan dan Sosial Politik UMA* (Vol. 6, Issue 1). <http://ojs.uma.ac.id/index.php/jppuma>
- Gemilang Pratiwi, P., & Saidah, Z. (n.d.). *Persepsi Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran Terhadap Pekerjaan Di Sektor Pertanian Perception Of Jobs In Agricultural Sector By Students In Faculty Of Agriculture At Padjadjaran University*.
- Goh, E., & Lee, C. (2018). A workforce to be reckoned with: The emerging pivotal Generation Z hospitality workforce. *International Journal of Hospitality Management*, 73, 20–28. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2018.01.016>
- Irshad, M. S., & Anwar, S. (2019). The determinants of Pakistan's bilateral trade and trade potential with world: A gravity model approach. *European Online Journal of Natural and Social Sciences*, 8(4), 1–19. https://european-science.com/eojnss_proc/article/download/5952/2725
- Mkong, C. J., Abdoulaye, T., Dontsop-Nguezet, P. M., Bamba, Z., Manyong, V., & Shu, G. (2021). Determinant of university students' choices and preferences of agricultural sub-sector engagement in cameroon. *Sustainability (Switzerland)*, 13(12). <https://doi.org/10.3390/su13126564>
- Omotosho, A., Asani, E., Ayegba, P., & Ayoola, J. (2020). Impact of agricultural education on students' career choice: A survey. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(3), 51–61. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i03.11260>
- Silva, J., & Carvalho, A. (2021). *The Work Values of Portuguese Generation Z in the Higher Education-to-Work Transition Phase*. <https://doi.org/10.3390/socsci>
- Zaremozhzabieh, Z., Krauss, S. E., D'Silva, J. L., Tiraieyari, N., Ismail, I. A., & Dahalan, D. (2022). Towards agriculture as career: predicting students' participation in the

agricultural sector using an extended model of the theory of planned behavior.
Journal of Agricultural Education and Extension, 28(1), 67–92.
<https://doi.org/10.1080/1389224X.2021.1910523>

Analisis Komparatif Tingkat Orientasi Kewirausahaan antara Petani Budidaya dan Petani Pengolah Kopi

Dinda Amalia Gumay^{1*}, Yunita Alfina Puspita Sari¹, Aswin Hendry Atmoko²

¹Departemen Sosial Ekonomi, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada

²Departemen Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret

Email: dindaamaliagumay@mail.ugm.ac.id

Abstrak

Kopi merupakan salah satu komoditas pertanian strategis dunia yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan berperan penting dalam perdagangan internasional. Dalam beberapa tahun terakhir, muncul fenomena transformasi petani yang tidak hanya berperan sebagai produsen bahan baku, tetapi juga sebagai pelaku pengolahan dan pemasaran produk kopi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan tingkat orientasi kewirausahaan antara petani budidaya dan petani pengolah kopi sebagai bentuk transformasi kewirausahaan di sektor pertanian. Penelitian dilaksanakan di daerah penghasil kopi menggunakan pendekatan kuantitatif. Data dikumpulkan melalui kuisioner menggunakan skala *Likert* lima poin yang mengukur lima dimensi orientasi kewirausahaan yaitu inovatif, proaktif, pengambilan risiko, agresivitas kompetitif, dan otonomi. Jumlah responden sebanyak 120 orang, terdiri dari 53 petani budidaya dan 67 petani pengolah kopi. Data dianalisis menggunakan uji normalitas *Kolmogorov Smirnov* dan *Independent Sample T-Test* untuk menguji perbedaan rata-rata antar kelompok. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara kedua kelompok ($p < 0,05$), dengan rata-rata orientasi kewirausahaan petani pengolah kopi (mean = 2,99) lebih tinggi dibanding petani budidaya kopi (mean = 2,07). Hal ini menunjukkan bahwa keterlibatan petani dalam kegiatan hilir seperti pengolahan dan pemasaran mendorong peningkatan orientasi kewirausahaan. Penguatan orientasi kewirausahaan akan menjadi langkah strategis untuk mendorong transformasi agribisnis kopi yang lebih mandiri, berdaya saing, dan berkelanjutan.

Kata kunci: Orientasi kewirausahaan, Petani budidaya kopi, Petani pengolah kopi, Analisis komparatif, Agribisnis

Abstract

Coffee is one of the world's strategic agricultural commodities with high economic value and a significant role in international trade. In recent years, a transformation has occurred among coffee growers who are no longer only engaged in cultivation but also participate in processing and marketing activities. This study aims to analyze the differences in entrepreneurial orientation levels between coffee growers and coffee processors as a form of entrepreneurial transformation in the agricultural sector. The research was conducted in a coffee-producing region using a quantitative approach. Data were collected through questionnaires that employed a five-point *Likert* scale to measure five dimensions of entrepreneurial orientation: innovativeness, proactiveness, risk-taking, competitive aggressiveness, and autonomy. A total of 120 respondents participated, consisting of 53 coffee growers and 67 coffee processors. Data were analyzed using the *Kolmogorov-Smirnov* normality test followed by the *Independent Samples t-test* to examine differences in mean scores between groups. The results indicated a significant difference between the two groups ($p = 0.000 < 0.05$), where the average entrepreneurial orientation of coffee processors (mean = 2.99) was higher than that of coffee growers (mean = 2.07). This finding suggests that involvement in downstream activities such as processing and marketing contributes to improving entrepreneurial orientation. The study concludes that empowering coffee growers through the enhancement of their entrepreneurial capacity is an essential strategy to promote a more independent and competitive transformation of the coffee agribusiness.

Keywords: Entrepreneurial orientation, Coffee growers, Coffee processors, Comparative analysis, Agribusiness

PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu komoditas pertanian dunia yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan peran penting dalam perdagangan internasional. Berdasarkan laporan *International Coffee Organization* (ICO, 2024), konsumsi kopi global tahun 2023/2024 diperkirakan tumbuh sebesar 2,2% menjadi 177 juta kantong, seiring meningkatnya permintaan dari negara-negara nonprodusen yang berkontribusi terhadap kenaikan konsumsi sebesar 2,1%. Indonesia sendiri menempati posisi keempat sebagai produsen kopi terbesar dunia setelah Brasil, Vietnam, dan Kolombia, dengan kontribusi sekitar 6% terhadap produksi kopi global (USDA, 2024).

Meskipun demikian, keterlibatan petani dalam rantai nilai kopi di Indonesia masih sangat rendah dan diambil alih oleh aktor lainnya di hilir kopi Indonesia, terutama di tahapan pengolahan biji kopi (Perdana *et al.*, 2018). Hal ini dibuktikan dengan share margin nilai jual kopi yang diterima petani jauh lebih kecil, yaitu hanya sebesar 3,40%, sementara pengusaha roaster dan eksportir kopi mendapatkan proporsi nilai sebesar 62,50% dan 29%. Kondisi ini menunjukkan perlunya transformasi struktural melalui penguatan orientasi kewirausahaan agar petani berperan sebagai pelaku utama dalam sistem agribisnis kopi yang bernilai tambah.

Orientasi kewirausahaan merupakan sikap, proses, dan pengambilan keputusan strategis yang mencerminkan perilaku inovatif, proaktif, berani mengambil risiko, agresif dalam bersaing, serta mandiri dalam bertindak (Lumpkin & Dess, 1996; Miller, 1983). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa orientasi kewirausahaan berperan penting dalam meningkatkan daya saing dan kinerja usaha melalui penciptaan nilai strategis (Efriadi, 2023; Mere *et al.*, 2024; Suhardi *et al.*, 2025). Dalam konteks agribisnis, Kusnadi *et al.* (2018) menemukan bahwa dimensi orientasi kewirausahaan berkontribusi terhadap peningkatan kinerja dan keterlibatan petani dalam rantai pasok global. Herlinawati *et al.* (2019) dan Widiastuti (2022) juga menegaskan bahwa petani kopi dengan orientasi kewirausahaan tinggi memiliki performa usaha yang lebih baik.

Namun, penelitian sebelumnya belum secara spesifik membedakan tingkat orientasi kewirausahaan pelaku di sepanjang rantai nilai seperti petani budidaya dengan petani pengolah kopi. Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis perbedaan tingkat orientasi kewirausahaan antara dua kelompok petani sebagai langkah memahami proses transformasi kewirausahaan dalam pengembangan agribisnis kopi yang lebih mandiri dan berdaya saing.

METODE

Penelitian dilakukan di Kabupaten Temanggung, Provinsi Jawa Tengah, yang dikenal sebagai salah satu sentra utama produksi kopi di Jawa Tengah. Wilayah ini dipilih secara *purposive* karena memiliki populasi petani kopi yang besar, serta mencerminkan dinamika transformasi agribisnis kopi dari aktivitas budidaya hingga pengolahan dan pemasaran. Penelitian ini menggunakan teknik *stratified random sampling* dengan dua strata yaitu petani budidaya kopi dan petani pengolah kopi. Total sampel sebanyak 120 responden, terdiri atas 53 petani budidaya dan 67 petani pengolah kopi yang ditentukan dengan alokasi tidak proporsional (*disproportionate allocation*). Data dikumpulkan melalui kuisioner dengan skala *Likert* lima poin yang mengukur lima dimensi orientasi kewirausahaan yaitu inovatif, proaktif, pengambilan risiko, agresivitas kompetitif, dan otonomi. Data yang diperoleh dianalisis dengan uji normalitas *Kolmogorov Smirnov*, kemudian dilanjutkan dengan uji *Independent Samples t-test* untuk menguji perbedaan rata-rata orientasi kewirausahaan antara dua kelompok tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Responden

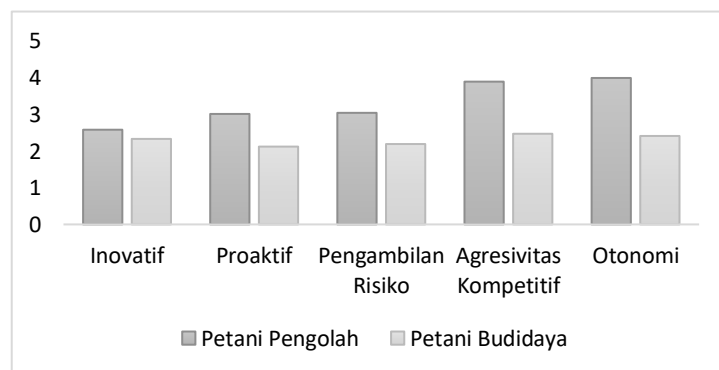
Karakteristik responden yang dikaji meliputi gambaran umum mengenai latar belakang responden. Data ini diperoleh melalui wawancara sebanyak 120 orang. Karakteristik responden pada penelitian ini ditinjau berdasarkan jenis kelamin, umur, pendidikan terakhir, dan lama usaha.

Tabel 1. Karakteristik Responden

Karakteristik	Kategori	Petani Budidaya (n=53)	Petani Pengolah (n=67)	Total (%)
Jenis Kelamin	Laki-Laki	38	57	79,2
	Perempuan	15	10	20,8
Usia	18-40 tahun	23	26	40,8
	>40 tahun	41	30	59,2
Pendidikan Terakhir	Tidak Sekolah	1	0	0,8
	SD/Sederajat	15	6	17,5
	SMP/Sederajat	22	12	28,3
	SMA/Sederajat	11	33	36,7
	Perguruan Tinggi	4	16	16,7
Lama Usaha	< 5 tahun	16	10	21,7
	5-10 tahun	12	42	45
	>10 tahun	25	15	33,3

Berdasarkan Tabel 1, responden penelitian terdiri dari 53 petani budidaya kopi dan 67 petani pengolah kopi. Sebagian besar responden berjenis kelamin laki-laki 79,2%, sedangkan perempuan hanya 20,8%, menunjukkan bahwa kegiatan usaha kopi baik di hulu maupun hilir didominasi oleh laki-laki. Dari segi usia, kelompok umur lebih dari 40 tahun merupakan mayoritas sebesar 59,2% diikuti oleh kelompok umur 18-40 tahun sebesar 40,8%. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar pelaku usaha kopi berada pada usia produktif hingga menjelang usia lanjut, yang masih aktif menjalankan usaha di bidang budidaya maupun pengolahan kopi. Dilihat dari tingkat Pendidikan terakhir, sebagian besar responden menamatkan pendidikan pada jenjang SMA/Sederajat (36,7%) dan SMP/Sederajat (28,3%), sedangkan yang berpendidikan perguruan tinggi mencapai 16,7%. Sementara itu, responden yang tidak sekolah hanya 0,8% menunjukkan bahwa sebagian besar petani kopi telah memiliki tingkat pendidikan formal yang relatif baik. Dari sisi pengalaman usaha, sebanyak 45% responden memiliki pengalaman usaha antara 5-10 tahun, diikuti 33,3% dengan pengalaman lebih dari 10 tahun, dan 21,7% dengan pengalaman kurang dari 5 tahun. Data ini menunjukkan bahwa sebagian besar responden telah cukup lama terlibat dalam usaha kopi dan memiliki pengalaman praktis yang memadai. Secara umum, karakteristik responden menggambarkan bahwa petani kopi didominasi oleh laki-laki usia produktif dengan tingkat pendidikan menengah dan pengalaman usaha yang relatif panjang. Kondisi ini mencerminkan potensi sumber daya manusia yang cukup kuat untuk mendukung pengembangan orientasi kewirausahaan, terutama dalam transformasi dari usaha budidaya menuju pengolahan dan pemasaran kopi.

Analisis Dimensi Orientasi Kewirausahaan



Gambar 1. Perbandingan Dimensi Orientasi Kewirausahaan antara Petani Budidaya dan Petani Pengolah Kopi

Gambar 1 menunjukkan perbandingan skor rata-rata tiap dimensi orientasi kewirausahaan antara petani budidaya dan petani pengolah kopi. Berdasarkan hasil analisis, diketahui bahwa petani pengolah memiliki skor lebih tinggi pada seluruh dimensi orientasi kewirausahaan dibandingkan dengan petani budidaya. Dimensi skor tertinggi pada petani pengolah adalah otonomi (3,9) dan agresivitas kompetitif (3,89). Berdasarkan kategori rentang skor menurut Sugiyono (2019), kedua dimensi tersebut termasuk dalam kategori tinggi (3,67-5,00). Hal ini menunjukkan bahwa petani pengolah memiliki tingkat kemandirian dan daya saing yang kuat dalam mengelola kopi. Selanjutnya dimensi proaktif (3,01), pengambilan risiko (3,04) dan inovatif (2,58) berada pada kategori sedang (2,34-3,66) yang menggambarkan bahwa perilaku kewirausahaan pada aspek tersebut sudah berkembang meskipun belum maksimal. Sementara itu, skor rata-rata petani budidaya berada pada kisaran rendah hingga sedang, dengan nilai tertinggi pada dimensi inovatif (2,33) dan terendah pada otonomi (2,41). Hal ini menandakan bahwa petani budidaya masih cenderung berorientasi pada produksi bahan baku dan belum sepenuhnya menunjukkan karakteristik kewirausahaan seperti keberanian mengambil risiko, kemandirian, dan proaktif. Kondisi ini menunjukkan bahwa keterlibatan petani dalam aktivitas hilir seperti pengolahan dan pemasaran produk kopi dapat mendorong peningkatan perilaku kewirausahaan, terutama pada aspek inovatif, proaktif, dan otonomi.

Hasil Uji Normalitas dan Uji *Independent Sample T-Test*

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas (*Kolmogorov Smirnov Test*)

Kelompok Responden	Statistik	df	Sig. (p-value)
Petani Pengolah	0,067	67	0,200
Petani Budidaya	0,098	53	0,200

Hasil uji normalitas dengan *Kolmogorov Smirnov* menunjukkan nilai signifikansi (p) = 0,200 > 0,05 pada kelompok petani budidaya maupun petani pengolah. Hal ini dapat diartikan bahwa data dari kedua kelompok berdistribusi normal. Dengan demikian, syarat normalitas terpenuhi, sehingga analisis perbandingan antara kedua kelompok dapat dilakukan menggunakan uji parametrik *Independent Sample t-test*.

Tabel 3. Hasil *Group Statistics* dari Uji *Independent Sample T-Test*

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Petani	Petani Pengolah	67	2,986	,543	,0663
	Petani Budidaya	53	2,068	0,559	,0768

Tabel 3 *Group Statistic* pada variabel orientasi kewirausahaan petani pengolah kopi memperoleh nilai mean sebesar 2,986 dan petani budidaya kopi memperoleh mean sebesar 2,068. Hal ini dapat disimpulkan bahwa adanya perbedaan rata-rata antara kedua kelompok tersebut. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai orientasi kewirausahaan petani budidaya lebih rendah dibandingkan petani pengolah kopi.

Tabel 4. Hasil Uji *Independent Sample T-Test*

		Orientasi Kewirausahaan	
		Equal variances assumed	Equal variances not assumed
Levene's Test for Equality of Variances	F	,109	
	Sig.	,742	
t-test for Equality of Means	t	9,080	9,049
	df	118	110,238
	Sig. (2-tailed)	,000	,000
	Mean Difference	,91849	,91849
	Std. Error Difference	,10116	,10150
	95% Confidence Interval of the Difference	Lower	Lower
		Upper	Upper
		1,11881	1,11963

Hasil uji *Independent Sample T-Test* pada orientasi kewirausahaan dapat dijelaskan dengan adanya Tabel 4. Hasil *Levene's Test* menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,742 > 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa data memiliki varians yang homogen. Oleh karena itu pengujian dilanjutkan dengan asumsi *equal variances assumed*. Berdasarkan hasil

uji *Independent Sample T-Test* diperoleh nilai $t = 9,080$ dengan $\text{Sig. (2-tailed)} = 0,000$ ($< 0,05$). Nilai ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara tingkat orientasi kewirausahaan pada petani budidaya dan petani pengolah kopi. Nilai *Mean Difference* = 0,918 menandakan bahwa petani pengolah memiliki rata-rata skor orientasi kewirausahaan lebih tinggi dibandingkan petani budidaya.

Analisis Komparatif Orientasi Kewirausahaan Petani Budidaya dan Petani Pengolah Kopi

Perbedaan tingkat orientasi kewirausahaan antara petani budidaya dan petani pengolah kopi mencerminkan dinamika transformasi kewirausahaan di tingkat petani. Berdasarkan hasil uji *Independent Sample T-Test*, terdapat perbedaan signifikan ($p = 0,000 < 0,05$) antara kedua kelompok, dengan rata-rata orientasi kewirausahaan petani pengolah kopi ($\text{mean} = 2,986$) lebih tinggi dibandingkan petani budidaya kopi ($\text{mean} = 2,068$). Hasil ini menunjukkan bahwa keterlibatan dalam kegiatan hilir seperti pengolahan dan pemasaran mendorong peningkatan perilaku inovatif, proaktif, berani mengambil risiko, serta kemandirian dalam menjalankan usaha. Secara lebih spesifik, dimensi yang paling menonjol pada petani pengolah adalah otonomi dan agresivitas kompetitif, yang menunjukkan kemampuan untuk mengambil keputusan secara mandiri dan keberanian bersaing di pasar lokal maupun digital. Sebaliknya, petani budidaya lebih berorientasi pada stabilitas hasil dan harga, dengan skor relatif rendah pada dimensi proaktif dan pengambilan risiko.

Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Kusnadi *et al.* (2018) yang menunjukkan bahwa petani dengan orientasi kewirausahaan yang lebih tinggi memiliki keterlibatan lebih besar dalam rantai pasok global dan peningkatan kinerja. Selaras dengan itu, Widiastuti (2022) juga melaporkan bahwa petani kopi dengan orientasi kewirausahaan yang lebih baik kinerja usaha yang lebih tinggi dibandingkan petani yang masih berfokus pada produksi bahan baku. Perbedaan tingkat orientasi ini mencerminkan tahapan evolusi kewirausahaan di sektor kopi, keterlibatan pada aktivitas pascapanen mendorong terbentuknya perilaku yang lebih inovatif dan berorientasi nilai tambah (Barzola Iza & Dentoni, 2020). Hasil ini juga memperkuat pandangan bahwa tingkat orientasi kewirausahaan bukan hanya dipengaruhi oleh karakter individu, tetapi juga oleh posisi pelaku dalam rantai nilai agribisnis. Selain itu, hasil penelitian ini konsisten dengan Munyoro & Daka (2025) yang menemukan bahwa dimensi inovatif, proaktif, dan pengambilan risiko berhubungan dengan keberhasilan usaha pertanian. Petani atau pelaku

agribisnis dengan tingkat orientasi kewirausahaan yang lebih tinggi mampu mengelola usaha secara lebih efektif dan tanggap terhadap perubahan lingkungan internal maupun eksternal.

Secara konseptual, hasil ini mendukung teori Lumpkin dan Dess (1996) serta Miller (1983) bahwa orientasi kewirausahaan merupakan karakteristik strategis yang menentukan arah dan pola pengambilan keputusan pelaku usaha. Petani pengolah kopi menampilkan tingkat orientasi kewirausahaan yang lebih tinggi karena memiliki paparan yang lebih luas terhadap pasar dan teknologi, sedangkan petani budidaya masih berada pada tahap pengembangan perilaku kewirausahaan dasar. Perbedaan tersebut menegaskan bahwa aktivitas hilir dalam rantai nilai kopi berperan penting dalam membentuk perilaku kewirausahaan di tingkat petani. Keterlibatan dalam pengolahan tidak hanya meningkatkan nilai tambah produk, tetapi juga membentuk pola pikir wirausaha yang lebih inovatif, proaktif, dan mandiri yang merupakan proses transformasi yang esensial bagi penguatan agribisnis kopi di daerah sentra produksi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa terdapat perbedaan signifikan tingkat orientasi kewirausahaan antara petani budidaya dan petani pengolah kopi di Kabupaten Temanggung. Petani pengolah menunjukkan tingkat orientasi kewirausahaan yang lebih tinggi, terutama pada aspek inovatif, proaktif, dan otonomi, dibandingkan petani budidaya yang masih berfokus pada stabilitas hasil dan harga. Perbedaan ini mencerminkan proses transformasi kewirausahaan di tingkat petani dari produsen bahan baku menuju pelaku usaha bernilai tambah. Oleh karena itu, peningkatan kapasitas kewirausahaan petani budidaya perlu difokuskan pada pengembangan kemampuan inovasi, keberanian mengambil risiko, dan proaktif terhadap peluang pasar melalui pelatihan, pendampingan bisnis, serta kemitraan dengan pelaku industri. Dukungan dari lembaga pendidikan, penyuluh pertanian, dan sektor swasta juga penting untuk mempercepat transformasi agribisnis kopi yang mandiri dan berdaya saing.

DAFTAR PUSTAKA

- Barzola Iza, C. L., & Dentoni, D. (2020). How entrepreneurial orientation drives farmers' innovation differential in Ugandan coffee multi-stakeholder platforms. *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies*, 10(5), 629–650. <https://doi.org/10.1108/JADEE-01-2020-0007>
- Efriadi, R. (2023). Keunggulan bersaing pada BUMDes di Kabupaten Kerinci. *Jurnal*

Manajemen Terapan dan Keuangan (Mankeu), 12(2), 388–402.

- Herlinawati, E., Suryana, Ahman, E., & Machmud, A. (2019). The effect of entrepreneurial orientation on SMEs business performance in Indonesia. *Journal of Entrepreneurship Education*, 22(5), 1–15.
- International Coffee Organization. (2024). *Coffee year annual report 2023/2024* (Issue 0).
- Kusnadi, N., Etriya, E., Muflikh, Y. N., Jahroh, S., & Herawati, H. (2018). The role of entrepreneurial orientation on the global vegetable supply chain and on farm performance in West Java, Indonesia. *Jurnal Manajemen dan Agribisnis*, 15(1), 23–32. <https://doi.org/10.17358/jma.15.1.23>
- Lumpkin, G. T., & Dess, G. G. (1996). Clarifying the entrepreneurial orientation construct and linking it to performance. *Academy of Management Review*, 21(1), 135–172.
- Mere, K., Lukitaningtyas, F., Sungkawati, E., Wisnuwardhana, U., & Id, E. C. (2024). Pengaruh motivasi berwirausaha dan orientasi kewirausahaan terhadap kinerja usaha pada BUMDes. *Management Studies and Entrepreneurship Journal*, 5(2), 6063–6072. <http://journal.yrpiiku.com/index.php/msej>
- Miller, D. (1983). The correlates of entrepreneurship in three types of firms. *Management Science*, 29(7), 770–791. <https://doi.org/10.1287/mnsc.29.7.770>
- Munyororo, G. M., & Daka, H. (2025). The effect of entrepreneurial orientation on performance of agriculture cooperatives: A study of solar milling plant cooperatives in Southern Province of Zambia. *Management Journal for Advanced Research*, 5(1). <https://doi.org/10.5281/zenodo.15210430>
- Perdana, T., Anindita, R., & Suhartini. (2018). Value chain analysis of coffee industry: A case of Java Preanger Coffee in West Java, Indonesia. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, 73(1). <https://doi.org/10.18551/rjoas.2018-01.21>
- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Suhardi, D., Gunawan, W. H., & Watulandi, M. (2025). Orientasi kewirausahaan, penciptaan nilai melalui daya saing dalam meningkatkan kinerja BUMDes di Kabupaten Kuningan. *Valid Jurnal Ilmiah*, 22(2), 227–233.
- United States Department of Agriculture. (2024). *Coffee: World markets and trade—China's expanding coffee consumption* (Issue December).
- Widiastuti, Y. (2022). The effect of entrepreneurship orientation on coffee farming performance in Banyuwangi Regency (Case study in Glagah District). In *Proceedings of the International Conference on Management, Business, and Technology (ICOMBEST 2021)* (Vol. 194, pp. 152–157). <https://doi.org/10.2991/aebmr.k.211117.022>

Pemberdayaan Masyarakat melalui Pengolahan Koro Pedang yang Zero Waste di Ngabangan, Godean, Sleman

Wahyu Setya Ratri^{1*}, Zamroni², Bambang Purwanto³

¹Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa

²Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa

³Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Mercubuana Yogyakarta

Email: agnes.wahyuratri@gmail.com

Abstrak

Kegiatan penelitian ini bertujuan memperkenalkan budidaya tanaman Koro Pedang (*Canavalia ensiformis*) yang zero waste di Ngabangan, Godean, Sleman. Kegiatan berlangsung pada Mei – Desember 2025 menggunakan metode analisis deduktif, sedangkan tekniknya menggunakan pelatihan dan workshop yang terbagi menjadi pelatihan budidaya, pemilahan benih koro pedang, pembuatan biochar dari polong, pembuatan pupuk hijau padat dari brangkasan, PGPR dan pupuk cair dari akar, serta pengolahan biji koro menjadi makanan. Sampel dari penelitian ini sebanyak 50 responden terdiri dari anggota dasawisma (30 orang) dan kelompok tani (20 orang) dengan menggunakan purposive sampling. Sebelum dan sesudah acara terlebih dahulu diadakan pre dan post test untuk mengetahui pengenalan budidaya koro pedang yang zero waste. Dari hasil pre test hampir dikatakan 96% peserta belum mengetahui budidaya dan pengolahan koro yang zero waste, setelah dilakukan sosialisasi dan workshop diketahui 47% peserta yang paham, 29% peserta yang masih belum paham, dan sisanya 24% peserta yang sudah mengerti tetapi belum paham. Pada kegiatan ini nampak peserta antusias (83%) dalam kegiatan pengelolaan limbah koro pedang menjadi pupuk, sedangkan untuk praktek pembuatan makanan peserta antusias dalam mengikutinya (100%). Terdapat perbedaan antusiasme peserta pada praktek pengolahan pupuk dan makanan, karena alat yang digunakan dalam pembuatan pupuk relative mahal dan membutuhkan waktu lama. Sedangkan praktek pembuatan makanan, mempergunakan alat dapur yang dimiliki peserta. Kesimpulan dari kegiatan ini adalah dilakukannya pendampingan berkelanjutan agar nantinya masyarakat mampu membudidayakan koro pedang yang zero waste serta menciptakan peluang pasar yang baru dari makanan yang tercipta.

Kata kunci: Budidaya koro pedang, Pupuk organik, Produk makanan, Zero waste

Abstract

*This research activity aims to introduce zero waste cultivation of sword bean (*Canavalia ensiformis*) in Ngabangan, Godean, Sleman. The activity will take place from May to December 2025 using deductive analysis methods, while the techniques used will include training and workshops divided into cultivation training, sword bean seed sorting, biochar production from pods, solid green manure production from husks, PGPR and liquid fertilizer from roots, and processing sword bean seeds into food. The sample for this study consisted of 50 respondents, comprising members of the neighborhood association (30 people) and the farmer group (20 people), using purposive sampling. Before and after the event, pre- and post-tests were conducted to assess participants' understanding of zero-waste sword bean cultivation. The pre-test results showed that almost 96% of participants were not familiar with zero waste sword bean cultivation and processing. After the socialization and workshop, 47% of participants understood, 29% still did not understand, and the remaining 24% understood but were not yet familiar with it. In this activity, participants were enthusiastic (83%) in the activity of managing sword koro waste into fertilizer, while for the practice of making food, participants were enthusiastic in following it (100%). There was a difference in the enthusiasm of participants in the practice of processing fertilizer and food, because the tools used in making fertilizer are relatively expensive and require a long time. Meanwhile, the practice of making food uses*

Keywords: Swordfish farming, Organic fertilizer, Food products, Zero waste

PENDAHULUAN

Pendahuluan salah satu pangan dasar selain biji-bijian, juga kacang-kacangan, adalah kedelai. Berdasarkan kebutuhan kedelai Nasional terdapat kenaikan dari permintaan kedelai per kapita per tahun akibat dari konsumsi tahu, susu, dan tempe sebagai bahan pangan lokal yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Prediksi konsumsi kedelai per kapita per tahun dari 2020 – 2026 (Satu data pertanian, 2024)

Gambar 1 menunjukkan adanya rerata kenaikan konsumsi kedelai mulai dari 2022 – diprediksi 2026, sebesar 6% per tahun. Hal ini sebenarnya menguntungkan petani kedelai local, akan tetapi rerata kenaikan konsumsi tidak diimbangi dengan produksi yang menunjukkan trend menurun hingga rerata 5,2% per tahun. Sehingga untuk menyeimbangkan antara kebutuhan dan produksi, maka pemerintah mengimpor kedelai sebesar 2,16 juta ton kedelai dari luar negeri khususnya dari Amerika (Zahro, 2024). Bertambahnya volume impor kedelai memicu harga kedelai di tingkat petani rendah, sehingga petani mulai enggan untuk menanam kedelai.

Pemerintah melihat fenomena tersebut dengan melakukan langkah preventif untuk meningkatkan produksi kedelai, dengan melakukan ekstensifikasi menggunakan penambahan perluasan lahan subur mencapai 5 juta Ha. Program ekstensifikasi merupakan program yang sulit dilakukan mengingat lebih dari 89% lahan di Indonesia sudah tidak produktif. Melihat fenomena tersebut, Fakultas Pertanian Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa (FP UST) mencari alternatif tanaman lain yang mampu berproduksi lebih tinggi, mempunyai ketahanan lingkungan yang tinggi, dan mempunyai kandungan nutrisi mendekati kedelai dengan mengangkat khasanah pangan local yaitu tanaman koro pedang putih (*Canavalia ensiformis*). Koro pedang merupakan sejenis tanaman lokal Indonesia khususnya Jawa yang sejenis dengan kedelai dan merupakan satu keluarga dengan koro

benguk yang familiar dengan masyarakat. Kandungan gizi koro pedang hampir setara dengan kedelai.

Kandungan gizi biji koro pedang per 100 gr meliputi lipid kasar 3,1 – 6,0%, serat kasar 7,34 – 9,98%, protein kasar 29,8 – 32,2% dan N bebas 50,77 - 54,28%. Purwandari (2021) dalam penelitiannya menggunakan analisis proksimat, dalam 100 g biji koro pedang mengandung protein 28,8 – 39,3%, pati 31,0 - 41,0%, serat kasar 15,4 – 24,6% dan concanavalin 3,5- 5,1%. Hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan Dewi *et al.* (2024) menemukan bahwa biji koro pedang mempunyai nilai indeks glikemik rendah, sehingga dapat membantu penyembuhan dan pencegahan penyakit diabetes. Tanaman koro pedang selain mempunyai kandungan gizi yang setara dengan kedelai, juga berpotensi berproduksi lebih tinggi dari kedelai dan mampu bertahan di lahan marginal. Biji koro pedang selain sebagai substitusi kedelai, kacang hijau, kacang tolo, tepung gandum, juga polong muda sebagai sayuran dan teh herbal yang mengandung antioksidan tinggi. Untuk meningkatkan nilai tambah hasil koro pedang selain digunakan sebagai bahan tempe, tahu, kecap sebagai substitusi kedelai juga dengan pengolahan biji sebagai chip yang dapat sebagai isian bakpia, bakpao, onde-onde, kue ku dan bakery koro pedang.

Darini & Kusdiarti (2017) menemukan hasil potensi tanaman koro pedang, dalam bentuk biji mencapai 12 ton/ha, sedangkan produktivitas mencapai 4 – 6 ton/ha ketika ditanam di lahan marginal. Tanaman koro pedang juga mempunyai potensi hasil hijauan koro pedang mencapai 20 ton/ha. Selain mampu berproduksi maksimal di lahan marginal, tanaman koro pedang juga dapat digunakan sebagai bahan baku pupuk dan PGPR atau bahan pembenah tanah. Melalui teknologi inovasi tanaman hijauan yang merupakan limbah dari tanaman koro pedang dapat diproduksi menjadi biostimulan meliputi biochart kulit polong, pupuk hayati (*Rhizobium* dan PGPR), Pupuk Organik Cair dan padat.

Desa Ngabangan yang terletak di Kecamatan Godean merupakan desa yang mempunyai lahan marginal yang cukup luas dan tingkat ekonomi masyarakat yang berada di bawah garis rata-rata. Pada umumnya wanita di desa ini mayoritas adalah ibu rumah tangga, sehingga perekonomiannya tergantung pada kepala keluarga. Kegiatan saat ini yang dilakukan masyarakat Ngabangan adalah bertani hortikultura meliputi cabai, terong dan tomat di lahan masing-masing. Akan tetapi kondisi sosial ekonomi masyarakat belum stabil dikarenakan adanya fluktuasi harga dari tanaman hortikultura tersebut, sehingga tahun 2025 dengan program dari Kemenristek Dikti, warga Ngabangan bekerjasama dengan FP UST membudidayakan koro pedang di lahan marginal desa setempat. Benih koro pedang

diperoleh warga dari Kelompok Jaring Tani. Warga Ngabangan menanam benih koro pedang dilahan marginal seluas 2400 m² yang terbagi menjadi tiga petak, dimana masing-masing petak ditanami dengan mempergunakan benih varietas Bugel, Tegal, dan Wonogiri dan mempergunakan pupuk alami dari kotoran ternak, Bagaimana pengelolaan budidaya tanaman koro pedang yang *zero waste* dengan pemberdayaan masyarakat setempat?

METODE

Penelitian ini dilakukan dengan metode pendekatan persuasive dan analitik diskriptif, dimana menjelaskan fenomena peningkatan pengetahuan dan ketrampilan anggota Masyarakat Ngabangan. Kegiatan berlangsung sejak Mei – Desember 2025 menggunakan metode pelatihan dan workshop yang terbagi menjadi pemilahan benih dan bibit, pembuatan biochar dari polong, pembuatan pupuk hijauan padat, PGPR dan pupuk cair, serta pengolahan biji koro menjadi makanan. Sampel dari penelitian ini sebanyak 50 orang yang diambil secara purposive sampling. Metode analisis dengan melihat peningkatan pengetahuan dan ketrampilan melalui post dan pre test, yang diuji dengan menggunakan skala likert berupa pertanyaan dengan jawaban ya (skor 3), tidak (skor 2), dan ragu-ragu (skor 1). Budidaya tanaman koro pedang ini menggunakan RCBD rancangan acak dengan 3 perlakuan beda (varietas) dan petak yang berbeda sehingga diperoleh 9 parameter.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan budidaya tanaman koro pedang dilakukan pada bulan Mei 2025 dengan menanam 3 petak seluas 2400 m² dengan tanaman koro pedang menggunakan varietas Bugel, Tegal, dan Wonogiri. Penelitian ini mempergunakan RCBD 3 petak dan 3 perlakuan sehingga mendapatkan 9 pola tanaman. Akan tetapi pada kenyataannya hanya tanaman varietas bugel yang mampu bertahan hingga saat ini dan memproduksi hasil yang baik. Sehingga dua varietas di dua petak yang lain dianggap gagal dan tidak berproduksi. Dari 1600 m² tersebut diperoleh limbah tanaman koro atau tanaman hijauan sebanyak 20 kg, yang jika tidak diolah maka akan menimbulkan sampah di lingkungan tersebut.

Penelitian ini juga diajarkan bagaimana membuat olahan dari koro pedang berupa makanan cemilan (kue ku dan bakpia) dan lauk kering (abon) untuk meningkatkan ketrampilan dan pengetahuan warga, agar nantinya tidak hanya bisa menjual benih tetapi juga mengolah biji koro menjadi makanan, yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2. Aneka olahan dari biji koro (Data primer penelitian, 2025)

Pada penelitian ini diperoleh data bahwa semua peserta sangat antusias (100%) dalam mengikuti kegiatan pengolahan koro pedang menjadi makanan dan lauk, karena selain bisa dijual lagi produk makanan juga bisa untuk konsumsi sendiri. Manajemen pada pengelolaan limbah secara menyeluruh mulai dari polong hingga brangkasannya (tanaman koro) dikelola menjadi pupuk dan zat perangsang tumbuh tumbuhan. Akar dimanfaatkan untuk zat perangsang tumbuh (PGPR) dengan dimanfaatkan menjadi biochar. Pembuatan biochar menggunakan tong kapasitas 60 l, dengan komposisi 1:1, artinya 60 kg akar yang dicacah, difermentasi dengan menggunakan air sebanyak 60 l selama seminggu. Setelah itu baru dipergunakan sebagai zat perangsang tumbuh pada aneka tumbuhan. Pengelolaan PGPR menggunakan tong sebagai berikut.



Gambar 3. Pembuatan PGPR (Data primer penelitian, 2025)

Brangkasian atau tubuh tanaman koro dikelola menjadi pupuk organik cair dengan teknik pengolahan menggunakan tong atau drum yang berlubang. Pembuatan pupuk organik cair ini menggunakan tambahan molase atau tetes tebu, dan ditambah bioaktivator. Proses ini berlangsung selama seminggu. Proses ini menggunakan perbandingan 1:1:0,5 dan melalui proses fermentasi aerob. Setelah seminggu, POC siap dipanen, seperti pada gambar berikut.



Gambar 4. Pembuatan POC (Data primer penelitian, 2025)

Sedangkan polong koro dimanfaatkan untuk pembuatan biochar dengan prinsip membakar polong koro menjadi arang dengan alat biocarfermentation. Penggunaan biochar ini untuk memperbaiki lahan, seperti gambar berikut.



Gambar 5. Pembuatan biochar (Data primer penelitian, 2025)

Peningkatan kapasitas manajemen dibagi menjadi peningkatan kapasitas manajemen pengelolaan limbah dan pemasaran melalui digital. Peningkatan kapasitas manajemen dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Peningkatan Kapasitas Manajemen Limbah dan Digital

No	Kegiatan	% Sebelum	% Sesudah	Peningkatan
1	Ketrampilan dan pengetahuan pengolahan limbah tanaman koro	Belum tahu (0%)	Paham (80%)	80%
2	Ketrampilan pengolahan limbah tanaman menjadi bokasi atau pupuk organik cair	Belum trampil (0%)	Sudah bisa melakukan walau belum tepat (75%)	75%
3	Ketrampilan pengolahan limbah polong koro pedang menjadi biochar	Belum trampil (0%)	Sudah bisa melakukan walau belum tepat (75%)	75%
4	Ketrampilan pengolahan limbah akar koro pedang menjadi PGPR	Belum trampil (0%)	Sudah bisa melakukan walau belum tepat (75%)	75%
5	Ketrampilan memasarkan produk di media social (IG dan Youtube)	Belum bisa (0%)	Sudah bisa walau belum sempurna (75%)	75%

Tabel 1 menjelaskan terjadinya peningkatan ketrampilan dan pengetahuan dalam pengelolaan dan pengolahan limbah tanaman koro pedang sebesar 78% dari sebelum adanya kegiatan penelitian. Hal ini menandakan bahwa Masyarakat Ngabangan siap mengadopsi teknologi dan inovasi yang diberikan. Kegiatan ini juga merupakan hilirisasi riset yang dilakukan pengabdian dengan hibah dari LP2M. Selain itu sudah ada 54% anggota Masyarakat Ngabangan yang siap mengadopsi teknologi ini untuk kedepannya, 20% masih ragu-ragu karena keterbatasan alat, dan 26% menolak dengan alasan tidak berminat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan ini sangat bermanfaat untuk memperkenalkan potensi budidaya koro pedang yang zero waste di lahan marginal dengan pengelolaan limbahnya mandiri, sehingga tidak ada sampah yang keluar. Kegiatan ini menarik perhatian masyarakat, yang belum mengenal koro pedang sekaligus promosi tanaman koro menjadi tanaman marginal yang bernilai ekonomi. Kegiatan ini menciptakan peluang usaha baru yang bisa digunakan sebagai sarana kegiatan kemasyarakatan. Sebaiknya ada pendampingan lanjutan dari pihak pemerintah agar keberlanjutan proyek ini berjalan dengan baik. Selain itu perlu adanya pembukaan pasar untuk produk pupuk dan biji koro.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami haturkan kepada DIKTISAINTEK atas pendanaan hibah Penelitian dan kepada LP2M UST atas kesempatan yang diberikan untuk program kali ini. Juga kepada perancangan penelitian oleh Hastin, pengumpulan data dan analisis data; oleh Sabrina, penulisan manuskrip; oleh Alvina, serta perbaikan dan finalisasi manuskrip; oleh Zamroni.

DAFTAR PUSTAKA

- Darini, M. T., & Kusdiarti, L. (2017). Pertumbuhan dan Hasil Koro Pedang Putih (*Canavalia ensiformis* L.) pada Pemberian Macam Inokulan Rhizobium dan Dosis Urea di Lahan Pasir. *AGROISTA: Jurnal Agroteknologi*, 1(2). <https://doi.org/10.55180/agi.v1i2.12>
- Dewi, D. P., Fatimah, F., & Zakiyah, Z. (2024). Indeks glikemik cookies substitusi tepung beras merah (*Oryza nivara*) dan tepung kacang koro pedang (*Canavalia ensiformis*) kacang koro pedang (*Canavalia ensiformis*) makanan fungsional untuk penderita diabetes. *Journal of Nutrition College*, 13(1), 9-16. <https://doi.org/10.14710/jnc.v13i1.39148>
- Purwandari, F. A., Annisa, E. D. N., Rachmawati, A. T., Puspitasari, D., & Wikandari, R. (2021). Effect of different cooking methods on chemical composition, nutritional

values, and sensory properties of Jack bean (*Canavalia ensiformis*) tempeh. *Food Research*, 5(3), 327-333. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.5\(3\).530](https://doi.org/10.26656/fr.2017.5(3).530)

Zahro, A. F. (2024). Produksi Kedelai Lokal Terbatas: Indonesia Impor 2,16 Juta Ton pada 2024, FYP Media. <https://fypmedia.id/indonesia-produksi-kedelai-tinggi-lokal-terbatas/>

Indonesia Mandiri Pangan 2045: Arah Baru, Tantangan dan Strategi Menuju Lumbung Pangan Dunia

Naufal Nur Mahdi^{1*}

¹Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Email: naufal.nur@untirta.ac.id

Abstrak

Indonesia memiliki visi besar menjadi negara maju pada tahun 2045 melalui agenda Indonesia Emas, di mana kemandirian pangan menjadi salah satu pilar strategis dalam menjaga ketahanan nasional dan daya saing global. Tantangan sektor pangan semakin kompleks, mulai dari perubahan iklim, degradasi sumber daya lahan dan air, dominasi petani kecil, ketimpangan produksi antarwilayah, stagnasi produktivitas, hingga tingginya food losses dan food waste dalam rantai pasok agribisnis. Penelitian ini bertujuan menganalisis kinerja kemandirian lima komoditas pangan pokok nasional serta merumuskan peta jalan menuju kemandirian pangan berkelanjutan Indonesia 2045. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dan kuantitatif melalui analisis rasio swasembada dan kemandirian pangan periode 2020–2024 dengan data sekunder dari BPS, FAO, dan Kementerian Pertanian. Hasil kajian menunjukkan bahwa beras dan jagung tergolong mandiri dengan produksi dalam negeri di atas 90%, sementara kedelai, gula pasir, dan daging sapi masih bergantung pada impor. Kondisi ini menandakan perlunya transformasi kebijakan dari sekadar swasembada menuju kemandirian pangan yang berkelanjutan, berorientasi ekologi, dan berdaya saing ekspor. Roadmap yang disusun mencakup empat tahapan: (1) Fondasi Kedaulatan Pangan (2025–2030); (2) Industrialisasi Pangan Berbasis Inovasi (2030–2035); (3) Akselerasi Ekspor Pangan Strategis (2035–2040); dan (4) Indonesia Mandiri Pangan dan Lumbung Pangan Dunia (2040–2045). Artikel ini memberikan kerangka konseptual dan strategis menuju kemandirian pangan nasional yang berkelanjutan, inklusif, dan kompetitif dalam mendukung visi Indonesia Emas 2045.

Kata kunci: Agribisnis, Kemandirian pangan, Swasembada pangan

Abstract

Indonesia has a grand vision of becoming a developed nation by 2045 through the Indonesia Emas agenda, where food self-sufficiency is one of the strategic pillars in maintaining national resilience and global competitiveness. Challenges in the food sector are increasingly complex, ranging from climate change, land and water resource degradation, the dominance of smallholder farmers, inter-regional production disparities, productivity stagnation, to high food losses and food waste in the agribusiness supply chain. This study aims to analyze the performance of the independence of five national staple food commodities and formulate a roadmap towards sustainable food independence in Indonesia by 2045. The study employs both qualitative and quantitative approaches, analyzing the ratio of food self-sufficiency and independence for the 2020–2024 period using secondary data from BPS, FAO, and the Ministry of Agriculture. The results of the study indicate that rice and corn are classified as self-sufficient with domestic production above 90%, while soybeans, granulated sugar, and beef still depend on imports. This condition indicates the need for policy transformation from mere self-sufficiency to sustainable, ecologically oriented, and export-competitive food independence. The roadmap includes four stages: (1) Foundations for Food Sovereignty (2025–2030); (2) Innovation-Based Food Industrialization (2030–2035); (3) Acceleration of Strategic Food Exports (2035–2040); and (4) Indonesia's Food Independence and Global Food Barn (2040–2045). This article provides a conceptual and strategic framework toward sustainable, inclusive, and competitive national food independence in support of the Golden Indonesia 2045 vision.

Keywords: Agribusiness, Food independence, Food self-sufficiency

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki visi besar untuk menjadi negara maju pada tahun 2045, tepat satu abad setelah kemerdekaan Republik Indonesia 1945. Visi tersebut dikenal dengan Indonesia Emas 2045 yang mencakup empat pilar utama yaitu pembangunan manusia dan penguasaan ilmu pengetahuan, pembangunan ekonomi berkelanjutan, pemerataan pembangunan, serta penguatan ketahanan nasional dan tata kelola pemerintahan. Dari keempat pilar tersebut, aspek ketahanan pangan menempati posisi strategis sekaligus agenda prioritas. Pangan tidak hanya berkaitan dengan pemenuhan kebutuhan 280 juta jiwa penduduk Indonesia, tetapi juga erat kaitannya dengan kedaulatan, kemandirian, dan daya saing bangsa.

Dalam sejarahnya, Indonesia pernah mencapai swasembada beras pada tahun 1984 yang diakui FAO sebagai prestasi dunia. Namun capaian tersebut tidak berlanjut secara konsisten karena lemahnya fondasi struktural dan ketidakselarasan kebijakan jangka panjang. Saat ini tantangan ketahanan pangan semakin kompleks antara lain adanya perubahan iklim, alih fungsi lahan, krisis energi, ketergantungan impor bahan pangan tertentu, hingga disrupted rantai pasok akibat pandemi dan konflik geopolitik internasional. Oleh karena itu, konsep kemandirian pangan menjadi lebih relevan dibanding sekadar swasembada pangan, karena mencakup dimensi keberlanjutan, diversifikasi pangan, kemandirian petani, inovasi teknologi, dan daya saing global.

Beberapa penelitian menegaskan bahwa kemandirian pangan tidak hanya diukur dari swasembada beras, tetapi juga dari diversifikasi pangan dan resiliensi sistem pangan nasional (FAO, 2019; Bainus & Yulianti, 2018). Di tingkat nasional, Suryana (2014) menekankan pentingnya transformasi dari paradigma swasembada menuju kemandirian pangan melalui penerapan sistem pangan berkelanjutan berbasis diversifikasi dan inovasi. Sementara itu, Haryanto *et al.* (2022) menggarisbawahi perlunya penguatan kelembagaan di tingkat petani sehingga dapat mendukung pencapaian kemandirian pangan. Penelitian lain menunjukkan bahwa integrasi *green economy*, *bioeconomy*, dan *circular economy* dalam sistem pangan dapat memperkuat daya saing sekaligus menjaga keberlanjutan sumber daya (OECD, 2023). Berdasarkan kajian tersebut, dapat dilihat bahwa kebaruan terletak pada perlunya menggeser orientasi kebijakan pangan Indonesia dari sekadar swasembada menuju kemandirian pangan yang berkelanjutan, inklusif, dan berdaya saing global. Seringkali melalui pendekatan swasembada pangan, langkah pencapaian yang

dilakukan dengan mengabaikan aspek keberlanjutan, efisiensi atau kelayakan usaha sehingga menyebabkan kesalahan alokasi sumber daya untuk pembangunan pertanian.

Tujuan penulisan artikel ini adalah untuk mengevaluasi kondisi pangan lima tahun terakhir menganalisis tantangan yang dihadapi, merumuskan arah baru kebijakan dan strategi kemandirian pangan dan menyusun peta jalan (*road map*) menuju kemandirian pangan berkelanjutan Indonesia 2045.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dan kuantitatif (*mixed method*). Pendekatan kualitatif digunakan untuk menganalisis konsep, kebijakan, serta arah strategis kemandirian pangan Indonesia berdasarkan hasil kajian literatur nasional dan internasional. Pendekatan ini juga berfungsi untuk merumuskan kerangka konseptual dan peta jalan (*roadmap*) menuju kemandirian pangan 2045. Pendekatan kuantitatif digunakan secara deskriptif untuk menilai tingkat kemandirian pangan melalui analisis data sekunder. Data diolah untuk menghasilkan Indeks Swasembada Pangan sebagai indikator kemampuan produksi domestik dalam memenuhi kebutuhan konsumsi nasional dan Rasio Kemandirian Pangan untuk menganalisis ketergantungan ketersediaan pangan nasional pada produksi pangan dalam negeri. Dengan demikian, penelitian ini menggabungkan analisis konseptual dan data empiris guna menghasilkan rekomendasi kebijakan yang lebih komprehensif. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari publikasi resmi Badan Pusat Statistik (BPS), Kementerian Pertanian, dan FAO periode 2020–2024. Data meliputi komoditas pangan strategis seperti beras, jagung, kedelai, gula, dan daging sapi. Analisis dilakukan secara deskriptif kualitatif dengan menelaah pola kebijakan, tantangan, dan arah penguatan kemandirian pangan Indonesia. Selanjutnya, analisis kuantitatif dilakukan melalui perhitungan indeks swasembada pangan sebagai berikut (Suryana, 2014):

$$\text{Indeks Swasembada Pangan} = \frac{\text{Total Produksi Domestik}}{\text{Total Konsumsi Domestik}} \times 100 \text{ persen}$$

Sementara itu, indeks kemandirian pangan diukur menggunakan *Self Sufficiency Ratio* (SSR) sebagai berikut (Kementan, 2025):

$$\text{Rasio Kemandirian Pangan} = \frac{\text{Produksi}}{\text{Produksi} + \text{impor} - \text{ekspor}} \times 100 \text{ persen}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsep Kemandirian Pangan

Konsep kemandirian pangan tidak dapat dilepaskan dari diskursus yang lebih luas mengenai ketahanan pangan (*food security*) dan kedaulatan pangan (*food sovereignty*). Menurut FAO, ketahanan pangan mencakup ketersediaan, akses, pemanfaatan, dan stabilitas pangan bagi seluruh penduduk. Namun, dalam konteks Indonesia, ketahanan pangan perlu dimaknai lebih dalam sebagai kemandirian, yaitu kemampuan bangsa memenuhi kebutuhan pangan secara berkelanjutan dari sumber daya dalam negeri tanpa ketergantungan berlebihan pada impor. Kemampuan negara dan bangsa dalam memproduksi pangan yang beraneka ragam dari dalam negeri yang dapat menjamin pemenuhan kebutuhan pangan yang cukup sampai di tingkat perseorangan dengan memanfaatkan potensi sumber daya alam, manusia, sosial, ekonomi, dan kearifan lokal secara bermartabat (UU 18/2012)

Kedaulatan pangan memberikan dimensi kritis terhadap ketahanan pangan dengan menekankan hak masyarakat untuk menentukan sistem pangan mereka sendiri (Clapp, 2014; Jarosz, 2014). Kemandirian Pangan juga menekankan pada penyediaan pangan yang sehat, sesuai budaya, dan diproduksi secara ekologis merupakan hak fundamental masyarakat. Dalam konteks ini, kemandirian pangan Indonesia harus memperhatikan keberlanjutan ekologi sekaligus kedaulatan petani sebagai aktor utama.

Urgensi kemandirian pangan ditekankan oleh Suryana (2014) dengan menggarisbawahi perlunya transformasi paradigma dari swasembada pangan menuju kemandirian pangan dengan menerapkan sistem pangan berkelanjutan. Miyasto (2014) menambahkan bahwa potensi sumber daya alam Indonesia yang besar seharusnya memungkinkan tercapainya kemandirian pangan, namun masih terkendala lemahnya distribusi, rendahnya diversifikasi pangan, dan kebijakan yang belum terintegrasi. Erni (2023) mengamati bahwa evolusi kebijakan pangan Indonesia menunjukkan pergeseran dari orientasi swasembada menuju kedaulatan dan kemandirian, yang lebih sesuai dengan tantangan kontemporer saat ini seperti krisis iklim dan geopolitik pangan global agar tidak bergantung pada negara lain dalam soal pangan.

Diversifikasi pangan lokal juga menjadi fondasi penting bagi kemandirian. Rivani (2022) menekankan bahwa pemanfaatan pangan lokal mampu meningkatkan resiliensi terhadap krisis global, meskipun diperlukan inovasi dalam pengolahan agar diterima masyarakat luas. Partini & Sari (2022) bahkan menunjukkan bahwa pangan lokal seperti

sagu, jagung, dan talas memiliki nilai gizi dan distribusi yang efisien untuk memperkuat sistem pangan berkelanjutan.

Dengan demikian, kemandirian pangan dapat dipahami sebagai integrasi dari ketahanan pangan (kecukupan dan akses), kedaulatan pangan (hak masyarakat menentukan sistem pangan), serta keberlanjutan ekologis melalui diversifikasi pangan lokal. Pendekatan integratif ini memperkuat pandangan bahwa kemandirian pangan bukan hanya persoalan teknis produksi, melainkan agenda strategis nasional untuk menjamin kedaulatan, keadilan, dan daya saing bangsa menuju Indonesia Emas 2045.

Kinerja Kemandirian Pangan Nasional

Kinerja swasembada pangan nasional diukur menggunakan indeks swasembada pangan dan kemandirian pangan diukur menggunakan *Self Sufficiency Ratio* (SSR). Komoditas yang dipilih terdiri dari lima (5) komoditas pangan utama (pokok) bagi masyarakat Indonesia, antara lain beras, jagung, kedelai, gula dan daging sapi. Berdasarkan data BPS dapat diketahui bahwa selama periode 2020-2025, Indonesia mampu mencapai sasaran swasembada pangan untuk beras (indeks swasembada pangan > 100% pada tahun 2022, 2023 dan proyeksi tahun 2025) dan jagung (indeks > 100% proyeksi tahun 2025). Sementara itu, indeks swasembada pangan komoditas kedelai (indeks < 15%), gula pasir (indeks < 50%), daging sapi (indeks < 70%) masih dibawah 100% artinya penyediaan pangan domestik masih belum memenuhi kebutuhan konsumsi pangan dalam negeri.

Tabel 1. Produksi dan Konsumsi Pangan (Ribuan Ton) serta Indeks Swasembada Pangan (%) Lima Komoditas Pangan Utama (Pokok), 2020-2025

Komoditas	Parameter	2020	2021	2022	2023	2024	2025*
Beras	Produksi	31.334	31.356	31.541	31.101	30.621	31.376
	Konsumsi	32.686	31.909	27.533	30.897	30.735	30.976
	Indeks	95,86	98,27	114,56	100,66	99,63	101,29
Jagung	Produksi	16.926	13.415	16.527	14.774	13.977	15.446
	Konsumsi	17.124	14.568	17.049	15.554	14.051	14.720
	Indeks	98,84	92,09	96,94	94,99	99,47	104,93
Kedelai	Produksi	291	213	302	346	168	392
	Konsumsi	3.130	2.772	2.690	2.750	2.660	2.750
	Indeks	9,30	7,68	11,23	12,58	6,31	14,25
Gula Pasir	Produksi	2.131	2.351	2.406	2.741	2.466	2.589
	Konsumsi	7.289	7.612	8.272	6.572	5.587	7.700
	Indeks	29,24	30,89	29,09	41,70	44,13	33,62
Daging Sapi	Produksi	340	328	421	394	369	414
	Konsumsi	507	546	647	680	760	767
	Indeks	67,06	60,07	65,07	57,92	48,61	53,96

Catatan : *angka proyeksi (BPS Kementan diolah)

Sementara, nilai SSR untuk lima (5) komoditas pangan utama menunjukan nilai yang beragam. Indonesia mampu mencapai sasaran kemandirian pangan untuk beras (indeks kemandirian pangan lebih dari 98% pada tahun 2020-2022 dan proyeksi tahun 2025) dan jagung (indeks > 90% tahun 2020-2023). Sementara itu, indeks kemandirian pangan komoditas kedelai (indeks < 15%), gula pasir (indeks < 40%), daging sapi (indeks < 70%) masih dibawah 100% artinya penyediaan pangan domestik masih belum memenuhi kebutuhan konsumsi pangan dalam negeri, sehingga harus dipenuhi dari impor.

Tabel 2. Produksi, Impor dan Ekspor Pangan (Ribuan Ton) Indeks Kemandirian Pangan (%) Lima Komoditas Pangan Utama (Pokok), 2020-2024

Komoditas	Parameter	2020	2021	2022	2023	2024
Beras	Produksi	31.334	31.356	31.541	31.101	30.621
	Impor	356	408	429	3.063	4.519
	Ekspor	0,86	3,75	3,63	2,63	1,81
	Indeks	98,88	98,73	98,67	91,04	87,14
Jagung	Produksi	16.926	13.415	16.527	14.774	13.977
	Impor	1.243	1.207	1.311	1.354	2.013
	Ekspor	133,35	85,57	237,39	180,26	145,85
	Indeks	93,85	92,29	93,90	92,64	88,21
Kedelai	Produksi	291	213	302	346	168
	Impor	2.475	2.490	2.325	2.274	2.676
	Ekspor	2,76	2,18	11,37	2,56	2,64
	Indeks	10,53	7,89	11,55	13,22	5,91
Gula (Konsumsi)	Produksi	2.131	2.351	2.406	2.741	2.466
	Impor	5.540	5.483	6.008	5.069	5.314
	Ekspor	45,59	361,67	404,08	182,15	240,44
	Indeks	27,95	31,46	30,04	35,93	32,71
Daging Sapi	Produksi	340	328	421	394	369
	Impor	170,305	214,658	228,791	241	185
	Ekspor	0,03	0,07	0,05	0,08	0,01
	Indeks	66,63	60,45	64,80	62,01	66,58

Sumber : BPS, Kementan (diolah)

Tantangan Kemandirian Pangan Berkelanjutan

Tantangan dibalik upaya mewujudkan kemandirian pangan berkelanjutan dalam kurun waktu 20 tahun mendatang atau menuju 2045 diharapkan dapat teridentifikasi lebih jelas. Tantangan tersebut dapat dibagi menjadi dua, yaitu tantangan dari sisi produksi pangan/penawaran pangan dan dari sisi konsumsi pangan/permintaan pangan.

Sisi Produksi Pangan

Ada beberapa tantangan yang dapat diidentifikasi dari aspek produksi pangan dan perlu menjadi perhatian. *Pertama*, dampak perubahan iklim yang berpengaruh pada produksi pangan nasional. Perbedaan pola dan intensitas curah hujan dari sebelumnya, temperatur udara yang meningkat, banjir dan frekuensi serangan hama dan penyakit yang cukup tinggi adalah beberapa fenomena dampak perubahan iklim di sektor pertanian. Oleh sebab itu, diperlukan langkah penyesuaian kembali dalam kegiatan usahatani komoditas seperti waktu tanam, pola tanam, varietas yang digunakan dan manajemen tata kelola air secara tepat. Sebagaimana penelitian Randall *et al.* (2024) yang menyoroti penyesuaian waktu tanam dan pola tanam bisa dilakukan secara efektif, sesuai dengan kondisi air dan iklim dengan tujuan memaksimalkan produksi dan efisiensi penggunaan air.

Kedua, terjadinya alih fungsi lahan secara masif. Meningkatnya kompetisi pemanfaatan lahan seiring dengan peningkatan target pertumbuhan ekonomi dan jumlah penduduk mengakibatkan lahan pertanian terkonversi kepada lahan non pertanian seperti industri, infrastruktur, perumahan dan lainnya. Sebagaimana banyak disampaikan akademisi dan pejabat publik bahwa besaran lahan pertanian yang beralih fungsi menjadi penggunaan non pertanian diperkirakan mencapai sekitar 100 ribu ha/tahun. Selain menggunakan pupuk kimia yang terus menerus dilakukan, limbah industri telah merembes ke lahan pertanian yang berakibat pada menurunnya kualitas air dan lahan. Temuan ini dibuktikan oleh Acar *et al.* (2025) yang menunjukkan bahwa penggunaan pupuk kimia dalam jangka panjang merusak struktur dan kesuburan tanah, menurunkan bahan organik dan aktivitas mikroba serta mendorong tingkat degradasi tanah yang berkelanjutan..

Ketiga, masih banyaknya skala usahatani yang relatif masih kecil. Berdasarkan Sensus Pertanian 2023 BPS, jumlah petani gurem atau petani yang menguasai lahan pertanian kurang dari 0,5 ha yaitu sebesar 17,25 juta atau naik sebesar 18,49% dari 14,25 juta 2013. Besarnya jumlah petani gurem atau petani kecil ini masih harus dihadapi pada permasalahan klasik yang masih harus dihadapi seperti terbatasnya petani terhadap modal, pasar, informasi dan teknologi mutakhir. Diperlukan solusi produk inovatif termasuk rekayasa sosial untuk mengatasi permasalahan klasik petani kecil tersebut.

Keempat, belum meratanya produksi pangan antar wilayah. Sebagian besar komoditas pangan utama sebanyak lebih dari 50 persen diproduksi di pulau Jawa dan sisanya menyebar di pulau-pulau lain. Tidak meratanya produksi pangan tersebut menyebabkan disparitas harga pangan antar wilayah. Dengan demikian diperlukan biaya

distribusi pangan yang cukup besar agar penyediaan pangan dapat merata ke seluruh wilayah Indonesia. Selain itu, pembangunan infrastruktur dan sistem logistik pangan antar wilayah menjadi penting diperhatikan agar keseimbangan produksi pangan antar wilayah dapat dicapai. Hal ini didukung penelitian lintas negara oleh Mehar (2024) yang menemukan bahwa penguatan infrastruktur logistik secara signifikan berdampak pada pertumbuhan produksi komoditas pangan, sekaligus meningkatkan lapangan kerja.

Kelima, produktivitas pangan relatif stagnan. Berdasarkan data BPS, sebagian besar komoditas pangan memiliki tingkat produktivitas yang stagnan setiap tahunnya. Sebagai contoh produktivitas padi yang tumbuh relatif lambat yaitu hanya sekitar 0,25 % per tahun selama 2014–2024, dari 5,14 jadi 5,23 ton per hektar. Seiring dengan luasan lahan pertanian yang juga berkompetisi dengan penggunaan lainnya, peningkatan produktivitas per satuan luas menjadi suatu keniscayaan. Melalui penggunaan teknologi dan varietas unggul komoditas, produktivitas pangan dapat lebih ditingkatkan.

Keenam, tingkat kehilangan pangan (*food losses*) dan pemborosan pangan (*food waste*) yang relatif masih tinggi. *Food losses* terjadi karena tidak efektif kegiatan penanganan pangan mulai dari saat panen hingga pemasaran. Tingkat *food losses* masih berada di angka 10 hingga 20 persen tergantung pada komoditas, musim dan teknologi yang digunakan. Disisi lain, *food waste* terjadi mulai dari pangan dibawa dari pasar hingga sampai pada meja konsumen untuk dikonsumsi namun tidak dimakan. FAO melaporkan bahwa sepertiga dari bagian makanan yang dapat dimakan pada akhirnya terbuang sia-sia¹. Kondisi tersebut dapat dilihat dengan fenomena yang terjadi di banyak rumah makan, acara-acara besar, rapat bahwa bahan pangan banyak yang terbuang sebelum dimasak dan bahkan terbuang percuma saat sudah disajikan di meja makan karena tidak termakan seluruhnya. Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengurangi *food losses* ini agar tidak banyak kehilangan saat proses penanganan dan distribusinya. Sementara itu, diperlukan kesadaran dari rumah tangga, pelaku usaha distribusi dan pemasaran dan pemerintah terkait betapa besarnya nilai ekonomi yang dapat terbuang dari pangan atau *food waste* sendiri.

Sisi Konsumsi Pangan

Ada beberapa tantangan yang dihadapi dari sisi konsumsi atau pemanfaatan pangan yaitu kecenderungan jumlah penduduk yang terus meningkat, perubahan pola konsumsi pangan dan persaingan permintaan komoditas pangan. *Pertama*, pertumbuhan penduduk yang terus meningkat dan perubahan karakteristik demografinya. Implikasinya Adalah

dengan meningkatnya jumlah kebutuhan pangan setiap tahunnya. BPS mencatat bahwa jumlah penduduk Indonesia pada tahun 2025 mencapai 284 juta jiwa dan diperkirakan pada tahun 2045 mencapai 311 juta hingga 318,9 juta jiwa. Selain itu, urbanisasi yang didorong keluarnya penduduk dari pedesaan menuju perkotaan disebabkan oleh ketidakmampuan sektor pertanian menampung angkatan kerja baru. Bertambahkan populasi perkotaan telah meningkatkan permintaan pangan secara kuantitas dan jenisnya. Selain itu, perubahan desa yang mulai bertransformasi menjadi desa yang bercirikan kota kecil juga mendorong perubahan proporsi pola konsumsi pangan yang lebih beragam dan memperhatikan jenis dan kualitas pangan.

Kedua, perubahan pola selera konsumsi pangan yang mulai meninggalkan pangan lokal. Perubahan pola konsumsi ini tentu disebabkan sumber daya pangan yang tersedia, daya beli masyarakat, pengetahuan tentang pangan dan gizi dan selera konsumen. Faktor-faktor tersebut kemudian didorong dengan masifnya promosi melalui media dan teknologi terhadap makanan-makanan kekinian yang mendorong perilaku konsumtif. Makanan kekinian yang dicirikan dengan makanan cepat saji, tersedia di restoran atau tersedia di luar rumah perlahan semakin diminati masyarakat kota atau pedesaan. Sebaliknya, makanan lokal atau tradisional juga perlahan mulai ditinggalkan masyarakat. Oleh karena itu, juga diperlukan pemanfaatan teknologi dan kampanye gerakan konsumsi pangan lokal atau cinta pangan lokal sehingga diharapkan dapat mengatasi tantangan perubahan selera konsumsi masyarakat.

Ketiga, persaingan penggunaan komoditas pangan bukan hanya diperuntukkan untuk bahan pangan (*food*), melainkan juga untuk pakan ternak (*feed*), bahan baku energi bio (*biofuel*) dan bahan baku industri non pangan. Hal itu disebabkan oleh kecenderungan meningkatnya kebutuhan terhadap produk pakan ternak, meningkatnya harga energi berbahan baku fosil dan juga meningkatnya permintaan produk industri yang berbahan baku pangan.

Arah Baru Kebijakan dan Strategi Swasembada Pangan Berkelanjutan

Kebijakan dan strategi yang diperlukan guna menghadapi tantangan dan permasalahan dalam mewujudkan kemandirian pangan 2045, perlu adanya penyesuaian arah baru kebijakan yang dilakukan. Menuju satu abad kemerdekaan, arah pembangunan pangan Indonesia harus mengalami transformasi mendasar. Paradigma lama yang terlalu berorientasi pada swasembada beras terbukti belum sepenuhnya mampu menjawab

tantangan ketahanan pangan nasional. Oleh karena itu, diperlukan arah baru yang lebih komprehensif dan berkelanjutan, meliputi lima elemen utama.

Pertama, transformasi sistem produksi diperlukan untuk mengubah secara mendasar dalam cara berusaha taninya, dari yang semula bertumpu pada pola tradisional menuju sistem modern berbasis teknologi. Kuncinya adalah melalui penerapan *smart farming* dengan penggunaan teknologi sensor, *Internet of Things* (IoT), dan kecerdasan buatan yang dimanfaatkan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan lahan, air, serta input pertanian lainnya. Di sisi lain, riset pengembangan varietas unggul yang tahan terhadap perubahan iklim mutlak diperlukan, mengingat ancaman anomali cuaca dan penyusutan lahan pertanian yang semakin nyata. Transformasi produksi pertanian menuju 2045 tidak dapat dilepaskan dari kerangka pembangunan berkelanjutan yang lebih luas, yaitu green economy, bioekonomi, dan ekonomi sirkular. Pertanian rendah emisi mendukung agenda green economy, sementara pemanfaatan sumber daya hayati secara optimal mendorong terbentuknya bioekonomi. Di sisi lain, penerapan prinsip ekonomi sirkular memastikan bahwa setiap limbah pertanian dapat kembali masuk ke rantai produksi sebagai sumber daya baru. Dengan demikian, transformasi produksi pertanian bukan hanya menjamin kecukupan pangan nasional, tetapi juga menegaskan komitmen Indonesia dalam membangun sistem pangan yang resilien dan ramah lingkungan. Program *food estate* berbasis kawasan dapat menjadi instrumen strategis dalam tahap transformasi produksi pertanian, karena mendorong efisiensi, pemanfaatan teknologi modern, serta peningkatan skala usaha. Program *food estate* sebagai instrumen potensial untuk meningkatkan produksi pangan, mengurangi impor, dan meningkatkan kesejahteraan petani, dengan catatan penting perlu disertai praktik pertanian berkelanjutan untuk memitigasi risiko lingkungan (Fatahullah & Hilmi, 2024).

Kedua, diversifikasi pangan lokal sebagai strategi mengurangi ketergantungan berlebihan pada beras sebagai pangan pokok dan substitusi impor gandum. Indonesia memiliki kekayaan sumber daya hayati seperti sagu, sorgum, jagung, dan umbi-umbian yang dapat dikembangkan sebagai alternatif pangan utama. Diversifikasi ini tidak hanya memperluas pilihan konsumsi masyarakat, tetapi juga memperkuat ketahanan pangan nasional dengan mengurangi risiko krisis akibat gangguan pasokan beras. Melalui edukasi gizi, kampanye budaya makan sehat, dan inovasi pengolahan pangan lokal, diversifikasi dapat diarahkan untuk menjadi bagian dari gaya hidup modern masyarakat Indonesia.

Ketiga, penguatan rantai nilai agribisnis diperlukan agar sektor pangan tidak berhenti pada produksi, melainkan mampu menghasilkan nilai tambah ekonomi yang lebih besar. Modernisasi logistik pangan, hilirisasi produk pertanian, dan pemanfaatan platform digital untuk pemasaran menjadi kunci dalam membangun rantai nilai yang efisien. Dengan demikian, petani tidak lagi hanya berperan sebagai produsen bahan mentah, tetapi juga sebagai pelaku usaha yang terlibat dalam agroindustri dan distribusi. Hal ini akan meningkatkan kesejahteraan petani sekaligus memperkuat daya saing produk pangan nasional. Sementara itu, pengembangan korporasi petani sejalan dengan agenda penguatan rantai nilai agribisnis dan kelembagaan inklusif. Melalui model korporasi, petani tidak lagi berjalan sendiri, tetapi terhimpun dalam organisasi ekonomi yang memiliki daya tawar, akses pembiayaan, serta kemampuan integrasi ke pasar. Blockchain bisa dipakai untuk traceability produk pangan, transparansi rantai pasok, serta memperkuat kepercayaan pasar domestik dan internasional. Ellahi *et al.* (2024) menyatakan bahwa penggunaan *blockchain* efisiensi logistik, keamanan pangan, dan integrasi circular economy serta kepercayaan konsumen, ke arah keberlanjutan.

Keempat, regenerasi petani dan literasi digital merupakan fondasi sosial dari kemandirian pangan. Tanpa hadirnya generasi muda yang berminat dan kompeten dalam bidang pertanian, ketahanan pangan akan sulit dicapai. Oleh karena itu, pendidikan vokasi, program petani milenial, serta inkubasi start-up agritech harus diperluas. Literasi digital juga sangat penting agar petani mampu memanfaatkan teknologi informasi, mulai dari akses informasi harga, penggunaan aplikasi pertanian presisi, hingga pemasaran digital. Dengan langkah ini, pertanian menjadi profesi yang menarik dan menjanjikan bagi generasi muda.

Kelima, kelembagaan dan kebijakan inklusif menjadi pilar penting yang menopang keberlanjutan arah baru kemandirian pangan. Perlindungan lahan pertanian berkelanjutan harus dijamin melalui regulasi yang tegas, disertai insentif bagi praktik pertanian ramah lingkungan. Kelembagaan petani dan koperasi modern perlu diperkuat agar mampu menghadapi dinamika pasar. Selain itu, diplomasi pangan menjadi instrumen penting untuk mengamankan posisi Indonesia dalam rantai pasok global sekaligus memperkuat ketahanan pangan domestik.

Roadmap Swasembada Pangan Menuju Indonesia Emas 2045

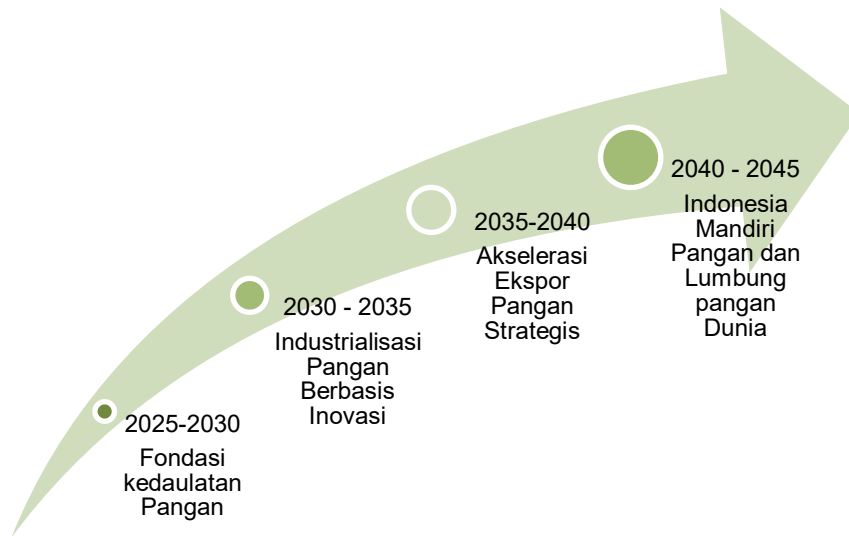
Roadmap menuju kemandirian pangan Indonesia 2045 dapat dibangun melalui empat tahap strategis yang saling berkesinambungan. *Tahap pertama*, Fondasi Kedaulatan

Pangan (2025–2030), difokuskan pada penguatan ketahanan pangan domestik melalui perlindungan lahan pertanian berkelanjutan, peningkatan produktivitas dengan riset varietas unggul, serta pengembangan *food estate* berbasis kawasan. Pada fase ini, kelembagaan petani diperkuat menuju bentuk korporasi modern, sistem logistik pangan mulai dimodernisasi, dan teknologi digital diperkenalkan secara bertahap.

Tahap kedua, Industrialisasi Pangan Berbasis Inovasi (2030–2035), diarahkan pada pengembangan agroindustri yang bernilai tambah tinggi. Diversifikasi pangan lokal mulai membentuk pola konsumsi nasional baru, sementara hilirisasi produk pertanian dilakukan secara masif dengan dukungan bioteknologi, *smart farming*, serta prinsip *green economy* dan bioekonomi. Pada fase ini, korporasi petani menjadi aktor penting dalam rantai pasok modern, sehingga posisi tawar petani di pasar semakin kuat.

Tahap ketiga, Akselerasi Ekspor Pangan Strategis (2035–2040), berorientasi pada peningkatan daya saing pangan Indonesia di pasar global. Komoditas unggulan seperti beras premium, kopi, kakao, rempah-rempah, dan pangan olahan berbasis sagu atau sorgum dikembangkan sebagai komoditas ekspor strategis. Penerapan teknologi *blockchain* untuk traceability produk pangan memberikan jaminan mutu, transparansi, dan keamanan pangan, sehingga memperkuat posisi Indonesia dalam perdagangan internasional. Selain itu, Diplomasi pangan juga ditingkatkan untuk memperluas akses pasar global.

Tahap keempat, Indonesia Mandiri Pangan dan Lumbung Pangan Dunia (2040–2045), menjadi puncak pencapaian. Pada fase ini, Indonesia tidak hanya mampu memenuhi kebutuhan pangan domestik secara berkelanjutan, tetapi juga tampil sebagai pusat inovasi pangan tropis dunia. Dengan memanfaatkan kekayaan biodiversitas, dukungan teknologi ramah lingkungan, serta penerapan prinsip ekonomi sirkular dalam pengelolaan limbah pertanian, Indonesia meneguhkan perannya sebagai lumbung pangan dunia yang sekaligus menyejahterakan rakyatnya.



Gambar 1. Roadmap arah baru menuju kemandirian pangan Indonesia berkelanjutan 2025-2045

KESIMPULAN DAN SARAN

Kemandirian pangan merupakan pilar fundamental dalam mewujudkan Indonesia Emas 2045. Pangan bukan hanya sekadar kebutuhan dasar, tetapi juga instrumen strategis dalam menjaga stabilitas sosial, politik, dan ekonomi nasional. Berdasarkan hasil kajian, dapat disimpulkan bahwa arah baru menuju kemandirian pangan Indonesia harus dibangun di atas prinsip keberlanjutan, kedaulatan, dan daya saing global. Tantangan yang dihadapi, seperti perubahan iklim, degradasi lahan, stagnasi produktivitas, hingga kerentanan rantai pasok, menuntut adanya transformasi kebijakan dan strategi pembangunan pangan yang lebih inovatif, inklusif, dan adaptif terhadap dinamika global. Kinerja kemandirian pangan nasional adalah komoditas beras dan jagung tergolong cukup baik karena sebagian besar dapat dipenuhi dari produksi dalam negeri (>90%) dan hanya sebagian kecil yang dipenuhi dari impor. Kemandirian pangan komoditas kedelai, gula pasir dan daging sapi menunjukkan penurunan dan dapat dikatakan tidak mandiri dengan tingkat ketergantungan impor yang meningkat dan penyediaan dari produksi dalam negeri yang menurun. Diperlukan peta jalan (*roadmap*) menuju kemandirian pangan 2045 yang yang dirumuskan menjadi empat tahap strategis: (1) Fondasi Kedaulatan Pangan (2025–2030), (2) Industrialisasi Pangan Berbasis Inovasi (2030–2035), (3) Akselerasi Ekspor Pangan Strategis (2035–2040), dan (4) Indonesia Mandiri Pangan serta Lumbung Pangan Dunia (2040–2045). Setiap tahapan menuntut integrasi antara riset dan inovasi, penguatan kelembagaan petani, industrialisasi pangan berbasis bioekonomi, penerapan prinsip *green*

economy dan *circular economy*, serta digitalisasi rantai pasok termasuk pemanfaatan teknologi *blockchain*. Sebagai saran rekomendasi, keberhasilan roadmap ini hanya dapat dicapai apabila terdapat komitmen kuat dari pemerintah, dunia usaha, akademisi, serta masyarakat sipil untuk bekerja sama dalam kerangka *quadruple helix*. Selain itu, perlu adanya konsistensi kebijakan lintas pemerintahan, keberlanjutan investasi dalam riset dan teknologi, serta penguatan kapasitas kelembagaan petani dan generasi muda sebagai aktor utama pembangunan pertanian. Dengan demikian, Indonesia tidak hanya mampu mewujudkan kemandirian pangan, tetapi juga berperan sebagai lumbung pangan dunia yang memberi kontribusi nyata bagi ketahanan pangan global pada 2045.

DAFTAR PUSTAKA

- Acar, M., Wahab, T. S., Kaya Karaca, Ö., Işık, M., Sariyev, A., & Ortaş, İ. (2025). Exposing How Long-Term Organic and Inorganic Fertilizers Affect the Physical Characteristics of Soil. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 25(2), 5187–5201. <https://doi.org/10.1007/s42729-025-02457-1>
- Bainus, A., & Yulianti, D. (2018). Food Security or Food Sovereignty?: Questioning the Paradigm of Indonesian Military Involvement in Agriculture. In *Central European Journal of International and Security Studies* (Vol. 12, Issue 4).
- Clapp, J. (2014). Food Security And Food Sovereignty: Getting Past The Binary. *Dialogues in Human Geography*, 4(2), 206–211. <https://doi.org/10.1177/2043820614537159>
- Ellahi, R. M., Wood, L. C., & Bekhit, A. E. D. A. (2024). Blockchain-Driven Food Supply Chains: A Systematic Review for Unexplored Opportunities. In *Applied Sciences (Switzerland)* (Vol. 14, Issue 19). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/app14198944>
- Erni, A. (2023). *Evaluasi Kebijakan Diversifikasi Pangan Berbasis Rumah Tangga Di Kabupaten Gowa*. Universitas Hasanuddin.
- FAO. (2019). *Building Food Sovereignty Based on Local Community Food Sources*. www.kehati.or.id
- Fatahullah, & Hilmi, M. A. (2024). Food Estate: Ancaman Ataukah Peluang Bagi Ketahanan Pangan Indonesia? *Jurnal Ekonomi Pertanian Dan Agribisnis (JEPA)*, 8(4), 1313–1326. <https://doi.org/10.21776/ub.jepa.2024.008.04.7>
- Haryanto, Y., Rusmono, M., Aminudin, A., Pury Purboingtyas, T., & Gunawan, G. (2022). Analisis Penguatan Kelembagaan Ekonomi Petani pada Komunitas Petani Padi di Lokasi Food Estate. *Jurnal Penyuluhan*, 18(02), 323–335. <https://doi.org/10.25015/18202241400>
- Jarosz, L. (2014). Comparing Food Security And Food Sovereignty Discourses. *Dialogues in Human Geography*, 4(2), 168–181. <https://doi.org/10.1177/2043820614537161>

- Mehar, M. A. (2024). Logistic Infrastructure, Informational Technology and Crop Production: Role of Food and Crop Production in Economic Miseries. *International Journal of Public Finance*, 9(2), 247–268. <https://doi.org/10.30927/ijpf.1503957>
- Miyasto. (2014). Strategi Ketahanan Pangan Nasional guna Meningkatkan Kemandirian dan Daya Saing Ekonomi dalam Rangka Ketahanan Nasional. *Jurnal Kajian Lemhannas RI*, 17.
- OECD. (2023). *Carbon Management: Bioeconomy and Beyond*. Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). <https://doi.org/https://doi.org/10.1787/b5ace135-en>
- Partini, & Sari, I. (2022). Kebijakan Pengembangan Ketahanan Pangan Lokal. *Jurnal Agribisnis Unisi*, 11(1).
- Randall, M., Schiller, K., Lewis, A., Montgomery, J., & Alam, M. S. (2024). A Systematic Review of Crop Planning Optimisation Under Climate Change. *Water Resources Management*, 38(6), 1867–1881. <https://doi.org/10.1007/s11269-024-03758-3>
- Rivani, E. (2022). Diversifikasi Pangan Lokal Dalam Mengantisipasi Krisis Pangan Global. *Info Singkat Pusat Penelitian Badan Keahlian DPR RI*, XIV(12), 19–24.
- Suryana, A. (2014). Menuju Ketahanan Pangan Indonesia Berkelanjutan 2025: Tantangan dan Penanganannya. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 32(2), 123–135.

Efek Jenis Kelamin dan Komposisi Pakan terhadap Pertumbuhan dan Karkas Itik Manila

Harapin Hafid^{1*}

¹Jurusan Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Halu Oleo
Email: harapin-hafid@uho.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kinerja pertumbuhan itik manila pada jenis kelamin dan komposisi pakan yang berbeda. Penelitian disusun berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial 2 x 4 dan 3 ulangan. Faktor pertama adalah jenis kelamin (Jantan dan betina). Faktor kedua adalah komposisi pakan dedak padi (DP) dengan pakan komersial BP-12 (BP) dengan perbandingan DP 100% dan BP 0%, DP 75% dan BP 25%, DP 50% dan BP 50%, DP 0% dan BP 100%. Parameter yang diukur adalah konsumsi pakan, pertambahan bobot badan dan persentase karkas. Hasil Penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian pakan dengan komposisi pakan komersial (BP-12) dan dengan dedak padi dengan level pakan komersial yang semakin tinggi mampu meningkatkan konsumsi pakan itik manila jantan maupun betina, sehingga dapat meningkatkan bobot potongnya. Pertambahan bobot badan itik manila terutama pada jantan semakin meningkat seiring dengan bertambahnya level pada pakan komersial (BP-12), sehingga dapat meningkatkan bobot potong pada itik manila jantan dan betina.

Kata kunci: Itik manila, Jenis kelamin, Komposisi pakan, Pertumbuhan karkas

Abstract

This study aims to assess growth performance on different sexes and feed compositions. The study was compiled based on a Completely Randomized Design (CRD) factorial pattern 2 x 4 and 3 replications. The first factor is gender (male and female). The second factor is the composition of rice bran feed (DP) with commercial feed BP-12 (BP) with a DP ratio of 100% and BP 0%, DP 75% and BP 25%, DP 50% and BP 50%, DP 0% and BP 100%. The parameters measured were feed consumption, body weight gain and carcass percentage. The results of this study indicate that feeding with the composition of commercial feed (BP-12) and with rice bran with a higher commercial feed level can increase the consumption of male and female feed, so as to increase the weight of the cut in the duck. The increase in body weight, especially in males, increases with increasing levels of commercial feed (BP-12).

Keywords: Manila ducks, Gender, Feed composition, Carcass growth

PENDAHULUAN

Pembangunan peternakan merupakan bagian integral dari pembangunan sektor pertanian yang berperan penting sebagai penghasil pangan. Produk utama yang dihasilkan subsektor peternakan seperti daging, susu, dan telur sebagai sumber bahan pangan yang bernilai gizi tinggi dan banyak dikonsumsi masyarakat untuk memenuhi protein hewani. Produk daging dapat berasal dari ternak ruminansia seperti sapi, kerbau, kambing, domba, (Hafid, 1998; 2008; 2011), babi dan unggas potong.

Seiring dengan berkembangnya jumlah penduduk dan meningkatnya penghasilan masyarakat, tingkat pengetahuan serta kesadaran tentang pentingnya protein hewani, maka kebutuhan akan protein hewani terus meningkat sehingga terkadang pasar tidak mampu memenuhi kebutuhan, terutama pada waktu puasa, lebaran Idul Fitri dan Idul Adha, termasuk menjelang tahun baru. Untuk memenuhi kebutuhan protein hewani terutama permintaan pasar yang terus meningkat perlu dikembangkan jenis unggas pedaging dan petelur yaitu itik dan entok .

Perunggasan termasuk salah satu subsektor peternakan yang penting dalam pembangunan pertanian. Hal ini disebabkan karena kebutuhan konsumsi masyarakat Indonesia untuk memenuhi protein hewani sebagian besar didapat dari unggas. Secara tidak langsung perunggasan membantu pembangunan kualitas bangsa karena dengan konsumsi protein yang baik dapat mempengaruhi tingkat kesehatan dan kecerdasan seseorang. Industri perunggasan memberikan efek ganda yang sangat besar dalam sektor pertanian, karena hampir seluruh bahan baku pakan terdiri dari hasil pertanian seperti jagung, dedak, bungkil kelapa, tepung gaplek, sebagai sumber makanan bagi perunggasan.

Entok atau itik manila tergolong sebagai unggas air meskipun lebih bersifat *terrestrial* (lebih banyak hidup di darat). Entok cocok dijadikan ternak pedaging karena bertubuh besar. Disamping itu daging entok atau itik memiliki nilai gizi tinggi, harga lebih murah dan kandungan lemak lebih rendah (Randa dkk., 2002; Hafid dkk., 2015). Meski begitu, daging bebek kurang diminati karena serat dagingnya kasar dan alot dan lebih berbau anyir (Hafid dkk., 2014).

Dedak padi merupakan salah satu bahan penyusun pakan ternak yang sangat populer, selain ketersediaannya melimpah, juga penggunaannya sampai saat ini belum bersaing dengan kebutuhan pangan dengan harga yang relatif sangat murah dibandingkan dengan bahan pakan ternak yang lain seperti bungki sawit maupun tepung tulang (Wahyuni, 2011). Ketersediaan dedak padi yang sangat berlimpah di sekitar kita dan

harganya yang relatif murah, hal tersebut dapat digunakan sebagai pertimbangan penggunaan pakan campuran dengan kandungan protein kasar 11,55% dan energi metabolisme sebesar 1630 kkal/kg, lemak kasar 10,45%, dan serat kasar 9,8% (Ichwan, 2005). Dari uraian tersebut di atas, telah dilakukan suatu Efek Jenis Kelamin Dan Komposisi Pakan Terhadap Pertambahan Bobot Badan, Konversi Pakan Dan Karkas Itik Manila.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan selama dua bulan, dari bulan Mei sampai Juni 2024 di kandang peternak itik di Kelurahan Bonggoeya Kecamatan Wua-Wua Kota Kendari, Sulawesi Tenggara.

Penelitian dilakukan dengan rancangan acak lengkap pola faktorial (2x4) dengan faktor jenis kelamin (Jantan dan betina) dan faktor komposisi pakan alami (dedak padi) dan komersial (konsentrat BP-12) yang perbandingannya terdiri dari (DP 100% dan BP 0%, DP 75% dan BP 25%, DP 50% dan BP 50%, DP 0% dan BP 100%). Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak tiga kali dan masing-masing perlakuan menggunakan 4 ekor entok/itik manila.

Parameter yang dianalisis yaitu konsumsi pakan, pertambahan bobot badan dan persentase karkas. Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam (*Analysis of Variance*/ANOVA) dengan bantuan program SPSS, dan apabila perlakuan berpengaruh nyata, maka dilakukan dengan uji lanjut BNT/LSD (Paiman, 2015).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Variabel pertumbuhan itik manila diukur berdasarkan konsumsi pakan dan pertambahan bobot badan harian dan konversi pakan.

Konsumsi Pakan

Tabel 1. Rataan Konsumsi Pakan Entok pada Jenis Kelamin dan Komposisi Pakan yang Berbeda (g/ekor/minggu)

Jenis Kelamin	Komposisi Pakan				Rataan
	P1	P2	P3	P4	
Jantan	885,79±39,96	930,35±79,25	885,91±119,68	1108,00±76,43	952,51±105,76
Betina	937,02±123,11	823,34±23,89	899,57±36,79	1001,34±166,44	915,32±74,34
Rataan	911,41 ^{ab} ±36,23	876,84 ^a ±75,66	892,74 ^a ±9,66	1054,67 ^b ±75,42	933,91±26,30

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)

Hasil analisis ragam pada Tabel 2 menunjukkan bahwa faktor komposisi pakan pada entok dengan dengan perbandingan yang berbeda berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap konsumsi pakan entok sampai umur delapan minggu. Rataan perlakuan 0% DP menghasilkan konsumsi ransum yang nyata lebih tinggi (1054,67 g/ekor/minggu) dibandingkan dengan perlakuan pada 100% DP (911,41 g/ekor/minggu).

Hal ini mengindikasikan bahwa dengan semakin meningkatnya level pemberian pakan komersial BP-12 akan semakin meningkatkan konsumsi pakan. Hal ini dipengaruhi oleh palatabilitas pakan, dimana pakan komersial BP-12 aromanya lebih wangi sehingga disukai oleh ternak itik. Church (1979) menyatakan bahwa palatabilitas dipengaruhi oleh bau, rasa dan tekstur. Pakan fermentasi cukup palatable atau disukai oleh ternak. Rasyaf (2006) menyatakan bahwa palatabilitas sangat menentukan dalam konsumsi ransum.

Sedangkan untuk faktor jenis kelamin tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) terhadap konsumsi pakan entok. Namun demikian terlihat dari Tabel 1 bahwa rata-rata konsumsi pakan hingga delapan minggu, entok jantan (952,51 g/ekor/minggu) lebih tinggi dibandingkan dengan betina (915,32 g/ekor/minggu). Hal ini sesuai dengan pendapat Brahmany (2003) bahwa konsumsi pakan itik jantan lebih tinggi dibandingkan dengan betinanya.

Perbedaan ini diduga disebabkan oleh konsumsi pakan yang dicapai selama pertumbuhan berbeda pada masing-masing perlakuan, sehingga penambahan berat badannya bervariasi. Selain itu, jumlah konsumsi pakan yang tinggi juga disebabkan oleh tingkat palatabilitas dan pencernaan pakan yang lebih efisien, sehingga pakan dapat dimanfaatkan lebih baik untuk menghasilkan daging. Pernyataan senada dikemukakan Nasroedin (1995) & Zuprizal (1998) bahwa penambahan berat badan selama pemeliharaan akan berdampak kepada berat badan akhir yang tinggi. Pendapat yang sama dikemukakan Rasyaf (1993) bahwa laju penambahan berat badan salah satunya dapat menentukan berat badan akhir. Menurut Matitaputty (2002) dalam hasil penelitiannya melaporkan bahwa penambahan berat badan yang tinggi pada itik dan entog serta hasil persilangannya akan lebih baik, apabila keseimbangan ransum dan protein ransum sesuai dengan tingkat umur dan kebutuhan fisiologisnya.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pengaruh interaksi antara faktor jenis kelamin dan faktor komposisi pakan yang berbeda tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap konsumsi pakan. Hal ini berarti bahwa faktor jenis kelamin tidak berpengaruh terhadap faktor komposisi pakan yang berbeda, begitupula sebaliknya faktor komposisi

pakan yang berbeda tidak berpengaruh terhadap faktor jenis kelamin, sehingga kedua faktor tersebut tidak saling mempengaruhi dalam menentukan konsumsi pakan entok.

Konsumsi pakan dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain kandungan gizi dalam pakan (Hernandez *et al.*, 2004; Fan *et al.*, 2008). Kebutuhan gizi itik pedaging umur 2-7 minggu disarankan mengandung protein kasar sebanyak 16%, sedangkan energi metabolis 3000 kkal/kg (NRC, 1994). Kandungan gizi termasuk energi metabolis (EM) pakan yang diberikan telah memenuhi kebutuhan itik sehingga sangat mendorong terhadap jumlah pakan yang dikonsumsi untuk pertumbuhan itik. Hal ini juga sejalan dengan pendapat Fan *et al.*, (2008) yang menyatakan bahwa pemberian pakan yang mengandung energi tinggi dapat meningkatkan konsumsi pakan yang erat dengan pertumbuhan ternak unggas. Jumlah konsumsi ternak dengan tingkat protein dan EM yang tinggi cenderung menurun dan sebaliknya meningkat apabila tingkat protein dan EM rendah (Leeson *et al.*, 1996; Hernandez *et al.* 2004).

Pertambahan Bobot Badan

Tabel 2. Rataan Pertambahan Bobot Badan Entok pada Jenis Kelamin dan Komposisi Pakan yang Berbeda (g/ekor)

Jenis Kelamin	Komposisi Pakan				Rataan
	P1	P2	P3	P4	
Jantan	88,33±19,46	78,53±7,38	110,98±39,43	137,40±12,90	103,81 ^b ±26,19
Betina	47,25±12,86	75,41±21,95	41,56±1,63	77,81±38,37	60,51 ^a ±18,76
Rataan	67,79 ^a ±29,05	76,97 ^a ±2,21	76,27 ^a ±49,09	107,60 ^b ±42,14	82,16±30,62

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P<0,05$)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa faktor pemberian pakan komersial (BP-12) dan dedak padi dengan komposisi yang berbeda berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap pertambahan bobot badan entok. Rataan perlakuan 0% DP menghasilkan pertambahan bobot badan yang nyata lebih tinggi (107,60 g/ekor) dibandingkan dengan perlakuan pada 100% DP (67,79 g/ekor).

Begitu pula dengan faktor jenis kelamin berbeda berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap pertambahan bobot badan entok. Rataan pertambahan bobot badan entok jantan (103,81 g/ekor) nyata lebih tinggi dibandingkan dengan betina (60,51 g/ekor).,

Lebih tingginya pertambahan bobot badan entok jantan dibanding betinanya ini disebabkan oleh konsumsi ransum, dimana sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1 bahwa

konsumsi ransum entok jantan selama delapan minggu (952,51 g/ekor/minggu) meskipun tidak berbeda nyata, tetapi lebih tinggi dibanding betina (915,32 g/ekor/minggu).

Rataan pertambahan bobot badan yang diperoleh dalam penelitian ini tergolong tinggi bila dibandingkan dengan hasil penelitian lainnya. Ketaren & Prasetyo (2001) melaporkan bahwa rata-rata pertambahan bobot badan itik MA umur 8 minggu sebesar 1260 g/e. Perbedaan ini kemungkinan besar disebabkan oleh perbedaan jenis ternak, komposisi maupun nutrisi yang terkandung dalam pakan. Hal ini disebabkan juga oleh kandungan nutrisi ransum yang tidak sama pada setiap perlakuan sehingga tingkat konsumsi ransum juga tidak sama. Deaton & Lott, (1985) dalam Siti dkk. (2009) melaporkan bahwa bobot potong dipengaruhi oleh konsumsi ransum, kandungan energi dan protein. Selain itu juga dapat memberikan gambaran bahwa kandungan nutrisi yang ada dalam pakan telah mencukupi kebutuhan entok untuk menghasilkan pertambahan bobot badan yang optimal.

Sedangkan pengaruh interaksi antara faktor jenis kelamin dan faktor komposisi pakan yang berbeda tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap konsumsi pakan. Hal ini berarti bahwa faktor jenis kelamin tidak berpengaruh terhadap faktor komposisi pakan yang berbeda, begitupula sebaliknya faktor komposisi pakan yang berbeda tidak berpengaruh terhadap faktor jenis kelamin, sehingga kedua faktor tersebut tidak saling mempengaruhi dalam menentukan konsumsi pakan entok.

Konversi Pakan

Rataan konversi pakan entok pada jenis kelamin dan komposisi pakan yang berbeda selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rataan Konversi Pakan Entok pada Jenis Kelamin dan komposisi pakan yang berbeda.

Jenis Kelamin	Komposisi Pakan				Rataan
	P1	P2	P3	P4	
Jantan	2,78±0,40	1,93±0,20	1,87±0,07	1,86±0,22	2,11±0,45
Betina	3,49±0,74	2,46±0,21	2,24±0,07	1,89±0,05	2,52±0,69
Rataan	3,14 ^b ±0,50	2,20 ^a ±0,37	2,06 ^a ±0,26	1,88 ^a ±0,02	

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P<0,05$)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa faktor komposisi pakan dengan pemberian pakan komersial (BP-12) dan dedak padi dengan perbandingan berbeda berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap konversi pakan entok. Rataan perlakuan P4 menghasilkan konversi pakan yang lebih rendah (1,88) dibandingkan dengan perlakuan pada P1 (3,14).

Perbedaan angka konversi pakan diduga oleh perbedaan tingkat efisiensi pemanfaatan pakan selama proses pertumbuhan menjadi daging, masing-masing individu ternak berbeda-beda, walaupun jumlah, jenis dan waktu pemberiannya sama. Hal ini sesuai dengan pendapat Rasyaf (1993) bahwa perbedaan angka konversi pakan salah satunya disebabkan oleh tingkat palabilitas pakan yang dikonsumsi itu sendiri. Pendapat lain dikemukakan Nuraini (2009) bahwa salah satu indikator untuk mengukur keberhasilan peningkatan pertambahan berat badan akhir, salah satunya ditentukan oleh tingkat konsumsi pakan yang efisien dan nilai konversi pakan (*feed conversion ratio*) yang lebih kecil.

Sedangkan faktor jenis kelamin tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap konversi pakan entok. Namun terlihat pada Tabel 3 bahwa rataan konversi pakan entok jantan (2,11) lebih rendah dibandingkan dengan entok betina (2,52) sampai pada umur 8 minggu. Hal ini mengindikasikan bahwa dalam efisiensi penggunaan pakan lebih baik pada entok jantan dibandingkan dengan entok betina.

Nilai konversi ransum kecil menandakan semakin baik mutu ransum, maka semakin kecil pula konversi ransumnya. Baik tidaknya mutu ransum ditentukan oleh seimbang tidaknya zat gizi pada ransum itu dengan yang diperlukan. Hal ini didukung oleh pendapat Anggorodi (1994) yang menyatakan bahwa tinggi rendahnya konversi ransum sangat ditentukan oleh keseimbangan antara energi metabolisme dengan zat-zat nutrisi terutama protein dan asam-asam amino.

Hal ini sejalan dengan Lacy & Veast (2000) konversi pakan berguna untuk mengukur produktivitas ternak dan didefinisikan sebagai rasio antara konsumsi pakan dan pertambahan bobot badan (PBB) yang diperoleh selama kurun waktu tertentu. Konversi pakan menunjukkan ukuran efisiensi dalam penggunaan pakan. Semakin tinggi nilai konversi pakan menunjukkan semakin banyak pakan yang dibutuhkan untuk meningkatkan bobot badan per satuan berat. North (1992) menambahkan bahwa angka konversi pakan yang kecil maka pakan semakin efisien karena konsumsi pakannya digunakan secara optimal untuk pertumbuhan ayam. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi konversi pakan yaitu temperatur lingkungan, potensi genetik, pemberian pakan yang memadai selama pemeliharaan dan tingkat energi. Hasil penelitian ini lebih rendah dari yang dilaporkan Mahliansyah (2013), bahwa konversi pakan itik serati selama pemeliharaan 8 minggu sebesar 4,12.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antara faktor jenis kelamin dan faktor komposisi pakan yang berbeda tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap konversi pakan. Hal ini berarti bahwa faktor jenis kelamin tidak berpengaruh terhadap faktor komposisi pakan yang berbeda, begitupula sebaliknya faktor komposisi pakan yang berbeda tidak berpengaruh terhadap faktor jenis kelamin, sehingga kedua faktor tersebut tidak saling mempengaruhi dalam menentukan konversi pakan entok.

Persentase Karkas

Karkas merupakan organ tubuh yang masak lambat. Seiring dengan bertambahnya umur, pertumbuhannya semakin bertambah dan persentase terhadap bobot potong juga meningkat. Faktor genetik dan lingkungan (fisiologi dan nutrisi) sangat mempengaruhi laju pertumbuhan, komposisi tubuh dan karkas pada ternak (Soeparno, 2015). Pada bangsa ternak yang sama, komposisi tubuh dan karkas dapat berbeda dan menjadi karakteristik ternak tersebut (Matitaputty & Suryana, 2014).

Rataan persentase karkas entok pada pemberian pakan komersial (BP-12) yang di substitusi dedak padi dengan perbandingan dan jenis kelamin yang berbeda selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rataan Persentase Karkas Entok pada Jenis Kelamin yang Berbeda dengan Pemberian Pakan Komersial (BP-12) yang Disubstitusi Dedak Padi (g/ekor)

Jenis Kelamin	Komposisi Pakan				Rataan
	P1	P2	P3	P4	
Jantan	49,23±0,49	50,33 ± 0,51	54,13 ± 0,55	54,64±0,53	52,08 ^b ±0,53
Betina	46,55±0,46	49,34 ± 0,34	49,51 ± 0,50	49,52±0,50	48,73 ^{ab} ±0,47
Rataan	47,89 ^a ±0,48	49,83 ^{ab} ±0,49	51,82 ^b ± 0,51	52,08 ^b ±0,52	

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P<0,05$)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian pakan komersial (BP-12) yang di substitusi dedak padi dengan perbandingan dan jenis kelamin berbeda, berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap penambahan bobot badan entok. Rataan perlakuan 0% DP menghasilkan penambahan bobot badan yang nyata lebih tinggi (52,08 %) dibandingkan dengan perlakuan pada 100% DP (47,89 %). Hal ini mengindikasikan bahwa dengan semakin meningkatnya level pemberian pakan komersial BP-12 akan semakin meningkatkan persentase karkas. Begitu pula dengan rata-rata penambahan bobot badan terhadap jenis kelamin. Entok betina (52,08 %) nyata lebih tinggi dibandingkan dengan jantan (48,73 %) sampai pada umur 8 minggu.

Hal ini disebabkan oleh adanya hubungan yang erat antara bobot badan yang dihasilkan dengan bobot karkas yang diperoleh, dimana keduanya dipengaruhi oleh tingkat penggunaan pakan komersial BP-12. Selain itu umur pemotongan sangat mempengaruhi bobot potong dan bobot karkas dari ternak unggas. Soeparno (1998) menyatakan bahwa pada unggas persentase karkas meningkat selama pertumbuhan, penambahan umur dan kenaikan bobot badan. Sunari dkk (2001) menjelaskan bahwa perbandingan bobot karkas terhadap bobot hidup sering digunakan sebagai ukuran produksi daging dalam bidang peternakan.

Perbedaan ini diduga disebabkan oleh berat potong yang dicapai masing-masing perlakuan berbeda. Semakin tinggi berat potong yang dihasilkan, semakin tinggi pula berat karkas yang diperoleh. Hal ini senada dengan pendapat Suryana dkk (2013), bahwa itik pedaging dengan pemberian protein pakan dan tingkat kandungan serat kasarnya berbeda, menunjukkan perbedaan berat karkas secara nyata. Pernyataan yang selaras dikemukakan Uhi dkk (2004), bahwa semakin tinggi tingkat serat kasar dalam pakan, maka konsumsi pakan semakin rendah, sehingga mempunyai konsekuensi terhadap penambahan bobot badan, berat akhir dan berat karkas yang dicapai berbeda-beda.

Tingkat pemberian pakan komersial BP-12 yang lebih tinggi diduga palatabilitasnya meningkat, sehingga berat potong yang dicapai masing-masing perlakuan berbeda-beda. Bobot potong berhubungan erat dengan berat badan akhir dan penambahan berat badan. Pertambahan berat badan akhir yang tinggi karena jumlah konsumsi pakan yang tinggi, dengan tingkat palatabilitas pakan yang baik, akan meningkatkan berat badan dan persentase karkas. Hal ini sejalan dengan pendapat Matitaputty (2002), bahwa konsumsi pakan yang tinggi akan menyebabkan pertambahan berat badan dan berat badan akhir yang tinggi, serta persentase karkas yang tinggi. Persentase karkas entok yang dihasilkan dalam kajian ini lebih rendah dari yang dilaporkan Matitaputty (2002) yakni sebesar 64,39%. Selanjutnya laporan lain dikemukakan Lukman (1995) bahwa persentase karkas itik pedaging sebesar 63,20% dari bobot hidup. Laporan lainnya dikemukakan Suryana dkk (2013), bahwa persentase karkas itik pedaging selama pemeliharaan 10 minggu berkisar antara 61,24-71,23 %.

Produksi karkas tercermin dari komponen daging, lemak, dan tulang entok yang sangat dipengaruhi oleh bobot potongnya Soeparno (2015). Resnawati dan Hardjosworo (1976) menyatakan bahwa persentase karkas berbanding lurus dengan bobot badan atau

semakin meningkat bobot badan cenderung menghasilkan persentase karkas yang tinggi pula.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan sebagai berikut: (1) Pemberian pakan komersial-dedak padi dengan level pakan komersial yang semakin tinggi mampu meningkatkan konsumsi pakan, bobot potong dan persentase karkas itik manila jantan maupun betina, sehingga dapat meningkatkan bobot potongnya. (2) Jenis kelamin jantan mempunyai konsumsi pakan, penambahan bobot badan dan persentase lebih tinggi dan konversi pakan lebih rendah dari itik manila betina. (3) Interaksi Pemberian pakan dengan komposisi pakan komersial (BP-12) dan dengan dedak padi tidak berpengaruh nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- Atik, T. (2005). Pengaruh Penambahan Enzim Dalam Ransum Terhadap Performan Itik Lokal Jantan. *Skripsi*. Jurusan/Program Studi Produksi Ternak. Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Brahmantyo, B. (2003). Karakteristik pertumbuhan Itik Pegagan umur 0-20 minggu sebagai plasma nutfah. *Jurnal Veteriner*, 5(3), 45-47.
- Conn, C. N. (2002). *Digestion and metabolism*. In: Bell, D. D. dan William D. Weaver, Jr. (Editors). Commercial Chicken Meat and Egg Production. 5th Edition. Kluwer Academic Publishers, Norwell.
- Church, D. C. (1979). *Livestock Feed and Feeding*. Durhan and Cowney, Inc. Portlan. Oregon.
- Damayanti, A. P. (2006). Kandungan Protein, Lemak Daging dan Kulit Itik, Entog dan Mandalung Umur 8 Minggu. *J. Agroland*, 13(3).
- Dewanti, Ratih, Jafendi Hasoloan P. S., & Zuprizal. (2009). Pengaruh Pejantan dan Pakan Terhadap Pertumbuhan Itik Turi Sampai Umur 8 Minggu. *Buletin Peternakan*, 33(2), 88-95.
- Fan, H.P., M. Xie, W.W. Wang, S.S. Hou, & W. Huang. (2008). Effect of dietary energy on growth performance and carcass quality of white growing pekin ducks from two to six weeks of age. *Poult. Sci.*, 87, 1162-1164
- Fuller, R. (1992). History and development of probiotic. Dalam : Fuller, R. (Ed). Probiotic The Science Basic. Chapman and Hall, London. (Dikutip dari Agustina, D. Iriyanti, N. dan Mugiyono, S. *Jurnal Ilmiah Peternakan*, 1(2), 691 – 698.
- Hafid, H. (1998). Kinerja produksi sapi australian commercial cross yang dipelihara secara fedlot dengan kondisi bakalan dan lama penggemukan yang berbeda. *Tesis*. Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Hafid, H. (2008). Strategi Pengembangan Peternakan Sapi Potong Di Sulawesi Tenggara Dalam Mendukung Pencapaian Swasembada Daging Nasional. *Orasi Ilmiah Pengukuhan Guru Besar*. Universitas Haluoleo, Kendari.
- Hafid, H. (2011). *Pengantar Evaluasi Karkas*. Cetakan Pertama Unhalu Press, Kendari.
- Hafid, H., Nuraini & Inderawati. (2014). Sifat organoleptik daging itik afkir yang diberi perlakuan stimulasi listrik. *Prosiding Seminar Nasional Peternakan*. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Hafid H., Nuraini, & Inderawati. (2015). Potensi produksi karkas itik lokal afkir yang berasal dari peternakan rakyat di sulawesi tenggara. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*, 2015, Jakarta.
- Hernandez, F., J. Madrid, V. Garcia, J. Orengo, & M.D. Megias. (2004). Influence of two plants extracts on broilers performance, digestibility, and digestive organ size. *Poult. Sci.*, 83, 169-174.
- Ichwan, M. (2005). *Membuat Pakan Ayam Ras Pedaging*. PT. Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Lesson, S., & J. D. Summers. (2001). *Scott's Nutrition of Chicken*. Fourth Edition. University Books. Canada.
- Lukman, H. (1995). Perbedaan Karakteristik Daging, Karkas dan Sifat lahannya antara Itik Afkir dan Ayam Petelur Afkir. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Matitaputty, P.R. (2002). Upaya memperbaiki pertumbuhan dan efisiensi pakan mandalung melalui fortifikasi pakan dengan imbuhan pakan avilamisina. *Tesis*. Bogor. Sekolah PascaSarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Matitaputty, P.R. & Suryana. (2014). Tinjauan tentang performans itik Cihateup (*Anas platyrhynchos Javanica*) sebagai Sumberdaya Genetik Unggas Lokal di Indonesia. *JITV*, 24, 171-178.
- Mc Donald, P.R.A, Edwards, & Greehalg, JFD. (2002). *Animal Nutrition 6thED*. Longman Scientificand Technical, Jhon Willey and Sonc Inc. New York.
- Nasroedin, (1995). *Ilmu Produksi Ternak Unggas*. Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- National Research Council. (1994). *Nutrisi Requirement of Poultry: Ninth Revised Edition*. National Academy Press. Washington D.C. USA.
- Nirtayasa, A. K. I. (2012). *Manfaat dedak padi yang difermentasi oleh khamir saccharomyces cerevisiae dalam ransum itik bali jantan*. Jurnal Peternakan.
- Nursasih, E. (2005). Kecernaan zat makanan dan efisiensi pakan pada kambing Peranakan Etawah yang mendapat ransum dengan sumber serat berbeda. *Skripsi*. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Pamungkas, R.S. Ismoyowati, & Santosa, S.A. (2013). Kajian Bobot Tetas, Bobot Badan Umur 4 Dan 8 Minggu Serta Korelasinya Pada Berbagai Itik Lokal (*Anas platyrhynchos*) dan Itik Manila (*Cairina moscata*) Jantan. *Jurnal Ilmiah Peternakan*, 1(2), 488 – 500.
- Perry, T. W., A. E. Cullison, & R. S. Lowrey. (2003). *Feed & Feeding, 6nd ED*. Pearson Education, Inc. Upper Saddleriver. New Jersey.

- Pond, W.G. & Chruch, D.C. (2005). *Basic Animal Nutrition and Feeding, 5nd ED*. Jhon Willey and Sons. New York.
- Paiman, P. (2015). *Experimental Design for Agriculture*. UPY Press. Yogyakarta.
- Prasetyo L. H. (2010). *Panduan Budidaya Dan Usaha Ternak Itik*. Balai Penelitian Ternak, Ciawi Bogor.
- Randa, S.Y., I. Wahyuni, G. Joseph, H.T. Uhi, Rukmiasih, H. Hafid, & A. Parakkasi. (2002). Efek pemberian serat tinggi dan vitamin-E terhadap produksi karkas dan non karkas itik Mandalung. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*, 2002, Bogor.
- Rasyaf, M. (2006). *Bahan Makanan Unggas*. Edisi Revisi. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Resnawati, H., & Hardjosworo. (1976). *Pengaruh Umur Terhadap Persentase Karkas dan Efisiensi Ekonomis pada Ayam Broiler Unsexed*. Lembaran LPP.
- Rumiyani, T., Wiyandana, & J. H. P. Sidadolog. (2011). *Pengaruh pemberian pakan pengisi pada ayam broiler umur 22-28 hari terhadap pertumbuhan kandungan lemak karkas dan daging*. Fakultas Pertanian. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Saifudin. (2000). Perbedaan produksi karkas dan karakteristik daging dada dan paha itik dan entok pasca perebusan. *Skripsi*. Jurusan. Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Soeparno. (2015). *Ilmu dan Teknologi Daging*. Edisi Khusus. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Srigandono, B. (1997). *Beternak Itik Pedaging*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Setiyanto R. D. (2005). Persentase bagian-bagian tubuh itik jantan umur 10 minggu dengan penambahan tepung daun beluntas (*Pluchea Indica L.*) dalam pakan. *Skripsi*. Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sukmaya & Rismayanti, Y. (2010). *Petunjuk Teknis Budidaya Ternak itik*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (Bptp) Jawa Barat.
- Sunari, Rukmiasih, & Peni, S. W. (2001). *Persentasi Bagian Pangan dan Nonpangan Itik Mandalung pada Berbagai Umur*. Lokakarya Unggas Air. Balai Peternakan Ciawi, Bogor.
- Uhi, H.T., Rukmiasih, & A. Parakkasi. (2004). Pemberian pakan berserat tinggi dan suplementasi vitamin E terhadap penampilan itik mandalung. *Media Peternakan*, 6(2), 44-49.
- Wahyuni, Siti.HS, Dwi Cipto Budinuryanto, Herry Supratman, & Suliantari. (2011). Respon broiler terhadap pemberian ransum mengandung dedak padi fermentasi oleh kapang *Aspergillus ficuum*. *J. Ilmu Ternak*, 10(1), 26-31.
- Windhayarti, S. (2010). *Beternak Itik Tanpa Air Edisi Revisi*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Zuprizal. (1993). Pengaruh penggunaan pakan tinggi protein terhadap penampilan, karkas dan pelemakan ayam pedaging fase akhir. *Buletin Peternakan*, 17, 110-118.

Peran Penambahan Pakan Herbal dalam Meningkatkan Efisiensi Nutrisi dan Kesehatan Ruminansia: Implikasi terhadap Swasembada Pangan Berbasis Peternakan

Rezki Amalyadi^{1*}

¹Program Studi Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Mataram

Email: rezkiamalyadi@staff.unram.ac.id

Abstrak

Kemandirian pangan menjadi aspek krusial dalam menjaga ketahanan dan keberlanjutan pasokan pangan, khususnya di tengah tantangan global seperti perubahan iklim, pertumbuhan penduduk, dan keterbatasan sumber daya. Ternak ruminansia berperan strategis dengan mengonversi bahan yang tidak layak konsumsi manusia menjadi produk hewani bergizi tinggi serta memberikan manfaat ekosistem. Namun, produksi ruminansia masih menghadapi kendala berupa rendahnya efisiensi konversi pakan, emisi metana, dan masalah kesehatan hewan. Aditif pakan herbal atau fitogenik menawarkan solusi berkelanjutan melalui peningkatan pencernaan nutrisi, modifikasi mikroba rumen, perbaikan efisiensi pakan, dan peningkatan kesehatan ternak, sekaligus mengurangi penggunaan antibiotik sintetis. Pemanfaatan sumber daya pakan lokal yang dipadukan dengan aditif herbal, integrasi sistem pertanian-peternakan, serta dukungan kebijakan yang tepat dapat meningkatkan produktivitas, menekan dampak lingkungan, dan memperkuat ketahanan pangan nasional.

Kata kunci: Kemandirian pangan, Ternak ruminansia, Aditif pakan herbal, Keberlanjutan peternakan

Abstract

Food self-sufficiency is a crucial element in ensuring the resilience and sustainability of food supply, particularly in the face of global challenges such as climate change, population growth, and limited resources. Ruminant livestock plays a strategic role by converting non-edible resources into high-quality animal products while providing ecosystem services. However, ruminant production still faces challenges such as low feed conversion efficiency, methane emissions, and animal health issues. Herbal or phytogenic feed additives offer a sustainable solution by improving nutrient digestibility, modulating rumen microbiota, enhancing feed efficiency, and boosting animal health, while reducing the reliance on synthetic antibiotics. The utilization of local feed resources combined with herbal additives, the integration of crop–livestock systems, and supportive policies can improve productivity, reduce environmental impacts, and strengthen national food security.

Keywords: Food Self-sufficiency, Ruminant livestock, Herbal feed additives, Livestock sustainability

PENDAHULUAN

Kemandirian pangan sangat penting untuk menjamin otonomi dan kendali suatu wilayah terhadap pasokan pangannya, yang semakin penting dalam menghadapi tantangan global seperti perubahan iklim dan pertumbuhan penduduk (Grolleau *et al.*, 2014; Mamassi *et al.*, 2025). Ternak ruminansia memainkan peran penting dalam mencapai FSS dengan mengubah sumber daya yang tidak dapat dimakan manusia menjadi makanan berkualitas tinggi dan kaya nutrisi, sehingga berkontribusi pada ketahanan dan keberlanjutan pangan (Davis & White, 2020; Perkins *et al.*, 2025). Ternak juga mendukung kesehatan tanah dan menyediakan layanan ekosistem, menjadikannya bagian integral dari sistem pertanian berkelanjutan (Rivero *et al.*, 2021; Teague & Kreuter, 2020). Produksi ternak ruminansia menghadapi beberapa tantangan, termasuk rendahnya efisiensi konversi pakan, emisi metana, dan perlunya peningkatan kesehatan dan kesejahteraan hewan (Martin, 2024; Moorby & Fraser, 2021). Ketidakseimbangan nutrisi dapat menyebabkan pertumbuhan terhambat, penurunan produktivitas, dan peningkatan kerentanan terhadap penyakit, yang merupakan masalah penting dalam manajemen ternak (Rangasami *et al.*, 2024). Selain itu, dampak lingkungan dari produksi ruminansia, khususnya emisi gas rumah kaca, memerlukan pengembangan strategi pemberian pakan yang lebih efisien dan berkelanjutan (Faverdin & Milgen, 2019).

Aditif pakan herbal, juga dikenal sebagai aditif pakan fitogenik, menawarkan solusi yang menjanjikan untuk meningkatkan keberlanjutan sistem peternakan. Senyawa alami ini, yang berasal dari tumbuhan, herba, dan rempah-rempah, telah terbukti meningkatkan kesehatan usus, meningkatkan respons imun, dan mengurangi emisi metana (Parkunan *et al.*, 2024). Aditif pakan fitogenik dapat meningkatkan pencernaan nutrisi dan efisiensi pakan, sehingga menghasilkan kinerja pertumbuhan yang lebih baik dan mengurangi dampak lingkungan (Nastoh *et al.*, 2024). Sifat antimikroba dan antioksidannya juga membantu mengurangi ketergantungan pada antibiotik, mengatasi kekhawatiran mengenai resistensi antimikroba (Biswas & Kim, 2025).

Tujuan utama tinjauan ini adalah untuk menilai peran ternak ruminansia dalam mencapai kemandirian pangan dimana menjelajahi bagaimana ternak ruminansia berkontribusi terhadap SKP dan manfaat serta tantangan terkait; mengidentifikasi tantangan terkini dalam efisiensi nutrisi dan kesehatan hewan dimana meneliti isu-isu terkait efisiensi konversi pakan, dampak lingkungan, dan kesehatan hewan dalam produksi ruminansia; mengevaluasi potensi aditif pakan herbal dimana menyelidiki manfaat dan

mekanisme PFA dalam meningkatkan keberlanjutan sistem peternakan; dan memberikan rekomendasi untuk penelitian dan kebijakan masa depan dimana menyarankan area untuk studi lebih lanjut dan pengembangan kebijakan untuk meningkatkan keberlanjutan dan efisiensi produksi ternak ruminansia. Dengan membahas tujuan-tujuan ini, tinjauan ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang komprehensif tentang keadaan saat ini dan potensi masa depan sistem peternakan ruminansia dalam berkontribusi terhadap ketahanan dan keberlanjutan pangan global.

METODE

Artikel ini disusun menggunakan pendekatan *systematic literature review* untuk mengkaji peran penambahan pakan herbal dalam meningkatkan efisiensi nutrisi dan kesehatan ruminansia serta implikasinya terhadap swasembada pangan berbasis peternakan. Penelusuran literatur dilakukan pada bulan Mei hingga Juli 2025 melalui basis data Scopus, yang dipilih karena cakupannya yang luas dan reputasinya sebagai sumber literatur ilmiah bereputasi internasional. Strategi pencarian menggunakan kombinasi kata kunci “ruminant nutrition” OR “ruminant health” AND “herbal feed additives” OR “phytogenic feed additives” AND “food self-sufficiency” OR “livestock sustainability” dengan bantuan *Boolean operators*. Filter pencarian diterapkan untuk membatasi hasil pada artikel penelitian (*research articles*) dan tinjauan (*review articles*) yang diterbitkan dalam rentang tahun 2004–2025, menggunakan bahasa Inggris dan bahasa Indonesia.

Kriteria inklusi yang digunakan mencakup artikel yang membahas penggunaan aditif pakan herbal atau fitogenik pada ruminansia, menyajikan data atau ulasan mengenai pengaruhnya terhadap pencernaan, efisiensi pakan, produktivitas, kesehatan hewan, atau implikasi lingkungan, serta mengaitkan hasil dengan keberlanjutan sistem peternakan atau swasembada pangan. Sementara itu, kriteria eksklusi meliputi studi yang tidak berfokus pada ruminansia, artikel tanpa akses penuh atau tanpa data relevan, serta publikasi berupa abstrak konferensi, editorial, atau opini tanpa dukungan data ilmiah.

Proses seleksi dilakukan melalui tiga tahap, yakni penyaringan judul dan abstrak untuk mengeliminasi studi yang tidak relevan, telaah teks lengkap untuk memastikan kesesuaian dengan kriteria inklusi, serta pemeriksaan duplikasi dan relevansi tematik oleh dua peneliti secara independen, dengan perbedaan pendapat diselesaikan melalui diskusi hingga tercapai konsensus. Penelusuran awal menghasilkan 146 artikel, kemudian 87 artikel masuk tahap telaah penuh. Setelah dilakukan seleksi lebih lanjut, 31 artikel dieliminasi karena tidak memenuhi kriteria, sehingga diperoleh 56 artikel akhir yang

dianalisis. Data dari artikel terpilih diekstraksi meliputi jenis aditif herbal, spesies ternak, parameter yang diukur (kecernaan, aktivitas mikroba rumen, FCR, produktivitas, kesehatan hewan), serta relevansi terhadap ketahanan pangan dan keberlanjutan. Analisis dilakukan secara tematik untuk mengidentifikasi pola, manfaat, tantangan, dan celah penelitian yang ada.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsep dan Klasifikasi Bahan Tambahan Pakan Herbal

Aditif pakan herbal adalah senyawa alami yang berasal dari tumbuhan, herba, rempah-rempah, dan sumber botani lainnya, yang digunakan dalam nutrisi hewan untuk meningkatkan kualitas pakan, kesehatan hewan, dan performanya. Aditif ini meliputi minyak atsiri, polifenol, terpenoid, dan flavonoid, yang memiliki berbagai fungsi seperti pengaturan sistem kekebalan tubuh, aksi antimikroba, sifat antioksidan, dan pemacu pertumbuhan (Alem, 2024; Hashemi & Davoodi, 2011; Rafeeq *et al.*, 2023). Dianggap sebagai alternatif berkelanjutan untuk antibiotik sintetis dan promotor pertumbuhan karena asal usulnya yang alami dan manfaatnya yang beragam (Abdallah *et al.*, 2019; Biswas *et al.*, 2024; Parkunan *et al.*, 2024). Berasal dari tumbuhan, rempah-rempah, dan herba. Mengandung senyawa fenolik, flavonoid, terpenoid, alkaloid, dan minyak atsiri (Alem, 2024; Rafeeq *et al.*, 2023; Yolci Omeroglu *et al.*, 2019). Menunjukkan sifat antimikroba, antioksidan, antiinflamasi, dan imunomodulator (Biswas *et al.*, 2024; Hashemi & Davoodi, 2011). Mengurangi ketergantungan pada antibiotik sintetis dan meningkatkan kesehatan dan produktivitas hewan (Abdallah *et al.*, 2019; Parkunan *et al.*, 2024).

Tanaman obat mengandung beragam senyawa bioaktif yang berkontribusi terhadap efektivitasnya sebagai aditif pakan. Senyawa-senyawa ini meliputi senyawa fenolik dikenal karena sifat antioksidan dan antimikrobanya (Rafeeq *et al.*, 2023; Yolci Omeroglu *et al.*, 2019); flavonoid bertindak sebagai antioksidan dan stimulan kekebalan tubuh; terpenoid memberikan manfaat antimikroba dan anti inflamasi; alkaloid menunjukkan berbagai aktivitas biologis termasuk sifat antimikroba dan antikanker; saponin dikenal karena efek imunomodulasi dan anti-inflamasinya (Ulrikh *et al.*, 2018); dan minyak atsiri mengandung berbagai bahan aktif yang meningkatkan asupan pakan dan kesehatan usus (Biswas *et al.*, 2024; Rafeeq *et al.*, 2023).

Beberapa sumber herbal lokal telah diidentifikasi potensi penggunaannya sebagai aditif pakan yakni *echinacea purpurea* (bunga kerucut ungu) mengandung polisakarida, flavonoid, dan tanin, yang mendukung fungsi kekebalan tubuh dan kesehatan secara

keseluruhan (Ulrikh *et al.*, 2018); *leuzea carthamoides* (akar maral) kaya akan senyawa bioaktif seperti ecdysteroid, yang meningkatkan pertumbuhan dan meningkatkan kinerja fisik; *silybum marianum* (*holy thistle*) mengandung silymarin, yang dikenal karena sifat hepatoprotektif dan antioksidannya; *calendula officinalis* (*marigold*) mengandung karotenoid dan flavonoid, yang memiliki efek anti-inflamasi dan antioksidan; *houltuynia cordata* digunakan karena sifat antimikroba dan meningkatkan kekebalan tubuh (Cheng *et al.*, 2024); dan *centella asiatica* dikenal karena efek penyembuhan luka dan anti-inflamasinya (Verma & Thakur, 2012).

Pengaruh Tambahan Pakan Herbal Terhadap Efisiensi Nutrisi

Aditif pakan herbal telah terbukti secara signifikan meningkatkan pencernaan nutrisi dan pemanfaatan pakan pada berbagai ternak. Sebagai contoh, penambahan tepung daun *Ficus hookeri* meningkatkan pencernaan nyata bahan kering (BK), bahan organik (BOM), serat deterjen netral (NDF), serat deterjen asam (ADF), dan selulosa pada anak sapi persilangan jantan Jersey yang sedang tumbuh (Santra *et al.*, 2023). Demikian pula, suplementasi tepung daun *Mallotus philippensis* meningkatkan pencernaan DM, OM, NDF, ADF, dan selulosa, sehingga menghasilkan efisiensi konversi pakan yang lebih baik dan pertambahan berat badan harian rata-rata yang lebih tinggi (Santra *et al.*, 2020). Selain itu, aditif pakan fitogenik komposit (cPFA) meningkatkan produksi biomassa mikroba dan pencernaan nutrisi pada domba (Choubey *et al.*, 2014).

Aditif pakan herbal dapat memodulasi aktivitas mikroba rumen, yang krusial untuk meningkatkan efisiensi pakan dan mengurangi emisi metana. Sebagai contoh, penggunaan campuran herbal yang mengandung jahe, bawang putih, Artemisia, dan kunyit meningkatkan kelimpahan relatif filum mikroba bermanfaat seperti *Bacteroidota* dan *Proteobacteria* sekaligus mengurangi archaea metanogenik pada kambing (Rabee *et al.*, 2024). Penelitian lain menemukan bahwa suplementasi *Anethum sowa* meningkatkan konsentrasi asam lemak volatil (VFA) dan rasio asetat terhadap propionat dalam rumen anak kambing Beetal (Hundal *et al.*, 2020). Selain itu, aditif pakan fitogenik seperti saponin telah terbukti menghambat protozoa, sehingga meningkatkan sintesis protein mikroba dan mengurangi produksi metana (Patra & Saxena, 2009).

Aditif pakan herbal telah menunjukkan peningkatan signifikan dalam efisiensi konversi pakan (FCR) dan produktivitas ternak secara keseluruhan. Sebagai contoh, penambahan formula herbal *Superliv* pada pakan broiler meningkatkan bobot badan akhir, pertambahan berat badan harian (PBH), dan FCR (Lipiński *et al.*, 2019). Demikian pula,

penambahan campuran herbal ginseng dan artichoke dalam pakan ayam meningkatkan pertambahan berat badan, FCR, dan parameter kualitas daging (Hossain *et al.*, 2024). Pada sapi perah, suplementasi jintan dan adas meningkatkan produksi dan komposisi susu, yang menunjukkan peningkatan efisiensi pakan (Mahmoud *et al.*, 2020). Selain itu, penggunaan daun pohon Chaste dalam pakan ayam pedaging meningkatkan kinerja pertumbuhan, daya cerna nutrisi, dan respons imun (Minhas *et al.*, 2025). Informasi lebih rinci dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Aspek dan Pengaruh Aditif Herbal pada Ternak

Aspek	Aditif Herbal	Memengaruhi
Kecernaan Nutrisi	<i>Ficus hookeri</i> , <i>Mallotus philippensis</i>	Peningkatan pencernaan DM, OM, NDF, ADF, selulosa (Santra <i>et al.</i> , 2020, 2023)
Aktivitas Mikroba Rumen	Jahe, Bawang Putih, Artemisia, Kunyit	Peningkatan filum mikroba yang bermanfaat, pengurangan metanogen (Rabee <i>et al.</i> , 2024)
Efisiensi Konversi Pakan	Superliv, Ginseng, Artichoke	Peningkatan berat badan, ADG, FCR, kualitas daging (Hossain <i>et al.</i> , 2024; Lipiński <i>et al.</i> , 2019)
Produktivitas Ternak	Jintan, Adas, Pohon Suci	Peningkatan produksi susu, kinerja pertumbuhan, dan pencernaan nutrisi (Mahmoud <i>et al.</i> , 2020; Minhas <i>et al.</i> , 2025)

Aditif pakan herbal menawarkan beragam manfaat dalam nutrisi ternak, termasuk peningkatan pencernaan nutrisi, modulasi aktivitas mikroba rumen, serta peningkatan efisiensi dan produktivitas konversi pakan. Aditif alami ini merupakan alternatif yang menjanjikan bagi pemacu pertumbuhan sintetis, yang berkontribusi pada produksi ternak yang berkelanjutan dan efisien.

Dampak Terhadap Kesehatan Ternak Ruminan

Aditif pakan herbal telah terbukti meningkatkan sistem kekebalan tubuh dan status antioksidan pada ruminansia. Aditif ini, seperti vitamin E, berperan penting dalam mengurangi stres oksidatif, meningkatkan fungsi kekebalan tubuh, dan meningkatkan kualitas daging (Chauhan *et al.*, 2016; Mazur *et al.*, 2019). Aditif pakan fitogenik (PFAs)

seperti minyak esensial, polifenol, dan flavonoid menunjukkan sifat antioksidan yang signifikan, yang membantu mengurangi stres oksidatif dan peradangan (Swelum *et al.*, 2021). Selain itu, senyawa ini dapat meningkatkan kesehatan reproduksi dan produktivitas secara keseluruhan dengan memodulasi fermentasi rumen dan meningkatkan pencernaan nutrisi (Nastoh *et al.*, 2024).

Aditif pakan herbal juga berkontribusi terhadap pencegahan gangguan gastrointestinal dan infeksi pada ruminansia. Ekstrak tumbuhan seperti timi, seledri, dan mesquite telah terbukti dapat meningkatkan fermentasi rumen, mengurangi produksi gas, dan meningkatkan pencernaan nutrisi tanpa efek samping (Cazares-Solis *et al.*, 2024; Khattab *et al.*, 2020). Minyak atsiri dan metabolit sekunder tumbuhan seperti tanin dan saponin telah menunjukkan potensi dalam memodulasi motilitas usus dan mencegah gangguan gastrointestinal (Mendel *et al.*, 2017). Aditif ini juga dapat bertindak sebagai anthelmintik alami, mengurangi ketergantungan pada obat sintetis dan mengurangi risiko resistensi obat (Alem, 2024).

Keamanan aditif pakan herbal dan residunya dalam produk hewani merupakan perhatian penting. Studi menunjukkan bahwa meskipun aditif herbal umumnya aman, terdapat beberapa kasus di mana residu pestisida dalam komponen herbal melebihi Batas Residu Maksimum (BMR) Eropa, sehingga menimbulkan potensi risiko (Siméon *et al.*, 2019). Otoritas Keamanan Pangan Eropa (EFSA) telah mengevaluasi berbagai senyawa herbal dan menyimpulkan bahwa banyak yang aman untuk digunakan dalam pakan ternak pada tingkat yang diusulkan, tanpa risiko signifikan bagi konsumen atau lingkungan ((FEEDAP) *et al.*, 2024; on Additives, Bampidis, Azimonti, de Lourdes Bastos, Christensen, Durjava, *et al.*, 2023; on Additives, Bampidis, Azimonti, de Lourdes Bastos, Christensen, Dusemund, *et al.*, 2023). Namun, pemantauan berkala dan kepatuhan terhadap standar keselamatan sangat penting untuk memastikan keamanan produk hewani (Anadón *et al.*, 2025; Mantovani *et al.*, 2006).

Implikasi Bagi Kemandirian Pangan Berbasis Ternak

Swasembada pangan berbasis peternakan berkontribusi signifikan terhadap produktivitas dan ketahanan pangan nasional dengan meningkatkan efisiensi dan kualitas produk hewani. Penggunaan aditif pakan, terutama aditif herbal dan fitogenik, telah terbukti meningkatkan kinerja, kesehatan, dan kualitas produk ternak. Aditif ini meningkatkan efisiensi pakan, daya cerna nutrisi, dan kesehatan hewan secara keseluruhan, yang pada gilirannya meningkatkan produktivitas dan memastikan pasokan produk hewani

berkualitas tinggi yang stabil (Alagawany *et al.*, 2024; Alem, 2024; Biswas & Kim, 2025; Liu *et al.*, 2025; Parkunan *et al.*, 2024; Yusriani *et al.*, 2025). Selain itu, mengintegrasikan peternakan dengan sistem produksi tanaman, seperti penggunaan pupuk kandang untuk menyuburkan tanaman, dapat meningkatkan kesuburan tanah dan hasil panen, sehingga berkontribusi lebih lanjut terhadap ketahanan pangan (Battheu-Noirfalise *et al.*, 2024; Mabhaudhi *et al.*, 2023).

Pemanfaatan sumber daya lokal untuk pakan dapat meningkatkan kemandirian dan keberlanjutan pakan secara signifikan dalam produksi ternak. Sumber daya pakan lokal, seperti sisa tanaman, rumput asli, dan produk sampingan dari proses pertanian, dapat digunakan secara efektif untuk mengurangi ketergantungan pada pakan impor. Misalnya, mengintegrasikan ruminansia dengan tanaman pohon seperti kelapa sawit dapat menyediakan sumber pakan berkelanjutan sekaligus meningkatkan kesuburan tanah dan mengurangi biaya produksi (Devendra, 2004). Selain itu, penggunaan pakan lokal yang dikombinasikan dengan suplemen herbal dapat mengurangi dampak lingkungan dari produksi ternak dan mendorong penggunaan sumber daya pakan berkelanjutan (Arsenos & Giannenas, 2023; Bindari & Makkar, 2016; Fushai *et al.*, 2025).

Integrasi produksi ternak dengan program strategis nasional dapat meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan. Program yang mendorong penggunaan aditif pakan berkelanjutan, seperti aditif pakan fitogenik, dapat mengurangi ketergantungan pada antibiotik dan pemacu pertumbuhan sintetis, sehingga mengatasi masalah kesehatan masyarakat terkait resistensi antimikroba (Salahi *et al.*, 2025; Zheng *et al.*, 2025). Selain itu, kebijakan yang mendukung pengembangan dan pemanfaatan sumber daya pakan lokal serta sistem terpadu tanaman dan peternakan dapat meningkatkan ketahanan dan efisiensi sistem produksi ternak (Afanasievna *et al.*, 2015; Mabhaudhi *et al.*, 2023). Misalnya, Program Negara Republik Sakha (Yakutia) bertujuan untuk meningkatkan produktivitas ternak dengan meningkatkan nilai biologis nutrisi mereka melalui penggunaan aditif pakan yang efektif (Afanasievna *et al.*, 2015).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kemandirian pangan berbasis peternakan ruminansia berperan penting dalam ketahanan dan keberlanjutan pangan melalui kemampuan mengonversi sumber daya nonpangan menjadi produk hewani bergizi tinggi serta mendukung ekosistem. Tantangan seperti rendahnya efisiensi pakan, emisi metana, dan isu kesehatan hewan dapat diatasi dengan penggunaan aditif pakan herbal yang terbukti meningkatkan pencernaan, efisiensi

konversi pakan, produktivitas, dan kesehatan ternak, sekaligus mengurangi ketergantungan pada antibiotik sintetis. Pemanfaatan sumber daya pakan lokal yang dikombinasikan dengan aditif herbal serta penerapan sistem pertanian-peternakan terpadu, didukung kebijakan berkelanjutan, menjadi strategi kunci untuk meningkatkan produktivitas, menekan dampak lingkungan, dan memperkuat ketahanan pangan nasional.

DAFTAR PUSTAKA

- (FEEDAP), E. P. on A. and P. or S. used in A. F., Bampidis, V., Azimonti, G., Bastos, M. de L., Christensen, H., Dusemund, B., Durjava, M., Kouba, M., López-Alonso, M., & López Puente, S. (2024). Safety of feed additives consisting of hydroxypropyl methyl cellulose (E 464) and methyl cellulose (E 461) for all animal species (International Cellulosics Association). *EFSA Journal*, 22(2), e8637.
- Abdallah, A., Zhang, P., Zhong, Q., & Sun, Z. (2019). Application of traditional Chinese herbal medicine by-products as dietary feed supplements and antibiotic replacements in animal production. *Current Drug Metabolism*, 20(1), 54–64.
- Afanasievna, N. N., Viktorovich, P. V., Matveevna, C. N., & Fedoseevich, G. M. (2015). The use of feed additives in the diet of cows and young cattle in Yakutia. *Biosciences Biotechnology Research Asia*, 12(2), 1651–1657.
- Alagawany, M., Sallam, S., & Abd El-Hack, M. E. (2024). *Organic Feed Additives for Livestock*. Elsevier Science & Technology.
- Alem, W. T. (2024). Effect of herbal extracts in animal nutrition as feed additives. *Heliyon*, 10(3).
- Anadón, A., Martínez-Larrañaga, M.-R., Ares, I., & Martínez, M.-A. (2025). Regulatory aspects for the drugs and chemicals used in food-producing animals in the European Union. In *Veterinary toxicology* (pp. 97–130). Elsevier.
- Arsenos, G., & Giannenas, I. (2023). *Sustainable use of feed additives in livestock: novel ways for animal production*. Springer.
- Battheu-Noirfalise, C., Mertens, A., Soyeurt, H., Stilmant, D., Froidmont, E., & Beckers, Y. (2024). Influence of crop-livestock integration on direct and indirect contributions of beef systems to food security. *Agricultural Systems*, 220, 104067.
- Bindari, Y. R., & Makkar, H. P. S. (2016). Towards implementation of sustainable animal diets: evidence generation, perspective building and way forward. *CABI Reviews*, 2016, 1–27.
- Biswas, S., Ahn, J. M., & Kim, I. H. (2024). Assessing the potential of phytogenic feed additives: A comprehensive review on their effectiveness as a potent dietary enhancement for nonruminant in swine and poultry. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 108(3), 711–723.
- Biswas, S., & Kim, I. H. (2025). A thorough review of phytogenic feed additives in non-ruminant nutrition: production, gut health, and environmental concerns. *Journal of Animal Science and Technology*, 67(3), 497.
- Cazares-Solis, A. C., Rodríguez-Guerrero, V., Castañeda Hernández, O., & Melgoza Contreras, L. M. (2024). Application of the SeDeM system for the preparation of

antiparasitic tablets from mesquite flour for use in sheep. *Tropical Animal Health and Production*, 56(2), 81.

- Chauhan, S. S., Liu, F., Leury, B. J., Cottrell, J. J., Celi, P., & Dunshea, F. R. (2016). Functionality and genomics of selenium and vitamin E supplementation in ruminants. *Animal Production Science*, 56(8), 1285–1298.
- Cheng, Z., Lin, S., Wu, Z., Lin, C., Zhang, Q., Xu, C., Li, J., & Long, C. (2024). Study on medicinal food plants in the Gaoligongshan Biosphere Reserve, the richest biocultural diversity center in China. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 20(1), 10.
- Choubey, M., Pattanaik, A. K., Baliyan, S., Kumar, A., Kumar, A., Dutta, N., Jadhav, S. E., & Sharma, K. (2014). Effect of a composite phytochemical feed additive on in vitro substrate degradation and methanogenesis and in vivo rumen fermentation. *Animal Nutrition and Feed Technology*, 14(3), 523–534.
- Davis, T. C., & White, R. R. (2020). Breeding animals to feed people: The many roles of animal reproduction in ensuring global food security. *Theriogenology*, 150, 27–33.
- Devendra, C. (2004). Integrated tree crops–ruminants systems: potential importance of the oil palm. *Outlook on Agriculture*, 33(3), 157–166.
- Faverdin, P., & Milgen, J. van. (2019). *Integrate scale changes to improve the efficiency of livestock production (systems?) and reduce emissions*.
- Fushai, F., Chitura, T., & Oke, O. E. (2025). Climate-smart livestock nutrition in semi-arid Southern African agricultural systems. *Frontiers in Veterinary Science*, 12, 1507152.
- Grolleau, L., Falaise, D., Moreau, J. C., Delaby, L., & Lusson, J. M. (2014). *Evaluation of the self-sufficiency and productivity of ruminant farms using three new indicators*.
- Hashemi, S. R., & Davoodi, H. (2011). Herbal plants and their derivatives as growth and health promoters in animal nutrition. *Veterinary Research Communications*, 35(3), 169–180.
- Hossain, M. M., Cho, S. B., Kang, D.-K., Nguyen, Q. T., & Kim, I. H. (2024). Comparative effects of dietary herbal mixture or guanidinoacetic acid supplementation on growth performance, cecal microbiota, blood profile, excreta gas emission, and meat quality in Hanhyup-3-ho chicken. *Poultry Science*, 103(4), 103553.
- Hundal, J. S., Wadhwa, M., & Bakshi, M. P. S. (2020). Effect of supplementing herbal feed additive anethum sowa on nutrient utilization, productive performance and carcass characteristics of male beetal kids. *Animal Nutrition and Feed Technology*, 20(1), 25–38.
- Khattab, M. S. A., Abd El Tawab, A. M., Hadhoud, F. A., & Shaaban, M. M. (2020). Utilizing of celery and thyme as ruminal fermentation and digestibility modifier and reducing gas production. *International Journal of Dairy Science*, 15(1), 22–27.
- Lipiński, K., Antoszkiewicz, Z., Kotlarczyk, S., Mazur-Kuśnerek, M., Kaliniewicz, J., & Makowski, Z. (2019). The effect of herbal feed additive on the growth performance, carcass characteristics and meat quality of broiler chickens fed low-energy diets. *Archives Animal Breeding*, 62(1), 33–40.

- Liu, L., Wang, P., Liu, S., Yan, M., Zhang, Q., Clark, E., & Wang, J. (2025). Meta-analyses of the global impact of non-antibiotic feed additives on livestock performance and health. *Journal of Advanced Research*.
- Mabhaudhi, T., Chibarabada, T. P., & Sikka, A. (2023). Status of integrated crop-livestock research in the mixed farming systems of the Global South: a scoping study. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7, 1241675.
- Mahmoud, A. E. M., Rahmy, H. A. F., & Ghoneem, W. M. A. (2020). *Role of Caraway, Fennel and Melissa addition on productive performance of lactating Frisian cows*.
- Mamassi, A., Guilpart, N., Muneret, L., & Accatino, F. (2025). Water-cropland resources and agricultural management shape the main interactions with food self-sufficiency goals. *Global Food Security*, 44, 100841.
- Mantovani, A., Maranghi, F., Purificato, I., & Macri, A. (2006). Assessment of feed additives and contaminants: an essential component of food safety. *ANNALI-ISTITUTO SUPERIORE DI SANITA*, 42(4), 427.
- Martin, G. B. (2024). Perspective: science and the future of livestock industries. *Frontiers in Veterinary Science*, 11, 1359247.
- Mazur, M., Zwyrzykowska-Wodzińska, A., Wojtas, E., Zachwieja, A., & Salejda, A. M. (2019). Effect of yerba mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) supplementation on oxidative stress in ruminants. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 79(2), 316–322.
- Mendel, M., Chłopecka, M., Dziekan, N., & Karlik, W. (2017). Phytogenic feed additives as potential gut contractility modifiers—A review. *Animal Feed Science and Technology*, 230, 30–46.
- Minhas, S., Sharma, A., & Chahota, R. (2025). Effects of Chaste tree (*Vitex negundo*) leaves as an antibiotic growth promoter alternative on growth performance, digestibility, carcass traits, immunity and antioxidant status of broiler birds. *Tropical Animal Health and Production*, 57(6), 281.
- Moorby, J. M., & Fraser, M. D. (2021). New feeds and new feeding systems in intensive and semi-intensive forage-fed ruminant livestock systems. *Animal*, 15, 100297.
- Nastoh, N. A., Waqas, M., Çınar, A. A., & Salman, M. (2024). The impact of phytogenic feed additives on ruminant production: A review. *Journal of Animal and Feed Sciences*.
- on Additives, E. P., Bampidis, V., Azimonti, G., de Lourdes Bastos, M., Christensen, H., Durjava, M., Kouba, M., López-Alonso, M., Puente, S. L., & Marcon, F. (2023). Safety and efficacy of a feed additive consisting of an essential oil from the leaves of *Laurus nobilis* L.(laurel leaf oil) for all animal species (FEFANA asbl). *EFSA Journal*, 21(3), e07875.
- on Additives, E. P., Bampidis, V., Azimonti, G., de Lourdes Bastos, M., Christensen, H., Dusemund, B., Durjava, M., Kouba, M., López-Alonso, M., & Puente, S. L. (2023). Safety of 41 flavouring compounds providing a herbal flavour and belonging to different chemical groups for use as feed additives in all animal species (FEFANA asbl). *EFSA Journal*, 21(10), e08340.

- Parkunan, T., Bharti, M. K., Govindasamy, T., Kumar, M., Ramasamy, D. K., & Mahesh, M. S. (2024). Herbal Feed Additives and Supplements for a Sustainable Ruminant Production. In *Feed Additives and Supplements for Ruminants* (pp. 197–234). Springer.
- Patra, A. K., & Saxena, J. (2009). The effect and mode of action of saponins on the microbial populations and fermentation in the rumen and ruminant production. *Nutrition Research Reviews*, 22(2), 204–219.
- Perkins, L., Barnes, K., Cristobal-Carballo, O., Dimonaco, N. J., Santos, F. G., Kyriazakis, I., Lawther, K., Lively, F., Morrison, S., & Nugent, A. (2025). Challenges and opportunities for sustainable ruminant production based upon One Health principles. *Proceedings of the Nutrition Society*.
- Rabee, A. E., Mohamed M. Ghandour, M., Sallam, A., Elwakeel, E. A., Mohammed, R. S., Sabra, E. A., Abdel-Wahed, A. M., Mourad, D. M., Hamed, A. A., & Hafez, O. R. (2024). Rumen fermentation and microbiota in Shami goats fed on condensed tannins or herbal mixture. *BMC Veterinary Research*, 20(1), 35.
- Rafeeq, M., Bilal, R. M., Batool, F., Yameen, K., Farag, M. R., Madkour, M., Elnesr, S. S., El-Shall, N. A., Dhama, K., & Alagawany, M. (2023). Application of herbs and their derivatives in broiler chickens: a review. *World's Poultry Science Journal*, 79(1), 95–117.
- Rangasami, S. R. S., Purnima, M., Pushpam, R., Ajaykumar, R., Thirunavukkarasu, M., Sathiya, K., Rajanbabu, V., & Yazhini, G. (2024). Enhancing animal nutritional security through Biofortification in forage crops: A comprehensive review. *Indian Journal of Animal Research*, 58(11), 1838–1845.
- Rivero, M. J., Lopez-Villalobos, N., Evans, A., Berndt, A., Cartmill, A., Neal, A. L., McLaren, A., Farruggia, A., Mignolet, C., & Chadwick, D. (2021). Key traits for ruminant livestock across diverse production systems in the context of climate change: perspectives from a global platform of research farms. *Reproduction, Fertility and Development*, 33(2), 1–19.
- Salahi, A., Attia, Y. A., Zabermawi, N. M., Bovera, F., Shafi, M. E., Laudadio, V., & Tufarelli, V. (2025). Wheat Bran Beyond a Fiber Source for Sustainable Poultry Nutrition: A Comprehensive Review. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 76(2), 9321–9348.
- Santra, A., Das, S. K., Mandal, A., & Dutta, T. K. (2020). Influence of Kamela (*Mallotus philippensis*) leaves as herbal feed additive on nutrient utilization and performances in growing crossbred calves. *Indian Journal of Animal Sciences*, 90(10), 1402–1406.
- Santra, A., Taku, T., Tripura, S., Das, S. K., & Dutta, T. K. (2023). Dietary supplementation of *Ficus hookeri* leaves as herbal feed additive affects nutrient utilization and growth performances in growing crossbred calves. *The Indian Journal of Animal Sciences*, 93(3), 287–292.
- Siméon, F. M., Coralie, A., Clara, L., Johann, H., & Sylvain, K. (2019). Pesticide residues in botanics used in feed additives: focusing on wild vs cultivable plants. *International Journal of Environmental Pollution and Remediation*, 7, 36–44.

- Swelum, A. A., Hashem, N. M., Abdelnour, S. A., Taha, A. E., Ohran, H., Khafaga, A. F., El-Tarabily, K. A., & Abd El-Hack, M. E. (2021). Effects of phytogenic feed additives on the reproductive performance of animals. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(10), 5816–5822.
- Teague, R., & Kreuter, U. (2020). Managing grazing to restore soil health, ecosystem function, and ecosystem services. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 534187.
- Ulrikh, E. V., Khaliullin, R. S., Ganieva, I. A., Izhmulkina, E. A., & Arzjutov, M. N. (2018). The content of biologically active substances in phytobiotics used for agricultural animals and poultry. *International Journal of Engineering and Technology (UAE)*, 7(3.14 Special Issue 14), 445–449.
- Verma, J., & Thakur, K. (2012). Kusum Ethnobotanically important plants of Mandi and Solan districts of Himachal Pradesh, Northwest Himalaya. *Plant Arch*, 12, 185–190.
- Yolci Omeroglu, P., Acoglu, B., Özdal, T., Tamer, C. E., & Çopur, Ö. U. (2019). Extraction techniques for plant-based bio-active compounds. In *Natural Bio-active Compounds: Volume 2: Chemistry, Pharmacology and Health Care Practices* (pp. 465–492). Springer.
- Yusriani, Y., Usrina, N., Qomariyah, N., Hayanti, S. Y., & Nathania, N. M. (2025). Use and addition of feed additives to livestock: in review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1476(1), 12027.
- Zheng, S., Li, Y., Chen, C., Wang, N., & Yang, F. (2025). Solutions to the Dilemma of Antibiotics Use in Livestock and Poultry Farming: Regulation Policy and Alternatives. *Toxics*, 13(5), 348.

Karakteristik Fisik dan Organoleptik Pengawetan Daging Rusa menggunakan Tepung Sagu dan Garam pada Suhu Ruang

M. Fabian Noor Fajar^{1*}, Sritiasni¹, Gallusia Marhaeny Nur Isty¹

¹Penyuluhan Peternakan dan Kesejahteraan Hewan, Politeknik Pembangunan Pertanian Manokwari, Indonesia

Email: mfabiannoorfajar@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas penggunaan tepung sagu dan garam sebagai bahan pengawet alami terhadap kualitas fisik dan organoleptik daging rusa (*Cervus timorensis*) selama penyimpanan pada suhu ruang. Parameter yang dianalisis meliputi masa simpan, nilai pH, keempukan, serta karakteristik organoleptik yang mencakup aroma, warna, dan tekstur. Penelitian menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari empat perlakuan dan lima ulangan. Perlakuan meliputi kombinasi daging rusa 250 gram dengan variasi tepung sagu (0, 100, 200, 300 gram) dan garam 15 gram. Hasil menunjukkan bahwa kombinasi tepung sagu dan garam memberikan pengaruh yang nyata ($P \leq 0,05$) terhadap stabilitas pH, keempukan, dan daya terima sensorik. Perlakuan terbaik untuk tekstur ditemukan pada P2 (250 g daging + 200 g tepung sagu + 15 g garam), sedangkan P3 (300 g tepung sagu) lebih unggul dalam menjaga warna dan aroma daging. Penambahan garam terbukti efektif menghambat pertumbuhan mikroorganisme pembusuk, sementara tepung sagu berfungsi sebagai penyerap air bebas dan pelindung permukaan daging. Daging pada perlakuan kontrol (P0) mengalami pembusukan lebih cepat dibandingkan perlakuan lainnya. Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan kombinasi bahan lokal seperti tepung sagu dan garam mampu memperlambat laju kerusakan daging pada suhu ruang serta mempertahankan kualitas fisik dan organoleptik daging rusa secara signifikan. Metode ini berpotensi menjadi alternatif pengawetan alami yang sederhana, murah, dan efektif

Kata kunci: Daging rusa, Organoleptik, Pengawetan alami, Tepung sagu

Abstract

*This study aimed to evaluate the effectiveness of sago flour and salt as natural preservatives on the physical and organoleptic quality of Timor deer meat (*Cervus timorensis*) during storage at room temperature. The parameters analyzed included shelf life, pH value, tenderness, and organoleptic characteristics such as aroma, color, and texture. The research was conducted using an experimental method based on a Completely Randomized Design (CRD) consisting of four treatments and five replications. The treatments involved 250 grams of deer meat combined with varying amounts of sago flour (0, 100, 200, and 300 grams) and 15 grams of salt. The results showed that the combination of sago flour and salt had a significant effect ($P \leq 0.05$) on pH stabilization, tenderness, and sensory acceptability. The best texture was observed in treatment P2 (250 g meat + 200 g sago flour + 15 g salt), while P3 (300 g sago flour) was superior in maintaining color and aroma. Salt effectively inhibited the growth of spoilage microorganisms, while sago flour acted as a moisture absorber and surface protector. The control treatment (P0) spoiled faster than the others. These findings indicate that the combination of local ingredients such as sago flour and salt can significantly slow the deterioration of deer meat at room temperature and maintain its physical and sensory quality. This method offers a simple, affordable, and effective natural preservation technique.*

Keywords: Deer meat, Organoleptic, Natural preservatives, Sago flour

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki banyak kekayaan *fauna*, salah satunya yaitu *spesies* rusa yang tersebar di banyak wilayah seperti Nusa Tenggara Timur, Nusa Tenggara Barat, Maluku, dan Papua. Terdapat empat spesies rusa *endemik* di Indonesia, yaitu rusa sambar (*Cervus unicolor*), rusa timor (*Rusa timorensis*), rusa bawean (*Axis kuhli*), dan rusa muncak (*Muntiacus muntjak*). *Spesies-spesies* rusa ini tidak hanya mencerminkan kekayaan keanekaragaman hayati Indonesia, tetapi menunjukkan potensi besar pengelolaan rusa sebagai ternak, baik untuk kepentingan konservasi maupun komersial, jika dikelola dengan baik. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 8 Tahun 1999 tentang pemanfaatan jenis tumbuhan dan satwa liar, rusa dapat dimanfaatkan dalam berbagai bentuk seperti penelitian, pengembangan, penangkaran, peragaan, perdagangan, hingga perburuan (Maha *et al.*, 2021)

Masyarakat Manokwari kerap melakukan perburuan hewan liar seperti babi hutan dan rusa, selain itu penebangan pada tumbuhan seperti buah merah, kayu akwai, dan sagu yang sering digunakan sebagai bahan makanan atau dijual secara langsung. Perburuan dilakukan selama 3-7 hari didalam hutan, pemburu tidak membawa seutuhnya hasil buruan dikarenakan membutuhkan waktu sehari-hari yang dapat merusak kualitas daging rusa.

Daging rusa memiliki keunggulan dari sisi gizi. Daging rusa dikenal memiliki kadar kolesterol dan lemak yang lebih rendah dibandingkan daging sapi atau ternak lainnya (Siswanto, 2011). Tekstur dagingnya yang lembut dan cita rasanya yang khas menjadikan daging rusa sebagai alternatif yang menarik bagi konsumen yang menginginkan daging berkualitas tinggi dan sehat. Namun, penanganan daging rusa yang tidak tepat dapat menimbulkan risiko. Banyak masyarakat yang cenderung membiarkan daging pada suhu ruangan (sekitar 27-30°C) untuk waktu lama yang dapat mengakibatkan kontaminasi bakteri (Rahayu *et al.*, 2022). Hal ini menekankan pentingnya teknik pengawetan yang baik untuk menjaga kualitas daging.

Tepung sagu juga banyak dimanfaatkan dalam pengolahan makanan untuk meningkatkan tekstur, daya serap air, dan mengurangi penyusutan. Selain itu, harganya yang relatif terjangkau membuatnya menjadi bahan tambahan yang ideal dalam mengurangi biaya produksi (Sepriyani *et al.*, 2022). Sementara itu, garam memiliki peran penting dalam pengawetan daging karena kemampuannya menghambat pertumbuhan organisme pembusuk, menjaga kelembaban, dan menambah cita rasa (Supriyanto, 2022). Garam juga mengandung kalsium dan magnesium, yang mendukung proses pengawetan.

Ketika daging diawetkan dengan garam selama sebulan, rasa daging akan sedikit asam, permukaannya menguning, teksturnya menjadi lebih padat, namun tetap aman untuk dikonsumsi.

Berdasarkan uraian diatas, untuk memperpanjang masa simpan dan mengetahui pH, keempukan, dan organoleptik hasil buruan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penggunaan tepung sagu dan garam untuk pengawetan daging rusa, serta berkontribusi terhadap pemahaman yang lebih mendalam mengenai pengawetan daging yang berkelanjutan dan aman.

METODE

Kegiatan mengenai kajian penelitian dilaksanakan di lab pengolahan hasil Politeknik Pembangunan Pertanian Manokwari. Dimulai dari bulan Februari sampai dengan April 2025. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuantitatif dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan dan 5 ulangan menghasilkan 20 unit satuan. P0 sebagai kontrol, P1 dengan 100gram tepung sagu dan 15 garam, P2 dengan 200gram tepung sagu dan 15gram garam, dan P3 dengan 300gram tepung sagu dan 15gram garam. Data dianalisis menggunakan Kruskal Wallis untuk uji organoleptik, Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola searah untuk fisik dan organoleptik daging rusa menggunakan program analisis data SPSS. Jika terdapat perbedaan secara nyata, maka dilanjutkan dengan uji *duncan*. Pengolahan data menggunakan program SPSS. Bahan dan alat yang digunakan yaitu daging rusa, tepung sagu, dan garam. Peralatan penelitian yaitu wadah plastik, termometer, pH meter, timbangan digital, pisau daging, talenan, baskom, kantong plastik, tisu, dan seperangkat alat organoleptik seperti piring kecil, bulpoin, kertas, dan format uji rating.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 Hasil Karakteristik Fisik Daging Rusa

Variabel	Perlakuan				Sig
	P0	P1	P2	P3	
pH	7.26 ^a	7.52 ^b	7,54 ^b	7,66 ^b	*
keempukan	0,56	1,92	1,44	1,95	Ns

Ket: Angka yang diikuti superskrip yang berbeda pada pada baris yang sama menunjukkan adanya brda nyata antar perlakuan ($P \leq 0,05$). Tanda * = Signifikan, ** = sangat signifikan, Ns = Non Signifikan

pH

Selama penyimpanan 7 hari pada suhu ruang, nilai pH menunjukkan pola yang berbeda pada setiap perlakuan. Pada (P0), yang tidak diberi garam dan tepung sagu, terjadi penurunan pH yang cukup tajam, yang mengindikasikan bahwa proses pembusukan berlangsung lebih cepat. Hal ini terjadi karena mikroorganisme pembusuk lebih aktif memecah protein menjadi senyawa asam, seperti asam *laktat*, asam *asetat*, dan senyawa asam lainnya. Penurunan pH ini adalah gejala umum dari daging yang mulai rusak. Hasil ini sejalan dengan penelitian Toldra, 2017, yang menyebutkan bahwa mikroba yang tidak dikendalikan akan menghasilkan senyawa asam dalam jumlah besar selama proses pembusukan. Sebaliknya, pada perlakuan P1, P2, dan P3, nilai pH juga menurun tetapi tidak terlalu drastis, ini menunjukkan bahwa penambahan garam dan tepung sagu berhasil memperlambat proses pembusukan.

Keempukan

Berdasarkan hasil penelitian, P0 memiliki nilai terendah ini dikarenakan daging sudah mengalami proses pembusukan sehingga jaringan ikat dan serat otot menjadi lebih mudah terdegradasi, menyebabkan teksturnya menjadi lebih lunak dan empuk. Sementara itu, P3, yang menggunakan jumlah tepung sagu tertinggi, menghasilkan nilai tertinggi dibandingkan perlakuan lain karena tingginya konsentrasi tepung sagu meningkatkan kadar kelembapan di sekitar daging, sehingga struktur jaringan otot menjadi lebih tahan terhadap perubahan tekstur yang terlalu lunak. Sedangkan perlakuan P1 menunjukkan nilai keempukan sedikit dibawah P3, dan perlakuan P2 menghasilkan nilai keempukan dibawah P1. Ini sejalan dengan pendapat Sepriyani *et al.* (2022) yang menyatakan bahwa tepung sagu dapat memperlambat penyusutan dan menjaga kelembapan tergantung konsentrasi yang diberikan. Tingkat kelembapan daging sangat berpengaruh terhadap keempukan, karena air dalam jaringan otot berfungsi sebagai pelumas yang memudahkan pemotongan serat otot, sehingga daging terasa lebih empuk (Lawrie & Edward., 2022)

Masa Simpan

Hasil observasi selama 7 hari menunjukkan bahwa penambahan garam dan tepung sagu efektif memperlambat pembusukan daging rusa pada suhu ruang. Perlakuan tanpa tambahan (P0) mulai membusuk pada hari ke2. Sebaliknya, perlakuan P1, P2, dan P3 yang mengandung garam dan tepung sagu menunjukkan kondisi fisik paling optimal pada hari ke-4, ditandai dengan warna yang masih baik dan permukaan mulai mengeras akibat penyerapan air. Garam berfungsi sebagai antimikroba dengan mengikat air, sedangkan

tepung sagu menyerap kelembaban, sehingga menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Meskipun mutu menurun pada hari ke-7, P1, P2, dan P3 tetap mengalami pembusukan lebih lambat dibandingkan P0.

Tabel 2 Hasil Organoleptik Daging Rusa

Parameter	Tepung Sagu				Sig
	0	100	200	300	
Tekstur	1.00 ± 0.00 ^a	4.05 ± 0.68 ^b	4.35 ± 0.74 ^b	4.05 ± 0.75 ^b	*
Aroma	1.00 ± 0.00 ^a	1.70 ± 0.73 ^b	1.85 ± 0.74 ^b	2.20 ± 0.69 ^b	*
Warna	1.25 ± 0.00 ^a	1.75 ± 0.90 ^b	2.30 ± 1.12 ^b	4.45 ± 1.14 ^b	*

Ket: Angka yang diikuti superskrip yang berbeda pada pada baris yang sama menunjukkan adanya brda nyata antar perlakuan ($P \leq 0,05$). Tanda * = Signifikan, ** = sangat signifikan, Ns = Non Signifikan

Tekstur

Penambahan tepung sagu dan garam memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai tekstur daging rusa ($P < 0,05$). Parameter tekstur merupakan indikator penting dalam menilai kualitas fisik daging, karena berhubungan langsung dengan daya terima konsumen terhadap kekenyalan struktur produk. Berdasarkan hasil pengamatan, (P0) tanpa tambahan bahan menunjukkan nilai tekstur terendah secara signifikan sebesar 1,00. Hal ini menunjukkan bahwa tanpa perlakuan, struktur jaringan daging rusa mengalami kerusakan lebih cepat selama penyimpanan. Kerusakan tersebut disebabkan oleh proses *autolisis*, yaitu degradasi protein otot oleh enzim *endogen* seperti *katepsin* dan *kalpain*, serta aktivitas mikroorganisme pembusuk yang mempercepat pelunakan jaringan (Utami., 2024)

Aroma

Berdasarkan Tabel 2, diketahui bahwa perlakuan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai aroma daging rusa ($P < 0,05$). Temuan ini menunjukkan bahwa variasi perlakuan dalam penambahan tepung sagu dan garam berdampak nyata terhadap persepsi aroma daging oleh panelis. P0 sebagai kontrol memperoleh nilai aroma terendah, yang mencerminkan rendahnya tingkat penerimaan panelis terhadap aroma daging tersebut. Secara visual maupun melalui indera penciuman, daging pada perlakuan P0 menunjukkan perubahan organoleptik negatif, seperti timbulnya bau busuk yang menandakan kerusakan. Hal ini disebabkan oleh proses dekomposisi protein dan lemak oleh aktivitas mikroorganisme selama penyimpanan, yang menghasilkan senyawa *volatil* seperti *amonia*, senyawa *sulfur*, dan *aldehida* (Jay, 2000). Kehadiran senyawa-senyawa ini

menyebabkan aroma daging menjadi tidak sedap dan tidak dapat diterima secara sensori oleh panelis.

Warna

Berdasarkan hasil analisis, pemberian tepung sagu dan garam memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai warna daging rusa ($P < 0,05$). (P0) menunjukkan skor warna terendah, yang mengindikasikan terjadinya perubahan visual yang tidak diinginkan pada daging. Perubahan ini umumnya ditandai dengan munculnya warna yang lebih gelap, kecokelatan, atau bahkan kusam, akibat *oksidasi pigmen mioglobin* menjadi *metmioglobin* selama penyimpanan. (Lawrie & Ledward 2022), menjelaskan bahwa *oksidasi pigmen* merupakan faktor utama penyebab penurunan mutu warna pada daging segar. Sebaliknya, perlakuan dengan penambahan tepung sagu dan garam mampu menjaga warna daging agar tetap menarik secara visual. Warna merah yang stabil menunjukkan bahwa perlakuan tersebut berkontribusi dalam memperlambat reaksi *oksidatif*. Tepung sagu membentuk lapisan pelindung yang membatasi kontak langsung daging dengan oksigen, sehingga memperlambat transformasi *oksimioglobin* menjadi *metmioglobin*. Selain itu, garam memberikan efek penghambatan terhadap aktivitas mikroorganisme dan enzim yang mempercepat kerusakan warna, menjadikan kombinasi kedua bahan ini berfungsi ganda sebagai agen protektif.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penambahan tepung sagu dan garam berpengaruh nyata dalam memperlambat pembusukan serta menjaga mutu fisik dan organoleptik daging rusa pada suhu ruang. Perlakuan terbaik berbeda antar parameter: 200 gram tepung sagu dan 15 gram garam unggul pada tekstur, sementara 300 gram tepung sagu dan 15 gram garam lebih baik dalam menjaga aroma dan warna. Ini menunjukkan bahwa penggunaan bahan lokal seperti tepung sagu dapat menjadi solusi pengawetan daging yang sederhana dan efektif

Perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut terhadap formulasi pengawetan dengan menambahkan bahan lokal lain seperti rempah-rempah, daun aromatik, atau asam alami yang dapat memperkaya fungsi pengawetan maupun karakteristik sensori daging. Penelitian lanjutan juga sangat dianjurkan untuk mengevaluasi keamanan mikrobiologis dan mutu kimiawi produk secara lebih mendalam, sehingga metode ini dapat dijamin aman digunakan dalam jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Jay, J. M. (2000). Modern Food Microbiology. In *Modern Food Microbiology*.
<https://doi.org/10.1007/978-1-4615-4427-2>
- Lawrie, L. (2022). Chemical and biochemical constitution of muscle. In *Lawrie's Meat Science*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85408-5.00018-2>
- Maha, I. T., Manafe, R. Y., Amalo, F. A., & Selan, Y. N. (2021). Karakteristik Morfologi Rusa timor (*Rusa timorensis*) dengan Pemeliharaan Ex Situ di Kota Kupang. *Acta VETERINARIA Indonesiana*, 9(1), 1–13. <https://doi.org/10.29244/avi.9.1.1-13>
- Rahayu, N. P. T. A., Agustina, K. K., & Swacita, I. B. N. (2022). Pengaruh Lama Peletakan pada Suhu Ruang terhadap Nilai pH dan Total Bakteri Daging Sapi Bali. *Buletin Veteriner Udayana*, 158, 217. <https://doi.org/10.24843/bulvet.2022.v14.i03.p04>
- Sepriyani, H., Devitria, R., & Indasari. (2022). Pengaruh Pencucian dan Penambahan Tepung Sagu Terhadap Kadar Protein dan Lemak Surimi Ikan Patin (*Pangasius* sp). *Jurnal Penelitian Farmasi Indonesia*, 11(1), 24–27. <https://doi.org/10.51887/jpfi.v11i1.1537>
- Siswanto. (2011). *Rusa Timorensis (Dari hewan konservasi menjadi hewan ternak menuju budidaya)* . . 2011.
- Supriyanto, E. (2022). *Dasar Pengawetan*. Universitas Brawijaya Press.
- Toldra. (2017). *Advances in Food and Nutrition Research: Meat Safety*
- Utami, R. P. (2024). *Ilmu Pangan -BAB 2: Fisiologi dan Kimia Jaringan Otot yang dapat Dimakan*. ReaseachGate.

Karakteristik Fisik dan Organoleptik Pengawetan Daging Rusa Menggunakan Tepung Jagung dan Garam pada Suhu Ruang

Risna Yulianti Bue^{1*}, Sritiasni¹, Gallusia Marhaeny Nur Isty¹

¹Program Studi Penyuluhan Peternakan Dan Kesejahteraan Hewan, Politeknik Pembangunan Pertanian Manokwari, Papua Barat, Indonesia
Email: rilisbue@gmail.com

Abstrak

Daging rusa memiliki masa simpan yang terbatas, hal ini menyebabkan terjadinya perubahan kualitas karena menyebabkan penurunan nilai jual dan kualitas nutrisinya. Pengawetan daging rusa sangat dipengaruhi oleh komposisi bahan tambahannya yaitu tepung jagung dan garam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik fisik dan organoleptik pengawetan daging rusa dengan menggunakan tepung jagung dan garam pada suhu ruang setelah penyimpanan selama 1 minggu. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap, dengan 4 perlakuan yaitu PO (250 gr daging kontrol) P1 (250 gr daging + 15 gr garam + 100 gr tepung jagung), P2 (250 gr daging + 15 gr garam + 200 gr tepung jagung), dan P3 (250 gr daging + 15 gr + 300 g tepung jagung). Setelah penyimpanan, dilakukan analisis fisik meliputi pH, keempukan, dan masa simpan serta uji organoleptik yang meliputi warna, tekstur dan aroma. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan tepung jagung dan garam setelah penyimpanan selama 1 minggu berpengaruh nyata terhadap variabel pH, Keempukan, masa simpan serta organoleptik meliputi warna, tekstur dan aroma.

Kata kunci: Karakteristik fisik, Organoleptik, Daging rusa, Tepung jagung, Garam

Abstract

Deer meat has a limited shelf life, which leads to quality changes, resulting in decreased selling value and nutritional quality. The preservation of deer meat is significantly influenced by the composition of additional ingredients, namely corn flour and salt. This research aims to determine the physical and organoleptic characteristics of deer meat preservation using corn flour and salt at room temperature after storage for 1 week. The study employed a Completely Randomized Design with 4 treatments: P0 (250g control meat), P1 (250g meat + 15g salt + 100g corn flour), P2 (250g meat + 15g salt + 200g corn flour), and P3 (250g meat + 15g salt + 300g corn flour). After storage, physical analysis was conducted, including pH, tenderness, and shelf life, as well as organoleptic tests covering color, texture, and aroma. The results showed that the use of corn flour and salt after 1 week of storage had a significant effect on the variables of pH, tenderness, shelf life, and organoleptic characteristics, including color texture, and aroma.

Keywords: Physical characteristics, Organoleptic, Venison, Corn flour, Salt

PENDAHULUAN

Kekayaan *fauna* yang ada di Indonesia salah satunya spesies rusa yang tersebar di berbagai daerah seperti Nusa Tenggara Timur, Maluku dan Papua. Undang-undang No. 5 Tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya terdapat empat spesies rusa *endemik* di Indonesia yaitu rusa sambar (*Cervus unicolor*), rusa timor (*Rusa timorensis*), rusa bawean (*Axis khuli*) dan rusa muncak (*Muntiacus muntjak*). Sedangkan rusa yang dapat dikonsumsi yaitu rusa usa (*Cervus nippon*), rusa fallow (*Dama dama*) dan rusa raksasa (*Cervus elaphus*). Meskipun rusa hewan dilindungi namun kenyataannya masih banyak kasus pemburuan rusa yang dilakukan masyarakat untuk diambil dagingnya.

Pemburuan rusa telah menjadi kebiasaan sebagian masyarakat Manokwari yang menjadi salah satu sumber pendapatan bagi masyarakat terutama di wilayah-wilayah yang memiliki hutan yang luas dan kaya akan sumber daya alam. Namun, tidak semua bagian dari rusa tersebut dibawa pulang oleh pemburu. Bagian-bagian seperti, jeroan (*Visera*), dan tulang tidak diambil karena dianggap tidak berguna atau tidak memiliki nilai ekonomis. Pemburu sering menghadapi tantangan dalam menjaga kualitas daging akibat waktu pengangkutan yang lama dari lokasi pemburuan ke rumah.

Daging rusa memiliki masa simpan yang terbatas, hal ini menyebabkan terjadinya perubahan kualitas karena menyebabkan penurunan nilai jual dan kualitas nutrisinya. Banyak orang memiliki kecenderungan untuk membiarkan daging berada pada suhu ruangan 27-30°C jika tidak segera dikonsumsi dan tidak menyadari dan potensi berkembang biaknya mikroorganisme berbahaya. Kecepatan kerusakan daging tergantung pada jumlah dan jenis mikroba yang mengkontaminasinya. Semakin banyak jumlah mikroba dalam daging maka daging akan semakin cepat mengalami kerusakan (Pasari, 2019).

Tepung jagung memiliki keunggulan dibandingkan tepung lainnya yaitu mempunyai kandungan karotenoid dan serat. Karotenoid seperti β -karoten, α -karoten dan fucoxanthin merupakan antioksidan alami untuk merendam radikal bebas penyebab kerusakan sel yang bersifat karsinogenik (Ma'Ruf *et al.*, 2019). Pengawetan dengan penambahan tepung jagung yang berbeda ini, dimungkinkan dapat mempengaruhi daging yang dihasilkan terhadap kualitas organoleptik daging (F. M. D. *et al.*, 2022). Penggunaan tepung jagung memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap laju

oksidasi lemak, di mana level tepung jagung yang lebih tinggi mampu menurunkan nilai oksidasi lemak secara signifikan (Taek *et al.*, 2024).

Garam berfungsi meningkatkan daya simpan, karena dapat menghambat pertumbuhan organisme pembusuk. Pada konsentrasi yang lebih tinggi, garam menunjukkan kerja bakteriostatik yang penting. Pemberian garam dapat menjaga keamanan fisik pangan secara mikrobiologi, dan menjadi bahan penting dalam pengolahan daging karena memiliki daya ikat air, karena air merupakan media berkembangbiaknya mikroba (Yuktika *et al.*, 2017). Garam mengandung Ca (*Kalsium*) dan Mg (*Magnesium*). Daging yang tidak diawetkan menghasilkan rasa daging yang bercita rasa asam, permukaan daging berwarna kuning dengan bagian dalam daging berwarna kurang merah (pucat), tekstur daging sedikit padat. Agar daya simpan daging lebih lama diperlukan pengolahan lebih lanjut menjadi produk yang aman dikonsumsi. Upaya untuk mencegah terjadinya kerusakan dan pembusukan oleh mikroba dapat dilakukan dengan cara pengawetan dengan penggunaan garam dan tepung jagung. Berdasarkan hal tersebut penelitian telah dilakukan dengan tujuan mempelajari pengaruh penambahan tepung jagung dan garam terhadap karakteristik fisik dan organoleptik pengawetan daging rusa.

METODE

Penelitian ini telah dilaksanakan selama 3 bulan dari bulan Februari sampai April 2025 di laboratorium pengolahan hasil Polbangtan Manokwari. Bahan yang digunakan dalam pengawetan daging yaitu daging rusa, tepung jagung, garam, dan aquades. Peralatan penelitian yaitu wadah, termometer, pH meter, timbangan, pisau, *glove*, masker, baskom, dan seperangkat alat organoleptik seperti piring plastik, bulpen dan kertas. Metode yang digunakan dalam penelitian ini kuantitatif dengan metode eksperimen Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan dan 5 ulangan sehingga memperoleh 20 unit satuan. Perlakuan pengawetan yang diberikan berdasarkan penelitian (F. M. D. *et al.*, 2022). Adapun ke 4 perlakuan sebagai berikut: P0: Daging rusa 250 gr, (kontrol) P1: Daging rusa 250 gr + garam 15 gr + tepung jagung 100 gr, P2: Daging rusa 250 gr + garam 15 gr + tepung jagung 200 gr, P3: Daging rusa 250 gr + garam 15 gr + tepung jagung 300 gr. Analisis data menggunakan Kruskal Wallis untuk uji organoleptik jika ada perbedaan secara nyata maka dilanjutkan dengan uji *Mann Whitney*, untuk fisik daging rusa menggunakan program analisis data SPSS 16. Jika terdapat perbedaan secara nyata, maka dilanjutkan dengan uji duncan.

Tahapan pengawetan yang dilakukan pada saat persiapan sampel penelitian yaitu daging dipotong dengan berat 250 gr dan dilumuri dengan garam sebanyak 15 gr pada setiap perlakuan, kemudian diberi penambahan tepung jagung sesuai dengan perlakuan (100; 200; 300gr). Setelah tepung tercampur rata pada daging kemudian daging dimasukkan dalam wadah plastik dengan cara, masukan tepung jagung terlebih dahulu sebagai layer pertama, potongan daging sebagai layer kedua dan ditambahi tepung jagung sebagai layer ke tiga. Langkah tersebut dilakukan sesuai dengan kebutuhan pada setiap perlakuan. Setelah sampel dimasukkan kedalam wadah dan disimpan pada suhu ruang selama satu minggu. Daging kemudian diambil dan dipisahkan dari tepung dan sampel daging siap diuji. Penilaian organoleptik dilakukan oleh 20 panelis tidak terlatih dari mahasiswa Polbangtan Manokwari dengan angka tertinggi 5 dan angka terendah 1 berdasarkan kriteria yang sudah ditentukan pada uji rating organoleptik (Taek *et al*, 2024)

Tabel 1. Kriteria Uji Organoleptik

Skor	Warna	Keempukan	Aroma
5	Merah cokelat	Sangat keras	Harum khas daging
4	Cokelat pucat	keras	Agak harum khas
3	Cokelat gelap	Agakkeras	Beraroma asam
2	Hitam	empuk	Tidak ada bau
1	Hitam berjamur	Sangat empuk	Busuk

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik fisik daging P0, P1, P2 dan P3 berbeda nyata ($P>0,05$) pada penggunaan tepung jagung dan garam (Tabel 2).

Hasil analisis uji oraganoleptik yang meliputi warna, tekstur aroma dan penerimaan keseluruhan terhadap daging rusa yang diawetkan. Tingkat kesukaan panelis terhadap daging yang dihasilkan dari metode pengawetan ini menunjukkan bahwa, P0, P1, P2 dan P3 berbeda nyata ($P>0,05$). Hal ini membuktikan adanya pengaruh yang nyata dari penambahan tepung jagung dalam proses pengawetan daging, terhadap tingkat kesukaan (Tabel 3).

Tabel 2. Rata-Rata Perhitungan Karakteristik Fisik Daging Rusa

Karakteristik Fisik	Tepung Jagung (gr)				Sig
	0	100	200	300	
pH	7,28 ^b	6,12 ^a	6,30 ^a	6,34 ^a	*
Keempukan	0,56	3,09	3,16	2,37	Ns

Keterangan: Angka yang diikuti huruf superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan adanya beda nyata antara perlakuan ($P < 0,05$). Tanda * : Signifikan, ** = Sangat signifikan, ns = non signifikan ($P < 0,05$).

pH

Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa nilai pH berpengaruh nyata ($P < 0,05$) pada daging rusa. Nilai pH tertinggi pada P0 diikuti P3, P2 dan terendah P1. Nilai pH awal 7,7 yang diperoleh dalam penelitian ini lebih tinggi dari rentang normal 5,4-5,8, kemungkinan disebabkan oleh stres sebelum pemotongan dan tidak adanya pendinginan. Hasil ini sesuai dengan temuan Toldra (2017) yang menyatakan bahwa stres dan transportasi tanpa pendingin dapat mempercepat pembentukan senyawa basa seperti amonia. Nilai pH pada P0 dengan rata-rata 7,20 mengindikasikan bahwa daging telah mengalami proses pembusukan. Hasil penelitian ini sesuai dengan teori Nasrul Haq *et al.*, (2015) yang menyatakan bahwa pH daging busuk dapat mencapai 7,0-8,4. Nilai pH daging pada perlakuan 100, 200 dan 300 gr memiliki nilai yang lebih rendah dari pH awal. Penelitian ini menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan tepung jagung dan semakin lama masa simpan, maka nilai pH daging cenderung menurun. Hal ini sesuai dengan pernyataan Yanti, D & Dali, (2013) rendahnya nilai pH menyebabkan jumlah mikroba juga berkurang terutama bakteri yang tidak tahan asam. Hasil ini sejalan dengan F. M. D. *et al.*, (2022) menyatakan bahwa penambahan tepung jagung sebesar 500 gr dan penyimpanan selama 1 bulan dapat menurunkan pH daging hingga rentang 4-4,8. Hasil penelitian P1 menunjukkan nilai pH 6,12 lebih rendah dibandingkan dengan P2 dan P3. Meskipun demikian, yaitu pada hari kelima. Hal ini disebabkan jumlah tepung jagung yang digunakan relative sedikit, sehingga tidak mampu melapisi daging secara merata dan optimal daging pada penggunaan tepung jagung P1 mengalami pembusukan lebih cepat. Penurunan pH terjadi diduga adanya aktivitas bakteri asam laktat yang merombak karbohidrat pada tepung jagung dan daging menjadi asam. Yanti, D & Dali, (2013) melaporkan bahwa, BAL merupakan bakteri yang mampu memfermentasi karbohidrat untuk memproduksi asam laktat dalam jumlah besar. Sesuai dengan pernyataan F. M. D. *et al.*, (2022) tepung jagung memiliki sifat basa yang dapat menurunkan pH daging. Hal

ini disebabkan oleh kandungan senyawa-senyawa seperti pati dan protein yang dapat bereaksi dengan asam-asam yang terkandung dalam daging.

Keempukan

Keempukan daging diuji menggunakan *penetrometer* dengan melihat seberapa dalam jarum penetrometer bisa masuk ke dalam daging terhadap tusukan dan semakin dalam jarum masuk semakin empuk. P0 menempati posisi terendah (sangat empuk) karena proses pembusukan yang disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme seperti bakteri dan jamur. Mikroorganisme ini dapat memecah protein dan lemak dalam daging, sehingga menyebabkan tekstur daging menjadi lebih empuk dan lunak. Sedangkan pada perlakuan tingkat keempukan yang paling baik pada P3 menghasilkan tekstur yang paling empuk dibandingkan perlakuan P1 dan P2. Semakin kecil nilainya, tingkat keempukan daging semakin baik. Hal ini sesuai dengan pernyataan Pramudya *et al.*, (2024) keempukan ditunjukkan dengan tinggi rendahnya daya putus pada daging yang artinya ketika semakin rendah nilainya semakin empuk daging tersebut, karena daging yang empuk memiliki serat otot yang lebih lunak dan lebih mudah dipisahkan atau ditembus. Proporsi tepung jagung yang berbeda dalam proses pengawetan memberikan perbedaan terhadap mutu keempukan yang signifikan. Semakin banyak tepung jagung semakin empuk daging. F. M. D. *et al.*, (2022) mengatakan bahwa keempukan pada daging dipengaruhi oleh asam laktat yang dihasilkan oleh BAL pada saat proses pengawetan. Asam laktat menyebabkan penurunan pH yang signifikan sehingga terjadi kerusakan protein daging yang menyebabkan kekenyalan daging menjadi meningkat.

Masa Simpan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa P0 di hari kedua sudah busuk, yang ditandai dengan daging berair, lembek dan berulat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kusmajadi (2012), yang menunjukkan penyimpanan daging pada suhu kamar selama 12 jam sudah mendekati kebusukan, dan penyimpanan selama 18 jam sudah dinyatakan busuk. Namun, dengan penambahan tepung jagung, masa simpan daging dapat diperpanjang. P1 di hari kelima daging sudah berembun sehingga daging jadi berair dan berbau, dikarenakan kurangnya porsi tepung jagung sehingga daging cepat rusak semakin lama daging disimpan pada suhu ruang, kadar air semakin meningkat dapat mempengaruhi kualitas daging selama penyimpanan. Pada perlakuan P2 dan P3, masa simpan daging sampai hari ketujuh masih baik dan layak dikonsumsi. Hal ini menunjukkan bahwa P2 dan P3 dapat mempertahankan kualitas daging selama penyimpanan hingga hari ketujuh. Kemungkinan

besar, hal ini disebabkan penggunaan bahan pengawet yang efektif seperti tepung jagung dan garam. Hal ini sesuai dengan pernyataan Azrul *et al.*, (2024) melaporkan bahwa, pemberian garam dapat menjaga keamanan pangan secara mikrobiologi, dan menjadi salah satu bahan penting dalam pengolahan daging karena memiliki kontribusi dalam daya ikat air, warna, ikatan lemak dan rasa. Pengawetan dengan penambahan tepung jagung yang berbeda dapat mempengaruhi kalitas daging yang dihasilkan. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa semakin banyak tepung jagung yang ditambahkan, maka semakin lama masa simpan daging. Hal ini sesuai dengan F. M. D. *et al.*, (2022) yang menyatakan bahwa penambahan tepung jagung dapat memperpanjang masa simpan daging dengan cara menghambat pertumbuhan mikroba.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Organoleptik Daging Rusa

Karakteristik	Tepung jagung (gr)				Sig
	0	100	200	300	
Warna	1,00 ± 0,00 ^a	3,95 ± 0,60 ^{bc}	4,40 ± 0,82 ^c	4,05 ± 0,11 ^{cd}	*
Tekstur	5,00 ± 0,00 ^a	3,90 ± 0,96 ^{bc}	3,25 ± 0,96 ^c	3,75 ± 0,55 ^{cd}	*
Aroma	1,00 ± 0,00 ^a	2,35 ± 0,98 ^{bc}	3,25 ± 0,91 ^c	2,95 ± 0,10 ^{cd}	*

Keterangan : Angka yang diikuti huruf superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan nyata antara perlakuan ($P < 0,05$). Tanda * : Signifikan, ** = Sangat signifikan, ns = non signifikan ($P < 0,05$).

Warna

Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa warna berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap daging rusa. Tingkat kesukaan panelis pada warna daging rusa tertinggi adalah pada P2 diikuti dengan P3, P1, dan P0. Penambahan tepung jagung sebanyak 200 gr memberikan penilaian warna yang lebih disukai dibandingkan perlakuan lainnya. Perubahan warna daging juga disebabkan oleh penurunan pH, dalam penelitian ini terjadi proses pengawetan dengan pengaruh aktivitas bakteri asam laktat, yang mampu menurunkan pH daging, sehingga warna daging menjadi kurang merah (pucat). Hal ini didukung oleh pernyataan Rini *et al.* (2019) bahwa, nilai pH daging yang rendah akan menghasilkan warna daging yang pucat dan pH yang lebih tinggi, memberikan warna daging yang lebih gelap. Tingkat warna daging pada daging dipengaruhi oleh adanya pigmen. Hal ini didukung oleh Fuzihastin *et al.* (2024) menyatakan bahwa, pigmen daging terdiri dari dua protein yaitu mioglobin atau pigmen otot dan haemoglobin atau pigmen darah.

Tekstur

Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa penilaian panelis terhadap tekstur daging rusa berpengaruh nyata ($P < 0,05$). Tingkat kesukaan panelis pada tekstur daging

rusa adalah pada P2 diikuti dengan P3, P1, dan P0. P2 menandakan bahwa perlakuan ini menghasilkan tekstur yang paling disukai. Meskipun nilai tertinggi secara angka terdapat pada 0 gr (kontrol) namun perlakuan tersebut tidak melibatkan modifikasi tepung sehingga tidak dianggap sebagai perlakuan pengujian. Penambahan 200 gr tepung jagung membantu menghasilkan tekstur yang agak keras, sesuai preferensi panelis. Kekenyalan pada daging dipengaruhi oleh asam laktat yang dihasilkan oleh BAL pada saat proses pengawetan. Asam laktat tersebut, menyebabkan penurunan pH sehingga terjadi kerusakan protein daging, yang menyebabkan kekenyalan daging menjadi berkurang. Proporsi pemberian tepung jagung yang berbeda dalam proses pengawetan tidak memberikan perbedaan penilaian terhadap tekstur yang signifikan oleh panelis. Hal ini dikarenakan proporsi tepung jagung yang berbeda antara perlakuan mempengaruhi perbedaan tekstur daging rusa yang nyata (F. M. D. *et al.*, 2022). Dengan demikian, perlakuan 200 gr juga menunjukkan tekstur yang paling baik dan disukai oleh panelis, sehingga dapat meningkatkan kualitas dan nilai jual daging rusa. serta berpotensi meningkatkan penerimaan konsumen terhadap produk daging rusa yang dihasilkan, karena tekstur yang padat dan kualitas yang baik dapat memenuhi harapan dan preferensi konsumen.

Aroma

Berdasarkan hasil analisis pada gambar menunjukkan bahwa penilaian panelis tingkat aroma berpengaruh nyata ($P < 0,05$). Tingkat kesukaan panelis pada aroma daging rusa tertinggi adalah pada perlakuan P2 diikuti dengan P3, P1, dan P0. Perlakuan terbaik untuk aroma juga ditemukan pada P2, hal ini menunjukkan bahwa penambahan 200 gram tepung jagung memberikan aroma yang lebih disukai oleh panelis. Kemungkinan, interaksi antara daging rusa dan tepung jagung pada jumlah tersebut menciptakan aroma yang lebih harmonis dan tidak terlalu menyengat atau hambar. Perbedaan aroma daging pada P0, P1, P2, dan P3 dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti aktivitas mikroorganisme, produksi senyawa *volatil*, dan pengaruh perlakuan. Aroma daging yang dihasilkan, diperoleh dari penambahan tepung jagung pada proses pengawetan. Menurut Hatatie (2011) aroma pada produk pengawetan yang dihasilkan, dipengaruhi oleh bahan-bahan yang digunakan dalam proses pengawetan suatu produk. Aroma jagung pada daging yang dihasilkan diperoleh dari senyawa *volatil* yang terdapat pada jagung. Pernyataan ini didukung Zhou *et al.* (1999) yang menyatakan bahwa, aroma jagung dihasilkan dari senyawa-senyawa *volatile* yaitu: *dimetilsulfida*, *1-hidroksi 2-propanon*, *2-*

hidroksi-3-butanon dan 2,3-butanadiol. Hal ini didukung oleh pernyataan Sudipa *et al.*, (2020) yang menyatakan bahwa, bau dan rasa daging tergantung dari adanya *prekursor* yang terlarut dalam air dan lemak serta pembebasan senyawa volatil dengan senyawa *flavor* yang spesifik. Aroma jagung dihasilkan dari senyawa *volatile* (mudah menguap) dengan senyawa *flavor* yang terbentuk sehingga meningkatkan keasaman dan menimbulkan aroma tepung jagung.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penambahan tepung jagung 100 gr pada daging rusa 250 gr menunjukkan hasil terbaik dalam mempertahankan pH daging rusa. Sementara itu, penambahan 200 gr tepung jagung menghasilkan nilai organoleptik terbaik pada warna, tekstur dan aroma. Keempukan terbaik diperoleh pada penambahan 300 gr tepung jagung, dan masa simpan terbaik terdapat pada penambahan 200 gr dan 300 gr tepung jagung. Dengan demikian penambahan 200 gr dan 300 gr tepung jagung memberikan mutu daging rusa yang optimal.

Saran

Perlakuan tepung jagung 200 dan 300 gr memberikan kualitas terbaik dari karakteristik fisik dan organoleptik, sehingga disarankan agar dapat diterapkan oleh masyarakat untuk meningkatkan kualitas dan masa simpan dari daging rusa namun perlu penelitian lanjutan untuk menguji karakteristik fisikokimia lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Desva Yuan Pramudya, Triana Ulfah, Tedi Akhdia, Rachmat Adiputra, & Hari Hariadi. (2024). Imbangan Enzim Papain dengan Nitrit terhadap Kualitas Fisik (Keempukan, Warna dan pH) Daging Kuda. *Jurnal Triton*, 15(1),131–139. <https://doi.org/10.47687/jt.v15i1.707>
- F. M. D., N., Miwada, I. N. S., & Lindawati, S. A. (2022). Kualitas Organoleptik Daging Babi Landrace yang Diawetkan dengan Metode Pengawetan Tradisional (Sui Wu'u) dari Nusa Tenggara Timur. *Majalah Ilmiah Peternakan*, 25(1), 40.
- Fuzihastin, N. T., Hantoro, A., Rahardjo, D., & Santosa, S. S. (2024). MENGGUNAKAN SUMBER ENZIM DAN LAMA PERENDAMAN YANG BERBEDA TERHADAP KEEMPUKAN , pH , WARNA DAN RASA THE EFFECT OF SOAKING CULL DUCK MEAT USING DIFFERENT ENZYME SOURCES AND SOAKING TIMES ON TENDERNESS , PH , COLOR AND TASTE. 6(3), 297–302.
- Hartatie, E. S. (2011). Kajian Formulasi (Bahan Baku, Bahan Pemantap) dan Metode Pembuatan Terhadap Kualitas Es Krim. *Jurnal Gamma*, 7(1), 20–26.
- Kusmajadi, S. (2012). Pengaruh Lama Penyimpanan Pada Suhu Ruang Terhadap

Perubahan Nilai pH, TVB dan Total Bakteri Daging Kerbau. *Jurnal Ilmu Ternak*, 12(2), 9–12.

Ma'Ruf, M., Marisda, D. H., & Handayani, Y. (2019). The basic physical program based on education model online assisted by alfa media to increase creative thinking skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(3). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/3/032068>

Moh Azrul.Lukman Mile, dan F. D. (2024). *Research Review*. 3(1).

Nasrul Haq, A., Septinova, D., & Purnama Edy Santosa, dan. (2015). The Physical of Beef from Traditional Market in Bandar Lampung. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 3(3), 98–103.

Pasari, W. . (2019). *Kualitas fisik dan mikrobiologi daging sapi diawetkan dengan substrat antimikroba (Pediococcus pentosaceus) BAF 715 yang dikemas vakum selama penyimpanan pada suhu ruang. 1*, 105–112.

Rini, S., R. Sugiarto dan Mahfuds, L. D. (2019). *Pengaruh perbedaan suhu pemeliharaan terhadap kualitas fisik daging ayam broiler periode finiser*. 2019.

Sudipa, P. H., Swacita, I. B. N., Sukada, I. M., Sudimartini, L. M., & Agustina, K. K. (2020). Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman Air Perasan Daun Pegagan terhadap Kualitas Daging Babi Ditinjau dari Uji Organoleptik. *Buletin Veteriner Udayana*, August, 172. <https://doi.org/10.24843/bulvet.2020.v12.i02.p12>

Taek, P., G.E., Sipahelut, G. M., & Sulmiyati, S. (2024). *Kualitas Organoleptik, Oksidasi Lemak dan Total Bakteri Sui Wu'u yang Diolah Dari Otot Paha Belakang dan Diberi Level Tepung Jagung Yang Berbeda*.

Toldra. (2017). *Advances in Food and Nutrition Research*.

Yanti, D & Dali, F. A. (2013). *Karakteristik Bakteri Asam Laktat yang Diisolasi Selama Fermentasi Bekasang*. 26(4), 1–37.

Yuktika, S., Sutiyaniti, E., Dhewi, E. S., Martika, S. D., & Damas, R. (2017). Pengaruh Variasi Konsentrasi Garam terhadap Kualitas Fermentasi Udang The Influence of Salt Concentration on the Fermentation of Shrimp. *Bioedukasi*, 10(2), 18–23.

Zhou, M., Robards, K., Glennie-Holmes, M., & Helliwell, S. (1999). Analysis of volatile compounds and their contribution to flavor in cereals. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(10), 3941–3953. <https://doi.org/10.1021/jf990428l>

Tingkat Pengetahuan Peternak Babi tentang Sanitasi Kandang di Kampung Wasai, Distrik Manokwari Selatan

Frida Ap¹, Sritiasni¹, Bangkit Lutfiaji Syaefullah^{1*}, Maria Herawati¹

¹Program Studi Penyuluhan Peternakan dan Kesejahteraan Hewan, Politeknik Pembangunan Pertanian Manokwari

Email: bangkitlutfiaji@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat pengetahuan peternak tentang pengaruh sanitasi kandang terhadap pertumbuhan ternak babi di Kampung Wasai, Distrik Manokwari Selatan. Sanitasi kandang merupakan salah satu faktor penting dalam menjaga kesehatan ternak dan meningkatkan produktivitas usaha peternakan. Penelitian ini menggunakan metode penyuluhan dengan pendekatan ceramah dan diskusi kelompok kepada 25 orang peternak babi sebagai responden. Evaluasi dilakukan melalui pre-test dan post-test untuk mengukur perubahan pengetahuan responden sebelum dan sesudah penyuluhan. Hasil pre-test menunjukkan rata-rata nilai sebesar 38,36 yang tergolong dalam kategori rendah, sedangkan nilai rata-rata post-test meningkat signifikan menjadi 75,12. Uji T-test menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara hasil pre-test dan post-test, dengan nilai efektivitas sebesar 59,73% yang dikategorikan sebagai tinggi dan efektif. Hasil ini membuktikan bahwa penyuluhan yang diberikan mampu meningkatkan pemahaman peternak terhadap pentingnya sanitasi kandang dalam menunjang pertumbuhan dan kesehatan ternak babi. Diharapkan kegiatan serupa dapat terus dilakukan secara berkelanjutan untuk mendukung peningkatan kapasitas peternak di daerah tersebut.

Kata kunci: Penyuluhan, Sanitasi kandang, Ternak babi, Pengetahuan peternak, Kampung Wasai

Abstract

This study aims to determine the level of knowledge among farmers regarding the effect of pen sanitation on pig growth in Wasai Village, South Manokwari District. Pen sanitation is a crucial factor in maintaining livestock health and increasing livestock productivity. This study employed a lecture and group discussion extension method with 25 pig farmers as respondents. Evaluation was conducted through a pre-test and post-test to measure changes in respondents' knowledge before and after the extension. The pre-test results showed an average score of 38.36, which is considered low, while the average post-test score increased significantly to 75.12. A t-test showed a significant difference between the pre-test and post-test results, with an effectiveness score of 59.73%, which is categorized as high and effective. These results demonstrate that the extension provided was able to improve farmers' understanding of the importance of pen sanitation in supporting pig growth and health. It is hoped that similar activities can continue to support the capacity building of farmers in the area.

Keywords: Extension, Pen sanitation, Pig farming, Farmer knowledge, Wasai Village.

PENDAHULUAN

Kandang merupakan salah satu sarana yang penting dalam usaha peternak babi dengan tersedianya maka dapat mempermudah peternak di dalam mengelola ternaknya. Bagi peternak kandang juga merupakan tempat untuk tinggal dan istirahatnya pada ternak babi sehari-hari. Kandang yang digunakan untuk pemeliharaan ternak babi juga harus bersih dan memberikan rasa nyaman pada ternak yang tinggal di dalamnya. Nuryasa (2015) kandang terletak pada lahan yang kering dan tidak tergenang air, jarak kandang jauh dari pemukiman rumah atau sumur, cukup mendapat sinar matahari pagi secara merata dan udara segar, terlindungi dari angin langsung terutama angin malam. Ternak babi sebagai tradisi masyarakat Provinsi Papua Barat tidak hanya sebagai bagian dari sosial dan budaya masyarakat namun juga sebagai pendukung pertumbuhan ekonomi masyarakat (Nelwan, 2021). Permintaan akan produk peternakan meningkat dari tahun ketahun sejalan dengan semakin meningkatnya pendapatan masyarakat dan semakin meningkatnya kesadaran gizi masyarakat, produk peternak terutama adalah daging, susu dan telur yang merupakan komoditas pangan hewani yang sangat dibutuhkan untuk meningkatkan kualitas konsumsi pangan dan pendapatan daerah. Pengembangan usaha ternak yang baik adalah pengembangan yang disesuaikan dengan potensi daerah, ketersediaan pakan, kondisi sosial budaya dan iklim setempat guna meningkatkan produktifitas ternak yang berdaya saing, usaha ternak babi pada dasarnya mempunyai dua tujuan yaitu untuk memperoleh hasil produksi (daging dan nilai ekonomi bagi peternak yang mengusahakannya) serta dalam kepentingan sosial budaya atau untuk melestarikan tradisi dalam satu keluarga (Sihombing, 2017).

METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilaksanakan di kampung Wasai Distrik Manokwari Selatan dengan waktu pelaksanaan kurang lebih selama 2 bulan mulai dari bulan April sampai dengan Mei 2025.

Metode Pelaksanaan

Data yang diambil dari peternak setempat sebanyak 25 peternak yang diambil dengan metode sample jenuh dengan pengumpulan data dengan menggunakan metode survei dan wawancara dengan instrumen guna memperoleh data secara langsung dari orang peternak objek yang diamati. Sumber data penelitian dibedakan menjadi dua yaitu. Sumber data primer dan sumber data sekunder Menurut Sugiyono (2015), berdasarkan sumbernya

data dibedakan menjadi dua, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dari sumber pertama di lapangan, melalui teknik pengumpulan data seperti wawancara, observasi, dan kuesioner. Dalam penelitian ini, data primer dikumpulkan dari peternak babi di Kampung Wasai melalui wawancara dan diskusi guna memperoleh informasi mengenai tingkat pengetahuan mereka tentang sanitasi kandang. Sementara itu, data sekunder merupakan data yang diperoleh dari sumber-sumber yang telah ada, seperti buku, jurnal ilmiah, laporan resmi pemerintah, serta dokumen lainnya. Data sekunder digunakan untuk melengkapi dan memperkuat informasi dari data primer serta mendukung kajian teoritis dalam penelitian ini, (Sugiyono, 2015). Sasaran penyuluhan ini adalah peternak babi sebanyak 25 orang responden di kampung Wasai, kelurahan Andai Distrik Manokwari Selatan Kabupaten Manokwari.

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah peternak babi yang tinggal di Kelurahan Andai Distrik Manokwari Selatan, Kabupaten Manokwari, Provinsi Papua Barat. Adapun rincian tentang sampel tersebut sebagai berikut:

1. Jumlah Responden: Penelitian ini melibatkan 25 responden, yang merupakan peternak babi di Kelurahan Andai
2. Teknik Pengambilan Sampel: Teknik yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sampel jenuh.

Variabel independen (variabel penyebab) Variabel ini menjadi fokus utama dalam penyuluhan dan diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan peternak. Tingkat pengetahuan tentang sanitasi kandang: Diukur sebelum dan setelah kegiatan penyuluhan menggunakan tes awal dan tes akhir untuk menilai peningkatan pengetahuan peternak. (Singaribun & Effendi, 1989). Setiap jawaban diberikan skor secara konsisten. Pemberian skor merupakan derajat respon dari responden untuk setiap pertanyaan.

Tujuan pelaksanaan kegiatan penyuluhan yaitu untuk meningkatkan pengetahuan peternak tentang sanitasi kandang yang baik untuk pertumbuhan ternak babi di Kampung Wasai. agar dapat diterapkan dengan baik (Fritiani, 2012). kegiatan penyuluhan ini bertujuan untuk membantu agar para peternak mencapai tingkat usahapeternakan yang lebih produktif.

Materi yang disampaikan pada kegiatan penyuluhan yaitu tentang sanitasi kandang pada pertumbuhan ternak babi di Kampung Wasai. Metode yang digunakan pada saat penyuluhan yaitu: pendekatan kelompok. Teknik penyuluhan yang digunakan pada saat melakukan penyuluhan yaitu: diskusi dan ceramah

Pelaksanaan penyuluhan ini telah di laksanakan di Balai Kampung Wasai pada tanggal 2 Juni 2025. Adapun tahapan pelaksanaan penyuluhan yaitu, sebelum penyampain materi, di lakukan tes awal peserta untuk mengetahui tingkat pengetahuan peserta terkait degan meteri yang akan di sampaikan setelah penyuluhan, peserta juga diberikan tes akhir dengan soal yang sama untuk mengetahui tingkat perubahan pengetahuan.

Kriteria Umum Efektivitas Penyuluhan

Beberapa kriteria yang dapat digunakan untuk mengukur efektivitas penyuluhan antara lain adalah peningkatan pengetahuan, perubahan sikap, dan perubahan perilaku peserta. Peningkatan pengetahuan dapat diketahui melalui perbandingan hasil pre-test dan post-test yang menggambarkan pemahaman peserta sebelum dan sesudah kegiatan. Perubahan sikap ditandai dengan meningkatnya minat, perhatian, serta kesadaran terhadap materi yang disampaikan. Sementara itu, perubahan perilaku merupakan indikator yang paling konkret, karena menunjukkan adanya penerapan nyata dari hasil penyuluhan di lapangan, seperti penerapan sanitasi kandang yang lebih baik oleh peternak.

Skala "tidak efektif"

Adalah salah satu kategori dalam penilaian efektivitas suatu program, kegiatan, atau intervensi. Jika suatu kegiatan dinilai tidak efektif, berarti tujuan yang diharapkan tidak tercapai secara signifikan, atau hasilnya tidak menunjukkan perubahan positif yang berarti. Kriteria Skala "Tidak Efektif" dalam Penyuluhan:

Berikut beberapa indikator/kriteria umum untuk menentukan bahwa penyuluhan berada pada skala tidak efektif: Kategori efektivitas dengan skala 0–34 termasuk dalam tingkat tidak efektif, yang berarti kegiatan penyuluhan belum berhasil mencapai tujuan yang diharapkan. Dalam rentang ini, peningkatan pengetahuan atau perubahan sikap peserta sangat rendah, bahkan cenderung tidak mengalami perubahan yang signifikan setelah penyuluhan dilakukan. Menurut Sudjana (2002), efektivitas yang rendah menunjukkan bahwa metode penyampaian, materi, atau pendekatan yang digunakan kurang sesuai dengan kebutuhan peserta. Hal serupa juga disampaikan oleh Notoatmodjo (2003), yang menyatakan bahwa penyuluhan yang tidak efektif ditandai dengan minimnya peningkatan dalam aspek kognitif (pengetahuan), afektif (sikap), dan psikomotorik (perilaku). Oleh karena itu, apabila hasil evaluasi menunjukkan skor dalam rentang 0–34, maka kegiatan penyuluhan perlu dievaluasi kembali secara menyeluruh agar dapat diperbaiki dan ditingkatkan efektivitasnya di masa mendatang.

Skala Efektif

Efektif adalah suatu keadaan di mana suatu kegiatan atau tindakan berhasil mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Dengan kata lain, jika suatu kegiatan dinyatakan efektif, berarti hasil yang diperoleh sesuai (atau melebihi) target yang diharapkan. Sudjana (2002) Efektivitas adalah tingkat keberhasilan peserta dalam mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. kategori efektivitas dengan skala 35–66 menunjukkan bahwa kegiatan penyuluhan berada pada tingkat cukup efektif, di mana sebagian tujuan penyuluhan berhasil dicapai, namun masih terdapat kekurangan dalam pencapaian hasil secara menyeluruh. Menurut Sudjana (2002), efektivitas yang berada pada tingkat sedang mencerminkan adanya peningkatan pengetahuan atau perubahan perilaku peserta, tetapi belum optimal. Hal ini dapat terjadi karena beberapa faktor, seperti keterbatasan waktu penyuluhan, kurangnya metode yang variatif, atau rendahnya partisipasi aktif peserta. Sementara itu, Notoatmodjo (2003) menyatakan bahwa efektivitas penyuluhan harus dinilai dari aspek peningkatan kognitif, afektif, dan psikomotorik peserta. Jika skor hasil post-test peserta berada dalam rentang ini, maka penyuluhan sudah memberi dampak, namun belum maksimal, sehingga masih diperlukan perbaikan metode atau strategi dalam pelaksanaannya.

Sangat Efektif

Merupakan tingkat keberhasilan yang menunjukkan bahwa suatu kegiatan atau program telah mampu mencapai mayoritas tujuan yang telah ditetapkan dengan hasil yang sangat memuaskan. Dalam skala penilaian efektivitas, rentang skor 67 hingga 90 mencerminkan bahwa program tersebut telah memberikan dampak positif yang nyata, baik dari segi peningkatan pengetahuan, perubahan sikap, maupun praktik peserta. Artinya, sebagian besar peserta penyuluhan mampu memahami materi dengan baik, aktif terlibat dalam kegiatan, serta menunjukkan adanya perubahan perilaku atau peningkatan keterampilan setelah kegiatan dilakukan. Kategori ini menunjukkan bahwa penyuluhan berjalan optimal dan tepat sasaran, meskipun masih terdapat ruang kecil untuk perbaikan. Dalam hal ini, kategori sangat efektif berada pada rentang skor 67–90, yang menunjukkan bahwa sebagian besar tujuan penyuluhan telah berhasil dicapai secara optimal. Pendapat serupa juga disampaikan oleh Notoatmodjo (2003), yang menyatakan bahwa efektivitas penyuluhan dapat diukur dari peningkatan yang signifikan dalam aspek kognitif (pengetahuan), afektif (sikap), dan psikomotor (perilaku) peserta setelah intervensi dilakukan. Dengan demikian, skor dalam kategori ini mencerminkan bahwa kegiatan

penyuluhan telah berjalan dengan sangat baik dan memberikan dampak positif yang nyata terhadap peserta.

Analisis Data

Data dari hasil kajian materi dan evaluasi penyuluhan di analisis dengan menggunakan metode analisis statistik deskriptif. Statistik deskriptif adalah tatistik yang di gunakan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum generalisasi (Sugiono, 2015). Dengan statistik deskriptif data yang di kumpulkan di analisis dengan perhitungan rata rata persentase, sehinggah dapat menggambarkan sanitasi perkandangan bagi pertumbuhan ternak babi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keadaan Umum Wilaya

Kampung Wasai adalah salah satu Kampung dari 18 kampung yang berada di Distrik Manokwari Selatan Kabupaten Manokwari Provinsi Papua Barat. Kampung ini di bentuk pada tahun 1995 sebagai hasil pemekaran dari Kelurahan Andai. Pembentukan kampung Wasai berdiri pada tahun 1984 dengan luas wilayah 45,49 Km, termasuk kampung terluas di Distrik Manokwari Selatan mencakup 20,07% dari luas Distrik Manokwari Selatan. Jarak dari pusat kota 17 km dengan waktu tempuh 47 menit dari pusat kota menggunakan transpotasi darat baik kendaraan roda dua (sepeda motor) maupun roda empat (mobil). Dan terletak di perbukitan, namun berdasarkan informasi yang di peroleh dari aparat kampung setempat, kampung Wasai juga memiliki batas wilayah.

Topografi

Wilayah Kampung Wasai memiliki bentang alamyang [berbukit/dataran rendah/bergelombang], dengan jenis tanah dominan berupa tanah laterit/tanah aluvial. Kampung ini dilintasi oleh kali Andai yang menjadi sumber air utama bagi masyarakat setempat dansekitarnya

Karakteristik iklim

Berdasarkan informasi umum penulis menggunakan data tahun 2023 dikerenakan data terkini belum diupdate, mengenai informasi karakteristk iklim Distrik Manokwari Selatan, yang mencakup Kampung Wasai, iklimnya dapat digambarkan sebagai berikut: Iklim tropis lembap, dengan curah hujan yang tinggi hampir sepanjang tahun. Tidak terdapat bencana iklim ekstrem seperti banjir, kekeringan, angin puting beliung, atau gelombang pasang di Kampung Wasai selama tahun 2023. Ini menunjukkan kondisi iklim

yang relatif stabil dan aman dari bencana alam, tetapi secara umum wilayah Manokwari memiliki suhu rata-rata sekitar 24–30°C dan curah hujan tahunan di atas 2.000 mm (BPS, tahun 2023).

Keadaan Penduduk

Tabel 1. Keadaan Penduduk di Kampung Wasai Tahun 2023

Keterangan	Jumlah
1. Penduduk laki laki	364
2. Penduduk perempuan	332
3. Jumlah total	696 jiwa
4. Kepadatan penduduk	15,30 jiwa /km
5. Luas wilayah	45,49 km
6. Rasio jenis kelamin	109,64(artinyan ada ± 110 laki-laki untuk setiap 100 perempuan)

Pengertian Sanitasi Kandang

Menurut Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Banyumas (2020) Sanitasi kandang adalah upaya menjaga kebersihan lingkungan kandang melalui pengelolaan limbah, pembersihan rutin, serta pengendalian sumber penyakit agar ternak tetap sehat dan produktif. Sanitasi kandang babi merupakan serangkaian tindakan kebersihan dan pemeliharaan lingkungan kandang yang bertujuan untuk mencegah penyebaran penyakit dan mendukung pertumbuhan ternak yang optimal. Menurut Rasyaf (2005), sanitasi kandang adalah semua upaya untuk menjaga kebersihan kandang dan lingkungannya agar tidak menjadi sumber penularan penyakit bagi ternak. Hal ini mencakup kegiatan pembersihan kotoran, sisa pakan, desinfeksi kandang, serta pengelolaan limbah yang baik. FAO juga menjelaskan bahwa sanitasi dalam pemeliharaan ternak merupakan praktik penting dalam mengurangi beban patogen dan menjaga kebersihan lingkungan, pakan, serta air minum. Penerapan sanitasi kandang yang baik akan berdampak langsung pada kesehatan babi, menurunkan risiko infeksi, dan meningkatkan produktivitas usaha peternakan. Oleh karena itu, pemahaman dan penerapan sanitasi kandang sangat penting, khususnya dalam pengelolaan peternakan babi di tingkat masyarakat seperti di Kampung Wasai.

Hasil dan Keadaan Lapangan

Berdasarkan hasil Penelitian yang telah di laksanakan di Kampung Wasai dari hasil wawancara kepada peternak yang secara langsung di amati di lapangan terdapat beberapa

permasalahan yang terjadi mengenai sanitasi kandang. Keadaan sanitasi kandang ternak babi di Kampung Wasai masih tergolong kurang memadai. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan peternak setempat, sebagian besar kandang dibangun secara tradisional tanpa memperhatikan aspek kebersihan dan kesehatan lingkungan. Kotoran ternak sering dibiarkan menumpuk, tempat pakan dan minum tidak dibersihkan secara rutin, dan tidak adanya sistem pengelolaan limbah yang baik menyebabkan kandang menjadi lembap dan berbau. Selain itu, peternak belum menerapkan proses desinfeksi kandang secara berkala. Hal ini disebabkan karena minimnya pengetahuan peternak tentang pentingnya sanitasi kandang dalam menunjang kesehatan dan pertumbuhan ternak. Bahkan dalam beberapa kasus, kematian ternak dalam tiga tahun terakhir di Kampung Wasai diduga disebabkan oleh buruknya kondisi kandang yang menjadi sumber penularan penyakit. Oleh karena itu, penyuluhan mengenai pentingnya sanitasi kandang menjadi sangat penting untuk membantu peternak memahami cara merawat kandang secara higienis dan meningkatkan produktivitas usaha peternakan babi di Kampung Wasai.

Sanitasi kandang yang baik memberikan dampak yang sangat positif terhadap kesehatan dan produktivitas ternak babi. Dengan menjaga kebersihan lingkungan kandang, risiko penyebaran penyakit seperti diare, infeksi kulit, cacingan, dan penyakit pernapasan dapat diminimalkan. Lingkungan kandang yang bersih dan kering juga membantu menurunkan tingkat stres pada babi, sehingga nafsu makan meningkat dan pertumbuhan bobot badan menjadi lebih optimal. Selain itu, sanitasi yang teratur mampu menurunkan angka kematian ternak, mempercepat masa panen, dan mengurangi penggunaan obat-obatan seperti antibiotik. Dari sisi ekonomi, peternak dapat menghemat biaya pengobatan serta meningkatkan hasil panen yang berkualitas. Oleh karena itu, penerapan sanitasi yang baik bukan hanya penting untuk kesehatan hewan, tetapi juga berdampak langsung terhadap keberhasilan usaha peternakan babi secara keseluruhan.

Hasil Pelaksanaan Penyuluhan

Sasaran dalam kegiatan penyuluhan ini adalah peternak yang ada di Kampung Wasai Kelurahan Andai Distrik Manokwari Selatan Provinsi Papua Barat. Sebagian besar responden mempunyai umur 20-50 tahun hal ini menunjukan bahwa sebagian besar esponden termasuk umur produktif, sehinggah masih sangat produktif untuk mengikuti kegiatan penyuluhan. Wulanjari *et al.*, (2016) dan Palembang *et al.* (2006) menyatakan bahwa pada umur produktif, kemampuan fisik seseorang sangat berpengaruh untuk bekerja dan berpikir secara optimal. Dan sangat berpengaruh pada penyampain materi karna dari 25

responden sebagian berumur 35- 50 yang mana berpengaruh pada penyampaian materi yang tidak terlalu di pahami

Tes Awal (*Pre Test*)

Test awal (*pre test*) di lakukan sebelum pelaksanaan penyuluhan yang bertujuan untuk mengetahui tingkat pengetahuan peternak responden tentang pengaruh sanitasi kandang terhadap pertumbuhan ternak babi. Pada pelaksanaan tes awal kuesioner yang telah di siapkan di bagikan kepada 25 responden dan di berikan waktu 15 menit untuk menjawab pertanyaan. Rata-rata nilai yang di peroleh responden dari hasil tes awal dapat di lihat pada tabel di bawahn ini.

Tabel 2. Tes Awal (*Pre Test*)

No	Nama responden	Nilai	Kriteria
1	Yason saroy	37	Rendah
2	Yance karubaba	45	Rendah
3	anton Indou	28	Sangat rendah
4	Yanti Tiven	73	Tinggi
5	Ningsih Pondayar	19	Sangat rendah
6	Penina Mansinam	28	Sangat rendah
7	Rita F.Kebay	28	Sangat rendah
8	bertah	73	Tinggi
9	Ira Kafiar	46	Rendah
10	Yuliana Yarangga	37	Rendah
11	Henki Tiven	19	Sangat rendah
12	Elisabet Yawan	37	Rendah
13	Maria Mandibo	37	Rendah
14	Monika Mansim	10	Sangat rendah
15	Charles Aibembrok	64	Sedang
16	Fince Mansim	28	Sangat rendah
17	Agutina D Latupeirisa	73	Tinggi
18	Deti Tiven	73	Tinggi
19	Septina Warikar	28	Sangat rendah
20	Setus Salabay	46	Rendah
21	Domingus Pondayar	28	Sangat rendah
22	Agusta Manggapro	28	Sangat rendah
23	Stenli Duwit	28	Sangat rendah
24	Yakoba Karma	28	Sangat rendah
25	Dorte Mansim	28	Sangat rendah
Jumlah		969	Sangat rendah
Rata rata		38,76	Rendah

Berdasarkan tabel di atas tes awal menunjukan keseluruhan responden yang berjumlah 25 orang di peroleh berada pada kriteria rendah. Hasil dari tes awal ini memberikan gambaran bahwa sebelum penyampaian penyuluhan, peternak/petani telah

memiliki pengetahuan tentang pengaruh sanitasi kandang tapi mereka belum memiliki pengetahuan yang baik tentang sanitasi kandang yang benar. Hal ini sejalan dengan pernyataan Suriyanto (2008) menyatakan bahwa pelaksanaan tes awal (*pre test*) bertujuan untuk mengetahui apakah responden mengetahui yang di ajarkan

Tes Akhir (*Post Test*)

Setelah pelaksanaan penyuluhan dengan materi pengaruh sanitasi kandang terhadap pertumbuhan ternak babi selajutnya di lakukan evaluasi tes akhir bertujuan untuk mengetahui beberapa besar peningkatan pengetahuan peternak. Berdasarkan hasil penyuluhan yang dilakukan di Kampung Wasai, dapat di katakan bahwa tingkat pengetahuan peternak tentang sanitasi kandang masih tergolong rendah sebelum diberikan materi penyuluhan. Namun setelah kegiatan penyuluhan dilakukan, terjadi peningkatan pengetahuan yang signifikan, sebagaimana dibuktikan melalui hasil post-test yang menunjukkan pemahaman peternak terhadap pentingnya sanitasi kandang dalam mendukung pertumbuhan dan kesehatan ternak babi. Penyuluhan terbukti efektif dalam meningkatkan kesadaran peternak akan praktik pemeliharaan yang baik, sehingga diharapkan dapat berdampak positif terhadap produktivitas usaha peternakan babi di daerah tersebut

Tabel 3. Tes Akhir (*Post Test*)

No	Nama	Nilai	Kriteria
1	Yason saroy	72	Tinggi
2	Yance karubaba	73	Tinggi
3	Anton Indou	82	Sangat tinggi
4	Yanti Tiven	82	Sangat tinggi
5	Ningsih Pondayar	46	Rendah
6	Penina Mansinam	82	Sangat tinggi
7	Rita F.Kebay	91	Sangat tinggi
8	bertah	82	Sangat tinggi
9	Ira Kafiar	82	Sangat tinggi
10	Yuliana Yarangga	82	Sangat tinggi
11	Henki Tiven	82	Sangat tinggi
12	Elisabet Yawan	73	Tinggi
13	Maria Mandibo	73	Tinggi
14	Monika Mansim	73	Tinggi
15	Charles Aibembrok	91	Sangat tinggi
16	Fince Mansim	73	Tinggi
17	Agutina D Latupeirisa	73	Tinggi
18	Deti Tiven	73	Tinggi
19	Septina Warikar	73	Tinggi
20	Setus Salabay	64	Sedang
21	Domingus Pondayar	46	Rendah

No	Nama	Nilai	Kriteria
22	Agusta Manggapro	100	Sangat tinggi
23	Stenli Duwit	73	Tinggi
24	Yakoba Karma	55	Sedang
25	Dotea mansim	82	Sangat tinggi
Jmlah		1.878	Sangat tinggi
Rata rata		75,12	

Berdasarkan hasil evaluasi penyuluhan melalui tes akhir (*post test*) yang diberikan kepada 25 responden peternak babi di Kampung Wasai, diperoleh rata-rata nilai sebesar 75,12, yang menunjukkan peningkatan signifikan dibandingkan nilai rata-rata pada tes awal. Mayoritas responden berada dalam kategori "tinggi" hingga "sangat tinggi" dalam hal pengetahuan tentang sanitasi kandang setelah penyuluhan dilakukan. Hal ini menandakan bahwa materi yang disampaikan dapat diterima dengan baik dan efektif dalam meningkatkan pemahaman peternak mengenai pentingnya kebersihan kandang dalam mendukung pertumbuhan dan kesehatan ternak babi. Dengan meningkatnya skor *post test* ini, maka penyuluhan dapat dikatakan berhasil mencapai tujuannya

Hasil Evaluasi Penyuluhan

Berdasarkan hasil evaluasi yang dilakukan didapatkan nilai rata-rata dari pre-test sebesar 38,76 menjadi post-test sebesar 75,12 menunjukkan adanya peningkatan pengetahuan yang signifikan setelah pelaksanaan penyuluhan. Untuk menguji perbedaan tersebut digunakan uji statistik T-test, di mana hasil yang diperoleh menunjukkan nilai t sebesar $3,6 \times 10^{-10}$ Menurut Sugiyono (2015), uji T digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara dua rata-rata yang berhubungan, seperti nilai sebelum dan sesudah perlakuan (pre-test dan post-test). Hal senada juga dijelaskan oleh Arikunto (2013), bahwa uji t dapat digunakan untuk mengukur efektivitas suatu perlakuan atau intervensi pendidikan terhadap pengetahuan responden. Selain itu, efektivitas penyuluhan dapat dilihat dari besarnya peningkatan nilai yang dihitung dalam bentuk persentase. Dalam penelitian ini, nilai efektivitas mencapai 59,73%, yang tergolong dalam kategori tinggi dan efektif. Azwar (2003) juga mengungkapkan bahwa efektivitas suatu intervensi diukur dari seberapa besar perubahan pengetahuan peserta yang dinyatakan dalam bentuk persentase. Dengan demikian, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kegiatan penyuluhan yang dilakukan efektif dalam meningkatkan pengetahuan peternak tentang pentingnya sanitasi kandang, yang selanjutnya diharapkan berdampak positif terhadap praktik pemeliharaan ternak mereka.

Pembahasan

Penyuluhan yang dilaksanakan terbukti mampu meningkatkan pengetahuan peternak secara signifikan. Hasil ini memperkuat pernyataan dari Herlambang (2014) dan Woodger (2011) bahwa sanitasi kandang merupakan aspek krusial dalam pencegahan penyakit dan peningkatan produktivitas ternak. Sebelum penyuluhan, kebanyakan peternak hanya berfokus pada pemberian pakan tanpa memperhatikan kebersihan kandang. Setelah kegiatan dilakukan, mereka mulai memahami bahwa sanitasi yang baik dapat mencegah penyebaran penyakit, menurunkan angka kematian ternak, serta meningkatkan pertumbuhan dan kualitas hasil ternak. Peningkatan ini juga tidak terlepas dari efektivitas metode penyuluhan yang digunakan. Pendekatan ceramah dan diskusi terbukti efektif dalam menyampaikan materi kepada kelompok peternak yang memiliki latar belakang pendidikan yang beragam. Hasil tes post-test menunjukkan bahwa sebagian besar peserta memahami dan menerima materi penyuluhan dengan baik.

Analisis Peningkatan Pengetahuan

Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan pengetahuan yang signifikan dari peserta setelah mengikuti penyuluhan. Rata-rata nilai pre-test sebesar 38,76 termasuk dalam kategori rendah, sedangkan rata-rata nilai post-test meningkat menjadi 75,12, yang tergolong dalam kategori tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa penyampaian materi dalam penyuluhan berhasil meningkatkan pemahaman peternak terhadap pentingnya sanitasi kandang dalam pemeliharaan ternak babi. Peningkatan sebesar poin membuktikan bahwa mayoritas peserta mampu menyerap informasi yang diberikan dan mengubah pengetahuannya menjadi lebih baik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilaksanakan di Kampung Wasai dapat disimpulkan bahwa beberapa peternak masih belum mengetahui tentang sanitasi kandang yang baik dan benar namun dari hasil penyampaian materi dari pelaksanaan penyuluhan di Kampung Wasai, dapat disimpulkan bahwa tingkat pengetahuan peternak tentang sanitasi kandang sebelum dilakukan penyuluhan masih tergolong rendah, dengan rata-rata nilai pre-test sebesar 38,36. Setelah dilakukan penyuluhan, terjadi peningkatan yang signifikan dengan rata-rata nilai post-test sebesar 75,12. Hal ini menunjukkan bahwa penyuluhan yang dilakukan efektif dalam meningkatkan pemahaman peternak terhadap pentingnya sanitasi kandang dalam menunjang pertumbuhan dan kesehatan ternak babi.

Penyuluhan berhasil mendorong perubahan positif dalam aspek pengetahuan penerapan sanitasi kandang oleh para peternak di Kampung Wasai.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous. (2016). *Undang-undang Nomor 16 Tahun 2006 tentang Sistem Penyuluhan Pertanian, Perikanan dan Kehutanan*. Jakarta: Kementerian Pertanian RI.
- Amanah, S. (2007). Makna penyuluhan dan transformasi perilaku manusia. *Jurnal penyuluhan*, 3(1).
- Association for Educational Communications and Technology. (1977). *The definition of educational technology*. Washington, DC: Author.
- Ban, V. D., & Hawkins, H. S. (1999). Penyuluhan pertanian. Ibrahim J T. Sudiyono A, Harpowo. 2003. Komunikasi dan Penyuluhan Pertanian. Bayumedia Publishing. Jawa Timur.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Papua. (2023). *Populasi Ternak Babi Tahun 2023* Manokwari: Badan Pusat Statistik.
- BPTP-Ungaran. (2000). *Sanitasi Kandang*. Jawa Tengah: BPTP Ungaran
- Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Banyumas. (2020). *Sanitasi Kandang Ternak*. <https://dpkh.banyumaskab.go.id>
- FAO. Tanpa Tahun. Guidelines on Livestock Waste Management and Sanitation. <http://www.fao.org>
- Fritiani, L. (2012). *Peran Penyuluhan dalam Meningkatkan Kesejahteraan Peternak*. Bandung: UNPAD Press.
- Ginting, E. (1994). *Pokok pikiran penerapan metode penelitian sosial dalam kuliah kerja lapang*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Herlambang, T., Rasyid, R. A., Hartatik, S., & Rahmalia, D. (2017). Estimasi Posisi Mobile Robot Menggunakan Metode Akar Kuadrat Unscented Kalman Filter (AK-UKF). *Technology, Science and Engineering Journal*, 1(2), 140-146.
- Herlambang. (2014). *Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor*. Bogor.
- Heinich. (1982). *Instructional Media and The New Technologies of Instruction*. New York: John.
- Mardikanto, T. (1993). *Penyuluhan Pembangunan Pertanian*. Surakarta: Sebelas Maret University Press.
- Notoatmodjo. G. (2007). Exploring the 'weakest link': A study of personal password security (*Doctoral dissertation, University of Auckland*).
- Nuryasa. (2015). *Ayo Beternak Babi*. Makalah disampaikan pada ceramah di desa Cau Blayu, Tabanan.
- Nelwan, D., Parinusa, S. M., & Tewernussa, K. I. (2021). Analisis dampak eksternalitas usaha ternak babi terhadap kehidupan masyarakat (studi kasus Wirsi Arkuki Kelurahan Manokwari Barat Distrik Manokwari Barat). *Lensa Ekonomi*, 15(1), 80-103.

- Nelwan, J. (2021). *Peran Ternak Babi dalam Budaya Papua Barat*. Manokwari: Universitas Papua.
- Notoatmodjo, G. (2007). Exploring the 'weakest link': A study of personal password security (*Doctoral dissertation, University of Auckland*).
- Padmowihardjo, S. (2001). *Penyelenggaraan Penyuluhan Pertanian dalam Pembangunan Sistem dan Usaha Agribisnis*. Departemen Pertanian. Jakarta
- Supriyanto, A. (2019). *Evaluasi Program Penyuluhan Pertanian*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Suriyanto, H. (2008). *Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Supriyanto, S., Budy, A. C., & Arifin, Z. (2019). Korelasi karakteristik peternak terhadap tingkat adopsi penggunaan jamu herbal pada budidaya itik magelang pedaging di Kecamatan Bandongan. *Jurnal Pengembangan Penyuluhan Pertanian*, 16(29), 4-13.
- Sosroamidjojo, M. S. (1997). *Ternak Potong dan Kerja*. Penerbit CV. Yasa Guna. Jakarta.
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif Dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sihombing, D.T.H. (1997). *Ilmu Ternak Babi*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Soedijanto, P. (1996). *Evaluasi Penyuluhan Pertanian*. Universitas Terbuka. Jakarta.
- Sugiono. (2015). Analisis penyediaan dan penggunaan modal kerja pada UMK Fakultas Ekonomi Universitas Alkhairaat 104 dalam meningkatkan laba usaha pada KUB (kelompok usaha bersama) dalam lestari dalam *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Ekonomi & Bisnis* Sabtu, 07 November 2015. Surakarta: Universitas Sebelas Maret Surakarta. 07 November 2015.
- Sihombing, F. N. (2006). *Pengaruh Sistem Pengawinan (Alami dan IB) Paritas dan Frekuensi Pengawinan terhadap Laju Kebuntingan Ternak Babi di Usaha Peternakan Babi PT. Adhi Farm, Solo*.
- Sinaga, S., & Martini, S. (2010). Pengaruh Pemberian Berbagai Dosis Curcuminoid pada Ransum Babi Periode Starter terhadap Efisiensi Ransum (The Effect Adding Various Dosages Curcuminoid in Ration on Feed Efficiency of Starter Pigs). *Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran*, 10(2).
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Prof. Dr. Sugiyono. 2018. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sihombing, N., Saptarini, I., & Putri, D. S. K. (2017). Determinan persalinan sectio caesarea di Indonesia (analisis lanjut data Riskesdas 2013). *Jurnal Kesehatan Reproduksi*, 8(1), 63-75.
- Trimio, M. (2006). *Evaluasi Kegiatan Penyuluhan Pertanian*. Bogor: IPB Press
- Van den Ban & Hawkins. (1999). *Penyuluhan Pertanian*. Yogyakarta: Kanisius.
- Woodger, D., & Cowan, J. (2011). Institutional racism in healthcare services: Using mainstream methods to develop a practical approach. *Ethnicity and Inequalities in Health and Social Care*, 3(4), 36-44.

Uji Kualitas Fisik Silase Rumput Raja (*Pennisetum purpureophoides*) dan Gamal dengan Penambahan Dosis EM4 yang berbeda

Muhammad Choiry¹, Bangkit Lutfiaji Syaefullah^{1*}, Sritiasni¹

¹Program Studi Penyuluhan Peternakan dan Kesejahteraan Hewan, Politeknik Pembangunan Pertanian Manokwari

Email: bangkitlutfiaji@gmail.com

Abstrak

Tujuan utama pembuatan silase adalah untuk mengoptimalkan penggunaan hijauan dan kandungan nutrisinya, serta bahan pakan ternak lainnya, sehingga dapat disimpan dalam jangka waktu lama dan diberikan sebagai pakan ternak di musim kemarau. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dosis EM4 yang berbeda terhadap kualitas silase dari bahan rumput raja dan gamal dan mengetahui dosis yang optimal untuk menghasilkan silase dengan kualitas fisik yang baik. Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan dengan formulasi silase 4 kg. Perlakuan yang diberikan adalah level penggunaan EM4 dengan varian dosis terdiri dari P0 (tanpa kontrol) = Formulasi silase + 3% molasses + 0% EM4, P1 = Formulasi silase + 3% molasses + 0,2% EM4, P2 = Formulasi silase + 3% molasses + 0,4 EM4, P3 = Formulasi silase + 3% molasses + 0,8 EM4. Variable yang diukur yaitu kualitas fisik silase yang meliputi tekstur, warna, aroma, kadar pH dan keberadaan jamur. Berdasarkan uji fisik silase rumput raja dan gamal dengan penambahan EM4, terjadi perbedaan antar perlakuan terhadap parameter penelitian baik warna, tekstur, aroma, pH dan jamur dengan dosis 0,2% dan 0,8% adalah perlakuan terbaik di lihat dari pH nya ($p < 0,05$). Sedangkan untuk parameter fisik yang lain tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) meskipun berdasarkan standar silase semua perlakuan termasuk perlakuan kualitas silase yang baik.

Kata kunci: EM4, Gamal, Rumput raja, Silase

Abstract

The main purpose of making silage is to optimize the utilization of forage and its nutritional content, as well as other animal feed ingredients, so that it can be stored for a long time and given as animal feed during the dry season. This study aims to determine the effect of different EM4 doses on the quality of silage from king grass and gamal and determine the optimal dose to produce silage with good physical quality. The study was conducted using a Completely Randomized Design (CRD) with 4 treatments and 5 replications with a silage formulation of 4 kg. The treatments given were the level of EM4 use with dose variants consisting of P0 (without control) = Silage formulation + 3% molasses + 0% EM4, P1 = Silage formulation + 3% molasses + 0.2% EM4, P2 = Silage formulation + 3% molasses + 0.4 EM4, P3 = Silage formulation + 3% molasses + 0.8 EM4. The variables measured were the physical quality of silage, including texture, color, aroma, pH, and the presence of fungi. Based on physical tests of king grass and gamal grass silage with the addition of EM4, there were differences between treatments related to research parameters, including color, texture, aroma, pH, and fungi. Doses of 0.2% and 0.8% were the best treatments, based on their pH ($p < 0.05$). Meanwhile, other physical parameters had no significant effect ($p > 0.05$), although based on silage standards, all treatments were considered to have good silage quality.

Keywords: EM4, Gamal, King grass, Silage

PENDAHULUAN

Pakan merupakan faktor yang penting pada usaha peternakan, baik hijauan maupun konsentrat. Kontinuitas penyediaan pakan sangat menentukan keberhasilan usaha peternakan. Ketersediaan pakan yang tidak kontinu dapat menimbulkan stres dan akan berakibat ternak menjadi peka terhadap berbagai penyakit serta terganggu pertumbuhannya (Ahmad *et al.*, 2004). Pakan memiliki peranan penting dalam pemeliharaan ternak, dan bila ditinjau dari biaya produksi yang harus dikeluarkan untuk usaha peternakan maka pakan memiliki persentase 60-70% terhadap keberhasilan usaha peternakan (Haloho & Tarigan, 2021). Bahan pakan ternak ruminansia pada pokoknya dapat digolongkan menjadi tiga, yaitu pakan hijauan, pakan penguat, dan pakan tambahan (Wahyuni & Amin, 2020). Salah satu jenis pakan hijauan yang sering di gunakan untuk menjadi pakan ternak yaitu rumput raja

Rumput raja merupakan hasil persilangan antara rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) dengan rumput barja (*Pennisetum thypoides*). Rumput raja adalah tanaman tahunan (*perennial*), tumbuh tegak membentuk rumpun. Perakarannya dalam, bentuknya mirip dengan tanaman tebu, tingginya 2-4 m dan apabila dibiarkan tumbuh tegak dapat mencapai 7 m, berbatang tebal dan keras. Rumput raja memiliki pertumbuhan yang sangat cepat mengalahkan rumput gajah. Produksi rumput raja sangat tinggi dapat mencapai 1.076 ton rumput segar/ha/tahun (Suyitman *et al.*, 2014). Rumput raja dikenal memiliki nilai nutrisi yang cukup baik dengan kandungan serat kasar 26,20% (Handayanta, 2001) dan protein kasar 13,50%, TDN 57,00%, Ca 0,37%, P 0,39% dan NDF 59,7% (Sutardi, 1981). Rumput raja dan gamal selain diberikan secara langsung ke ternak tapi juga dapat di manfaatkan sebagai bahan baku silase.

Gamal (*Gliricidia sepium*) adalah salah satu tanaman serbaguna, cepat tumbuh, mampu mengikat nitrogen, sumber kayu bakar, pakan ternak, pupuk hijau, pohon penayang. Dalam tanaman gamal terkandung *zattanin*, *poliphenol*, *saponin*, *kumarin* dan *flavonoid*. Firsoni & Ansori (2015). Kemudian daun gamal memiliki kandungan protein kasar yang cukup tinggi yaitu sebesar 23,5% sehingga bisa digunakan untuk pakan ternak khususnya ruminansia. Selain protein kasar kandungan nutrisi lain pada daun gamal yaitu lemak kasar 3,1%, serat kasar 16,77%, Ca 1,3%, dan P 0,18%. Permentan No. 102 Tahun 2014, Pemberian leguminosa tidak boleh lebih dari 30% agar ternak tidak mengalami keracunan. (*Gricidia sepium*) Silase merupakan pakan yang diawetkan dengan cara difermentasi dalam silo pada kondisi anaerob. Kualitas nutrisi silase tidak dapat sama dengan hijauan yang

masih segar, namun pengawetan pakan dengan cara ensilase dapat menambah daya simpan hijauan dengan tingkat kehilangan nutrisi yang lebih kecil bila dibandingkan dengan hanya dibiarkan saja dalam suhu ruang (Coblentz & Akins, 2018). Prinsip pembuatan silase adalah mempertahankan kondisi kedap udara dalam silo semaksimal mungkin agar bakteri dapat menghasilkan asam laktat untuk membantu menurunkan pH, mencegah oksigen masuk kedalam silo, menghambat pertumbuhan jamur selama penyimpanan (Hidayat, 2014).

Tujuan utama pembuatan silase adalah untuk mengoptimalkan penggunaan hijauan dan kandungan nutrisinya, serta bahan pakan ternak lainnya, sehingga dapat disimpan dalam jangka waktu lama dan diberikan sebagai pakan ternak di musim kemarau. Bahan utama untuk membuat silase meliputi berbagai jenis hijauan yang dapat dimakan oleh ternak, seperti sorgum, rumput raja, dan rumput alami, yang melimpah pada musim hujan. Beragam bahan dasar ini sangat mempengaruhi kualitas silase, yang pada gilirannya berdampak pada pertumbuhan ternak. Kualitas pakan yang baik akan meningkatkan konsumsi makanan ternak, sehingga mendukung pertumbuhan yang lebih baik dan optimal. Proses fermentasi silase umumnya berlangsung selama 21 hari, setelah itu silase sudah bisa digunakan sebagai pakan sapi dalam bentuk pakan komplit atau disimpan dalam waktu yang lama jika belum digunakan (Bolsen, 2018). Selama proses fermentasi menggunakan EM4 peternakan

EM4 Peternakan adalah campuran kultur yang mengandung *Lactobacillus* (bakteri asam laktat), bakteri fotosintetik, Actinomycetes (bakteri mencerna serat kasar), dan ragi. Produk EM-4 Peternakan merupakan kultur EM dalam medium cair berwarna coklat kekuning-kuningan yang menguntungkan untuk pertumbuhan dan produksi ternak dengan ciri- ciri berbau asam manis. EM-4 Peternakan mampu memperbaiki jasad renik di dalam saluran pencernaan ternak sehingga Kesehatan ternak akan meningkat, tidak mudah stres, dan bau kotoran akan berkurang. Ada 5 golongan *mikroorganisme* yang pokok yaitu bakteri fotosintetik, *Lactobacillus sp.*, *Streptomices sp.*, *ragi (yeast)*, dan *Actinomicetes* (Murni *et al.*, 2022).

Berdasarkan latar belakang di atas maka di perlukan penelitian untuk mengevaluasi kualitas silase berbahan rumput raja dan gamal dengan penambahan EM4 yang berbeda terhadap kualitas fisik silase, ph dan juga jamur yang tumbuh selama proses fermentasi. Dengan penambahan EM4 di harapkan dapat di temukan dosis yang optimal untuk menghasilkan silase dengan kualitas terbaik.

METODE

Lokasi dan Waktu

Penelitian ini telah dilaksanakan selama tiga (3) bulan terhitung dari bulan Maret sampai bulan Mei 2025. Penelitian pembuatan silase dilakukan di Laboratorium Peternakan Polbangtan Manokwari

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: parang, gembor, lakban, terpal, toples, timbangan, pH meter, gelas ukur, kamera, pulpen, buku. Sedangkan bahan penelitian yaitu: rumput raja, gamal, dedak padi, *molases*, EM4 dan garam

Kebutuhan Nutrisi Kambing

Kebutuhan nutrisi pada kambing ditentukan berdasarkan bobot badan dan fase umur pada kambing yang sudah diatur dalam Permentan No. 102 Tahun 2014 tentang Pedoman Pembibitan Kambing dan Domba yang Baik.

Tabel 1. Kebutuhan Nutrisi kambing

No	Berat Badan/Kg	Protein Kasar%	TDN%	Ca%	P%
1	25	11,8	65	0,21	0,19
2	30	10,9	65	0,20	0,18
3	40	9,1	60	0,20	0,18
4	60	8,2	55	0,17	0,15
5	80	7,3	50	0,15	0,14
Kisaran		7,3-11,8	50-60	0,15-0,21	0,14-0,19

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa kebutuhan nutrisi pada kambing berbeda dilihat dari bobot badan, dengan bobot 25-30 kg sebagai sampel untuk penelitian. Penulis menambahkan gamal, dedak padi dan garam disesuaikan dengan kebutuhan nutrisi kambing berdasarkan Permentan No 102 Tahun 2014, kemudian penulis memodifikasi bahan pakan dan menurunkan EM4. Berikut merupakan formulasi kecukupan nutrisi silase dari berbagai sumber, terdapat di Tabel 2.

Tabel 2. Formulasi Kecukupan Nutrisi Silase

No	Bahan pakan	Jumlah%	Protein Kasar %	TDN%	Ca%	P%
1	Rumput Raja	55	13,50	57,00	0,31	0,39
2	Gamal	15	12,70	60,39	1,30	0,18
3	Dedak	29	12,39	57,40	0,09	1,07

No	Bahan pakan	Jumlah%	Protein Kasar %	TDN%	Ca%	P%
4	Garam	1	-	-	-	-
Total		100	12,92	57,05	0,39	0,55

Sumber; Sutardi, (1981), Firsoni & Ansori (2015), Pahambang & Sirappa (2022), Hartadi (1997)

Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) (Gasprerz, 1994). Setiap perlakuan terdapat 5 kali ulangan sehingga menghasilkan 20 unit satuan percobaan .

Penelitian yang di gunakan meliputi P0= formulasi silase + 3% *Molases* + 0% EM4, P1= formulasi silase + 3% *molases* + 0,2% EM4, P2= formulasi silase + 3% *molases* + 0,4 EM4, P3= formulasi silase + 3% *molases* + 0,8% EM4 dengan formulasi 4 kg. Penelitian ini menggunakan prosedur pembuatan silase rumput raja dengan gamal, dedak padi dan garam. Proses pembuatan silase dengan takaran 4 kg =rumput raja 55% x 4 = 2,2 kg, gamal 15% x 4 = 0,6 kg, garam 1% x 4=0,04 kg, *mollases* 3% x 4=0,12 kg.

- Rumput raja dan gamal di ambil dan di angin-anginkan/ dilayukan selama 1-2 hari kemudian rumput raja dicacah dengan ukuran 3-5 cm
- Bualtlah campuran EM4, *molases* dengan dedak
- Kemudian campurkan rumput yang sudah dicacah lalu dicampurkan dengan larutan *molases*, EM4 dan dedak hingga merata, selanjutnya aduk hingga merata dan tambahkan garam
- Setelah semua bahan tercampur masukan kedalam toples dan dipadatkan hingga penuh lalu di tutup rapat
- Setelah itu simpan ditempat yang kering dan terhindar dari sinar matahari dan diamkan selama 21 hari

Setelah selesai proses fermentasi silase selesai, maka dilanjutkan dengan uji kualitas fisik meliputi: warna, aroma, tekstur dan keberadaan jamur menggunakan 10 orang panelis (tidak terlatih).

Variable penelitian

Variabel yang diukur yaitu kualitas fisik silase yang meliputi tekstur, warna, aroma, kadar pH dan keberadaan jamur.

Pengukuran Keberadaan Jamur

Kehadiran jamur pada silase dapat terjadi jika nilai derajat keasaman kurang asam yakni 5 sampai 7 (Dryden, 2021). Untuk keberadaan jamur di ukur menggunakan rumus berikut:

$$\text{Keberadaan Jamur} = \frac{\text{Bobot silase jamur}}{\text{Bobot silase}} \times 100\%$$

Pengukuran pH

Penyusutan pH adalah tujuan mendasar dari pembuatan silase. Semakin cepat pH turun makin bagus dan mengukur pH menggunakan pH meter. Nilai pH jadi penanda penting dalam penentuan keberhasilan proses ensilase pada silase mencerminkan kualitas fermentasi silase (Peiretti & Martinez, 2015).

Warna, Aroma, dan Tekstur

- a. Warna silase adalah salah satu penunjuk penilaian kualitas fisik silase. Warna yang seperti warna asalnya adalah kualitas silase yang baik, sedangkan silase yang menyimpang dari warna asal merupakan silase yang berkualitas rendah. Maulidayati (2015), menyatakan bahwa warna silase yang baik adalah hijau kekuningan disertai hijau kecoklatan hingga tidak hijau
- b. Aroma merupakan salah satu penunjuk untuk menilai kualitas fisik silase. Aroma asam memperlihatkan kualitas silase yang baik, sebaliknya apabila terdapatnya aroma busuk pada silase memperlihatkan mutu tidak baik. Untuk menghasilkan silase beraroma asam terjadi dalam keadaan anaerob dimana bakteri akan aktif bekerja untuk memperoleh asam organik (Syafi'i & Rizqina, 2017).
- c. Tekstur merupakan salah satu penunjuk penilaian kualitas fisik silase. Silase dikatakan berkualitas baik bila memiliki tekstur yang lembut, padat, tidak menggumpal dan berlendir. Makin padat tekstur yang dihasilkan menunjukkan silase berkualitas baik (Zakariah, 2012). Selanjutnya tekstur silase berkualitas baik ditandai dengan tidak adanya lendir pada silase, tekstur halus, padat dimana hal ini menandakan proses fermentasi berjalan dengan baik tanpa adanya kerusakan sehingga oksigen tidak dapat masuk ke dalam silo dalam keadaan anaerob pertumbuhan jamur tidak dapat berkembang.

Warna, tekstur, aroma disajikan di wadah plastik lalu diberikan kode dan dibagikan pada 10 orang panelis (tidak terlatih) kemudian diberikan form penilaian sehingga panelis

dapat mengisi hasil pengamatan pada masing-masing perlakuan. Untuk nilai setiap silase dapat di lihat di Tabel 3.

Tabel 3. Nilai setiap Kriteria Silase

No	Kriteria	Karakteristik	Skor
1	Warna	Hijau kekuningan	4-4,9
		Hijau kecoklatan	3-3,9
		Hijau tua	2-2,9
		Tidak hijau	1-1,9
2	Tekstur	Lembut dan sulit di pisahkan	4-4,9
		Lembut dan mudah di pisahkan	3-3,9
		Kasar dan mudah di pisahkan	2-2,9
		Sangat kasar	1-1,9
3	Bau	Asam	4-4,9
		Agak asam	3-3,9
		Sangat asam	2-2,9
		Busuk	1-1,9

Sumber: Maulidiyati (2015)

Data analisis

Data yang di peroleh akan dianalisis menggunakan analisi sidik ragam (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap kualitas fisik silase. Data dianalisis dengan bantuan program SPSS versi 16.0. Jika terdapat perbedaan yang signifikan maka akan di lakukan uji lanjut Duncan. Apabila pengaruh perlakuan berbeda nyata dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) untuk mengetahui perbedaan pengaruh antara perlakuan (Steel & Torrie, 1993).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Drajat keasaman (pH)

Tabel 4. Nilai pH

Perlakuan	Ulangan					Rataan*	SD
	1	2	3	4	5		
P0	4,4	4,1	4,2	4	4,2	4,18 ^b	0,022
P1	4	3,9	4	3,9	3,9	3,94 ^a	0,003
P2	4	4,4	4	4,2	4,2	4,14 ^b	0,028
P3	4	4	3,9	4	4	3,98 ^a	0,002

Berdasarkan uji RAL dan uji lanjut Duncan bahwa penambahan EM4 pada pembuatan silase berpengaruh nyata terhadap nilai derajat keasaman ph ($P < 0,05$). Hal ini

menunjukkan bahwa penambahan EM4 berpengaruh nyata terhadap derajat keasaman silase. Penurunan pH yang signifikan dalam perlakuan P1 mencerminkan bahwa EM4 dapat mempercepat proses fermentasi dan menciptakan kondisi yang lebih asam. Berdasarkan penelitian Wiguna *et al.* (2024) derajat keasaman atau pH merupakan salah satu indikator untuk dapat menentukan kualitas silase yang baik dimana kadar pH yang rendah akan menghambat pertumbuhan bakteri serta menghambat pertumbuhan jamur yang tidak diinginkan yang dapat mengakibatkan kebusukan. Penurunan pH merupakan tujuan utama dari pembuatan silase. Marhaeniyanto *et al.* (2022), dengan penambahan EM4 silase berjalan sempurna, maka bakteri asam laktat akan berkembang sehingga menurunkan pH silase. Apabila di lihat dari nilai rataannya yaitu pH 4 yang bersifat asam. Berdasarkan penelitian Santoso *et al.* (2009) nilai pH silase yang ideal yaitu 4,0–4,5 sehingga dapat diketahui pembuatan silase pada penelitian ini berhasil. Hal ini dapat disebabkan karena rendahnya aktivitas bakteri asam laktat. Aglazziyah *et al.* (2020) menyatakan bahwa rendahnya pH silase disebabkan oleh adanya aktivitas bakteri asam laktat yang memecah substrat karbohidrat menjadi asam laktat. Tujuan pembuatan silase adalah menghasilkan pH rendah agar bakteri *clostridia* tidak dapat tumbuh dan berkembang dalam media fermentasi. Sehingga dilihat dari nilai pH P1 dan P3 memiliki penelitian dengan perlakuan terbaik dan untuk P0 dan P2 memiliki pH yang ideal untuk silase.

Keberadaan Jamur

Tabel 5. Nilai Presentase Jamur

Perlakuan	Ulangan					Rataan ^{ns}	SD
	1	2	3	4	5		
P0	0	0	0	0	0	0	0
P1	0	0	0	0	0	0	0
P2	0	8,98	0	0	0	1,79	4
P3	0	1,06	0	0	0	0,21	0,4

Berdasarkan analisis statistik RAL penambahan EM4 pada pembuatan silase tidak berpengaruh nyata terhadap persentase jamur ($P > 0,05$). Apabila dilihat P0 dan P1 Kedua perlakuan ini menunjukkan rata-rata persentase jamur sebesar 0%. Ini berarti tidak ada jamur yang tumbuh dalam kondisi ini. Hal ini mungkin disebabkan oleh faktor lingkungan yang tidak mendukung pertumbuhan jamur. Sedangkan perlakuan P2 memiliki rata-rata persentase jamur 1,79% dan P3 memiliki rata-rata persentase jamur 0,21%. Tumbuhnya jamur pada silase ini disebabkan karena adanya oksigen di dalam silase. Masuknya oksigen

pada silase dapat disebabkan faktor kepadatan bahan ataupun silo yang digunakan. Adanya oksigen dalam silase menyebabkan tumbuhnya mikroorganisme aerob yang menyebabkan kerusakan pada silase (Bolsen & Sapienza, 1993). Penelitian ini sama dengan penelitian Pasi *et al.* (2023) menunjukkan bahwa penambahan aditif tidak berpengaruh ($P>0,05$) terhadap jamur pada silase. Hal ini bisa dikatakan bahwa silase yang dibuat dalam keadaan baik, dikarenakan terdapat bakteri asam laktat yang berkembang dengan baik sehingga tidak terdapat jamur pada silase. Asam laktat yang dihasilkan selama proses fermentasi akan berperan sebagai pengawet sehingga menghindarkan dari bakteri pembusuk diperkuat oleh Jaelani *et al.* (2018) penyebab tidak adanya jamur disebabkan padatnya silase di dalam silo sehingga silase dalam keadaan anaerob. Hasil penelitian ini lebih baik dari pada penelitian Rahmawati *et al.* (2024) yang berkisar 8,54-8,84 termasuk ke dalam kategori silase yang baik. Hal yang menyebabkan tidak adanya jamur pada silase, penelitian ini diduga pada proses pembuatan silase keadaan gelas *anaerob* dan proses fermentasi berkembang baik dengan adanya bakteri asam laktat (BAL).

Uji Fisik

Tabel 6. Nilai Uji Fisik Silase

Perlakuan	Indikator		
	Warna ^{ns}	Aroma ^{ns}	Tekstur ^{ns}
P0	3,80 ± 0,67	3,40, ± 0,76	2,90 ± 0,48
P1	3,70 ± 0,84	3,80 ± 0,90	3,00 ± 0,50
P2	3,80 ± 0,67	3,80 ± 0,45	2,70 ± 0,40
P3	3,70 ± 0,40	3,30 ± 0,62	2,60 ± 0,76

Berdasarkan analisis statistik RAL penambahan EM4 pada pembuatan silase tidak berpengaruh nyata terhadap warna silase ($P>0,05$). Berdasarkan nilai warna untuk perlakuan P0 dan P2 adalah yang tertinggi, masing-masing 3,80 sedangkan P1 dan P3 memiliki nilai yang lebih rendah 3,70 yang sama jauh dengan kriteria hijau kecoklatan. Kriteria ini sama dengan penelitian Patimah *et al.* (2020) menunjukan warna yang diperoleh dari silase yang dibuat memiliki warna hijau kecoklatan dan diperkuat oleh Hidayat (2014) yang menyatakan warna coklat pada silase disebabkan karena adanya pigmen phatophitin suatu derivate chlorophil yang tidak ada magnesiumnya. Warna silase yang berwarna hijau cerah atau hijau kecoklatan merupakan warna yang normal untuk silase rerumputan (Wati *et al.*, 2018). Warna hijau kecoklatan pada silase, yang dianggap baik terkait dengan penurunan pH selama fermentasi. Lingkungan asam ini memfasilitasi konversi klorofil menjadi phaeophytin, pheophytin merupakan pemecahan klorofil akibat

kehilangan ion magnesium oleh proses peningkatan keasaman akibat penurunan pH pada proses fermentasi, proses fermentasi juga dapat merubah jumlah klorofil, perubahan klorofil menjadi pheophytin mengubah warna. Pertumbuhan jamur yang tidak diinginkan pada silase yang terpapar oksigen dapat menyebabkan perubahan warna yang tidak normal (misalnya, bintik-bintik putih) dan menunjukkan kualitas silase yang buruk. Warna hijau kecoklatan dalam karakteristik penilaian warna justru menunjukkan tidak adanya pertumbuhan jamur yang merusak. Sehingga silase yang dibuat memiliki kualitas yang baik karena memiliki warna hijau kecoklatan.

Berdasarkan analisis statistik, penambahan EM4 pada pembuatan silase tidak berpengaruh nyata terhadap aroma silase ($P>0,05$). Nilai aroma untuk semua perlakuan baik perlakuan dari P0-P3 masuk kriteria agak asam dengan nilai 3,30- 3,80. Penelitian ini sama dengan penelitian Rasuli *et al.* (2022) menunjukan aroma pada silase agak asam. Hal ini sesuai dengan pendapat Utomo (1999) bahwa aroma silase yang baik agak asam, bebas dari bau manis, bau ammonia, dan bau H₂S. Hal ini mungkin disebabkan karena dalam proses pembuatan silase, bakteri anaerob aktif bekerja dalam menghasilkan bau asam organik sehingga bau asam dapat terbentuk. Susetyo *et al.* (1969) menambahkan bahwa ketika oksigen habis dalam proses ensilase, maka suasana menjadi anaerob. Dalam suasana anaerob, hanya bakteri aktif yang dapat tumbuh terutama bakteri pembentuk asam. Aroma "agak asam" yang diinginkan pada silase adalah hasil langsung dari proses fermentasi asam laktat oleh bakteri, yang menyebabkan penurunan pH. pH yang optimal sangat penting untuk menciptakan aroma yang baik dan mencegah bau busuk akibat aktivitas mikroba yang tidak diinginkan, semakin banyak jamur juga mengakibatkan aroma semakin tidak bagus karena semakin tinggi phnya menyebabkan busuk pada aroma silase. Ph yang rendah menyebabkan aroma asam pada silase. bakteri pembentuk asam laktat (*Lactobacillus*) aktif mengubah glukosa menjadi asam laktat yang mengakibatkan penurunan pH silase dan menghambat pertumbuhan bakteri pembusuk. Sehingga bau asam menjadi indikator keberhasilan dalam pembuatan silase.

Berdasarkan analisis statistik, penambahan EM 4 pada pembuatan silase tidak berpengaruh nyata terhadap tekstur silase ($P>0,05$). Apabila dilihat dari nilai tekstur untuk P0, P2 dan P3 dengan kriteria kasar dan mudah di pisahkan sedangkan P1 dengan kriteria lembut dan mudah di pisahkan. Penelitian ini sama dengan penelitian Wiguna *et al.* (2024) menunjukan tekstur lembut dan mudah di pisahkan dan tekstur kasar dan mudah di pisahkan. Tekstur silase dipengaruhi oleh kadar air pada hijauan tersebut. Wati *et al.* (2018)

menyatakan bahwa silase dapat dikatakan baik apabila tidak memiliki tekstur lembek, tidak berair, tidak berjamur dan tidak menggumpal. Ketika teksturnya lembut dan mudah di pisahkan dengan tekstur kasar dan mudah di pisahkan ini menandakan proses pembuatannya baik karena menghasilkan asam dengan ph yang rendah tapi kalau terlalu basah memungkinkan kadar airnya tinggi ini menyebabkan rumput menjadi busuk dan tidak mudah di pisahkan atau berlendir karena kadar airnya tinggi, ini pengaruhnya ke ph yang tinggi menyebabkan busuk pada silase. Dalam penelitian ini, perlakuan P1 menunjukkan nilai tekstur tertinggi, yaitu $3,00 \pm 0,50$ dengan kriteria lembut dan mudah di pisahkan. Hal ini menunjukkan bahwa silase dari perlakuan ini memiliki tekstur yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan uji fisik silase rumput raja dan gamal dengan penambahan EM4, dengan dosis 0,2% dan 0,8% adalah perlakuan terbaik di lihat dari pH nya. Sedangkan untuk parameter fisik atau organoleptik yang lain seperti jamur, aroma, tekstur dan warna tidak ada perbedaan antar perlakuan seluruhnya termasuk kategori baik untuk kualitas silase. Penelitian selanjutnya penambahan EM4 nya perlu di tambahkan atau perlakuannya lebih banyak dengan dosis EM4 yang lebih bervariasi sehingga dapat terlihat pengaruh EM4 lebih jauh terhadap kualitas silase.

DAFTAR PUSTAKA

- Aglazziyah, H., Ayuningsih, B., & Khairani, L. (2020). Pengaruh penggunaan dedak fermentasi terhadap kualitas fisik dan pH silase rumput gajah (*Pennisetum purpureum*). *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*, 2(3), 156- 166.
- Ahmad, S.N., Siswansyah, D. D. & Swastika, D. K. S. (2004). Kajian sistem us+ha ternak sapi potong di Kalimantan Tengah. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, 7(2), 155-170
- Bolsen, K. K. (2018). Silage review: Safety considerations during silage making and feeding. *Journal of dairy science*, 101(5), 4122-4131.
- Bolsen, K., & Sapienza. (1993). *Teknologi Silase: Penanaman, Pembuatan dan Pemberiannya Pada Ternak*. Penerjemah Riri BS. Martoyoedo. Kansas, Dioneer Seeds.
- Coblentz, W. K., & Akins, M. S. (2018). Silage review: Recent advances and future technologies for baled silages. *Journal of dairy science*, 101(5), 4075-4092.
- Dryden, G. M. (2021). *Fundamentals of Applied Animal Nutrition*. England: ABI Press.
- Firsoni, F., & Ansori, D. (2015). Manfaat urea molasses multinutrien blok (UMMB) yang mengandung tepung daun glirisidia (*gliricidia sepium*) secara in-vitro. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*, 11(2), 161-170.

- Gaspersz, V. (1994). *Metode Perancangan Percobaan*, Penerbit CV Armico, bandung.
- Haloho, R. D., & Tarigan, E. (2021). Manajemen pakan dan analisis profitabilitas usaha peternakan sapi potong rakyat di masa pandemi Covid 19 di Kabupaten Langkat. *Agrimor Jurnal Agribisnis Lahan Kering*, 6(4), 180-185.
- Handayanta, E. (2001). Pengaruh substitusi rumput raja dengan pucuk tebu dalam ransum terhadap performan sapi jantan *friesian holstein*. *Sains Peternakan*. 1(2), 49-56.
- Hidayat, N. 2014. Karakteristik dan Kualitas Silase Rumput Raja Menggunakan Berbagai Sumber dan Tingkat Penambahan Karbohidrat Fermentable. *Jurnal Ilmiah Fakultas Peternakan Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. Agripet*, 14(1), 42-49.
- Jaelani A., Rostini T., & Misransyah. (2018). Pengaruh penambahan suplemen organik cair (SOC) dan lama penyimpanan terhadap derajat keasaman (pH) dan kualitas fisik pada silase batang pisang (Musa paradisiaca L). *ZIRAA'AH*. 43(3), 312-320.
- Marhaeniyanto, E., Marawali, S. S., & Rinanti, R. F. (2022). Penggunaan em4 dan aditif berbeda pada silase rumput gajah (*Pennisetum purpureum*). *Jurnal Ilmiah Fillia Cendekia*, 7(2), 83-90.
- Maulidayati. (2015). Sifat Fisik dan Fraksi Serat Silase Pelepah Kelapa Sawit Yang Ditambah *Biomassa Indigofera*. *Skripsi*. Fakultas Pertanian dan Peternakan. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Pekanbaru.
- Murni, M., Herliwati, H., & Fauzana, N. A. (2022). Interaction of cultural media composition with em4 dosage on population growth, biomass and nutritional content silk worm (*Tubifex* sp). *Journal Research of Social Science, Economics, and Management*, 1(11), 2038-2049.
- Pasi, M. S., Sio, S., Tae, A. V., Dethan, A. A., & Usfinit, G. (2025). Pengaruh penggunaan bahan aditif berbeda terhadap kualitas fisik silase berbahan dasar rumput benggala (*Panicum maximum*). *Tropical Livestock Science Journal*, 3(2), 146-152
- Patimah, T., Asroh, A., Intansari, K., Meisani, N. D., Irawan, R., & Atabany, A. (2021). Kualitas silase dengan penambahan molasses dan suplemen organik cair (Soc) di Desa Sukamaju, Kecamatan Cikeusal. *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat*, 2(Khusus 1), 88-92.
- Peiretti, J., & Martinez, M. (2015). *Screening of nutritional quality and particle size of corn silage samples in the Valley of Lerma, Argentina*. Di dalam: JLP Daniel, G Morais, D Junges, LG Nussio, editor. *XVII International Silage Conference. IV International Symposium on Forage Quality and Conservation. São Paulo, Brazil. São Paulo (BR): University of São Paulo*. Pp. 292-293.
- Rahmawati, I., Widjaja, N., Nurjannah, S., Suryanah, S., & Permana, H. (2024). Uji organoleptik, jamur, dan pH silase rumput pakchong yang diberi suplemen organik cair herbal. *Composite: Jurnal Ilmu Pertanian*, 6(2), 112-119.
- Rasuli, N., Wibowo, D. N., & Taufik, M. (2022). Kajian Kualitas Silase Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) dengan Penambahan Lamtoro (*Leucaena leucocephala*), Dedak, dan Jagung Giling: Study of The Quality of Napier Grass Silage (*Pennisetum purpureum*) with The Addition of Lamtoro (*Leucaena leucocephala*), Brand, and Milled Corn. *Jurnal Agrisistem*, 18(1), 28-34.

- Santoso, B. Hariadi, B. Tj., Manik, H. & Abubakar, H., (2009). Kualitas Rumput Unggul Tropika Hasil Ensilase dengan Bakteri Asam Laktat dari Ekstrak Rumput Terfermentasi. *Media Peternakan*, 32(2):137-144. *silages. Anim. Feed Sci. Tech.* 154:76- 82.
- Steel, R. G. D & J. H. Torrie. (1993). *Prinsip dan Prosedur Statistik*. Terjemahan: B. Sumantri. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Susetyo, S., I. Kismono., & D. Soewardi. (1969). *Hijauan Makanan Ternak*. Direktorat Jenderal Peternakan, Jakarta.
- Sutardi, T. (1981). *Sapi Perah dan Pemberian Makanannya*. Departemen Ilmu Makanan Ternak Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Syafi'i & Riszqina. (2017). Kualitas silase rumput gajah dengan bahan pengawet dedak padi dan tepung gaplek. *Maduranch*, 2(2), 49-58.
- Utomo, R. (1999). *Teknologi Pakan Hijauan*. Fakultas Peternakan, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Wahyuni, E., & Amin, M. (2020). Manajemen pemberian pakan sapi Bali. *Jurnal Peternakan Lokal*, 2(1), 1-7.
- Wati WS, Mashudi & Irsyammawati A. (2018). Kualitas silase rumput odot (*Pennisetum purpureum* cv.Mott) dengan penambahan *Lactobacillus plantarum* dan molasses pada waktu inkubasi yang berbeda. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis*, 1(1), 45-53
- Wiguna, I. A., Patty, C. W., & Fredriksz, S. (2024). Kualitas fisik silase jerami padi dengan penambahan dosis em4 yang berbeda sebagai pakan ternak ruminansia. *Jurnal Agrosilvopasture-Tech*, 3(1), 127-133.
- Zakariah, M. A. (2012). Teknologi fermentasi dan enzim fermentasi asam laktat pada silase. *Jurnal Peternakan*, 39(1), 1-8.

Peningkatan Pengetahuan Peternak tentang Pengelolaan Feses Sapi menjadi Pupuk Kompos untuk Memutus Siklus Cacingan di Distrik Masni Kabupaten Manokwari

Ridho Fatrah Firdaus Mergwar^{1*}, Okti Widayati¹

¹Penyuluhan Peternakan dan Kesejahteraan Hewan, Politeknik Pembangunan Pertanian
Manokwari

Email: mergwarridho05@gmail.com

Abstrak

Kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan peternak mengenai pengelolaan feses sapi menjadi pupuk kompos sebagai upaya memutus siklus cacingan di Distrik Masni, Kabupaten Manokwari. Permasalahan utama yang dihadapi peternak di wilayah ini adalah rendahnya pemahaman tentang pemanfaatan limbah ternak dan risiko penyebaran penyakit akibat penanganan feses yang kurang tepat. Kegiatan dilaksanakan di Kampung Mantedi selama dua bulan, mulai dari 22 Mei hingga 22 Juli 2025, dengan melibatkan 15 orang peternak sapi yang dipilih secara purposive. Metode yang digunakan meliputi penyuluhan, demonstrasi, dan evaluasi pengetahuan melalui pre-test dan post-test. Media penyuluhan berupa poster dan demonstrasi langsung pembuatan kompos menggunakan bahan feses sapi, limbah pakan, EM4, molases, dan air cucian beras. Hasil kegiatan menunjukkan adanya peningkatan pengetahuan yang signifikan dari rata-rata skor pre-test sebesar 2,07 (kategori rendah) menjadi 9,33 (kategori baik). Efektivitas peningkatan pengetahuan mencapai 91,5% yang termasuk dalam kategori efektif. Hal ini menunjukkan bahwa metode penyuluhan dengan pendekatan demonstrasi mampu meningkatkan pemahaman peternak secara optimal. Kegiatan ini diharapkan dapat mendorong perubahan perilaku peternak dalam pengelolaan limbah ternak sehingga mendukung peternakan berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Kata kunci: Penyuluhan, Pengelolaan feses sapi, Pupuk kompos, Cacingan, Pengetahuan peternak

Abstract

This activity aimed to increase farmers' knowledge about managing cattle feces into compost fertilizer as an effort to break the worm infection cycle in Masni District, Manokwari Regency. The main problem faced by farmers in this area is the lack of understanding regarding livestock waste utilization and the risk of disease transmission caused by improper feces handling. The activity was conducted in Mantedi Village for two months, from May 22 to July 22, 2025, involving 15 cattle farmers selected purposively. The methods used included counseling, demonstrations, and knowledge evaluation through pre-test and post-test. The extension media consisted of posters and direct demonstrations of compost production using cattle feces, feed waste, EM4, molasses, and rice-washing water. The results showed a significant increase in farmers' knowledge, with the average pre-test score of 2.07 (low category) rising to 9.33 (good category) in the post-test. The effectiveness of knowledge improvement reached 91.5%, which was categorized as effective. This indicates that the demonstration-based counseling method effectively improved farmers' understanding. This activity is expected to encourage behavioral changes among farmers in managing livestock waste, thereby supporting sustainable and environmentally friendly livestock farming.

Keywords: Counseling, Cattle feces management, Compost fertilizer, Worm infection, Farmers' knowledge

PENDAHULUAN

Parasit cacing merupakan salah satu masalah kesehatan yang sering dijumpai pada ternak di berbagai belahan dunia. Infeksi cacing dapat menurunkan produktivitas ternak melalui penurunan berat badan, rendahnya kualitas daging maupun susu, serta tingginya angka kematian pada kasus yang parah. Adanya infeksi cacingan dapat memperlambat peningkatan berat badan, pertumbuhan tidak optimal, serta memunculkan penyakit lain (rozi *et al.*, 2015 dalam Salsabila *et al.*, 2022). Kerugian ekonomi akibat serangan cacingan pada ternak telah menjadi perhatian global karena berpengaruh langsung terhadap ketahanan pangan dan kesejahteraan peternak.

Di Indonesia, kasus cacingan pada ternak ruminansia masih sering dijumpai, terutama di daerah dengan sistem pemeliharaan tradisional. Faktor utama penyebaran infeksi cacing adalah manajemen peternakan yang kurang baik, khususnya dalam pengelolaan limbah kotoran ternak. Feses sapi yang tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan masalah diantaranya mencemari lingkungan melalui feses sapi penyebaran infeksi cacingan (Indana *et al.*, 2024). Upaya pencegahan melalui pemanfaatan feses menjadi pupuk kompos dapat menjadi salah satu strategi efektif untuk memutus siklus penyebaran cacing, sekaligus memberikan nilai tambah berupa pupuk organik bagi pertanian (Anggraeni *et al.*, 2021).

Distrik Masni di Kabupaten Manokwari merupakan salah satu wilayah dengan potensi peternakan sapi yang cukup tinggi. Namun, sebagian besar peternak kurang pengetahuan tentang pengelolaan feses sapi dan belum memahami risiko penyebaran penyakit akibat feses yang tidak dikelola dengan baik. Kondisi ini berpotensi meningkatkan kasus cacingan pada ternak dan menurunkan produktivitas usaha peternakan. Oleh karena itu, diperlukan upaya peningkatan pengetahuan peternak mengenai pengelolaan feses sapi menjadi pupuk kompos sebagai langkah untuk memutus siklus cacingan, sekaligus meningkatkan kesadaran akan manfaat limbah ternak bagi sektor pertanian.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Kampung Mantedi, Distrik Masni, Manokwari, selama dua bulan, mulai dari 22 Mei hingga 22 Juli 2025. Populasi penelitian adalah peternak sapi di Kampung Mantedi, sedangkan sampel penelitian berjumlah 15 orang peternak yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling, yaitu peternak aktif yang bersedia mengikuti kegiatan penyuluhan. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, kuesioner pre-test dan post-test, serta dokumentasi kegiatan.

Instrumen penelitian berupa kuesioner berisi 10 soal dengan skala Guttman, di mana setiap jawaban benar diberi skor 1 dan jawaban salah diberi skor 0. Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif dengan menghitung skor jawaban responden, kemudian dikategorikan ke dalam tiga interval kelas yaitu rendah (0–3,33), cukup (>3,33–6,66), dan baik (>6,66–10). Efektivitas peningkatan pengetahuan berdasarkan rumus (Ginting dalam Tapi & Mikhael, 2023). Penyajian data dilakukan dalam bentuk tabel, persentase, dan uraian naratif untuk mempermudah interpretasi hasil.

$$EPP = \frac{Ps - Pr}{NtQ - Pr} \times 100\%$$

Media penyuluhan yang digunakan berupa poster. Alat yang digunakan dalam kegiatan demonstrasi cara meliputi karung, sekop, dan sprayer, sedangkan bahan yang digunakan terdiri dari feses sapi, limbah pakan, EM4, molasses, dan air cucian beras. Sampel kompos yang sudah jadi juga disediakan sebagai contoh nyata bagi responden.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan penyuluhan mengenai pengelolaan feses sapi menjadi pupuk kompos di Kampung Mantedi, Distrik Masni, Kabupaten Manokwari, bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan peternak dalam memutus siklus cacingan pada ternak sapi. Hasil kegiatan diperoleh melalui pre-test dan post-test untuk menilai perubahan tingkat pengetahuan peserta sebelum dan setelah diberikan materi. Data hasil penyuluhan kemudian dianalisis secara deskriptif untuk melihat peningkatan pengetahuan berdasarkan tingkat pendidikan, umur, serta efektivitas kegiatan secara keseluruhan.

Tabel 1. Peningkatan Pengetahuan Berdasarkan Pendidikan

Tingkat Pendidikan	Jumlah Responden	Pre-Test		Post-Test		Rataan Perubahan Pengetahuan
		Nilai Rata-Rata	Kategori	Nilai Rata-Rata	Kategori	
Tidak Lulus Sd	4	1.5	Rendah	9.25	Baik	7.75
SD	3	1.67	Rendah	9.67	Baik	8
SMP	2	1.5	Rendah	9	Baik	7.5
SMA	3	2.67	Rendah	8.67	Baik	6
S1	3	3	Rendah	9.67	Baik	6.67

Tidak lulus SD dilihat dari pre-test 1,5 kategori rendah adanya peningkatan di post-test 9,25 kategori baik, SD dilihat dari pre-test 1,67 kategori rendah adanya peningkatan di

post-test 9,67 kategori baik, SMP dilihat dari pre-test 1,67 kategori rendah adanya peningkatan di post-test 9,67 kategori baik, SMA dilihat dari pre-test 2,67 kategori rendah adanya peningkatan di post-test 8,67 kategori baik, S1 dilihat dari pre-test 3 kategori rendah adanya peningkatan di post-test 9,67 kategori baik. (Narti, 2015) menyatakan secara umum, tingkat pendidikan memengaruhi pola pikir petani. Semakin tinggi pendidikan yang dimiliki, semakin matang cara berpikirnya sehingga lebih mudah dalam mengambil keputusan yang tepat. Apabila petani dengan pendidikan formal rendah berupaya meningkatkan kapasitas dirinya melalui aktivitas seperti membaca atau mengikuti berita, maka pengetahuan yang dimiliki bisa lebih baik, meskipun tingkat pendidikan formalnya tidak tinggi (Jannah & Koerniasari, 2018).

Tabel 2. Peningkatan Pengetahuan Berdasarkan Umur

Rentan Umur	Jumlah Responden	Pre-Test		Post-Test		Rataan Perubahan Pengetahuan
		Nilai Rata-Rata	Kategori	Nilai Rata-Rata	Kategori	
35-40	5	1.6	Rendah	9.4	Baik	7.8
41-46	4	2.75	Rendah	9.75	Baik	7
47-52	4	2	Rendah	8.75	Baik	6.75
53-58	1	1	Rendah	10	Baik	9
59-64	1	3	Rendah	9	Baik	6

Pada kelompok usia 35–40 tahun, nilai pre-test sebesar 1,6 berada pada kategori rendah, kemudian mengalami peningkatan pada post-test menjadi 9,4 dengan kategori baik. Pada kelompok usia 41–46 tahun, nilai pre-test sebesar 2,75 (kategori rendah) meningkat menjadi 9,75 (kategori baik) pada post-test. Selanjutnya, pada kelompok usia 47–52 tahun, nilai pre-test sebesar 2 (kategori rendah) meningkat menjadi 8,75 (kategori baik) pada post-test. Pada kelompok usia 53–58 tahun, nilai pre-test sebesar 1 (kategori rendah) meningkat menjadi 10 (kategori baik) pada post-test. Terakhir, pada kelompok usia 59–64 tahun, nilai pre-test sebesar 3 (kategori rendah) meningkat menjadi 9 (kategori baik) pada post-test. Menurut BPS (2021) dalam Rosyida *et al.* (2021); Wardana *et al.* (2017) menyatakan bahwa peternak dengan umur 15-64 tahun termasuk golongan umur produktif, sementara umur <15 dan >64 dimasukan golongan tidak produktif. Hal ini menunjukkan bahwa peternak di Kampung Mantedi masih golongan produktif.

Tabel 3. Peningkatan Pengetahuan Berdasarkan Hasil Pre-test dan Post-test

Jenis Test	Jumlah Responden	Total Nilai	Nilai Rata- Rata	Kategori
Pre-Test	15	31	2.07	Rendah
Post-Test	15	140	9.33	Baik
Peningkatan		109	7.27	

Dilihat dari tabel 3 total nilai pre-test 31 dikategorikan Rendah, total nilai post-test 140 dikategorikan Baik. Berdasarkan hasil perhitungan data di atas Efektivitas Peningkatan Pengetahuan peternak di kampung Mantedi yaitu 91,5% jadi kreteria efektifitas peningkatan pengetahuan peternak di Kampung Mantedi termasuk kategori Efektif. (Adriani *et al.*, 2025 ; Mutiawati *et al.*, 2023) menyatakan pengajaran dengan metode demonstrasi memungkinkan peserta lebih fokus pada materi yang dipelajari, sehingga mereka dapat menarik kesimpulan yang relatif mudah diingat. Berbeda dengan itu, metode ceramah seringkali menjadikan peserta pasif karena hanya menerima informasi dari penyuluh tanpa kesempatan besar untuk berpartisipasi aktif.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penyuluhan di Distrik Masni menunjukkan adanya peningkatan pengetahuan yang signifikan dengan efektivitas yang tergolong dalam kategori efektif. Kegiatan penyuluhan yang telah dilakukan juga sebaiknya dapat dilanjutkan dengan upaya yang mendorong perubahan sikap dan keterampilan petani dalam mengadopsi inovasi yang telah disampaikan, sehingga dampak dari penyuluhan tidak berhenti pada peningkatan pengetahuan saja, tetapi juga diterapkan secara kontinyu.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriani, A., Darmawati, J., & ... (2025). Perbandingan Metode Ceramah Dengan Metode Demonstrasi Pada Pengukuran Lila Terhadap Hasil Belajar. *Jurnal* <https://ejournal.stikesabdurahman.ac.id/index.php/jkab/article/view/229>
- Anggraeni, T., Yuliaty, H. P., Yuke, D. H., & ... (2021). Sosialisasi Kewirausahaan Berbasis Zero Waste Pada Peternakan Sapi. *Sadeli: Jurnal* <https://journal.unwim.ac.id/index.php/sadeli/article/view/398>
- Indana, K., Sidiq, Z. R., Wibowo, A., & ... (2024). Identifikasi Prevalensi Telur Cacing pada Feses Sapi Bali (Bos sondaicus) di Kecamatan Samarinda Utara. *Jurnal Peternakan* <https://ocs.unmul.ac.id/index.php/ptk/article/view/15964>
- Jannah, M., & Koerniasari, S. B. (2018). Hubungan Antara Umur, Tingkat Pendidikan Dan Perilaku petani Dalam Penggunaan Pestisida. *Gema Kesehatan Lingkungan.* <https://scholar.archive.org/work/z7qmy2enkvxflpbzsze4l3vqq/access/wayback/ht>

tp://journal.poltekkesdepkes-
sby.ac.id:80/index.php/KESLING/article/download/819/621

- Mutiawati, M., Amin, M., & ... (2023). Peningkatan Hasil Belajar Siswa melalui Metode Demonstrasi dan Media Nyata. *PTK: Jurnal*
<https://jurnal.ciptamediaharmoni.id/index.php/ptk/article/view/195>
- Narti, S. (2015). Hubungan Karakteristik Petani Dengan Efektivitas Komunikasi Penyuluhan Pertanian Dalam Program SL-PTT (Kasus kelompok tani di Kecamatan Kerkap Kabupaten *Professional: Jurnal Komunikasi Dan Administrasi* <https://jurnal.unived.ac.id/index.php/prof/article/view/173>
- Rosyida, S. A., Sawitri, B., & Purnomo, D. (2021). Hubungan Karakteristik Petani dengan Tingkat Adopsi Inovasi Pembuatan Bokashi dari Limbah Ternak Sapi: The Correlation Between Farmers Characteristics *Jurnal Komunikasi Dan*
<https://scholar.archive.org/work/hqqcl6vfwbhmzg56hgbqbm74dm/access/wayback/https://jurnal.unej.ac.id/index.php/jkrm/article/download/27154/10332>
- Salsabila, F. S., Sardjana, I. K. W., Sarudji, S., Budiarto, B., Hastutiek, P., & Ririn, R. (2022). Prevalence of Helminthiasis in Cattle through Fecal Examination in Magetan Regency. *Journal of Parasite Science*, 6(1), 1–6.
<https://doi.org/10.20473/jops.v6i1.34254>
- Triman Tapi, & Mikhael Mikhael. (2023). Efektivitas Penyuluhan Pertanian Pembuatan Pupuk Organik Cair Air Leri di Kelurahan Manokwari Barat Kabupaten Manokwari. *Journal of Sustainable Agriculture Extension*, 1(2), 76–83.
<https://doi.org/10.47687/josae.v1i2.619>
- Wardana, I., Tariningsih, D., & Lestari, P. F. K. (2017). Pengetahuan dan Keterampilan Petani terhadap Pupuk Organik pada USAhatani Padi Sawah (Studi Kasus di Subak Anyar Sidembunut, Desa Cempaga, Kecamatan *Agrimeta*.
<https://www.neliti.com/publications/195587/pengetahuan-dan-keterampilan-petani-terhadap-pupuk-organik-pada-usahatani-padi-s>

Pengetahuan Higiene Pangan Ibu Terkait Penanganan Daging di Wilayah Manokwari Barat

Noviyanti^{1*}, Rizki Arizona², Noveling Inriani¹, John Palulungan²

¹Program Studi Diploma 3 Kesehatan Hewan, Fakultas Peternakan, Universitas Papua, Manokwari

²Program Studi S1 Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Papua, Manokwari

Email: n.noviyanti@unipa.ac.id

Abstrak

Foodborne diseases masih menjadi masalah kesehatan masyarakat yang sering bersumber dari pangan rumah tangga. Pengetahuan dan sikap ibu rumah tangga berperan penting dalam menjaga higiene pangan, khususnya pada pengolahan daging. Penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan usia, tingkat pendidikan, pekerjaan, dan tingkat pengetahuan dengan sikap ibu rumah tangga dalam penyimpanan dan pengolahan daging di Kecamatan Manokwari Barat. Penelitian menggunakan desain cross sectional dengan 45 responden yang dipilih berdasarkan kriteria inklusi, dan dianalisis menggunakan uji Chi-Square. Hasil menunjukkan sebagian besar responden memiliki pengetahuan kurang baik (66,7%), namun bersikap positif terhadap penanganan daging (91,1%). Tidak ditemukan hubungan signifikan antara usia, pendidikan, pekerjaan, maupun tingkat pengetahuan dengan sikap responden ($p>0,05$). Kesimpulan penelitian ini menegaskan bahwa sikap positif responden dalam menjaga higiene pangan tidak semata-mata dipengaruhi oleh faktor demografis maupun tingkat pengetahuan, melainkan juga oleh kebiasaan sehari-hari, nilai budaya, dan persepsi terhadap keamanan pangan di lingkungan sekitar.

Kata kunci: Daging, *Foodborne diseases*, Higiene pangan, Ibu rumah tangga, Manokwari

Abstract

Foodborne diseases remain a significant public health issue, often originating from household food sources. Knowledge and attitudes of housewives play an essential role in maintaining food hygiene, particularly in meat handling and processing. This study aimed to analyze the relationship between age, education level, occupation, and knowledge with the attitudes of housewives toward meat storage and processing in West Manokwari District. A cross-sectional design was employed with 45 respondents selected based on inclusion criteria, and data were analyzed using the Chi-Square test. The results showed that most respondents had poor knowledge (66.7%) but demonstrated positive attitudes toward meat handling (91.1%). No significant relationship was found between age, education, occupation, or knowledge level and respondents' attitudes ($p>0.05$). The study concludes that positive food hygiene attitudes among respondents are not solely influenced by demographic factors or knowledge levels but also by daily habits, cultural values, and perceptions of food safety within their environment.

Keywords: Meat, *Foodborne diseases*, Food hygiene, Housewife, Manokwari

PENDAHULUAN

Foodborne diseases merupakan masalah kesehatan masyarakat global yang serius dan masih menjadi tantangan hingga saat ini. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) memperkirakan sedikitnya 600 juta kasus *foodborne diseases* terjadi setiap tahun dan menyebabkan 420.000 kematian di seluruh dunia dengan sekitar 30% kematian terjadi pada anak-anak di bawah usia lima tahun (World Health Organization, n.d.). Wilayah Asia Tenggara menempati posisi kedua tertinggi untuk angka kematian akibat penyakit bawaan pangan, baik pada anak-anak maupun orang dewasa (Havelaar *et al.*, 2015).

Berdasarkan data dari Kementerian Kesehatan menyatakan bahwa keracunan pangan merupakan Kejadian Luar Biasa (KLB) tertinggi kedua di Indonesia. Sebagian besar kasus tersebut bersumber dari pangan siap saji dan masakan rumah tangga yang menyumbang sekitar 36% penyebab KLB keracunan pangan. KLB tertinggi pada tahun 2017 terjadi di Provinsi Jawa Barat (25 kejadian), disusul oleh Jawa Tengah (17 kejadian), Jawa Timur (14 kejadian), Bali (13 kejadian), dan NTB (12 kejadian keracunan pangan) (Widyawati, 2018). Meskipun data nasional telah terdokumentasi dengan baik, informasi mengenai kejadian *foodborne diseases* di tingkat rumah tangga pada Kabupaten Manokwari, masih sangat terbatas. Hal ini menunjukkan adanya kebutuhan mendesak untuk memahami faktor-faktor yang memengaruhi higiene pangan di tingkat rumah tangga di wilayah tersebut.

Sejumlah penelitian di berbagai daerah menunjukkan bahwa faktor pengetahuan memiliki kontribusi penting terhadap praktik keamanan pangan ibu rumah tangga. Misalnya, studi di Cirebon menemukan bahwa 43,3% ibu rumah tangga menunjukkan praktik keamanan pangan yang kurang baik, dengan tingkat pengetahuan dan usia berpengaruh signifikan terhadap perilaku tersebut (Septiyani *et al.*, 2021). Temuan serupa di Kota Makassar memperlihatkan bahwa pengetahuan berhubungan dengan praktik keamanan pangan, meskipun tidak selalu memengaruhi sikap (Ipa *et al.*, 2022). Namun, belum ada penelitian serupa yang dilakukan di Papua, khususnya di Manokwari, yang memiliki karakteristik sosial budaya dan ekonomi berbeda dengan wilayah lain di Indonesia.

Masyarakat Manokwari memiliki pola konsumsi protein hewani yang sering diolah dalam bentuk masakan tradisional atau hidangan berbumbu khas Papua. Proses pengolahan sering dilakukan di rumah dengan peralatan sederhana, bahkan sebagian masih menggunakan cara tradisional yang diturunkan secara turun-temurun. Kondisi ini dapat

memengaruhi penerapan prinsip higiene pangan, mengingat keterbatasan sarana penyimpanan modern seperti lemari pendingin masih ditemukan pada sebagian rumah tangga, terutama di daerah pinggiran kota. Sebagian besar ibu rumah tangga di Manokwari berusia dewasa hingga lanjut usia dengan tingkat pendidikan beragam mulai dari sekolah dasar hingga perguruan tinggi. Peran ibu rumah tangga dalam menyiapkan makanan utama keluarga menjadikan mereka kelompok kunci dalam menjaga keamanan pangan.

Berdasarkan kondisi tersebut penelitian ini berfokus untuk menganalisis hubungan antara usia, tingkat pendidikan, jenis pekerjaan dan tingkat pengetahuan dengan sikap ibu rumah tangga dalam penanganan dan mengolah daging di Kota Manokwari. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran awal mengenai perilaku higiene pangan masyarakat di Papua, serta menjadi dasar bagi upaya intervensi edukasi dan program kesehatan masyarakat yang lebih kontekstual di wilayah timur Indonesia.

METODE

Jenis penelitian adalah analitik observasional dengan menggunakan desain *cross sectional study*. Penelitian dilaksanakan di Kabupaten Manokwari, Kecamatan Manokwari Barat pada bulan Juni-Juli 2023. Total responden yang digunakan sebanyak 45 orang responden. Kriteria inklusi dalam penelitian ini adalah wanita dewasa yang pernah mengolah/memasak daging sapi/ayam untuk diri sendiri atau untuk orang lain secara rutin, minimal sekali dalam 3 bulan. Instrumen penelitian yang digunakan berupa kuesioner yang berisi tentang karakteristik responden, tingkat pengetahuan dan sikap terkait keamanan pangan dalam pengolahan daging. Responden yang tidak mengisi lembar kuesioner dengan lengkap tidak diikutkan dalam analisa data. Karakteristik responden meliputi usia, pendidikan terakhir, dan pekerjaan. Kategori usia dengan tingkatan sebagai berikut: 17-25 tahun, 26-35 tahun, 36-45 tahun, dan di atas 45 tahun. Kategori pendidikan terakhir dengan klasifikasi tamat SD, tamat SMP, tamat SMA/SMK, tamat perguruan tinggi, dan pendidikan lainnya. Kategori pekerjaan terdiri dari ASN/PNS, karyawan swasta, pensiunan, dan ibu rumah tangga.

Tingkat pengetahuan terdiri dari 10 pertanyaan tentang keamanan pangan dalam penyimpanan dan pengolahan daging. Dari setiap pertanyaan yang ada pada variabel tingkat pengetahuan, jawaban benar diberi skor “1” dan jawaban salah diberi skor “0”. Jika responden menjawab ≥ 6 jawaban benar, maka dikategorikan memiliki tingkat pengetahuan yang baik. Variabel sikap terdiri dari 10 pertanyaan *likert scale* sikap (skala 1-5; dengan pilihan sangat tidak setuju, tidak setuju, ragu-ragu, setuju, sangat setuju) terhadap tata cara

menyimpan dan mengolah daging. Dari setiap pertanyaan yang ada pada variabel sikap, diberikan skor terendah (skor “1”) jika menjawab “sangat tidak setuju” terhadap tata cara menyimpan dan mengolah daging yang benar dan diberikan skor tertinggi (skor “5”) jika menjawab “sangat setuju” terhadap tata cara menyimpan dan mengolah daging yang benar. Jika responden memiliki total skor sikap ≥ 30 , maka dikategorikan memiliki sikap yang positif. Analisis data yang digunakan yaitu analisis univariat dan bivariat dengan uji statistik *Chi Square* menggunakan software IBM SPSS 26.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik responden ditunjukkan pada Tabel 1. Sebagian besar berusia di atas 45 tahun, dengan pendidikan terakhir perguruan tinggi, dan bekerja sebagai ibu rumah tangga. Kelompok usia ini termasuk kategori produktif pra-lansia dan lansia, sedangkan sebagian kecil responden berada pada kelompok usia produktif 25–35 tahun dan 35–45 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa responden dalam penelitian ini merupakan wanita dewasa yang masih produktif. Dari segi pendidikan, sebagian besar memiliki latar belakang perguruan tinggi atau SMA/SMK, sehingga tingkat pendidikan responden tergolong tinggi. Selain itu, jumlah responden yang berprofesi sebagai ibu rumah tangga jauh lebih banyak dibandingkan pekerjaan lain, menunjukkan bahwa mayoritas responden rutin memasak daging tidak hanya untuk diri sendiri, tetapi juga untuk keluarga.

Tabel 1. Distribusi Frekuensi Karakteristik Responden

Variabel	n	%
Usia		
17-25 tahun	0	0
26-35 tahun	10	22.22
36-45 tahun	10	22.22
Lebih dari 45 tahun	25	55.56
Pendidikan terakhir		
SD	0	0
SMP	2	4.44
SMA/SMK	20	44.44
Perguruan tinggi	23	51.11
Pekerjaan		
ASN/PNS	9	20
Karyawan swasta	6	13.33
Pensiunan	0	0
Ibu rumah tangga	30	66.67

Analisis univariat menunjukkan bahwa tingkat pemahaman responden mengenai keamanan pangan dalam penyimpanan dan pengolahan daging masih rendah. Meski demikian, sebagian besar responden tetap menunjukkan sikap positif terhadap praktik penyimpanan dan pengolahan daging (Tabel 2).

Tabel 2. Analisis Univariat

Variabel	n	%
Tingkat pengetahuan		
Kurang baik	30	66.67
Baik	15	33.33
Sikap		
Negatif	4	8.89
Positif	41	91.11
Usia		
< 45 tahun	20	44.44
≥ 45 tahun	25	55.56
Tingkat Pendidikan		
Rendah	22	48.89
Tinggi	23	51.11
Pekerjaan		
Karyawan	15	33.33
Ibu Rumah Tangga	30	66.67

Dari hasil analisa statistik pada Tabel 3, semakin tinggi usia (≥ 45 tahun) semakin baik sikapnya terhadap tata cara menyimpan dan mengolah daging. Walaupun secara statistik tidak ada perbedaan yang signifikan antara responden dengan kelompok usia rendah (26-44 tahun) dan kelompok usia tinggi (≥ 45 tahun).

Dari temuan lapangan terlihat bahwa baik responden dengan tingkat pendidikan rendah maupun tingkat pendidikan tinggi memiliki sikap yang baik terhadap tata cara menyimpan dan mengolah daging.

Dari hasil statistik tidak ada hubungan antara jenis pekerjaan dan sikap terhadap tata cara menyimpan dan mengolah daging. Namun, responden yang pekerjaannya ibu rumah tangga memiliki sikap yang lebih baik terhadap tata cara menyimpan dan mengolah daging.

Tidak ada hubungan antara tingkat pengetahuan terhadap sikap yang baik dalam menerapkan cara penyimpanan dan pengolahan daging. Penjamah makan, dalam hal ini responden, tidak memiliki pengetahuan secara sains tentang tata cara pengolahan pangan yang bersih dan pentingnya personal higiene dalam pengolahan pangan. Tetapi mereka memiliki sikap yang baik dalam menyajikan daging yang higiene. Hal ini sangat mungkin

terjadi karena kebiasaan menerapkan sikap yang baik terhadap penyajian daging adalah tindakan yang diterapkan turun temurun dalam menyajikan pangan yang higiene bagi keluarga.

Tabel 3. Analisis Bivariat

Variabel	Sikap				Total		P-value (sig)
	Tidak baik		Baik				
	n	%	n	%	N	%	
Usia							0.889
< 45 tahun (26-44 tahun)	1	25.00%	9	21.95%	10	22.22%	
≥ 45 tahun (46-65 tahun)	3	75.00%	32	78.05%	35	77.78%	
Total	4	100.00%	41	100.00%	45	100.00%	
Tingkat Pendidikan							0.963
Rendah (SD-SMA/SMK)	2	50.00%	20	48.78%	22	48.89%	
Tinggi (Perguruan Tinggi)	2	50.00%	21	51.22%	23	51.11%	
Total	4	100.00%	41	100.00%	45	100.00%	
Pekerjaan							0.138
Karyawan (Negeri/Swasta)	0	0.00%	15	36.59%	15	33.33%	
Ibu Rumah Tangga	4	100.00%	26	63.41%	30	66.67%	
Total	4	100.00%	41	100.00%	45	100.00%	
Tingkat Pengetahuan							0.138
Kurang Baik	4	100.00%	26	63.41%	30	66.67%	
Baik	0	0.00%	15	36.59%	15	33.33%	
Total	4	100.00%	41	100.00%	45	100.00%	

Hasil penelitian menunjukkan bahwa lebih dari 90% responden mampu menjawab dengan benar terkait risiko keamanan pangan akibat daging tidak berkualitas, prosedur sanitasi sebelum memasak, serta kondisi daging mentah yang tidak layak konsumsi (Tabel 4). Tingginya proporsi ini dapat disebabkan oleh pengetahuan dasar mengenai keamanan pangan yang relatif sudah umum di masyarakat, baik melalui pengalaman langsung maupun paparan informasi dari media dan kampanye kesehatan. Hal ini sejalan dengan pedoman *Five Keys to Safer Food* dari WHO (2009) yang telah banyak disosialisasikan, serta temuan (Grace, 2015) bahwa di negara berkembang, masyarakat cenderung terlindungi dari penyakit bawaan pangan melalui praktik tradisional, seperti fermentasi makanan dan memasak dengan durasi yang relatif lama.

Tabel 4. Pengetahuan Responden Terkait Penyimpanan dan Pengolahan Daging

Pernyataan	% Jawaban benar	% Jawaban salah
Memakan daging mentah bisa membuat sakit perut	93,33	6,67
Kuman bisa hidup di dalam daging walaupun disimpan di dalam kulkas (<i>refrigerator</i>)	77,78	22,22
Suhu dingin di dalam kulkas beku (<i>freezer</i>) tidak dapat membunuh semua bakteri dan kuman	46,67	53,33
Daging sapi mentah yang disimpan di dalam kulkas beku (<i>freezer</i>) selama 1-2 bulan masih baik untuk dimasak	42,22	57,78
Daging yang dibeli dari pasar tidak perlu dicuci dulu sebelum disimpan di dalam kulkas	20,00	80,00
Mencuci tangan sebelum memasak tetap perlu meskipun semua makanan dimasak dengan baik	95,56	4,44
Semua daging yang sudah matang bebas dari kuman yang membuat kita sakit perut	37,78	62,22
Semua daging yang sudah matang tidak bebas dari racun kuman yang membuat kita sakit perut	53,33	46,67
Kalau daging sudah berubah warna dan bau tidak boleh dikonsumsi	97,78	2,22
Kalau daging mentah dibiarkan di meja dapur lebih dari 2 jam bisa cepat busuk	80,00	20,00

Responden menunjukkan pengetahuan yang cukup baik terkait kemampuan mikroba untuk berkembang biak di dalam lemari pendingin serta kecepatan proses pembusukan daging apabila dibiarkan pada suhu ruang dalam waktu yang relatif lama. Namun, sekitar 80% responden masih meyakini bahwa daging yang dibeli dari pasar harus dicuci sebelum disimpan di dalam kulkas (Tabel 4). Padahal, proses pencucian daging mentah di air mengalir tidak disarankan karena dalam prosesnya akan terjadi kontaminasi silang. Daging mentah mengandung bakteri yang menjadi penyebab keracunan makanan. Air yang terciprat saat mencuci bisa menyebarkan bakteri hingga sejauh 1 meter dari sekitar wastafel, yang kemudian dapat menyebabkan penyakit (Gravelly, 2016). Rendahnya pemahaman ini kemungkinan terkait dengan kondisi kios penjual daging di pasar-pasar di Manokwari yang umumnya terlihat kurang bersih, sehingga responden beranggapan bahwa mencuci daging dapat membuatnya menjadi lebih higienis.

Sebagian besar responden (62,2%) beranggapan bahwa pemasakan daging secara sempurna akan membebaskan daging dari seluruh mikroba patogen. Persepsi ini kurang tepat, karena beberapa mikroba patogen dapat menghasilkan toksin yang tidak dapat dihancurkan oleh proses pemasakan daging. Secara keseluruhan, tingkat pengetahuan

responden mengenai penyimpanan dan pengolahan daging masih relatif rendah, dengan hanya 33% responden yang tergolong memiliki pengetahuan baik (Tabel 4).

Tabel 5. Sikap Responden Terkait Penyimpanan dan Pengolahan Daging

Pernyataan	Tidak Setuju (%)	Ragu-ragu (%)	Setuju (%)
Selalu memastikan daging benar-benar matang supaya bebas dari kuman	4	0	41
Selalu memakai pisau khusus untuk daging mentah dan pisau lain untuk makanan siap makan (buah, roti, cake, dll)	9	4	32
Selalu memakai talenan yang berbeda untuk mengolah daging mentah dan makanan siap makan (buah, roti, cake, dll)	9	2	33
Rutin membersihkan meja dapur (lingkungan dapur) sebelum dan sesudah memasak	2	0	43
Selalu mencuci tangan sebelum dan sesudah memasak	2	0	42
Selalu berusaha membagi daging mentah ke dalam wadah terpisah di dalam kulkas	4	1	39
Selalu menyimpan daging mentah di kulkas dingin (<i>refrigerator</i>) sebelum memindahkan ke kulkas beku (<i>freezer</i>)	21	9	14
Selalu menyimpan daging di dalam wadah tertutup	4	0	40
Selalu mengatur lokasi penyimpanan daging di dalam kulkas dalam wadah tertutup dan rapi	18	1	26
Tidak pernah mencairkan daging beku dengan direndam langsung di dalam air sebelum dimasak meskipun proses ini lebih lama	28	2	15

Hal yang menarik dari hasil penelitian ini adalah bahwa, walaupun proporsi responden dengan pengetahuan baik tergolong rendah, sebagian besar tetap menunjukkan sikap positif terkait penyimpanan dan pengolahan daging. Mayoritas responden selalu memastikan daging dimasak hingga benar-benar matang sebelum dikonsumsi, menghindari kontaminasi silang dengan menggunakan pisau dan talenan sesuai jenis bahan makanan, menjaga kebersihan diri serta permukaan dapur, dan menyimpan daging dengan cara yang tepat. Namun, sebagian besar responden masih belum melakukan proses *thawing* dan pelayuan daging dengan benar (Tabel 5), yang mengindikasikan keterbatasan pengetahuan mereka, baik terkait aspek higiene dan keamanan pangan seperti risiko kontaminasi mikroba akibat *thawing* yang tidak tepat maupun aspek penanganan pascapanen yang berpengaruh terhadap kualitas tekstur dan proses pembekuan. Fenomena ini dapat

dijelaskan melalui beberapa faktor, antara lain kebiasaan sehari-hari, norma sosial dan budaya, paparan informasi melalui media, serta persepsi terhadap kondisi lingkungan.

Banyak praktik keamanan pangan, seperti memastikan daging dimasak hingga matang dan menjaga kebersihan dapur, telah menjadi bagian dari kebiasaan sehari-hari masyarakat. Laporan (Grace, 2015) menyatakan bahwa di negara berkembang, sikap dan praktik untuk menjaga keamanan pangan relatif baik karena kebiasaan turun temurun, terlepas dari pengetahuan teknis tentang higiene daging. Studi Jatinangor menunjukkan bahwa meskipun pengetahuan responden hanya pada tingkat sedang, sikap & praktik keamanan pangan mereka relatif tinggi, yang mendukung temuan kami bahwa sikap positif masih dapat muncul meskipun pengetahuan teknis kurang (Ahamad Naina *et al.*, 2016).

Dalam banyak budaya, terdapat norma sosial yang mendorong individu untuk menjaga kebersihan dan memastikan makanan aman dikonsumsi. Hal ini tercermin dalam studi oleh Gemeda *et al.* (2024), yang menyatakan bahwa sikap positif terhadap praktik keamanan pangan sering kali dipengaruhi oleh norma sosial dan budaya setempat.

Kampanye kesehatan dan informasi melalui media massa dapat meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya keamanan pangan. Meskipun pengetahuan teknis responden mungkin terbatas, hasil studi sebelumnya menunjukkan bahwa paparan informasi melalui pendidikan, pelatihan, dan media publik dapat meningkatkan sikap dan praktik keamanan pangan (Mulat *et al.*, 2024).

Kondisi lingkungan, seperti kebersihan kios penjual daging di pasar, dapat mempengaruhi persepsi masyarakat terhadap kebutuhan untuk mencuci daging sebelum disimpan. Temuan ini sejalan dengan hasil Islam *et al.* (2024), yang menunjukkan adanya hubungan signifikan antara persepsi penangani makanan terhadap kebersihan lingkungan dan praktik keamanan pangan. Hal ini mengindikasikan bahwa persepsi dan sikap dapat memengaruhi perilaku keamanan pangan, meskipun pengetahuan teknis responden mungkin terbatas.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa sebagian besar ibu rumah tangga di Distrik Manokwari Barat merupakan wanita dewasa yang produktif, dengan latar belakang pendidikan relatif tinggi, dan rutin mengolah daging untuk keluarga. Meskipun tingkat pengetahuan teknis mengenai penyimpanan dan pengolahan daging masih terbatas, mayoritas responden tetap menunjukkan sikap positif terhadap praktik keamanan pangan, termasuk memasak daging hingga matang, menjaga kebersihan diri dan dapur,

menghindari kontaminasi silang, serta menyimpan daging dengan tepat. Sikap ini dipengaruhi oleh kebiasaan sehari-hari, norma sosial dan budaya, paparan informasi melalui media dan kampanye kesehatan, serta persepsi terhadap kondisi lingkungan sekitar. Temuan ini menegaskan bahwa pengetahuan teknis bukan satu-satunya faktor yang membentuk perilaku keamanan pangan. Oleh karena itu, intervensi edukasi sebaiknya menguatkan kebiasaan positif yang ada, disesuaikan dengan konteks budaya dan sosial setempat, serta dilengkapi dengan kampanye informasi praktis, sementara penelitian lanjutan diperlukan untuk mengeksplorasi faktor-faktor sosial dan budaya yang memengaruhi praktik keamanan pangan ibu rumah tangga.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahamad Naina, H. S., Kuswardinah, I., & Dewi, S. (2016). Knowledge, Attitude, and Practice on Food Safety among Senior High School Students in Jatinangor from August–November 2013. *Althea Medical Journal*, 3(2), 206–211. <https://doi.org/10.15850/amj.v3n2.797>
- Gemeda, N., Yazew, T., Moroda, M., & Kuyu, C. G. (2024). Food safety practices and associated factors among food handlers in food establishments in Adama town, Central Ethiopia. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8(January), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1471429>
- Grace, D. (2015). Food safety in developing countries: an overview. *Global Food Security*, 4(October), 24–29. <https://www.gov.uk/dfid-research-outputs/food-safety-in-developing-countries-an-overview>
- Gravelly, M. (2016). *To Wash or Not Wash*. USDA. <https://www.usda.gov/about-usda/news/blog/wash-or-not-wash>
- Havelaar, A. H., Kirk, M. D., Torgerson, P. R., Gibb, H. J., Hald, T., Lake, R. J., Praet, N., Bellinger, D. C., de Silva, N. R., Gargouri, N., Speybroeck, N., Cawthorne, A., Mathers, C., Stein, C., Angulo, F. J., Devleesschauwer, B., Adegoke, G. O., Afshari, R., Alasfoor, D., ... Zeilmaker, M. (2015). World Health Organization Global Estimates and Regional Comparisons of the Burden of Foodborne Disease in 2010. *PLoS Medicine*, 12(12), 1–23. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001923>
- Ipa, A., Andini, M., Lala, M., & Syarif, H. (2022). Pengetahuan, Sikap Dan Praktik Keamanan Pangan Masyarakat Miskin Di Kota Makassar Selama Pandemi Covid-19. *Media Kesehatan Politeknik Kesehatan Makassar*, 17(2), 331. <https://doi.org/10.32382/medkes.v17i2.3120>
- Islam, S., Tanjia, N., Mitra, A. K., Hossain, A., Jasika, M. T., Suhi, S. S., & Hossain, S. J. (2024). Inadequate food safety knowledge and hygiene practices among street food vendors in Dhaka, Bangladesh. *Scientific Reports*, 14(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-68099-y>
- Mulat, M., Birri, D. J., Kibret, T., Alemu, W. M., Geteneh, A., & Mihret, W. (2024). Food

Safety Knowledge, Attitude, and Hygienic Practices of Food Handlers in Yeka Sub-city, Addis Ababa, Ethiopia: A Descriptive Cross-sectional Study. *Environmental Health Insights*, 18. <https://doi.org/10.1177/11786302241288855>

Septiyani, D., Suryani, D., & Yulianto, A. (2021). Hubungan Pengetahuan, Sikap, Tingkat Pendidikan dan Usia dengan Perilaku Keamanan Pangan Ibu Rumah Tangga di Kecamatan Pasaleman, Cirebon. *Gorontalo Journal of Public Health*, 4(1), 45–54.

Widyawati. (2018). *Lebih dari 200 Penyakit dapat Menular melalui Makanan, Keamanan Pangan Harus Diperhatikan*. <https://kemkes.go.id/id/lebih-200-penyakit-dapat-menular-melalui-makanan-keamanan-pangan-harus-diperhatikan>

World Health Organization. (2009). *Five keys to safer food manual*. Geneva: World Health Organization.

World Health Organization. (n.d.). *Estimating the burden of foodborne diseases*. Retrieved October 15, 2025, from <https://www.who.int/activities/estimating-the-burden-of-foodborne-diseases>.

Perbandingan Respon Pertumbuhan Rumput Raja (*Pennisetum purpurephoides*) yang Diberi Pupuk Bokashi Kotoran Sapi dan Pupuk NPK

Falensiana Lusiana Ginuni¹, Okti Widayati^{1*}, Nani Zurahmah¹

¹Program Studi Penyuluhan Peternakan dan Kesejahteraan Hewan, Politeknik Pembangunan Pertanian Manokwari

Email: widayatiokti@gmail.com

Abstrak

Ketersediaan hijauan makanan ternak yang berkualitas tinggi dibutuhkan dalam menunjang usaha peternakan ruminansia di Kelurahan Anday Kabupaten Manokwari. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui perbandingan respon pertumbuhan rumput raja yang diberi pupuk bokashi dan NPK. Penelitian ini dilaksanakan di Kelurahan Anday Distrik Manokwari Kabupaten Manokwari selama tiga bulan terhitung mulai dari bulan Maret sampai Mei 2025. Tahap pelaksanaan dimulai dari persiapan lahan sampai pengambilan data. Analisis data penelitian yang digunakan yaitu uji-t dua sampel independen yaitu sampel pertama pupuk bokashi 150 g/polybag dan sampel kedua pupuk NPK 10 g/polybag. Variabel yang diamati yaitu tinggi tanaman, panjang daun, lebar daun, diameter batang dan berat segar. Pengambilan data dilakukan pada tanaman umur 45 hari. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk bokashi dan NPK tidak berbeda signifikan ($P>0,05$) terhadap pertumbuhan tinggi tanaman, panjang daun, lebar daun, diameter batang dan berat segar pada tanaman rumput raja.

Kata kunci: Bokashi, Dosis pemupukan, NPK, Rumput raja, Sapi potong

Abstract

The availability of high-quality forage is needed to support ruminant livestock farming in Anday Village, Manokwari Regency. The purpose of this study was to determine the comparison of the growth response of king grass given bokashi and NPK fertilizers. This study was conducted in Anday Village, Manokwari District, Manokwari Regency for three months starting from March to May 2025. The implementation stage started from land preparation to data collection. The analysis of the research data used was the t-test of two independent samples, namely the first sample of bokashi fertilizer 150 g/polybag and the second sample of NPK fertilizer 10 g/polybag. The variables observed were plant height, leaf length, leaf width, stem diameter and fresh weight. Data collection was carried out on 45-day-old plants. The results of this study indicate that the administration of bokashi and NPK fertilizers did not differ significantly ($P>0,05$) on the growth of plant height, leaf length, leaf width, stem diameter and fresh weight in king grass plants.

Keywords: Bokashi, Fertilizer dosage, NPK, King grass, Beef cattle

PENDAHULUAN

Kabupaten Manokwari merupakan salah satu daerah yang cocok untuk mengembangkan ternak ruminansia. Hal ini ditunjang dengan adanya hijauan pakan ternak yang baik secara kualitas maupun kuantitasnya. Agar hijauan pakan ini selalu tersedia, maka dibutuhkan perangkat kebijakan pemerintah untuk menunjang dan mengelola hijauan agar selalu tersedia sepanjang tahun.

Ternak ruminansia memiliki potensi sangat besar peluang jika dikembangkan. Sama halnya di Kelurahan Anday yang memiliki potensi yang sangat besar dalam pengembangan ternak ruminansia. Potensi ternak ruminansia di Kelurahan Anday belum diimbangi dengan ketersediaan bahan pakan yang berkualitas dan kontinyu. Hijauan bahan pakan ternak selama ini diperoleh dari alam berupa rumput liar, dan bahkan ada peternak yang dengan sengaja melepaskan ternak sapi dengan maksud agar sapi yang dilepaskan, dapat mencari dan mendapatkan makanan sendiri. Demikian juga dengan kontinuitas hijauan tidak tersedia sepanjang tahun, membuat peternak sulit mendapatkan pakan bagi ternak. Potensi limbah kotoran sapi yang sangat meningkat di kalangan masyarakat ini umumnya tidak dimanfaatkan dan hanya dibiarkan begitu saja tanpa diaplikasikan dimanapun sehingga menjadi dampak negatif seperti pencemaran lingkungan. Oleh karena itu kotoran ternak perlu diolah menjadi pupuk bokashi sehingga dapat mengurangi jumlah limbah kotoran sapi dan dapat menjadi sumber pendapatan bagi masyarakat Anday khususnya para peternak.

Rumput raja merupakan salah satu tanaman pakan yang potensial untuk dibudidayakan. Rumput ini memiliki pertumbuhan relatif cepat, mampu beradaptasi pada berbagai kondisi lahan, toleran terhadap naungan, responsif terhadap pemupukan, dan produksi yang tinggi (Sirait, 2017). Supaya produktivitas rumput raja tinggi maka dilakukan pemupukan untuk menyediakan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman pada periode pertumbuhan (Kusuma, 2014).

Pupuk bokashi adalah pupuk yang dihasilkan dari fermentasi bahan-bahan organik seperti sekam, serbuk gergajian, jerami, kotoran hewan dan lain-lain. Bahan-bahan tersebut difermentasikan dengan bantuan mikroorganisme aktivator yang mempercepat proses fermentasi (Marpaung *et al.*, 2024). Campuran mikroorganisme yang digunakan untuk mempercepat fermentasi salah satu yang dikenal masyarakat adalah *effective microorganism 4* (EM4). Penggunaan EM4 tidak hanya mempercepat proses fermentasi tetapi juga menekan bau yang biasanya muncul pada proses penguraian bahan organik.

Sedangkan pupuk anorganik yang dibuat oleh pabrik-pabrik pupuk dengan meramu bahan-bahan kimia anorganik berkadar hara tinggi.

Pupuk majemuk NPK merupakan pupuk anorganik atau pupuk buatan yang dihasilkan dari pabrik-pabrik pembuat pupuk, yang mana pupuk tersebut mengandung unsur-unsur hara atau zat-zat makanan yang diperlukan tanaman (Sutejo, 2002 *cit* Laude & Tambing, 2010). Kadar pupuk NPK yang banyak beredar adalah 15-15-15, 16-16-16, dan 8-20-15. Tipe pupuk NPK tersebut juga sangat populer karena kadarnya cukup tinggi dan memadai untuk menunjang pertumbuhan tanaman. Pupuk NPK mutiara 16:16:16 berbentuk padat, mempunyai sifat larut sehingga diharapkan dapat mengurangi kehilangan hara melalui pencucian, penguapan, dan pengikatan menjadi senyawa yang tidak tersedia bagi tanaman. Dan pupuk NPK majemuk berwarna kebiru-biruan dengan butiran mengkilap seperti mutiara (Marsono & Sigit, 2002 *cit* Handayani, 2009).

Upaya pemupukan sudah jelas mampu membantu penyediaan unsur hara serta akan menjadi lebih efektif apabila dilaksanakan dengan pemeliharaan cara, dosis, dan jenis pupuk yang tepat dan sesuai dengan kondisi tanaman. Beberapa penelitian mengindikasikan bahwa pengkombinasian bahan organik dan pupuk anorganik memberikan pengaruh yang baik pada keseimbangan nutrisi tanaman dan meningkatkan kesuburan tanah, keuntungan lain dari pengkombinasian atau perbandingan bahan pupuk organik dan anorganik adalah mampu menurunkan ketergantungan tanaman terhadap pupuk anorganik serta membantu waktu proses mineralisasi zat hara yang ada pada bahan organik (Kurnia, 2014). Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui “perbandingan respon pertumbuhan rumput raja yang diberi pupuk bokashi dan pupuk NPK”.

METODE

Penelitian dilaksanakan di Kelurahan Anday Distrik Manokwari Kabupaten Manokwari selama tiga bulan terhitung mulai dari bulan Maret sampai Mei 2025. Alat yang digunakan dalam pembuatan pupuk bokashi ini adalah; cangkul/sekop, ember, thermometer, timbangan, karung/sak, polybag (50x50 cm dengan kapasitas 10 kg sebanyak 20 polybag), alat tulis, gelas ukur dan plastik/terpasl penutup. Media yang digunakan berupa tanah dengan pH netral (6,5 hingga 7,8). Sebanyak 10 polybag berisi media tanah ditambahkan pupuk bokashi dengan dosis yang sama, yaitu 30 ton/ha atau 150 g/polybag (Sadjadi, 2017) lalu diberi label B1, B2 sampai B10. Kemudian, 10 polybag berisi media tanah lainnya ditambahkan pupuk NPK, pupuk NPK yang digunakan adalah NPK mutiara

16:16:16 dengan dosis yang sama, yaitu 900 kg/ha atau 10-30 g/polybag (Peto, 2006) lalu diberi label N1, N2 sampai N10. Selanjutnya, dilakukan pengacakan penempatan terhadap 20 polybag tersebut diperoleh denah percobaan.

Dalam penelitian ini penanaman rumput raja dilakukan dengan stek, memiliki dua mata tunas berdasarkan rekomendasi Rukmana (2020). Stek yang akan ditanam harus mempunyai 2 buku/ruas, cukup umur sekitar 4-8 bulan dan sehat. Kemudian ditanam dengan memasukkan 1 buku stek dengan kemiringan 30°. Bibit rumput raja yang akan digunakan adalah stek yang tua, tegap, besar, sehat, panjang stek kira-kira 25-30. Bibit yang ditanam adalah berbentuk stek dan terdapat 20 polybag dan setiap polybag ditanam 2 stek rumput raja, sehingga bibit yang dibutuhkan adalah 40 stek. Penanaman rumput dilakukan pada sore hari setelah semua persiapan polybag disiapkan dengan baik. Dalam penanaman rumput raja ini ada 2 perlakuan dan setiap perlakuan ada 10 ulangan.

Pemberian pupuk bokashi feses sapi diberikan pada saat pertama kali penanaman. Dengan mencampurkan pupuk bokashi dengan tanah lalu campuran ini dimasukan dalam polybag, karena berfungsi sebagai perbaikan tanah dan pelepasan nutrisinya secara bertahap. Sedangkan pemberian pupuk NPK diberikan pada pertama kali penanaman yang dilakukan pada tanah yang ada dalam polybag dengan jarak 7 cm dari lubang tanam dan kedalaman lebih kurang 5 cm agar nutrisinya dapat diserap tanpa merusak akar tanaman (Mualim *et al.*, 2009). Variabel penelitian yang diukur dalam penelitian ini adalah: tinggi tanaman, panjang daun, lebar daun, berat segar dan diameter batang. Pengukuran kelima variabel pengamatan tersebut mengikuti petunjuk Zahroh *et al.*, (2016). Data penelitian yang telah terkumpul ditabulasikan dan dilakukan analisis statistika untuk pengujian hipotesis menggunakan uji-t dua sampel independent (*Two-Sample T-Test*) dengan bantuan program Minitab for Windows. Sampel-1 adalah penanaman rumput raja yang dipupuk bokashi (B1, B2 sampai B10), sedangkan sampel-2 adalah penanaman rumput raja yang dipupuk dengan NPK (N1, N2 sampai N10).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian terhadap respon pertumbuhan rumput raja (*Pennisetum purpureophoides*) dengan perlakuan pupuk bokashi dan NPK dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-Rata Tinggi Tanaman, Panjang Daun, Lebar Daun, Diameter Batang dan Berat Segar Rumput Raja pada Umur 45 Hari

Variabel	Perlakuan		Signifikansi (P-Value)
	Bokashi	NPK	
Tinggi tanaman (cm)	138,00 ± 13,60	145,20 ± 20,70	0,37 ^{ns}
Panjang daun (cm)	101,73 ± 5,31	103,67 ± 9,06	0,56 ^{ns}
Lebar daun (cm)	3,98 ± 0,90	4,01 ± 0,77	0,93 ^{ns}
Diameter batang (cm)	2,39 ± 0,54	2,19 ± 0,19	0,46 ^{ns}
Berat segar (g)	196,00 ± 81,90	191,50 ± 90,20	0,90 ^{ns}

Keterangan: ns = tidak berbeda signifikan

Tinggi Tanaman

Tabel 1 memperlihatkan rata-rata tinggi tanaman rumput raja tertinggi diperoleh pada perlakuan pupuk NPK 10 g/polybag dengan rekomendasi (Peto, 2006) mencapai ketinggian 145,2 cm dan terendah pada perlakuan pupuk bokashi 150 g/polybag dengan rekomendasi (Sadjadi, 2017) mencapai ketinggian 138 cm. Hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan pupuk bokashi dan NPK tidak berbeda signifikan ($P>0,05$) terhadap tinggi tanaman rumput raja, hal ini menunjukkan bahwa kedua perlakuan memiliki efektivitas yang hampir sama dalam merangsang pertumbuhan tinggi tanaman. Ini mengindikasikan bahwa bokashi sebagai pupuk organik memiliki potensi yang setara dengan NPK dalam menunjang pertumbuhan pada tinggi tanaman rumput raja. Oleh karena itu, meskipun secara statistik tidak berbeda signifikan, secara praktis hasil ini memberikan keyakinan bahwa pupuk bokashi dapat menjadi alternatif pupuk NPK dalam budidaya rumput raja yang produktif.

Panjang Daun

Tabel 1 memperlihatkan rata-rata panjang daun rumput raja terpanjang diperoleh pada perlakuan pupuk NPK 10 g/polybag dengan rekomendasi (Peto, 2006) mencapai 103,67 cm dan terpendek pada perlakuan pupuk bokashi 150 g/polybag dengan rekomendasi (Sadjadi, 2017) mencapai 101,73 cm. Hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan pupuk bokashi dan NPK tidak berbeda signifikan ($P>0,05$) terhadap panjang daun rumput raja, hal ini menunjukkan bahwa kedua perlakuan memiliki efektivitas yang hampir sama dalam merangsang pertumbuhan panjang daun. Ini mengindikasikan bahwa bokashi sebagai pupuk organik memiliki potensi yang setara dengan NPK dalam menunjang pertumbuhan pada panjang daun rumput raja. Panjang daun juga erat kaitannya dengan luas permukaan fotosintesis. Daun yang panjang cenderung memiliki kemampuan lebih besar dalam menangkap cahaya matahari dan menyerap CO₂ untuk mendukung

pertumbuhan tanaman. Gantina *et al.* (2021) oleh karena itu, pencapaian panjang daun diatas 100 cm menunjukkan bahwa pupuk bokashi maupun NPK mampu mendukung produktifitas tanaman dengan baik.

Lebar Daun

Tabel 1 memperlihatkan rata-rata lebar daun rumput raja lebih lebar diperoleh pada perlakuan pupuk NPK 10 g/polybag dengan rekomendasi (Peto, 2006) mencapai 4,01 cm dan lebih kecil pada perlakuan pupuk bokashi 150 g/polybag dengan rekomendasi (Sadjadi, 2017) mencapai 3,98 cm. Hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan pupuk bokashi dan NPK tidak berbeda signifikan ($P>0,05$) terhadap lebar daun rumput raja, hal ini menunjukkan bahwa kedua perlakuan memiliki efektivitas yang hampir sama dalam merangsang pertumbuhan lebar daun. Ini mengindikasikan bahwa bokashi sebagai pupuk organik memiliki potensi yang setara dengan NPK dalam menunjang pertumbuhan pada lebar daun rumput raja.

Lebar daun yang lebih besar memungkinkan tanaman memiliki area fotosintetik yang lebih luas. Ini akan meningkatkan efisiensi penyerapan cahaya matahari dan proses metabolisme lainnya. Juanda (2019) Dengan lebar daun sekitar 4 cm, rumput raja menunjukkan kemampuan adaptasi yang baik dan respons positif terhadap kedua jenis pupuk, sehingga dapat menghasilkan kualitas dan kuantitas hijauan yang tinggi untuk kebutuhan pakan ternak.

Diameter Batang

Tabel 1 memperlihatkan rata-rata diameter batang rumput raja lebih besar diperoleh pada perlakuan pupuk bokashi 150 g/polybag dengan rekomendasi (Sadjadi, 2017) mencapai 2,39 cm dan lebih kecil pada perlakuan pupuk NPK 10 g/polybag dengan rekomendasi (Peto, 2006) mencapai 2,19 cm. Hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan pupuk bokashi dan NPK tidak berbeda signifikan ($P>0,05$) terhadap diameter batang rumput raja, hal ini menunjukkan bahwa kedua perlakuan memiliki efektivitas yang hampir sama dalam merangsang pertumbuhan diameter batang. Ini mengindikasikan bahwa bokashi sebagai pupuk organik memiliki potensi yang setara dengan NPK dalam menunjang pertumbuhan pada diameter batang rumput raja.

Batang yang lebih tebal akan lebih tahan terhadap kerusakan mekanis dan mampu menopang biomassa tanaman yang lebih berat. Dengan diameter batang di atas 2,3 cm, rumput raja dapat dianggap cukup ideal sebagai tanaman hijauan pakan yang tahan rebah dan berkualitas tinggi (Aritonang *et al.*, 2020).

Berat Segar

Tabel 1 memperlihatkan rata-rata berat segar rumput raja lebih berat diperoleh pada perlakuan pupuk bokashi 150 g/polybag dengan rekomendasi Sadjadi (2017) mencapai 196 g dan lebih kecil pada perlakuan pupuk NPK 10 g/polybag dengan rekomendasi (Peto, 2006) mencapai 191,5 gram. Hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan pupuk bokashi dan NPK tidak berbeda signifikan ($P>0,05$) terhadap berat segar rumput raja, hal ini menunjukkan bahwa kedua perlakuan memiliki efektivitas yang hampir sama dalam merangsang pertumbuhan berat segar batang. Ini mengindikasikan bahwa bokashi sebagai pupuk organik memiliki potensi yang setara dengan NPK dalam menunjang pertumbuhan pada diameter berat segar rumput raja. Berat segar sangat dipengaruhi oleh tinggi tanaman, panjang daun, lebar daun, diameter batang dan berat segar.

Berat segar sangat penting karena berhubungan langsung dengan produktivitas pakan. Dengan hasil berat segar diatas 190 g, baik bokashi maupun NPK menunjukkan kemampuan produksi biomassa yang tinggi, sehingga keduanya layak digunakan dalam skala produksi pakan (Praing & Sudarma, 2022). Sadjadi *et al.* (2017) menunjukkan bahwa pemberian dosis optimal untuk pupuk bokashi kotoran sapi yaitu dengan dosis 10 ton/ha meningkatkan pertumbuhan dan hasil panen rumput raja. Secara umum, dosis bokashi berkisar antara 10–30 ton/ha tergantung pada kondisi tanah dan kebutuhan pertumbuhan tanaman. Menurut Peto (2006), dosis optimal pupuk NPK untuk rumput raja adalah; Urea (N): 200 kg/ha SP-36 (P): 150 kg/ha dan KCl (K): 100 kg/ha. Mual *et al.* (2024) menambahkan, kesuburana tanah sangat mempengaruhi berat segar tanaman, dalam penelitiannya tanaman yang diberikan perlakuan pupuk dapat menghasilkan berat segar yang lebih tinggi daripada tanaman yang tidak diberikan pupuk.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pemberian pupuk bokashi dan NPK tidak berbeda signifikan atau setara terhadap pertumbuhan tinggi tanaman, pajang daun, lebar daun, diameter batang dan berat segar pada tanaman rumput raja. Saran untuk penelitian ini yaitu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut, mengenai variasi dosis dan kombinasi antara pupuk bokashi dan NPK untuk mengetahui kerja sama antar kedua pupuk terhadap respon pertumbuhan rumput raja.

DAFTAR PUSTAKA

- Aritonang, B. D., Sirait, R., & Harefa, Y. D. (2020). Pengaruh pemberian pupuk organik dan anorganik terhadap pertumbuhan dan hasil rumput raja (*Pennisetum purpureum*). *Jurnal Ilmu Peternakan Veteriner*, 10(2), 88–95.
- Gantina, R., Yuliani, R., & Wibowo, D. S. (2021). Pengaruh pemberian bokashi kotoran sapi terhadap pertumbuhan dan hasil rumput gajah mini (*Pennisetum purpureum* cv. Mott). *Jurnal Riset Ilmu Peternakan*, 15(1), 23–29.
- Handayani, M. (2009). Pengaruh Dosis Pupuk NPK Dan Kompos Terhadap Pertumbuhan Bibit Salam (*Eugenia polyantha* Wight). *Skripsi*. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Juanda. (2019). Pengaruh dosis bokashi kotoran sapi terhadap pertumbuhan rumput raja (*Pennisetum purpureoides*). *Jurnal Sains Peternakan Tropis*, 4(1), 15–21.
- Kurnia, A. I. (2014). Pertumbuhan Dan Hasil Produksi Rumput Gajah (*Pennisetum Purpureum* Schaum) Yang Dipengaruhi Oleh Jenis Pupuk Organik Dan Dosis Pupuk NPK Majemuk (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Sultan Sarif Kasim Riau).
- Kusuma, M. E. (2014). Respon rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) terhadap pemberian pupuk majemuk. *Jurnal ilmu hewani tropika (journal of tropical animal science)*, 3(1), 6-11.
- Laude, S., & Tambing, Y. (2010). Pertumbuhan dan hasil bawang daun (*Allium fistulosum* L.) pada berbagai dosis pupuk kandang ayam. *Jurnal Agroland*, 17(2), 144-148.
- Marpaung, D.S.S., Sembiring, M.B., Aziz, M.A., Sudarmi, N., Heraini, D., NNPS, R.I.N., Isra, M., Widayati, O., & Sari, S.P. (2024). *Bioproses Limbah Agroindustri*. Yayasan Kita Menulis.
- Mual, C. D., Wahyuni, W., & Widayati, O. (2024). Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Padat Rumput Laut Coklat terhadap Pertumbuhan Tanaman Kangkung Darat (*Ipomoea reptans* Poir) di Kabupaten Manokwari Provinsi Papua Barat. *Jurnal Triton*, 15(1), 37-48.
- Mualim, L., Aziz, S. A., & Melati, M. (2009). Kajian pemupukan NPK dan jarak tanam pada produksi antosianin daun kolesom. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 37(1), 55-61.
- Peto, M. (2006). Pengaruh dosis pupuk N, P, K terhadap produksi kumulatif dan kandungan gizi rumput raja (*Pennisetum purpureoides*) pada tanah ultisol yang diinokulasi dengan cendawan mikoriza arbuskula *Glomus Manihottis*. Penelitian dan Pengembangan Peternakan (KRPP) UPT Peternakan Unand dan Laboratorium Hijauan Pakan Ternak Faterna Unand Pascasarjana Universitas Andalas, Padang.
- Praing, Y. K., & Sudarma, I. A. (2022). Pengaruh Pemberian Pupuk Bokashi Sludge Biogas Pada Level Berbeda (0; 7,5; 15 Dan 22,5 Ton/Ha) Terhadap Pertumbuhan Kembali Rumput Odot (*Pennisetum Purpureum* Cv. Mott). *Jurnal Inovasi Penelitian*, 2(11), 3653- 3658.

- Rukmana, R. (2020). *Budidaya Rumput Unggul, Hijauan Makanan Ternak*. Yogyakarta: Kanisius. 20-1.
- Sadjadi, S., Herlina, B., & Supendi, W. (2017). Level penambahan bokashi kotoran sapi terhadap pertumbuhan dan produksi pada panen pertama rumput raja (*Pennisetum purpureophoides*). *Jurnal Sains Peternakan Indonesia*, 12(4), 411-418.
- Sirait, J., Tarigan, A., & Simanihuruk, K. (2017). Rumput Gajah Mini (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) sebagai hijauan pakan untuk ruminansia. *Wartazoa*, 27(4), 167-176.
- Surajat, A, Natsir, S & La, M. (2016). Respon pertumbuhan rumput gajah (*Pennisetum purpureum* Var. Hawaii) yang diberi pupuk bokashi kotoran ayam broiler dengan dosis yang berbeda. *JITRO*. 3(3), 38-46.
- Zahroh, F., Muizzudin & Lise, C. (2016). Pengaruh Jenis dan Dosis Pupuk Kandang Terhadap Tinggi Tanaman, Luas Daun, dan Berat Basah Rumput Gajah Odot (*Pennisetum purpureum* cv. Moot). *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Malang, Malang.

Perbandingan Respon Pertumbuhan Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) yang Diberi Pupuk Bokashi Kotoran Sapi dan Pupuk NPK

Mathilda Gerta Gau¹, Okti Widayati^{1*}, Nani Zurahmah¹

¹Program Studi Penyuluhan Peternakan dan Kesejahteraan Hewan, Politeknik Pembangunan Pertanian Manokwari
Email: widayatiokti@gmail.com

Abstrak

Salah satu hijauan pakan ternak yang potensial adalah rumput gajah (*Pennisetum purpureum*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan respon pertumbuhan rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) yang diberi pupuk bokashi dibandingkan dengan pupuk NPK. Penelitian dilaksanakan di Distrik Anday, Kabupaten Manokwari, Provinsi Papua Barat, selama tiga bulan, yaitu dari bulan Maret hingga Mei 2025. Tahapan pelaksanaan meliputi persiapan lahan hingga pengambilan data. Rancangan penelitian yang digunakan adalah uji-t dua sampel independen, dengan dua perlakuan yaitu: perlakuan pertama menggunakan pupuk bokashi sebanyak 300 g/polybag, dan perlakuan kedua menggunakan pupuk NPK sebanyak 30 g/polybag. Variabel yang diamati meliputi tinggi tanaman, panjang daun, lebar daun, berat segar/panen, dan diameter batang. Pengambilan data dilakukan pada umur 45 hari setelah tanam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk bokashi dan pupuk NPK memberikan pengaruh yang signifikan terhadap tinggi tanaman, panjang daun, lebar daun, dan berat segar tanaman. Namun, tidak terdapat pengaruh yang signifikan terhadap diameter batang tanaman.

Kata kunci: Bokashi, Kotoran sapi, NPK, Respon pertumbuhan, Rumput gajah

Abstract

Elephant grass (*Pennisetum purpureum*) is one of the most potential forage crops for livestock feed due to its high productivity and good nutritional content. To improve its growth and yield, fertilization plays a crucial role. This study aimed to compare the growth responses of elephant grass fertilized with bokashi (fermented cattle manure) and NPK (inorganic) fertilizer. The research was conducted in Anday District, Manokwari Regency, West Papua Province, over a three-month period from March to May 2025. The experimental design used was an independent two-sample t-test with two treatments: one application of 300 g of bokashi per polybag and two application of 30 g of NPK fertilizer per polybag. Observed variables included plant height, leaf length, leaf width, fresh weight at harvest, and stem diameter. Data collection was carried out 45 days after planting. The results showed that both bokashi and NPK fertilizer significantly affected plant height, leaf length, leaf width, and fresh weight of the elephant grass. However, there was no significant effect observed on stem diameter. These findings indicate that both types of fertilizer can enhance the vegetative growth of elephant grass, although they do not have a significant impact on stem thickness within the observed growth period.

Keywords: Bokashi, Cattle waste, NPK, Growth response, Elephant grass

PENDAHULUAN

Kabupaten Manokwari adalah salah satu daerah yang cocok untuk mengembangkan ternak ruminansia. Hal ini ditunjang dengan adanya hijauan pakan ternak utama berasal dari rumput, leguminosa, dan limbah hasil pertanian. yang baik secara kualitas maupun kuantitasnya. Salah satu jenis hijauan rumput yang seringkali diberikan kepada ternak ruminansia adalah tanaman rumput gajah. Rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) berasal dari Afrika, tanaman ini diperkenalkan di Indonesia pada tahun 1962, dan tumbuh alami di seluruh daratan Asia Tenggara. Rumput gajah mengandung protein kasar berkisar antara 8% hingga 12%, serat kasar antara 25% hingga 35%, serta energi metabolis yang cukup tinggi untuk memenuhi kebutuhan ternak ruminansia (Putra *et al.*, 2024; Heraeni *et al.*, 2024; Penu, 2021).

Salah satu hal yang perlu diperhatikan dalam memperbaiki pertumbuhan tanaman adalah pemupukan unsur hara berupa penggunaan pupuk organik maupun anorganik. Pupuk bokashi yang berbahan dasar kotoran sapi terbukti kaya akan unsur hara makro dan mikro, serta memperbaiki kualitas tanah secara menyeluruh (Marpaung *et al.*, 2024). Ningsih & Yanuarita (2021) melaporkan bahwa setelah fermentasi 21 hari, bokashi kotoran sapi mengandung 1,82% N, 1,22% P₂O₅, dan 1,08% K₂O, dengan C organik sebesar 55,24%. Sedangkan pupuk anorganik Pupuk NPK mutiara merupakan pupuk majemuk yang memiliki kandungan nitrogen sebesar 16%, fosfor sebesar 16%, dan kalium sebesar 16%. Menurut penelitian Fiolita *et al.* (2017), menyatakan bahwa penggunaan pupuk NPK mutiara dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan dapat mempercepat pertumbuhan. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui “perbandingan respon pertumbuhan Rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) yang diberi pupuk bokashi dan pupuk NPK”.

METODE

Penelitian dilaksanakan di Distrik Anday, Kabupaten Manokwari, Provinsi Papua Barat. Kegiatan penelitian ini dilakukan selama 3 bulan terhitung mulai dari bulan Maret sampai dengan bulan Mei 2025. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah terpal, ember, sarung tangan, gelas ukur, thermometer, dan timbangan. Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat pupuk bokashi adalah kotoran sapi (3 kg), dedak padi (400 g), sekam padi (600 g), air (200 ml), molases (200 ml), dan EM-4 (200 ml). Langkah pembuatan pupuk bokashi sebagai berikut: larutkan air, molases dan EM-4, diaduk sampai merata dan diamkan selama $\pm$ 15 menit, kemudian bentangkan terpal sebagai alas untuk

pembuatan dan pencampuran bahan-bahan. Kotoran sapi, dedak padi dan sekam padi diratakan dan siram sedikit demi sedikit dengan larutan yang telah dicampurkan. Jenis wadah yang digunakan yaitu polybag berukuran 50x50 cm dengan kapasitas 10 kg sebanyak 20 polybag. Media yang digunakan berupa tanah dengan pH netral (6,5 hingga 7,8). Sebanyak 10 polybag berisi media tanah ditambahkan pupuk bokashi dengan dosis yang sama yaitu 30 ton/ha atau 300 gram/polybag (Kastalani, 2017), lalu diberi label B1, B2, sampai B10. Kemudian 10 polybag berisi media tanah ditambahkan pupuk NPK dengan dosis yang sama, yaitu 900 kg/ha atau 30 gram/polybag (Siahaya, 2007; Martadinata, 2014). Lalu di beri label N1, N2, sampai N10. Selanjutnya dilakukan pengacakan penempatan terhadap 20 polybag. Pemilihan bibit rumput gajah dalam penelitian ini digunakan dalam bentuk stek batang. Menurut Maulida *et al.* (2020), untuk hasil bibit stek yang optimal, sebaiknya tanaman induk rumput gajah berumur 3-4 bulan setelah tanam pertama. Pada umur ini, batang cukup kuat dan sudah memiliki ruas-ruas yang layak dipotong sebagai bahan bibit. Menurut Wulandari *et al.* (2018), stek rumput gajah sebaiknya memiliki panjang sekitar 20–25 cm dengan minimal 2–3 ruas.

Pemberian pupuk bokashi dan pupuk NPK diberikan pada saat pertama kali penanaman Menurut penelitian Surajat *et al.* (2020) Pemberian pupuk bokashi dan pupuk NPK pada tanaman rumput gajah di dalam polybag hanya dilakukan satu kali pada saat penanaman awal karena media tanam di polybag memiliki ruang terbatas dan daya simpan hara yang relatif cukup untuk mendukung pertumbuhan awal tanaman. Dengan mencampurkan pupuk bokashi dan tanah lalu campuran ini dimasukan dalam polybag, pencampuran ini di lakukan secara bertahap hingga menjadi 10 polybag. Sedangkan pemberian pupuk NPK dilakukan pada tanah yang ada dalam polybag dengan jarak 7 cm dari lubang tanam dan kedalaman lebih kurang 5 cm agar nutrisinya dapat diserap tanpa merusak akar tanaman (Mualim *et al.*, 2009). Pemeliharaan rumput dilakukan dengan penyiangan secara rutin sekali seminggu dan penyiraman dilakukan 2 kali dalam sehari yaitu di pagi dan sore hari jika tidak ada hujan. Pengukuran parameter seperti tinggi tanaman, lebar daun, panjang daun, diameter batang, dan berat segar rumput gajah pada umur 45 hari. Data penelitian yang telah terkumpul ditabulasi dan dilakukan analisis statistik untuk pengujian hipotesis menggunakan uji- t 2 sampel independen (*two- sample T-Test*). Sampel 1 adalah penanaman rumput gajah yang diberi pupuk bokashi (B1, B2 sampai B10), sedangkan sampel 2 adalah penanaman rumput gajah yang diberi pupuk NPK (N1, N2 sampai N10). Analisis data dilakukan dengan bantuan aplikasi *Minitab for windows*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh data perbandingan respon pertumbuhan rumput gajah yang diberi pupuk bokashi kotoran sapi dan pupuk NPK yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-Rata Respon Pertumbuhan Rumput Gajah yang Diberi Pupuk Bokashi Kotoran Sapi dan Pupuk NPK Umur 45 Hari

Variabel	Perlakuan		Signifikansi
	Bokashi	NPK	
Tinggi tanaman (cm)	144,50 ± 11,40	166.60 ± 12,10	0,00**
Panjang daun (cm)	102,58 ± 4,43	112,63 ± 4,81	0,00**
Lebar daun (cm)	4,00 ± 0,22	4,40 ± 0,26	0,00**
Diameter batang (cm)	2,50 ± 0,26	2,63 ± 0,28	0,29 ^{ns}
Berat segar (g)	169,00 ± 50,50	250,00 ± 74,10	0,01**

Tinggi Tanaman

Hasil analisis data menunjukan pada Tabel 1, rumput gajah yang mendapatkan perlakuan pupuk NPK dengan dosisi 30 g/polybag menurut rekomendasi Siahaya (2007), memiliki tinggi tanaman yang lebih besar dibandingkan dengan yang diberikan perlakuan pupuk bokashi dengan dosis 300 g/polybag menurut rekomendasi Kastalani (2017). Perbedaan tinggi tanaman yang signifikan ($P < 0,05$), menunjukkan bahwa pupuk NPK secara langsung menyediakan unsur hara makro seperti nitrogen yang sangat dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan vegetatif awal (Salisbury & Ross, 1992).

Pupuk bokashi meskipun berbasis organik dan ramah lingkungan, umumnya melepaskan unsur hara secara lambat karena melalui proses dekomposisi terlebih dahulu. Hal ini menyebabkan nutrisi tidak cepat tersedia dibandingkan NPK, sehingga mempengaruhi kecepatan pertumbuhan tinggi tanaman. Meski demikian, pupuk bokashi tetap menunjukkan hasil yang cukup baik dan bisa menjadi alternatif jika digunakan dalam jangka panjang karena dapat memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan mikroorganisme tanah (Suharyati & Yulipriyanto, 2018). Pupuk NPK adalah pupuk majemuk yang mengandung tiga unsur hara makro utama: Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K). Kandungan nitrogen dalam pupuk NPK bervariasi tergantung pada formulasi produknya. Sebagai contoh NPK 16-16-16 mengandung 16% nitrogen, terdiri dari 6,4% Nitrat Nitrogen dan 9,6% Amonium Nitrogen (Gokomodo, 2023). Bokashi adalah pupuk organik hasil fermentasi bahan-bahan organik seperti limbah pertanian atau kotoran hewan dengan bantuan mikroorganisme efektif (EM). Kandungan nitrogen dalam bokashi

umumnya lebih rendah dibandingkan pupuk anorganik. Beberapa contoh kandungan nitrogen dalam bokashi kotoran sapi mengandung nitrogen sebesar 0,92% (Putra, 2021).

Panjang Daun

Hasil analisis data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa rumput gajah yang diberikan perlakuan pupuk NPK dengan dosisi 30 g/polybag menurut rekomendasi Siahaya (2007) memiliki panjang daun yang lebih besar dibandingkan dengan yang diberikan perlakuan pupuk bokashi dengan dosis 300g/polybag menurut rekomendasi Kastalani (2017). Perbedaan panjang daun ini menunjukkan hasil yang signifikan ($P < 0,05$).

Menurut Havlin *et al.* (2014), unsur fosfor (P) penting dalam pembentukan sistem akar yang sehat dan perkembangan organ tanaman, sedangkan kalium (K) berperan dalam aktivasi enzim, pengaturan tekanan osmotik, serta efisiensi penggunaan air dan fotosintesis. Kombinasi keduanya sangat penting untuk mendukung metabolisme tanaman yang sehat. Panjang daun yang optimal sangat penting karena berkontribusi terhadap efisiensi penangkapan cahaya untuk proses fotosintesis. Menurut Salisbury & Ross (1992), semakin panjang dan lebar daun, maka luas permukaan fotosintetik tanaman meningkat, yang berarti efisiensi penyerapan cahaya lebih tinggi dan berujung pada pertumbuhan biomassa yang lebih besar.

Hal ini mendukung pandangan bahwa pupuk anorganik seperti NPK, meskipun cenderung kurang ramah lingkungan jika digunakan dalam jangka panjang, mampu memberikan hasil pertumbuhan tanaman yang lebih cepat dan maksimal, terutama pada fase vegetatif. Ketersediaan unsur hara yang mudah diserap oleh tanaman dari pupuk NPK memungkinkan percepatan proses fotosintesis dan pembentukan jaringan baru. Namun, perlu diperhatikan bahwa penggunaan pupuk anorganik secara berlebihan dapat menyebabkan degradasi kualitas tanah dan penurunan aktivitas mikroorganisme tanah yang penting untuk kesuburan jangka Panjang (Baligar, 2010).

Lebar Daun

Hasil analisis data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa rumput gajah yang diberikan pupuk NPK dengan dosisi 30g/polybag menurut rekomendasi Siahaya (2007) memiliki lebar daun yang lebih besar dibandingkan dengan yang diberikan perlakuan pupuk bokashi dengan dosis 300g/polybag menurut rekomendasi Kastalani (2017). Perbedaan yang signifikan ini ($P < 0,05$) menunjukkan bahwa pupuk NPK mampu memperbesar ukuran daun secara efektif. Daun yang lebih lebar umumnya menunjukkan kesehatan tanaman yang baik serta kapasitas fotosintesis yang lebih tinggi.

Lebar daun yang lebih besar dapat meningkatkan efisiensi penyerapan cahaya, terutama di lingkungan dengan pencahayaan terbatas. Pupuk NPK memberikan dukungan nutrisi lengkap dan seimbang, sehingga memungkinkan tanaman memaksimalkan potensi pertumbuhan sel daun. Sebaliknya, pupuk bokashi yang merupakan pupuk organik memiliki pelepasan unsur hara yang lambat dan bertahap, sehingga tidak secepat NPK dalam merangsang perkembangan daun secara maksimal (Suwahyono, 2011).

Menurut Marschner (2012), kecepatan dan jumlah ketersediaan unsur hara, khususnya nitrogen, sangat menentukan laju pertumbuhan tanaman. Nitrogen merupakan unsur utama yang terlibat dalam sintesis klorofil dan protein, yang mendukung pembentukan jaringan daun dan perluasan permukaan daun. Pupuk NPK, karena mengandung nitrogen yang cepat tersedia, lebih efektif dalam meningkatkan parameter pertumbuhan daun dalam waktu relatif singkat (Widodo *et al.*, 2019). Selain itu, intensitas cahaya yang diterima tanaman turut mempengaruhi ukuran daun sebagai respons adaptif terhadap kebutuhan fotosintesis (Larcher, 2003). Daun yang lebih lebar dapat meningkatkan efisiensi penyerapan cahaya, terutama di lingkungan dengan pencahayaan terbatas. Kondisi lingkungan dan umur tanaman faktor-faktor seperti umur tanaman, kelembaban, dan suhu juga mempengaruhi lebar daun. Pada umur tertentu, tanaman cenderung memiliki daun yang lebih lebar sebagai respons terhadap kebutuhan fotosintesis yang meningkat (Suwahyono, 2011).

Diameter Batang

Hasil analisis data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa rumput gajah yang diberikan pupuk NPK dengan dosis 30g/polybag menurut rekomendasi Siahaya (2007) memiliki diameter batang yang hampir sama dengan yang diberikan perlakuan pupuk bokashi dengan dosis 300g/polybag menurut rekomendasi Kastalani (2017). Rata-rata diameter batang tanaman yang diberi perlakuan pupuk bokashi sebesar 0,26 cm, sedangkan pada perlakuan pupuk NPK mencapai 0,28 cm. Meskipun terdapat perbedaan secara numerik, hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perbedaan tersebut tidak signifikan ($P > 0,05$). Artinya, perlakuan pupuk bokashi dan pupuk NPK tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan diameter batang tanaman. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kedua jenis pupuk memiliki efektivitas yang relatif sama terhadap parameter diameter batang.

Menurut Rukmana (2000), pertumbuhan diameter batang sangat dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara, khususnya kalium (K) dan kalsium (Ca). Kalium berperan dalam

pembentukan dinding sel dan pengaturan tekanan turgor yang menjaga kekakuan batang, sedangkan kalsium terlibat dalam proses pembelahan sel dan penguatan lamela tengah, yang penting bagi perkembangan jaringan penguat batang di daerah meristematik. Namun, dalam penelitian ini, perbedaan perlakuan antara pupuk bokashi dan NPK tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap diameter batang rumput gajah. Ketidak signifikanan hasil ini kemungkinan disebabkan oleh dua hal. Pertama, kandungan hara esensial seperti kalium dan kalsium yang tersedia dalam kedua jenis pupuk (bokashi kotoran sapi dan NPK) relatif seimbang, sehingga tidak menghasilkan perbedaan mencolok dalam pembentukan jaringan batang. Kedua, durasi pengamatan yang hanya 45 hari setelah tanam mungkin masih terlalu pendek untuk melihat efek nyata pada batang, mengingat pertumbuhan batang cenderung lebih lambat dibanding daun yang lebih cepat merespons ketersediaan hara (Marschner, 2012).

Hal ini sejalan dengan pendapat Fageria *et al.* (2011) bahwa beberapa bagian tanaman, seperti batang dan akar, membutuhkan waktu pertumbuhan yang lebih panjang untuk menunjukkan respons signifikan terhadap perbedaan perlakuan pupuk, terutama jika unsur haranya tersedia dalam jumlah cukup dari semua perlakuan. Selain itu, faktor lingkungan seperti intensitas cahaya, kelembapan tanah, dan kerapatan tanaman juga dapat mempengaruhi hasil diameter batang. Penelitian oleh Sutanto (2002) menunjukkan bahwa pertumbuhan batang tanaman lebih responsif terhadap intensitas cahaya dan suhu dibandingkan dengan jenis pupuk yang digunakan. Oleh karena itu, meskipun perlakuan pupuk tidak menunjukkan perbedaan signifikan, bisa jadi variabel lingkungan lainnya memiliki pengaruh lebih dominan terhadap parameter ini.

Berat Segar

Hasil analisis data pada tabel 1 menunjukkan rumput gajah yang mendapatkan perlakuan pupuk NPK dengan dosisi 30g/polybag menurut rekomendasi Siahaya (2007) memiliki berat segar yang lebih besar dibandingkan dengan yang diberikan perlakuan pupuk bokashi dengan dosis 300g/polybag menurut rekomendasi Kastalani (2017). Perbedaan yang signifikan ini ($P < 0,05$) menunjukkan bahwa tanaman yang diberi perlakuan NPK menghasilkan berat segar yang jauh lebih berat dibandingkan tanaman dengan perlakuan Bokashi.

Peningkatan berat segar tanaman yang diberi pupuk NPK dapat dikaitkan dengan ketersediaan unsur hara yang lebih cepat dan lengkap, terutama unsur nitrogen yang berperan penting dalam sintesis protein dan klorofil. Kandungan nitrogen anorganik dalam

NPK mudah diserap oleh tanaman, sehingga mampu meningkatkan aktivitas fotosintesis, pembentukan jaringan vegetatif, dan akhirnya berkontribusi terhadap peningkatan berat tanaman secara keseluruhan (Salisbury & Ross, 1995). Di sisi lain, pupuk bokashi yang berbasis bahan organik memerlukan waktu lebih lama untuk terdekomposisi oleh mikroorganisme tanah sebelum unsur haranya tersedia bagi tanaman. Proses mineralisasi pada pupuk organik bersifat bertahap, sehingga efeknya terhadap pertumbuhan tanaman, termasuk berat segar, umumnya tidak secepat pupuk anorganik (Sutejo & Kartasapoetra, 1991).

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada umur 45 hari setelah tanam, diperoleh bahwa pupuk NPK memberikan pengaruh yang signifikan ($P < 0,05$) terhadap pertumbuhan vegetatif rumput gajah pada parameter tinggi tanaman, panjang daun, lebar daun, dan berat segar tanaman, dibandingkan dengan pupuk bokashi kotoran sapi. Sementara itu, pada parameter diameter batang, tidak ditemukan perbedaan yang signifikan ($P > 0,05$) antara perlakuan pupuk NPK dan bokashi kotoran sapi. Pupuk NPK cocok digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan cepat rumput gajah pada fase awal vegetatif. Pupuk bokashi kotoran sapi lebih sesuai untuk pemupukan jangka panjang dalam sistem pertanian berkelanjutan. Kombinasi keduanya secara seimbang direkomendasikan guna memperoleh pertumbuhan optimal sekaligus menjaga kesuburan tanah. Dosis dan waktu aplikasi perlu disesuaikan agar efisien dan ramah lingkungan. Penelitian lanjutan dengan durasi lebih panjang dan parameter tambahan diperlukan untuk memahami efek jangka panjang masing-masing pupuk.

DAFTAR PUSTAKA

- Fageria, N. K., Baligar, V. C., & Jones, C. A. (2011). *Growth and mineral nutrition of field crops* (3rd ed.). CRC Press.
- Gokomodo. (2023). Peran nitrogen dalam pupuk NPK untuk pertumbuhan tanaman. Diakses dari <https://www.gokomodo.com/peran-nitrogen-pupuk-npk>.
- Havlin, J. L., Tisdale, S. L., Nelson, W. L., & Beaton, J. D. (2014). *Soil Fertility and Fertilizers* (8th ed.). Pearson.
- Heraeni, N. D., Putri, F. M., & Subagiyo. (2024). Kandungan Nutrisi dan Kecernaan Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) Kombinasi Leguminosa pada Berbagai Umur Panen Secara In Vitro. *Jurnal Ilmu Ternak Tropika*, 13(1), 12–20.

- Kastalani, K. (2017). Pengaruh pemberian pupuk bokashi terhadap pertumbuhan vegetatif rumput gajah (*Pennisetum purpureum*). *Ziraa'ah Majalah Ilmiah Pertanian*, 42(2), 123-127.
- Larcher, W. (2003). *Physiological plant ecology: Ecophysiology and stress physiology of functional groups* (4th ed.). Springer-Verlag.
- Marpaung, D.S.S., Sembiring, M.B., Aziz, M.A., Sudarmi, N., Heraini, D., NNPS, R.I.N., Isra, M., Widayati, O. and Sari, S.P. (2024). *Bioproses Limbah Agroindustri*. Yayasan Kita Menulis.
- Marschner, P. (2012). *Marschner's mineral nutrition of higher plants* (3rd ed.). Academic Press.
- Penu, M. (2021). Pengaruh Waktu Panen terhadap Produksi dan Kandungan Nutrisi Rumput Gajah di Kabupaten Timor Tengah Utara. *Laporan Penelitian*. Universitas Nusa Cendana.
- Penu, M. (2021). Pengaruh Waktu Panen terhadap Produksi dan Kandungan Nutrisi Rumput Gajah di Kabupaten Timor Tengah Utara. *Laporan Penelitian*. Universitas Nusa Cendana.
- Putra, E. S. (2021). Pengaruh Bokashi Kotoran Sapi dan NPK Organik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* L.) *Skripsi*. Universitas Islam Riau Repository. <https://repository.uir.ac.id/14851>.
- Rukmana, R. (2000). *Rumput Gajah Unggul*. Yogyakarta: Kanisius.
- Salisbury, F. B., & Ross, C. W. (1992). *Plant Physiology* (4th ed.). Belmont: Wadsworth Publishing.
- Salisbury, F. B., & Ross, C. W. (1995). *Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: Penerbit ITB.
- Siahaya, L. (2007). Penanaman dan Pemeliharaan Pelatihan Penanaman Hutan di Maluku dan Maluku Utara. *Fakultas Pertanian Universitas Pattimura*, 76-98.
- Suharyati, N. & Yulipriyanto, H. (2018). Pengaruh pemberian bokashi terhadap sifat kimia tanah dan pertumbuhan tanaman. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 5(1), 27–34.
- Sutanto, R. (2002). *Pupuk dan Pemupukan*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Sutejo, M. M., & Kartasapoetra, A. G. (1991). *Pengantar Ilmu Pemupukan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Suwahyono. (2011). Pengaruh dosis pupuk nitrogen terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman. *Jurnal Stock Peternakan*, 1(2), 45–52.
- Widodo, P., & Hidayat, M. (2019). Formulasi khusus pupuk NPK Mutiara pada efisiensi serapan hara vegetatif dan generatif. *Jurnal Agrikultura Tropika*, 7(3), 87–95.
- Wulandari, E., Rauf, A., & Fitriani, D. (2018). Pengaruh panjang stek terhadap pertumbuhan awal rumput gajah. *Jurnal Ilmu Ternak*, 18(2), 45–52.

Potensi dan Komposisi Botani pada Padang Pengembalaan Alam Doro Ncangga Kecamatan Pekat Kabupaten Dompu Nusa Tenggara Barat

Nining Ariani^{1*}

¹Program Studi D III Usaha Budidaya Ternak, Fakultas Ilmu Kesehatan, Sains dan Teknologi,
Universitas Bima Internasional MFH
Email: niningariani137@gmail.com

Abstrak

Padang penggembalaan alam merupakan sumber utama hijauan pakan yang berperan penting dalam mendukung sistem peternakan ruminansia di wilayah tropis seperti Indonesia. Nusa Tenggara Barat memiliki potensi besar dalam penyediaan hijauan pakan, khususnya di kawasan padang penggembalaan Doro Ncangga yang menjadi sumber utama pakan ternak sapi bali. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi dan komposisi botani pada padang penggembalaan alam Doro Ncangga Kecamatan Pekat Kabupaten Dompu Nusa Tenggara Barat. Penelitian dilaksanakan dengan metode deskriptif kualitatif menggunakan teknik ubinan berukuran 1 × 1 m pada tiga lokasi berdasarkan topografi, yaitu daerah dekat sungai (P I), daerah dekat pantai (P II), dan daerah dataran rendah jauh dari sungai dan pantai (P III). Pada setiap lokasi diambil lima cuplikan secara acak diagonal, kemudian setiap jenis vegetasi seperti rumput, leguminosa, dan forbs diidentifikasi serta dihitung persentasenya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi botani didominasi oleh rumput dengan persentase pada P I sebesar 100%, P II sebesar 82% rumput, 3% legum, dan 15% forbs, serta pada P III sebesar 88% rumput, 10% legum, dan 2% forbs. Dominasi rumput yang tinggi mengindikasikan kemampuan adaptasi yang baik terhadap kondisi lingkungan setempat, sedangkan rendahnya proporsi leguminosa menunjukkan perlunya pengelolaan vegetasi untuk memperbaiki keseimbangan komposisi botani. Kesimpulannya, padang penggembalaan Doro Ncangga memiliki potensi tinggi sebagai sumber pakan alami, namun diperlukan upaya pengelolaan berkelanjutan untuk meningkatkan kualitas hijauan pakan bagi ternak ruminansia.

Kata kunci: Padang penggembalaan, Komposisi botani, Leguminosa, Hijauan pakan, Doro Ncangga

Abstract

Natural grasslands are the main forage resources that play a vital role in supporting ruminant livestock systems in tropical regions such as Indonesia. West Nusa Tenggara has significant potential for forage production, particularly in the Doro Ncangga grassland area, which serves as a major feed source for Bali cattle. This study aimed to determine the potential and botanical composition of the Doro Ncangga natural grassland in Pekat District, Dompu Regency, West Nusa Tenggara. The study used a descriptive qualitative method with 1 × 1 m quadrat sampling conducted at three sites based on topography: near the river (P I), near the coast (P II), and lowland areas far from both river and coast (P III). Five random samples were taken diagonally at each site, and vegetation types such as grasses, legumes, and forbs were identified and their percentages calculated. The results showed that grasses dominated the botanical composition with proportions of 100% in P I, 82% grasses, 3% legumes, and 15% forbs in P II, and 88% grasses, 10% legumes, and 2% forbs in P III. The high dominance of grasses indicates strong adaptability to environmental conditions, while the low legume proportion suggests the need for vegetation management to achieve a more balanced botanical composition. In conclusion, the Doro Ncangga grassland has high potential as a natural forage resource, but sustainable management efforts are required to improve forage quality for ruminant livestock.

Keywords: Grassland, Botanical composition, Legumes, Forage, Doro Ncangga

PENDAHULUAN

Padang penggembalaan alam merupakan salah satu sumber daya penting dalam sistem peternakan, terutama di wilayah tropis seperti Indonesia. Nusa Tenggara Barat merupakan wilayah yang sangat potensial untuk pengembangan ternak terutama sapi bali, karena didukung oleh sumberdaya alamnya yang sangat potensial bagi penyediaan hijauan pakan yaitu padang penggembalaan alam yang jumlah keseluruhan potensi luas pakan Ha 1.050.796 , yang terletak di pulau Sumbawa 754.512 dan di pulau Lombok 296.283 pada (Provil Investasi Nusa Tenggara Barat 2019). Sapi Bali merupakan jenis ternak sapi yang sangat dominan di wilayah ini. Pada tahun 2019 sapi berjumlah 1.234.640 ekor.

Padang penggembalaan Doroncanga merupakan salah satu kawasan yang sangat berpotensi sebagai penyediaan sumber-sumber pakan bagi ternak ruminansia. Kawasan padang penggembalaan Doroncanga terletak di Nusa Tenggara Barat (NTB) pulau Sumbawa kabupaten Dompu kecamatan Pekat desa Soritatanga. Fungsi dari padang penggembalaan Doroncanga adalah sebagai sumber pakan hijauan, pusat pelepasan ternak rakyat, dan sentra pengembangan pembibitan ternak. Berdasarkan Keputusan Bupati Dompu Nomor 38/DISNAK/2014 tanggal 30 Januari 2014 telah ditetapkan bahwa kawasan padang penggembalaan ini akan dijadikan sebagai lokasi pengembangan peternakan. Padang penggembalaan menyediakan hijauan sebagai sumber pakan utama bagi ternak ruminansia, baik sapi, kerbau, maupun kuda. Ketersediaan dan kualitas hijauan yang berasal dari padang penggembalaan sangat menentukan produktivitas ternak, karena hijauan berperan sebagai sumber energi, protein, vitamin, dan mineral yang dibutuhkan untuk pertumbuhan, reproduksi, serta produksi daging.

Sistem pemeliharaan ternak rata-rata secara sistem eksentif hanya sebagian kecil yang semi intensif dan intensif. Pemeliharaan ternak seperti ini membutuhkan daya dukung komposisi botani yang memadai sehingga dapat memenuhi kebutuhan nutrisi ternak. Namun demikian, kondisi padang penggembalaan Doro Ncanga mengalami tekanan akibat meningkatnya populasi ternak, sistem penggembalaan tanpa pengaturan (*open grazing*), serta adanya aktivitas lain seperti pembukaan lahan dan pembangunan infrastruktur. Tekanan tersebut berpotensi menurunkan produktivitas hijauan dan mengubah komposisi botani vegetasi padang, terutama jika dominasi rumput dan leguminosa tidak seimbang. Komposisi botani padang penggembalaan menjadi indikator penting dalam menilai kualitas padang, karena keseimbangan antara rumput, leguminosa, dan gulma akan memengaruhi kandungan nutrisi serta kapasitas tampung ternak.

Kajian terhadap potensi dan komposisi botani padang penggembalaan di Doro Ncanga perlu dilakukan untuk mengetahui kondisi aktual vegetasi, ketersediaan hijauan, serta kemampuan daya dukung padang dalam menampung ternak. Informasi ini sangat penting sebagai dasar dalam perencanaan dan pengelolaan padang penggembalaan secara berkelanjutan. pengelolaan padang penggembalaan yang berkelanjutan menjadi aspek penting dalam mendukung pembangunan peternakan nasional.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Tempat penelitian di Padang Pengembaan Alam Kecamatan Pekat Kabupaten Dompu Nusa Tenggara Barat. Penentuan titik lokasi sampel ada 3 lokasi dilakukan berdasarkan topografi tanah yang ada pada padang penggembalaan alam di Doroncanga, adapun lokasi yang telah ditentukan yaitu: 1) Padang di daerah dekat sungai atau sekitar kubangan kerbau (P I), 2) Padang di daerah dekat pantai (P II), dan 3) Padang dataran rendah jauh dari sungai dan pantai (P III).

Sampel hijauan yang diambil menggunakan ubinan 1 x 1 m pada setiap 3 titik lokasi yang telah ditentukan. Masing-masing lokasi diambil sampel sejumlah 5 x ubinan (cuplikan). Cuplikan pertama dilakukan pelemparan secara acak dan pengambilan cuplikan berikutnya diambil 10 langkah dari cuplikan pertama yang diambil dengan arah diagonal dan sama dengan pengambilan cuplikan seterusnya pengambilan sampel berikutnya sampai sesuai dengan kebutuhan (Mannetje dan Haydock, 1963; Tothill *et al.*, 1992). Setiap titik pengamatan diamati vegetasi yang ada, yaitu meliputi rumput, legum, dan forbs, kemudian dihitung rata-rata pada masing-masing vegetasi dari titik pengamatan, ditimbang kemudian dihitung persentase masing-masing vegetasi dari setiap cuplikan, jika hijauan yang tidak umum diketahui maka akan diidentifikasi dengan pengamatan perbandingan dengan referensi yang ada.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi botani pada hijauan yang ada pada masing-masing lokasi P I, P II, dan P III di padang penggembalaan alam Doroncanga menunjukkan bahwa hijauan yang meliputi rumput, legum dan forbs memiliki persentase masing-masing, namun ditemukan jumlah persentase bervariasi pada setiap vegetasi baik rumput, legum, dan forbs. Ada beberapa perbedaan yang ada pada lokasi P I, P II, dan P III perbedaan hasil penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Perhitungan dan Pengamatan Persentase Komposisi Botani pada Padang Penggembalaan Doroncanga

Lokasi	Rumput (%)	Legume (%)	Forbs (%)
(P I)	100	0	0
(P II)	82	3	15
(P III)	88	10	2
Total	9000	433,33	566,66

Hasil komposisi botani hijauan yang ada pada padang penggembalaan alam di Doroncanga Dompu NTB dengan persentase komposisi botani masing-masing lokasi telah tertera pada Tabel 2, terlihat bahwa komposisi pada setiap masing-masing lokasi padang penggembalaan alam berdasarkan topografi seperti daerah dekat sungai, pantai, dan jauh dari keduanya sangat mempengaruhi jumlah komposisi botani. Komposisi yang mendominasi di padang penggembalaan Doroncanga adalah rumput. Tingginya persentase rumput disebabkan rumput mudah sekali tumbuh dan berkembang pada hampir semua jenis tanah dan pada berbagai jenis iklim. Susetyo (1980) dan Reksohadiprodjo (1985) menyatakan padang rumput yang baik perbandingan komposisi botani dengan leguminosa adalah 60% rumput dan 40% legum sangat berbeda dengan komposisi botani yang ada di padang penggembalaan alam Doroncanga yaitu lokasi P I (daerah padang penggembalaan alam di dekat sungai atau sekitaran kubangan kerbau), lokasi P II (daerah padang penggembalaan alam dekat pantai), dan lokasi P III (daerah dataran rendah jauh dari pantai dan sungai), P I terdapat 100% komposisi botaninya hanya rumput berbeda dengan P II (82% rumput, 3% legum, dan 15% forbs), sedangkan pada P III (88% rumput, 10% legum, dan 2% forbs).



Gambar 1. Lokasi P I (daerah padang penggembalaan alam di dekat sungai atau sekitaran kubangan kerbau)



Gambar 2. Lokasi P II (daerah padang penggembalaan alam dekat pantai)



Gambar 3. Lokasi P III (daerah padang penggembalaan alam dekat Pantai)

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa padang penggembalaan alam Doro Ncangga memiliki potensi tinggi sebagai sumber hijauan pakan bagi ternak ruminansia di Kabupaten Dompu, Nusa Tenggara Barat. Komposisi botani padang didominasi oleh rumput dengan persentase yang sangat tinggi di seluruh lokasi pengamatan, sedangkan proporsi leguminosa dan forbs relatif rendah. Kondisi ini menunjukkan bahwa padang penggembalaan masih mampu menyediakan pakan dalam jumlah cukup, namun kualitasnya perlu ditingkatkan melalui pengelolaan vegetasi yang lebih seimbang antara rumput dan leguminosa. Untuk itu, diperlukan upaya pengelolaan padang penggembalaan secara berkelanjutan melalui sistem penggembalaan terkontrol, penanaman leguminosa, serta pencegahan degradasi lahan. Pemerintah daerah bersama masyarakat peternak diharapkan dapat berkolaborasi dalam rehabilitasi lahan dan peningkatan kualitas hijauan pakan, sedangkan penelitian lanjutan diperlukan untuk menganalisis kandungan nutrisi hijauan pada setiap jenis vegetasi guna mendukung optimalisasi daya dukung padang penggembalaan bagi pengembangan peternakan ruminansia di wilayah Doro Ncangga.

DAFTAR PUSTAKA

- Adler, P. R., Sanderson, M. A., Boateng, A. A., Weimer, P. J., & Jung, H. G. (2006). Biomass yield and biofuel quality of switchgrass harvested in fall or spring. *Agronomy Journal*, 98(6), 1518–1525. <https://doi.org/10.2134/agronj2005.0351>
- Ball, D. M., Hoveland, C. S., & Lacefield, G. D. (2015). *Southern Forages: Modern Concepts for Forage Crop Management* (5th ed.). Norcross, GA: The International Plant Nutrition Institute.
- Berdahl, J. D., Karn, J. F., & Hendrickson, J. R. (2001). Dry matter yields of cool-season grass monocultures and grass–alfalfa binary mixtures. *Agronomy Journal*, 93(2), 463–467.
- Hadi, S., & Santoso, U. (2018). Pengaruh perbedaan ketinggian tempat terhadap komposisi botani dan produktivitas padang penggembalaan alami. *Jurnal Ilmu Peternakan Terapan*, 7(2), 45–53.
- Mannetje, L. 't., & Haydock, K. P. (1963). The dry-weight-rank method for the botanical analysis of pasture. *Journal of the British Grassland Society*, 18(4), 268–275.
- Provil Investasi Nusa Tenggara Barat. (2019). *Profil Investasi Provinsi Nusa Tenggara Barat Tahun 2019*. Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Provinsi NTB.
- Reksohadiprodjo, S. (1985). *Hijauan Makanan Ternak Tropik*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Susetyo, A. (1980). *Produksi Hijauan Makanan Ternak di Indonesia*. Bogor: Fakultas Peternakan IPB.
- Tothill, J. C., Hargreaves, J. N. G., Jones, R. M., & McDonald, C. K. (1992). *BOTANAL – A comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition*. Brisbane: CSIRO Division of Tropical Crops and Pastures.
- Utomo, R., & Widodo, W. (2020). Pengelolaan padang penggembalaan berkelanjutan dalam mendukung peternakan rakyat di daerah kering. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 22(3), 120–128.
- Widiastuti, T., & Nuraini, A. (2021). Potensi vegetasi padang penggembalaan sebagai sumber hijauan pakan di daerah semi-arid. *Jurnal Pastura Indonesia*, 9(1), 33–41. <https://doi.org/10.25077/pastura.9.1.33-41.2021>

Pengaruh Penggunaan Tepung Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca* *Formatypica*) sebagai Substitusi Tepung Tapioka terhadap Kadar Protein, Gula, dan Vitamin C Nugget Ayam

Adriatun¹, Minarny Gobel¹, Sugiarto^{1*}

¹Jurusan Peternakan, Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Tadulako. Indonesia

Email: sugiarto@untad.ac.id

Abstrak

Nugget ayam merupakan produk daging ayam yang populer, namun konsumen semakin sadar akan pentingnya nilai gizi makanan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan tepung pisang kepok sebagai substitusi tepung tapioka terhadap kadar protein, gula, dan vitamin C nugget ayam. Tepung pisang kepok dipilih sebagai alternatif karena merupakan sumber daya lokal yang melimpah di Sulawesi Tengah dengan kandungan nutrisi yang tinggi. Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Maret sampai April 2025 di Laboratorium Teknologi Hasil Ternak Fakultas Peternakan dan Perikanan serta Laboratorium Penelitian Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tadulako. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 5 perlakuan substitusi tepung pisang kepok (0g, 100g, 200g, 300g, 400g) dan 3 ulangan. Data dianalisis menggunakan sidik ragam dan uji lanjut Duncan Multiple Range Test (DMRT). Hasil menunjukkan substitusi tepung pisang kepok memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar protein, gula, dan vitamin C nugget ayam. Kadar protein terbaik pada perlakuan N4 (8,84%), kadar gula optimal pada N3 (15,02%), dan kadar vitamin C terbaik pada N4 (16,33 mg/100g). Substitusi tepung pisang kepok dapat dimanfaatkan untuk peluang usaha, meningkatkan nilai jual produk olahan, serta berpotensi mendukung diversifikasi pangan berbasis sumber daya lokal.

Kata Kunci: Nugget, Pisang kepok, Tapioka, Protein, Gula, Vitamin C

Abstract

*Chicken nuggets are one of the most popular processed meat products due to their delicious taste, practicality, and nutritional value. However, tapioca flour, which is commonly used as a filler and binder, has a low protein content. Therefore, alternative ingredients are needed to improve the nutritional value of the product. Kepok banana flour (*Musa paradisiaca formatypica*) has potential as a substitute ingredient because it contains higher levels of protein, sugar, dietary fiber, and vitamin C compared to tapioca flour. In addition, the utilization of kepok banana flour supports food diversification based on locally abundant resources in Central Sulawesi. This study aimed to determine the effect of using kepok banana flour as a substitute for tapioca flour on the protein, sugar, and vitamin C content of chicken nuggets. The research was conducted from March to April 2025 at the Laboratory of Animal Product Technology, Faculty of Animal Husbandry and Fisheries, and the Research Laboratory, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Tadulako University. The study used a Completely Randomized Design (CRD) with five treatments and three replications, namely N0 (0 g kepok banana flour + 600 g tapioca), N1 (100 g + 500 g), N2 (200 g + 400 g), N3 (300 g + 300 g), and N4 (400 g + 200 g). Data were analyzed using Analysis of Variance (ANOVA) followed by Duncan's Multiple Range Test (DMRT). The results showed that the substitution of tapioca flour with kepok banana flour had a highly significant effect ($P < 0.01$) on the protein, sugar, and vitamin C content of chicken nuggets. The best protein content was obtained in N4 (8.84%), the highest sugar content in N3 (15.02%), and the highest vitamin C content in N4 (16.33 mg/100 g).*

Keywords: Nugget, Kepok banana, Tapioka, Protein, Sugar, Vitamin C

PENDAHULUAN

Nugget merupakan salah satu produk olahan daging ayam yang sangat populer di kalangan masyarakat, terutama di kalangan anak-anak. Produk ini tidak hanya disukai karena rasanya yang lezat, tetapi juga karena kemudahan dalam penyajian. Namun dalam beberapa tahun terakhir, konsumen semakin sadar akan pentingnya nilai gizi dari makanan yang mereka konsumsi (Sari dan Hadi, 2020). Dalam pembuatan nugget ayam, tepung berfungsi sebagai bahan pengisi dan memberikan tekstur yang diinginkan. Tepung tapioka sering digunakan dalam pembuatan nugget karena sifatnya yang memberikan tekstur kenyal (Dewi, 2021).

Tepung tapioka berperan sebagai bahan pengisi dan perekat adonan serta untuk membantu meningkatkan volume produk (Mubarakah, 2019). Tepung tapioka yang umum digunakan sebagai bahan pengisi memiliki kadar protein 0,5-0,7% (Widodo dkk., 2023).

Penggunaan tepung pisang kepek dapat mendukung program diversifikasi pangan berbasis sumber daya lokal dan mengurangi ketergantungan pada bahan impor (Purwanto dan Maharani, 2020). Substitusi ini merupakan upaya pemanfaatan hasil pertanian lokal yang melimpah namun belum optimal penggunaannya dalam industri pangan. Tepung pisang kepek memiliki nilai tambah nutrisi yang tinggi, mengandung serat pangan, mineral, dan senyawa bioaktif yang kompleks, serta memiliki potensi pengembangan produk pangan fungsional yang lebih luas, sehingga menciptakan diferensiasi kompetitif dalam pangan modern (Hermanto dkk., 2020).

Tepung pisang kepek mampu memberikan kelembutan dan aroma khas, memiliki kadar protein yang lebih tinggi 3,04% dibandingkan tepung tapioka 1,1% (Siregar, 2019). Kusuma dkk. (2023) melaporkan bahwa tepung pisang kepek mengandung gula total yang lebih tinggi 3,5-4,8% dibandingkan tepung tapioka 0,5-1,2%. Kadar vitamin C dalam tepung pisang kepek berkisar antara 5-10 mg/100 g, sedangkan tepung tapioka hampir tidak mengandung vitamin C (Wardani dan Sutrisno, 2023).

Tepung pisang kepek sebagai substitusi tepung tapioka dalam pembuatan nugget ayam bertujuan untuk pengembangan produk pangan. Handayani dkk. (2020) melaporkan tepung pisang kepek sebagai substitusi tepung tapioka memiliki signifikansi tinggi dalam pengembangan pangan fungsional, karena mampu meningkatkan nilai nutrisi dan mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya lokal dengan menghadirkan produk pangan yang lebih sehat, berkelanjutan, serta memiliki nilai tambah nutrisi yang lebih kompleks. Oleh karena itu, penelitian ini menjadi penting untuk dilakukan.

METODE PENELITIAN

Alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya penggiling daging, blender, baskom, pisau, talenan, dandang perebus, kompor, plastik, sendok, alat cetak, loyang, sendok penggorengan, kuai, ayakan, piring, oven, alat tulis, dan alat dokumentasi. Sedangkan alat yang digunakan pengujian Laboratorium yaitu neraca analitik, sendok zat, erlenmeyer, cawan petri, gelas ukur, pipet tetes, shaker/ mesin kocok, sentrifuge, tabung reaksi, rak tabung, pipet mikro, labu ukur, spektrofotometer UV-Vis, kertas saring.

Bahan yang digunakan selama proses pembuatan nugget diantaranya daging ayam, tepung pisang kepok, tepung tapioka, garam, merica, minyak dan air. Sedangkan bahan yang digunakan dalam pengujian di Laboratorium yaitu standar BSA, NaOH 1m, aquades, reagen biuret, HCL, Na₂CO₃.

Metode Penelitian

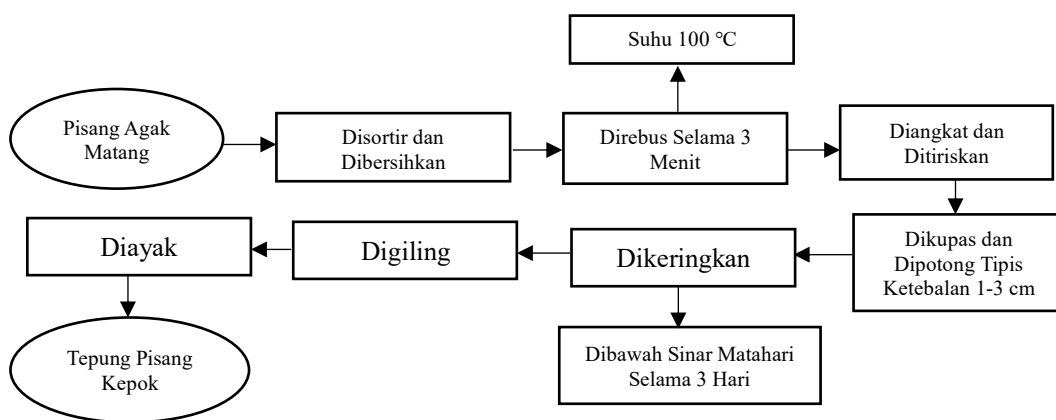
Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), 5 perlakuan, 3 ulangan yaitu:
 N0 = Daging Ayam 300g + Kulit Ayam 100g + Tepung Tapioka 600g + Tepung Pisang 0g
 N1 = Daging Ayam 300g + Kulit Ayam 100g + Tepung Tapioka 500g + Tepung Pisang 100g
 N2 = Daging Ayam 300g + Kulit Ayam 100g + Tepung Tapioka 400g + Tepung Pisang 200g
 N3 = Daging Ayam 300g + Kulit Ayam 100g + Tepung Tapioka 300g + Tepung Pisang 300g
 N4 = Daging Ayam 300g + Kulit Ayam 100g + Tepung Tapioka 200g + Tepung Pisang 400g
 Adapun formulasi bahan penyusun nugget ayam disajikan pada tabel 3-1 sebagai berikut.

Tabel 1. Formulasi Bahan Penyusun Nugget Ayam

Bahan	Perlakuan				
	N0	N1	N2	N3	N4
Daging Ayam (g)	300	300	300	300	300
Kulit Ayam (g)	100	100	100	100	100
Tepung Tapioka (g)	600	500	400	300	200
Tepung Pisang (g)	0	100	200	300	400
Garam (g)	2	2	2	2	2
Merica (g)	1	1	1	1	1

Pembuatan Tepung Pisang Kepok

Pisang kepok yang agak matang sebanyak 6 sisir disortir dan dibersihkan. Selanjutnya, pisang tersebut direbus selama 3 menit pada suhu 100°C. Setelah itu, pisang diangkat dan ditiriskan. Pisang kemudian dikupas dan dipotong tipis dengan ketebalan sekitar 1-3 cm. Selanjutnya, potongan pisang dikeringkan dibawah sinar matahari selama 3 hari hingga benar-benar kering. Setelah proses pengeringan selesai, pisang digiling hingga halus, kemudian diayak, dan akhirnya diperoleh tepung pisang kepok. Diagram alir pembuatan tepung pisang kepok disajikan pada gambar sebagai berikut.



Gambar 1. Pembuatan Tepung Pisang Kepok yang telah dimodifikasi

Pembuatan Nugget Ayam

Daging ayam sebanyak 300 gram dan kulit ayam 100 gram dicuci, dipotong kecil, dan ditiriskan. Masing-masing bagian daging ayam kemudian ditimbang menjadi lima sampel (N0, N1, N2, N3, dan N4), selanjutnya digiling hingga halus dengan penambahan air. Sementara itu, tepung pisang kepok dan tepung tapioka dicampurkan ke dalam loyang yang telah disiapkan sesuai perlakuan. Daging dan kulit yang telah digiling halus dituangkan kedalam masing-masing loyang yang berisi tepung, kemudian ditambahkan air dan dicampur hingga merata. Setelah adonan tercampur rata, adonan tersebut dimasukkan kedalam loyang datar dan diratakan dengan ketebalan kurang lebih 1 cm, lalu dikukus. Setelah dikukus, adonan diangkat dan didinginkan sebentar sebelum dipotong dengan ukuran lebar kurang lebih 1 cm dan panjang sekitar 3-4 cm. Potongan nugget kemudian digoreng dengan api sedang pada suhu 175-190°C hingga matang dan berwarna kecoklatan, setelah itu ditiriskan dan diangkat. Setelah kelima sampel nugget selesai dibuat, selanjutnya dianalisa (Protein, Gula, dan Vitamin C).

Variabel Penelitian

$$\text{Rumus Kadar Protein Kadar Protein (\%)} = \frac{\left(\frac{X}{1000}\right) \times Y \times Fp}{W} 100\%$$

Keterangan:

X = konsentrasi BSA sampel (ppm)

Y = volume (L)

Fp = faktor pengenceran (jika ada)

W = berat sampel (g)

$$\text{Rumus Kadar Gula Kadar Gula (\%)} = \frac{x \cdot Y \cdot fp}{W \times 1000} \times 100\%$$

Keterangan:

X = konsentrasi glukosa(mg/L)

Y = jumlah volume (L)

Fp = faktor pengenceran (jika ada)

W = berat sampel (g)

$$\text{Rumus Kadar Vitamin C Vit. C (mg/100g)} = \frac{(V I_2 \times 0.88 \times Fp) \times 100}{W \text{ s (gram)}}$$

Keterangan:

V I₂ = Volume Iodium (mL)

0,88 = 0,88 mg asam askorbat setara dengan 1 mL larutan I₂ 0,01 N

Fp = Faktor Pengenceran

W = Berat sampel (gram)

Analisis Data

Data yang dikumpulkan berdasarkan hasil uji protein, gula, dan vitamin C selanjutnya ditabulasi menggunakan data excel, kemudian data tersebut dianalisa menggunakan perangkat lunak SPSS (Statistical Program for Social Science) versi 15. Bila terdapat perbedaan diantara perlakuan, dilanjutkan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) sesuai prinsip Widyawati dkk. (2023). Adapun model matematika Rancangan Acak Lengkap (RAL) adalah sebagai berikut:

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Penggunaan Tepung Pisang Kepok (*Musa paradisiaca formatypica*) Sebagai Substitusi Tepung Tapioka Terhadap Kadar Protein Nugget Ayam

Data pengamatan dan sidik ragam pengaruh penggunaan tepung pisang kepok (*Musa paradisiaca formatypica*) sebagai substitusi tepung tapioka terhadap kadar protein nugget ayam terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rataan Kadar Protein Nugget Ayam (%)

Perlakuan	Kadar Protein (%)
N0	6,54 ± 0,16 ^e
N1	7,36 ± 0,10 ^d
N2	7,82 ± 0,01 ^c
N3	8,05 ± 0,04 ^b
N4	8,84 ± 0,06 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf superscript yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$).

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar protein nugget ayam. Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa perlakuan N4 (400g tepung pisang kepok + 200g tepung tapioka) adalah berbeda dan lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Terjadinya hal ini diduga disebabkan tepung pisang kepok memiliki kadar protein yang lebih tinggi dibandingkan dengan tepung tapioka, sehingga mampu melengkapi protein daging ayam dan menghasilkan nilai protein yang tinggi pada nugget ayam. Ramadhani dkk. (2019) melaporkan bahwa kadar protein tepung pisang kepok berkisar antara 3,36-4,12%, sedangkan tepung tapioka hanya sekitar 0,5-1%. Hal serupa juga dilaporkan Apriyani (2025), bahwa produk olahan berbasis tepung pisang kepok dan mocaf, khususnya cookies, memiliki kadar protein dalam rentang 5,38-6,34%. Perbedaan kadar ini menyebabkan semakin besar proporsi tepung pisang kepok yang digunakan, semakin tinggi pula kadar protein yang dihasilkan dalam nugget ayam.

Dengan demikian, tepung pisang kepok dapat berfungsi sebagai sumber protein tambahan yang memberikan kontribusi terhadap peningkatan nilai gizi nugget ayam.

Pengaruh Penggunaan Tepung Pisang Kepok (*Musa paradisiaca formatypica*) Sebagai Substitusi Tepung Tapioka Terhadap Kadar Gula Nugget Ayam

Data pengamatan dan sidik ragam penggunaan tepung pisang kepok (*Musa paradisiaca formatypica*) sebagai substitusi tepung tapioka terhadap kadar gula nugget ayam yaitu:

Tabel 2. Rataan Kadar Gula Nugget Ayam (%)

Perlakuan	Kadar Gula (%)
N0	5,90 ± 0,07 ^e
N1	10,08 ± 0,11 ^d
N2	11,59 ± 0,01 ^c
N3	15,02 ± 0,03 ^a
N4	12,51 ± 0,04 ^b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf superscript yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$).

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar gula nugget ayam. Hasil uji berganda Duncan menunjukkan bahwa perlakuan N3 (15,02) adalah berbeda dengan N4 (12,51), N2 (11,59), N1 (10,08), dan N0 (5,90). Semua perlakuan menghasilkan nilai yang masih di bawah SNI yaitu 20-25 % (SNI 01-6683-2014). Suryaningrum dkk. (2019), melaporkan bahwa penggunaan tepung pisang kepok pada biskuit menghasilkan kadar gula total sebesar 12,84%. Selain itu, de Angelis-Pereira dkk. (2021) pada formulasi gluten-free cookies berbahan tepung pisang juga melaporkan kadar sukrosa berkisar 8,97-15,31%. Hasil N3 (300g tepung pisang kepok + 300g tepung tapioka) memiliki kadar gula tertinggi dibandingkan N4 (400g tepung pisang kepok + 200g tepung tapioka), meskipun N4 menggunakan tepung pisang kepok dalam jumlah yang lebih banyak, namun peningkatan tertinggi tidak selalu terjadi pada konsentrasi substitusi terbesar. Asnani dkk. (2019), melaporkan bahwa karakteristik fisik, kimia dan organoleptik produk olahan dipengaruhi oleh berbagai rasio tepung yang digunakan, dimana terdapat rasio tertentu yang memberikan hasil optimal. Hal ini menunjukkan bahwa tepung pisang kepok dapat berfungsi sebagai sumber gula alami yang efektif dalam formulasi nugget ayam pada rasio optimal tertentu.

Pengaruh Penggunaan Tepung Pisang Kepok (*Musa paradisiaca formatypica*) Sebagai Substitusi Tepung Tapioka Terhadap Kadar Vitamin C Nugget Ayam

Data pengamatan dan sidik ragam pengaruh penggunaan tepung pisang kepok (*Musa paradisiaca formatypica*) sebagai substitusi tepung tapioka terhadap kadar vitamin C nugget ayam disajikan pada Tabel 3 yaitu:

Tabel 3. Rataan Kadar Vitamin C Nugget Ayam (mg/100g)

Perlakuan	Kadar Vitamin C (mg/100g)
N0	7,97 ± 0,06 ^e
N1	9,08 ± 0,03 ^d
N2	12,08 ± 0,20 ^c
N3	13,78 ± 0,03 ^b
N4	16,33 ± 0,47 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf superscript yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$).

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar vitamin C nugget ayam. Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa perlakuan N4 (400g tepung pisang kepok + 200g tepung tapioka) adalah berbeda dan lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Terjadinya hal ini diduga disebabkan tepung pisang kepok memiliki kadar vitamin C berkisar antara 5-12 mg/100g yang lebih tinggi dibandingkan dengan tepung tapioka yang umumnya tidak mengandung vitamin C (Wardani dan Sutrisno, 2023). Painingsih dkk. (2025) melaporkan bahwa keripik pisang kepok mengandung vitamin C sebesar 39,39 mg/100g, meskipun terjadi penurunan akibat proses penggorengan. Hamdi dan Astuti (2021) juga melaporkan bahwa jumlah vitamin C pada stik bolu pisang kepok sebesar 5,61 mg/100g. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fortifikasi nugget dengan tepung pisang kepok merupakan alternatif yang efektif untuk meningkatkan nilai gizi nugget ayam.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian ini substitusi tepung tapioka dengan tepung pisang kepok pada perlakuan N4 sebesar 400g tepung pisang kepok dan 200g tepung tapioka, memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap kadar protein, gula dan vitamin C. Kemudian perlunya implementasi dan pengembangan diversifikasi substitusi tepung pisang kepok yang optimal pada proses produksi nugget ayam untuk meningkatkan kualitas gizi produk.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriyani, N. E., Andrestian, M. D., Mas'odah, S., & Syainah, E. (2025). Pengaruh Formulasi Tepung Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L) dan Mocaf pada Mutu Kimia dan Organoleptik Produk Olahan. *Jurnal Pengolahan Pangan dan Mutu*, 12(1): 1-13.
- Asnani, A., Rahim, A., & Ifall, I. (2019). Karakteristik Fisik, Kimia dan Organoleptik Mie Kering pada Berbagai Rasio Tepung Bonggol Pisang Kepok Terhadap Kualitas Fisik dan Kimia Nugget Ayam. *Agrointek*, 13(1): 82.

- De Angelis-Pereira, M. C., Rosell, C. M., Juhasz, R., de Paula, C. D., & Lacerda, D. B. C. L. (2021). Effects Of Banana Flour on Some Physicochemical, Textural, Bioactive, and Sensory Properties of Gluten-Free Cookie. *Foods*, 10(11): 2721. <https://doi.org/10.3390/foods10112721>.
- Dewi, L. (2021). Kandungan Nutrisi Tepung Pisang Kepok dan Potensinya dalam Pangan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 14(3): 55-62.
- Hamdi & Astuti. (2021). Uji Organoleptik Stik Bolu Pisang Berbahan Baku Halal. *Cross-Border*. Vol. 4 No.1 Januari-Juni 2021, page 653-666.
- Handayani, A., Widyaningsih, T. D., & Zubaidah, E. (2020). Karakteristik Fisikokimia dan Sensori Tepung Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca L.*) dengan Perlakuan Blanching dan Pengeringan. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 8(2): 45-56.
- Hermanto, D., Sulistyawati, E., & Purwanto, A. (2020). Analisis Komparatif Tepung Pisang Kepok dalam Industri Pangan Fungsional. *Jurnal Teknologi Pangan*, 11(2): 78-92.
- Kusuma, H., Pratiwi, R., & Nugroho, A. (2023). Karakterisasi Profil Gula dan Karbohidrat Tepung Pisang Kepok sebagai Bahan Substitusi dalam Produk Pangan. *Indonesian Food Science Journal*, 9(3): 234-246.
- Mubarokah, S. R. (2019). Pengembangan Produk Nugget Ikan Lele Dumbo (*clarias gariepinus L.*) Substitusi Jantung Pisang Kepok (*musa paradisiaca L.*) sebagai Makanan Tinggi Serat dan Protein, 7(2).
- Painingsih, P., Zulfa, D., Tarta, E., Lidia, L., Chandra, R., & Suraya, S. (2025). Analisis Kandungan Vitamin C Keripik Pisang Kepok (*Musa paradisiaca L.*). *Jurnal Agroekoteknologi*, 4(1): 1911-1924. Universitas Sumatera Utara.
- Purwanto, Y., & Maharani, D. M. (2020). Analisis Proksimat dan Sensoris Nugget Ayam dengan Penambahan Tepung Pisang sebagai Bahan Pengisi Alternatif. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 8(2): 67-75.
- Ramadhani, Z. O., Dwiloka, B., & Pramono, Y. B. (2019). Pengaruh Substitusi Tepung Terigu dengan Tepung Pisang Kepok (*Musa Acuminata L.*) Terhadap Kadar Protein, Kadar Serat, Daya Kembang, dan Mutu Hedonik Bolu Kukus. *Jurnal Teknologi Pangan*, 14(2): 80-87.
- Sari, R., & Hadi, A. (2020). Analisis Kadar Protein dan Gula pada Produk Olahan Nugget Ayam. *Jurnal Gizi dan Pangan*, 15(2): 123-130.
- Siregar, R. (2019). Pengaruh Penggunaan Tepung Pisang Terhadap Kualitas Nugget Ayam. *Jurnal Teknologi Pangan*, 11(1): 45-52.
- Suryaningrum, T. D., Hidayati, R., & Nurhidayah. (2019). Substitusi Tepung Pisang Kepok Pada Pembuatan Biskuit terhadap Mutu Kimia dan Organoleptik. *Jurnal Agroindustri*, 9(1): 45-52.
- Wardani, A.K., & Sutrisno, A. (2023). Evaluasi Kandungan Gizi dan Karakteristik Fungsional Tepung Pisang Kepok. *Jurnal Penelitian Pangan*, 7(1): 78-89.

Widyawati, N., Setiawan, B., & Handayani, R. (2023). Aplikasi Duncan Multiple Range Test dalam Studi Komparatif Variabel Pertanian. *Jurnal Agroteknologi Terapan*, 12(3): 112-125.

Peran Seleksi Genetik terhadap Peningkatan Produktivitas Ternak Lokal untuk Mendukung Swasembada Pangan Nasional

Woki Bilyaro^{1*}, Arif Rahman Azis¹, Teguh Rafian², Muhammad Dani¹, Nurazizah Ramadhanti¹, Rizky Amrullah Chaniago¹, Dhini Nova Widyasari³, Virna Maharani Dwipassa¹, Anggun Marisa¹

¹Program Studi Peternakan, Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu

²Program Studi Peternakan, Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

³Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas PGRI Argopuro Jember

Email: wokibilyaro@unib.ac.id

Abstrak

Program pemuliaan genetik adalah salah satu kunci utama dalam meningkatkan produktivitas ternak lokal dan mendukung swasembada pangan nasional. Review sistematis ini mensintesis bukti empiris dari studi tentang efisiensi seleksi genetik (konvensional dan molekuler/genomik) pada ternak lokal atau tropis khususnya di Indonesia dan negara dengan iklim serupa terkait sifat produksi seperti pertumbuhan, hasil susu, dan efisiensi pakan. Analisis menyoroti estimasi heritabilitas, respons seleksi, hambatan implementasi, dan strategi yang efektif yang telah diterapkan. Hasil menunjukkan bahwa seleksi genetik, terutama bila diikuti oleh penggunaan genomik atau *marker-assisted selection*, memiliki potensi signifikan untuk meningkatkan produktivitas ternak lokal, tetapi diperlukan perbaikan dalam pencatatan data fenotip, sumber daya referensi genomik, dan kebijakan yang mendukung. Rekomendasi meliputi pengembangan populasi referensi lokal, penyusunan tujuan pemuliaan yang jelas, pelibatan peternak kecil, dan konservasi keanekaragaman genetik sebagai bagian dari program nasional.

Kata kunci: Seleksi genetik, Enomik, Ternak lokal, Swasembada pangan

Abstract

Genetic breeding programs are a primary driver in enhancing the productivity of local livestock and supporting national food self-sufficiency. This systematic review synthesizes empirical evidence from studies on the efficiency of genetic selection (conventional and molecular/genomic) in local or tropical livestock, particularly in Indonesia and countries with similar climates, regarding production traits such as growth, milk yield, and feed efficiency. The analysis highlights estimates of heritability, selection response, implementation bottlenecks, and effective strategies that have been implemented. The results show that genetic selection, especially when accompanied by the application of genomic or marker-assisted selection, has significant potential to improve the productivity of local livestock, but improvements are needed in phenotypic data recording, genomic reference resources, and supportive policies. Recommendations include the development of local reference populations, the formulation of clear breeding objectives, the involvement of smallholder farmers, and the conservation of genetic diversity as part of a national program.

Keywords: Genetic selection, Genomics, Local livestock, Food self-sufficiency

PENDAHULUAN

Produksi protein hewani yang dihasilkan terutama oleh ternak adalah salah satu komponen penting dalam mempertahankan serta meningkatkan ketahanan pangan secara nasional. Pemerintah Indonesia sudah lama telah menargetkan swasembada pangan seperti daging dan susu sebagai bagian dari strategi pangan nasional. Kemandirian pangan nasional menuntut peningkatan produksi protein hewani yang berkelanjutan dan efisien. Ternak lokal Indonesia memiliki potensi besar karena adaptasinya terhadap lingkungan tropis dan kemampuan memanfaatkan pakan lokal, namun produktivitasnya relatif rendah akibat lemahnya sistem pemuliaan yang terstruktur (Widyas *et al.*, 2022). Swasembada pangan nasional memerlukan peningkatan produksi protein hewani yang efisien dan berkelanjutan.

Seleksi genetik merupakan dasar peningkatan produktivitas melalui pemanfaatan variabilitas genetik untuk memilih individu unggul (Mrode *et al.*, 2019). Dalam dekade terakhir, pendekatan secara *genomic selection* (GS) telah merevolusi pemuliaan ternak karena mampu memprediksi nilai pemuliaan secara lebih akurat bahkan sebelum individu berproduksi (Hayes *et al.*, 2023). Namun, penerapan GS di negara berkembang, termasuk Indonesia, menghadapi tantangan seperti keterbatasan populasi referensi, biaya genotip, serta infrastruktur data yang belum memadai (Biscarini *et al.*, 2015). Oleh karena itu, diperlukan kajian sistematis untuk memahami bukti ilmiah yang ada dan merumuskan strategi implementasi yang sesuai guna mendukung swasembada pangan nasional. Seleksi genetik adalah metode sistematis untuk memilih individu dengan nilai beternak (breeding value) tinggi agar keturunannya memiliki performa yang lebih baik. Seleksi konvensional berdasarkan fenotipe dan pedigree telah digunakan dalam banyak program pemuliaan, sementara kemajuan dalam teknologi genomik menawarkan peluang meningkatkan akurasi seleksi, terutama untuk sifat produksi kompleks dengan hereditas rendah-sedang.

Di Indonesia, berbagai studi dan review mulai muncul mengenai perbaikan genetik sapi lokal dan peran genetik dalam sifat produksi (Widyas *et al.*, 2022). Namun, pertanyaan yang belum terjawab secara komprehensif adalah: sejauh mana seleksi genetik telah terbukti (melalui bukti empiris) meningkatkan produktivitas ternak lokal, apa metode yang paling efektif dalam konteks lokal, hambatan apa yang dihadapi, dan bagaimana strategi optimal untuk memasukkan seleksi genetik ke dalam kebijakan swasembada pangan.

Seleksi genetik telah terbukti meningkatkan laju kemajuan genetik pada banyak program ternak komersial. penerapannya pada ternak lokal tropis menunjukkan potensi besar namun juga menghadapi hambatan seperti ukuran populasi kecil, data fenotip

terbatas, dan kebutuhan konservasi keanekaragaman genetik. Bukti dan tinjauan mengenai efektivitas pendekatan-pendekatan ini, serta pengalaman di konteks tropis/Indonesia, dikumpulkan dan disintesis pada SLR ini untuk menginformasikan strategi pemuliaan yang mendukung swasembada pangan nasional (GS, R. Mrode *et al.*, 2019).

Tujuan artikel ini adalah mengidentifikasi dampak seleksi genetik terhadap peningkatan sifat produksi ternak lokal, menyintesis kisaran parameter genetik (heritabilitas dan korelasi genetik) pada sifat produksi ternak tropis, menilai tantangan dan peluang penerapan genomic selection di konteks lokal dan rekomendasi strategi pemuliaan genetik yang mendukung swasembada pangan nasional.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum

Seleksi genetik pada ternak lokal di daerah tropis masih relatif terbatas dibandingkan dengan populasi komersial, terutama di industri ternak yang sudah maju. Sebagian besar studi di daerah tropis menunjukkan bahwa keterbatasan populasi dan infrastruktur data merupakan hambatan utama dalam memperoleh hasil yang representatif. Biscarini dkk. (2015) menyoroti bahwa pembiakan pada ras lokal seringkali masih berorientasi pada konservasi genetik dan belum terintegrasi ke dalam sistem produksi modern. Oleh karena itu, sebagian besar penelitian masih bersifat eksploratif dan belum menghasilkan aplikasi komersial skala besar. Studi di Asia, termasuk Indonesia, umumnya menggunakan data terbatas dari unit pelatihan atau peternakan kecil.

Namun, tren peningkatan dalam penelitian genomik selama dekade terakhir menunjukkan kemajuan yang signifikan. Program genotiping untuk sapi Bali, kambing Kacang, dan ayam lokal telah dilakukan di beberapa universitas dan lembaga penelitian di Indonesia (Widyas dkk., 2022). Hal ini menunjukkan kesadaran nasional akan pentingnya pendekatan berbasis genom dalam mempercepat peningkatan kualitas genetik ternak lokal sebagai bagian dari strategi ketahanan pangan nasional.

Dampak Seleksi Genetik terhadap Produktivitas

Seleksi genetik dapat memiliki dampak nyata dalam meningkatkan produktivitas ternak lokal, baik melalui pendekatan konvensional maupun genomik. Penelitian pada sapi Bali menunjukkan bahwa seleksi fenotipik yang ditargetkan selama tiga generasi dapat meningkatkan berat saat menyapih sebesar 20% (Widyas dkk., 2022). Di luar Indonesia, seperti pada kambing lokal di Meksiko, penggunaan GS mempercepat kemajuan genetik dalam pertumbuhan hingga 15% dibandingkan dengan seleksi fenotipik tradisional

(Torres-Hernández dkk., 2022). Hasil ini menunjukkan potensi besar teknologi genomik dalam meningkatkan efisiensi dan kecepatan program pembiakan pada populasi lokal.

Selain peningkatan produktivitas, seleksi genetik juga berkontribusi pada efisiensi ekonomi petani. Hayes dkk. (2023) melaporkan bahwa penerapan GS pada ternak sapi tropis menghasilkan peningkatan akurasi prediksi nilai *breeding* sebesar 40% dibandingkan dengan metode BLUP. Hal ini berarti petani dapat memilih bibit unggul lebih cepat tanpa harus menunggu hewan mencapai usia produksi. Dengan demikian, interval generasi menjadi lebih singkat dan laju kemajuan genetik meningkat. Namun, efektivitas seleksi genetik juga sangat dipengaruhi oleh ketersediaan data dan infrastruktur. Biscarini dkk. (2015) menyatakan bahwa di negara berkembang, keterbatasan ukuran populasi dan biaya genotiping merupakan hambatan utama. Oleh karena itu, pendekatan genotiping selektif (Mohammaddiyeh dkk., 2023) dapat menjadi solusi untuk memaksimalkan sumber daya terbatas dengan fokus genotiping pada individu yang memiliki nilai fenotipik ekstrem.

Sejarah panjang program pemuliaan menunjukkan perbaikan genetik yang signifikan secara kumulatif ketika program pemuliaan dilaksanakan secara konsisten dan didukung oleh pencatatan yang baik (Weigel, 2017). Peningkatan produktivitas yang dicapai melalui perbaikan genetik bersifat permanen karena melibatkan pergeseran frekuensi gen yang menguntungkan, dan lebih ekonomis dalam jangka panjang dibandingkan perbaikan yang bersifat murni manajerial. Seleksi genetik juga berperan besar dalam meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya produksi, terutama dalam konteks peternakan intensif.

Peningkatan produktivitas yang semakin cepat telah menjadi semakin jelas setelah penerapan seleksi genomik. Metode ini menggunakan informasi penanda genetik untuk memperkirakan nilai *breeding* (*Genomic Estimated Breeding Value/GEBV*) dengan akurasi tinggi, bahkan pada hewan muda yang belum memiliki data kinerja (Lee, Kim, & Park, 2019). Dengan demikian, interval generasi dapat diperpendek dan laju kemajuan genetik dapat ditingkatkan secara signifikan. Hasil penelitian terbaru menunjukkan bahwa penerapan seleksi genomik pada sapi perah dapat meningkatkan akurasi perkiraan nilai *breeding* sebesar 30–40% dibandingkan dengan metode konvensional (Lee *et al.*, 2019). Namun, manfaat penuh dari seleksi genomik memerlukan infrastruktur genotiping yang kuat dan data referensi untuk memastikan hasil seleksi yang lebih akurat dan berkelanjutan.

Terlepas dari dampaknya yang positif terhadap produktivitas, seleksi genetik yang terlalu intensif dapat menyebabkan efek samping negatif, seperti penurunan kesuburan,

peningkatan insiden penyakit metabolik, dan masalah kebugaran pada ternak yang dipilih secara eksklusif untuk produksi tinggi (Oltenacu & Broom, 2010). Fenomena ini disebabkan oleh antagonisme genetik antara sifat produksi dan reproduksi, di mana peningkatan pada satu sifat dapat mengurangi kinerja sifat lainnya. Misalnya, peningkatan produksi susu sering diikuti oleh penurunan kesuburan dan kekebalan pada sapi. Oleh karena itu, pembiakan modern menekankan pada indeks seleksi multi-sifat yang mencakup kesehatan, reproduksi, dan umur produktif untuk menjaga keberlanjutan sistem produksi.

Sebagai tambahan, seleksi genetik intensif dapat mengakibatkan peningkatan koefisien inbreeding dan penurunan keragaman genetik populasi (Van Marle-Köster & Visser, 2021). Inbreeding meningkatkan kemungkinan terjadinya alel resesif yang merugikan, yang dapat mengurangi kinerja ternak dan ketahanan terhadap stres lingkungan. Hal ini menimbulkan tantangan dalam menjaga populasi yang sehat dan beragam secara genetik. Strategi yang diterapkan untuk mengatasi masalah ini meliputi pengelolaan hubungan kekerabatan dalam populasi, perluasan basis genetik, dan penggunaan teknologi reproduksi berbasis genetik seperti inseminasi buatan dan transfer embrio untuk menjaga keseimbangan antara progres genetik dan keragaman.

Konsep pembiakan modern juga menekankan pentingnya seleksi berdasarkan ketahanan, bukan hanya produktivitas maksimal. Pemilihan sifat ketahanan terhadap penyakit, efisiensi pakan dalam kondisi ekstrem, dan adaptabilitas terhadap perubahan lingkungan telah terbukti dapat mempertahankan kinerja ternak yang stabil di bawah berbagai kondisi produksi (Laghouaouta dkk., 2024). Terkait dengan perubahan iklim global dan tekanan lingkungan tropis, sifat-sifat adaptif seperti toleransi panas dan efisiensi pakan menjadi fokus penting sebagai target dalam program pemuliaan. Oleh karena itu, seleksi genetik dapat diarahkan tidak hanya untuk meningkatkan produksi tetapi juga untuk mempertahankan keberlanjutan ekosistem ternak.

Pemilihan genetik juga harus dipadukan pula dengan pengelolaan yang baik sehingga potensi genetik dapat terwujud secara optimal (Mueller *et al.*, 2022). Ternak dengan nilai breeding tinggi memerlukan dukungan nutrisi dan kesehatan yang cukup untuk menunjukkan nilai genetiknya yang unggul. Perpaduan antara pembiakan genetik, nutrisi yang tepat, dan tata kelola kesehatan yang baik menjadi faktor penentu dalam produktivitas berkelanjutan. Karenanya, pemberlakuan dari hasil seleksi genetik tersebut harus disertai dengan pembenahan kondisi lingkungan produksi, guna memastikan potensi genetik tidak terhalang oleh faktor luar.

Pada dasarnya, seleksi genetik berdampak pada peningkatan produktivitas dan efisiensi sistem pemeliharaan ternak. Akan tetapi, kesuksesan di masa depan diperlukan perencanaan tujuan pembiakan yang komprehensif, pengendalian perkawinan sedarah, dan integrasi dengan manajemen nutrisi dan kesehatan. Pendekatan holistik ini akan memastikan bahwa peningkatan produktivitas tidak mengorbankan kesejahteraan hewan dan keberlanjutan lingkungan (Misztal, 2024). Oleh karena itu, upaya pembiakan di masa depan perlu fokus pada keseimbangan antara peningkatan kinerja ekonomi dengan tanggung jawab etis terhadap kesejahteraan hewan dan konservasi sumber daya genetik.

Tantangan Implementasi di Ternak Lokal

Penerapan seleksi genetik pada ternak lokal dihadapkan pada berbagai kendala, termasuk kendala teknis, ekonomi, dan sosial. Kendala pertama adalah ukuran populasi yang kecil dan pencatatan data yang tidak konsisten. Akibatnya, estimasi parameter genetik menjadi kurang akurat dan kemajuan seleksi menjadi lambat (Biscarini dkk., 2015). Di samping itu, sebagian besar peternak rakyat belum memiliki sistem pencatatan data fenotipik yang baik, maka dukungan dari lembaga penelitian dan pemerintah diperlukan untuk menyediakan sistem pencatatan nasional. Populasi ternak lokal sering dikelola dengan sistem tradisional yang memiliki sumber daya dan infrastruktur terbatas, yang memengaruhi efektivitas seleksi (Mekuriaw dkk., 2020). Program perbaikan genetik hanya akan berhasil jika sesuai dengan konteks sosial-ekonomi dan ekologi lokal (Gizaw dkk., 2014).

Mayoritas populasi ternak lokal pada umumnya mempunyai ukuran populasi efektif (N_e) yang kecil akibat fragmentasi kelompok dan penggunaan jantan pembiak yang terbatas. Ukuran populasi yang kecil dapat mengakibatkan terjadinya kehilangan variasi genetik yang berharga dan meningkatkan risiko depresi inbreeding, yang dapat mengurangi kinerja reproduksi dan ketahanan terhadap penyakit (Teweldemedhn dkk., 2022). Kegiatan pembiakan konvensional yang tidak terdokumentasi dapat memperburuk kondisi, karena sulitnya mengendalikan silsilah ternak dan terjadinya interaksi genetik antarwilayah. Untuk itu, diperlukan pengelolaan struktur populasi dan pemantauan koefisien inbreeding guna mempertahankan keberlangsungan program seleksi (Mueller dkk., 2015).

Ternak lokal memiliki daya adaptasi yang baik terhadap kondisi lingkungan ekstrem, namun perbedaan lingkungan dapat berdampak pada ekspresi genetik dan hasil seleksi. Interaksi antara genotipe dan lingkungan ($G \times E$) seringkali membuat performa ternak berbeda saat diuji di lokasi yang berbeda (Yapi-Gnaore dkk., 2021). Seleksi yang

didasarkan hanya pada data dari lingkungan penelitian (on-station) seringkali tidak menggambarkan situasi sebenarnya di peternakan rakyat. Karenanya, strategi seleksi untuk ternak lokal harus memprioritaskan sifat-sifat yang adaptif, seperti toleransi panas, efisiensi pakan, dan kemampuan reproduksi dalam kondisi stres (Marshall dkk., 2019).

Seleksi yang efektif membutuhkan data performa, informasi silsilah, dan sistem identifikasi yang baik. Akan tetapi, data ternak lokal di banyak negara berkembang, termasuk Indonesia, masih sangat terbatas (Mekuriaw dkk., 2020). Data yang tidak komprehensif menyulitkan perhitungan nilai pembiakan dan parameter genetik. Belum lagi, ketidakhadiran laboratorium genetik lokal dan tenaga teknis yang handal semakin memperumit proses pengumpulan dan analisis data. Alternatif yang dianjurkan adalah penerapan sistem pencatatan berbasis komunitas dengan melibatkan petani dalam pengumpulan data kinerja sederhana (Wurzinger dkk., 2021).

Peternak skala kecil seringkali membudidayakan ternak bukan hanya untuk produksi, tetapi juga untuk fungsi sosial, ekonomi, dan budaya. Tujuan yang beragam dalam membudidayakan ternak ini menjadikan tujuan seleksi peternak berbeda dengan tujuan peneliti atau lembaga pemerintah (Haile dkk., 2019). Ditambah lagi, keuntungan ekonomi bagi peternak yang terlibat dalam program seleksi seringkali tidak jelas. Jika tidak langsung terlihat manfaatnya, tingkat partisipasi akan rendah. Model Program Pembiakan Berbasis Komunitas (CBBP), yang melibatkan peternak dalam merancang tujuan seleksi, telah terbukti meningkatkan motivasi dan keberlanjutan program (Mueller dkk., 2015).

Tantangan kedua adalah kurangnya dana yang tersedia untuk genotiping dan pembentukan populasi acuan nasional. Hayes dkk. (2023) menegaskan perlunya kerjasama antarlembaga dan penerapan pendekatan populasi acuan multi-sapi untuk mengurangi biaya genotiping sambil meningkatkan akurasi prediksi nilai breeding. Strategi genotiping selektif yang diusulkan oleh Mohammaddiyeh dkk. (2023) di atas juga bisa dijadikan alternatif yang efisien untuk diterapkan pada populasi dalam jumlah terbatas. Teknologi genomik, seperti seleksi genomik dan genotiping SNP, menawarkan peluang bagus untuk memperbaiki akurasi seleksi, tetapi biayanya tetap menjadi hambatan utama dalam pengembangan ternak lokal (Egbowon dkk., 2023). Penerapan genomik memerlukan laboratorium dengan kelengkapan fasilitas, SDM yang handal, dan juga didukung oleh adanya integrasi sistem data. Beberapa studi menganjurkan untuk melakukan pendekatan secara bertahap, seperti penggunaan data fenotipik sederhana dan genetika molekuler dasar

sebelum mengimplementasikan seleksi berbasis genom secara besar-besaran (Dossa dkk., 2015).

Selain faktor teknis dan ekonomi, juga muncul tantangan sosial berupa resistensi terhadap adopsi teknologi oleh peternak rakyat. Sebagian besar peternak tradisional masih bergantung pada sistem pembiakan alami tanpa melakukan evaluasi terhadap kinerja keturunan nya. Maka, pendidikan dan pelatihan terkait seleksi genetik dan pemanfaatan data perlu diperluas. Perpaduan antara pendekatan partisipatif antara peternak, akademisi, dan pemerintah akan mengakselerasi implementasi dari hasil penelitian di tingkat peternak (Egbowon *et al.*, 2023; Wurzinger *et al.*, 2021). Selain itu, kurangnya kebijakan yang mendukung konservasi sumber daya genetik lokal menyebabkan banyak program berhenti pada tahap pilot (Gizaw *et al.*, 2014). Dukungan regulasi diperlukan dalam bentuk pengakuan ras lokal, registrasi ternak, serta insentif bagi peternak yang berpartisipasi dalam program peningkatan genetik (Marshall *et al.*, 2019).

Implikasi terhadap Swasembada Pangan Nasional

Secara langsung atau tidak langsung, seleksi genetik memiliki peran yang dirasa cukup penting dalam memperkuat kemandirian pangan nasional melalui peningkatan efisiensi dan produktivitas ternak lokal. Dengan memperpendek interval generasi dan meningkatkan akurasi seleksi seperti dijelaskan bagian sebelumnya, program pemuliaan genetik dapat meningkatkan ketersediaan daging, susu, dan telur di pasar domestik (Widyas *et al.*, 2022). Dalam jangka panjang, hal ini dapat mengurangi ketergantungan impor dan memperkuat ketahanan pangan nasional.

Penerapan GS juga membuka peluang pengembangan industri pembibitan nasional yang lebih kompetitif. Menurut Mrode *et al.* (2019), kombinasi antara pendekatan genomik dan data fenotipik dapat menciptakan sistem pemuliaan yang efisien, berkelanjutan, dan sesuai dengan kondisi tropis. Indonesia dapat meniru model negara seperti Brasil dan Kenya, yang telah berhasil mengintegrasikan pemuliaan berbasis genomik pada ras lokal dengan dukungan sistem data nasional.

Dari perspektif kebijakan, langkah-langkah strategis diperlukan untuk memadukan hasil penelitian dengan program-program pemerintah. Hal ini meliputi pembentukan Basis Data Genom Ternak Nasional, pengembangan pedoman seleksi nasional, dan penguatan kapasitas sumber daya manusia di bidang genetika dan bioinformatika. Dengan strategi ini, seleksi genetik dapat menjadi salah satu pilar utama dalam mencapai target swasembada pangan nasional berdasarkan ternak lokal yang adaptif dan produktif. Selain itu, juga

diperlukan penelitian jangka panjang (multi-generasi) pada ternak lokal dengan ukuran populasi yang cukup besar. Studi spesifik G×E pada ras lokal: bagaimana genetika dan lingkungan berinteraksi dalam kondisi tropis di berbagai wilayah Indonesia. Kerjasama nasional/internasional untuk menggabungkan data genomik dan fenotipik guna meningkatkan akurasi prediksi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Seleksi genetik baik konvensional maupun modern memiliki potensi untuk dapat mendukung swasembada pangan nasional melalui peningkatan produktivitas ternak lokal. Keberhasilan implementasi sangat tergantung pada penguatan pencatatan data fenotip, pembangunan populasi referensi genomik lokal, biaya genotyping, dan kebijakan yang mendukung. Penelitian dan kebijakan yang menggabungkan produktivitas, adaptasi lingkungan, dan konservasi genetik akan memberi hasil paling berkelanjutan. Pendekatan genomik mempercepat laju kemajuan genetik, terutama untuk sifat kompleks, tetapi keberhasilan implementasi di konteks tropis tergantung pada perbaikan sistem pencatatan, strategi genotyping yang adaptif, dan kebijakan pendukung. Riset lanjutan perlu fokus pada studi skala nasional/multi-lokal, evaluasi G×E, dan strategi penggabungan konservasi genetik dengan peningkatan produktivitas.

DAFTAR PUSTAKA

- Afroz, M. A., Hoque, M. A., & Bhuiyan, A. K. F. H. (2011). Estimation of heritability for growth traits of Red Chittagong cattle in a nucleus herd. *Bangladesh Veterinarian*, 28(1), 39-46.
- Biscarini, F., Nicolazzi, E. L., Stella, A., Boettcher, P., & Gandini, G. (2015). Challenges and opportunities in genetic improvement of local livestock breeds. *Frontiers in Genetics*, 6(33), 1–7. <https://doi.org/10.3389/fgene.2015.00033>
- Bunning, H., Wall, E., Chagunda, M. G. G., Banos, G., & Simm, G. (2018). Heterosis in cattle crossbreeding schemes in tropical regions: meta-analysis of effects of breed combination, trait type, and climate on level of heterosis. *Journal of Animal Science*, 97(1), 29-34.
- Estimation of heritability of isotopic traits: Estimating the heritability of nitrogen and carbon isotopes in the tail hair of beef cattle. *Genetics Selection Evolution*, (2023).
- Hayes, B. J., Porto-Neto, L. R., Bolormaa, S., & Goddard, M. E. (2023). Multi-breed genomic evaluation for tropical beef cattle when there are no purebreds. *Genetics Selection Evolution*, 55(1), 10–19. <https://doi.org/10.1186/s12711-023-00764-5>

- Mohammaddiyeh, M. E. T. K., De Koning, D.-J., & Calus, M. P. L. (2023). Selective genotyping to implement genomic selection in small populations. *Genetics Selection Evolution*, 55(2), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12711-023-00765-4>
- Mrode, R. A., Tarekegn, G. M., Mwacharo, J. M., & Okeyo, A. M. (2019). Genomic selection and use of molecular tools in breeding programs for indigenous livestock in developing countries: Current status and future prospects. *Frontiers in Genetics*, 10, 110. <https://doi.org/10.3389/fgene.2019.00110>
- Osman, M. M., Hemeda, S. A., Hassanin, A. A., & Husseiny, W. A. (2017). Polymorphism of prolactin gene and its association with egg production trait in four commercial chicken lines. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 68(3), 391-404.
- Pinto, L. F. B., Ribeiro, L. F., Silva, R. M. O., & Carvalheiro, R. (2024). A systematic review with meta-analysis of heritability of production traits in cattle breeds. *Animal Genetics*, 55(4), 401–420. <https://doi.org/10.1111/age.12356>
- Soetanto, H., & Fatchiyah. (2023). Omics Technology for Genetic Selection Towards Feed Efficiency Traits of Indigenous Cattle in Indonesia: A Review. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis*, 6(2).
- Sudrajad, P., S. D. Volkandari, M. Cahyadi, Amrih Prasetyo, Komalawati, Sujatmiko, & Subiharta. (2021). Pemanfaatan informasi genom untuk eksplorasi struktur genetik dan asosiasinya dengan performan ternak di Indonesia. *Livestock and Animal Research*, 19(1), 1-12.
- Torres-Hernández, G., et al. (2022). Status quo of genetic improvement in local goats: A review. *Small Ruminant Research*, 210, 106710. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2022.106710>
- Widyas, N., Yamin, M., & Rahardjo, A. (2022). Promoting sustainable utilization and genetic improvement of cattle in the tropics: Lessons from Indonesia. *Tropical Animal Science Journal*, 45(2), 115–124. <https://doi.org/10.5398/tasj.2022.45.2.115>
- Mrode, R., Ojango, J. M. K., Okeyo, A. M., & Mwacharo, J. M. (2019). Genomic Selection and Use of Molecular Tools in Breeding Programs for Indigenous and Crossbred Cattle in Developing Countries: Current Status and Future Prospects. *Frontiers in Genetics*, 9, 694. <https://doi.org/10.3389/fgene.2018.00694>
- Laghouaouta, H., et al. (2024). Selection for resilience in livestock production systems. *Animals*, 14(2), 215. <https://doi.org/10.3390/ani14020215>
- Lee, Y. M., Kim, H., & Park, J. (2019). The effectiveness of genomic selection for milk production. *Journal of Animal Science*, 97(4), 1556–1564. <https://doi.org/10.1008/jas.2019.97.4.1556>
- Misztal, I. (2024). Potential negative effects of genomic selection. *Journal of Animal Science*, 102(3), 288–297.

- Mueller, M. L., *et al.* (2022). Synergistic power of genomic selection, assisted reproductive technologies, and management: Implications for livestock productivity and sustainability. *CAB Reviews / Animal Bioscience*, 17(20), 1–14.
- Oltenacu, P. A., & Broom, D. M. (2010). The impact of genetic selection for increased milk yield on the welfare of dairy cows. *Animal Welfare*, 19(S), 39–49.
- Van Marle-Köster, E., & Visser, C. (2021). Unintended consequences of selection for increased production. *Frontiers in Genetics*, 12, 671485. <https://doi.org/10.3389/fgene.2021.671485>
- Weigel, K. A. (2017). A 100-year review: Methods and impact of genetic selection in dairy cattle—From daughter–dam comparisons to deep learning algorithms. *Journal of Dairy Science*, 100(12), 10234–10250. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13270>

Peningkatan Pengetahuan Peternak dalam Pengelolaan Perkandangan Ternak Babi di Kampung Marina Kecamatan Manokwari Barat Manokwari Papua Barat

Yosefina Paulina Ngutra¹, Oeng Anwarudin¹, Hotmauli Febriana Pardosi^{1*}

¹Program Studi Penyuluhan Peternakan dan Kesejahteraan hewan, Politeknik Pembangunan Pertanian Manokwari

Email: hotmaulipardosi@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan peternak tentang pengelolaan perkandangan ternak babi melalui kegiatan penyuluhan di Kampung Marina, Kecamatan Manokwari Barat, Kabupaten Manokwari, Papua Barat. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dengan metode pendekatan kelompok. Responden berjumlah 30 orang peternak yang dipilih menggunakan teknik sensus. Penyuluhan dilakukan menggunakan teknik penyuluhan ceramah dan diskusi dengan media folder. Evaluasi penyuluhan dilakukan menggunakan kuesioner pre-test dan post-test untuk mengukur perubahan tingkat pengetahuan. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan pengetahuan peternak setelah penyuluhan, yang ditunjukkan dengan kenaikan nilai rata-rata post-test dibandingkan pre-test. Berdasarkan perhitungan nilai efektivitas, penyuluhan ini berada pada kategori cukup efektif (50,16 %) dalam meningkatkan pengetahuan peternak. Dengan demikian, penyuluhan mengenai pengelolaan perkandangan babi dapat menjadi strategi yang bermanfaat dalam meningkatkan pengetahuan peternak lokal, serta dapat direkomendasikan untuk diterapkan di wilayah lainnya.

Kata kunci: Babi, Peningkatan pengetahuan, Perkandangan

Abstract

This study aims to improve farmers' knowledge about pig husbandry management through extension activities in Marina Village, West Manokwari District, Manokwari Regency, West Papua. The method used in this study was descriptive with a group approach. Respondents numbered 30 farmers selected using a census technique. The extension was conducted using lecture and discussion techniques using folders. The extension evaluation was conducted using pre-test and post-test questionnaires to measure changes in knowledge levels. The results showed an increase in farmers' knowledge after the extension, as indicated by an increase in the average post-test score compared to the pre-test. Based on the effectiveness value calculation, this extension was categorized as quite effective (50.16%) in improving farmers' knowledge. Thus, extension on pig husbandry management can be a useful strategy in improving the knowledge of local farmers and can be recommended for implementation in other areas.

Keywords: Pig, Increasing knowledge, Livestock housing management

PENDAHULUAN

Ternak babi merupakan ternak monogastrik yang memiliki nilai yang penting dalam budaya masyarakat Papua baik dalam nilai sosial, budaya religius dan ekonomi. Ternak ini merupakan salah satu simbol kemakmuran untuk budaya masyarakat Papua yang juga merupakan bagian dalam ritual ataupun upacara adat. Menurut Suroto (2014) ternak babi menjadi simbol kekayaan dan juga kekuasaan yang merupakan salah satu persyaratan utama dalam pesta kawin atau pesta jamuan. Dalam pesta perkawinan, babi termasuk mas kawin yang nilainya sangat penting. Sedangkan dalam pesta jamuan, daging babi menjadi simbol persaudaraan dan persekutuan dengan cara membagi-baginya, sebagai simbol pesahabatan dengan cara memercik para tamu dengan darah babi serta memasak babi. Dengan nilai-nilai tersebut maka usaha peternak babi untuk kawasan Papua khususnya di Manokwari memiliki peluang yang cukup tinggi untuk dikembangkan. Kampung Marina adalah salah satu kampung yang berada di Kecamatan Manokwari Barat. Kampung memiliki potensi peternakan yang cukup menjanjikan, khususnya dalam budidaya ternak babi. Pengembangan usaha ternak babi perlu memerhatikan tata kelola yang optimal agar menghasilkan ternak dengan produktivitas tinggi. Dalam pemeliharaannya perlu memperhatikan konsep “segitiga emas” yaitu *breeding, feeding, and management*.

Manajemen merupakan tata laksana atau pengelolaan yang dilakukan dalam mengatur sumber daya untuk mencapai satu tujuan. Dalam manajemen pemeliharaan ternak babi, manajemen perkandangan merupakan salah satu faktor penting untuk menghasilkan ternak berkualitas. Manajemen perkandangan mengatur tentang tata kelola pembersihan kandang, konstruksi kandang, fungsi dan jenis kandang. Abraham *et al.* (2013) menyatakan bahwa fungsi utama kandang adalah untuk menjaga, supaya ternak tidak berkeliaran dan mudah diawasi serta perawatannya. Berdasarkan hasil observasi di lapangan, kondisi peternakan di wilayah Kampung Marina masih tergolong tradisional. Sebagian besar peternak belum menerapkan sistem manajemen yang baik, khususnya dalam aspek perkandangan. Kandang yang digunakan umumnya bersifat sederhana dengan bahan bangunan seadanya seperti papan, seng bekas, dan lantai tanah atau semen kasar. Sistem ventilasi dan pencahayaan belum optimal, serta belum terdapat sistem pengelolaan limbah yang baik. Selain itu, kebanyakan kandang bersifat kelompok yang dimana semua ternak dimasukkan dalam satu kandang tanpa memperhatikan umur, jenis kelamin, dan fase pertumbuhan. Hal ini berisiko terhadap penyebaran penyakit dan mengganggu

kenyamanan ternak. Pengelolaan sanitasi, biosecurity, dan peralatan kandang juga belum memadai. Minimnya pengetahuan peternak mengenai manajemen perkandangan modern menjadi salah satu penyebab utama rendahnya produktivitas dan kualitas ternak. Oleh karena itu, intervensi melalui kegiatan penyuluhan sangat dibutuhkan untuk meningkatkan kapasitas peternak, khususnya dalam aspek pengelolaan kandang yang higienis, fungsional, dan ramah lingkungan.

Keberhasilan dalam ternak babi juga dipengaruhi oleh peternak itu sendiri, yaitu tingkat pengetahuan dan keterampilan dalam berternak. Pemahaman yang baik mengenai manajemen pakan, kesehatan ternak, sistem perkandangan, serta teknik pemeliharaan yang tepat akan sangat berperan dalam meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil ternak. Jika seorang peternak memiliki pengetahuan yang baik tentang manajemen pemeliharaan dan perkandangan, maka hal ini akan sangat berpengaruh terhadap pengelolaan usaha ternaknya. Dengan pemahaman yang baik, peternak dapat merancang kandang yang sesuai dengan kebutuhan ternak, memastikan kondisi lingkungan yang nyaman, serta menerapkan sistem pemeliharaan yang efisien. Selain itu, manajemen yang baik juga akan membantu dalam pengendalian kesehatan ternak, pengelolaan pakan, dan peningkatan produktivitas. Oleh karena itu, peningkatan pengetahuan dan keterampilan dalam manajemen perkandangan menjadi salah satu kunci utama dalam mencapai keberhasilan usaha beternak babi. Melihat kondisi tersebut, maka dirasa penting untuk melakukan penelitian mengenai tingkat pengetahuan peternak melalui penyuluhan, dengan fokus pada sistem pengelolaan perkandangan ternak babi. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran tentang efektivitas penyuluhan dalam meningkatkan pemahaman peternak, sekaligus menjadi referensi dalam pengembangan program pembinaan peternakan di wilayah Kampung Marina.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Kampung Marina Kecamatan Manokwari Barat Kabupaten Manokwari, Provinsi Papua Barat dengan pelaksanaan kurang lebih selama 3 bulan yaitu pada Maret sampai Mei 2025. Jenis data yang dikumpulkan terdiri dari data primer dan data sekunder yang bersifat kuantitatif. Data primer merupakan data yang diambil secara langsung, data ini diperoleh melalui kegiatan observasi yaitu pengamatan langsung dikandang peternak yang menjadi objek penelitian. Untuk memperoleh data primer menggunakan teknik pengumpulan data yaitu observasi, wawancara, kuisioner, dokumentasi. Variabel pengukuran dalam penelitian ini adalah tingkat pengetahuan

peternak dan efektivitas penyuluhan. Pengetahuan pengelolaan kandang babi diukur melalui tes awal dan tes akhir untuk mengukur peningkatan pengetahuan peternak

Sasaran penyuluhan dalam penelitian ini yaitu peternak babi di Kampung Marina Kecamatan Manokwari Barat, Kabupaten Manokwari Provinsi Papua Barat. Teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan metode sampling jenuh atau biasa disebut dengan sensus. Adapun jumlah populasi peternak babi di Kampung Marina sebanyak 30 orang. Untuk mengukur tingkat pengetahuan responden tentang peningkatan pengetahuan pengelolaan perkandangan ternak babi maka dilakukan tes awal (*pre-test*) sebelum pelaksanaan penyuluhan dan tes akhir (*post-test*) setelah pelaksanaan penyuluhan dengan menggunakan kuesioner. Untuk pengukuran tingkat pengetahuan peternak digunakan 15 pertanyaan dengan nilai 3 jika jawaban benar dan nilai 1 jika jawaban salah (Ismanto et al., 2018) kemudian dibagi menjadi 3 tingkat kategori sehingga diperoleh nilai sebagai berikut:

$$\text{Nilai tertinggi} = 15 \times 3 = 45$$

$$\text{Nilai terendah} = 15 \times 1 = 15$$

$$\text{Interval} = \frac{\text{nilai tertinggi} - \text{nilai terendah}}{\text{kategori}} = \frac{45 - 15}{3} = \frac{30}{3} = 10$$

Berdasarkan nilai interval tersebut, maka tingkat pengetahuan responden dibagi menjadi 3 kategori yaitu

Tinggi : >35 – 45

Sedang : >25 – 35

Rendah : 15 - 25

Selanjutnya nilai jumlah tersebut diakumulasikan untuk mengetahui efektivitas tingkat pengetahuan peternak terhadap materi yang diberikan dengan 3 kategori tingkat pengetahuan menggunakan rumus Ginting (1991).

$$\text{Efektivitas Penyuluhan} = \frac{Ps - Pr}{Nt \ Q - Pr} \times 100\%$$

Keterangan:

Ps : post test

Pr : pre test

N: jumlah responden

T : nilai tertinggi

Q : jumlah pertanyaan

100 : pengetahuan yang ingin dicapai

Kriteria persentase efektivitas tingkat pengetahuan dibagi menjadi 3 kategori yaitu:

Kurang efektif : $< 33,33\%$

Cukup efektif : $33,33 - 66,66\%$

Efektif : $> 66,66 - 100\%$

Data dari hasil kajian materi dan evaluasi penyuluhan di analisis dengan menggunakan metode analisis statistik deskriptif. Statistik deskriptif adalah statistik yang digunakan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum generalisasi (Sugiyono, 2015).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kampung Marina adalah salah satu kampung yang berada di wilayah Distrik Manokwari Barat, Kabupaten Manokwari, Provinsi Papua Barat. Letaknya masih cukup dekat dengan pusat kota, jadi walaupun suasananya kampung, tapi akses ke fasilitas umum tetap mudah. Masyarakat di Kampung Marina mayoritas adalah orang asli Papua, yang kesehariannya bekerja sebagai petani, buruh, dan juga beternak, khususnya ternak babi yang punya nilai penting secara adat dan ekonomi.

Saat ini Kampung Marina juga sedang dalam proses pemekaran wilayah, karena jumlah penduduk yang makin bertambah dan aktivitas masyarakat juga semakin berkembang. Pemekaran ini dilakukan dengan membentuk RT dan RW baru agar pengelolaan wilayah menjadi lebih tertata dan pelayanan kepada masyarakat bisa lebih maksimal. Dengan adanya pemekaran, pemerintah bisa menjangkau warga lebih cepat, termasuk dalam hal bantuan sosial, kegiatan penyuluhan, ataupun program pertanian dan peternakan. Bagi peternak sendiri, pemekaran ini jadi hal yang positif karena membuat akses ke informasi dan dukungan dari penyuluh atau pemerintah menjadi lebih mudah.

Meskipun kondisi kandang dan fasilitas pendukung peternakan masih sederhana, masyarakat tetap semangat dalam beternak. Kandang biasanya dibangun dari bahan seadanya seperti papan atau seng bekas, dan terletak di sekitar kebun atau belakang rumah. Ketersediaan air bersih dan saluran limbah juga masih terbatas. Namun karena ternak babi punya nilai tinggi, apalagi untuk kebutuhan adat dan ekonomi keluarga, usaha ternak ini tetap berjalan. Untuk itu, kegiatan penyuluhan sangat dibutuhkan agar peternak bisa

meningkatkan pengetahuan dan pengelolaan kandangnya supaya usaha ternaknya bisa lebih baik dan berkembang.

Tingkat Pengetahuan Peternak Berdasarkan Umur

Umur merupakan salah satu indikator yang akan memengaruhi terhadap pengetahuan dan pemahaman peternak didalam kegiatan penyuluhan. Adapun hasil evaluasi tingkat pengetahuan peternak berdasarkan umur dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Tingkat Pengetahuan Peternak Berdasarkan Tingkat Umur

Umur	Kategori	Pre Test		Post Test	
		Jumlah	%	Jumlah	%
Milenial (18- 39)	R	18	81,82	0	0
	S	4	18,18	2	9,09
	T	0	0	20	90,91
Total		22	100	22	100
Rataan nilai		24,18 (R)		34,91 (S)	
Andalan (≥ 40)	R	6	75,00	0	0,0
	S	2	25,00	2	25,0
	T	0	0,00	6	75,0
Total		8	100	8	100
Rataan nilai		24 (R)		33,75 (S)	

Sumber: Data Primer (2025)

Umur berdasarkan hasil penilaian peningkatan pengetahuan peternak setelah dilakukan penyuluhan menunjukkan perbedaan yang cukup mencolok jika dilihat dari kategori umur. Pada saat pre-test, mayoritas peternak milenial (usia 18–39 tahun) berada pada kategori pengetahuan rendah (81,82%) dan hanya 18,18% yang berada pada kategori sedang. Sementara itu, kelompok peternak andalan (usia ≥ 40 tahun) juga didominasi oleh kategori rendah (75%) dan hanya 25% pada kategori sedang. Namun, setelah diberikan penyuluhan, terjadi peningkatan cukup signifikan, terutama pada kelompok milenial, dimana 90,91% masuk ke kategori pengetahuan tinggi dan sisanya kategori sedang. Sementara itu, pada kelompok andalan, sebanyak 75% juga mencapai kategori tinggi. Hasil ini menunjukkan bahwa peternak dari semua kelompok umur mengalami peningkatan pengetahuan, tetapi kelompok milenial cenderung lebih cepat dalam memahami materi penyuluhan. Hal ini sesuai dengan pendapat Sutrisno (2011) bahwa umur merupakan faktor internal yang berpengaruh terhadap daya tangkap dan adopsi inovasi, dimana individu yang lebih muda cenderung memiliki daya serap informasi yang lebih tinggi. Selain itu, menurut Sutoyo et al. (2011), karakteristik individu seperti umur sangat menentukan keberhasilan penyuluhan karena memengaruhi motivasi belajar, cara berpikir, dan kesiapan dalam menerima teknologi baru. Oleh karena itu, pendekatan penyuluhan yang tepat dapat

mendorong peningkatan pengetahuan peternak di berbagai kelompok umur, dengan hasil yang lebih optimal pada kelompok usia muda.

Tingkat Pengetahuan Peternak Berdasarkan Lama Usaha

Tingkat pengetahuan peternak berdasarkan lama usaha menunjukkan bahwa pengalaman beternak memberikan pengaruh terhadap kemampuan dalam menerima dan memahami materi penyuluhan. Untuk hasil evaluasi tingkat pengetahuan berdasarkan kategori lama usaha dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik Tingkat Pengetahuan Peternak Berdasarkan Lama Usaha

Lama Beternak	Kategori	Pre Test		Post Test	
		Jumlah	%	Jumlah	%
≤ 10	R	12	85,71	0	0
	S	2	14,29	12	85,71
	T	0	0	2	14,29
Total		14	100	14	100
Rataan nilai		23,88 (R)		34,28 (S)	
Andalan (≥ 40)	R	12	75,00	0	0,0
	S	4	25,00	12	25,0
	T	0	0,00	4	75,0
Total		16	100	16	100
Rataan nilai		25,4 (S)		35,4 (T)	

Sumber: Data Primer (2025)

Berdasarkan data hasil evaluasi tingkat pengetahuan peternak berdasarkan lama usaha beternak, diperoleh bahwa terjadi peningkatan pengetahuan yang signifikan setelah pelaksanaan penyuluhan, baik pada peternak pemula maupun yang sudah berpengalaman. Pada kelompok peternak dengan lama beternak ≤10 tahun sebanyak 14 orang, sebelum penyuluhan mayoritas responden (85,71%) berada pada kategori pengetahuan rendah dan sisanya (14,29%) pada kategori sedang, dengan rata-rata nilai pre-test sebesar 23,88 yang termasuk dalam kategori rendah. Setelah mengikuti penyuluhan, nilai rata-rata meningkat menjadi 34,28 yang termasuk kategori sedang, dengan distribusi responden bergeser ke 85,71% kategori sedang dan 14,29% kategori tinggi. Sementara itu, pada kelompok peternak dengan pengalaman >10 tahun sebanyak 16 orang, pada pre-test sebanyak 75% berada dalam kategori rendah dan 25% dalam kategori sedang, dengan rata-rata nilai 25,4 yang tergolong kategori sedang. Setelah penyuluhan, nilai rata-rata meningkat menjadi 35,4 yang masuk kategori tinggi, dengan 75% responden berada pada kategori sedang dan 25% pada kategori tinggi. Temuan ini mengindikasikan bahwa penyuluhan memiliki dampak positif terhadap peningkatan pengetahuan, terlepas dari lama pengalaman beternak. Menurut Ismanto et al. (2018), lama usaha beternak menjadi faktor penting yang

memengaruhi keterampilan dan kesiapan peternak dalam menerima serta mengaplikasikan pengetahuan baru. Hal ini juga diperkuat oleh pendapat Sutrisno (2011) yang menyatakan bahwa pengalaman kerja memberikan pengaruh terhadap pengambilan keputusan dan kesiapan melakukan perubahan. Oleh karena itu, penyuluhan yang dirancang dengan metode dan media yang tepat terbukti mampu meningkatkan pengetahuan peternak secara merata, baik pada kelompok yang baru memulai usaha maupun yang telah memiliki pengalaman bertahun-tahun.

Tingkat Pengetahuan Peternak Berdasarkan Tingkat Pendidikan

Tingkat pendidikan merupakan tahapan pendidikan berdasarkan tingkatan perkembangan dan kemampuan yang dikembangkan. Tingkat pendidikan ini akan memberikan pengaruh terhadap tingkat pengetahuan yang mana faktor ini bukan menjadi satu-satunya faktor. Pendidikan memberikan bekal berpikir logis dan sistematis, yang sangat diperlukan dalam memahami teknologi atau inovasi baru. Selain itu, Afandi dan Wulandari (2019) juga mengemukakan bahwa pendidikan formal memberikan dasar pemahaman konseptual yang kuat bagi peternak untuk mengadopsi praktik-praktik peternakan yang lebih efisien. Adapun hasil evaluasi tingkat pengetahuan berdasarkan kategori tingkat pendidikan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Karakteristik Tingkat Pengetahuan Peternak Berdasarkan Tingkat Pendidikan

Tingkat Pendidikan	Tingkat Pengetahuan	Pre Test		Post Test	
		Jumlah	%	Jumlah	%
SD	R	5	62,50	0,00	0,00
	S	3	37,50	5,00	62,50
	T	0	0,00	3,00	37,50
	Total	8	100	8	100
Rataan Nilai		25,25 (S)		35,25 (t)	
SMP	R	6	100,00	0,00	0,00
	S	0	0,00	5,00	83,33
	T	0	0,00	1,00	16,67
	Total	6	100	6	100
Rataan Nilai		24 (R)		34 (S)	
SMA	R	6	85,71	0,00	0,00
	S	1	14,29	6,00	85,71
	T	0	0,00	1,00	14,29
	Total	7	100	7	100
Rataan Nilai		20 (R)		34,14 (S)	
PT	R	7	77,78	0,00	0,00
	S	2	22,22	6,00	66,67
	T	0	0,00	3,00	33,33
	Total	9	100	9	100
Rataan Nilai		23,89 (R)		34,78 (S)	

Tingkat pendidikan ini berperan penting dalam keberhasilan penyuluhan, karena semakin tinggi tingkat pendidikan seseorang, maka semakin mudah ia memahami materi yang disampaikan. Hal ini juga tercermin dari hasil evaluasi post-test, dimana peternak dengan pendidikan SMA dan perguruan tinggi cenderung mengalami peningkatan pengetahuan yang lebih tinggi dibandingkan dengan peternak berpendidikan SD dan SMP Pendidikan merupakan salah satu faktor internal yang memengaruhi kecepatan seseorang dalam menerima, memahami, dan mengadopsi informasi baru yang disampaikan dalam kegiatan penyuluhan. Hal ini ditegaskan oleh Notoatmodjo (2010) yang menyatakan bahwa semakin tinggi tingkat pendidikan seseorang, maka akan semakin mudah individu tersebut menyerap informasi dan mengubahnya menjadi tindakan. Sejalan dengan itu, Mardikanto (2010) menambahkan bahwa pendidikan memberikan bekal berpikir logis dan sistematis, yang sangat diperlukan dalam memahami teknologi atau inovasi baru. Selain itu, Afandi dan Wulandari (2019) juga mengemukakan bahwa pendidikan formal memberikan dasar pemahaman konseptual yang kuat bagi peternak untuk mengadopsi praktik-praktik peternakan yang lebih efisien.

Tingkat Pengetahuan Peternak Berdasarkan Jenis Kelamin

Gender atau jenis kelamin juga memiliki pengaruh terhadap tingkat pengetahuan dalam pelaksanaan penyuluhan. Hal ini disebabkan perbedaan persepsi antar individu sehingga berpengaruh terhadap tingkat pengetahuan. Adapun hasil evaluasi tingkat pengetahuan berdasarkan kategori jenis kelamin dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Karakteristik Tingkat Pengetahuan Peternak Berdasarkan Jenis Kelamin

Jenis Kelamin	Pre Test			Post Test	
	Kategori	Jumlah	%	Jumlah	%
P	R	7	70	0	0
	S	3	30	7	70
	T	0	0	3	30
Total		10	100	10	100
Rataan Nilai		24,64 (R)		34,64 (S)	
L	R	10	50	0	0
	S	10	50	4	20
	T	0	0	16	80
Total		20	100	20	100
Rataan Nilai	R	24,16 (R)		34,64 (S)	

Sumber: Data Primer (2025)

Tingkat pengetahuan peternak berdasarkan jenis kelamin menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan setelah pelaksanaan penyuluhan. Pada kelompok peternak perempuan yang berjumlah 10 orang, sebelum penyuluhan sebanyak 7 orang berada dalam

kategori pengetahuan rendah dan 3 orang dalam kategori sedang, sementara tidak ada yang termasuk kategori tinggi. Setelah penyuluhan, tidak ada lagi responden perempuan dalam kategori rendah, sebanyak 7 orang berpindah ke kategori sedang dan 3 orang mencapai kategori tinggi.

Pada kelompok laki-laki yang berjumlah 20 orang, hal serupa juga terjadi dimana pada pre-test masing-masing 10 orang termasuk kategori rendah dan sedang, serta tidak ada yang masuk kategori tinggi. Namun setelah penyuluhan, seluruh responden laki-laki keluar dari kategori rendah, dengan 4 orang berada dalam kategori sedang dan 16 orang berhasil mencapai kategori tinggi. Secara keseluruhan, kegiatan penyuluhan mampu meningkatkan pengetahuan peternak tanpa membedakan jenis kelamin, yang ditunjukkan dengan pergeseran kategori pengetahuan dari rendah dan sedang menjadi sedang dan tinggi, serta meningkatnya jumlah responden yang masuk kategori tinggi dari 0 menjadi 19 orang (16 laki-laki dan 3 perempuan). Hal ini juga didukung oleh peningkatan rata-rata nilai, yaitu dari 24,64 menjadi 34,64 pada perempuan dan dari 24,16 menjadi 34,64 pada laki-laki, yang menegaskan bahwa penyuluhan yang dilakukan dapat dikatakan berhasil karena mampu meningkatkan pengetahuan responden. Keberhasilan ini menunjukkan bahwa jenis kelamin tidak menjadi penghambat dalam transfer informasi melalui penyuluhan. Hal ini sejalan dengan pendapat Mardikanto (2010) yang menyatakan bahwa keberhasilan kegiatan penyuluhan sangat dipengaruhi oleh karakteristik peserta seperti jenis kelamin, pendidikan, dan motivasi dalam menerima informasi. Ditambahkan oleh Notoatmodjo (2010), perubahan pengetahuan sangat ditentukan oleh kemampuan individu dalam menyerap informasi yang diberikan, yang secara tidak langsung juga berkaitan dengan pendekatan dan media penyuluhan yang digunakan. Oleh karena itu, pencapaian ini mencerminkan bahwa metode penyuluhan yang partisipatif dan komunikatif dapat meningkatkan pengetahuan peternak secara merata, baik laki-laki maupun perempuan. Jenis kelamin, meskipun secara umum peningkatan pada responden laki-laki sedikit lebih tinggi dibandingkan perempuan.

Menurut Sutrisno (2011), jenis kelamin dapat memengaruhi peran, tanggung jawab, serta keterlibatan seseorang dalam kegiatan usaha, termasuk dalam kegiatan penyuluhan. Dalam beberapa kasus, laki-laki cenderung lebih banyak terlibat langsung dalam aspek teknis peternakan, sehingga berpotensi lebih cepat dalam memahami materi penyuluhan. Namun demikian, perempuan juga memiliki peran penting dalam pengambilan keputusan di tingkat rumah tangga peternak.

Efektivitas Penyuluhan

Efektivitas penyuluhan dalam kegiatan ini diukur berdasarkan perbandingan antara nilai pre-test dan post-test yang diberikan kepada 30 responden sebelum dan sesudah kegiatan penyuluhan dilaksanakan. Hasil dari evaluasi tingkat pengetahuan peternak sebelum dan setelah penyuluhan.

Tabel 5. Hasil Evaluasi Tingkat Pengetahuan Peternak

	Jumlah Nilai	Rata-Rata Nilai	Tingkat Pengetahuan
Pre-Test	724	24,13	Rendah
Post-test	1038	34,64	Sedang

Efektivitas penyuluhan merupakan suatu evaluasi untuk melihat keberhasilan suatu penyuluhan yang dapat dilihat dari perubahan yang dialami oleh responden atau peternak. Dalam penelitian ini, efektivitas diukur berdasarkan evaluasi nilai tes awal dan tes akhir untuk melihat bagaimana perubahan pengetahuan peternak. Nilai persentase efektivitas penyuluhan dapat dihitung menggunakan rumus:

$$Epp = \frac{Ps - Pr}{Nt Q - Pr} \times 100\%$$

$$Epp = \frac{1038 - 724}{30 \times 3 \times 15 - 724} \times 100\%$$

$$= 50,16\%$$

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa rata-rata nilai pre-test sebesar 24,13, sementara rata-rata nilai post-test meningkat menjadi 34,64. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan sebesar 10,51 poin. Berdasarkan perhitungan efektivitas menggunakan rumus Ginting (1991), hasil penyuluhan ini diketahui bahwa nilai efektivitas penyuluhannya adalah sebesar 50,16 % yang berada pada kategori cukup efektif, yaitu dalam rentang 33,33%–66,66%. Efektivitas pelaksanaan penyuluhan sudah cukup efektif yang berarti penyuluhan yang dilakukan sudah berhasil mencapai sebagian besar tujuan penyuluhan yang ditetapkan. Penyuluhan yang telah dilakukan telah memberikan dampak positif meskipun belum optimal dan masih dapat ditingkatkan dimasa yang akan datang. Oleh karena itu perlu dilakukan perbaikan pada beberapa aspek seperti pendekatan komunikasi (cara penyampaian materi), penggunaan metode, media, dan materi yang lebih baik dan interaktif untuk meningkatkan pemahaman responden/ sasaran. Seperti penambahan materi terkait contoh peternakan yang memiliki sistem perkandangan yang sudah baik yang dapat disusun dalam media folder ataupun dengan mengkombinasikan dengan media lainnya seperti

media audiovisual yang dilakukan dengan pemutaran video. Dengan demikian peternak dapat melihat secara langsung contoh sistem perkandangan yang baik.

Efektivitas suatu kegiatan penyuluhan tidak hanya dipengaruhi oleh metode dan media yang digunakan, tetapi juga oleh berbagai faktor lain seperti karakteristik peserta, kualitas penyuluh, kesesuaian materi, serta kondisi lingkungan tempat kegiatan berlangsung. Menurut Mardikanto (2010), faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan penyuluhan antara lain adalah tingkat pendidikan peserta, usia, pengalaman usaha, motivasi belajar, serta keterlibatan aktif dalam proses penyuluhan. Peternak dengan tingkat pendidikan yang lebih tinggi umumnya lebih mudah memahami dan menyerap informasi teknis yang disampaikan. Selain itu, usia produktif juga memengaruhi daya tangkap dan semangat untuk belajar, seperti yang dijelaskan oleh Sumarni dan Handayani (2018), bahwa petani atau peternak dengan usia produktif lebih responsif terhadap inovasi dan teknologi baru. Faktor internal seperti motivasi dan minat belajar juga sangat berperan dalam efektivitas penyuluhan. Disisi lain, kompetensi dan kemampuan komunikasi penyuluh turut menentukan keberhasilan penyampaian materi. Penyuluh yang mampu menjelaskan materi secara jelas, interaktif, dan sesuai dengan kebutuhan peserta akan lebih mudah mencapai tujuan penyuluhan. Oleh karena itu, keberhasilan penyuluhan pengelolaan kandang babi di Kampung Marina juga dipengaruhi oleh kombinasi dari faktor-faktor tersebut, selain metode ceramah, diskusi, dan media folder yang digunakan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian tingkat pengetahuan peternak tentang pengelolaan kandang babi maka dapat disimpulkan bahwa pengetahuan peternak pada penyuluhan yang dilakukan di Kampung Marina berhasil meningkatkan pengetahuan peternak mengenai pengelolaan perkandangan ternak babi. Terjadi peningkatan nilai rata-rata dari 24,13 termasuk kategori rendah, dan 34,64 masuk dalam kategori sedang dengan peningkatan poin sebanyak 10,51. Hasil evaluasi efektivitas penyuluhan adalah 50,16% hal ini menunjukkan bahwa penyuluhan tergolong cukup efektif dan diterima dengan baik oleh peternak.

DAFTAR PUSTAKA

Abraham, D. R., Manese, M. A. V., Sondakh, L. W., & Santa, N. M. (2013). Analisis keuntungan integrasi usaha ternak babi dengan ikan mujair di Kecamatan Sonder, Kabupaten Minahasa. *Zootec*, 33(1), 1–10.

- Afandi, A., & Wulandari, S. (2019). Peningkatan pengetahuan peternak melalui penyuluhan partisipatif tentang manajemen ternak. *Jurnal Penyuluhan Peternakan*, 14(2), 55–62.
- Ginting, E. (1991). *Metode Kuliah Kerja Lapang*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Ismanto, A., Yetriani, Y., & Lesmana, D. (2018). Tingkat Pengetahuan Peternak Sapi Terhadap Limbah yang Dihasilkan Di Desa Sidorejo Kecamatan Penajam Kabupaten Penajam Paser Utara. *Jurnal Pertanian Terpadu*, 6(2), 50–63. Jakarta.
- Mardikanto, T. (2010). *Penyuluhan Pembangunan Pertanian*. Surakarta: UNS Press.
- Notoatmodjo, S. (2011). *Kesehatan Masyarakat Ilmu & Seni*. Edisi revisi II. Jakarta: Rineka Cipta.
- Sugiyono (2015). *Metode Penelitian Kombinasi (Mix Methods)*. Bandung: Alfabeta.
- Sumarni, R., & Handayani, E. (2018). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Efektivitas Penyuluhan Pertanian pada Petani. *Jurnal Agribisnis dan Pengembangan Masyarakat*, 3(2), 88–95.
- Sutrisno. (2011). *Penyuluhan Pertanian dan Pembangunan Masyarakat*. Jakarta: Bumi Aksara. hlm. 45. Universitas Terbuka.
- Sutoyo, A., Subiakto, B., & Wibowo, H. (2011). *Strategi Penyuluhan Pertanian: Teori dan Aplikasi*. Jakarta: Direktorat Jenderal Penyuluhan dan Pengembangan SDM Pertanian. hlm. 52–53.

Kualitas Vitamin dan Mineral Sambal Ampela Ayam dengan Penambahan Tepung Biji Kelor (*Moringa oleifera*)

Sugiarto^{1*}, Dwi Ramadani Pratiwi¹, Raika¹, Reihan Syarief¹, Eldi Ngineikon¹, Masitoh Azahra¹

¹Jurusan Peternakan, Fakultas Peternakan dan Perikanan, Universitas Tadulako

Email: sugiarto@untad.ac.id

Abstrak

Penelitian penambahan tepung biji kelor terhadap kualitas kimia sambal ampela biji kelor dengan perlakuan (0; 2; 4; 6; 8%). Menggunakan RAL dengan uji lanjut Duncan. Parameter yang diamati yaitu kandungan vitamin A, C dan mineral fosfor. Hasil peneliti berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kandungan vitamin A, C dan mineral fosfor. Penambahan tepung biji kelor ke dalam sambal ampela biji kelor merupakan strategi fortifikasi yang berpotensi signifikan dapat meningkatkan nilai gizi vitamin A, C dan mineral fosfor. Biji kelor, kaya nutrisi esensial (karotenoid prekursor vitamin A, beta-karoten, retinol) di dalam tubuh. Kesimpulan: Proses pengolahan biji kelor menjadi tepung mempertahankan sebagian besar karotenoid yang terkandung di dalamnya, menjadikannya aditif fungsional yang efektif untuk mengatasi defisiensi vitamin A pada anak dalam masa pertumbuhan, anak *stunting*, orang lanjut usia dan program diet pada masyarakat.

Kata kunci: Sambal, Ampela, Biji kelor, Kandungan gizi

Abstract

This study investigated the effect of adding moringa seed flour on the chemical quality of chicken gizzard sambal with treatments of 0%, 2%, 4%, 6%, and 8%, using a completely randomized design (CRD) followed by Duncan's multiple range test. The observed parameters were the contents of vitamins A and C and the mineral phosphorus. The results showed a highly significant effect ($P < 0,01$) on these parameters, indicating that the addition of moringa seed flour significantly enhanced the nutritional value of the sambal. Moringa seeds, rich in essential nutrients such as carotenoids (vitamin A precursors), beta-carotene, and retinol, retained most of their carotenoid content after being processed into flour, making them an effective functional additive to help address vitamin A deficiency in growing children, stunted children, the elderly, and individuals on dietary programs.

Keywords: Sambal, Chicken gizzard, Moringa seed, Nutritional content, Healthy food

PENDAHULUAN

Sambal merupakan olahan makanan pendamping pangan yang populer di Indonesia, dengan cita rasanya yang gurih dan pedas. Kombinasi rasa pedas dari kapsaisin, yang terdapat pada cabai, mampu merangsang reseptor rasa di lidah. Respon ini memicu otak untuk melepaskan endorfin, senyawa kimia yang menciptakan sensasi euforia dan mengurangi rasa sakit. Pelepasan endorfin ini tidak hanya meningkatkan suasana hati, tetapi juga dapat meningkatkan nafsu makan dengan membuat pengalaman makan menjadi lebih menyenangkan. Sambal memiliki kandungan nutrisi yang baik seperti vitamin A, C, antioksidan dan senyawa bioaktif dari bahan-bahan sambal yaitu: bawang merah dan bawang putih, yang memiliki sifat anti-inflamasi dan dapat membantu metabolisme tubuh. Sambal berfungsi sebagai pelengkap rasa yang dapat meningkatkan nafsu makan, memperkaya nutrisi olahan pangan populer ini tanpa mengurangi daya terima konsumen dan bermanfaat bagi kesehatan.

Ampela ayam (*gizzard*) seringkali dianggap sebagai produk sampingan dari industri perunggasan dan kurang mendapatkan perhatian dalam pengolahan pangan. Padahal, ampela ayam memiliki kandungan protein yang tinggi, rendah lemak, serta kaya akan mineral penting seperti zat besi, seng, dan selenium. Ampela adalah salah satu produk sampingan yang dapat dimakan dengan kandungan mineral yaitu: Ca 14.43 mg; P 183.08 mg; K 191.58 mg; Na 52.86 mg; Mg 10.80 mg; Fe 5.55 mg; Zn 2.38 mg dan Mn 0.15 mg dan Total kandungan asam amino esensial yang lengkap yaitu: 31.14 g dan asam amino non esensial 57.03 g (Shenoda *et al.*, 2019). Kandungan nutrisi kukis substitusi tepung mokaf, kacang merah dan ampela ayam berpengaruh nyata meningkatkan berat badan balita dengan kandungan: protein 7,25%; kalsium 455,45 mg; Fe 4,11 mg; vitamin A 671,61 mcg/100 g (Meta, 2021). Kandungan nutrisi ampela ayam: kadar air 67,9 g; protein 30.4 g; lemak 2,68 g; kalsium 17 mg; ferum 3,19 mg; magnesium 3,0 mg; kalium 189 mg; natrium 56 g; seng 4,42 mg; selenium 41,1 mg; vitamin B2 0,21 mg; B3 3,12 mg; B12 1,04 mcg, E 0,12 mg; asam lemak tak jenuh 0,8 mg; kolesterol 370 mg (Anonim, 2025).

Biji kelor (*Moringa oleifera*), pangan lokal yang memiliki potensi besar untuk memperkaya nutrisi makanan. Tanaman kelor, dikenal sebagai "pohon ajaib" atau *miracle tree*, telah lama dimanfaatkan dalam makanan dan pengobatan tradisional di masyarakat Indonesia biji kelor memiliki kandungan nutrisi yang sangat melimpah. Biji kelor diketahui kaya akan antioksidan, serat, dan senyawa bioaktif. Pemanfaatannya dalam bentuk tepung

sebagai fortifikasi pangan masih belum optimal, terutama dalam pembuatan sambal Ampela ayam dengan penambahan tepung biji kelor.

Pemanfaatan ampela ayam sebagai bahan utama dalam sambal dapat menjadi solusi untuk diversifikasi produk, sumber nutrisi dan harga yang terjangkau. Pengolahan ampela menjadi sambal juga dapat meningkatkan daya terima konsumen terhadap produk yang kurang populer di masyarakat dengan banyak kandungan nutrisi. Berdasarkan hal tersebut, pembuatan sambal Ampela dengan penambahan tepung biji kelor, merupakan alternatif dalam pemenuhan kebutuhan gizi sebagai sumber vitamin A, C dan mineral fosfor bagi masyarakat dan anak-anak yang dalam masa pertumbuhan, ibu hamil dan mengatasi *stunting*.

METODE PENELITIAN

Penelitian eksperimen menggunakan RAL (Rancangan Acak Lengkap), 5 perlakuan dengan 4 ulangan (Nuryadi *et al.*, 2017). Materi penelitian yang digunakan adalah Ampela ayam pedaging, sambal (Lombok, Bawang merah, Bawang putih, Garam) dan tepung biji kelor sesuai perlakuan (P0= 200 g Ampela ayam + Tepung biji kelor 0%; P1= 200 g Ampela ayam + Tepung biji kelor 2%; P2= 200 g Ampela ayam + Tepung biji kelor 4%; P3= 200 g Ampela ayam + Tepung biji kelor 6%; P4= 200 g Ampela ayam + Tepung biji kelor 8%).

Pembuatan Sambal

Pembuatan sambal dasar diawali dengan menyiapkan bahan-bahan utama yang terdiri atas 500 g cabai rawit, 250 g cabai keriting, 200 g bawang merah, dan 50 g bawang putih. Seluruh bahan tersebut dihaluskan menggunakan alat penggiling (*chopper*) hingga mencapai tekstur yang diinginkan. Selanjutnya, bumbu yang telah halus ditumis menggunakan minyak goreng secukupnya dengan api kecil pada suhu 70°C selama 10–15 menit. Bahan pelengkap seperti gula merah, garam, dan daun jeruk ditambahkan secukupnya sesuai kebutuhan. Sambal yang telah matang kemudian didinginkan pada suhu ruang sebelum dikemas ke dalam botol steril dan disimpan di dalam pembeku (*freezer*) untuk menjaga kualitasnya sebelum dicampur dengan perlakuan ampela dan tepung biji kelor.

Tepung Daun Kelor

Siapkan biji kelor segar, kering dan bersih. Blender menjadi tepung, Simpan di wadah bersih dan kering, siap digunakan.

Penyiapan Ampela Ayam

Cuci bersih Ampela ayam 2500 g, potong-potong 2-3 cm, rebus dengan api kecil selama 6 menit suhu 70 °C, matikan kompor dan biarkan selama 20 menit tiriskan dan siap digunakan.

Cara Mengolah Sambal Ampela Kelor

Proses pembuatan sambal ampela kelor diawali dengan mempersiapkan sambal dasar dan tepung biji kelor sesuai dengan takaran perlakuan yang telah ditetapkan. Minyak goreng dipanaskan menggunakan api kecil hingga mencapai suhu 70°C. Selanjutnya, sambal dasar dan tepung biji kelor ditumis bersamaan agar tercampur rata. Potongan ampela ayam kemudian dimasukkan ke dalam tumisan tersebut dan dimasak selama 10–15 menit hingga bumbu meresap sempurna. Setelah matang, sambal ditiriskan dan siap untuk disajikan serta diambil sampelnya guna keperluan analisis laboratorium.

Peubah yang diamati

Peubah yang diamati yaitu kandungan vitamin A (Metode HPLC (Ahuja & Dong, 2005). Kandungan vitamin C dan metode spektrofotometri UV-VIS (Nielsen, 2017) dan kandungan *phosphat* pada sambal ampela tepung biji kelor metode spektrofotometer serapan atom (AAS) (Skoog & Leary, 1992); Horwitz & AOAC. 2006).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Nutrisi Sambal Ampela Kelor (*Moringa oleifera*)

Tabel 1. Hasil Analisis Kandungan Vitamin A, C dan Mineral Fosfor Sambal Ampela per 100g

Kandungan Nutrisi	Perlakuan				
	P0	P1	P2	P3	P4
Vitamin A (mg)**	1,13±0,04 ^a	1,29±0,02 ^b	1,31±0,03 ^c	1,37±0,05 ^d	2,12±0,27 ^e
Vitamin C (mg)**	6,36±0,09 ^a	6,91±0,03 ^b	7,39±0,11 ^c	7,68±0,05 ^d	8,00±0,14 ^e
Mineral Fosfor (mg)**	66,55±0,97 ^a	144,96±1,79 ^b	146,23±0,40 ^c	149,05±0,85 ^d	152,88±1,49 ^e

Keterangan: **berpengaruh sangat nyata; P0= Sambal+Ampela; P1= Sambal+Ampela+Tepung Biji Kelor 2%; P2= Sambal+Ampela+Tepung Biji Kelor 4%; P3= Sambal+Ampela+Tepung Biji Kelor 6%; P4= Sambal+Ampela+Tepung Biji Kelor 8%

Vitamin A

Perlakuan penambahan tepung biji kelor, berpengaruh sangat nyata ($P<0,01$) meningkatkan kandungan vitamin A sambal Ampela tepung biji kelor yaitu: 1,13±0,04-2,12±0,27 mg. Penambahan tepung biji kelor ke dalam sambal ampela biji kelor merupakan strategi fortifikasi yang berpotensi signifikan dapat meningkatkan nilai gizi vitamin A. Biji

kelor, kaya nutrisi esensial (karotenoid prekursor vitamin A, beta-karoten, retinol). Daun kelor merupakan tanaman yang kaya provitamin A dan C, serta vitamin B dengan kandungan lemak yang rendah (Sundan, 2019). Daun kelor per 100 g kering mengandung vitamin A (Beta-karoten) 16,3 mg dan vitamin C (*Ascorbid acid*) 17,3 mg (Gopalakrishnan *et al.*, 2016). Proses pengolahan biji kelor menjadi tepung mempertahankan sebagian besar karotenoid yang terkandung di dalamnya, menjadikannya aditif fungsional yang efektif untuk mengatasi defisiensi vitamin A pada anak dalam masa pertumbuhan, anak *stunting*, orang lanjut usia dan program diet pada masyarakat.

Hasil Uji Duncan, menyatakan bahwa perlakuan P1, P2, P3 dan P4, berbeda nyata dengan perlakuan P0. Ketika kita menambahkan biji kelor ke dalam sambal ampela kelor, vitamin A yang terkandung dalam tepung biji kelor ikut tercampur ke dalam sambal, sehingga dengan mengonsumsi sambal ampela kelor, kita tidak hanya mendapatkan rasa yang lezat, tetapi juga asupan vitamin A yang tinggi untuk pertumbuhan, kesehatan tulang dan gigi kita. Karotenoid yang larut dalam lemak akan tercampur dengan komponen lemak yang ada pada sambal dan ampela ayam, yang secara teoritis dapat memfasilitasi bioavailabilitas yang lebih baik saat dikonsumsi.

Karotenoid yang terdapat pada minyak biji kelor adalah *xanthophylls* yang berfungsi sebagai antioksidan (Anwar *et al.*, 2007). Karotenoid merupakan pigmen larut lemak yang berasal dari tanaman yang dapat melindungi kulit dari radiasi matahari dan kerusakan akibat radikal bebas. Vitamin A, sebagai mikronutrien penting, berperan vital dalam fungsi penglihatan, pertumbuhan sel, fungsi kekebalan tubuh, dan reproduksi. Dengan meningkatkan kadar beta-karoten dalam sambal, produk ini tidak hanya menawarkan cita rasa yang unik, tetapi juga berfungsi sebagai pangan fungsional yang diperkaya.

Vitamin C

Perlakuan berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) meningkatkan kandungan vitamin C sambal ampela kelor yaitu: $1,13 \pm 0,04$ - $2,12 \pm 0,27$ mg. Sambal dibuat dari kombinasi cabai dengan kandungan kadar air 71,2%, protein 4,7%, karbohidrat 19,9%, lemak 2,4%, kalsium 45 mg, fosfor 85 mg, vitamin C 70 mg, vitamin A 11.050 SI, zat besi 2,5 mg, dan vitamin B1 0,08 mg (Sumpena, 2013). Kadar vitamin C sambal ikan layang deles dengan penambahan cabai rawit dan tomat yaitu: 26,28-20,24 mg (Aisyi *et al.*, 2019). Produk olahan sambal mengandung vitamin C yang berfungsi sebagai penambah daya tahan tubuh (Setiadi, 2006).

Hasil Uji Duncan, menyatakan bahwa perlakuan P1, P2, P3 dan P4, berbeda nyata dengan perlakuan P0. Penambahan sambal ampela biji kelor akan meningkatkan nilai gizinya terutama vitamin C. Daun kelor mengandung berbagai vitamin dan mineral penting lainnya yang mendukung kesehatan tubuh secara keseluruhan. Kombinasi bahan makan yang baik akan menyediakan gizi yang dibutuhkan untuk kesehatan selama kehamilan, masa pertumbuhan dan membantu sistem pertahanan tubuh bila terkena infeksi.

Daun kelor mengandung senyawa bioaktif fungsional (*asam fenolik, flavonoid, alkaloid, fitosterol*, gula alami, vitamin, mineral, dan asam organik (Lin *et al.*, 2018). Daun kelor mengandung vitamin C 7 kali lebih banyak dibandingkan jeruk, vitamin A 10 kali lebih banyak dibandingkan wortel, kalsium 17 kali lebih banyak dibandingkan susu, protein 9 kali lebih banyak dibandingkan yoghurt, potasium 15 kali lebih banyak dibandingkan pisang, dan zat besi 25 kali lebih banyak dibandingkan bayam. Ini sangat memadai untuk biofortifikasi dalam hal mineral dan merupakan salah satu kekurangan terbesar dalam pola makan orang.

Mineral Fosfor

Perlakuan berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) meningkatkan kandungan mineral fosfor sambal ampela biji kelor yaitu: $66,55 \pm 0,97$ - $152,88 \pm 1,49$ mg. Sambal dibuat dari campuran cabai dengan kandungan fosfor 85 mg, kalsium 45 mg, vitamin C 70 mg dan vitamin A 11.050 SI (Sumpena, 2013). Kandungan fosfor daging ayam, bebek dan sapi berkisar 90% -117% dan tidak melebihi baku mutu menurut Persatuan Ahli Gizi Indonesia (PERSAGI) (Khanza dan Pratiwi, 2014). Fosfor adalah nutrisi penting yang ditemukan dalam daging, penting bagi kesehatan manusia, terutama untuk kekuatan tulang dan gigi (Peacock, 2020). Fosfor memiliki peran biokimia dan fisiologis yang sangat penting bagi tubuh dan juga merupakan salah satu mineral yang paling banyak terdapat di dalam tubuh setelah kalsium (Mironov *et al.*, 2022).

Hasil Uji Duncan, menyatakan bahwa perlakuan P1, P2, P3 dan P4, berbeda nyata dengan perlakuan P0. Penambahan sambal Ampela biji kelor akan meningkatkan nilai gizinya terutama mineral fosfor. Daun kelor mengandung berbagai vitamin dan mineral penting lainnya yang mendukung kesehatan tubuh secara keseluruhan. Kombinasi bahan makan yang baik akan menyediakan gizi yang dibutuhkan untuk kesehatan selama kehamilan, masa pertumbuhan dan membantu sistem pertahanan tubuh bila terkena infeksi.

Kombinasi bahan makan yang baik akan menyediakan gizi yang dibutuhkan untuk kesehatan selama kehamilan, masa pertumbuhan dan membantu sistem pertahanan tubuh

bila terkena infeksi. Kandungan mineral biji kelor yaitu: fosfor 525 mg (Compaoré *et al.*, 2011) sedangkan Ijarotimi *et al.* (2013), kandungan fosfor biji kelor 103,33 mg. Kebutuhan mineral makro untuk ibu hamil yaitu: kalsium 900 mg/hari, pospat 650 mg/hari dan besi 46 mg/hari, zeng 20 mg/hari. Angka kebutuhan mineral makro anak berumur 1-3 Tahun yaitu: kalsium 650 mg/hari dan fosfor 500 mg/hari, besi 46 mg/hari, zeng 20 mg/hari (WHO & FAO, 2004), sehingga dengan mengonsumsi sambal ampela kelor, akan memenuhi kecukupan kebutuhan kalsium setiap hari.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kandungan nutrisi sambal ampela biji kelor berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) meningkatkan kandungan vitamin A, C dan mineral fosfor. Kandungan nutrisi dalam sambal tersebut berkontribusi secara efektif untuk meningkatkan kadar vitamin A (penting untuk penglihatan dan sistem imun), vitamin C (antioksidan, penting untuk kulit dan imun), dan fosfor (mineral penting untuk tulang dan energi), sehingga sangat tepat untuk meningkatkan pertumbuhan anak, ibu menyusui dan masyarakat dengan gejala *stunting*. Dapat ditambahkan presentasi penambahan biji kelor diatas 8% untuk meningkatkan kandungan nutrisinya tanpa memberikan rasa yang berbeda efek dari biji kelor.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahuja, S., & Dong, M. W. (2005). *Handbook of pharmaceutical analysis by HPLC* (1st ed, Vol. 1). Elsevier Academic Press.
- Aisyi, D.R., Santoso, H. & Lisminingsih, R. D. (2019). Analisis Kadar Protein dan Vitamin C pada Sambal Ikan sebelum dan sesudah diolah. *Jurnal Sains Alami*. 2(1): 1-7. DOI: 10.33474/j.sa.v2i1.2957
- Anonim. (2025). 7 Manfaat Ampela Ayam dan Efek Sampingnya. *Hello Sehat*. Diunduh 19 September 2025. https://hellosehat.com/nutrisi/fakta-gizi/nutrisi-ampela-ayam/#google_vignette
- Anwar, F., Latif, S., Ashraf, M. & Gilani, A.H. 2007. Moringa oleifera: A Food Plant with Multiple Medicinal Uses. *Phytotherapy Research*, 21: 17-25. <http://dx.doi.org/10.1002/ptr.2023>
- Compaoré, W. R. , Nikièma, P. A., Bassolé, H. I. N. , Savadogo, A. , Hounhouigan, D. J. , Mouecoucou, J. , & Traoré, S. A. 2011. Nutritional properties of enriched local complementary flours. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 3(1), 31–39. [Google Scholar][Ref list]
- Gopalakrishnan, L., Doriya, K. & Kumar, D.S. (2016). Moringa Oleifera: A Review on Nutritive Importance And Its Medicinal Application. *Journal Food Science And Human Wellness* 5(2): 49-56. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213453016300362>

- Horwitz, W. & AOAC International (Eds.). (2006). Official methods of analysis of AOAC International 18. ed., current through rev. 1, 2006. AOAC International.
- Ijarotimi, O. S. , Adeoti, O. A., and Ariyo, O. (2013). Comparative study on nutrient composition, phytochemical, and functional characteristics of raw, germinated, and fermented *Moringa oleifera* seed flour. *Food Science and Nutrition*, 1(6), 452–463. [DOI] [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar][Ref list]
- Khanza, A.N. dan Pratiwi, Y. (2024). Validasi Metode Analisis Fosfor pada Sampel Daging dengan Pereduksi Hidrazin Sulfat menggunakan Spektrofotometri Uv-Vis. *Jurnal Riset Sains dan Kimia Terapan*. 10(1): 107-120. DOI: <https://doi.org/10.21009/JRSKT.101.03>
- Lin M., Zhang J., & Chen X. (2018). Bioactive flavonoids in *Moringa oleifera* and their health-promoting properties. *J. Funct. Foods*. 47:469–479. DOI: 10.1016/j.jff.2018.06.011
- Meta, A. (2021). Perubahan Berat Badan Balita Gizi Kurang Usia 2-5 Tahun yang diberi Kukis Substitusi Tepung Mocaf, Kacang Merah, dan Ampela Ayam Herbal. *Thesis*. Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Sumatera Utara. <https://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/48556>
- Mironov, N., Haque, M., Atfi, A. & Razzaque, M. S. (2022). Phosphate Dysregulation and Metabolic Syndrome. *Nutrients*, 14(21): 4477. <https://doi.org/10.3390/nu14214477>
- Nielsen, S. S. (2017). Food Analysis Laboratory Manual. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-44127-6>
- Nuryadi, Astuti, T.D., Utami, E.S. & Budiyantra, M. (2017). *Dasar Dasar Statistik Penelitian*. Grama Surya, Yogyakarta.
- Peacock, M. (2020). Phosphate Metabolism in Health and Disease. *Calcified Tissue International, Pubmed* 108 (1): 3-15. <https://doi.org/10.1007/s00223-020-00686-3>
- Setiadi, Y. (2006). *Cabai Rawit Jenis dan Budaya*. Penebar Swadaya. Jakarta. <https://balaiyanpus.jogjaprovo.go.id/opac/detail-opac?id=86367>
- Skoog, D., & Leary, J. (1992). Principles of instrumental analysis. *Fort Worth: Saunders College Pub. University of Toronto*.
- Sumpena, U. (2013). Penetapan Kadar Capsaicin Beberapa Jenis Cabe (*Capsicum* sp) di Indonesia. *Mediagro Jurnal Ilmu Ilmu Pertanian* 9(2): 9-16. doi: 10.31942/mediagro.v9i2.1328.

Uji Sensori dan Total Bakteri Asam Laktat dari Eksplorasi Probiotik Indigenous Larva *Black Soldier Fly*

Muhammad Amran^{1*}, Winda Fransisca Saragih¹, Vina Octavia Azzahra², Ade Trisna¹,
Azharil Nauval¹, M Rizky Aldrian Nasution¹, Theresia Sianturi¹

¹Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara

²Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera
Utara

Email: muhammadamran@usu.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan probiotik indigenous dari larva *Black Soldier Fly* sebagai pengganti antibiotik/AGP. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap pola Faktorial (RALF), faktor A yaitu perbedaan dosis Molases (A1: 0% molases, A2: 50% molases dan A3: 100% molases) dan faktor B yaitu perbedaan lama inkubasi (B1: 5 hari, B2: 10 hari, B3: 15 hari) setiap perlakuan diulang 3 kali. Parameter yang dilihat pada penelitian ini adalah uji sensori berupa warna, aroma, endapan, kekentalan, kejernihan, homogenitas dan busa secara deskriptif menggunakan kuisioner, serta total bakteri asam laktat (CFU/ml) secara TPC (*Total Plate Count*). Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pengaruh perbedaan dosis molases dan lama inkubasi memberikan adanya interaksi yang berbeda nyata ($P < 0.05$) terhadap total bakteri asam laktat (CFU/ml). Kesimpulan pada penelitian ini adalah perlakuan A2B2 (50% molases dan 10 hari inkubasi) memberikan hasil terbaik dari segi nilai sensori yang sesuai standar probiotik yaitu warna sebesar 3.23, aroma sebesar 1.30, endapan sebesar 3.37, kekentalan sebesar 2.60, kejernihan sebesar 3.40, homogenitas sebesar 1.53 dan busa sebesar 2.80, serta memiliki nilai total bakteri asam laktat yang tinggi yaitu 205×10^{-6} CFU/ml.

Kata kunci: Probiotik indigenous, Larva black soldier fly, Uji sensori, Total bakteri asam laktat

Abstract

This study aims to obtain indigenous probiotics from Black Soldier Fly larvae as a substitute for antibiotics/AGP. The design used in this study was a Completely Randomized Factorial Design (CRFD), factor A was the difference in Molasses dosage (A1: 0% molasses, A2: 50% molasses and A3: 100% molasses) and factor B was the difference in incubation time (B1: 5 days, B2: 10 days, B3: 15 days) each treatment was repeated 3 times. The parameters observed in this study were sensory tests in the form of color, aroma, sedimentation, viscosity, clarity, homogeneity and foam descriptively using a questionnaire, as well as total lactic acid bacteria (CFU/ml) by TPC (Total Plate Count). The results of the study concluded that the effect of differences in molasses dosage and incubation time provided a significantly different interaction ($P < 0.05$) on total lactic acid bacteria (CFU/ml). The conclusion of this study is that the A2B2 treatment (50% molasses and 10 days of incubation) provided the best results in terms of sensory values that meet probiotic standards, namely color of 3.23, aroma of 1.30, sedimentation of 3.37, viscosity of 2.60, clarity of 3.40, homogeneity of 1.53 and foam of 2.80, and had a high total value of lactic acid bacteria, namely 205×10^{-6} CFU/ml.

Keywords: Indigenous probiotics, Black soldier fly larvae, Sensory test, Total lactic acid bacteria

PENDAHULUAN

Kesehatan saluran pencernaan merupakan salah satu faktor kunci dalam menentukan performa pertumbuhan, efisiensi pakan, dan imunitas hewan ternak. Dalam konteks sistem peternakan modern, penggunaan probiotik telah menjadi alternatif yang menjanjikan untuk menggantikan antibiotik sebagai *growth promoter*, seiring dengan meningkatnya kekhawatiran global terhadap resistensi antimikroba dan residu antibiotik dalam produk hewani. Probiotik yang ideal tidak hanya mampu bertahan hidup dalam kondisi saluran pencernaan yang ekstrem (Agma, 2025), tetapi juga harus berperan aktif dalam menjaga keseimbangan mikrobiota usus, menghasilkan metabolit antimikroba, dan meningkatkan penyerapan nutrisi.

Salah satu kelompok mikroorganisme yang paling banyak digunakan sebagai kandidat probiotik adalah bakteri asam laktat (BAL) (Yanti et al, 2024), terutama dari genus *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Enterococcus*, dan *Leuconostoc*. BAL diketahui memiliki kemampuan menghasilkan asam organik, bakteriosin, serta senyawa bioaktif lain yang berfungsi menekan pertumbuhan mikroorganisme patogen (Ardilla et al., 2022). Namun demikian, ketersediaan isolat BAL yang berasal dari sumber lokal (*indigenous probiotics*) masih terbatas, padahal karakteristik fisiologis dan adaptasi ekologis isolat lokal sering kali lebih sesuai dengan kondisi lingkungan dan substrat pakan yang digunakan di wilayah tropis seperti Indonesia.

Dalam beberapa tahun terakhir, larva Black Soldier Fly (BSF, *Hermetia illucens* L.) telah menarik perhatian luas sebagai sumber protein alternatif dalam industri pakan berkelanjutan. Selain kandungan nutrisinya yang tinggi (Amran et al., 2024), larva BSF juga diketahui memiliki komunitas mikroba endogen yang unik, termasuk kelompok bakteri asam laktat yang berpotensi sebagai probiotik. Lingkungan substrat yang digunakan larva BSF yang umumnya berasal dari limbah organik kaya serat dan protein (Trisna et al., 2024) menciptakan ekosistem mikroba yang adaptif terhadap kondisi ekstrem dan kompetitif, sehingga memungkinkan isolasi bakteri dengan aktivitas probiotik yang kuat dan stabilitas tinggi.

Eksplorasi probiotik indigenous dari larva BSF menjadi langkah strategis untuk memperoleh kandidat mikroba yang tidak hanya efektif, tetapi juga berkelanjutan dan ekonomis. Isolat lokal diharapkan memiliki keunggulan fisiologis dalam hal ketahanan terhadap pH rendah, garam empedu, serta kemampuan berkolonisasi pada saluran pencernaan hewan. Namun, sebelum diaplikasikan secara luas, setiap kandidat probiotik

harus melalui serangkaian uji karakterisasi, termasuk penentuan total populasi BAL, profil morfologi koloni, serta uji sensori produk fermentasi yang dihasilkan.

Uji sensori merupakan aspek penting dalam pengembangan probiotik berbasis larva BSF, karena penerimaan organoleptik (aroma, warna, dan tekstur) akan menentukan potensi aplikasinya baik pada pakan maupun produk fermentasi pangan fungsional (lukman et al., 2025). Sementara itu, analisis total bakteri asam laktat memberikan gambaran kuantitatif terhadap viabilitas dan aktivitas fermentatif isolat, yang menjadi indikator utama efektivitas probiotik. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi probiotik indigenous yang berasal dari larva Black Soldier Fly melalui analisis sensori dan total BAL, sebagai langkah awal dalam pengembangan sumber probiotik lokal yang inovatif, ramah lingkungan, dan mendukung keberlanjutan industri peternakan nasional. Hasil penelitian diharapkan dapat memperkaya khasanah mikroba probiotik lokal, serta membuka peluang pemanfaatan biokonversi serangga sebagai sumber bioteknologi baru dalam bidang nutrisi dan kesehatan hewan.

METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi dan Teknologi Pakan serta Laboratorium Produksi Ternak, Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara. Penelitian ini dimulai pada bulan Juli 2025 sampai sekarang.

Alat dan Bahan

Peralatan penelitian yang diperlukan meliputi botol fermentasi, selang fermentasi, wadah larva BSF, timbangan, autoclave, laminar air flow, seperangkat alat pengujian total bakteri. Bahan penelitian yang diperlukan meliputi telur Larva BSF, media maggot berupa ampas tahu, aquades, bahan pengujian total bakteri dan kuisisioner.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang menggunakan Rancangan acak Lengkap Pola Faktorial (RALF) dengan 2 faktor yaitu perbedaan dosis molases dan waktu inkubasi, setiap perlakuan memiliki 3 ulangan. Faktor pada perlakuan sebagai berikut:

Faktor A (Dosis Molases):

- A1 : 0% Molases
- A2 : 50% Molases
- A3 : 100% Molases

Faktor B (Waktu Inkubasi):

- B1 : 5 Hari
- B2 : 10 Hari
- B3 : 15 Hari

Prosedur Penelitian

Pembuatan probiotik dari Larva *Black Soldier Fly*

Pembuatan probiotik larva BSF dilakukan dengan cara alat yang digunakan seperti botol fermentasi, selang fermentasi dan spatula terlebih dahulu disterilisasi menggunakan autoclave 121°C selama 15 menit. Peralatan yang telah disterilisasi dimasukkan dalam laminar air flow (tunggu sampai suhu kamar). Timbang larva BSF yang telah dichopper sebanyak 150 gram. Larva BSF dimasukkan dalam botol fermentasi ditambah dengan molases sesuai perlakuan (0%, 50% dan 100%) lalu ditambahkan aquades sebanyak 150 ml. botol fermentasi ditutup dalam keadaan anaerob pasang selang yang terhubung dengan botol berisi aquades yang bertujuan untuk menghindari gas yang berlebih. Inkubasi sesuai dengan perlakuan (5 hari, 10 hari dan 15 hari) setelah itu lakukan pemanenan dan pengujian parameter.

Parameter Penelitian

Uji Sensori

Penilaian sensoris mengacu kepada Setyaningsih *et al.* (2010) yang meliputi uji deskriptif dan uji hedonik. Uji deskriptif merupakan metode analisis sensori dimana atribut sensori suatu produk diidentifikasi, dideskripsikan dan dikuantifikasi menggunakan panelis. Uji deskriptif bertujuan untuk mengetahui karakteristik mutu probiotik pada setiap perlakuan dengan parameter warna, aroma, kekentalan, endapan, kejernihan, homogenitas dan busa hasil fermentasi dengan skala 1-4 yang dilakukan oleh 30 orang panelis tidak terlatih yang merupakan mahasiswa.

Perhitungan Populasi Bakteri Asam Laktat

Metode pengujian yang digunakan yaitu metode *Total Plate Count*. Media Rogosa-Sharpe Agar (MRSA) 17,5 g dilarutkan dalam 1000 ml aquades, kemudian disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C, dengan tekanan 1,5 bar selama 15 menit. Sebanyak 1 g sampel ditambahkan ke dalam 9 ml BPW 0,1% dan divorteks selama 1 menit dalam tabung reaksi steril (pengenceran 10^{-1}). Selanjutnya, 1 ml suspensi dari pengenceran 10^{-1} dicampur dengan 9 ml BPW 0,1% untuk mendapatkan pengenceran 10^{-2} , dan proses ini diulangi hingga mencapai pengenceran 10^{-6} . Pengenceran 10^{-6} dimasukkan

ke dalam 3 cawan petri masing-masing sebanyak 1 ml, kemudian diaduk dan dibiarkan hingga mengeras sebelum diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam dengan posisi cawan petri terbalik. Jumlah koloni yang terbentuk pada cawan petri dihitung setelah masa inkubasi berakhir (Fadillah & Sujatmiko 2024).

$$\text{Jumlah bakteri} \left(\frac{\text{CFU}}{\text{ml}} \right) = \text{jumlah koloni} \times \frac{1}{\text{faktor pengenceran}}$$

Analisis Data

Penelitian ini didesain menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial yang terdiri dari dua faktor, yaitu dosis molases dan waktu inkubasi dengan 3 ulangan. Dosis molases yang diamati adalah 0%, 50% dan 100% sedangkan waktu inkubasi dilakukan pada 5 hari, 10 hari, dan 15 hari. Data dianalisis menggunakan analysis of variance (ANOVA) dengan software SPSS versi 25. Peubah yang memiliki pengaruh perlakuan berbeda nyata ($p < 0,05$) akan dilakukan uji lanjut Duncan. Peubah yang dianalisis secara deskriptif yaitu uji sensori (warna, aroma, kekentalan, endapan, kejernihan, homogenitas dan busa). Peubah yang dianalisis secara statistik populasi mikroba bakteri asam laktat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Perlakuan Terhadap Uji Sensori Warna, Aroma, Kekentalan, Endapan, Kejernihan, Homogenitas dan Busa Probiotik Hasil Produksi Larva *Black Soldier Fly* (BSF)

Uji sensori merupakan metode penilaian yang dilakukan untuk mengidentifikasi dan menggambarkan karakteristik fisik dan organoleptic suatu produk berdasarkan persepsi indera manusia. Pada penelitian ini uji sensori yang dilakukan adalah secara deskriptif artinya bertujuan untuk mengetahui karakteristik mutu probiotik akibat perlakuan perbedaan dosis molases dan lama inkubasi. Hasil uji sensori dari 30 responden tidak terlatih dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rataan Uji Sensori Warna, Aroma, Kekentalan, Endapan, Kejernihan, Homogenitas dan Busa Probiotik Hasil Produksi Larva *Black Soldier Fly* (BSF)

Perlakuan	Warna	Aroma	Kekentalan	Endapan
A1B1 (0% Molases dan 5 hari Inkubasi)	1.00±0.00	3.43±0.50	1.87±0.68	2.20±0.55
A1B2 (0% Molases dan 10 hari Inkubasi)	1.00±0.00	3.47±0.51	2.23±0.68	2.57±0.50
A1B3 (0% Molases dan 15 hari Inkubasi)	1.07±0.25	3.67±0.48	2.67±0.48	2.30±0.47
A2B1 (50% Molases dan 5 hari Inkubasi)	2.67±0.55	1.30±0.47	2.97±0.61	3.17±0.53
A2B2 (50% Molases dan 10 hari Inkubasi)	3.23±0.43	1.30±0.47	2.60±0.50	3.37±0.49
A2B3 (50% Molases dan 15 hari Inkubasi)	3.20±0.41	1.27±0.45	3.33±0.66	3.23±0.43
A3B1 (100% Molases dan 5 hari Inkubasi)	3.70±0.47	1.27±0.45	2.50±0.51	3.13±0.35
A3B2 (100% Molases dan 10 hari Inkubasi)	3.97±0.18	1.30±0.47	2.83±0.38	3.10±0.31
A3B3 (100% Molases dan 15 hari Inkubasi)	4.00±0.00	1.57±0.50	2.53±0.51	3.17±0.46
Perlakuan	Kejernihan	Homogenitas	Busa	
A1B1 (0% Molases dan 5 hari Inkubasi)	2.33±0.48	2.50±0.51	2.00±0.59	
A1B2 (0% Molases dan 10 hari Inkubasi)	2.23±0.50	2.50±0.63	1.77±0.50	
A1B3 (0% Molases dan 15 hari Inkubasi)	2.47±0.51	2.67±0.48	2.77±0.43	
A2B1 (50% Molases dan 5 hari Inkubasi)	3.50±0.51	1.53±0.68	2.97±0.49	
A2B2 (50% Molases dan 10 hari Inkubasi)	3.40±0.50	1.53±0.51	2.80±0.41	
A2B3 (50% Molases dan 15 hari Inkubasi)	3.10±0.31	1.57±0.57	2.87±0.43	
A3B1 (100% Molases dan 5 hari Inkubasi)	3.07±0.25	1.37±0.49	3.00±0.00	
A3B2 (100% Molases dan 10 hari Inkubasi)	3.27±0.45	1.80±0.41	2.97±0.18	
A3B3 (100% Molases dan 15 hari Inkubasi)	3.13±0.35	1.80±0.41	3.13±0.35	

Note: Warna (1=Kuning,2=Kuning kecoklatan,3=Coklat,4=Coklat gelap); Aroma (1=Asam segar,2=Agak menyengat,3=Menyengat,4=Sangat menyengat); Kekentalan (1=Encer,2=Agak kental,3=Kental,4=Sangat kental); Endapan (1=Tidak ada,2=Sedikit,3=Sedang,4=Banyak); Kejernihan (1=Jernih,2=Agak keruh,3=Keruh,4=Sangat keruh); Homogenitas (1=Sangat homogen,2=Homogen,3=Kurang,4=Tidak homogen); Busa (1=Tidak ada,2=Sedikit,3=Cukup banyak,4=Sangat banyak)

Adanya perubahan warna pada produk probiotik merupakan salah satu indikator awal aktivitas mikroorganisme. Pada penelitian menunjukkan bahwa pemberian molases dengan taraf yang lebih tinggi akan mendapatkan warna yang lebih gelap hal ini dikarenakan kandungan gula pada perlakuan dapat mempercepat aktivitas mikroba (Araujo

et al., 2024). Gula yang terdapat pada molases merupakan sumber energi bagi mikroorganisme. Sebaliknya tanpa pemberian molases warna probiotik yang dihasilkan cenderung terang, ini dapat menunjukkan aktivitas mikroba tidak terlalu cepat. Lama inkubasi juga mempengaruhi warna probiotik yang didapatkan (Komalasari *et al.*, 2024), terlihat pada perlakuan dengan lama inkubasi 15 hari didapatkan warna gelap atau coklat tua. Pada penelitian ini perlakuan A1B1 (0% molases dan 5 hari inkubasi) dan A1B2 (0% molases dan 10 hari inkubasi) memiliki warna cenderung terang (kuning) dengan nilai 1.00, sedangkan warna yang paling gelap (coklat tua) didapatkan pada perlakuan A3B3 (100% Molases dan 15 hari inkubasi). Aroma probiotik dipengaruhi oleh metabolisme mikroba dalam produk. Perlakuan dengan lama inkubasi dan pemberian molases dapat meningkatkan produksi asam laktat pada produk probiotik menghasilkan aroma asam yang khas dan segar. Molases dengan kandungan gula yang tinggi memberikan substrat optimal bagi pertumbuhan mikroba (Fifendy *et al.*, 2013) sehingga menghasilkan aroma fermentasi yang khas (Wang *et al.*, 2021). Pada perlakuan A1B1, A1B2 dan A1B3 dapat dilihat bahwa aroma tanpa pemberian molases sangat menyengat (cenderung busuk) yaitu 3.43, 3.46 dan 3.67, sedangkan pada perlakuan dengan penambahan 50% dan 100% molases cenderung memiliki aroma khas fermentasi yaitu asam segar.

Kekentalan mencerminkan jumlah biomassa dan eksopolisakarida yang dihasilkan selama fermentasi (Hamet *et al.*, 2015). Perlakuan dengan molases cenderung menghasilkan kekentalan yang tinggi, lama inkubasi dapat memberikan waktu yang optimal bagi mikroba dalam bertumbuh. Eksopolisakarida berfungsi sebagai pelindung probiotik, meningkatkan stabilitas dan daya hidupnya. Pada penelitian ini kekentalan terendah didapatkan pada perlakuan tanpa pemberian molases. Endapan pada probiotik menggambarkan stabilitas suspensi dan kandungan padatan tidak larut. Perlakuan dengan molases menghasilkan endapan lebih banyak, karena terdapat sisa bahan organik yang tidak terfermentasi sempurna. Pada lama inkubasi endapan menurun akibat proses degradasi bahan organik oleh enzim dari mikroba yang dihasilkan (Zambonelli *et al.*, 2002; Nagarajan *et al.*, 2022) oleh BSF. Kejernihan berhubungan terbalik dengan warna, semakin pekat warna maka akan menghasilkan probiotik yang keruh. Semakin tinggi populasi mikroba maka kejernihan menurun karena meningkatkan kekeruhan akibat sel hidup dan sisa substrat (Zhang, 2009). Molases dengan kadar gula yang tinggi menghasilkan probiotik yang lebih keruh menandakan aktivitas fermentasi aktif (Acosta Piantini *et al.*, 2023).

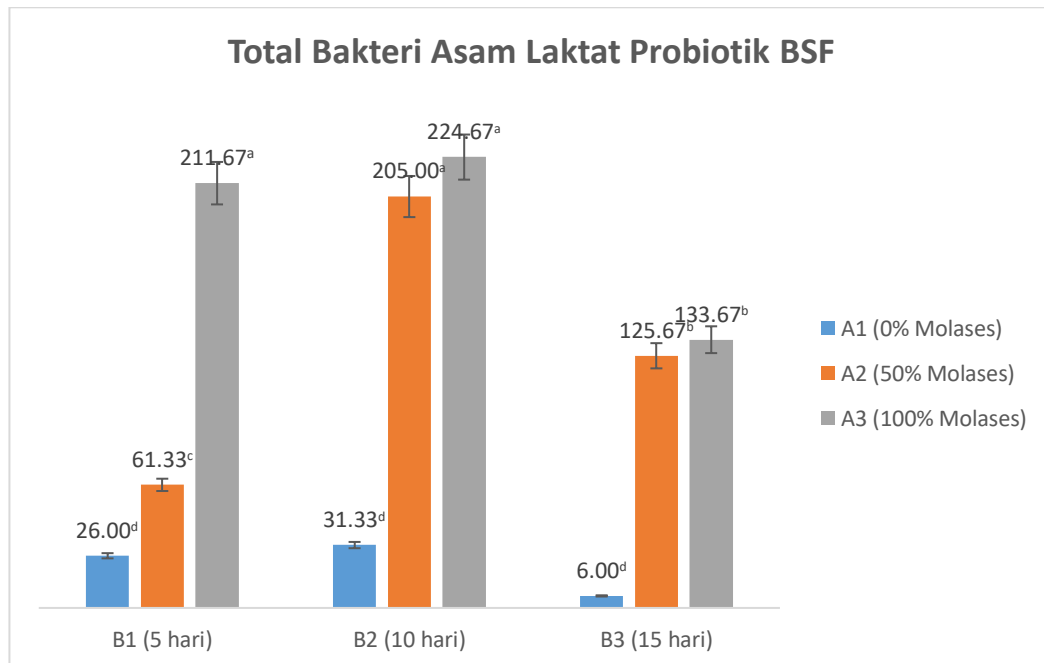
Homogenitas probiotik menunjukkan tingkat kestabilan fisik campuran probiotik (Patrignani *et al.*, 2016). Produk yang homogen menandakan interaksi kuat antara metabolit mikroba dan media. Molases berperan penting sebagai pengikat alami melalui kandungan gula, membantu mempertahankan kestabilan larutan probiotik. Pembentukan busa pada produk probiotik merupakan indikator aktivitas fermentasi dan produksi gas (CO₂) akibat metabolisme gula (Gomez Pliego *et al.*, 2025). Perlakuan dengan molases yang tinggi dan waktu inkubasi panjang menghasilkan busa yang lebih banyak dapat dilihat pada perlakuan A3B3 yaitu 3.13, yaitu lebih tinggi dari perlakuan lainnya yang menandakan aktivitas mikroba yang tinggi. Namun busa yang berlebihan dapat juga menandakan kontaminasi mikroba non-laktat. Pengaruh perbedaan molases dan lama inkubasi memberikan interaksi terhadap kualitas fisik probiotik larva BSF. Molases berfungsi sebagai sumber karbon utama untuk pertumbuhan mikroba, sementara lama inkubasi menentukan sejauh mana proses fermentasi berlangsung.

Pengaruh Perlakuan terhadap Total Bakteri Asam Laktat Probiotik Hasil Produksi Larva *Black Soldier Fly* (BSF)

Jumlah bakteri asam laktat (BAL) merupakan indikator penting dalam menilai keberhasilan fermentasi dan kualitas probiotik yang dihasilkan. BAL berperan dalam menghasilkan asam organik, enzim dan metabolit antimikroba yang dapat meningkatkan daya tahan probiotik terhadap patogen. Rataan total bakteri asam laktat (BAL) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rataan total bakteri asam laktat (CFU/ml) probiotik hasil produksi larva *Black Soldier Fly* (BSF) (Pengenceran 10⁻⁶)

Dosis Molases	Lama Inkubasi			Rataan
	B1 (5 hari)	B2 (10 hari)	B3 (15 hari)	
A1 (0% Molases)	26.00 ^d	31.33 ^d	6.00 ^d	21.11
A2 (50% Molases)	61.33 ^c	205.00 ^a	125.67 ^b	130.67
A3 (100% Molases)	211.67 ^a	224.67 ^a	133.67 ^b	190.00
Rataan	99.67	153.67	88.44	



Gambar 1. Total bakteri asam laktat

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa terjadi interaksi yang berbeda nyata ($P < 0.05$) antara dosis molases dengan lama inkubasi, juga pada masing-masing faktor yaitu dosis molases (faktor A) dan lama inkubasi (faktor B) menunjukkan pengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0.01$) terhadap nilai bakteri asam laktat (BAL) probiotik larva Black Soldier Fly (BSF). Hasil uji DMRT menunjukkan bahwa nilai bakteri asam laktat (BAL) probiotik larva BSF pada perlakuan A3B2 (100% molases dan 10 hari inkubasi) berbeda tidak nyata ($P > 0.05$) dengan perlakuan A3B1 (100% molases dan 5 hari inkubasi) dan A2B2 (50% molases dan 10 hari inkubasi), namun nyata lebih tinggi lebih tinggi ($P < 0.05$) dibandingkan dengan perlakuan A3B3 (100% molases dan 15 hari inkubasi), A2B3 (50% molases dan 15 hari inkubasi), A2B1 (50% molases dan 5 hari inkubasi), A1B2 (0% molases dan 10 hari inkubasi), A1B1 (0% molases dan 5 hari inkubasi) dan A1B3 (0% molases dan 15 hari inkubasi).

Tingginya total bakteri asam laktat pada perlakuan A3B2, A3B1 dan A2B2 yaitu 224.67 CFU/ml, 211.67 CFU/ml dan 205.00 CFU/ml dapat disebabkan oleh interaksi antara dosis molases dan lama inkubasi yang optimal. Adanya penambahan molases pada perlakuan memberikan peningkatan jumlah koloni bakteri asam laktat. Molases merupakan sumber karbon yang mampu mempercepat pertumbuhan dan aktivitas metabolic mikroba asam laktat. Sumber energi yang melimpah, bakteri asam laktat akan berkembang dengan

cepat, memperbanyak diri secara eksponensial dan mempertahankan aktivitasnya selama periode fermentasi yang Panjang. Beberapa genus BAL seperti *Lactobacillus*, *Enterococcus*, dan *Weissella* yang sering ditemukan pada larva BSF (Lin *et al.*, 2024) mampu beradaptasi dengan baik pada lingkungan yang kaya gula. BAL ini menunjukkan pola fermentasi homofermentatif, di mana sebagian besar energi diperoleh dari konversi glukosa menjadi asam laktat dengan efisiensi tinggi (Wang *et al.*, 2013). Selain itu, komunitas mikroba BSF yang kompleks juga mungkin mengandung bakteri pendukung seperti *Bacillus* spp. atau *Pediococcus* spp. yang mampu memproduksi senyawa metabolit sekunder seperti vitamin, peptida antimikroba, dan asam organik lainnya, sehingga memperkuat stabilitas ekosistem mikroba selama fermentasi (Chen *et al.*, 2022).

Rendahnya total bakteri asam laktat pada perlakuan A1B2, A1B1 dan A1B3 yaitu 31.33 CFU/ml, 26.00 CFU/ml dan 6.00 CFU/ml dapat disebabkan karena tidak adanya sumber karbon tambahn pada perlakuan tersebut. Bakteri pada kondisi tersebut hanya mengandalkan senyawa organik dari substrat dasar atau dari biomassa larva itu sendiri, yang mungkin mengandung protein dan lipid kompleks, tetapi tidak cukup efisien sebagai sumber energi untuk fermentasi. Sebaliknya, perlakuan dengan molases 50% dan 100% menciptakan lingkungan fermentasi yang kaya nutrisi, memungkinkan BAL tumbuh optimal dan berkompetisi secara efektif terhadap mikroba non-asam laktat (Wang *et al.*, 2021). Penambahan molases juga dapat meningkatkan ketersediaan nitrogen terlarut dan vitamin B kompleks yang terkandung di dalamnya, yang berperan sebagai kofaktor penting dalam aktivitas enzimatik BAL selama metabolisme (Chen *et al.*, 2022).

Lama inkubasi turut memberikan pengaruh signifikan terhadap dinamika pertumbuhan BAL. Pada hari ke-5 fermentasi, populasi BAL mulai meningkat pesat, menandakan fase eksponensial awal di mana mikroba memanfaatkan substrat karbon dengan efisien. Peningkatan tertinggi biasanya diamati hingga hari ke-10, yang merupakan titik optimum fermentasi dengan jumlah BAL maksimum. Setelah melewati fase ini (hari ke-15), total BAL cenderung menurun atau stabil. Penurunan populasi pada periode akhir fermentasi ini kemungkinan disebabkan oleh kehabisan substrat fermentabel, akumulasi asam organik yang tinggi, dan penurunan pH yang ekstrem, yang menciptakan tekanan lingkungan bagi BAL itu sendiri (Guerzoni *et al.*, 2013). Kondisi stres asam menyebabkan kerusakan membran sel, gangguan transpor ion, dan penurunan aktivitas enzim glikolisis, sehingga menghambat pembelahan sel dan menurunkan viabilitas BAL (Lin *et al.*, 2024).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan pada penelitian ini adalah perlakuan A2B2 (50% molases dan 10 hari inkubasi) memberikan hasil terbaik dari segi nilai sensori yang sesuai standar probiotik yaitu warna sebesar 3.23, aroma sebesar 1.30, endapan sebesar 3.37, kekentalan sebesar 2.60, kejernihan sebesar 3.40, homogenitas sebesar 1.53 dan busa sebesar 2.80, serta memiliki nilai total bakteri asam laktat yang tinggi yaitu 205×10^6 CFU/ml.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara yang telah memberikan dana penelitian skema penelitian dosen muda/pemula. Terimakasih diucapkan juga kepada anggota penelitian baik dosen maupun mahasiswa yang telah membantu melaksanakan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Acosta Piantini, E. M., Rodríguez-Díez, E., Chávarri, M., López-de-Armentia, I., Villarán, M. C., & Lombraña, J. I. (2023). Preparation of Hydrolyzed Sugarcane Molasses as a Low-Cost Medium for the Mass Production of Probiotic *Lactobacillus paracasei* ssp. *paracasei* F19. *Separations*, 10(1), 33. <https://doi.org/10.3390/separations10010033>
- Agma, A. R. (2025). Peran Probiotik dalam Meningkatkan Kesehatan Usus dan Produktivitas Ayam Petelur. *Jurnal Ilmu Peternakan dan Perikanan*, 1(1), 25-32.
- Amran, M., Haryadi, H., & Trisna, A. (2024). Pengaruh Media Berbeda Terhadap Produksi Ulat Kandang (*Alphitobius diaperinus*) Sebagai Pakan Sumber Protein Ternak Unggas. *Jurnal Peternakan Lokal*, 6(1), 44-52.
- Araujo, C. M., Albuquerque, T. M. R. de, Sampaio, K. B., Oliveira, J. N. de, Silva, J. Y. P. da, Lima, M. D. S., Nascimento, Y. M. do, Silva, E. F. da, Silva, M. da, Tavares, J., Souza, E. L. de, & Oliveira, M. E. G. de. (2024). Fermenting Acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) and Guava (*Psidium guajava* L.) Fruit Processing Co-Products with Probiotic *Lactobacilli* to Produce Novel Potentially Synbiotic Circular Ingredients. *Foods*, 13. <https://doi.org/10.3390/foods13091375>
- Ardilla, Y. A., Anggreini, K. W., Puri, T., & Rahmani, D. (2022). Peran Bakteri Asam Laktat Indigen Genus *Lactobacillus* Pada Fermentasi Buah Durian (*Durio zibethinus*) Sebagai Bahan Pembuatan Tempoyak. *Berkala Ilmiah Biologi*, 13(2), 42-52.
- Chen, X., Ma, Y., Khan, M. Z., Xiao, J., Alugongo, G. M., Li, S., ... & Cao, Z. (2022). A combination of lactic acid bacteria and molasses improves fermentation quality, chemical composition, physicochemical structure, in vitro degradability and rumen microbiota colonization of rice straw. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 900764.

- Fadillah F, Sujatmiko S. Kandungan Total Bakteri, Escherichia Coli, Dan Salmonella Sp. Pada Biokonversi Manure Layer Untuk Bahan Baku Konsentrat Kambing. *Jurnal Sains dan Teknologi Industri Peternakan*. 2024 Aug 24;4(2):44-52.
- Fifendy, M., Eldini, E., & Irdawati, I. (2013). *Pengaruh Pemanfaatan Molase Terhadap Jumlah Mikroba dan Ketebalan Nata Pada Teh Kombucha*. 1(1). <https://jurnal.fmipa.unila.ac.id/semirata/article/download/588/408>
- Gomez-Pliego, R., Raya, J., Ríos-Guerra, H., & Temis-Cortina, J. A. (2025). *Microbial Fermentation: From Food Tradition to Cutting-Edge Biotechnology*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.1012273>
- Guerzoni, M. E., Serrazanetti, D. I., Vernocchi, P., & Gianotti, A. (2013). *Physiology and Biochemistry of Sourdough Yeasts* (pp. 155–181). Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5425-0_6
- Hamet, M. F., Piermaria, J., Abraham, A. G., & Abraham, A. G. (2015). Selection of EPS-producing Lactobacillus strains isolated from kefir grains and rheological characterization of the fermented milks. *Lwt - Food Science and Technology*, 63(1), 129–135. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2015.03.097>
- Komalasari, H., Karni, I., Heldiyanti, R., Arianto, A. R., & Rahayu, E. S. (2024). Effect of Inoculation Time for Indigenous Probiotic Bacteria Lactobacillus plantarum DAD-13 on the Physiochemical and Organoleptic Properties of Yoghurt Drink. *JITIPARI (Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Industri Pangan UNISRI)*, 9(1), 67–78. <https://doi.org/10.33061/jitipari.v9i1.10121>
- Lin, S. W., & Shelomi, M. (2024). Black soldier fly (*Hermetia illucens*) microbiome and microbe interactions: a scoping review. *Animals*, 14(22), 3183.
- Lukman, M. R. A. A., & Kurniawati, E. (2025). Analisis Fisik, Mikroba, pH, dan Sensorik Es Krim Fungsional Probiotik dengan Kombinasi Ubi Jalar Ungu: Physical, Microbial, pH, and Sensory Analysis of Functional Probiotic Ice Cream with Purple Sweet Potato Combination. *JOFE: Journal of Food Engineering*, 4(2), 67-77.
- Nagarajan, M., Rajasekaran, B., & Venkatachalam, K. (2022). Microbial metabolites in fermented food products and their potential benefits. *International Food Research Journal*, 29(3), 466–486. <https://doi.org/10.47836/ifrj.29.3.01>
- Trisna, A., Amran, M., & Pratama, W. (2024). Pengaruh penambahan tepung maggot black soldier fly (*Hermetia illucens*) dalam ransum terhadap performa produksi puyuh petelur. *Agrivet: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian dan Peternakan (Journal of Agricultural Sciences and Veteriner)*, 12(2), 322-329.
- Patrignani, F., Serrazanetti, D. I., Mathara, J. M., Siroli, L., Gardini, F., Holzapfel, W. H., & Lanciotti, R. (2016). Use of homogenisation pressure to improve quality and functionality of probiotic fermented milks containing Lactobacillus rhamnosus BFE 5264. *International Journal of Dairy Technology*, 69(2), 262–271. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12251>

- Wang, Y., Jin, F., Sasaki, M., Wang, F., Jing, Z., & Goto, M. (2013). Selective Conversion of Glucose into Lactic Acid and Acetic Acid with Copper Oxide Under Hydrothermal Conditions. *Aiche Journal*, 59(6), 2096–2104. <https://doi.org/10.1002/AIC.13960>
- Wang, B., Wang, B., Wu, Q., Wu, Q., Xu, Y., & Sun, B. (2021). Multiple sugars promote microbial interactions in Chinese baijiu fermentation. *Lwt - Food Science and Technology*, 138, 110631. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2020.110631>
- Yanti, D. N., Syam, H., & Sukainah, A. (2024). Uji Efektivitas Bakteri Asam Laktat yang diisolasi dari Cairan Fermentasi Biji Kopi Robusta (*Coffea Canephora*) Sebagai Kandidat Probiotik. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 10(2), 205-222.
- Zambonelli, C., Chiavari, C., Benevelli, M., & Coloretti, F. (2002). Effects of Lactic Acid Bacteria Autolysis on Sensorial Characteristics of Fermented Foods. *Food Technology and Biotechnology*, 40(4), 347–351. <https://hrcak.srce.hr/file/263266>
- Zhang, Q. (2009). Determination of fermentation characteristics of three probiotics. *Science and Technology of Food Industry*. https://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-SPKJ200905051.html

Preferences of Beef Cattle Breeders in Indonesia

Josua Sahala¹, Yusuf Leonard Henuk^{2*}

¹Faculty of Agriculture, Science, and Health. University of Timor

²Faculty of Agriculture, University of Nusa Lontar

Email: profesorhenuk@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui preferensi peternak terhadap jenis sapi potong di peternakan rakyat di Indonesia. Penelitian ini dilakukan di tiga kecamatan di Kabupaten Karanganyar, Provinsi Jawa Tengah, Indonesia. Metode penentuan lokasi penelitian menggunakan metode Location Quotation (LQ). Materi yang digunakan adalah peternak sapi potong di lokasi penelitian terpilih. Dipilih tiga besar nilai LQ tertinggi yaitu Kecamatan Jenawi, Jatiyoso dan Mojogedang yang kemudian diambil dari dua desa dengan dua besar populasi sapi potong terbanyak. Peternak sapi potong sebagai responden dengan jumlah 80 orang dan penggunaan kuesioner agar memberikan informasi yang akurat. Metode yang digunakan adalah survei dengan pengamatan langsung di lapangan. Pengambilan sampel peternak dilakukan dengan metode purposive yaitu peternak yang memiliki minimal 2 ekor sapi dan telah memiliki pengalaman beternak lebih dari 1 tahun dipilih. Hasil penelitian menunjukkan bahwa umur peternak meliputi usia produktif 18-55 tahun (56,25%), Jumlah Anggota Keluarga berkisar 1-5 orang (93,75%), Pendidikan sebagian besar Sekolah Dasar (62,5%), Pekerjaan sebagai peternak (68,75%) dan Pengalaman Ternak sebagian besar di atas 15 tahun (90%). Preferensi peternak terhadap bangsa sapi potong meliputi sapi Simmental (52,5%), jenis kelamin sapi jantan (56,25%), umur sapi 1,5-3 tahun (52,5%), warna kulit putih keabu-abuan (48,75%) dan bobot badan besar berkisar di atas 400 kg (51,25%). Simpulan, preferensi peternak dapat memelihara sapi potongnya sebagai penggemukan dan pembibitan.

Kata kunci: Petani, Preferensi petani, Sapi potong, Jawa Tengah, Indonesia

Abstract

This study aims to determine the preferences of livestock breeders towards beef cattle breeds in community farms in Indonesia. This study was conducted in three districts in the Karanganyar Regency, Central Java Province, Indonesia. The method for determining the location of the study used the Location Quotient (LQ) method. The material used was beef cattle breeders at the selected research location. The top three highest LQ values were selected, namely the district of Jenawi, Jatiyoso and Mojogedang, which were then taken from two villages with the top two largest beef cattle populations. The beef cattle farmers as respondents with a total of 80 people and the use of questionnaires to provide accurate information. The method used was a survey with direct observation in the field. Sampling of farmers was carried out using the purposive method, namely farmers who had at least 2 cows and had more than 1 year of livestock farming experience were selected. The results of the study showed that the age of farmers included productive 18-55 years (56.25%), Number of Family Members ranged from 1-5 people (93.75%), Education was mostly in Elementary School (62.5%), Work as farmer (68.75%) and Livestock Experience was mostly above 15 years (90%). The preference of farmers for beef cattle breeds includes Simmental cattle (52.5%), male cattle gender (56.25%), cattle age 1.5-3 years (52.5%), grayish white skin color (48.75%) and large body weight ranging above 400 kg (51.25%). In conclusion, the preferences of farmers can raise their beef cattle as fattening and breeding.

Keywords: Farmers, Farmer preferences, Beef cattle, Central Java, Indonesia

INTRODUCTION

Beef cattle are the main source of meat production to meet the community's demand for protein source from meat in all over the world, including Indonesia. The types of breeds of beef cattle currently available on people's farms are very diverse, so the handling of beef cattle is also different. Farmers who are used to raising cattle with good management will be able to cultivate beef cattle optimally (Alif, 2017). Many studies have reported that farmer characteristics that can be reviewed are age, number of family members, education, occupation and farming experience. Another important thing that is the key to success in the beef cattle business is the breeder's preference for the breed of cattle, gender of the cattle, age of the cattle, skin colour and body weight of the cattle to be kept (Romjali, 2018). Therefore, this research aims to provide information regarding breeders' preferences for beef cattle breeds so that it can provide information for other breeders in increasing the production of beef cattle businesses in Karanganyer Regency, the Province of Central Java in Indonesia.

METHODS

This research was carried out in three sub-districts, Karanganyer Regency, Central Java Province, Indonesia. The method for determining research locations uses the Location Quotient (LQ) method to analyze the condition of an area, whether the area is a base or non-base sector. Beef cattle breeders as respondents with a total of 80 people and a questionnaire was used to provide accurate information. The characteristics of breeders that are variables in this research are age, number of family members, education, occupation, and farming experience. The preferences of beef cattle breeders include the type of beef cattle, gender of the cattle, age of the cattle, skin colour and body weight. Data collection was carried out by interview using a questionnaire. The data obtained was analyzed descriptively (Sahala *et al.*, 2016).

RESULTS AND DISCUSSION

The main results of this study are presented in Table 1 and 2.

Table 1. Characteristic of Cattle Farmers in Karanganyer Regency, Province of Central Java, Indonesia

Characteristic	Total	Percentage (%)
Age (year)		
18-55	45	56,25
>55	35	43,75
Total	80	100

Characteristic	Total	Percentage (%)
Total Family Member		
1-5	75	93,75
5-10	5	6,25
>10	0	0
Total	80	100
Level of Education		
No Formal Education	1	1,25
Primary School	50	62,5
Junior High School	16	20
Senior High School	11	13,75
University	2	2,5
Total	80	100
Jobs		
Cattle Farmers	55	68,75
Non-Cattle Farmers	25	31,25
Total	80	100
Experiences of keeping cattle		
<5	1	1,25
6-15	7	8,75
>15 Years	72	90
Total	80	100

Age of Cattle Breeders

The results of the research show that the average age of beef cattle breeders in Karanganyar Regency, Central Java Province is 18-55 years (56.25%) and above 55 years (43.75%). This shows that there are 45 breeders of beef cattle breeders in Karanganyar Regency, Central Java Province, Indonesia, while there are 35 breeders who are not productive over 55 years of age. This shows that the breeder's physical abilities and mindset are still capable of carrying out cattle rearing activities starting from searching for forage, giving feed and water to the cattle and cleaning the pen. This is in line with the statement from Kusumastuti *et al.* (2023) that productive age can support innovation and development of cattle farming businesses.

Number of Family Members

The results of the research show that the number of family members owned by breeders is at most around 1-5 people (93.75%) with 75 breeders, the rest ranges from 5-10 people (6.25%) with 5 breeders and there are no family members of the breeders. whose number is above 10 people (Table 1). Almost all breeders have family members ranging from 1-5 people who will have an influence on the workforce for raising beef cattle. This is in accordance with the statement from Aditya *et al.* (2022) that families that have a large number of family members are due to having many children, in this case children who have

reached productive age have the ability to work in other sectors which contributes to the welfare of the family and also has an impact. to the number of cattle kept.

Education of Cattle Breeders

The results of the research show that the highest level of education among livestock breeders is elementary school (62.5%), while the education levels of breeders who have no school, junior high school, high school and college are 1.25%, 20%, 13.75% respectively. and 2.5%. A low level of farmer education will result in less than optimal business management. Farmers with low education will find it difficult to adapt to technological advances in maintenance systems and feed technology management. This in accordance with Makatita (2021), who reported that the higher the education obtained by breeders, the higher the attitude of breeders in using zootechnical sapta business in raising livestock.

Work of Cattle Breeders

The results of the research show that on average 55 breeders work as farmers (68.75%), and the remainder work other than farmers, namely civil servants, private sector, self-employed, traders and laborers (31.25%) with 25 breeders. According Dewi and Wahyuningsih (2023), work in the livestock sector requires good physical strength, mental abilities and adequate skills when compared to formal educational abilities.

Breeding Experience

The results of the research show that the majority of breeders have farming experience of more than 15 years (90%) as many as 72 breeders, the remainder have experience ranging from 6-15 years (8.75%) as many as 7 breeders, under 5 years (1.25%) as many 1 person (Table 1). Breeding experience will have a significant influence on the beef cattle business that is run, starting from the type of good feed, health care for cows and occasional cleanliness. According to Sahala *et al.* (2016), farming experience is closely related to decision making in the production process.

Table 2. Preferences of Cattle Farmer on Cattle in Karanganyar Regency, Province of Central Java, Indonesia

Description	Total Cattle Farmers	Percentage (%)
Type of cattle		
PO	31	38,75
Simmental	42	52,5
Limousin	3	3,75
Bali	0	0
Simpo	4	5
Total	80	100

Description	Total Cattle Farmers	Percentage (%)
Sex of Cattle		
Male	45	56,25
Female	35	43,75
Total	80	100
Age of Cattle (year)		
< 1,5	38	47,5
1,5–3	42	52,5
>3	0	0
Total	80	100
Skin Color		
Grayish White	39	48,75
Golden Brownish Yellow	37	46,25
Golden red	4	5
Black	0	0
Total	80	100
Body Weight (kg) Small		
Small (<250kg)	15	18,75
Medium (250–400kg)	24	30
Large (>400 Kg)	41	51,25
Total	80	100

Type of Cattle

The results of this research (Table 2) show that the breeders' preference for the type of cattle that they prefer is mostly simmental cattle, as many as 42 breeders (52.5%) while the remaining PO cattle are 31 breeders (38.75%), Simpo and Limousin cattle are also kept. However, the number of cattle is small, namely Simpo cattle as many as 4 breeders (5%), Limousin cattle as many as 3 breeders (3.75%) and none of the breeders give preference to Bali cattle. The types of cattle in people's farms vary. but according to Pangaribuan et al. (2019), the criteria for selecting cattle based on origin, price, age and weight and size that are suitable for rearing by breeders are simmental cattle, limousin and PO.

Sex of Cattle

The results of the research showed that the breeders' preference for the gender of the cow was mostly for male cattle, as many as 45 breeders (56.25%) while for female cattle, there were 35 breeders (43.75%). The bulls kept by breeders usually come from animal markets and from calves from mother cows that have given birth. Male cattle in rearing are much more profitable when sold because the price is quite expensive, while female cattle are kept by breeders to obtain calves from artificial insemination or natural mating. Female cattle are usually used for breeding purposes while male cattle are used for fattening beef cattle. Bulls that are suitable for fattening are SimPO bulls (Sahala *et*

al., 2016), PO bulls (Rusdiana *et al.*, 2016), Simmental cows (Alif, 2017) while female cattle are suitable for use in business. breeding, namely Parent PO Cows (Romjali, 2018).

Cattle Age

The results of the research showed that breeders predominantly kept beef cattle aged 1.5 years -3 years, as many as 42 breeders (52.5%). The remaining respondents, 38 breeders (47.5) preferred cattle aged under 1.5 years, while none of the breeders preferred cattle aged more than 3 years to be kept. Farmers know the age of cattle through ear numbering carried out by the livestock service in Karanganyar Regency. This makes it easier for farmers to buy male feeder cattle to be kept in fattening businesses and female calves as broodstock. According to Ningsih *et al.*(2017), the age of the cow significantly influences the selling price.

Skin Color

The results of the research showed that 39 breeders (48.75%) most liked the grayish white color of cow skin. The remaining breeders preferred golden brown cattle as many as 37 breeders (46.25%) and golden red cows as many as 4 breeders (5%). None of the breeders chose black cattle. This is because people think that grayish white cows, golden brown cows and golden cows are more attractive to the naked eye, clean for consumption, and less complicated to maintain, while black cows are considered dirty and there is less interest in buying them. by the community at the animal market in Karanganyar Regency. Black cattle are not suitable for keeping at the research location, not only because of the lack of demand from the community but also because of the difficulty of adapting cattle to quite hot environmental conditions. Suitable cattle to be kept at the research location are grayish white cattle, golden brown cattle and golden red cattle (Dhita *et al.*, 2017).

Cattle Body Weight

Table 2 shows that breeders' preferences for cattle body weight are dominated by cattle with large body weights ranging above 400 kg, as many as 41 breeders (51.25%). The remainder with body weights of medium cattle ranging from 250–400 kg were 24 breeders (30%) and body weights of small cattle under 250 kg were 15 breeders (18.75%). According to Pratama *et al.* (2018), cattle that have a large, long, dense and compact body shape are suitable for keeping in areas that are relatively not hot. Breeders prefer to keep Simmental, PO and SimPO cattle because they are given good quality feed and the daily weight growth is quite good.

Conclusions

The characteristics seen in this study include the age of the breeder, including productive, 18-55 years (56.25%), the number of family members ranges from 1-5 people (93.75%), the highest level of education is elementary school (62.5%), Occupation as a farmer (68.75%) and farming experience are mostly over 15 years (90%). Breeders' preferences for beef cattle breeds include simmental cattle (52.5%), gender of bulls (56.25%), cow age 1.5 years - 3 years (52.5%), skin color grayish white (48.75%) and large body weights ranged above 400 kg (51.25%). Cattle breeder characteristics need to be improved and breeder preferences can be used as a reference in raising beef cattle for use as fattening and breeding.

REFERENCES

- Adhitya, B., Prabawa, A., & Kencana, H. (2022). *Analisis Pengaruh Pendidikan, Kesehatan, Sanitasi dan Rata-Rata Jumlah Anggota Keluarga Per Rumah Tangga terhadap Kemiskinan di Indonesia. Ekonomis: Journal of Economics and Business*, 6(1), 288-295.
- Alif, S. M. (2017). *Kiat Sukses Penggemukan Sapi Potong*. Bio Genesis.
- Dhita, N.T., Hamdani M.D.I., & Adhianto, K. (2017). *Karakteristik Kualitatif dan Kuantitatif Sapi Peranakan Ongol dan Sapi Simpo Jantan pada Gigi Seri Berganti 2 di Kecamatan Terbanggi Besar, Kabupaten Lampung Tengah. Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan*, 1(2), 28-32.
- Dewi, S. N., dan Wahyuningsih, A. S. (2023). *Unsafe Action pada Peternak Sapi di Kelompok Tani Ternak. Journal of Public Health Research and Development*, 7(2), 164-174.
- Kusumastuti, T. A., Widiati, R., Syahlani, S. P., Muzayannah, M.A.U., Wankar, T.J., & Triatmojo, A. (2023). *Economic Value and Utilization of social media in Fertilizer Sales in Taruna Mandiri Ngemplak Sleman, Yogyakarta. Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 18(2), 111-119.
- Makatita, J. (2021). *Pengaruh Karakteristik Peternak Terhadap Perilaku Dalam Usaha Peternakan Sapi Potong Di Kabupaten Buru. Jago Tolis: Jurnal Agrokompleks Tolis*, 1(2), 51-54.
- Ningsih, U. W., Hartono, B., & Nugroho, E. (2017). *Analisis pemasaran sapi potong melalui analisis margin, transmisi harga, struktur pemasaran, perilaku pemasaran dan kinerja pemasaran. Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*. 27(1), 1-11.
- Pangaribuan, A. P. W. G. R., Mustika, W. P., & Wanto, A. (2019). *Pemilihan Jenis Sapi bagi Peternak Sapi Potong dengan Metode SMART. Algoritma: Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika*, 3(1), 30-37.
- Pratama, J.W.A., Sari, D.A.K., & Sigit M. (2018). *Pengaruh Beberapa Metode Thawing*

Terhadap Kualitas Semen Beku Sapi Simmental. Jurnal Ilmiah Fillia Cendekia, 3(2), 39-45.

Romjali, E. (2018). *Program pembibitan sapi potong lokal Indonesia. Wartazoa, 28(4), 190-210.*

Rusdiana, S., Adiati, U., & Hutasoit, R. (2016). *Analisis ekonomi usaha ternak sapi potong berbasis agroekosistem di Indonesia. Agriekonomika, 5(2), 137-149.*

Sahala, J., Widiati, R., & Baliarti, E. (2016). *Analisis kelayakan finansial usaha penggemukan sapi simmental peranakan ongole dan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap jumlah kepemilikan pada peternakan rakyat di Kabupaten Karanganyar. Buletin Peternakan, 40(1), 74-81.*

Tingkat Kontaminasi dan Resistensi Antibiotik *Staphylococcus aureus* pada Susu dari Peternakan Kambing Perah Tradisional di Kabupaten Langkat Sumatera Utara

Shinta Mutia Rambe Manalu^{1,4}, Lisnawita^{2*}, Nevy Diana Hanafi³, Luthfi Aziz Mahmud Siregar⁵

^{1,5}Program Doktoral, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara

²Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara

³Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara

⁴Balai Veteriner Medan, Kementerian Pertanian

Email: lisnawita@usu.ac.id

Abstrak

Mastitis merupakan salah satu penyakit utama pada ruminansia penghasil susu tinggi yang menyebabkan penurunan produksi dan kerugian ekonomi signifikan bagi peternak. *Staphylococcus aureus* diketahui sebagai patogen utama penyebab mastitis klinis maupun subklinis pada kambing. Kajian mengenai resistensi antimikroba (*Antimicrobial Resistance* / AMR) pada isolat *S. aureus* dari susu kambing di Indonesia masih terbatas, dan belum pernah dilaporkan di Provinsi Sumatera Utara. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi serta mengevaluasi tingkat resistensi antimikroba *S. aureus* yang berasal dari susu kambing penderita mastitis subklinis di peternakan tradisional Kabupaten Langkat. Penelitian dilakukan secara eksploratif laboratorik dengan sampel susu yang positif *California Mastitis Test* (CMT). Isolasi bakteri dilakukan pada media *Blood Agar Plate* (BAP), *Mannitol Salt Agar* (MSA), dan *Baird Parker Agar* (BPA), diikuti uji koagulase dan katalase untuk identifikasi. Uji resistensi antibiotik dilakukan menggunakan metode difusi cakram Kirby–Bauer terhadap amoksisilin, penisilin G, dan tetrasiklin. Dari 31 sampel susu yang dianalisis, diperoleh 15 isolat *S. aureus* dengan tingkat resistensi masing-masing 67%, 80%, dan 13%. Hasil ini menunjukkan tingginya tingkat resistensi *S. aureus* terhadap antibiotik tertentu sehingga diperlukan pengawasan penggunaan antimikroba, penerapan biosekuriti, serta edukasi kepada peternak untuk menekan penyebaran bakteri resisten dan risiko kesehatan masyarakat di masa mendatang.

Kata kunci: *Staphylococcus aureus*, Mastitis subklinis, Susu kambing, Peternak tradisional, Sumatera Utara

Abstract

Mastitis is one of the major diseases affecting high-producing ruminants, leading to decreased milk yield and significant economic losses for farmers. *Staphylococcus aureus* is recognized as the predominant pathogen responsible for both clinical and subclinical mastitis in goats. Research on antimicrobial resistance (AMR) of *S. aureus* isolated from goat milk in Indonesia remains limited, and no such studies have been reported in North Sumatra Province. This study aimed to isolate and evaluate the antimicrobial resistance patterns of *S. aureus* obtained from subclinical mastitic goat milk in traditional dairy farms in Langkat Regency. An exploratory laboratory study was conducted using milk samples that tested positive for subclinical mastitis based on the *California Mastitis Test* (CMT). Bacterial isolation was performed on *Blood Agar Plate* (BAP), *Mannitol Salt Agar* (MSA), and *Baird-Parker Agar* (BPA), followed by coagulase and catalase tests for bacterial identification. Antimicrobial susceptibility testing was conducted using the Kirby–Bauer disk diffusion method against amoxicillin, penicillin G, and tetracycline. Of the 31 milk samples analyzed, 15 *S. aureus* isolates were identified, showing resistance rates of 67%, 80%, and 13%, respectively. These findings indicate a high level of antibiotic resistance among *S. aureus* isolates, highlighting the need for prudent antimicrobial use, strict biosecurity measures, and farmer education to reduce the spread of resistant bacteria and potential public health risks in the future.

Keywords: *Staphylococcus aureus*, Subclinical mastitis, Goat milk, Traditional farmer, North Sumatra

PENDAHULUAN

Ruminansia dengan produksi susu yang tinggi seringkali mengalami infeksi pada ambing atau mastitis yang kemudian menyebabkan kerugian signifikan pada peternak. Kerugian ini disebabkan oleh biaya pengobatan ternak dan penurunan produksi susu (Ali *et al.*, 2021). Pada kambing, mastitis umumnya terjadi tanpa disertai dengan gejala (subklinis) sehingga menyulitkan peternak dan petugas kesehatan hewan untuk mendiagnosa penyakit ini pada tahap awal. Penyebab utama mastitis pada kambing adalah infeksi bakteri, namun tidak semua jenis bakteri dapat menyebabkan mastitis. Mikroorganisme penyebab mastitis secara umum terbagi atas 2 kategori berdasarkan sumber dan rute transmisinya, yaitu bakteri menular dan bakteri lingkungan (Aliyi, 2023; Tong *et al.*, 2025). Di antara 100 jenis mikroorganisme yang ditemukan terdapat pada ambing, *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri yang paling sering menyebabkan mastitis klinis maupun subklinis pada kambing. *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri yang menyebabkan 90% kasus mastitis pada ternak perah dan 35% kasus kerugian ekonomi di industri peternakan (Aswin, *et al.*, 2020; Kitila *et al.*, 2021).

Staphylococcus aureus merupakan bakteri fakultatif anaerob Gram-negatif dan merupakan salah satu patogen penting yang menjadi salah satu standar acuan kontaminasi bakteri pada susu dalam hal menjamin keamanan pangan berupa susu menurut Standar Nasional Indonesia. Kontaminasi sejumlah *Staphylococcus aureus* pada susu dapat menyebabkan peningkatan kadar toksin staphylococcus pada susu, toksin ini resisten terhadap proses pasteurisasi dan pendidihan. Ditemukannya *Staphylococcus aureus* dalam produk bahan pangan asal ternak dapat mencerminkan tingkat kesehatan ambing dan sanitasi peternakan (BSN, 2015; Nisa *et al.*, 2019; Praja *et al.*, 2024).

Cara paling efektif untuk mengatasi infeksi mastitis akibat bakteri ini hanya dengan penggunaan antibiotik, namun penggunaan antibiotik secara tidak bertanggungjawab akan berisiko menyebabkan resistensi bakteri terhadap antibiotik tersebut. Resistensi bakteri terhadap antibiotik dapat membahayakan ternak dan juga manusia sebagai konsumen bahan pangan asal hewan. Fenomena ini diperkuat dengan laporan dari WHO tahun 2021 yang melaporkan terjadinya peningkatan *antimicrobial resistance* (AMR) pada manusia dan hewan serta adanya prediksi oleh para ahli bahwa di tahun 2050 akan terdapat 10 juta kematian per tahun secara global akibat AMR (Yosyana *et al.*, 2025).

Meskipun terdapat petunjuk untuk menghindari terjadinya AMR pada produk hewan, namun pelaksanaannya masih sangat minim di lapangan. Hal ini dibuktikan dengan

ditemukannya beberapa fenomena AMR pada susu sapi oleh beberapa peneliti sebelumnya. Kajian terkait AMR pada susu kambing di Indonesia masih sangat minim. Secara regional di Provinsi Sumatera Utara, kajian ini belum pernah dilakukan sebelumnya meskipun Provinsi Sumatera Utara, khususnya Kabupaten Langkat, diketahui memiliki potensi pengembangan kambing yang sangat potensial menurut BPS pada tahun 2024. Untuk itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi bakteri *Staphylococcus aureus* pada susu kambing dari peternakan tradisional di Provinsi Sumatera Utara. Penelitian ini juga akan mengevaluasi tingkat resistensi antimikrobal dari bakteri *Staphylococcus aureus* pada beberapa jenis antibiotik yang sering digunakan untuk pengobatan penyakit kambing di Kabupaten Langkat Provinsi Sumatera Utara.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksploratif laboratorik dengan jumlah sampel lapangan sebanyak 31 sampel susu kambing segar yang terinfeksi mastitis subklinis dari peternakan kambing perah tradisional di Kabupaten Langkat yang menunjukkan hasil positif *California Mastitis Test* (CMT). Seluruh kambing yang diambil susunya untuk penelitian ini tidak menunjukkan gejala klinis infeksi mastitis seperti demam, tidak nafsu makan, maupun bengkak, kemerahan dan nyeri pada ambung. Sebanyak 10 ml susu dengan hasil uji positif tersebut kemudian ditampung dalam tabung sampel steril dan disimpan dalam *ice box* berisi *ice gel* (Purnamasari *et al.*, 2023). Pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Kesehatan Masyarakat Veteriner Balai Veteriner Medan.

Sampel susu dengan hasil positif pada uji CMT sebanyak 5 cc selanjutnya ditambah dengan 25 ml Buffer Peptone Water (BPW) dan diinkubasi 37°C selama 24 jam. Kultur isolat yang diperoleh akan dilanjutkan pada Media *Blood Agar Plate* (BAP), *Mannitol Sugar Agar* (MSA) dan *Baird Parker Agar* (BPA) yang disertai dengan inkubasi pada suhu 37°C selama 24-48 jam. Koloni bakteri yang tumbuh diamati untuk identifikasi morfologi koloni bakteri (Artdita, *et al.*, 2020). Tahapan uji biokimia yang dilakukan pada penelitian ini mengacu pada SNI 2897 Tahun 2008 tentang metode pengujian cemaran mikroba dalam daging, telur dan susu, serta hasil olahannya.

Koloni bakteri yang diduga *Staphylococcus aureus* diambil secara aseptis menggunakan ose kemudian diletakkan secara merata di atas *object glass* dan difiksasi dengan bunsen. Preparat yang telah difiksasi ditetesi dengan 2-3 tetes kristal violet dan didiamkan selama 1-2 menit. Kemudian Preparat dibilas dengan air mengalir dan ditetesi larutan lugol lalu dibiarkan selama 1 menit. Preparat dibilas dengan air mengalir kemudian

dikeringkan. Selanjutnya preparat ditetesi dengan alkohol 96%, didiamkan 30 detik kemudian dibilas dengan air mengalir. Preparat ditetaskan dengan zat warna safranin, dibiarkan selama 2 menit lalu dibilas dengan air mengalir dan dibiarkan kering. Preparat diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 100x dan memakai minyak emersi (BSN, 2015).

Koloni yang diduga *Staphylococcus aureus* diambil dengan menggunakan ose steril kemudian dioleskan pada *object glass*, ditambahkan 1 tetes hidrogen peroksida 3% diatas preparat tersebut dan diamati pembentukan buih/gelembung. Jika terbentuk gelembung maka dinyatakan sebagai hasil reaksi positif, jika tidak terbentuk gelembung maka dinyatakan sebagai hasil reaksi negatif (BSN, 2015).

Metode uji ini dilakukan dengan cara mengambil isolat bakteri menggunakan ose steril kemudian dimasukkan dalam 1 ml Nutrient Broth lalu diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Kemudian dimasukkan 1 ml plasma kelinci ke dalam tabung tersebut dengan menggunakan spuit kemudian diinkubasi selama 4 jam pertama untuk melihat hasilnya, bila masih belum menunjukkan koagulasi positif inkubasi dilanjutkan sampai 24 jam. Reaksi positif pada uji koagulasi ditunjukkan dengan adanya gumpalan seperti gel dalam tabung, dan reaksi negatif apabila tidak terdapat gumpalan menyerupai gel pada tabung (BSN, 2015).

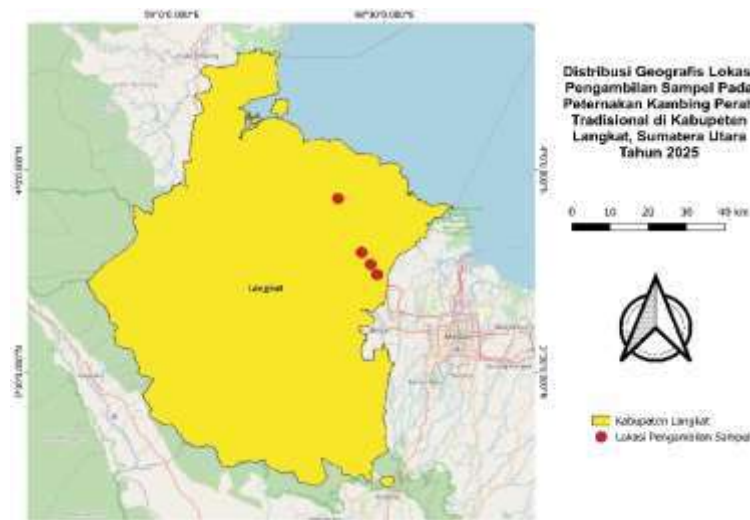
Berdasarkan data iSIKHNAS 2024, terdapat 3 jenis antibiotik yang umumnya digunakan untuk pengobatan penyakit pada kambing yaitu penisilin, tetrasiklin, dan amoksisilin. Oleh sebab itu maka antibiotik yang diujikan terhadap *Staphylococcus aureus* dalam penelitian ini adalah penisilin G 10 IU (CT0043B, Oxoid), tetrasiklin 30 µg (CT0054B, Oxoid) dan amoksisilin 25 µg (CT0061B, Oxoid). Standar uji susceptibilitas antibiotik digunakan pada penelitian ini mengacu pada metode Kirby-Bauer pada panduan yang terdapat pada *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI, 2020).

Uji resistensi antibiotik dengan metode difusi cakram Kirby-Bauer dilakukan dengan membuat suspensi koloni bakteri dan kekeruhannya disesuaikan dengan standar 0,5 Mc Farland yang setara dengan 1×10^8 CFU/ml. Kemudian diambil *cotton swab* steril kemudian dicelupkan pada suspensi bakteri lalu dioleskan pada media *Mueller Hinton Agar* (MHA). Media didiamkan selama 30 menit, setelah itu cakram antibiotik diambil menggunakan pinset steril lalu diletakkan di permukaan media, kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Diameter zona hambat yang terbentuk diukur menggunakan jangka sorong dalam satuan milimeter. Masing-masing hasil dari zona

hambat dibandingkan sesuai standar CLSI. Jika antibiotik yang diuji tidak terdapat dalam dokumen standar CLSI, maka zona hambat yang dihasilkan akan diinterpretasikan dengan keterangan pada kit cakram antibiotik yang digunakan tersebut (Permatasari *et al.*, 2022).

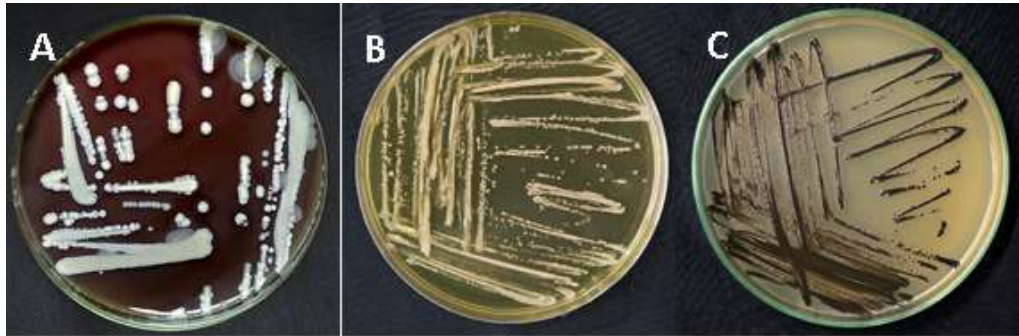
HASIL DAN PEMBAHASAN

Diperoleh 15 isolat *Staphylococcus aureus* dan dari total 31 sampel susu kambing segar terinfeksi mastitis subklinis berdasarkan uji CMT dikoleksi dari peternakan kambing perah tradisional di Kabupaten Langkat di Provinsi Sumatera Utara. Lokasi pengambilan sampel terdiri dari 4 peternakan yang masih aktif mensuplai kebutuhan susu untuk Kabupaten Langkat dan sekitarnya (Gambar 1). Populasi kambing pada peternakan bervariasi antara 20-140 ekor per peternakan, merupakan peternakan *backyard* dengan sistem pemeliharaan intensif.



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan sampel susu dari peternakan kambing tradisional di Kabupaten Langkat, Sumatera Utara

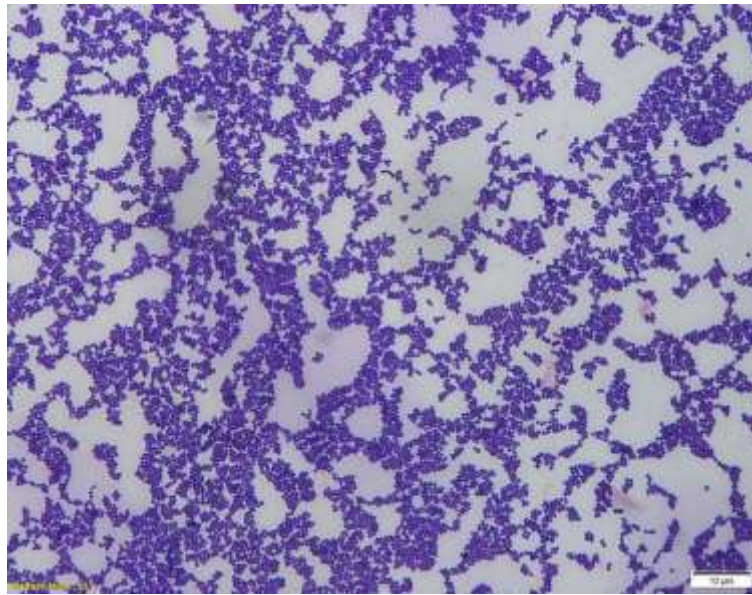
Koloni *Staphylococcus aureus* menunjukkan morfologi yang khas pada media agar (Gambar 2). Hasil kultur pada media agar menunjukkan koloni bakteri yang bundar, cembung dengan tepi rata dan halus. Pada media MSA, terlihat adanya pertumbuhan koloni yang berhasil mengubah warna media MSA yang awalnya berwarna merah menjadi berwarna kuning. Pada media BPA terlihat pertumbuhan koloni bakteri berwarna kehitaman. Hasil serupa juga dilaporkan oleh peneliti sebelumnya yang mengindikasikan koloni bakteri yang tumbuh adalah koloni *Staphylococcus aureus* (Budiarso *et al.*, 2019; Salwa & Sharma, 2023; Fayisa & Tuli, 2024).



Gambar 2. Hasil isolasi bakteri *Staphylococcus aureus*. Keterangan: A = Hasil kultur *Staphylococcus aureus* pada media BAP; B = Hasil kultur *Staphylococcus aureus* pada media MSA; C= Hasil kultur *Staphylococcus aureus* pada media BPA

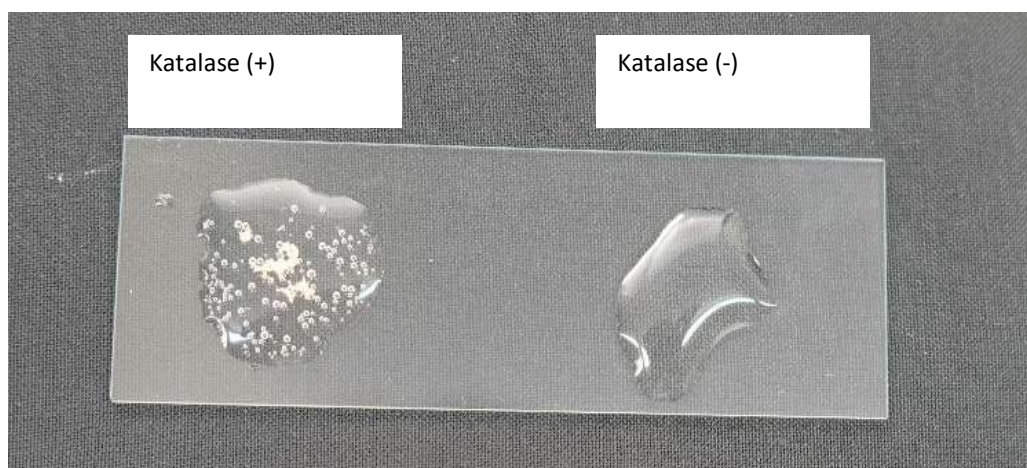
Perubahan warna pada media MSA disebabkan oleh *Staphylococcus aureus* menghasilkan senyawa lipokrom yang membuat koloninya berwarna kuning. Zona kuning yang terbentuk di sekitar koloni *Staphylococcus aureus* disebabkan oleh kemampuan untuk memfermentasi mannitol dan memproduksi senyawa fenol dan merubah pH menjadi asam yang kemudian mengubah warna media dari merah menjadi kuning (Fayisa & Tuli, 2024). Munculnya koloni berwarna hitam pada media BPA disebabkan karena bakteri ini menghasilkan enzim lipase yang terdiri dari senyawa *glycerol-ester-hydrolase* yang mampu melisiskan lemak dari *egg yolk tellurite* yang ditambahkan pada media (Juwita *et al.*, 2022).

Hasil pewarnaan Gram menunjukkan morfologi bakteri yang tumbuh pada media agar diduga adalah *Staphylococcus aureus* (Gambar 2). Penelitian oleh Ariyadi *et al.* (2023) dan Touaitia *et al.* (2025) yang menyatakan bahwa koloni bakteri *Staphylococcus aureus* pada pewarnaan Gram menunjukkan morfologi bakteri Gram positif berwarna ungu yang berbentuk coccus dan berkelompok membentuk susunan seperti anggur. Warna ungu pada koloni bakteri Gram positif disebabkan karena koloni bakteri memiliki dinding sel yang terdiri dari peptidoglikan yang lebih tebal dibanding bakteri Gram negatif. Ketebalan peptidoglikan pada bakteri Gram positif adalah 20-80 nm sedangkan pada bakteri Gram negatif adalah 2-3 nm dan ditutupi membran lemak lapis ganda di bagian luarnya (Touaitia *et al.*, 2025).



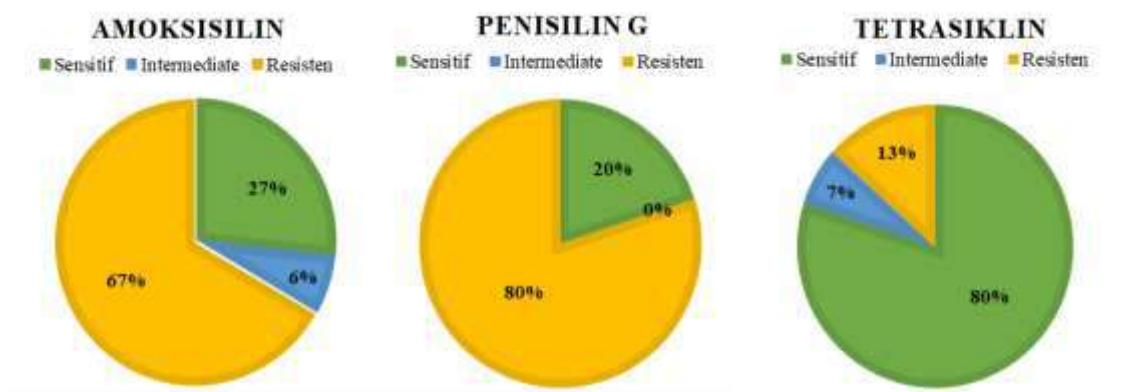
Gambar 2. Hasil uji pewarnaan Gram Koloni bakteri *Staphylococcus aureus* sampel susu dari peternakan kambing tradisional di Kabupaten Langkat, Sumatera Utara. Pembesaran 100x

Uji katalase menunjukkan hasil positif untuk seluruh sampel yang diuji (Gambar 3). Hal ini memperkuat hasil identifikasi awal bakteri *Staphylococcus aureus* pada sampel yang diuji. *Staphylococcus aureus* bersifat katalase positif karena bakteri ini mensekresikan enzim katalase yang akan mengkatalisa penguraian hidrogen peroksida (H_2O_2) menjadi senyawa H_2O dan O_2 . Enzim katalase terbentuk dalam kondisi anaerob sehingga memungkinkan bakteri untuk bertahan dalam kondisi intra- dan ekstra selular (Fayisa & Tuli, 2024).



Gambar 3. Hasil uji katalase bakteri *Staphylococcus aureus* pada sampel susu dari peternakan kambing tradisional di Kabupaten Langkat, Sumatera Utara

Uji koagulase pada koloni *Staphylococcus aureus* menunjukkan hasil positif (Gambar 4). Koagulase merupakan enzim yang dapat bereaksi dengan prothrombin dan derivatnya. Enzim ini disekresikan secara ekstraselular pada permukaan sel bakteri dan kemudian bersama-sama dengan protein pada dinding sel bakteri (clumping factor, fibronectin-binding protein, dan collagen-binding protein) berikatan dengan rantai alfa dan beta pada plasma fibrinogen dan membentuk fibrin yang ditandai dengan terbentuknya gumpalan. Gumpalan ini berfungsi sebagai pelindung dari proses fagositosis oleh sel imun pada proses infeksi bakteri dalam tubuh (Fayisa & Tuli, 2024).



Gambar 4. Diagram hasil uji resistensi antibiotik bakteri *Staphylococcus aureus* pada sampel susu dari peternakan kambing tradisional di Kabupaten Langkat, Sumatera Utara

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* pada sampel susu dari peternakan kambing perah tradisional di Provinsi Sumatera Utara diketahui bahwa bakteri ini menunjukkan pola respon berbeda terhadap antibiotik yang diberikan (Gambar 5). Dari total 31 isolat *Staphylococcus aureus* yang berhasil dikultur, 10 isolat (67%) resisten terhadap Amoksisilin, 12 isolat (80%) resisten terhadap Penisilin G dan 2 isolat (13%) resisten terhadap Tetrasiklin. Nilai resistensi *Staphylococcus aureus* terhadap penisilin di Kabupaten Langkat lebih tinggi daripada laporan resistensi penisilin pada susu kambing di Yogyakarta oleh Suwito *et al.*, (2021) yaitu sebesar 45%. Nilai resistensi tetrasiklin isolat bakteri *Staphylococcus aureus* di Kabupaten Langkat juga lebih tinggi dibandingkan laporan oleh Punamasari *et al.*, (2023) yang melaporkan tingkat resistensi *Staphylococcus aureus* terhadap tetrasiklin hanya sebesar 7.3%. Nilai resistensi

Staphylococcus aureus terhadap amoksisilin sejalan dengan laporan oleh Yosyana *et al.*, (2025) yang melaporkan nilai resistensi terhadap amoksisilin sebesar 13% pada isolat *Staphylococcus aureus* dari susu sapi di Yogyakarta dan Jawa tengah. Nilai resistensi antimikroba yang diperoleh pada penelitian ini juga berbeda dengan nilai resistensi yang dilaporkan oleh Lubna *et al.*, (2023) pada isolat *Staphylococcus aureus* dari susu sapi di Pakistan yaitu 100% terhadap penicillin, 72.72% terhadap tetrasiklin, dan 0% terhadap amoksisilin.

Menurut Yuan *et al.* (2025) terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi terjadinya resistensi antibiotik pada *Staphylococcus aureus* yaitu faktor mutasi genetik bakteri, faktor pemberian obat hewan yang tidak sesuai dengan anjuran pakai serta faktor lingkungan seperti cuaca yang turut mendukung peningkatan kemampuan bakteri untuk bertahan terhadap terapi antibiotik yang diberikan. Peningkatan potensi resistensi pada *Staphylococcus aureus* dapat dipengaruhi oleh metode pengendalian yang kurang tepat, status sosial ekonomi yang rendah dan karakteristik demografis individu (Cheng & Han, 2020; Mitevska *et al.*, 2021).

KESIMPULAN DAN SARAN

Ditemukannya bakteri *Staphylococcus aureus* pada sampel susu dari peternakan kambing perah tradisional di Kabupaten Langkat di Provinsi Sumatera Utara mengindikasikan bahwa peningkatan sanitasi peternakan dan pemerahan di kalangan peternakan kambing perah tradisional sangat diperlukan untuk menjamin keamanan pangan nasional. Nilai resistensi antibiotik bakteri *Staphylococcus aureus* yang diisolasi adalah 67% terhadap amoksisilin, 80% terhadap penisilin G dan 13% terhadap tetrasiklin. Nilai resistensi yang tinggi dari isolat *Staphylococcus aureus* yang ditemukan menunjukkan diperlukannya tindak pengawasan dan pelaksanaan tindak pengendalian infeksi, dan program edukasi terhadap masyarakat khususnya peternak sangat diperlukan untuk menurunkan prevalensi *Staphylococcus aureus* yang resisten terhadap antibiotik dan meminimalisir risiko kesehatan masyarakat yang timbul akibat patogen ini di masa yang akan datang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Kementerian Pertanian Republik Indonesia atas dukungan pendanaan yang memungkinkan terlaksananya penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Balai Veteriner Medan atas penyediaan fasilitas laboratorium serta dukungan teknis selama proses penelitian. Penulis juga berterima kasih kepada seluruh instansi dan pihak terkait yang telah memberikan kontribusi, kerja sama, serta bantuan dalam berbagai bentuk sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, T., Kamran, R., Raziq, A., Wazir, I., Ullah, R., Shah, P., Ali, M. I., Han, B., & Liu, G. (2021). Prevalence of mastitis pathogens and antimicrobial susceptibility of isolates from cattle and buffaloes in the northwest of Pakistan. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 746755. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.746755>.
- Aliyi, M. B. (2023). Review on goat mastitis and associated bacterial zoonoses in raw milk from mastitis-infected dairy goat. *Advances in Dairy Science Research*, 1(1), 30–38.
- Aswin, R. K., Ramandinianto, S. C., & Effendi, M. H. (2020). A review of livestock-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (LA-MRSA) on bovine mastitis. *Systematic Reviews in Pharmacy*, 11(7).
- Badan Standardisasi Nasional. (2015). *Metode pengujian cemaran mikroba dalam daging, telur dan susu, serta hasil olahannya*. Badan Standardisasi Nasional.
- Budiarso, T. Y., Prihatmo, G., Restiani, R., Pakpahan, S., & Sari, L. (2019). Detection of *Staphylococcus aureus* producing enterotoxin A on the skewers meatballs product in Yogyakarta City, Indonesia. *Journal of Physics: Conference Series*, 1397, 012044.
- Cheng, W. N., & Han, S. G. (2020). Bovine mastitis: Risk factors, therapeutic strategies, and alternative treatments – A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 33, 1699–1713.
- Clinical and Laboratory Standards Institute. (2020). Performance standards for antimicrobial susceptibility testing (30th ed.; *CLSI supplement M100*). Clinical and Laboratory Standards Institute.
- Fayisa, W. O., & Tuli, N. F. (2023). Review on *Staphylococcus aureus*. *International Journal of Nursing Care and Research*, 1(2), 1–8.
- Juwita, S., Indrawati, A., Damajanti, R., Safika, S., Mayasari, N. M. D. A. (2022). Genetic relationship of *Staphylococcus aureus* isolated from humans, animals, environment, and Dangke products in dairy farms of South Sulawesi Province, Indonesia. *Veterinary World*, 15, 558-564. [10.14202/vetworld.2022.558-564](https://doi.org/10.14202/vetworld.2022.558-564).

- Kitila, G., Kebede, B., & Moti, W. (2021). Prevalence, aetiology and risk factors of mastitis of dairy cows kept under extensive management system in West Wollega, western Oromia, Ethiopia. *Veterinary Medicine and Science*, 7, 1593–1599.
- Lubna, Hussain, T., Shami, A., Rafiq, N., Khan, S., Kabir, M., Khan, N. U., Khattak, I., Kamal, M., & Usman, T. (2023). Antimicrobial usage and detection of multidrug-resistant *Staphylococcus aureus*: Methicillin- and tetracycline-resistant strains in raw milk of lactating dairy cattle. *Antibiotics*, 12(4), 673. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12040673>
- Mitevka, E., Wong, B., Surewaard, B. G. J., & Jenne, C. N. (2021). The prevalence, risk, and management of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infection in diverse populations across Canada: A systematic review. *Pathogens*, 10(4), 393.
- Nisa, H. C., Purnomo, B., Damayanti, T., Hariadi, M., Sidik, R., & Hrijani, N. (2019). Analysis of factors affecting the incidence of subclinical and clinical mastitis in dairy cows (Case study at Dana Mulya Agribusiness Cooperative, Pacet District, Mojokerto Regency). *Ovozoa*, 8(1), 66–70.
- Praja, R. N., Edila, R., Yudhana, A., Saputro, A. L., Hamonangan, J. M., & Praja, S. S. (2024). Short communication: Investigation of *mecA*-positive and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in dairy goat with subclinical mastitis from traditional farms in Banyuwangi, Indonesia. *Biodiversitas*, 25(4), 1638–1643.
- Purnamasari, I., Suwarno, & Tyasningsih, W. (2023). Identification of *Staphylococcus* sp. and antibiotic resistance in Tukur District, Pasuruan. *Jurnal Medik Veteriner*, 6, 93–104.
- Salwan, R., & Sharma, V. (2023). Laboratory methods in microbiology and molecular biology: Methods in molecular microbiology (1st ed.). Academic Press.
- Sistem Kesehatan Hewan Nasional. (2024, Oktober 30). Laporan pengobatan. Diakses dari <https://www.isikhnas.com/id/root?id=278>
- Suwito, W., Nugroho, W. S., Wahyuni, A. E. T. H., & Sumiarto, B. (2021). Antimicrobial resistance in coagulase-negative staphylococci isolated from subclinical mastitis in Ettawa crossbred goat (PE) in Yogyakarta, Indonesia. *Biodiversitas*, 22(6), 3418–3422.
- Tong, X., Barkema, H. W., Nobrega, D. B., Xu, C., Han, B., Zhang, C., Yang, J., Li, X., & Gao, J. (2025). Virulence of bacteria causing mastitis in dairy cows: A literature review. *Microorganisms*, 13(1), 167.
- Touaitia, R., Mairi, A., Ibrahim, N. A., Basher, N. S., Idres, T., & Touati, A. (2025). *Staphylococcus aureus*: A review of the pathogenesis and virulence mechanisms. *Antibiotics*, 14(5), 470.
- Yosyana, A. R. P., Salasia, S. I. O., Wasissa, M., Alhadz, G. G., & Aziz, F. (2025). Deteksi resistensi antibiotik *Staphylococcus aureus* isolat asal sapi perah dan hewan kesayangan di Yogyakarta dan Jawa Tengah, Indonesia. *Jurnal Sain Veteriner*, 43(1), 20–33.

Yuan, H., Xu, J., Wang, Y., Li, Y., Hao, Y., Long, J., Liu, F., Zhu, J., & Yang, H. (2025).
The global antimicrobial resistance trends of *Staphylococcus aureus* and
influencing factors. *Microbiology Research*, 16(6), 118.

Pengaruh Kesadaran Kesehatan, Pengetahuan Produk, dan Kepercayaan terhadap Keputusan Pembelian Telur Omega-3 di Kota Bogor

Ismawati^{1*}

¹Magister Sains Agribisnis, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, Institut Pertanian Bogor

Email: ismawati6072@gmail.com

Abstrak

Pasar telur memiliki peran penting dalam industri pangan, terutama dengan meningkatnya pengetahuan dan akses informasi konsumen yang mendorong pengembangan produk inovatif berorientasi kesehatan. Salah satu inovasinya ialah telur omega-3, termasuk kategori telur fungsional karena kandungan gizinya memberikan manfaat tambahan bagi kesehatan. Penelitian ini bertujuan menganalisis proses keputusan pembelian serta pengaruh kesadaran kesehatan, pengetahuan produk, dan kepercayaan terhadap keputusan pembelian telur omega-3 di Kota Bogor. Data primer diperoleh melalui survei kuesioner secara *hybrid* pada 200 responden yang dipilih secara purposive, dengan kriteria pernah membeli dan mengonsumsi telur omega-3, berdomisili di Kota Bogor, berusia di atas 18 tahun, serta terlibat dalam keputusan pembelian bahan makanan rumah tangga. Analisis dilakukan menggunakan metode deskriptif dan PLS-SEM. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelian telur omega-3 didorong oleh pola konsumsi dan gaya hidup sehat, dengan motivasi utama memenuhi kebutuhan gizi omega-3. Konsumen memperoleh informasi produk terutama melalui iklan dan media sosial, serta menilai kualitas dan kandungan nutrisi sebelum membeli. Klaim nutrisi menjadi atribut penting dalam keputusan pembelian. Pembelian dilakukan secara terencana dalam jumlah yang mencukupi untuk jangka pendek, umumnya di supermarket dengan metode pembayaran transfer bank. Konsumen merasa puas, bersedia membeli ulang, dan merekomendasikannya kepada orang lain. Temuan lainnya menunjukkan bahwa pengetahuan produk dan kepercayaan berpengaruh signifikan terhadap keputusan pembelian, sedangkan kesadaran kesehatan tidak berpengaruh. Oleh karena itu, produsen disarankan untuk memperkuat kampanye edukasi yang menekankan manfaat nyata telur omega-3 serta menyediakan informasi produk yang transparan guna meningkatkan pengetahuan dan kepercayaan konsumen.

Kata kunci: Keputusan pembelian, PLS-SEM, Telur omega-3

Abstract

The egg market plays a crucial role in the food industry, particularly with increasing consumer knowledge and access to information driving the development of innovative, health-oriented products. One such innovation is omega-3 eggs, categorized as functional eggs due to their nutritional content, which provides additional health benefits. This study aims to analyze the purchasing decision process and the influence of health awareness, product knowledge, and trust on purchasing decisions for omega-3 eggs in Bogor City. Primary data was obtained through a hybrid questionnaire survey of 200 purposively selected respondents. The criteria were having previously purchased and consumed omega-3 eggs, residing in Bogor City, being 18 years of age or older, and being involved in household grocery purchasing decisions. The analysis was conducted using descriptive methods and PLS-SEM. The results show that purchases of omega-3 eggs are driven by healthy consumption patterns and lifestyles, with the primary motivation being to meet omega-3 nutritional needs. Consumers obtain product information primarily through advertising and social media, and assess quality and nutritional content before purchasing. Nutrition claims are an important attribute in purchasing decisions. Purchases are made in planned, short-term quantities, generally in supermarkets, with bank transfer as the payment method. Consumers were satisfied, willing to repurchase, and recommend the product to others. Other findings indicate that product knowledge and trust significantly influence purchasing decisions, while health awareness has no effect. Therefore, manufacturers are advised to strengthen educational campaigns that emphasize the tangible benefits of omega-3 eggs and provide transparent product information to increase consumer knowledge and trust.

Keywords: Purchasing decision, PLS-SEM, Omega-3 eggs

PENDAHULUAN

Nilai produk global *nutraceuticals* (makanan fungsional, minuman fungsional, suplemen makanan, dan perawatan pribadi) akan tumbuh dari US\$182,60 miliar pada tahun 2015 menjadi US\$ 278,96 miliar hingga tahun 2021, dengan tingkat pertumbuhan tahunan sebesar konsumsi diperkirakan akan tumbuh pada tingkat 7,1% (Mulatsih et al., 2024). Tren ini mengindikasikan bahwa produk-produk yang diperkaya atau fungsional semakin diminati dan memegang tempat penting di pasar. Salah satu makanan fungsional yang menonjol adalah omega-3. Pasar omega-3 global dinilai sebesar USD 2.336,39 juta pada tahun 2023, dan diproyeksikan tumbuh menjadi USD 4.459,28 Juta pada tahun 2032, dengan CAGR sebesar 7,6% selama periode perkiraan (2024-2032) (Polaris, 2023).

Tren pertumbuhan pasar omega-3, mendorong perkembangan sektor telur omega-3, khususnya di negara-negara maju seperti Amerika Serikat (Bakhatavoryan & Lopez, 2020) dan Italia (Yeh et al., 2020; Palmieri et al., 2022). Telur omega-3 dikategorikan telur fungsional karena kandungan omega-3-nya memberikan fungsi fisiologis tambahan yang mendukung kesehatan tubuh, tidak sekadar sebagai sumber protein biasa. Telur yang diperkaya omega-3 memiliki kadar kolesterol yang lebih rendah dan kandungan asam lemak esensial yang lebih tinggi dibandingkan telur konvensional, sehingga lebih unggul secara nutrisi dan fungsional bagi kesehatan manusia (Sanlier & Üstün, 2021). Konsumsi telur omega-3 juga diketahui dapat mengurangi risiko penyakit jantung koroner, penurunan kognitif, kanker, dan penyakit neurodegeneratif (Shahidi & Ambigaipalan, 2018; Lange et al., 2019).

Di tingkat lokal, pertumbuhan penduduk di Kota Bogor terus meningkat setiap tahun 1.070.719 jiwa pada tahun 2023 menjadi 1.078.351 jiwa pada tahun 2024 (Badan Pusat Statistik, 2025). Pertumbuhan ini secara langsung berdampak pada peningkatan permintaan pangan, termasuk kebutuhan gizi untuk pemeliharaan kesehatan. Seiring dengan peningkatan kesadaran masyarakat terhadap pangan sehat serta meluasnya pengetahuan mengenai manfaat telur omega-3, pola konsumsi masyarakat juga berubah. Meskipun awalnya telur omega-3 hanya populer di kalangan tertentu (berpendidikan tinggi, berpendapatan menengah ke atas, atau mereka dengan kebutuhan gizi khusus), kini potensi pasarnya semakin meluas berkat meningkatnya akses informasi dan edukasi gizi.

Meskipun potensi pasar dan permintaan telur omega-3 jelas meningkat, keberhasilan penetrasi pasar produk fungsional sangat bergantung pada pemahaman mendalam mengenai perilaku konsumen. Untuk merumuskan strategi pemasaran yang

efektif, sehingga perlu meninjau tahapan-tahapan dalam proses keputusan pembelian, serta mengidentifikasi faktor-faktor spesifik yang mendorong konsumen untuk mengadopsi produk fungsional ini.

Kesadaran kesehatan, pengetahuan produk, dan kepercayaan konsumen ditemukan dapat memengaruhi keputusan pembelian konsumen pangan fungsional termasuk telur omega-3 (Pienwisetkaew et al., 2022; Firoozzare et al., 2024). Kesadaran kesehatan menggambarkan sejauh mana individu memperhatikan kondisi kesehatannya dan berupaya memilih produk yang mendukung gaya hidup sehat (Liang et al., 2024). Konsumen dengan tingkat kesadaran kesehatan yang tinggi cenderung lebih selektif dalam memilih produk yang mereka anggap memberikan manfaat bagi kesehatan tubuh, termasuk dalam keputusan membeli telur omega-3.

Pengetahuan produk adalah sejauh mana konsumen memahami informasi tentang suatu produk, termasuk manfaat, kandungan, dan cara penggunaannya (Fauziah & Al Amin, 2021). Semakin tinggi pengetahuan konsumen terhadap produk, semakin besar pula kemungkinannya untuk membuat keputusan pembelian yang rasional berdasarkan pemahaman manfaat dan kualitas produk tersebut. Kepercayaan konsumen merupakan sifat percaya suatu pihak yang didasarkan atas harapan yang terbentuk terhadap pihak lain (Pienwisetkaew et al., 2022). Kepercayaan menjadi faktor penting dalam keputusan pembelian, terutama untuk produk fungsional seperti telur omega-3 yang manfaat kesehatannya perlu diyakini oleh konsumen. Ketiga variabel memiliki peran penting dalam memengaruhi keputusan pembelian konsumen terhadap pangan fungsional termasuk telur omega-3.

Penelitian terdahulu umumnya membahas pangan fungsional secara umum dan cenderung menelaah faktor-faktor yang memengaruhi keputusan pembelian tanpa mempertimbangkan variabel kontrol. Oleh karena itu, penelitian ini menghadirkan kebaruan dengan secara spesifik berfokus pada perilaku konsumen telur omega-3 di Kota Bogor, meninjau tahapan-tahapan keputusan pembelian, dan menambahkan variabel kontrol seperti pendapatan dan lama pendidikan guna memperoleh analisis yang lebih komprehensif.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses keputusan pembelian konsumen telur omega-3 di Kota Bogor serta menganalisis pengaruh kesadaran kesehatan, pengetahuan produk, dan kepercayaan terhadap keputusan pembelian konsumen telur ayam omega-3. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar dalam merumuskan strategi

pemasaran yang lebih efektif bagi produsen telur omega-3, sekaligus memberikan kontribusi terhadap pengembangan produk pangan fungsional yang sesuai dengan kebutuhan dan preferensi konsumen masa kini.

METODE

Penelitian ini dilakukan di wilayah Kota Bogor dengan pemilihan lokasi secara *purposive* berdasarkan dua pertimbangan utama. Pertama, Kota Bogor memiliki upah minimum regional (UMR) sebesar Rp 4.813.988 yang mencerminkan daya beli masyarakat perkotaan yang relatif tinggi (Keputusan Gubernur Jawa Barat Nomor 561.7 Tahun 2023). Kedua, tingkat urbanisasi yang terus meningkat turut mendorong perubahan gaya hidup masyarakat menuju pola konsumsi yang lebih modern dan sadar kesehatan (BPS, 2025). Kedua faktor tersebut menjadikan Kota Bogor relevan sebagai lokasi penelitian untuk mengkaji perilaku pembelian produk fungsional seperti telur omega-3.

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data primer yang diperoleh secara *hybrid*, yakni melalui metode *luring* (tatap muka) dan *daring* (*online*). Pengumpulan data dilakukan dengan menyebarkan kuesioner kepada responden yang memenuhi kriteria penelitian. Untuk pengisian *daring*, kuesioner dibuat menggunakan *google form* dan disebarkan melalui aplikasi WhatsApp, sedangkan pengisian *luring* dilakukan secara langsung di beberapa titik yang mewakili wilayah Kota Bogor.

Teknik pengambilan responden menggunakan *purposive sampling*, yaitu metode penentuan sampel dengan pertimbangan atau kriteria tertentu yang relevan dengan tujuan penelitian (Abdillah & Hartono, 2021). Adapun kriteria responden yang digunakan dalam penelitian ini adalah: (1) pengalaman membeli dan mengonsumsi telur omega-3, (2) berdomisili di Kota Bogor, (3) berusia di atas 18 tahun, (4) terlibat dalam pengambilan keputusan pembelian bahan makanan dalam rumah tangga, dan (5) pernah berbelanja di supermarket. Penetapan jumlah responden dalam penelitian ini mengacu pada pedoman Hair et al., (2022), yang menyarankan jumlah sampel minimal berada pada kisaran 5–10 kali jumlah indikator variabel laten yang digunakan dalam model penelitian. Dalam penelitian ini terdapat 13 indikator, sehingga jumlah minimal responden yang dibutuhkan adalah $21 \times 10 = 130$ responden. Namun, secara aktual penelitian ini berhasil memperoleh 200 responden yang datanya dinilai layak untuk dianalisis lebih lanjut.

Analisis yang digunakan pada penelitian ini yaitu analisis deskriptif dan PLS-SEM. Analisis deskriptif digunakan untuk menggambarkan karakteristik konsumen telur ayam organik melalui data kuantitatif yang disajikan dalam bentuk tabel. Kemudian,

analisis PLS-SEM dilakukan untuk melihat pengaruh variabel dependen terhadap independen dalam penelitian ini. Analisis PLS-SEM terdapat dua tahapan evaluasi penting yang harus dilakukan, yaitu model pengukuran (*outer model*) dan model struktural (*inner model*).

Tiga aspek utama dalam *outer model*, yaitu validitas konvergen, validitas diskriminan, dan reliabilitas indikator. Validitas konvergen dinilai berdasarkan nilai *loading factor* ($\geq 0,7$) dan nilai *average variance extracted* (AVE) ($\geq 0,5$). Validitas diskriminan dinilai menggunakan HTMT (*heterotrait-monotrait*) yang dapat diterima jika kurang dari 0,9 ($< 0,9$). Kemudian, uji reliabilitas dilihat berdasarkan nilai *cronbach's alpha* dan *composite reliability* dengan nilai ($> 0,7$). Selanjutnya, model struktural (*inner model*) menggambarkan hubungan antara variabel laten berdasarkan landasan teori yang mendasari penelitian. Model ini dievaluasi berdasarkan nilai R^2 dan signifikansi. Nilai R^2 dikategorikan menjadi kuat ($\geq 0,67$), sedang ($0,33-0,67$), dan lemah ($0,19$), yang menunjukkan kemampuan prediktif konstruk eksogen terhadap konstruk endogen (Abdillah dan Hartono 2021). Uji signifikansi dilakukan dengan metode bootstrapping, dan hubungan dianggap signifikan apabila nilai *t statistic* lebih besar dari nilai *t-value* dengan signifikansi alpha (α) 5% yaitu sebesar 1,96 dan nilai *p-value* tidak lebih dari 0,05. (Hair *et al.* 2022).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Responden Telur Ayam Omega-3

Sebanyak 200 responden diambil dalam penelitian ini secara *purposive sampling*. Karakteristik responden dalam penelitian ini dikaji berdasarkan jenis kelamin, usia, status pernikahan, pendidikan, pekerjaan, dan pendapatan. Tabel 1 merupakan karakteristik responden telur omega 3 dalam penelitian ini.

Tabel 1. Karakteristik Responden

Karakteristik	Kriteria	Jumlah (200)	Persentase (%)
Jenis Kelamin	Laki-laki	75	37,5
	Perempuan	125	62,5
Usia (Tahun)	18-25	5	2,5
	26-35	10	5
	36-45	110	55
	46-55	40	20
	56-65	20	10
	> 65	15	7,5
Status Pernikahan	Belum Menikah	8	4
	Menikah	180	90

Karakteristik	Kriteria	Jumlah (200)	Persentase (%)
	Pernah Menikah	12	6
Pendidikan Terakhir	SMA	30	15
	D3	10	5
	S1	118	59
	S2	34	17
	S3	8	4
Pekerjaan	Mahasiswa	3	1,5
	Pegawai Negeri Sipil	66	33
	Pegawai Swasta	40	20
	Pengusaha	48	24
	Pensiunan	27	13,5
	Ibu Rumah Tangga	15	7,5
	Lainnya (Notaris)	1	0,5
Pendapatan (Rp/Bulan)	< Rp4.813.988	15	7,5
	Rp4.813.988- Rp6.000.000	35	17,5
	Rp6.000.001- Rp10.000.000	100	50
	Rp10.000.001-Rp15.000.000	10	5
	Rp15.000.001-Rp20.000.000	25	12,5
	Rp20.000.001-Rp25.000.000	9	4,5
	> Rp25.000.000	6	3

Hasil survei pada Tabel 1 menunjukkan bahwa karakteristik responden sebagai konsumen telur omega-3 dominan adalah perempuan. Rentang usia konsumen berada di antara 36 dan 45 tahun, yang menunjukkan bahwa produk ini lebih populer di kalangan dewasa muda dan sebagian besar konsumen sudah menikah. Hasil survei menunjukkan sebagian besar responden memiliki tingkat pendidikan terakhir sarjana dan bekerja sebagai pegawai negeri sipil. Kondisi ini menunjukkan bahwa konsumen umumnya memiliki latar belakang pendidikan yang tinggi serta pekerjaan yang relatif stabil, sehingga cenderung memiliki kesadaran yang lebih baik terhadap pentingnya kesehatan dan gizi. Selain itu, sekitar 50% responden memiliki pendapatan bulanan antara Rp6.000.001 hingga Rp10.000.000, yang mengindikasikan bahwa telur omega-3 dapat ditujukan kepada konsumen dengan daya beli menengah ke atas.

Proses Keputusan Pembelian Telur Ayam Omega 3

Konsumen melalui lima tahapan dalam mengambil keputusan pembelian, yaitu: pengenalan kebutuhan/masalah, pencarian informasi, evaluasi alternatif, keputusan pembelian, dan perilaku pasca pembelian (Kotler & Keller, 2016). Tahap pertama yaitu pengenalan kebutuhan atau masalah yang merupakan proses awal dalam keputusan pembelian. Kebutuhan yang dirasakan ini kemudian memunculkan motivasi dan dapat

diklasifikasikan berdasarkan manfaat. Informasi terkait motivasi dan manfaat pembelian yang serupa, yaitu untuk produk telur omega 3, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Motivasi dan Manfaat Pembelian Telur Omega-3

Keterangan	Jumlah (200)	Presentase (%)
Motivasi		
Perwujudan pola konsumsi dan hidup sehat	65	32,5
Sebagai alternatif protein hewani yang aman bagi keluarga	40	20
Memperoleh telur yang diperkaya nutrisi (kandungan omega 3 yang lebih tinggi)	50	25
Harapan akan manfaat kesehatan yang lebih tinggi dibandingkan telur biasa	20	10
Sekedar mencoba dan membandingkan perbedaannya dengan telur ayam biasa	15	7,5
Lainnya	10	5
Manfaat yang diharapkan		
Sebagai pemenuhan kebutuhan gizi esensial (lemak Omega 3) yang terjamin keamanannya	90	45
Mengurangi risiko penyakit jangka panjang	50	25
Lainnya	60	30

Mayoritas konsumen (32,5%) termotivasi membeli telur omega 3 sebagai perwujudan pola konsumsi dan hidup sehat, sebuah temuan yang relevan dengan keputusan pembelian telur omega 3. Hal ini mencerminkan adanya perubahan perilaku, khususnya di kalangan masyarakat perkotaan. Konsumen perkotaan memprioritaskan produk yang mereka yakini aman dan bergizi didorong oleh peningkatan akses informasi mengenai dampak pangan tidak sehat dan meningkatnya prevalensi penyakit terkait gaya hidup. Sejalan dengan penelitian Yeh et al., (2020), keputusan membeli telur omega-3 merupakan perwujudan dari perilaku selektif ini, di mana produk tersebut diasosiasikan dengan manfaat kesehatan yang unggul. Kemudian, hampir setengah dari konsumen (45%) membeli telur omega-3 karena mengharapkan manfaat berupa pemenuhan kebutuhan gizi esensial (lemak omega-3) yang terjamin keamanannya. Angka ini menunjukkan adanya keyakinan kuat di kalangan konsumen bahwa telur omega-3 adalah sumber yang optimal dan aman untuk mendapatkan nutrisi penting tersebut.

Setelah responden mengenali kebutuhannya, proses selanjutnya adalah pencarian informasi akan produk yang dapat memenuhi kebutuhannya. Proses pencarian informasi dalam penelitian ini meliputi sumber dan jenis informasi pembelian telur omega-3 yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Sumber dan Jenis Informasi Pembelian Telur Omega-3

Keterangan	Jumlah (200)	Presentase (%)
Sumber informasi		
Pengalaman pribadi	65	32,5
Keluarga	30	15
Teman/kenalan	20	10
Iklan/promosi	85	42,5
Jenis informasi pembelian		
Harga	30	15
Kualitas/nutrisi	75	37,5
Tempat membeli	55	27,5
Promosi	40	20

Berdasarkan Tabel 3, mayoritas sumber informasi utama telur omega-3 konsumen adalah melalui iklan atau promosi media sosial, sebesar 42,5. Hal ini mencerminkan peran dominan media sosial dalam menyebarkan informasi mengenai telur omega-3, serta menunjukkan bahwa platform ini efektif dalam menjangkau audiens yang lebih luas. Penggunaan *platform* media sosial seperti Instagram dan Facebook dapat memungkinkan produsen telur omega-3 untuk secara efektif mengkomunikasikan manfaat produk mereka, terlibat dengan konsumen, dan memengaruhi keputusan pembelian. Mayoritas konsumen dalam penelitian ini, yaitu 37,5% juga melakukan pencarian informasi mengenai kualitas atau nutrisi telur ayam omega-3. Hal ini menunjukkan bahwa konsumen tidak hanya tertarik pada manfaat kesehatan yang ditawarkan, tetapi juga ingin memastikan bahwa produk yang mereka konsumsi memiliki standar kualitas yang tinggi dan kandungan nutrisi yang sesuai dengan kebutuhan mereka.

Tahap selanjutnya dalam keputusan pembelian adalah evaluasi alternatif, di mana konsumen menilai berbagai atribut pilihan produk sebelum memilih. Berdasarkan informasi yang telah dicari, konsumen mengevaluasi atribut produk telur omega-3 dan membandingkannya dengan kriteria yang mereka inginkan. Oleh karena itu, Tabel 4 akan menyajikan hasil evaluasi konsumen terhadap atribut telur omega-3.

Tabel 4. Evaluasi Alternatif terhadap Atribut Telur Omega-3

Keterangan	Jumlah (200)	Presentase (%)
Evaluasi atribut		
Rasa	21	10,5
Kesegaran	14	7
Bentuk	10	5
Harga	69	34,5
Klaim kandungan nutrisi	86	43

Tabel 4 memperlihatkan bahwa sebagian besar konsumen mempertimbangkan atribut klaim kandungan nutrisi dalam membeli telur omega-3, yakni sebesar 43%. Telur omega-3 dibeli bukan hanya untuk protein, tetapi secara spesifik untuk mendapatkan asupan asam lemak omega-3 yang sehat.

Selanjutnya, proses keputusan pembelian yang dianalisis berdasarkan keputusan konsumen dalam memutuskan pembelian, keputusan konsumen dalam memilih lokasi pembelian, tempat atau lokasi biasa membeli, pembelian terakhir kali, frekuensi pembelian, jumlah pembelian, serta jenis pembayaran yang dilakukan.

Tabel 5. Keputusan Pembelian Konsumen Telur Omega-3

Keterangan	Jumlah (200)	Presentase (%)
Keputusan melakukan pembelian		
Terencana	125	62,5
Mendadak	75	37,5
Keputusan memilih lokasi		
Terencana	120	60
Mendadak	80	40
Lokasi pembelian		
Supermarket	90	45
Kios agen	45	22,5
Online	65	32,5
Pembelian terakhir kali		
Kurang dari satu minggu lalu	30	15
1 minggu lalu	98	49
2 minggu lalu	43	21,5
Lainnya	29	14,5
Frekuensi pembelian per bulan		
1 kali	25	12,5
2 kali	105	52,5
3 kali	17	8,5
Baru pertama kali	33	16,5
Lainnya	20	10
Jumlah per pembelian		
1 kemasan	60	30
2 kemasan	130	65
Lainnya	10	5
Jenis pembayaran		
Tunai	25	12,5
Transfer bank	125	62,5
<i>E-wallet</i>	23	11,5
Kartu debit/kredit	15	7,5
Pembayaran di tempat (COD)	12	6

Konsumen telur omega-3 mayoritas melakukan keputusan pembelian secara terencana (62,5%), begitu pula dengan lokasi pembelian yang dilakukan secara terencana (60%). Konsumen telur omega-3 umumnya termotivasi oleh kesadaran terhadap pentingnya kesehatan, yang mendorong mereka untuk memilih produk dengan kandungan gizi lebih baik. Selain itu, pengetahuan produk yang memadai membuat konsumen mampu memahami manfaat asam lemak omega-3 bagi tubuh, sehingga memperkuat kepercayaan mereka terhadap kualitas dan klaim kesehatan yang ditawarkan produk tersebut. Kombinasi ketiga faktor ini berperan penting dalam membentuk keputusan pembelian konsumen terhadap telur omega-3 (Ghaith, 2024).

Hasil survei menunjukkan bahwa sebagian besar konsumen telur omega-3 membeli produk tersebut di supermarket (45%). Hal ini karena supermarket menawarkan jaminan kualitas dan keamanan produk, termasuk penyimpanan yang higienis serta informasi lengkap mengenai kandungan gizi. Konsumen dengan pendidikan dan pendapatan lebih tinggi juga cenderung memilih tempat belanja yang terpercaya, nyaman, dan sesuai dengan gaya hidup sehat, sehingga supermarket menjadi saluran utama pembelian telur omega-3 (Yeh et al., 2020).

Pembelian telur omega-3 mayoritas dilakukan konsumen 1 minggu yang lalu (49%), dengan frekuensi pembelian yakni 2 kali dalam sebulan (52%), dan jumlah pembelian sebanyak 2 kemasan (65%) dalam sekali pembelian. Hasil ini menunjukkan bahwa konsumen yang memiliki kecenderungan untuk mengonsumsi telur omega-3 secara rutin. Pembelian telur omega-3 dalam jumlah dua kemasan menunjukkan bahwa produk ini tidak hanya dikonsumsi secara individu, tetapi juga digunakan untuk memenuhi kebutuhan keluarga atau kelompok. Kandungan asam lemak omega-3 yang tinggi menjadikan telur ini sebagai pilihan yang lebih sehat dan aman bagi keluarga yang memperhatikan kualitas gizi konsumsi mereka (Palmieri et al., 2022).

Jenis pembayaran yang dilakukan oleh mayoritas konsumen adalah pembayaran melalui transfer bank (62,5%). Hal ini menunjukkan bahwa metode pembayaran digital telah menjadi pilihan utama bagi konsumen telur omega-3, terutama di kalangan masyarakat perkotaan yang akrab dengan teknologi perbankan. Selaras dengan penelitian (Gaire, 2022), bahwa konsumen perkotaan menghargai kenyamanan transfer bank karena memungkinkan mereka menyelesaikan transaksi tanpa perlu membawa uang tunai atau mengunjungi bank secara fisik.

Perilaku pasca pembelian merupakan tahap akhir dari proses keputusan pembelian. Pada tahap ini konsumen melakukan evaluasi terhadap hasil yang diperoleh dari pembelian telur omega-3. Puas atau tidaknya konsumen setelah melakukan pembelian akan sangat memengaruhi nilai pembelian selanjutnya. Analisis perilaku pasca pembelian dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Perilaku Pasca Pembelian Konsumen Telur Omega-3

Keterangan	Jumlah (200)	Presentase (%)
Tingkat kepuasan pasca pembelian		
Sangat puas	35	17,5
Puas	155	77,5
Cukup puas	10	5
Kesediaan membeli kembali		
Ya	170	85
Tidak	30	15
Kondisi jika produk tidak tersedia di tempat biasa membeli		
Berusaha mencari ke tempat lain	99	49,5
Membeli telur fungsional jenis yang lain	55	27,5
Tidak jadi membeli	46	23
Kesediaan memberikan rekomendasi		
Ya	180	90
Tidak	20	10

Berdasarkan Tabel 6, sebagian besar konsumen telur omega-3 merasa puas (77,5%) dan bersedia membeli kembali telur omega-3 (85%). Tingkat kepuasan yang cukup tinggi ini menunjukkan bahwa telur omega-3 mampu memenuhi kebutuhan konsumen, baik dari segi kualitas maupun manfaat yang diharapkan, seperti kesehatan dan keamanan pangan. Selain itu, juga mencerminkan kepercayaan yang terbangun terhadap telur omega-3. Hasil ini sejalan dengan penelitian (Nabilasari et al., 2025), bahwa pada tahap perilaku pasca pembelian, konsumen menyatakan puas terhadap kualitas produk dan berniat membeli kembali. Tingginya minat konsumen terhadap telur omega-3 tercermin dari 49,5% responden yang bersedia mencari ke tempat lain saat produk tidak tersedia di lokasi biasa. Selain itu, kepuasan yang tinggi juga mendorong konsumen untuk merekomendasikan telur omega-3 kepada orang lain (90%), menunjukkan bahwa kepercayaan dan sikap positif menjadi faktor penting dalam niat serta rekomendasi pembelian (Ghaith, 2024).

Pengaruh Kesadaran Kesehatan, Pengetahuan Produk, dan Kepercayaan Terhadap Keputusan Pembelian Konsumen Telur Omega-3

Pengaruh kesadaran kesehatan, pengetahuan, dan kepercayaan dapat dievaluasi berdasarkan hasil *outer model* dan *inner model* pada SmartPLS. Jikas hasilnya memenuhi kriteria yang ditetapkan, maka model dianggap layak untuk dianalisis lebih lanjut. Evaluasi *outer model* meliputi uji validitas konvergen, validitas diskriminan, dan reliabilitas. Berikut hasil uji validitas konvergen dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji Validitas Konvergen

Variabel	LF	AVE
Kesadaran kesehatan (Nagaraj, 2021; Pan et al., 2025)		0,686
KK1. Saya melakukan pemeriksaan rutin terhadap kesehatan saya.	0,814	
KK2. Saya memilih makanan dengan cermat untuk memastikan kesehatan yang baik.	0,859	
KK3. Saya waspada terhadap perubahan pada kesehatan saya.	0,810	
Pengetahuan produk (Demir & Karakaya, 2019)		0,737
PP1. Saya mengetahui perbedaan antara telur omega-3 dan telur biasa.	0,870	
PP2. Saya mengetahui kandungan nutrisi utama pada telur omega-3	0,887	
PP3. Saya dapat membedakan telur omega-3 dengan telur biasa berdasarkan label atau kemasannya.	0,819	
Kepercayaan (Pienwisetkaew et al., 2022)		0,828
K1. Saya percaya terhadap kualitas merek telur omega-3 yang dibeli.	0,883	
K2. Saya percaya kepada produsen telur omega 3 yang saya konsumsi	0,916	
K3. Saya percaya bahwa mengonsumsi telur omega 3 itu aman bagi kesehatan	0,930	
Keputusan pembelian (Fauziah & Al Amin, 2021)		0,797
KP1. Saya memilih untuk membeli telur omega-3 dibandingkan telur biasa.	0,916	
KP2. Saya membeli telur omega-3 karena yakin akan manfaat kesehatannya.	0,864	
KP3. Saya menentukan pembelian telur omega-3 setelah mempertimbangkan informasi yang saya peroleh.	0,905	
KP4. Saya puas dengan keputusan saya membeli telur omega-3.	0,884	

Berdasarkan Tabel 7, seluruh variabel dinyatakan valid karena memiliki nilai *loading factor* (LF) di atas 0,7. Seluruh variabel juga menunjukkan nilai *average variance extracted* (AVE) diatas 0,6, yang berarti telah memenuhi kriteria validitas konvergen. Menurut Hair et al., (2022), nilai $AVE \geq 0,50$ mengindikasikan bahwa variabel telah mampu menjelaskan lebih dari separuh varians indikator-indikatornya. Selanjutnya, melakukan uji validitas diskriminan seperti yang terlihat pada Tabel 8.

Table 8. Validitas Diskriminan

Variabel	KK	PP	K	KP
Kesadaran kesehatan (KK)				
Pengetahuan produk (PP)	0,556			
Kepercayaan (K)	0,388	0,564		
Keputusan pembelian (KP)	0,350	0,504	0,689	

Uji validitas diskriminan pada penelitian ini menggunakan pendekatan *heterotrait-monotrait* (HTMT), karena metode *Fornell Larcker* dan *cross-loading* dinilai memiliki sensitivitas yang rendah sehingga menghasilkan nilai akurasi yang lebih akurat (Hair et al., 2022). Nilai HTMT dikatakan memenuhi kriteria validitas diskriminan apabila kurang dari 0,90 (Hair et al., 2022). Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 8, seluruh nilai HTMT berada di bawah 0,90, sehingga dapat disimpulkan bahwa model telah memenuhi validitas diskriminan. Kemudian, dilanjutkan dengan uji reliabilitas seperti pada Tabel 9.

Tabel 9. Reliabilitas

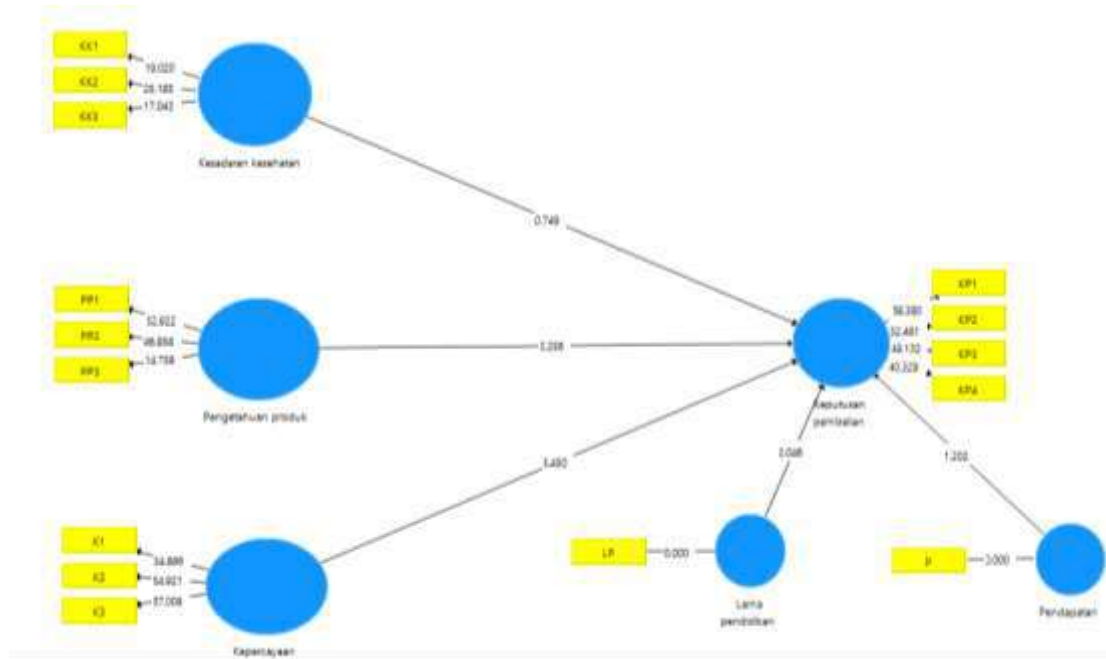
Variabel	CA	CR
Kesadaran kesehatan	0,773	0,867
Pengetahuan produk	0,823	0,894
Kepercayaan	0,896	0,935
Keputusan pembelian	0,915	0,940

Pada Tabel 9, juga terlihat nilai reliabilitas, menurut Hair et al., (2022) variabel dinyatakan reliabel apabila nilai *cronbach's alpha* dan *composite reliability* melebihi 0,7. Berdasarkan hasil dalam Tabel 9, seluruh variabel dalam penelitian ini memenuhi kriteria tersebut, sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel yang digunakan telah reliabel.

Tahap selanjutnya adalah mengevaluasi *inner model* untuk menguji hubungan antar variabel laten. Uji kelayakan dalam tahap ini mencakup analisis nilai *R-squared* (R^2) dan *path coefficient*. Nilai R^2 pada variabel keputusan pembelian telur omega-3 sebesar 0,431 menunjukkan hubungan yang sedang (Abdillah & Hartono, 2021). Variabel keputusan pembelian dapat dijelaskan oleh variabel kesadaran kesehatan, pengetahuan produk dan kepercayaan sebesar 43,1% dan sisanya dijelaskan oleh variabel lain diluar model penelitian.

Selanjutnya, dilakukan analisis *path coefficient* untuk melihat signifikan hubungan yang terbentuk dalam model dengan menggunakan *bootstrapping* yang didasarkan pada taraf signifikansi $\alpha = 5\%$. Suatu jalur dinyatakan berpengaruh signifikan apabila memiliki

nilai $p\text{-value} \leq 0,05$ dengan nilai $t\text{-statistic} \geq 1,96$ (Hair et al., 2022). Model hasil *bootstrapping* dari PLS-SEM dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Model hasil analisis PLS-SEM.

Berdasarkan Gambar 1 ditunjukkan bahwa pengetahuan produk ($p=0,025$; $t=2,556$) dan kepercayaan ($p=0,000$; $t=5,450$) memiliki pengaruh yang signifikan terhadap keputusan pembelian konsumen telur ayam omega-3 namun kesadaran kesehatan ($p=0,454$; $t=0,749$) tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap keputusan pembelian konsumen telur ayam omega-3. Kondisi ini dapat dijelaskan karakteristik konsumen di Kota Bogor, yang umumnya memiliki tingkat pendidikan dan akses informasi cukup baik, sehingga keputusan pembelian mereka lebih dipengaruhi oleh sejauh mana mereka memahami manfaat dan kandungan produk serta mempercayai klaim produsen mengenai kualitas dan keaslian telur omega-3. Konsumen yang memiliki pengetahuan produk yang tinggi cenderung lebih yakin bahwa telur omega-3 memberikan manfaat yang nyata bagi kesehatan, seperti menurunkan kadar kolesterol dan menjaga fungsi jantung (Mulatsih et al., 2024). Temuan ini sejalan dengan penelitian (Ghaith, 2024), yang menunjukkan bahwa pengetahuan produk berpengaruh terhadap niat beli, yang pada akhirnya meningkatkan keputusan pembelian produk pangan fungsional.

Sementara tingkat kepercayaan terhadap merek memperkuat keyakinan tersebut dalam keputusan pembelian. Adanya rasa percaya yang kuat oleh konsumen terhadap telur

omega-3 akan semakin menguatkan keputusan pembelian konsumen. Penelitian empiris sebelumnya juga ditemukan mendukung hasil penelitian ini yaitu kepercayaan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap keputusan pembelian (Pienwisetkaew et al., 2022).

Sebaliknya, kesadaran kesehatan yang tinggi belum tentu berujung pada pembelian produk fungsional seperti telur omega-3. Banyak konsumen Bogor yang sadar pentingnya pola makan sehat, namun mereka mungkin belum menjadikan telur omega-3 sebagai prioritas konsumsi. Hal ini menunjukkan bahwa kesadaran kesehatan di kalangan konsumen Bogor belum sepenuhnya terkonversi menjadi perilaku pembelian aktual, melainkan masih bersifat umum dan belum terfokus pada produk fungsional tertentu seperti telur omega-3. Berbeda dengan (Ghaith, 2024), yang menunjukkan bahwa kesadaran kesehatan dapat memengaruhi sikap dan niat beli sehingga pada akhirnya berdampak pada keputusan pembelian. Perbedaan hasil ini dapat terjadi karena adanya perbedaan konteks wilayah, karakteristik responden, serta tingkat pemahaman konsumen terhadap manfaat produk. Di Kota Bogor, meskipun tingkat kesadaran kesehatan tergolong tinggi, sebagian konsumen belum memiliki informasi yang memadai mengenai kandungan dan manfaat spesifik telur omega-3. Selain itu, faktor kebiasaan konsumsi juga dapat menjadi penghambat konversi kesadaran menjadi tindakan pembelian. Dengan demikian, kesadaran kesehatan di Bogor masih berada pada tahap afektif (kesadaran dan perhatian), belum berkembang ke tahap konatif (tindakan nyata) seperti yang ditemukan dalam penelitian (Ghaith 2024).

Kemudian untuk variabel kontrol ditemukan bahwa lama pendidikan ($p=0,041$; $t=2,046$) signifikan terhadap keputusan pembelian namun pendapatan ($p=0,230$; $t=2,046$) tidak berpengaruh signifikan terhadap keputusan pembelian. Mayoritas responden pada penelitian ini adalah lulusan sarjana yang mencerminkan tingkat pendidikan tinggi. Pendidikan yang lebih tinggi umumnya memberikan akses informasi yang lebih luas, kemampuan berpikir kritis yang lebih baik, serta kesadaran yang lebih tinggi terhadap isu kesehatan dan keberlanjutan lingkungan.

Kemudian, pendapatan ditemukan tidak berpengaruh dan sejalan dengan penelitian (Xu et al., 2019) yang menyatakan bahwa pendapatan individu per bulan tidak berdampak pada keputusan konsumen. Hasil ini menunjukkan bahwa responden pada penelitian ini melihat harga bukan faktor utama dalam keputusan pembelian telur omega-3. Meskipun harganya relatif lebih tinggi, pertimbangan terhadap manfaat kesehatan mampu melampaui

kendala finansial, terutama pada konsumen yang telah memiliki sikap positif terhadap produk tersebut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa proses keputusan pembelian telur ayam omega-3 dilakukan secara langsung oleh konsumen di setiap tahapnya. Konsumen membeli produk ini sebagai wujud pola hidup sehat dan mencari informasi utamanya melalui media sosial. Mereka mempertimbangkan klaim nutrisi sebelum membeli, melakukan pembelian secara terencana, dan merasa puas serta bersedia membeli kembali. Selain itu, hasil penelitian menunjukkan bahwa pengetahuan produk dan kepercayaan berpengaruh signifikan terhadap keputusan pembelian, sedangkan kesadaran kesehatan tidak berpengaruh langsung. Hal ini menunjukkan bahwa pemahaman dan kepercayaan terhadap kualitas produk menjadi faktor utama dalam mendorong keputusan pembelian.

Produsen disarankan untuk mempertahankan dan memperkuat pengetahuan serta kepercayaan konsumen terhadap produk melalui penyampaian informasi yang transparan tentang proses produksi, kualitas, dan manfaat telur omega-3. Kemasan produk dapat dimanfaatkan sebagai sarana edukasi dengan mencantumkan informasi gizi, cara konsumsi, dan tanggal kedaluwarsa secara menarik dan mudah dipahami. Selain itu, perlu dilakukan kampanye edukatif yang menonjolkan manfaat nyata dan bukti kualitas produk, sehingga dapat memperkuat kepercayaan sekaligus mengubah kesadaran kesehatan menjadi tindakan pembelian nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, W., & Hartono, J. (2021). *Partial Least Square (PLS): Alternatif structural equation modeling (SEM) dalam penelitian bisnis*. Yogyakarta: Andi.
- Badan Pusat Statistik Kota Bogor. (2025). *Kota Bogor dalam angka 2025*. Bogor: Badan Pusat Statistik Kota Bogor.
- Bakhataveryan, R., & Lopez, J. A. (2020). An empirical analysis of factors influencing households' demand for omega-3 enriched eggs in the United States. *Journal of Agribusiness*, 38(2), 161–179.
- Demir, H., & Karakaya, B. (2019). Comparison of the functional food knowledge-awareness levels and consumption frequencies of university students. *International Journal of Medical Science and Clinical Invention*, 6(8), 4530–4538. <https://doi.org/10.18535/ijmsci/v6i8.01>
- Fauziah, S., & Al Amin, N. H. (2021). The influence of product knowledge, religiosity, halal awareness of purchasing decision on halal products with attitude as a mediation variable. *Journal of Management and Islamic Finance*, 1(2), 249–266.

- Firoozzare, A., Boccia, F., Yousefian, N., Ghazanfari, S., & Pakook, S. (2024). Understanding the role of awareness and trust in consumer purchase decisions for healthy food and products. *Food Quality and Preference*, 121, 105275. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2024.105275>
- Gaire, A. (2022). Banking habit determinants of back ward residents of urban area. *Journal Nepal Management Research*, 4(1), 36–45. <https://doi.org/10.3126/jnmr.v4i1.52779>
- Ghaith, A. (2024). Exploring consumer intention for functional food products in Hungary: The role of health consciousness, nutritional knowledge and attitudes. *Applied Studies in Agribusiness and Commerce*, 18(2), 5–18. <https://doi.org/10.19041/apstract/2024/2/1>
- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., Sarstedt, M., Danks, N. P., & Ray, S. (2022). Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) using R. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 27(12).
- Keputusan Gubernur Jawa Barat Nomor 561.7/Kep.804-Kesra/2023 tentang Upah Minimum Kabupaten/Kota di Daerah Provinsi Jawa Barat Tahun 2024.
- Kotler, P., & Keller, K. L. (2016). *Marketing management* (15th Global Ed.). London: Pearson Education Limited.
- Lange, K. W., Nakamura, Y., Gossiau, A. M., & Li, S. (2019). Are there serious adverse effects of omega-3 polyunsaturated fatty acid supplements? *Journal of Food Bioactives*, 7, 1–6. <https://doi.org/10.31665/jfb.2019.7192>
- Liang, H., Wu, Z., & Du, S. (2024). Study on the impact of environmental awareness, health consciousness, and individual basic conditions on the consumption intention of green furniture. *Sustainable Futures*, 8, 100245. <https://doi.org/10.1016/j.sfr.2024.100245>
- Mulatsih, S., Rahayu, I., Soesanto, H., Retnani, Y., & Mutia, R. (2024). Exploring the potential of omega-3 enriched egg industry in Indonesia: Production, consumer demand, and competitiveness. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, 12(2), 75–81. <https://doi.org/10.29244/jipthp.12.2.75-81>
- Nabilasari, M., Harmini, H., & Muflikh, Y. N. (2025). Consumer preference and willingness to pay for organic broiler chicken in Jabodetabek. *Jurnal AGRISEP: Kajian Masalah Sosial Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*, 24(1), 231–250. <https://doi.org/10.31186/jagrisep.24.01.231-250>
- Nagaraj, S. (2021). Role of consumer health consciousness, food safety & attitude on organic food purchase in emerging market: A serial mediation model. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 59, 102423. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2020.102423>
- Palmieri, N., Stefanoni, W., Latterini, F., & Pari, L. (2022). Factors influencing Italian consumers' willingness to pay for eggs enriched with omega-3-fatty acids. *Foods*, 11(4), 545. <https://doi.org/10.3390/foods11040545>

- Pan, J., Wu, K. S., Huang, D. M., & Sun, S. W. (2025). Role of health-consciousness on purchase intention of health and wellness food: The serial mediating effect of attitude and desire. *Nutrients*, 17(5), 746. <https://doi.org/10.3390/nu17050746>
- Pienwisetkaew, T., Wongthahan, P., Naruetharadhol, P., Wongsachia, S., Vongununsuntree, C., Padthar, S., Nee, S., He, P., & Ketkaew, C. (2022). Consumers' intention to purchase functional non-dairy milk and gender-based market segmentation. *Sustainability*, 14(19), 11957. <https://doi.org/10.3390/su141911957>
- Polaris Market Research. (2023). *Omega-3 market analysis*. Diakses dari <https://www.polarismarketresearch.com/industry-analysis/omega-3-market>
- Sanlier, N., & Üstün, D. (2021). Egg consumption and health effects: A narrative review. *Journal of Food Science*, 86(10), 4250–4261. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15892>
- Shahidi, F., & Ambigaipalan, P. (2018). Omega-3 polyunsaturated fatty acids and their health benefits. *Annual Review of Food Science and Technology*, 9, 345–381. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-111317-095850>
- Xu, X., Wang, S., & Yu, Y. (2019). Consumer's intention to purchase green furniture: Do health consciousness and environmental awareness matter? *Science of the Total Environment*, 704, 135275. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135275>
- Yeh, C.-H., Menozzi, D., & Török, A. (2020). Eliciting egg consumer preferences for organic labels and omega-3 claims in Italy and Hungary. *Foods*, 9(9), 1212. <https://doi.org/10.3390/foods9091212>

Model Kewirausahaan Sosial Peternak sebagai Strategi Responsi terhadap Proyek Strategis Nasional (PSN) dalam Ekosistem Swasembada Pangan

Arif Rahman Azis^{1*}, Woki Bilyaro¹, Muhammad Dani¹, Nurazizah Ramadhanti¹, Rizky Amrullah Chaniago¹, Jarmuji¹, Kade Wahyu Saputri², Anis Indayati², Muhammad Subhan Hamka³

¹Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu

²Program Studi Teknologi Produksi Ternak Unggas, Akademi Komunitas Negeri Rejang Lebong

³Program Studi Budidaya Perikanan Air Tawar, Akademi Komunitas Negeri Rejang Lebong

Email: arifrahmanaziz@unib.ac.id

Abstrak

Pemerintah Indonesia menargetkan swasembada pangan melalui Proyek Strategis Nasional (PSN) berskala besar, yang menciptakan disrupsi signifikan pada ekosistem peternakan rakyat. Artikel ini bertujuan untuk mengembangkan model kewirausahaan sosial bagi peternak sebagai strategi responsif terhadap peluang dan tantangan yang ditimbulkan oleh PSN. Metode yang digunakan adalah *Systematic Literature Review* (SLR) dengan panduan protokol PRISMA untuk mensintesis literatur relevan mengenai PSN, kewirausahaan sosial di sektor agribisnis, dan strategi adaptasi peternak. Hasil analisis menunjukkan bahwa PSN memiliki dampak ganda di satu sisi membuka akses terhadap infrastruktur dan pasar baru, namun di sisi lain berisiko memarginalkan peternak kecil melalui kompetisi dan alienasi lahan. Model kewirausahaan sosial yang diusulkan mengintegrasikan empat fungsi strategis (1) integrasi rantai nilai, (2) agregasi sumber daya dan peningkatan kapasitas, (3) advokasi kebijakan dan negosiasi, serta (4) inovasi dan praktik berkelanjutan. Kesimpulannya, model ini menawarkan kerangka kerja proaktif yang dapat mentransformasi peternak dari penerima kebijakan yang pasif menjadi agen perubahan yang aktif, sehingga mampu menyelaraskan tujuan ketahanan pangan nasional dengan penguatan resiliensi ekonomi, sosial, dan ekologis di tingkat komunitas.

Kata kunci: Kewirausahaan sosial, Peternak, Proyek strategis nasional, Swasembada pangan, Resiliensi

Abstract

The Indonesian government targets food self-sufficiency through large-scale National Strategic Projects (PSN), which create significant disruptions to the smallholder livestock ecosystem. This article aims to develop a social entrepreneurship model for livestock farmers as a responsive strategy to the opportunities and challenges posed by PSN. The method used is a Systematic Literature Review (SLR) guided by the PRISMA protocol to synthesize relevant literature on PSN, social entrepreneurship in the agribusiness sector, and farmer adaptation strategies. The analysis shows that PSN has a dual impact: on one hand, it opens access to new infrastructure and markets, but on the other hand, it risks marginalizing small-scale farmers through competition and land alienation. The proposed social entrepreneurship model integrates four strategic functions (1) value chain integration, (2) resource aggregation and capacity building, (3) policy advocacy and negotiation, and (4) innovation and sustainable practices. In conclusion, this model offers a proactive framework that can transform farmers from passive policy recipients into active agents of change, thereby aligning national food security goals with the strengthening of economic, social, and ecological resilience at the community level.

Keywords: Social entrepreneurship, Livestock farmers, National strategic project, Food self-sufficiency, Resilience

PENDAHULUAN

Imperatif nasional untuk mencapai ketahanan dan kedaulatan pangan telah menempatkan sektor pertanian sebagai prioritas utama pembangunan di Indonesia. Ambisi untuk tidak hanya mencapai swasembada pangan dalam 4-5 tahun ke depan, tetapi juga menjadikan Indonesia sebagai lumbung pangan dunia (*world food barn*), mendorong pemerintah untuk mengimplementasikan kebijakan berskala masif. Fokus pada hal ini, program Food Estate yang dikembangkan di berbagai wilayah dengan total ratusan ribu hektar dan usulan 21 lokasi PSN baru untuk peternakan sapi potong dan perah menjadi manifestasi nyata dari strategi tersebut (Badan Pengembangan Infrastruktur Wilayah, 2024).

Namun, di balik ambisi besar tersebut, realitas di lapangan menunjukkan adanya jurang yang signifikan. Sejarah implementasi proyek pertanian skala besar di Indonesia, termasuk program food estate sebelumnya, sarat dengan tantangan dan kegagalan (Hidranto, 2024). Berbagai studi mendokumentasikan permasalahan fundamental seperti pengelolaan lahan yang tidak tepat, kerusakan lingkungan, konflik sosial akibat minimnya partisipasi masyarakat lokal, serta ketidaksesuaian dengan kondisi sosio-kultural setempat. Di subsektor peternakan, tantangan ini diperparah oleh masalah struktural yang belum terselesaikan, seperti rendahnya produktivitas usaha pembibitan sapi yang disebabkan oleh margin keuntungan yang tipis, perputaran modal yang lambat, dan risiko usaha yang tinggi, sehingga tidak menarik bagi investor maupun peternak untuk berkembang (Fatahullah & Hilmi, 2024). Pendekatan PSN yang cenderung seragam dan terpusat seringkali gagal mengakomodasi kompleksitas ini, berisiko mengulang kesalahan masa lalu dan meminggirkan peternak rakyat yang menjadi tulang punggung produksi pangan nasional.

Sebagai respons terhadap keterbatasan pendekatan top-down, paradigma kewirausahaan sosial (*social entrepreneurship*) menawarkan alternatif bottom-up yang menjanjikan. Kewirausahaan sosial didefinisikan sebagai proses yang menggabungkan prinsip bisnis dengan misi sosial untuk menciptakan solusi berkelanjutan atas permasalahan sosial dan lingkungan (Mulyaningrum & Rusliati, 2019). Dari perspektif agribisnis, model ini tidak hanya berorientasi pada profit, tetapi juga bertujuan untuk menciptakan nilai sosial dan ekonomi secara bersamaan bagi komunitas (Avetisyan *et al.*, 2023). Dengan beroperasi sebagai agen perubahan, wirausaha sosial di sektor pertanian fokus pada pemberdayaan masyarakat, inovasi, dan adaptasi berkelanjutan untuk membangun sistem pangan yang lebih adil dan tangguh.

Meskipun peternak secara individu telah lama menerapkan berbagai strategi adaptasi untuk merespons tekanan kebijakan dan perubahan lingkungan (Salam *et al.*, 2025), upaya ini seringkali bersifat reaktif, terfragmentasi, dan berskala kecil, sehingga tidak cukup kuat untuk menghadapi disrupsi masif yang diakibatkan oleh PSN. Terdapat kesenjangan penelitian yang signifikan dalam merumuskan sebuah kerangka kerja yang terstruktur dan proaktif bagi peternak untuk secara kolektif menavigasi ekosistem baru yang dibentuk oleh PSN. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan mengembangkan sebuah model konseptual kewirausahaan sosial peternak. Model ini dirancang sebagai strategi responsif yang memungkinkan peternak untuk tidak hanya bertahan, tetapi juga secara strategis memanfaatkan peluang dan memitigasi risiko yang muncul dari implementasi PSN dalam upaya mencapai swasembada pangan.

METODE

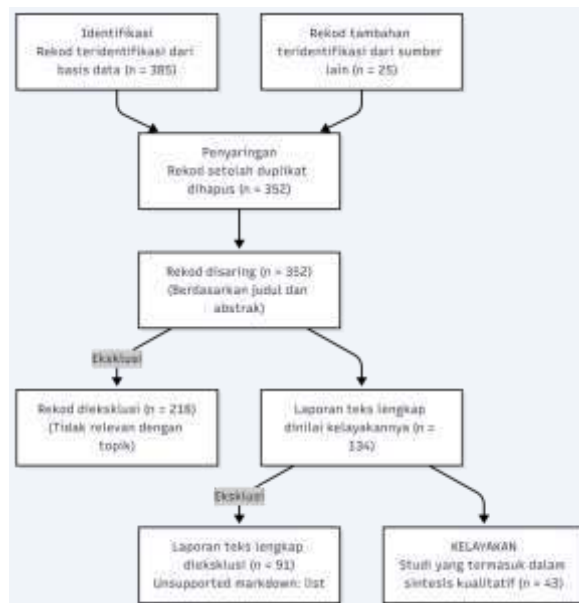
Penelitian ini menggunakan desain kualitatif dengan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR). Metode ini dipilih karena sifatnya yang sistematis, transparan, dan dapat direplikasi dalam mensintesis bukti-bukti dari berbagai literatur akademis untuk menjawab pertanyaan penelitian yang spesifik. Proses peninjauan literatur ini secara ketat mengikuti panduan *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) untuk memastikan kualitas dan validitas tinjauan.

Proses pencarian dan seleksi literatur dilakukan melalui empat tahapan PRISMA. Tahap pertama, Identifikasi, dilakukan dengan pencarian komprehensif pada basis data akademik seperti Google Scholar, Scopus, dan ScienceDirect, serta repositori institusional. Kata kunci yang digunakan adalah kombinasi istilah dalam Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris, antara lain: (("kewirausahaan sosial" OR "social entrepreneurship") AND ("peternak" OR "livestock farmer" OR "agribisnis" OR "agriculture")) AND (("proyek strategis nasional" OR "national strategic project" OR "food estate") OR ("swasembada pangan" OR "food self-sufficiency") OR ("kebijakan pemerintah" OR "government policy")) AND "Indonesia".

Tahap kedua, Penyaringan (*Screening*), meliputi penghapusan artikel duplikat dan peninjauan judul serta abstrak dari semua artikel yang teridentifikasi. Artikel yang secara jelas berada di luar lingkup penelitian, seperti yang tidak relevan dengan konteks pertanian atau hanya membahas aspek teknis murni tanpa dimensi sosio-ekonomi, dieksklusi pada tahap ini.

Tahap ketiga, Kelayakan (*Eligibility*), melibatkan penilaian teks lengkap dari artikel yang tersisa berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan. Kriteria inklusi adalah (a) artikel yang dipublikasikan antara tahun 2012 hingga 2025 untuk menangkap perkembangan kebijakan terkini; (b) berfokus pada kewirausahaan sosial di sektor pertanian/peternakan; (c) membahas PSN, kebijakan ketahanan pangan, atau proyek pertanian skala besar di Indonesia; dan (d) menganalisis strategi adaptasi peternak atau respons komunitas terhadap kebijakan. Kriteria eksklusi adalah (a) artikel opini atau non-peer-reviewed; (b) studi yang tidak relevan dengan konteks Indonesia atau negara berkembang yang sebanding; dan (c) artikel di mana topik kewirausahaan sosial atau respons peternak hanya menjadi bahasan perifer.

Tahap keempat, Inklusi, adalah tahap akhir di mana artikel-artikel yang memenuhi semua kriteria dimasukkan ke dalam sintesis kualitatif. Seluruh proses seleksi ini didokumentasikan dan divisualisasikan dalam diagram alir PRISMA (Gambar 1). Analisis data dilakukan dengan menggunakan pendekatan sintesis tematik. Data yang relevan dari setiap artikel yang terpilih diekstraksi dan dikodekan untuk mengidentifikasi tema, konsep, dan hubungan yang berulang. Tema-tema ini kemudian dianalisis dan diintegrasikan untuk membangun model konseptual yang disajikan pada bagian pembahasan.



Gambar 1. Diagram Alir PRISMA Proses Seleksi Literatur

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proyek Strategis Nasional (PSN) Swasembada Pangan: Skala, Ambisi, dan Realitas Lapangan

Analisis literatur menunjukkan bahwa PSN di sektor pangan dan peternakan merupakan intervensi negara yang dimobilisasi dengan skala dan ambisi yang luar biasa. Program Food Estate, misalnya, dirancang sebagai kawasan terpadu yang menggabungkan pertanian, peternakan, dan perikanan di lahan seluas ratusan ribu hektar, dengan tujuan meningkatkan produktivitas secara signifikan dan menyerap tenaga kerja lokal. Target penambahan hingga 4 juta hektar lahan panen pada tahun 2029 serta penetapan 21 lokasi PSN baru untuk peternakan sapi menggaris bawahi komitmen pemerintah untuk melakukan transformasi struktural pada lanskap pertanian nasional. Proyek-proyek ini menjanjikan dampak pengganda (*multiplier effect*) melalui pembangunan infrastruktur pendukung seperti irigasi, jalan, dan akses energi, yang secara teoretis dapat meningkatkan efisiensi dan membuka akses pasar bagi petani (Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia, 2024).

Namun, ambisi ini berbenturan dengan realitas lapangan yang kompleks dan seringkali kontra-produktif. PSN berfungsi sebagai "kejutan" eksternal yang kuat bagi ekosistem pertanian lokal, menciptakan sebuah dualitas antara peluang dan ancaman. Di satu sisi, kehadiran infrastruktur baru dapat menjadi peluang. Di sisi lain, pendekatan top-down yang masif ini membawa ancaman serius. Kegagalan program swasembada daging sapi di masa lalu menunjukkan bahwa penetapan target nasional tanpa mengatasi masalah fundamental di tingkat peternak, seperti ketidaklayakan ekonomi usaha pembibitan, terbukti tidak efektif (Purwoko, 2016). Proyek skala besar seringkali mengabaikan partisipasi masyarakat lokal, yang berujung pada konflik agraria, kerusakan ekologis, dan kegagalan program itu sendiri. Peternak kecil, yang merupakan mayoritas, berada dalam posisi rentan karena harus bersaing dengan korporasi besar yang mungkin difasilitasi oleh PSN, menghadapi potensi kehilangan akses terhadap lahan, dan terpaksa beradaptasi dengan sistem pasar baru yang tidak selalu menguntungkan mereka. Dengan demikian, PSN tidak dapat dilihat secara monolitik sebagai program yang "baik" atau "buruk", melainkan sebagai disrupsi kompleks yang menciptakan lingkungan yang lebih bergejolak, di mana posisi strategis menjadi kunci untuk bertahan hidup dan berkembang.

Kewirausahaan Sosial sebagai Paradigma Pembangunan Agribisnis Inklusif

Sebagai antitesis dari pendekatan *top-down* PSN, kewirausahaan sosial menawarkan paradigma pembangunan yang berakar pada komunitas dan berorientasi pada keberlanjutan. Konsep ini secara fundamental mengadopsi misi untuk menciptakan dan mempertahankan nilai sosial, bukan hanya nilai pribadi atau keuntungan semata (Mulyaningrum & Rusliati, 2019). Wirausaha sosial bertindak sebagai agen perubahan yang secara aktif mengidentifikasi peluang untuk berinovasi dan beradaptasi demi mencapai misi sosial tersebut. Berbeda dari organisasi nirlaba tradisional, entitas kewirausahaan sosial menghasilkan pendapatan dari aktivitas perdagangan, yang memastikan kemandirian finansial. Namun, berbeda dari bisnis komersial murni, prioritas utamanya adalah pemenuhan tujuan sosial atau lingkungan, di mana keuntungan yang dihasilkan diinvestasikan kembali untuk pengembangan komunitas (Bílková *et al.*, 2018).

Dalam sektor agribisnis, beberapa model kewirausahaan sosial telah terbukti relevan. Salah satunya adalah *Inclusive Business Models* (IBMs), yang bertujuan untuk mengintegrasikan petani kecil ke dalam rantai nilai secara adil dan saling menguntungkan. 28 IBMs fokus pada pembangunan kapasitas, penyediaan akses pasar dan keuangan, serta pembagian risiko yang adil (Baltenweck *et al.*, 2022). Model lain yang efektif adalah organisasi berbasis komunitas seperti koperasi multiproduk (koperasi multiproduk). Model ini memungkinkan peternak untuk secara kolektif mengelola berbagai potensi peternakan (sapi, ayam, kambing) dan melakukan pengolahan pascapanen untuk meningkatkan nilai tambah produk, seperti mengolah susu menjadi produk turunan, daging menjadi olahan, dan sebagainya (Zang *et al.*, 2020). Keberhasilan model-model ini sangat bergantung pada kemampuan untuk membangun aksi kolektif, memanfaatkan sumber daya lokal secara optimal, dan memastikan bahwa manfaat ekonomi dan sosial didistribusikan secara merata di seluruh komunitas.

Tabel 1 merangkum bukti empiris terbaru tentang bagaimana koperasi yang mengintegrasikan berbagai lini usaha bukan hanya memperkuat rantai nilai, tetapi juga menaikkan kinerja hulu-hilir peternak. Empat dimensi kunci ditunjukkan (1) adopsi teknologi, yakni percepatan penggunaan inovasi pascapanen dan peningkatan efisiensi produksi; (2) nilai tambah produk, melalui diversifikasi olahan yang mendorong pendapatan dan ketahanan ekonomi rumah tangga; (3) aksi kolektif, berupa penguatan kerjasama, mekanisme berbagi risiko, serta akses yang lebih luas ke pembiayaan; dan (4) akses pasar, yang memperluas jaringan pemasaran sekaligus meningkatkan daya saing

produk. Secara sistematis, temuan-temuan dalam tabel menegaskan bahwa model koperasi multiproduk bertindak sebagai pengungkit kelembagaan yang menyinergikan inovasi, koordinasi, dan penetrasi pasar, menciptakan ekosistem usaha ternak yang lebih tangguh dan berorientasi nilai.

Tabel 1. Dampak Koperasi Multiproduk pada Peternakan

Aspek	Dampak Utama	Sumber
Adopsi teknologi	Meningkatkan penggunaan teknologi pascapanen dan efisiensi produksi	(Zhang et al., 2020; Toldrá et al., 2021; Can & Engindeniz, 2025)
Nilai tambah produk	Diversifikasi produk meningkatkan pendapatan dan ketahanan ekonomi	(Alvarez et al., 2021; García-Cornejo et al., 2020; De Herde et al., 2020)
Aksi kolektif	Memperkuat kerjasama, pembagian risiko, dan akses pembiayaan	(Zhu & Wang, 2024; Abraham et al., 2022; Zang et al., 2022)
Akses pasar	Memperluas jaringan pemasaran dan meningkatkan daya saing produk	(Can & Engindeniz, 2025; Abraham et al., 2022; Alvarez et al., 2021)

Dari Adaptasi Reaktif ke Aksi Proaktif: Transformasi Strategi Peternak

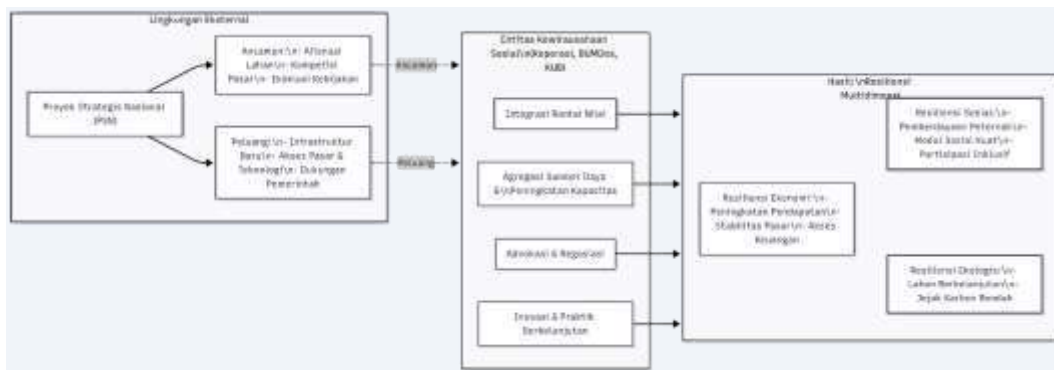
Menghadapi tekanan eksternal, baik dari kebijakan pemerintah maupun perubahan iklim, peternak tidaklah pasif. Literatur mengidentifikasi beragam strategi adaptasi yang mereka terapkan. Strategi ini dapat dikategorikan ke dalam tiga dimensi yaitu ekologis, ekonomi, dan social (Imelda & Hidayat, 2024). Secara ekologis, peternak melakukan diversifikasi tanaman pakan, pengelolaan air, atau memilih jenis ternak yang lebih tahan banting (Bahri & Tiesnamurti, 2012). Secara ekonomi, mereka mendiversifikasi sumber pendapatan di luar peternakan, mencari akses kredit, atau menyesuaikan skala usaha (Mei *et al.*, 2021). Secara sosial, mereka memperkuat jaringan informal dengan sesama peternak dan mencari informasi dari penyuluh (Mulyono *et al.*, 2012).

Namun, analisis lebih dalam menunjukkan bahwa strategi-strategi ini sebagian besar bersifat reaktif, individual, dan terfragmentasi. Peternak merespons perubahan setelah terjadi, dan tindakan yang diambil seringkali terbatas pada kapasitas rumah tangga masing-masing (Bahri & Tiesnamurti, 2012). Meskipun penting untuk kelangsungan hidup jangka pendek, adaptasi yang terfragmentasi ini memiliki daya tawar dan dampak sistemik yang rendah. Mereka mungkin dapat mengatasi masalah sesaat, tetapi tidak mampu mengubah struktur yang menyebabkan kerentanan mereka. Di sinilah model kewirausahaan sosial memainkan peran transformatifnya. Kewirausahaan sosial berfungsi sebagai kendaraan untuk mengagregasi, memformalkan, dan mengangkat adaptasi-adaptasi

individual ini menjadi sebuah respons kolektif yang proaktif dan strategis. Model ini tidak menciptakan perilaku baru dari nol, melainkan menyediakan struktur organisasi yang dapat memperkuat dan menskalakan upaya yang sudah ada. Sebagai contoh, strategi individu "mencari kredit" ditransformasikan menjadi "akses pembiayaan kolektif melalui koperasi"; adaptasi "mencoba pakan baru" menjadi "pengembangan pakan inovatif berbasis riset bersama"; dan jaringan sosial informal "bertukar informasi dengan tetangga" menjadi "forum advokasi formal untuk negosiasi kebijakan". Dengan demikian, kewirausahaan sosial mengubah strategi bertahan hidup (*coping*) menjadi strategi pembangunan (*strategic development*).

Model Kewirausahaan Sosial Peternak yang Responsif dan Terintegrasi

Berdasarkan sintesis literatur, model konseptual kewirausahaan sosial peternak yang responsif terhadap PSN dapat dibangun. Model ini bersifat dinamis dan terintegrasi, menggambarkan bagaimana sebuah entitas usaha sosial yang dipimpin peternak dapat secara strategis menavigasi ekosistem PSN untuk mencapai resiliensi. Model ini terdiri dari lingkungan eksternal, entitas pusat, fungsi strategis, dan hasil yang diharapkan, seperti yang digambarkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Model Konseptual Kewirausahaan Sosial Peternak Responsif PSN

Elaborasi Model

Integrasi rantai nilai adalah inti dari kegiatan ekonomi entitas. Ini mencakup kegiatan kolektif mulai dari pengadaan input (pakan, bibit) dengan harga lebih murah, pengolahan pascapanen untuk menciptakan nilai tambah (misalnya, pasteurisasi susu, pengolahan daging), hingga pemasaran bersama dengan merek kolektif. Dengan mengintegrasikan rantai nilai, peternak dapat menangkap margin keuntungan yang lebih besar dan meningkatkan daya saing mereka terhadap pelaku pasar yang lebih besar, secara langsung merespons tantangan dan peluang pasar yang diciptakan oleh PSN.

Agregasi sumberdaya dan peningkatan kapasitas merupakan entitas sosial yang berfungsi sebagai platform untuk mengumpulkan (*pooling*) sumber daya yang tersebar, seperti modal, lahan, dan tenaga kerja. Lebih dari itu, ia menjadi pusat pembelajaran kolektif, memfasilitasi pelatihan mengenai teknologi modern, manajemen usaha, praktik biosekuriti yang baik, dan pengembangan pakan berkelanjutan. Peningkatan kapasitas ini membangun kekuatan internal kolektif yang memungkinkan peternak untuk mengadopsi inovasi dan memenuhi standar pasar yang lebih tinggi.

Advokasi kebijakan dan negosiasi sebagai bentuk fungsi strategis yang membedakan model ini dari sekadar kelompok usaha biasa. Sebagai badan hukum formal yang mewakili banyak peternak, entitas ini memiliki posisi tawar yang lebih kuat untuk berdialog dan bernegosiasi dengan pelaksana PSN, pemerintah daerah, dan investor swasta. Mereka dapat mengadvokasi kebijakan yang berpihak pada peternak kecil, memastikan keterlibatan mereka dalam perencanaan PSN, dan menegosiasikan skema kemitraan yang adil. Fungsi ini secara proaktif bertujuan untuk "memasukkan" kepentingan peternak ke dalam kerangka kebijakan yang lebih besar, sebuah proses yang disebut *mainstreaming*, sehingga mereka tidak hanya menjadi objek tetapi subjek pembangunan.

Inovasi dan praktik berkelanjutan untuk memastikan keberlanjutan jangka panjang, entitas ini mendorong inovasi yang sesuai dengan konteks lokal dan prinsip ekologis. Ini bisa berupa pengembangan sistem pertanian terpadu (integrasi ternak-tanaman) untuk efisiensi sumber daya, pengelolaan limbah menjadi produk bernilai seperti biogas, atau pelestarian dan pengembangan sumber daya genetik ternak lokal yang memiliki keunggulan adaptif. Fungsi ini tidak hanya membangun resiliensi ekologis tetapi juga dapat menciptakan proposisi nilai unik di pasar.

Keempat fungsi ini saling terkait dan saling memperkuat. Keberhasilan dalam integrasi rantai nilai menyediakan sumber daya finansial untuk peningkatan kapasitas dan inovasi. Peningkatan kapasitas dan inovasi memperkuat posisi tawar dalam advokasi. Dan advokasi yang berhasil membuka ruang kebijakan yang lebih kondusif bagi pengembangan usaha. Hasil akhirnya adalah resiliensi multidimensi (ekonomi, sosial, dan ekologi) yang memungkinkan komunitas peternak untuk berkembang secara berkelanjutan di tengah dinamika pembangunan nasional.

KESIMPULAN DAN SARAN

Implementasi Proyek Strategis Nasional (PSN) untuk mencapai swasembada pangan, meskipun didasari oleh tujuan nasional yang penting, secara inheren menciptakan

ekosistem yang kompleks, dinamis, dan penuh tantangan bagi peternak rakyat. Merespons disrupsi ini dengan strategi adaptasi yang pasif, individual, dan terfragmentasi terbukti tidak memadai untuk membangun ketahanan jangka panjang. Artikel ini, melalui tinjauan literatur sistematis, mengusulkan sebuah model kewirausahaan sosial peternak sebagai kerangka kerja responsif yang proaktif dan terintegrasi. Model ini mentransformasi peternak dari posisi sebagai penerima kebijakan yang rentan menjadi aktor sentral yang mampu secara kolektif memitigasi risiko sekaligus menangkap peluang yang dihadirkan oleh PSN. Dengan mengintegrasikan fungsi ekonomi (integrasi rantai nilai), sosial (agregasi sumber daya dan advokasi), dan ekologis (inovasi berkelanjutan), model ini menawarkan jalur konkret untuk menyelaraskan agenda makro swasembada pangan dengan agenda mikro pembangunan komunitas yang berdaya, adil, dan berkelanjutan. Berdasarkan kesimpulan di atas, beberapa saran dirumuskan untuk para pemangku kepentingan diantaranya 1) untuk Pembuat Kebijakan, Pemerintah pusat dan daerah disarankan untuk secara aktif mengintegrasikan model kewirausahaan sosial berbasis komunitas ke dalam desain dan implementasi PSN. Alih-alih hanya berfokus pada investasi skala besar dari korporasi, kebijakan perlu menciptakan ruang fiskal dan regulasi yang kondusif, seperti skema kemitraan prioritas dan insentif khusus, yang secara eksplisit mendukung dan melibatkan koperasi atau badan usaha milik desa (BUMDes) yang dikelola oleh peternak lokal; 2) untuk Praktisi dan Lembaga Pendamping, Organisasi non-pemerintah, penyuluh pertanian, dan akademisi perlu menggeser fokus pendampingan dari sekadar bantuan teknis atau hibah jangka pendek ke fasilitasi pembentukan dan penguatan kelembagaan wirausaha sosial. Program pendampingan harus mencakup pelatihan dalam manajemen bisnis, literasi keuangan, kepemimpinan, dan keterampilan negosiasi untuk memberdayakan kelompok peternak agar mampu mengelola usaha mereka secara profesional dan mandiri; 3) untuk Akademisi dan Peneliti, model konseptual yang diusulkan dalam artikel ini memerlukan validasi dan pengujian empiris lebih lanjut. Penelitian di masa depan perlu dilakukan untuk menguji efektivitas model ini di berbagai konteks PSN yang berbeda di seluruh Indonesia. Studi longitudinal yang mengukur dampak multidimensional (ekonomi, sosial, ekologis) dari implementasi model kewirausahaan sosial ini akan memberikan bukti kuat yang dapat menginformasikan kebijakan dan praktik pembangunan pertanian yang lebih inklusif dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abraham, M., Chiu, L., Joshi, E., Ilahi, M., & Pingali, P. (2022). Aggregation models and small farm commercialization – A scoping review of the global literature. *Food Policy*, 110, 102299. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2022.102299>
- Alvarez, A., García-Cornejo, B., Pérez-Méndez, J. A., & Roibás, D. (2021). Value-creating strategies in dairy farm entrepreneurship: A case study in Northern Spain. *Animals*, 11(9), 2522. <https://doi.org/10.3390/ani11092522>
- Avetisyan, T., Ross, R. B., & Wright, W. (2023). Social entrepreneurship in agri-food systems: The case of food hubs. *International Food and Agribusiness Management Review*, 26(4), 641–654. <https://doi.org/10.22434/ifamr2022.0043>
- Badan Pengembangan Infrastruktur Wilayah. (2024, 31 Oktober). *Evaluasi manfaat infrastruktur Kementerian PUPR: Sebuah upaya perbaikan berkelanjutan*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. <https://bpiw.pu.go.id/artikel/evaluasi-manfaat-infrastruktur-kementerian-pupr-sebuah-upaya-perbaikan-berkelanjutan>
- Bahri, S., & Tiesnamurti, B. (2012). Strategi pembangunan peternakan berkelanjutan dengan memanfaatkan sumber daya lokal. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 31(4), 142–152.
- Baltenweck, I., Ouma, E. A., & Nagujja, J. (2022). Gender-inclusive business models in livestock value chains in low- and middle-income countries: What can we learn from the literature? *Frontiers in Sustainability*, 3, 958251. <https://doi.org/10.3389/frsus.2022.958251>
- Bílková, R., Balcerová, M., Prášilová, M., & Vávra, J. (2018). Social entrepreneurship in agriculture, a sustainable practice for social and economic cohesion in rural areas: The case of the Czech Republic. *European Countryside*, 10(3), 377–397. <https://doi.org/10.2478/euco-2018-0021>
- Can, B., & Engindeniz, S. (2025). The effects on milk marketing of cooperative partnership of dairy farmers: A case study from Türkiye. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8, 1451687. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1451687>
- De Herde, V., Baret, P. V., & Maréchal, K. (2020). Coexistence of cooperative models as structural answer to lock-ins in diversification pathways: The case of the Walloon dairy sector. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 584542. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.584542>
- Fatahullah, A., & Hilmi, M. A. (2024). Food Estate: Ancaman ataukah peluang bagi ketahanan pangan Indonesia? *Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis (JEPA)*, 8(4), 1313–1326.
- García-Cornejo, B., Pérez-Méndez, J. A., Roibás, D., & Wall, A. (2020). Efficiency and sustainability in farm diversification initiatives in Northern Spain. *Sustainability*, 12(24), 10398. <https://doi.org/10.3390/su122410398>

- Hidranto, F. (2024, 17 Desember). *Mewujudkan asa swasembada pangan*. Portal Informasi Indonesia. <https://indonesia.go.id/kategori/editorial/8839/mewujudkan-asa-swasembada-pangan?lang=1>
- Imelda, & Hidayat, R. (2024). Climate change impacts, adaptation and mitigation in the agricultural sector. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 10(3), 1457–1476. <https://doi.org/10.22034/gjesm.2024.03.30>
- Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia. (2024, 7 Februari). *Selain menjadi upaya pemeratan pembangunan di seluruh wilayah, Proyek Strategis Nasional juga mampu berikan dampak multiplier effect*. <https://www.ekon.go.id/publikasi/detail/5631/selain-menjadi-upaya-pemeratan-pembangunan-di-seluruh-wilayah-proyek-strategis-nasional-juga-mampu-berikan-dampak-multiplier-effect>
- Mei, R. Y. T. M., Ridwan, M. R., & Anindita, W. A. A. (2021). Peran kewirausahaan sosial dalam pembangunan pertanian berkelanjutan (Kasus Tani Muda di Kabupaten Cianjur Provinsi Jawa Barat). *Jurnal Manajemen & Agribisnis*, 18(1), 59–70. <https://doi.org/10.17358/JMA.18.1.59>
- Mulyaningrum, & Rusliati, E. (2019). Membangun kewirausahaan sosial sektor agribisnis sebagai inovasi peluang kerja di pedesaan: Studi kasus pada usaha jamur “Saung Suung Yuceu” Majalengka. *Prosiding Seminar dan Lokakarya Kualitatif Indonesia: Pengembangan Budaya Penelitian Menuju Indonesia 4.0* (hlm. 193–202).
- Mulyo, I. T., Marzuki, S., & Santoso, S. I. (2012). Analisis kebijakan pemerintah mengenai budidaya sapi potong di Kabupaten Semarang. *Animal Agriculture Journal*, 1(2), 266–277.
- Purwoko, P. (2016). Peran kebijakan fiskal dalam peningkatan produktivitas pembibitan sapi nasional. *Kajian Ekonomi dan Keuangan*, 19(2), 137–156. <https://doi.org/10.31685/kek.v19i2.137>
- Salam, S., Thilagam, J., Fernandez, C. C., Senthilkumar, M., Karthikeyan, C., & Murugan, P. P. (2025). Unleashing the future prospects of agricultural entrepreneurship: A systematic literature review. *Journal of Entrepreneurship in Emerging Economies*. <https://doi.org/10.1108/JEEE-12-2024-0567>
- Toldrá, F., Reig, M., & Mora, L. (2021). Management of meat by- and co-products for an improved meat processing sustainability. *Meat Science*, 181, 108608. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108608>
- Zang, L., Wang, Y., Ke, J., & Su, Y. (2022). What drives smallholders to utilize socialized agricultural services for farmland scale management? Insights from the perspective of collective action. *Land*, 11(6), 930. <https://doi.org/10.3390/land11060930>
- Zhang, S., Sun, Z., Ma, W., & Valentinov, V. (2020). The effect of cooperative membership on agricultural technology adoption in Sichuan, China. *China Economic Review*, 62, 101334. <https://doi.org/10.1016/j.chieco.2019.101334>

Zhu, X., & Wang, G. (2024). Impact of agricultural cooperatives on farmers' collective action: A study based on the socio-ecological system framework. *Agriculture*, 14(1), 96. <https://doi.org/10.3390/agriculture14010096>

Pengaruh Suplementasi Metionin Terproteksi terhadap Fermentabilitas dan Produksi Gas pada Pakan Sapi Perah secara *In Vitro*

Yusrian Nuranaily Marelsa Putri M. N.^{1*}, Anis Mukhtiani¹

¹Departemen Peternakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro
Email: marelsaptr@gmail.com

Abstrak

Fermentabilitas rumen merupakan faktor penting dalam menentukan efisiensi pemanfaatan pakan pada sapi perah. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh suplementasi metionin terproteksi terhadap fermentabilitas rumen sapi perah melalui pendekatan *in vitro*. Penelitian dilaksanakan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan tiga ulangan, sehingga diperoleh dua belas unit percobaan. Perlakuan yang diberikan terdiri atas T1 = pakan komplit berprotein rendah tanpa metionin terproteksi, T2 = pakan komplit berprotein rendah disuplementasi metionin terproteksi 0,13%, T3 = pakan komplit berprotein tinggi tanpa metionin terproteksi, dan T4 = pakan komplit berprotein tinggi disuplementasi metionin terproteksi 0,13%. Parameter yang diamati meliputi produksi amonia (NH₃), *Volatile Fatty Acids* (VFA) total, dan gas total. Data dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dan apabila terdapat perbedaan nyata dilanjutkan dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa suplementasi metionin terproteksi berpengaruh terhadap produksi NH₃, namun tidak berpengaruh terhadap produksi VFA total dan gas total. Perbedaan hasil antar perlakuan diduga dipengaruhi oleh perbedaan kualitas ransum, terutama kadar protein kasar. Suplementasi metionin terproteksi mampu meningkatkan ketersediaan nitrogen dan aktivitas mikroba rumen, sehingga berpotensi meningkatkan efisiensi fermentasi pakan pada sapi perah.

Kata kunci: Sapi perah, Pakan komplit, *In vitro*, Fermentabilitas, Metionin terproteksi

Abstract

Rumen fermentability is a crucial factor in determining feed utilization efficiency in dairy cattle. This study aimed to evaluate the effect of rumen-protected methionine supplementation on the rumen fermentability of dairy cows using an *in vitro* approach. The experiment was conducted using a Completely Randomized Design (CRD) with four treatments and three replications, resulting in twelve experimental units. The treatments consisted of T1 = low-protein complete feed without rumen-protected methionine, T2 = low-protein complete feed supplemented with 0.13% rumen-protected methionine, T3 = high-protein complete feed without rumen-protected methionine, and T4 = high-protein complete feed supplemented with 0.13% rumen-protected methionine. The parameters observed included ammonia (NH₃) production, total volatile fatty acids (VFA), and total gas production. Data were analyzed using *Analysis of Variance* (ANOVA), and significant differences among treatments were further tested using *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT). The results showed that rumen-protected methionine supplementation affected NH₃ production, but did not influence total VFA and total gas production. Differences among treatments were likely influenced by variations in diet quality, particularly crude protein content. Rumen-protected methionine supplementation increased nitrogen availability and rumen microbial activity, indicating its potential to improve feed fermentation efficiency in dairy cattle.

Keywords: Dairy cattle, Complete feed, *In vitro*, Fermentability, Rumen-protected methionine

PENDAHULUAN

Peningkatan produktivitas sapi perah menjadi salah satu fokus utama dalam pembangunan sektor peternakan, baik di tingkat global maupun nasional. Secara global, kebutuhan akan susu terus meningkat seiring pertumbuhan populasi dan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya asupan protein hewani berkualitas (FAO, 2022). Di sisi lain, tantangan dalam produksi susu berkaitan erat dengan efisiensi pakan dan optimalisasi proses fermentasi rumen yang berpengaruh langsung terhadap ketersediaan energi dan protein bagi ternak ruminansia (Yuniarti *et al.*, 2025). Proses fermentasi rumen yang efisien tidak hanya meningkatkan performa produksi, tetapi juga dapat mengurangi limbah nitrogen dan emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari aktivitas mikroba rumen (Yanuartono *et al.*, 2019).

Di tingkat nasional, produktivitas sapi perah di Indonesia masih tergolong rendah, dengan rata-rata produksi susu berkisar 10–12 liter per ekor per hari, jauh di bawah potensi genetiknya yang dapat mencapai lebih dari 20 liter per hari (Anugrah *et al.*, 2021). Salah satu faktor penyebab rendahnya produktivitas tersebut adalah ketidakseimbangan nutrisi dalam pakan, terutama dalam hal ketersediaan asam amino esensial yang dibutuhkan untuk sintesis protein susu (Fajar *et al.*, 2024). Pemberian pakan berbasis pakan komplit telah menjadi salah satu strategi untuk menyediakan nutrisi seimbang, namun efisiensi pemanfaatan protein dalam rumen sering kali masih belum optimal akibat degradasi protein yang tinggi oleh mikroba rumen (Zahera *et al.*, 2020).

Metionin merupakan salah satu asam amino esensial pembatas utama pada sapi perah yang berperan penting dalam sintesis protein dan metabolisme energi (Son *et al.*, 2020). Namun, sebagian besar metionin yang dikonsumsi akan terdegradasi di rumen sebelum diserap di usus halus, sehingga diperlukan strategi untuk melindungi metionin agar dapat mencapai tempat absorpsi. Penggunaan metionin terproteksi (*protected methionine*) menjadi salah satu pendekatan yang efektif untuk meningkatkan ketersediaan asam amino tersebut pada tingkat pasca-rumen (Talapessy *et al.*, 2024). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa suplementasi metionin terproteksi mampu meningkatkan efisiensi penggunaan nitrogen, memperbaiki aktivitas mikroba rumen, dan meningkatkan kinerja produksi sapi perah (Wiyatna *et al.*, 2016). Namun, pengaruhnya terhadap fermentabilitas rumen, khususnya terhadap parameter produksi *Volatile Fatty Acids* (VFA), amonia (NH₃), dan gas total masih menunjukkan hasil yang bervariasi tergantung pada kondisi protein basal pakan yang digunakan.

Penelitian *in vitro* merupakan metode rumen buatan, menggunakan tabung fermentor yang meniru kondisi di dalam rumen. Melalui metode *in vitro* pengamatan terhadap aktivitas fermentasi rumen lebih terkendali, sehingga dapat digunakan untuk mengevaluasi pengaruh suplementasi metionin terproteksi pada kualitas pakan berbeda, baik dengan kadar protein kasar rendah maupun tinggi. Penelitian secara *in vitro* relevan untuk memahami interaksi antara sumber nitrogen, aktivitas mikroba, dan efisiensi fermentasi pada tingkat laboratorium sebelum diterapkan secara *in vivo* pada ternak (Scicutella *et al.*, 2025). Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pengaruh suplementasi metionin terproteksi terhadap produksi VFA total, NH₃, dan gas total pada pakan sapi perah secara *in vitro*. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai efektivitas penggunaan metionin terproteksi dalam meningkatkan efisiensi fermentasi rumen dan pemanfaatan nutrisi pada sapi perah.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif eksperimental yang dilakukan pada bulan Juni–Agustus 2025 di Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh suplementasi metionin terproteksi terhadap produksi *Volatile Fatty Acids* (VFA) total, amonia (NH₃), dan gas total pada pakan sapi perah secara *in vitro*. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan, sehingga diperoleh 12 unit percobaan. Perlakuan yang diberikan terdiri atas T1= pakan komplit berprotein rendah tanpa metionin terproteksi, T2= pakan komplit berprotein rendah disuplementasi metionin terproteksi 0,13%, T3= pakan komplit berprotein tinggi tanpa metionin terproteksi, dan T4= pakan komplit berprotein tinggi disuplementasi metionin terproteksi 0,13%.

Penelitian ini menggunakan berbagai alat dan bahan. Alat yang digunakan berupa saringan dengan tingkat kehalusan 60 *mesh*, timbangan analitik, grinder, termos, corong, kain saring, sarung tangan lateks, tabung fermentor beserta tutup karetnya, tabung fermentor dan tutupnya, rak tabung dan tutup tabung yang dilengkapi dengan selang karet, termometer, *water bath*, baskom, pompa vakum, loyang, *freezer*, *centrifuge* dan tabung beserta penutupnya, spatula, oven, kertas minyak, tangkrus, tanur, cawan *Conway*, labu *erlenmeyer*, *syringe*, botol plastik, tabung suling khusus, labu suling, pendingin tegak (*Leibig*), pipet ukur, pipet tetes, tabung titrasi, penyangga titrasi, pH meter, kompor, gelas beaker 250 ml, gelas ukur 10 ml dan 50 ml, spuit ukuran 1 ml dan 5 ml serta alat tulis.

Bahan yang digunakan, yaitu sampel pakan komplit dengan kandungan PK rendah dan tinggi serta suplementasi metionin terproteksi 0,13%, rumen sapi, air hangat dengan suhu berkisar 39°C, air es, larutan *McDougall*, gas CO₂, asam borat (H₃BO₃), natrium karbonat (Na₂CO₃), vaselin, indikator *methyl red* dan *bromocresol green* (BCG), asam sulfat (H₂SO₄) 15% dan H₂SO₄ 0,005 N, asam klorida (HCl) 0,5 N, NaOH 0,5 N, aquades, dan indikator *phenolphthalein* (PP) 1%. Analisis dilakukan melalui tahap persiapan sampel, pelaksanaan *in vitro*, dan pengukuran parameter VFA total, NH₃, dan gas total. Data hasil penelitian dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan taraf signifikansi 5%, apabila terdapat perbedaan nyata antar perlakuan, maka dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Kandungan nutrisi pakan komplit perlakuan tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Nutrien Pakan Komplit

Kandungan Nutrien	T1	T2	T3	T4
	-----%BK-----			
Kadar Air (KA)	8,16	7,66	6,62	5,78
Bahan Kering (BK)	91,48	92,34	93,38	94,22
Bahan Organik (BO)	82,93	83,28	85,13	88,88
Kadar Abu (Abu)	8,91	9,06	8,25	10,77
Protein Kasar (PK)	7,21	12,31	15,35	16,40
Lemak Kasar (LK)	3,72	3,17	4,09	3,90
Serat Kasar (SK)	24,36	20,27	12,33	12,40
BETN	55,80	55,19	59,99	56,53
TDN	63,24	67,05	72,81	70,90

Keterangan: Ransum dianalisis proksimat di Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro (2025). T1= pakan komplit berprotein rendah tanpa *metionin terproteksi*; T2= pakan komplit berprotein rendah disuplementasi *metionin terproteksi* 0,13%; T3= pakan komplit berprotein tinggi tanpa *metionin terproteksi*; T4= pakan komplit berprotein tinggi disuplementasi *metionin terproteksi* 0,13%

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa suplementasi metionin terproteksi pada pakan sapi perah secara *in vitro* berpengaruh nyata terhadap produksi NH₃. Namun, tidak berpengaruh nyata terhadap produksi VFA total dan gas total. Rata-rata produksi NH₃, VFA total, dan gas total tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-Rata Produksi NH₃, VFA Total, dan Gas Total dengan Suplementasi Metionin Terproteksi yang Berbeda secara *In Vitro*

Parameter	Perlakuan				P Value
	T1	T2	T3	T4	
NH ₃ (mM)	4,77 ± 0,32 ^c	6,60 ± 0,55 ^b	4,58 ± 0,32 ^c	7,70 ± 0,55 ^a	0,000
VFA Total (mM)	122,33 ± 6,81 ^b	131,00 ± 10,15 ^{ab}	140,00 ± 10,00 ^a	143,33 ± 5,77 ^a	0,058
Gas Total (ml)	25,33 ± 2,52 ^b	24,33 ± 1,15 ^b	30,00 ± 1,00 ^a	28,33 ± 0,58 ^a	0,006

Keterangan: ^{abc} Superskrip pada baris rata-rata menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$)

T1= pakan komplit berprotein rendah tanpa *metionin terproteksi*; T2= pakan komplit berprotein rendah disuplementasi *metionin terproteksi* 0,13%; T3= pakan komplit berprotein tinggi tanpa *metionin terproteksi*; T4= pakan komplit berprotein tinggi disuplementasi *metionin terproteksi* 0,13%

Produksi Amonia (NH₃)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa suplementasi metionin terproteksi pada pakan komplit berkadar protein rendah dan tinggi berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap produksi amonia (NH₃). Nilai rata-rata produksi NH₃ berkisar antara 4,58–7,70 mM. Rentang tersebut masih berada dalam kisaran optimal untuk mendukung pertumbuhan dan aktivitas mikroba rumen yaitu antara 4–12 mM (Taopan *et al.*, 2019), di mana nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan T4 (7,70 mM). Jemiman *et al.* (2025) menyatakan bahwa NH₃ dihasilkan melalui proses perombakan protein oleh enzim proteolitik yang diproduksi bakteri proteolitik menghasilkan peptida dan asam amino, selanjutnya sebagian besar mengalami deaminasi, sehingga terbentuk NH₃. NH₃ merupakan sumber nitrogen utama bagi sintesis asam amino mikroba rumen (Imanda *et al.*, 2016). Produksi NH₃ yang diperoleh dalam penelitian ini masih dalam kisaran normal menandakan bahwa degradasi protein berlangsung seimbang dan fermentasi rumen berjalan efisien. Hal ini sesuai dengan pendapat Lina *et al.* (2023) bahwa produksi NH₃ yang ideal menunjukkan bahwa proses fermentasi protein berlangsung secara efisien menyediakan nitrogen yang cukup bagi mikroba untuk melakukan sintesis protein mikroba.

Produksi NH₃ perlakuan yang disuplementasi metionin terproteksi (T2 dan T4) lebih tinggi dibanding perlakuan tanpa suplementasi (T1 dan T3). Kondisi ini menunjukkan bahwa tingkat proteksi metionin tidak sepenuhnya 100%, di mana sebagian kecil asam amino tetap terdegradasi di dalam rumen yang menyebabkan peningkatan produksi NH₃. Pelepasan NH₃ dan asam alfa keto hasil degradasi tersebut langsung dimanfaatkan oleh mikroba untuk sintesis protein. Hubungan antara produksi VFA dan NH₃ menunjukkan bahwa ketika VFA meningkat, maka populasi mikroba proteolitik juga meningkat,

sehingga mendukung peningkatan ketersediaan degradasi protein menjadi nitrogen NH_3 (Qori'ah *et al.*, 2016).

Nilai NH_3 yang relatif rendah pada perlakuan T1 dan T3 diduga disebabkan oleh keterbatasan sumber nitrogen akibat kadar protein pakan yang lebih rendah dan aktivitas degradasi protein yang tidak optimal. Sebaliknya, pada T4 yang menggunakan pakan berprotein tinggi bersuplementasi metionin terproteksi terdapat ketersediaan nitrogen meningkat, sehingga bakteri proteolitik dapat berkembang lebih baik. Hal ini mengindikasikan adanya interaksi antara kadar protein pakan dan efektivitas metionin terproteksi dalam meningkatkan efisiensi pemanfaatan nitrogen (Zahera *et al.*, 2020). Suplementasi asam amino, khususnya metionin terproteksi mampu meningkatkan keseimbangan antara degradasi protein dan sintesis protein mikroba apabila didukung oleh kadar protein pakan yang memadai (Cabezas *et al.*, 2023). NH_3 dimanfaatkan oleh mikroba rumen sebagai sumber nitrogen untuk pertumbuhan dan pembentukan protein mikroba serta berperan sebagai sumber nitrogen untuk sekresi saliva. Semakin tinggi konsentrasi NH_3 dalam batas optimal, maka semakin banyak protein mikroba yang terbentuk dan berkontribusi terhadap pasokan protein bagi tubuh ternak (Prayitno *et al.*, 2018). Faktor – faktor yang mempengaruhi konsentrasi NH_3 dalam rumen, meliputi jenis dan komposisi pakan, kadar serta kelarutan protein, dan tingkat degradasi protein selama proses fermentasi (Nurjannah dan Suryanah, 2025). Secara keseluruhan, suplementasi metionin terproteksi mampu meningkatkan efisiensi pemanfaatan nitrogen dan mendukung aktivitas fermentasi mikroba rumen.

Produksi VFA Total

Hasil penelitian menunjukkan bahwa suplementasi metionin terproteksi pada pakan komplit berkadar protein rendah dan tinggi berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap produksi VFA total. Rata – rata produksi VFA total berkisar antara 123,33–143,33 mM. Rata-rata produksi VFA total tertinggi diperoleh pada T4 (143,33 mM), sedangkan terendah pada T1 (122,33 mM). Rentang nilai VFA total yang dihasilkan pada penelitian ini termasuk berada dalam kisaran normal fermentasi rumen yaitu 80–160 mM (Puay *et al.*, 2023). Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa perlakuan T1 dan T2 tidak berbeda nyata, demikian juga dengan perlakuan T3 dan T4 menunjukkan bahwa suplementasi metionin terproteksi belum mampu meningkatkan produksi VFA total. Hal ini menggambarkan bahwa meskipun tingkat proteksi metionin tidak sepenuhnya 100%, di mana sebagian kecil asam amino tetap terdegradasi di dalam rumen, namun masih belum mampu mempengaruhi

aktivitas mikroba rumen dalam mendegradasi karbohidrat khususnya serat kasar. Kusuma *et al.* (2025) menyatakan bahwa metionin berfungsi sebagai asam amino esensial yang dibutuhkan untuk sintesis protein mikroba, sehingga keberadaannya dapat mempercepat proses fermentasi karbohidrat menjadi VFA. Namun, diduga jumlah metionin yang terdegradasi di dalam rumen belum mencukupi kebutuhan mikroba, sehingga berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroba.

Produksi VFA total T3 dan T4 yang lebih tinggi dibanding T1 dan T2 menggambarkan bahwa peningkatan produksi VFA total dipengaruhi oleh kadar protein pakan yang tinggi. Rata-rata produksi VFA total yang rendah pada T1 dan T2 diduga karena ketersediaan nitrogen yang terbatas bagi pertumbuhan mikroba, sehingga proses fermentasi karbohidrat dan pembentukan VFA berlangsung lebih lambat. Hal ini sesuai dengan pendapat (Rahayu *et al.*, 2018) bahwa VFA merupakan hasil utama dari fermentasi karbohidrat oleh mikroba rumen yang berperan sebagai sumber energi utama bagi ternak ruminansia dan sumber kerangka karbon untuk sintesis protein mikroba. Sebagian besar VFA dihasilkan dari fermentasi karbohidrat berserat oleh bakteri selulolitik dan sebagian lainnya berasal dari aktivitas bakteri amilolitik dan lipolitik. Selain itu, VFA sebagian besar berasal dari protein pakan (Rahman *et al.*, 2020).

Produksi VFA total T3 dan T4 yang tinggi disebabkan kandungan protein yang tinggi. Protein di dalam rumen akan didegradasi oleh bakteri proteolitik menghasilkan NH_3 . Selanjutnya NH_3 dan VFA total yang terbentuk digunakan oleh mikroba rumen untuk sintesis protein guna pertumbuhannya. Populasi mikroba yang meningkat akan meningkatkan aktivitasnya dalam mendegradasi pakan berserat, sehingga produksi VFA lebih tinggi. Secara keseluruhan, peningkatan VFA total pada perlakuan pakan komplit berprotein tinggi menunjukkan bahwa kombinasi pasokan energi dan nitrogen lebih seimbang, sehingga mampu mengoptimalkan populasi mikroba dan fermentasi pakan di dalam rumen (Wiyatna *et al.*, 2016). Produksi VFA total dipengaruhi oleh aktivitas bakteri rumen karena peningkatan jumlah bakteri selulolitik yang berperan dalam mencerna serat kasar akan meningkatkan pembentukan VFA total, sebaliknya ketika produksi VFA total dan NH_3 rendah, populasi mikroba cenderung menurun dan proses degradasi pakan menjadi lebih lambat. Meskipun demikian, apabila dibandingkan antara perlakuan pakan komplit berprotein rendah dan tinggi, maka didapat peningkatan produksi VFA total pada pakan berprotein rendah sebanyak 7%, sedangkan pakan berprotein tinggi sebanyak 2%.

Berdasarkan hasil tersebut dapat dikatakan suplementasi metionin terproteksi lebih efisien diberikan pada pakan komplit berprotein rendah.

Produksi Gas Total

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap produksi gas total, namun peningkatan tersebut tidak disebabkan oleh suplementasi metionin terproteksi, melainkan oleh perbedaan kadar protein pakan karena tidak meningkatkan fermentabilitas pakan, terutama karbohidrat. Nilai rata – rata produksi gas total berkisar antara 24,33 – 30,00 ml. Produksi gas T3 dan T4 lebih tinggi dibanding T1 dan T2. Hal ini menunjukkan bahwa pakan dengan kadar protein tinggi pada T3 dan T4 menghasilkan aktivitas fermentasi yang lebih besar dibandingkan pakan berprotein rendah pada T1 dan T2. Produksi gas total mencerminkan aktivitas mikroba rumen dalam mendegradasi bahan organik menjadi produk fermentasi, seperti VFA, CO_2 , dan H_2 . Hal ini sesuai dengan pendapat Hikmawan *et al.* (2019) bahwa produksi gas total merupakan produk samping dari proses fermentasi yang terjadi di dalam rumen. Jumlah gas yang dihasilkan mencerminkan aktivitas degradasi oleh mikroba rumen, di mana karbohidrat dihidrolisis menjadi monosakarida dan disakarida, kemudian difermentasi menjadi VFA, terutama asetat dan butirir (Putri *et al.*, 2023). Selain karbohidrat, protein juga mengalami degradasi yang turut menghasilkan gas, meskipun dalam jumlah yang lebih kecil. Tingginya produksi gas total menunjukkan banyaknya bahan organik yang dapat dicerna oleh mikroba rumen, sehingga terdapat korelasi positif antara produksi gas total dan tingkat fermentabilitas pakan di dalam rumen. Hal ini sesuai dengan pendapat Hariyani *et al.* (2019) bahwa semakin tinggi produksi gas, maka semakin besar pula nilai pencernaan pakan di dalam rumen. Gas yang dihasilkan selama proses fermentasi terdiri atas sekitar 56% CO_2 , 32% CH_4 , 8,5% N_2 , dan 3,5% O_2 (Addawiyah *et al.*, 2021). Gas total yang lebih tinggi pada pakan berprotein tinggi menunjukkan bahwa ketersediaan nitrogen dari protein mendukung pertumbuhan mikroba fermentatif, sehingga meningkatkan degradasi karbohidrat dan protein. Hal ini sesuai dengan pendapat Pang *et al.* (2024) bahwa peningkatan kadar protein pada pakan mampu mendukung peningkatan populasi bakteri yang lebih banyak. Suplementasi metionin terproteksi pada kedua taraf protein tidak menunjukkan peningkatan produksi gas total yang signifikan. Pada T2 pakan berprotein rendah, suplementasi metionin terproteksi tidak memperbaiki aktivitas fermentasi karena keterbatasan nitrogen dalam substrat. Produksi gas total lebih dipengaruhi oleh kadar protein pakan dibandingkan suplementasi metionin terproteksi. Hal ini sesuai dengan

pendapat Sairullah *et al.* (2016) bahwa efisiensi fermentasi rumen dipengaruhi oleh rasio protein terhadap energi dan kemampuan mikroba dalam memanfaatkan nitrogen untuk bersintesis. Kualitas ransum dan ketersediaan nitrogen merupakan faktor utama yang menentukan intensitas fermentasi dan jumlah gas yang dihasilkan selama proses fermentasi rumen *in vitro*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Suplementasi metionin terproteksi pada pakan sapi perah secara *in vitro* mampu meningkatkan produksi NH₃, namun belum mampu meningkatkan produksi VFA total dan gas total. Peningkatan VFA total dan gas total meningkat sejalan dengan peningkatan protein pakan komplit. Disarankan suplementasi metionin terproteksi hanya diberikan pada pakan komplit berprotein rendah untuk memberikan hasil fermentasi yang lebih efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Addawiyah, N. R., Ayuningsih, B., Budiman, A., & Hernaman, I. (2021). Produksi gas pada ransum domba berbasis rumput gajah cv Mott dan leguminosa pohon. *Jurnal Sumber Daya Hewan*, 2(2), 30. <https://doi.org/10.24198/jsdh.v2i2.35069>
- Anugrah, I. S., Purwantini, T. B., & Erwidodo, N. (2021). Inovasi kemitraan usaha ternak sapi perah di Pangalengan-Bandung Selatan. *Analisis Kebijakan Pertanian*, 19(1), 1–18. <https://doi.org/10.21082/akp.v19n1.2021.1-18>
- Cabezas, A., De la Fuente, J., Díaz, M. T., Bermejo-Poza, R., del Olmo, D. M., Mateos, J., Llanes, N., & Jimeno, V. (2023). Effect of the inclusion of rumen-protected amino acids in the diet of growing beef cattle on animal performance and meat quality. *Frontiers in Animal Science*, 4, 1269775. <https://doi.org/10.3389/fanim.2023.1269775>
- Fajar, M. S. R., & Haryuni, N. (2024). Effect of silage feeding on the production performance of dairy cattle in UD Sultoni. *Journal of Animal Science*, 1(1), 49–56.
- FAO. (2022). *World food and agriculture – Statistical yearbook 2022*. Rome: FAO. <https://doi.org/10.4060/cc2211en>
- Hariyani, O., & Chuzaemi, S. (2019). Pengaruh lama fermentasi ampas putak (*Corypha gebanga*) terhadap produksi gas dan nilai pencernaan secara *in vitro* menggunakan *Aspergillus oryzae*. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis*, 2(1), 53–62.
- Hikmawan, D., Erwanto, M., & Fathul, F. (2019). Pengaruh substitusi rumput laut (*Eucheuma cottonii*) dalam pakan rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) terhadap konsentrasi VFA parsial dan estimasi produksi gas metana secara *in-vitro*. *Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan*, 3(1), 12–18.
- Imanda, S., Effendi, Y., & Sugoro, I. (2016). Evaluasi *in vitro* silase sinambung sorgum varietas Samurai 2 yang mengandung probiotik BIOS K2 dalam cairan rumen kerbau. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*, 12(1), 1–12.

- Jemiman, M. A. A., Oematan, G., Lestari, G. A. Y., & Kleden, M. M. (2025). Pengaruh pemberian silase pakan komplit dari berbagai hijauan dengan penambahan konsentrat mengandung ZnSO₄ dan Zn-Cu isoleusinat terhadap fermentasi rumen (pH, VFA dan NH₃) pada kambing Kacang. *Animal Agricultura*, 2(3), 858–869. <https://doi.org/10.59891/animacultura.v2i3.111>
- Kusuma, Y. T., Santosa, P. E., Ermawati, R., & Suharyati, S. (2025). Pengaruh penambahan milk replacer dalam ransum terhadap total protein plasma dan glukosa darah kambing Cross Boer jantan. *Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan*, 9(2), 299–312. <https://doi.org/10.23960/jrip.2025.9.2.299-312>
- Lina, C. M., Hilakore, M. A., Lestari, G. A. Y., & Lawa, E. D. W. (2023). Silase isi rumen sapi dengan level mikroorganisme lokal yang berbeda terhadap kandungan protein, serat, VFA dan NH₃ secara *in-vitro*. *Jurnal Peternakan Lahan Kering*, 5(2), 267–278.
- Nurjannah, S., & Suryanah, S. (2025). Utilization of papaya waste as dairy cattle feed on fermentability value (*in vitro*). *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 13(1), 70–81.
- Pang, K., Wang, J., Chai, S., Yang, Y., Wang, X., Liu, S., Ding, C., & Wang, S. X. (2024). Ruminal microbiota and muscle metabolome characteristics of Tibetan plateau yaks fed different dietary protein levels. *Frontiers in Microbiology*, 15, 1275865. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1275865>
- Prayitno, R. S., Wahyono, F., & Pangestu, E. (2018). Pengaruh suplementasi sumber protein hijauan leguminosa terhadap produksi amonia dan protein total ruminal secara *in vitro*. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 20(2), 116–123.
- Puay, D., Oematan, G., Amalo, D., & Benu, I. (2023). Pengaruh substitusi silase rumput kume dengan fodder jagung hidroponik terhadap konsumsi dan pencernaan karbohidrat, konsentrasi *volatile fatty acid* dan kadar glukosa darah kambing Kacang jantan. *Animal Agricultura*, 1(1), 24–35.
- Putri N, D. L., Sutrisna, R., Fathul, F., & Liman, L. (2023). Pengaruh pengolahan amoniasi, fermentasi, dan amofer kelobot jagung terhadap konsentrasi VFA total, NH₃, dan produksi gas total secara *in vitro*. *Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan*, 7(1), 84–93. <https://doi.org/10.23960/jrip.2023.7.1.84-93>
- Qori'ah, A., & Surono, S. (2016). Sintesis protein mikroba dan aktivitas selulolitik akibat penambahan level zeolit sumber nitrogen *slow release* pada glukosa murni secara *in vitro*. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 26(2), 1–7.
- Rahayu, R. I., Subrata, A., & Achmadi, J. (2018). Fermentabilitas ruminal *in vitro* pada pakan berbasis jerami padi amoniasi dengan suplementasi tepung bonggol pisang dan molases. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 20(3), 166–174.
- Rahman, A., Sunarso, S., Tampoebolon, B. I. M., & Nuswantara, L. K. (2020). Pengaruh perbedaan aras starter pada fermentasi sabut kelapa terhadap pencernaan bahan pakan dan produksi *volatile fatty acids* secara *in vitro*. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 8(2), 66–71.

- Sairullah, P., Chuzaemi, S., & Sudarwati, H. (2016). Effect of flour and papaya leaf extract (*Carica papaya* L.) in feed to ammonia concentration, volatile fatty acids and microbial protein synthesis *in vitro*. *Journal of Tropical Animal Production*, 17(2), 66–73.
- Scicutella, F., Foggi, G., Daghighi, M., Mannelli, F., Viti, C., Mele, M., & Buccioni, A. (2025). A review of *in vitro* approaches as tools for studying rumen fermentation and ecology: Effectiveness compared to *in vivo* outcomes. *Italian Journal of Animal Science*, 24(1), 589–608. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2025.2463507>
- Son, D. K., Lisnahan, C. V., & Nahak, O. R. (2020). The effect of DL-methionine supplementation on body weight gain, feed consumption and feed efficiency of broilers. *Journal of Tropical Animal Science and Technology*, 2(2), 37–44. <https://doi.org/10.32938/jtast.v2i2.583>
- Talapessy, C., Rahayuningsih, M., Fidriyanto, R., Fitri, A., & Ridwan, R. (2024). Daya cerna dan karakteristik fermentasi rumen dengan penambahan asam amino terenkapsulasi secara *in vitro*. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*, 22(2), 85–90. <https://doi.org/10.29244/jintp.22.2.85-90>
- Taopan, U. R., Hartati, E., & Lestari, G. A. Y. (2019). Pengaruh substitusi dedak padi dengan tepung kulit pisang hasil fermentasi terhadap pH, *volatile fatty acids* (VFA) dan amonia (NH₃) secara *in vitro*. *Jurnal Peternakan Lahan Kering*, 1(3), 437–444.
- Wiyatna, M. F., & Hernaman, I. (2016). Pengaruh suplementasi metionin-CPO dalam ransum terhadap performa domba. *Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran*, 16(2).
- Yanuartono, Y., Nururrozi, A., Indarjulianto, S., & Purnamaningsih, H. (2019). Peran protozoa pada pencernaan ruminansia dan dampak terhadap lingkungan. *Journal of Tropical Animal Production*, 20(1), 16–28. <https://doi.org/10.21776/ub.jtapro.2019.020.01.3>
- Yuniarti, E., Mutaqin, B. K., & Tasripin, D. S. (2025). Kualitas susu sapi perah yang diberi imbuhan probiotik cairan bioproses tebon jagung. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*, 6(1), 1–12. <https://doi.org/10.24198/jthp.v6i1.60001>
- Zahera, R., Anggraeni, D., Rahman, Z. A., & Evvyernie, D. (2020). Pengaruh kandungan protein ransum yang berbeda terhadap pencernaan dan fermentabilitas rumen sapi perah secara *in vitro*. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*, 18(1), 1–6. <https://doi.org/10.29244/jintp.18.1.1-6>

Manajemen Reproduksi Sapi Perah Betina Peranakan *Friesian Holstein* di Balai Pengembangan Bibit Ternak dan Benih Pertanian Tampusu

Lentji Rinny Ngangi^{1*}

¹Laboratorium Reproduksi dan Pemuliaan Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Sam Ratulangi

Email: lentjiringangi@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi praktik manajemen reproduksi sapi Peranakan *Friesian Holstein* (PFH) di BPBTBP Tampusu. Objek dalam penelitian ini adalah catatan reproduksi dari tujuh ekor sapi perah PFH betina. Penelitian ini menggunakan metode survei dengan cara mewawancarai langsung petugas kandang dengan menggunakan alat bantu kuisioner. Variabel penelitian yaitu cara pemberian pakan, pola perkawinan, deteksi estrus, dan *post partum mating*. Hasil pengamatan dilapangan menunjukkan bahwa frekuensi waktu pemberian pakan berlangsung pada pagi jam 09.00-10.00 serta sore hari jam 16.00-17.00, tetapi ada kalanya sapi hanya memperoleh satu kali makan dalam sehari di berikan pada pagi hari. Hasil pengamatan dilapangan dari total tujuh ekor sapi yang diamati, 71.4% (lima ekor sapi) menggunakan metode kawin alam, 14.3% (satu ekor sapi) menggunakan metode IB, dan 14.3% (satu ekor sapi) tidak dikawinkan. Onset estrus pada ternak terjadi pada pukul 16.00. Hasil ini menunjukkan bahwa tiga tanda utama yang tampak dan terinventarisir pada sapi perah betina adalah nafsu makan menurun , vulva merah bengkak basah , dan diam dinaiki. Masing-masing tanda ini teramati pada tujuh ekor sapi perah betina. Sebaliknya, tanda-tanda estrus lain seperti gelisah, urinisasi, dan menaiki sesama tidak terdeteksi selama pengamatan. *Estrus post partum* terkontrol tetapi *post partum mating* tidak terkontrol.

Kata Kunci: Manajemen reproduksi, Sapi PFH, Tampusu

Abstract

This study aims to evaluate the reproductive management practices of Friesian Holstein Crossbreed (PFH) cattle at BPBTBP Tampusu. The object of this study was the reproductive records of seven female PFH dairy cows. This study used a survey method by directly interviewing barn staff using a questionnaire. The research variables were feeding methods, mating patterns, estrus detection, and postpartum mating. The results of field observations showed that the frequency of feeding times took place in the morning at 09.00-10.00 and in the afternoon at 16.00-17.00, but sometimes the cows only received one meal a day given in the morning. The results of field observations of a total of 7 cows observed, 71.4% (five cows) used the natural mating method, 14.3% (one cow) used the AI method, and 14.3% (one cow) was not mated. The onset of estrus in cattle occurred at 16.00. These results indicate that the three main signs observed and inventoried in dairy cows were decreased appetite, a red, swollen, and wet vulva, and reluctance to be mounted. Each of these signs was observed in seven dairy cows. In contrast, other signs of estrus, such as restlessness, urination, and mounting, were not detected during the observations. Postpartum estrus was controlled, but postpartum mating was not.

Keywords: Reproductive management, PFH cattle, Tampusu

PENDAHULUAN

Sapi perah merupakan salah satu jenis ternak yang hasil produksi utamanya berupa susu. Bangsa sapi perah yang paling populer dipelihara di Indonesia yaitu Peranakan *Friesian Holstein* (PFH) dan *Friesian Holstein* (FH) yang berasal dari negara Belanda. Sapi FH banyak dipelihara karena kemampuan produksi susunya cukup tinggi bila dibandingkan dengan jenis sapi perah yang ada serta mampu beradaptasi dengan baik (Christi dkk., 2023). Usaha budidaya sapi perah bertujuan memenuhi kebutuhan protein hewani masyarakat, terutama dari susu, yang menjadi salah satu sumber protein hewani berkualitas tinggi (Utami dkk., 2022).

Manajemen reproduksi merupakan salah satu aspek utama untuk keberlangsungan hidup usaha peternakan (Suharyati & Hartono, 2016). Dalam usaha peternakan perlunya memperhatikan manajemen reproduksi karena memainkan posisi yang vital dalam mengawal kesinambungan bisnis peternakan (Suharyati & Hartono, 2016). Manajemen reproduksi yang tepat sangat penting dalam keberhasilan peternakan sapi perah, karena reproduksi menentukan laktasi, yaitu proses pembentukan susu yang dimulai dari kawin, bunting, hingga partus. Ini mengartikan bahwa dengan melaksanakan manajemen reproduksi yang baik akan menghindarkan ternak dari gangguan reproduksi.

Balai Pengembangan Bibit Ternak dan Benih Pertanian (BPBTBP) Tampusu yang terletak di desa Tampusu Kecamatan Remboken memiliki beberapa ekor sapi perah peranakan *Friesian Holstein* dan berpotensi untuk dikembangkan untuk memenuhi akan kebutuhan protein hewani asal ternak berupa susu. Memperhatikan beberapa faktor pendukung seperti status reproduksi dari sumber daya alam ternak yang ada serta penerapan manajemen reproduksi akan dapat mempercepat laju perkembangan sapi perah yang ada di Tampusu serta memahami keterkaitan berbagai faktor yang mempengaruhi fertilitas ternak, merupakan hal yang esensial dalam upaya mengoptimalkan performans reproduksi. Berdasarkan kerangka pemikiran tersebut diatas, maka telah dilaksanakan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui dan memperoleh informasi bagaimana penerapan manajemen reproduksi sapi betina PFH yang dipelihara di BPBTBP Tampusu.

METODE

Penelitian ini telah dilaksanakan di BPBTBP unit Tampusu yang berlokasi di Desa Tampusu, Kecamatan Remboken, Kabupaten Minahasa. Waktu penelitian selama satu Bulan yakni pada bulan Juli 2024. Objek materi penelitian ini adalah catatan reproduksi dari tujuh ekor sapi perah betina PFH yang berada di Balai Pengembangan Bibit Ternak

dan Benih Pertanian Unit Tampusu, yang diperoleh dari hasil wawancara dengan petugas kandang.

Data reproduksi dianalisis secara deskriptif dengan menghitung secara manual dan ditampilkan dalam bentuk tabel. Variabel penelitian pemberian pakan proses ini mencakup frekuensi pemberian, volume dan jenis pakan. Pola perkawinan mencakup sistem kawin alam dan inseminasi buatan. Deteksi estrus menginventarisir tanda-tanda estrus yang nampak secara kasat mata. *Post partum mating* (hari) berapa lama waktu yang dibutuhkan ternak untuk kawin kembali setelah beranak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemberian Pakan dan Frekuensi Pemberian Pakan

Sapi perah PFH di BPBTBP Tampusu diberi pakan dua kali sehari, yaitu pada pagi jam 09.00-10.00 dan sore hari jam 16.00-17.00, tetapi ada kalanya sapi hanya menerima pakan satu kali dalam sehari. Kurniawan dkk., (2022) dalam risetnya menunjukkan bahwa interval pemberian pakan yang tidak konsisten dapat mengganggu sistem pencernaan dan menurunkan efisiensi produksi susu. Frekuensi pemberian pakan terhadap sapi perah PFH di Tampusu sudah mendekati standar. Namun masih terdapat ruang untuk penyempurnaan, terutama terkait dengan konsistensi jumlah pemberian pakan dan menjamin setiap sapi mendapatkan asupan gizi yang memadai sepanjang hari.

Jenis dan Jumlah Pakan

Jenis pakan yang diberikan kepada sapi PFH di BPBTBP Tampusu terdiri dari dedak dan hijauan. Dedak diberikan dalam jumlah 2,5–5 kg per hari per ekor, tergantung kondisi sapi. Pratama dkk., (2021) konsisten menekankan bahwa kebutuhan hijauan untuk sapi laktasi idealnya berkisar 10-12 kg bahan kering per ekor per hari, sementara praktik di Tampusu masih bersifat fleksibel dan tidak terukur secara sistematis. Fauzi dkk., (2020) menyatakan bahwa pentingnya jumlah hijauan yang konsisten untuk kesehatan sapi perah, menunjukkan perlunya pengukuran yang lebih terstandar pada hijauan di Tampusu. Pemberian hijauan kepada sapi perah PFH di BPBTBP Tampusu, saat ini dilakukan tanpa pengukuran pasti dan bergantung pada ketersediaan. Pendekatan semacam ini berpotensi menimbulkan ketidakstabilan asupan nutrisi, yang dapat berdampak signifikan pada kesehatan reproduksi dan produktivitas sapi perah.

Pola Perkawinan

Hasil pengamatan dilapangan menunjukkan bahwa dari total 7 sapi yang diamati, 71.4% (lima ekor sapi) menggunakan metode kawin alam, 14.3% (satu ekor sapi)

menggunakan metode IB, dan 14.3% (satu ekor sapi) tidak dikawinkan. Sebanyak 28.6% (dua ekor sapi) dari sapi yang diamati berhasil bunting dan melahirkan, sedangkan 71.4% (lima ekor sapi) belum mencapai kebuntingan atau melahirkan. Ini menunjukkan bahwa mayoritas sapi (lima ekor atau 71,4%) menggunakan metode kawin alam. Metode ini masih menjadi pilihan utama di lapangan, sejalan dengan temuan Rahmawati & Hartono, (2022) yang menemukan tingginya penggunaan kawin alam di Sulawesi yakni sebesar 68,2%. Hal ini mengonfirmasi bahwa preferensi terhadap kawin alam masih dominan di berbagai wilayah Indonesia, terutama karena pertimbangan praktis dan ekonomis. Satu ekor sapi (14,3%) tidak menjalani perkawinan. Kondisi ini bisa terjadi akibat deteksi birahi tidak tepat, dan nutrisi tidak seimbang (Sutiyono & Lestari, 2023). Dari total 7 ekor sapi yang diamati, hanya 2 ekor sapi (28,6%) yang berhasil bunting dan melahirkan. Angka ini menunjukkan tantangan dalam mencapai tingkat kebuntingan yang optimal. Widarini, dkk., (2022) mengidentifikasi beberapa faktor yang mempengaruhi keberhasilan konsepsi yakni manajemen reproduksi, dan faktor lingkungan.

Deteksi Estrus dan Tanda-tanda Estrus

Onset estrus pada ternak terjadi pada pukul 16.00, dengan tanda-tanda estrus yang nampak pada sapi PFH di BPBTBP Tampusu seperti yang tertera pada (Tabel 1).

Tabel 1. Tanda-tanda Estrus yang Nampak dan Terinventarisir pada Sapi PFH di Tampusu

Tanda-tanda Estrus	Terinventarisir pada (ekor)
NMM	7
VMBB	7
DD	7
U	0
G	0
MS	0
Total	21

NMM = Nafsu Makan Menurun, VMBB = Vulva Merah Bengkak Basah, DD = Diam Dinaiki, U = Urinisasi, G = Gelisah, MS = Menaiki Sesama

Hasil pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa dari berbagai tanda-tanda estrus yang ada, terdapat beberapa tanda yang terinventarisir lebih dominan, sementara tanda-tanda lainnya tidak terdeteksi. Hasil ini menunjukkan bahwa tiga tanda utama yang tampak dan terinventarisir pada sapi perah betina adalah NMM, VMBB, dan DD. Masing-masing tanda ini teramati pada 7 ekor sapi perah betina. Sebaliknya, tanda-tanda estrus lain seperti G, U, dan MS tidak terdeteksi selama pengamatan. Hal ini disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk didalamnya tidak akuratnya pengamatan TTE perbedaan perilaku individu

sapi atau kondisi lingkungan. Sayid *et al.*, (2024) menyatakan salah satu kontributor utama terhadap fertilitas yang buruk dan gagal mencapai kalender melahirkan satu tahun dari kawanan sapi perah adalah ketidakmampuan untuk mengetahui semua tanda estrus perilaku dan deteksi estrus yang tidak efektif. Fenomena ini terjadi karena tidak adanya manajemen reproduksi yang baik antara lain deteksi estrus yang akurat oleh petugas kandang.

Penelitian lain oleh Gunawan dkk., (2020) menunjukkan bahwa diam dinaiki merupakan tanda estrus yang paling jelas pada sapi perah di daerah tropis, dengan frekuensi teramati sebesar 40%. Selain itu, mereka juga menemukan tanda-tanda seperti urinisasi dan menaiki sesama, meskipun dengan frekuensi yang lebih rendah, yaitu sekitar 15-20%). Hasil penelitian di lapangan menunjukkan kesamaan, yaitu dominasi tanda DD yang terjadi pada tujuh ternak (100%). Namun, urinisasi dan menaiki sesama sama sekali tidak terdeteksi pada sapi di Tampusu.

Post partum mating

Berdasarkan data di lapangan, *post partum mating* pada sapi perah PFH di BPBTBP Tampusu menunjukkan hasil yang tidak terkontrol. Ngangi dkk., (2024) telah melakukan penelitian terdahulu menyatakan bahwa sapi-sapi tersebut tetap mengalami *estrus post partum* walaupun angka capainnya cenderung panjang yaitu $90 \pm 7,97$ hari. Penyebab tidak terkontrolnya *post partum mating* dikarenakan lalainya petugas dalam melakukan pengamatan estrus dan berdampak pada performa reproduksi sapi perah yang ada di BPBTBP Tampusu. Keterlambatan dalam *post partum mating* dapat mengurangi efisiensi reproduksi secara keseluruhan. Deteksi estrus yang tidak optimal akan menyebabkan kesempatan untuk melakukan inseminasi buatan atau kawin alam terlewatkan, sehingga memperpanjang waktu hingga sapi kembali bunting. Dengan demikian, diperlukan peningkatan dalam hal pencatatan dan pengawasan perilaku estrus untuk memperbaiki manajemen *post partum mating* di BPBTBP Tampusu.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan menunjukan bahwa pola pemberian pakan belum memenuhi standar kebutuhan nutrisi, deteksi estrus tidak dilaksanakan secara akurat dan *post partum mating* yang tidak terkontrol, dan hal ini menunjukan bahwa manajemen reproduksi sapi perah PFH di BPBTBP Tampusu belum optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Christi, R. F., Salman, L. B., & Alfikri, I. (2023). Evaluasi Performa Produksi Susu Dan Reproduksi Sapi Perah *Friesian Holstein* Di BPT HMT Cikole Lembang. *Jurnal Sumber Daya Hewan*, 4(1), 1-7.
- Kusmayadi, T., Rohayati, T., Nurhayatin, T., dan Hadist, I. (2020). Efisiensi Reproduksi Sapi Perah *Friesian Holstein* Di Wilayah Kerja Koperasi Peternakan Bandung Selatan. *Jurnal Agripet*, 4(1), 1-7. <https://doi.org/10.52434/JANHUS.V4I1.792> .
- Gunawan, Y. (2020). Standing Heat And Other Estrus Indicators In Tropical Dairy Herds. *Tropical Livestock Science*.
- Kurniawan, W. (2022). Tatalaksana Pemeliharaan Sapi Perah Laktasi FH (*Fries Holland*) Di Gisting Dairy Farm (Doctoral Dissertation, Politeknik Negeri Lampung).
- Ngangi, L. R., Turangan, S. H., Sane, S., Bujung, J. R., Rimbing, S. C., dan Podung, A. J. (2024). Efisiensi Reproduksi Sapi Perah Betina Peranakan *Friesian Holstein* Di Balai Pengembangan Bibit Ternak Dan Benih Pertanian Unit Tampusu. *ZOOTECH*, 44(2), 319-323.
- Pratama, A. R., Setiawan, R., & Maylinda, S. (2021). Analisis Nutrisi dan Reproduksi Sapi Perah Peranakan *Friesian Holstein*. *Jurnal Veteriner*, 42(1), 45-59.
- Sayid A, Mosissa D , Asnaku F , Tamrat D , Ayda M & Asmarech Y. (2024). Behavioral and Physical Signs of Estrous Manifested in Hormonally Estrus-Induced Boran and Holstein *Friesian Dairy Cattle*. *EAS Journal of Veterinary Medical Science*. Vol-6: 1-8.
- Suharyati, S., & Hartono, M. (2016). Pengaruh Manajemen Peternak Terhadap Efisiensi Reproduksi Sapi Bali Di Kabupaten Pringsewu Provinsi Lampung. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 16 (1): 61-67.
- Sutiyono, B., & Lestari, S. (2023). Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kegagalan Reproduksi Sapi Potong di Peternakan Rakyat. *Jurnal Ilmu Ternak Indonesia*, 28(2): 85-97.
- Vojgani, M., Akbarinejad, V., & Niasari-Naslaji, A. (2013). Administration of eCG on Day 6 Postpartum Could Enhance Reproductive Performance Of Holstein Dairy Cows.. *Animal Reproduction Science*, 138 3-4, 159-62. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2013.03.003>.
- Widarini, N., Suharto, K., & Prasetyo, H. (2022). Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Keberhasilan Konsepsi Pada Sapi Potong Di Jawa Tengah. *Jurnal Veteriner Indonesia*, 26(2), 78-92.

Studi Kasus Penanganan Diare pada Pedet Sapi Bali di Dusun Bakunge Kabupaten Bone

Sri Wahyuni^{1*}, Sri Utami¹, Soraya Faradila²

¹Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Khairun, Ternate Maluku Utara

²Jurusan Peternakan, Politeknik Pembangunan Pertanian (Polbangtan) Gowa, Gowa, Sulawesi Selatan

Email: drhnuni28@gmail.com

Abstrak

Diare pada anak sapi disebabkan oleh faktor infeksi dan non-infeksi. Beberapa patogen enterik (*misalnya*, virus, bakteri, dan protozoa) terlibat dalam perkembangan penyakit ini. Anak sapi berumur tujuh hari sampai tiga bulan adalah anak sapi yang paling terpengaruh dengan diare. Studi kasus ini bertujuan untuk mengevaluasi dan menangani kondisi kesehatan pedet sapi Bali melalui penerapan pengobatan kimia maupun metode pengobatan herbal, sehingga dapat memberikan solusi yang efektif dan aman bagi pertumbuhan dan kesejahteraan hewan. Obat kimia yang digunakan adalah Colibact® Inj, Biosan TP® Inj, dan Sulpidon® Inj. Sementara itu, obat herbal yang digunakan adalah ekstrak daun jambu biji dengan dosis 500 mg/40 kg berat badan. Peralatan yang dipakai meliputi sarung tangan, tiga buah spuit ukuran 5 ml, dan alat drenching gun. Pengobatan dan evaluasi dilakukan selama 7 hari setelah pemberian pengobatan dengan cara melakukan pemeriksaan ulang terhadap kondisi pedet sapi Bali. Hasil pemeriksaan menunjukkan perkembangan yang positif, di mana kondisi feses telah kembali normal dan tidak ditemukan lagi tanda-tanda diare berdarah. Pada hari kedelapan setelah pengobatan, pedet sapi Bali sudah memperlihatkan tanda-tanda kesembuhan secara klinis, seperti nafsu makan yang membaik, aktivitas yang kembali normal, serta bulu yang tampak lebih bersih dan mengkilap serta feses normal. Pada pedet sapi Bali, diare umumnya disebabkan oleh manajemen pakan dan sanitasi yang kurang optimal, serta faktor cuaca yang mendukung perkembangan agen penyakit. Upaya pencegahan dapat dilakukan melalui perbaikan manajemen pemeliharaan, seperti penyediaan kandang isolasi dan perbaikan alas kandang.

Kata kunci: Diare, Pedet sapi Bali, Pengobatan, Kesehatan hewan

Abstract

Diarrhea in calves is caused by infectious and non-infectious factors. Several enteric pathogens (e.g., viruses, bacteria, and protozoa) are involved in the development of this disease. Calves aged seven days to three months are the most affected by diarrhea. This case study aims to evaluate and treat the health condition of Balinese calves through the application of chemical treatments and herbal remedies, thereby providing effective and safe solutions for animal growth and welfare. The chemical drugs used are Colibact® Inj, Biosan TP® Inj, and Sulpidon® Inj. Meanwhile, the herbal medicine used is guava leaf extract at a dose of 500 mg/40kg body weight. The equipment used includes gloves, three 5 ml syringes, and a drenching gun. Treatment and evaluation were carried out for 7 days after administration of the treatment by re-examining the condition of the Balinese calves. The examination results showed positive developments, with feces returning to normal and no further signs of bloody diarrhea. On the eighth day after treatment, the Bali cattle calves showed clinical signs of recovery, such as improved appetite, return to normal activity, and cleaner, shinier coats. In Bali cattle calves, diarrhea is generally caused by suboptimal feed management and sanitation, as well as weather factors that support the development of disease agents. Prevention efforts can be carried out through improvements in maintenance management, such as providing isolation pens and improving pen flooring.

Keywords: Diarrhea, Bali cattle calves, Treatment, Animal health

PENDAHULUAN

Ternak sapi Bali memainkan peran yang sangat penting dalam sektor perdagangan di Indonesia, sehingga sering terjadi transaksi antar pulau. Sapi Bali merupakan salah satu jenis sapi yang menjadi bagian dari kekayaan genetik bangsa ini dan berasal dari nenek moyang banteng. Jenis sapi potong yang paling banyak dibudidayakan di tanah air adalah sapi Bali, khususnya di daerah Sulawesi Selatan, Karena dapat beradaptasi dengan baik terhadap kondisi sekitar, memiliki tingkat kesuburan yang tinggi, serta mampu memanfaatkan pakan dengan kualitas rendah, hewan ini menjadi pilihan yang menguntungkan bagi para peternak. Salah satu tahap penting dalam sektor peternakan adalah pertumbuhan dan perkembangan anak sapi, yang biasa disebut pedet. Pedet merupakan anak sapi yang berusia antara 1 hingga 6 bulan, sedangkan pedet yang sudah terpisah dari induknya adalah anak sapi yang telah disapih. Proses pertumbuhan pedet yang sudah disapih berlangsung selama 6 hingga 8 bulan (Fatimah *et al.*, 2019).

Pedet yang baru lahir memerlukan perhatian, keakuratan, dan perawatan yang lebih spesifik dibandingkan sapi dewasa. Menjaga pedet dari lahir sampai masa penyapihan sangat krusial bagi keberlangsungan usaha peternakan sapi. Pedet lebih rentan terhadap penyakit dibandingkan sapi muda atau dewasa. Diare adalah kondisi di mana frekuensi buang air besar meningkat dengan tidak wajar, dengan tekstur kotoran yang biasanya lebih lunak atau cair. Diare sering kali terkait dengan gastroenteritis, karena seringkali diare muncul sebagai gejala masalah dalam sistem pencernaan. Secara umum, diare dibedakan menjadi dua jenis, yaitu diare yang disebabkan oleh ketidakseimbangan gizi (non-infeksius) dan diare yang diakibatkan oleh infeksi mikroba (infeksius) (Maulana *et al.*, 2025).

Kesehatan anak sapi perah merupakan faktor penting dalam keberlanjutan dan profitabilitas peternakan sapi perah. Penyakit seperti penyakit pernapasan dan diare secara substansial memengaruhi tingkat kematian anak sapi dan produktivitas jangka Panjang. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa tingkat kematian sebelum sapih berkisar antara 5% hingga 11%, dengan diare (53%–56%) dan penyakit pernapasan (21%–23%) bersama-sama menyumbang 75% dari kematian tersebut. Demikian pula, dalam kematian setelah sapih (2%–7%), penyakit pernapasan menyumbang 50% kasus. Diare pada anak sapi perah sering kali dipicu oleh agen infeksius seperti bakteri (*Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Clostridium perfringens*), virus (rotavirus, coronavirus, virus diare bovine), atau protozoa (*Cryptosporidium parvum*, *Coccidia* spp). Faktor tambahan, seperti

asupan kolostrum yang tidak memadai, kebersihan yang buruk, dan perubahan pola makan yang tiba-tiba, juga berkontribusi secara signifikan terhadap masalah ini (Neupane *et al.*, 2025).

Diare anak sapi (juga dikenal sebagai *scouring* anak sapi) adalah penyakit yang umum dilaporkan dan penyebab utama kerugian ekonomi bagi produsen sapi. Sistem Pemantauan Kesehatan Hewan Nasional (NAHMS) 2007 untuk sapi perah AS melaporkan bahwa 57% kematian anak sapi sapih disebabkan oleh diare dan sebagian besar kasus terjadi pada anak sapi berusia kurang dari 1 bulan. Tingkat kematian yang serupa (53,4%) untuk anak sapi perah karena diare anak sapi baru-baru ini dilaporkan di Korea (Cho *et al.*, 2014).

Diare pada anak sapi disebabkan oleh faktor infeksi dan non-infeksi. Beberapa patogen enterik (misalnya, virus, bakteri, dan protozoa) terlibat dalam perkembangan penyakit ini. Anak sapi berumur tujuh hari sampai tiga bulan adalah anak sapi yang paling terpengaruh dengan diare. Bakteri yang paling banyak diisolasi adalah *E. coli* diikuti oleh *C. pefringens* dan *Salmonella* spp (Ezzat *et al.*, 2022). Pada anak sapi, diare meningkatkan hilangnya air dan elektrolit ke dalam usus, sehingga mengganggu kemampuan kompensasi usus bagian bawah untuk menyerap kembali air dan elektrolit. Anak sapi yang terkena diare akan mengalami depresi, kehilangan refleks mengisap, dan menjadi lemah. Jika penyakit berlanjut, dapat terjadi kondisi berbaring, koma, dan kematian (Lee *et al.*, 2020).

Studi kasus ini bertujuan untuk mengevaluasi dan menangani kondisi kesehatan pedet sapi Bali melalui penerapan pengobatan kimia maupun metode pengobatan herbal, sehingga dapat memberikan solusi yang efektif dan aman bagi pertumbuhan dan kesejahteraan hewan serta mengetahui faktor-faktor yang memengaruhi kejadian diare pada pedet sapi Bali serta dampaknya terhadap kesehatan dan pertumbuhan pedet.

METODE

Waktu dan lokasi untuk penelitiannya dilakukan dari Agustus – September 2025, di Desa Bakunge, Kabupaten Bone. Bahan yang dipakai adalah 1 ekor pedet Sapi Bali betina. Obat kimia yang digunakan adalah Colibact® Inj, Biosan TP® Inj, dan Sulpidon® Inj. Sementara itu, obat herbal yang digunakan adalah ekstrak daun jambu biji dengan dosis 500 mg/40 kg berat badan yang diberikan tiga kali sehari selama 3 hari berturut-turut. Peralatan yang dipakai meliputi sarung tangan, tiga buah spuit ukuran 5 ml, dan alat drenching gun.

Pertama-tama, daun jambu biji dicuci menggunakan air mengalir sebanyak dua kali, kemudian ditiriskan di atas nampan dan diratakan di atas kain bersih agar kering. Daun jambu biji itu diletakkan di area yang terhindar dari sinar matahari langsung sampai benar-benar kering. Setelah kering, daun tersebut dihancurkan dengan blender sampai menjadi bubuk (Ujan *et al.*, 2019).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Anamnesa

Hasil anamnesa menunjukkan bahwa seekor pedet sapi Bali umur 2 minggu yang berasal dari Desa Bakunge mengalami buang air besar dengan frekuensi sekitar 5-6 kali dalam satu hari, dengan konsistensi feses sangat encer dengan bercampur darah. Pemilik melaporkan bahwa pedet tampak lemas dan frekuensi menyusui menurun dibandingkan biasanya, dan belum pernah diberikan obat cacing sebelumnya.

Hasil Pemeriksaan Fisik

Hasil pemeriksaan fisik pada 1 ekor pedet sapi Bali di Dusun Bakunge Kabupaten Bulukumba dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan

Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Standart	Indikasi
Suhu Tubuh Pedet	40,2 C	38,5- 39,5	Demam
Fisik	Lesu, lemas dan frekuensi menyusui menurun	Nafsu Makan dan Minum Bagus	Dehidrasi
Bulu	Kusam dan Rontok	Mengkilap dan Tidak Rontok	Cacingan
Anus	Feses lengket dibagian anus	Bersih tidak ada feses menempel	Diare
Feses	Encer, berwarna kecoklatan dan disertai dengan darah	Padat, tidak lembek dan berair, tidak berbau	Diare

Pemeriksaan Gejala Klinis

Berdasarkan hasil pengamatan gejala klinis di kandang, pedet sapi Bali memperlihatkan kondisi bulu yang kusam dan adanya feses encer yang menempel di area perianal. Gejala tersebut dapat diamati sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 1. Feses yang melekat di area dubur anak sapi



Gambar 2. Feses pedet yang mengalami diare berdarah

Berdasarkan tahapan diagnosis yang mencakup wawancara, pemeriksaan fisik, dan analisis terhadap gejala klinis, dokter hewan menentukan bahwa pedet sapi Bali mengalami diare basiler. Setelah diagnosis sudah ditetapkan, langkah selanjutnya adalah melaksanakan penanganan dan memberikan pengobatan yang tepat. Penyakit ini bisa menular baik melalui kontak langsung maupun tidak langsung, khususnya melalui makanan atau air yang terpapar kotoran dari hewan yang terinfeksi. Walaupun jalur utama penyebaran penyakit adalah melalui makanan yang terkontaminasi, penularan juga dapat terjadi dari urin serta sekresi hidung hewan yang terjangkit.

Penanganan awal yang dilakukan terhadap pedet sapi Bali yang terdiagnosis diare meliputi beberapa langkah berikut, Isolasi pedet yang menunjukkan gejala diare dipisahkan terlebih dahulu dari kelompok sapi yang sehat. Tujuannya adalah untuk mencegah penularan penyakit melalui kontak langsung maupun tidak langsung, seperti melalui feses, air minum, atau peralatan kandang yang digunakan bersama. Dilanjutkan pemberian terapi dan pengobatan yang difokuskan untuk mengatasi infeksi bakteri penyebab diare, memperbaiki kondisi fisiologis tubuh, serta menjaga daya tahan tubuh pedet.

Berikut adalah beberapa obat yang diberikan, antara lain: Colibact® Inj. yang merupakan larutan injeksi yang mengandung kombinasi Sulfadiazine dan Trimethoprim. Obat ini berfungsi sebagai antibiotik untuk mengobati infeksi bakteri penyebab diare. Dosis yang dianjurkan adalah 3–5 ml untuk berat badan 40–80 kg dan diberikan melalui injeksi intramuskular (IM). Biosan TP® Inj mengandung campuran ATP (energi yang siap diracik), mineral, dan vitamin yang bertujuan untuk mempertahankan stamina dan meningkatkan daya tahan tubuh pada pedet yang tengah sakit. Dosis yang diberikan adalah 5 ml per 40–80 kg berat badan, juga disuntikkan secara intramuskular (IM). Sulpidon® Inj. adalah larutan injeksi yang mengandung Dipyrone dan Lidocaine. Obat ini digunakan untuk mengurangi rasa sakit dan menurunkan suhu tubuh yang tinggi akibat infeksi. Dosis yang diberikan adalah 5 ml untuk berat badan 40–80 kg, yang juga diterapkan melalui injeksi intramuskular (IM).

Ekstrak dari daun jambu biji (*Psidium guajava L.*) dihasilkan melalui teknik ekstraksi dengan menggunakan pelarut tertentu, yang menghasilkan suatu cairan pekat berisi senyawa aktif seperti tanin, flavonoid, dan saponin yang dikenal memiliki sifat antibakteri dan dapat mengatasi diare. Setelah proses ekstraksi selesai, ekstrak tersebut dikeringkan hingga menjadi serbuk kering, kemudian digiling menjadi bubuk dengan ukuran partikel yang seragam. Bubuk dari ekstrak daun jambu biji ini kemudian dimasukkan ke dalam kapsul untuk memudahkan pemberian dan administrasi pada hewan percobaan, khususnya sapi Bali. Pemberian kapsul dilakukan dengan cara oral, yaitu dengan memasukkan kapsul langsung ke mulut sapi, sehingga senyawa aktif dapat diserap melalui sistem pencernaan. Setelah kapsul ekstrak selesai dibuat, kapsul tersebut diberikan secara rutin kepada anak sapi Bali yang menunjukkan tanda-tanda diare. Dosis Ekstrak dari daun jambu biji yang diberikan ditetapkan tiga kapsul setiap hari selama tiga hari berturut-turut di waktu pagi siang dan malam.

Pemeriksaan dilakukan dengan memperhatikan beberapa indikator utama, antara lain tingkat keparahan diare, perubahan konsistensi tinja (dari encer menjadi padat), serta peningkatan aktivitas fisik dan nafsu makan sapi yang sebelumnya mengalami infeksi. Data yang diperoleh dari pengamatan tersebut digunakan untuk menilai seberapa efektif ekstrak daun jambu biji dalam membantu penyembuhan diare pada anak sapi Bali secara alami tanpa penggunaan obat sintetik (Ujan *et al.*, 2019).

Upaya pencegahan dan pengendalian penyakit diare pada pedet sapi Bali betina dilakukan untuk meminimalkan risiko penularan penyakit serta menjaga kesehatan seluruh

ternak di kandang. Adapun langkah-langkah pencegahan dan pengendalian yang dapat diterapkan antara lain: Menjaga sanitasi kandang dan kualitas pakan dengan kebersihan kandang harus selalu dijaga dengan melakukan pembersihan secara rutin, terutama pada area tempat feses dan sisa pakan menumpuk. Peralatan kandang seperti tempat pakan dan minum juga harus disanitasi secara berkala. Selain itu, pedet perlu diberikan pakan bergizi dan air minum yang bersih, guna menjaga daya tahan tubuh dan mencegah gangguan pencernaan. Kemudian menghindari kontak langsung dengan ternak yang sakit dimana peternak perlu membatasi interaksi antara ternak yang sehat dan ternak yang menunjukkan gejala diare. Langkah ini penting untuk mencegah penularan penyakit baik secara langsung maupun tidak langsung, misalnya melalui feses, air, atau peralatan kandang. Tahap berikutnya adalah melakukan isolasi dan pengobatan ternak yang sakit ternak dimana yang terinfeksi diare harus segera dipisahkan dari kelompok yang sehat dan ditempatkan di kandang isolasi. Selama masa perawatan, hewan sakit perlu diberikan pengobatan sesuai dengan anjuran dokter hewan hingga benar-benar sembuh sebelum dikembalikan ke kelompoknya.

Evaluasi Penanganan

Pengobatan dan evaluasi dilakukan selama 7 hari setelah pemberian pengobatan dengan cara melakukan pemeriksaan ulang terhadap kondisi pedet sapi Bali. Hasil pemeriksaan menunjukkan perkembangan yang positif, di mana kondisi feses telah kembali normal dan tidak ditemukan lagi tanda-tanda diare berdarah. Pada hari kedelapan setelah pengobatan, pedet sapi Bali sudah memperlihatkan tanda-tanda kesembuhan secara klinis, seperti nafsu makan atau menyusui yang membaik, aktivitas yang kembali normal, serta bulu yang tampak lebih bersih dan mengkilap serta feses normal. Perubahan kondisi tersebut dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Keadaan pedet sapi Bali setelah treatment



Gambar 4. Feses pedet 8 hari setelah treatment

KESIMPULAN DAN SARAN

Diare pada pedet sapi merupakan salah satu penyakit utama yang berdampak negatif terhadap industri peternakan karena menyebabkan kerugian ekonomi yang signifikan. Pada pedet sapi Bali, diare berdarah menunjukkan adanya peradangan berat pada usus besar atau ileum dan umumnya disebabkan oleh bakteri, virus, protozoa, manajemen pakan atau sanitasi yang kurang optimal, serta faktor cuaca yang mendukung perkembangan agen penyakit. Upaya pencegahan dapat dilakukan melalui perbaikan manajemen pemeliharaan, seperti penyediaan kandang isolasi dan perbaikan alas kandang. Pengendalian yang efektif harus mencakup tiga aspek utama, yaitu pemahaman karakteristik patogen, termasuk mekanisme patogenisitas dan prevalensinya, pemilihan metode diagnostik yang tepat berdasarkan kondisi lapangan dan riwayat klinis, dan penerapan manajemen induk–pedet yang baik untuk mencegah dan mengendalikan penyakit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan dalam penelitian ini, khususnya kepada Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Kabupaten Bone, para peternak di Desa Bakunge, serta rekan-rekan sejawat yang turut membantu dalam proses pengamatan dan analisis kasus.

DAFTAR PUSTAKA

- Cho, Y., & Yoon, K.J. (2014). An Overview of Calf Diarrhea - Infectious Etiology, Diagnosis, and Intervention. *J Vet Sci* 2014 Mar 19;15(1):1–17. doi: 10.4142/jvs.2014.15.1.1
- Ezzat, M., ELTarabili, R.M., Elenawy, & S., Hassanin, A.A. (2022). Investigation of Bacterial Species Causing Diarrhea in Calves. *Suez Canal Veterinary Medical Journal (SCVMJ)*. 10.21608/SCVMJ.2022.139231.1080.
- Fatimah & Rahim, A.R. (2019). Pengembangan Usaha Peternakan Sapi Bali Melalui Penerapan Sistem Agribisnis Di Kabupaten Gowa. *Competitiveness*. Vol. 8, Nomor 1 | Januari – Juni, 2019

- Lee, S.H., Choi, E.W., and Kim, D. (2020). Relationship Between The Values of Blood Parameters and Physical Status in Korean Native Calves with Diarrhea. *J Vet Sci.* 2020 Mar;21(2):e17. <https://doi.org/10.4142/jvs.2020.21.e17>
- Maulana, F., Selviana, L.L., Hakim, A., Rayani, T.F., & Resti, Y. (2025). Tatalaksana Pemeliharaan Dan Performa Pedet Jantan Dan Betina Di Peternakan Rakyat Kawasan Kud Giri Tani Cisarua Bogor Jawa Barat. *Jurnal Produksi Ternak Terapan.* Vol 06, No 02, Hal 72-77, Juli 2025.
- Ujan, K.K., Sudira, I.W., & Merdana, I.M. (2019). Terapi Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.) Terhadap Penyembuhan Diare pada Sapi Bali. *Indonesia Medicus Veterinus.* Juli 2019 8(4): 474-484

Analisis SWOT dalam Pelaksanaan Kemitraan Usaha Peternakan Ayam Pedaging Studi Kasus Atap Farm 2

Aulia Qurota A'yuni¹, Dita Kustanti¹, Zahro Makhbubah¹, Muhamad Azmil Nizar^{1*},
Muhamad Tohal Yamani¹, Nur Saudah Al Arifa D¹

¹Program Studi Agribisnis, Fakultas Industri Halal, Universitas Nahdlatul Ulama Yogyakarta
Email: azniart62@gmail.com

Abstrak

Sektor peternakan ayam pedaging (*broiler*) merupakan bagian strategis dalam pemenuhan protein hewani nasional, namun menghadapi tantangan seperti fluktuasi harga pakan dan suboptimalnya pola kemitraan. Penelitian ini bertujuan melakukan analisis SWOT dalam pelaksanaan kemitraan usaha peternakan ayam pedaging di Atap Farm 2 untuk mengidentifikasi faktor internal dan eksternal, serta merumuskan strategi pengembangan kemitraan yang relevan. Pendekatan yang digunakan adalah studi kasus kualitatif dengan sumber data primer dari wawancara mendalam *owner* (Bapak Yaslim), observasi langsung, dan analisis dokumen kontrak kemitraan. Hasil analisis IFAS menunjukkan kekuatan utama berupa luas lahan, modal sendiri (kendali penuh atas operasional), lokasi jauh dari permukiman, dan penggunaan sistem *Close House*. Sementara itu, kelemahan signifikan adalah ketergantungan pada pasokan bibit dan pakan mitra, serta kerentanan terhadap penurunan kualitas pakan akibat kenaikan harga jagung. Analisis EFAS mengidentifikasi peluang dari stabilitas harga kontrak yang diberikan mitra serta dukungan penyediaan sapronak dan pemasaran, namun diancam oleh potensi deplesi ayam, kebijakan mitra yang berubah, dan kualitas DOC yang tidak terjamin. Strategi yang direkomendasikan adalah Strategi SO (*Strengths-Opportunities*), meliputi ekspansi produksi melalui optimalisasi lahan dan kandang *Close House*, dan Strategi WO (*Weakness-Opportunities*), yaitu eksplorasi pakan lokal terstandarisasi serta pendirian koperasi peternak untuk meningkatkan daya tawar kolektif. Penelitian ini memberikan kontribusi nyata dalam penyusunan strategi kemitraan yang adaptif dan berkelanjutan.

Kata Kunci: Analisis SWOT, Ayam pedaging, *Close house*, Kemitraan usaha, Strategi pengembangan

Abstract

The broiler chicken farming sector is a strategic part of national animal protein fulfillment, yet it faces challenges such as feed price fluctuations and suboptimal partnership patterns. This study aims to conduct a SWOT analysis on the partnership implementation at Atap Farm 2 to identify internal and external factors and formulate relevant partnership development strategies. The approach utilizes a qualitative case study methodology, with primary data sourced from in-depth interviews with the owner (Mr. Yaslim), direct observation, and analysis of partnership contract documents. The IFAS analysis reveals key strengths, including substantial land area, self-capital (full operational control), remote location from settlements, and the use of the Close House system. Significant weaknesses, however, are dependency on partner-supplied chicks (DOC) and feed, and vulnerability to feed quality reduction due to rising corn prices. The EFAS analysis identifies opportunities from stable contract prices and support in providing production inputs (sapronak) and marketing, but these are threatened by potential chicken depletion, changing partner policies, and inconsistent DOC quality. The recommended strategies include the SO Strategy (Strengths-Opportunities), involving production expansion through land and Close House optimization, and the WO Strategy (Weakness-Opportunities), which focuses on exploring standardized local feed and establishing a farmer cooperative to enhance collective bargaining power. This research contributes substantially to the formation of adaptive and sustainable partnership strategies.

Keywords: SWOT analysis, Partnership, Broiler chicken, Close house, Development strategy

PENDAHULUAN

Sektor peternakan unggas memainkan peranan penting dalam pemenuhan kebutuhan protein hewani masyarakat dunia. Permintaan daging unggas terus meningkat seiring pertumbuhan penduduk dan urbanisasi, sehingga usaha peternakan ayam pedaging (broiler) menjadi salah satu sektor yang strategis dalam agribisnis global. Hal ini menuntut efisiensi produksi, rantai pasok, skala usaha yang memadai, serta pola kemitraan untuk meningkatkan daya saing. Usaha peternakan unggas di Indonesia semakin berkembang, hal ini tercermin dari posisinya sebagai usaha yang handal, karena memberikan sumbangan terhadap peningkatan pendapatan, lapangan pekerjaan, pemenuhan kebutuhan gizi masyarakat dan penopang sektor industry. Di Indonesia usaha peternakan ayam pedaging menjadi tulang punggung dalam pemenuhan kebutuhan daging nasional. Menurut laporan Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian (2023), produksi daging ayam ras pedaging pada tahun 2023 tercatat surplus sebesar sekitar 45,94 ribu ton, dan diproyeksikan surplus mencapai 195,84 ribu ton pada 2024. meskipun potensi besar, sektor peternakan menghadapi tantangan signifikan seperti fluktuasi harga pakan, ketergantungan pada perusahaan inti dan pola kemitraan yang kadang belum optimal, skala usaha kecil yang terfragmentasi, serta manajemen kemitraan yang kurang jelas.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis SWOT dalam pelaksanaan kemitraan usaha peternakan ayam pedaging di Atap Farm 2, dengan maksud untuk mengidentifikasi faktor internal (kekuatan & kelemahan) dan eksternal (peluang & ancaman) sekaligus merumuskan strategi pengembangan kemitraan yang relevan.

penelitian terkini telah membahas pelaksanaan kemitraan dan strategi pengembangan usaha peternakan ayam pedaging melalui pendekatan analisis SWOT. (Hartoyo *et al.*, 2024)meneliti efektivitas program kemitraan dalam pemberdayaan peternak mitra ayam broiler di Kabupaten Banyumas dan menemukan bahwa program kemitraan memiliki efektivitas tinggi sebesar 86,24 % terhadap peningkatan akses informasi, pembinaan, fasilitas, pemasaran, dan permodalan, meskipun penelitian ini belum secara khusus menyoroti analisis SWOT dalam konteks kemitraan usaha (Hartoyo *et al.*, 2024;). (Maryanti *et al.*, 2023) melalui penelitian di Kabupaten Lampung Selatan menekankan pentingnya pemanfaatan kekuatan lokasi serta peningkatan penggunaan teknologi untuk mengatasi ancaman fluktuasi harga pakan dalam pengembangan usaha broiler, tetapi penelitian ini belum mengupas secara mendalam sistem kemitraan antara peternak dan perusahaan inti.

penelitian (Fauziawati *et al.*, 2021) secara langsung menerapkan analisis SWOT untuk merumuskan strategi pengembangan usaha ternak ayam broiler pola kemitraan di Kabupaten Cirebon. Hasilnya menunjukkan bahwa posisi perusahaan berada pada kuadran “pertahankan/pemeliharaan” berdasarkan matriks IE, namun penelitian ini lebih menyoroti perspektif perusahaan inti dan belum banyak meninjau kondisi peternak mitra.

Berdasarkan hasil-hasil penelitian tersebut, sebagian besar kajian terdahulu lebih menyoroti aspek keuangan, produktivitas, dan efektivitas program kemitraan, namun belum banyak yang menganalisis secara komprehensif faktor internal dan eksternal dalam pelaksanaan kemitraan menggunakan pendekatan SWOT yang sistematis. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki kebaruan (novelty) dengan fokus khusus pada pelaksanaan kemitraan usaha peternakan ayam pedaging yang mengidentifikasi kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman baik dari sisi peternak mitra maupun perusahaan inti. Selain itu, penelitian ini dilakukan pada lokasi spesifik yang memiliki karakteristik sosial, ekonomi, dan kelembagaan unik, sehingga hasilnya diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam penyusunan strategi pengembangan kemitraan yang lebih adaptif dan berkelanjutan bagi sektor peternakan unggas di Indonesia.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus kualitatif untuk mendalami pelaksanaan kemitraan pada Atap Farm 2 (Yasinta Damayanti, 2023). Mengingat fokus penelitian pada persepsi dan pengalaman pelaku utama, sumber data primer diperoleh melalui wawancara mendalam dengan Bapak Yaslim selaku owner Atap Farm 2 sebagai kunci pelaksana operasional. Untuk mengompensasi keterbatasan sudut pandang dan memperkuat validitas data, penelitian ini mengandalkan triangulasi metode dengan menggabungkan hasil wawancara dengan observasi langsung terhadap kondisi kandang, proses produksi, dan dinamika operasional, serta analisis dokumen mendalam terhadap kontrak kemitraan dan laporan produksi yang akan menjadi data sekunder dari penelitian ini (Kurniaji *et al.*, 2024).

Data dianalisis secara kualitatif menggunakan analisis tematik untuk mengidentifikasi pola-pola utama yang berkaitan dengan sistem kemitraan. Data yang diperoleh dari hasil wawancara, observasi, dan studi dokumen melalui proses pengodean terbuka, aksial, dan selektif, kemudian dikelompokkan ke dalam tema-tema yang relevan. Tema-tema tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar untuk melakukan analisis SWOT (Suri *et al.*, 2025). Faktor kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman dirumuskan

berdasarkan konvergensi temuan dari ketiga sumber data. Berdasarkan hasil analisis tersebut, strategi SO, ST, WO, dan WT dikembangkan sebagai rekomendasi pengembangan yang kontekstual, dengan tetap memperhatikan keterbatasan penelitian yang hanya merepresentasikan perspektif dari satu pihak dalam sistem kemitraan.

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 1. Observasi kandang Atap Farm 2

Atap Farm 2 didirikan oleh Pak Yaslim pada tahun 2024, salah satu peternakan unggul yang dapat menunjukkan perkembangan yang signifikan dalam waktu singkat. Peternakan yang berlokasi di Ngemplak asem, Umbulmartani, Kecamatan Ngemplak, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Dimana awal usaha dengan 6.000 Day Old Chick (DOC), skala peternakan telah berkembang pesat menjadi 10.000 DOC per kandang. Kemitraan strategis dengan dua perusahaan besar, PT Plasma Trisula dan PT Majeng Makmur Pratama, menjadi fondasi utama operasionalnya. Yang paling mencolok, dalam perjalanan satu tahun ini, Atap Farm 2 mengklaim belum pernah mengalami kerugian (Yaslim 2025). Keberhasilan ini tidak terlepas dari penerapan model bisnis kemitraan yang diadopsi oleh Pak Yaslim. Model ini dinilai efektif dalam menekan risiko, khususnya bagi peternak pemula, karena pihak mitra (PT Trisula dan PT Majeng Makmur Pratama) biasanya menyediakan bibit, pakan, obat-obatan, dan pemasaran, sementara peternak menyediakan tempat, kandang, dan SDM. Transformasi karier Pak Yaslim dari sektor pertambangan ke peternakan ayam broiler, yang diilhami oleh ajaran gurunya, Habib Assegaf (pendiri Atap Farm 1), juga menjadi faktor pendorong. Hal ini menunjukkan bahwa "hijrah" ke sektor agribisnis dengan modal pengetahuan dan jaringan yang tepat,

serta komitmen pada sebuah sistem (dalam hal ini sistem kemitraan), dapat menghasilkan pertumbuhan yang stabil dan berkelanjutan.

Pelaksanaan Kemitraan

Pada pelaksanaan kemitraan, Mitra (PT Trisula dan PT Majeng Makmur Pratama) menyediakan DOC (*day old chicks*) yang sudah divaksin sehingga minim resiko terkena penyakit dan wabah. Mitra juga memberikan pakan dengan protein tinggi, vitamin dan obat-obatan. Sementara itu, Atap farm 2 hanya perlu menyediakan kandang dan SDM yang mumpuni. Dari pihak mitra tidak menekankan cara pembudidaya atau metode perawatan ayam nya. Dengan kata lain, untuk bagian pengelolaan dan perawatan ayam diserahkan sepenuhnya kepada pihak Atap Farm 2 (Yaslim2025). Untuk harga dan pemasaran ada pada pihak mitra dengan ketentuan harga yang sudah tersepakati. Harga yang dikontak cenderung normal dan malah tidak merugikan peternak. Berikut rincian harga kontrak Atap Farm dengan Mitra (PT Trisula dan PT Majeng Makmur Pratama).

Kontrak Harga Sapronak (Sarana Produksi Peternakan)

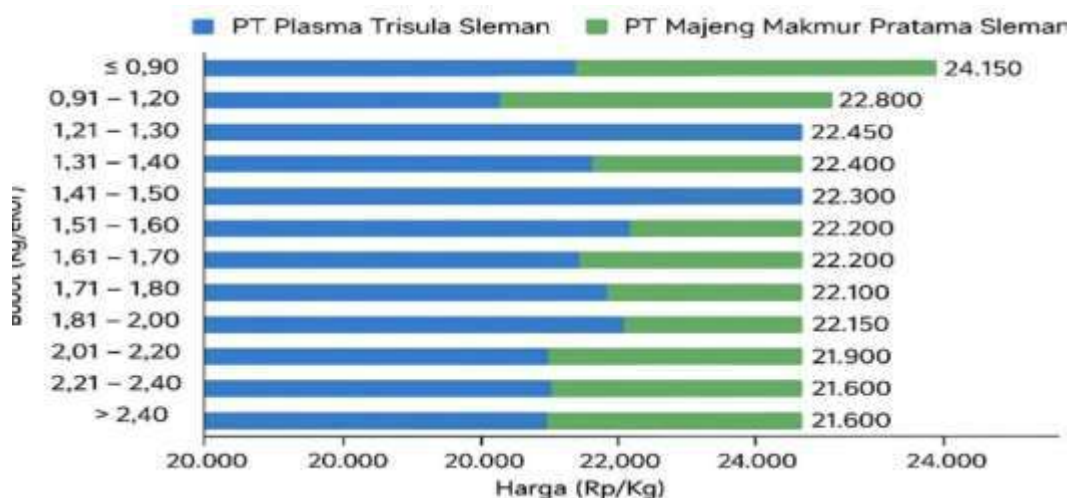
Tabel 1. Kontrak Harga Sapronak dengan Mitra (PT. Plasma Trisula dan PT. Majeng Makmur Pratama) Bulan September

Keterangan	PT Plasma Trisula Sleman	PT Majeng Makmur Pratama Sleman
DOC Vaksin	Rp9.000/ekor	Rp9.000/ekor
DOC Non Vaksin	Rp8.700/ekor	Rp8.700/ekor
Pakan Pre Strater	Rp9.550/ekor	Rp10.500/ekor
Pakan Strater	Rp9.300/ekor	Rp10.300/ekor
Pakan Finiser	Rp9.300/ekor	Rp10.200/ekor
Obat, Vaksin, Kimia	Price list + 10%	Price list + 10%

Sumber: Data Sekunder, Kontrak Atap Farm 2 dengan Mitra mitra (PT. Plasma Trisula dan PT. Majeng Makmur Pratama) bulan september

Dari kontrak tersebut, Atap Farm berkomitmen hanya menggunakan sapronak yang disediakan oleh mitra dan mitra berkewajiba menyediakan sapronak yang dibutuhkan oleh peternak (Yaslim 2025).

Kontrak Harga Ayam



Gambar 2. Kontrak harga *bird life* Atap Farm 2 dengan Mitra (PT. Plasma Trisula dan PT. Majeng Makmur Pratama) bulan sepetmber (Data Sekunder, Kontrak harga jual *bird life* Atap Farm 2 dengan Mitra mitra (PT. Plasma Trisula dan PT. Majeng Makmur Pratama) bulan sepetmber)

Dari data tersebut disimpulkan bahwa semakin berat bobot ayamnya, maka akan semakin mahal harganya. Harga jual ini hanya untuk *bird life* atau ayam hidup. Jika ada selisih harga dengan kontrak, misalkan harga naik dipasaran sehingga harga daging ayam melebihi harga kontrak maka pihak Atap Farm akan mendapatkan bonus 15-20% dari harga jual yang lebih mahal tersebut. Begitupun jika sebaliknya jika barang yang tersedia *downgrade*, maka akan ada potongan harga sesuai dengan harga bakul yang turun(Yaslim 2025).

Analisis SWOT pada Usaha Tani Atap Farm 2

Analisis SWOT pada usaha pertanian Atap Farm 2 digunakan untuk mengidentifikasi variabel yang berhubungan dengan perusahaan atau organisasi, dalam hal ini Variabel yang berhubungan dengan Atap farm 2 baik variabel yang mendukung, kekurangan maupun peluang yang akan didapatkan dalam bentuk deskriptif dan penjelasan dengan kalimat. Dalam variabel ini terbagi menjadi 2 yaitu, eksternal dan internal. Variabel internal adalah variabel yang berasal dari dalam Atap Farm 2 seperti kelebihan dan kekurangan yang dimiliki oleh Atap Farm 2. Sedangkan variabel eksternal adalah Variabel yang bersal dari luar Atap Farm seperti, Ancaman dan Peluang yang ada di sekitar. Analisis ini nantinya untuk pertimbangan strategi paling tepat dan untuk pengambilan keputusan.

IFAS (Internal Factor Analysis Summary) pada Atap Farm 2

Metode dalam perencanaan strategis untuk mengkaji kondisi serta kemampuan organisasi guna mengidentifikasi kekuatan yang dapat dioptimalkan dan kelemahan yang harus diperbaiki disebut IFAS. Dari hasil analisis mendalam, observasi dan pengumpulan data, ditemukan beberapa kekuatan dan kelemahan yang ada pada Atap Farm 2:

Kekuatan (Strengths)

Luas Lahan 1.567/44 m².

Luas lahan yang signifikan merupakan aset strategis yang memungkinkan ekspansi usaha dan optimalisasi tata letak operasional. Dalam konteks agroindustri, ketersediaan lahan yang memadai menjadi fondasi penting untuk skalabilitas usaha (Amam & Harsita, 2024). Luas lahan juga memungkinkan penerapan sistem biosekuriti yang lebih baik dan mengurangi kepadatan ternak yang dapat memicu stres dan penularan penyakit.

Modal Sendiri → Kendali Penuh.

Dalam hal ini Atap Farm memegang kendali penuh atas peroprasian kandang dan cara perawatan ternak. Tidak ada tekanan dari pihak mitra untuk menggunakan teknologi secara spesifik yang diarahkan oleh mitra. Mitra juga tidak menuntut dengan jumlah produksi yang dihasilkan. Hanya saja jika ada penurunan kualitas akan ada pemotongan harga kontrak yang besarnya mengikuti harga baku (Yaslim 2025).

Lokasi Jauh dari Pemukiman

Lokasi yang terisolir dari permukiman mengurangi potensi konflik sosial terkait bau, kebisingan, dan lalu lintas kendaraan. Dalam perspektif biosekuriti, lokasi ini mengurangi risiko penularan penyakit dari unggas liar atau hewan lain. Jarak yang ideal dengan permukiman menjadi pertimbangan penting dalam perencanaan tata ruang usaha peternakan. Jarak antara Atap Farm dengan permukiman masih sangat aman sekitar 1 km dari permukiman warga. Sehingga jarang sekali ada protes atau keluhan dari warga terkait peternakan ayam Atap Farm 2.

Sistem Kandang Close House)

Sistem ini memungkinkan kontrol lingkungan yang optimal terhadap suhu, kelembapan, ventilasi, dan biosekuriti. Penerapan teknologi dalam operasional usaha merupakan faktor kunci dalam peningkatan produktivitas dan daya saing (Hasan et al., 2018). Kandang close house mampu meningkatkan efisiensi pakan, menekan angka kematian, dan mempercepat pertumbuhan ternak karena ayam akan fokus pada penggemukan badan karena minimnya terkena cahaya matahari secara langsung, sehingga

lemak pada tubuh ayam tidak terbakar matahari (Yaslim 2025). Dengan sistem kandang close house juga memberikan efek minim bau dan kandang lebih bersih.

Periode Produksi Cepat (35 Hari)

Siklus produksi yang pendek memungkinkan perputaran modal yang lebih cepat dan responsivitas tinggi terhadap fluktuasi permintaan pasar. Kecepatan produksi merupakan competitive advantage yang signifikan dalam industri dengan permintaan fluktuatif. Dalam satu periode ada waktu 35 hari dari perawatan hingga panen, setelah itu kandang akan disterilisasi selama 2 hari sebelum akhirnya diisi kembali dengan DOC baru. Untung pencairan dana yang masuk akan terjadi pada hari seminggu setelah panen dilaksanakan (Yaslim 2025).

Kelemahan (Weaknesses):

Ketergantungan pada Mitra (Bibit & Pakan)

Ketergantungan ini menciptakan kerentanan dalam rantai pasok, dimana gangguan pada mitra dapat berdampak langsung pada operasional. Seperti yang diidentifikasi dalam penelitian terkait, ketergantungan pada supplier tunggal merupakan risiko strategis yang perlu diatasi melalui diversifikasi pemasok (Suri et al., 2025). Memang dengan bermitra modal yang dikeluarkan tidak sebesar modal jika membangun usaha tani yang dibangun 100% pribadi, namun jika ketergantungan terus terjadi dan tidak memiliki banyak jaringan yang lain maka, jika suatu waktu mitra memutuskan kontak akan menjadi masalah besar bagi internal Atap Farm 2.

Harga Jagung Naik → Kualitas Pakan Turun

Fluktuasi harga jagung yang berimbas pada penurunan kualitas pakan mencerminkan kerentanan terhadap faktor eksternal di pasar komoditas. Volatilitas harga bahan baku merupakan ancaman yang memerlukan strategi mitigasi seperti diversifikasi formulasi pakan. Jika ada pengurangan kualitas protein pada makanan ayam, nantinya akan berimbas langsung pada ayam yang ditenak. Ayam akan kehilangan 'selera makan' jika pakan yang diberikan tidak sesuai proteinnya (Yaslim 2025).

Keterbatasan Stok → Tidak Bisa Penuhi Permintaan

Kelemahan ini mengindikasikan ketidakmampuan dalam memanfaatkan peluang pasar secara maksimal akibat kapasitas produksi terbatas. Kemampuan memenuhi permintaan pasar merupakan *determinant* utama dalam meningkatkan market share.

EFAS (Eksternal Factor Analysis Summary) pada Atap Farm 2

Analisis eksternal adalah proses mengkaji kondisi di luar organisasi untuk menemukan peluang yang dapat dimanfaatkan dan ancaman yang harus diwaspadai. Menurut (Suri *et al.*, 2025) EFAS bertujuan untuk menilai sejauh mana faktor eksternal memberikan dampak positif atau negatif terhadap keberlanjutan usaha. Dari hasil analisis mendalam, observasi dan pengumpulan data, ditemukan beberapa Peluang dan Ancaman yang dihadapi oleh Atap Farm 2:

Peluang (Opportunities)

Harga dari Mitra yang Stabil Kemitraan dengan PT. Trisula dan PT. Majeng Makmur Pratama memberikan kepastian harga kontrak yang stabil, berbeda dengan fluktuasi harga pasar yang bisa turun drastis. Menurut (Amam & Harsita, 2024), stabilitas harga dalam sistem inti-plasma membantu peternak mengurangi risiko kerugian dan meningkatkan daya saing karena sistem ini menciptakan jaminan pasar serta distribusi risiko yang adil antara mitra dan peternak.

Dukungan Mitra dalam SAPRONAK dan Pemasaran Faktor dukungan mitra berupa penyediaan DOC, pakan, obat, dan pemasaran menjadi salah satu peluang utama. Menurut (Sehabudin *et al.*, 2023), hubungan kemitraan yang baik dalam industri ayam broiler bukan hanya berbasis pada kontrak ekonomi, tetapi juga mencakup transfer teknologi dan pembinaan manajemen. Hal ini meningkatkan efisiensi produksi dan kualitas hasil panen.

Tidak Ada Pesaing Langsung Atap Farm 2 berada dalam posisi unik karena lokasi strategis dan minim kompetisi langsung dengan peternak lain di daerah yang sama. Menurut (Tembang *et al.*, 2024), keunggulan lokasi dan diferensiasi produk adalah faktor eksternal penting yang dapat meningkatkan keunggulan kompetitif lokal dalam bisnis peternakan.

Ancaman (Threats)

Deplesi atau Kematian Ayam (1–4%) Meskipun kecil, tingkat kematian 1–4% dapat memengaruhi keuntungan secara signifikan. Menurut (Ibrahim *et al.*, 2025), kualitas pakan, manajemen suhu, dan biosekuriti kandang sangat berpengaruh terhadap deplesi ayam. Oleh karena itu, faktor ini menjadi ancaman yang perlu dimitigasi melalui peningkatan pengawasan produksi.

Ketergantungan pada Kebijakan Mitra Ketergantungan tinggi terhadap mitra dalam penyediaan pakan dan DOC dapat menjadi ancaman struktural. Seperti dijelaskan

(Yesikasai & Aswad, 2022), kebijakan mitra (inti) yang berubah secara sepihak dapat mengganggu stabilitas usaha plasma. Ketergantungan ini bisa diminimalkan dengan strategi diversifikasi sumber input atau pakan lokal.

Kualitas DOC yang Tidak Terjamin Fluktuasi kualitas DOC (day-old chick) berpotensi memengaruhi performa ayam. (Amam & Harsita, 2024) menekankan pentingnya monitoring mutu input dan kontrol vaksinasi dalam sistem kemitraan agar hasil produksi tetap konsisten.

Kualitas dan Kuantitas Ditentukan Mitra. Meskipun Atap Farm memegang kendali penuh pada proses budidaya dan kandang yang dikelola, namun untuk kualitas DOC, Pakan, Vitamin dan Obat-Obatan ditentukan oleh mitra, sehingga rawan mendapatkan Saponak dengan kualitas menengah kebawah karena faktor harga atau faktor lainnya.

Rekomendasi Strategi Berdasarkan Analisis mendalam terkait SWOT

Berdasarkan analisis SWOT, berikut rekomendasi strategi untuk Atap Farm 2. Strategi Utamanya adalah SO, (Strengths Opportunities). Memanfaatkan kekuatan untuk menangkap peluang yang ada disekitar.

Ekspansi Produksi- Memanfaatkan Kekuatan untuk menangkap peluang.

Kekuatan luas lahan untuk menangkap peluang permintaan yang tinggi. Membangun kandang di lahan yang masih tersedia, dapat meningkatkan kapasitas produksi.

Kombinasi antara sistem kandang yang canggih dengan permintaan pasar yang tinggi. Optimalkan siklus produksi yang sudah cepat (35 hari). Disiplin waktu panen – pembersihan – isi ulang.

Optimalisasi Operasional- Kekuatan Modal dan Stabilitas Harga.

Kombinasi modal sendiri dengan stabilitas harga dari mitra. Dari harga yang stabil ini dapat meng-*upgrade* sistem otomatis (suhu, pakan, air), sehingga dapat mengoptimisasikan produksi.

Memanfaatkan harga stabilitas harga Kombinasi antara periode produksi cepat dengan dukungan mitra. Tingkatkan kualitas produk dengan dukungan mitra untuk menekan angka deplesi. Mengajukan technical support dari mitra untuk optimalisasi perawatan. Implementasi protokol kesehatan yang lebih ketat Training staf dengan bantuan expert dari mitra.

Peningkatan Kualitas dan Nilai Tambah

Sistem kandang yang unggul ditambah lagi tidak ada pesaing langsung. Perusahaan berada di posisi yang sangat menguntungkan berkat Sistem Kandang Unggul yang dimiliki dan kondisi Tidak Ada Pesaing Langsung di pasar. Oleh karena itu, strategi yang akan diambil adalah Mengembangkan Produk Premium dengan target ambisius, yaitu mencapai harga jual 10-15% di atas harga pasar. Strategi ini akan direalisasikan melalui beberapa inisiatif utama, meliputi produksi ayam dengan standar kualitas tinggi, memanfaatkan sistem close house sebagai Unique Selling Point produk, serta mengembangkan segmentasi pasar yang berfokus pada saluran distribusi premium seperti hotel, restoran, dan ritel.

Strategi Kedua, Strategi Mitigasi (Strategi ST - *Strength-Threat*): Perlindungan Aset dan Produksi.

Strategi Mitigasi berfokus pada pemanfaatan kekuatan internal Atap Farm 2 untuk secara proaktif menghadapi ancaman utama, yaitu risiko deplesi (kematian ayam) sebesar 1–4% dan ketergantungan pada kebijakan mitra. Dengan kekuatan modal sendiri, lokasi yang jauh dari pemukiman, dan sistem kandang *Close House* yang canggih, Atap Farm 2 harus menerapkan Protokol *Zero Depletion* dengan memperkuat biosekuriti secara ketat, memanfaatkan jarak 1 km dari pemukiman untuk mengurangi risiko penularan penyakit dari luar, serta memastikan manajemen suhu dan lingkungan kandang optimal melalui sistem *Close House*. Secara kreatif, ancaman struktural ketergantungan dapat dikurangi melalui Diversifikasi Usaha Sampingan, yaitu dengan mengolah kotoran ayam yang dihasilkan dari sistem *close house* menjadi pupuk organik berkualitas tinggi, sehingga menciptakan aliran pendapatan tambahan yang tidak terikat pada kontrak kemitraan ayam broiler.

Strategi ketiga, Strategi Peningkatan (Strategi WO - *Weakness-Opportunity*): Mengatasi Keterbatasan untuk Meraih Peluang.

Strategi Peningkatan bertujuan mengubah kelemahan internal, terutama ketergantungan pada pasokan bibit dan pakan mitra serta fluktuasi harga jagung, menjadi daya tawar yang lebih baik dengan memanfaatkan peluang eksternal seperti tingginya permintaan pasar dan dukungan mitra yang stabil. Untuk mengatasi kerentanan terhadap kualitas pakan yang fluktuatif akibat kenaikan harga jagung, Atap Farm 2 perlu mengalokasikan sumber daya untuk Eksplorasi Pakan Lokal Terstandarisasi sebagai suplemen atau pakan campuran tambahan, yang akan mengurangi ketergantungan total pada formula pakan mitra. Selain itu, untuk meningkatkan *Negotiation Power* terhadap dua

mitra besar (PT. Trisula dan PT. Majeng Makmur Pratama), Atap Farm 2 disarankan untuk memprakarsai Pendirian Koperasi Peternak *Close House* di wilayah Sleman. Koperasi ini akan memungkinkan peternak mitra memperoleh volume permintaan kolektif yang lebih besar untuk SAPRONAK (DOC dan Pakan), sehingga dapat menuntut kualitas yang lebih terjamin dan bernegosiasi untuk harga kontrak yang lebih (Fadila et al., 2025) menguntungkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan analisis SWOT, Atap Farm 2 memiliki fondasi internal yang sangat kuat dengan kendali operasional penuh, teknologi close house, dan lokasi strategis, yang menjadi keunggulan kompetitif utamanya. Namun, kemitraan ini menyisakan kerentanan struktural akibat ketergantungan tinggi pada pasokan DOC dan pakan dari mitra, yang berpotensi mengganggu stabilitas produksi dan profitabilitas. Oleh karena itu, arah strategi yang diarahkan ada tiga yaitu, secara ofensif dengan memanfaatkan kekuatan untuk menangkap peluang, strategi mitigasi dengan menggunakan kekuatan untuk menghadapi ancaman, perlindungan aset dan produksi dan yang terakhir strategi peningkatan dengan mengatasi keterbatasan dengan peluang yang ada di sekitar. Dengan pendekatan *tripel* ini, Atap Farm 2 tidak hanya dapat mengejar pertumbuhan tetapi juga membangun ketahanan usaha yang berkelanjutan untuk jangka panjang.

Saran

Penelitian selanjutnya dianjurkan untuk memperluas cakupan analisis guna mencapai rekomendasi kebijakan yang lebih holistik. Secara spesifik, disarankan untuk melakukan studi perbandingan antar peternak plasma dengan variasi karakteristik modal (mandiri vs. sepenuhnya bermodal mitra) untuk mengukur dampak full control operasional yang dimiliki Atap Farm 2 terhadap profitabilitas dan keberlanjutan usaha. Selain itu, penting untuk melibatkan perspektif dan data dari perusahaan inti (PT Plasma Trisula dan PT Majeng Makmur Pratama), yang saat ini menjadi pihak penentu kualitas dan kuantitas Sapronak, guna menganalisis dinamika hubungan kekuasaan dan merumuskan kontrak kemitraan yang lebih berimbang. Penelitian di masa depan juga dapat mengeksplorasi potensi ekonomi dan kelayakan teknis dari inisiatif diversifikasi usaha, khususnya pengolahan limbah kotoran ayam dari sistem Close House menjadi produk nilai tambah seperti pupuk organik, untuk mengurangi ketergantungan finansial pada siklus panen utama.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya atas dukungan yang telah diberikan dalam penyelesaian artikel penelitian berjudul Analisis Swot Dalam Pelaksanaan Kemitraan Usaha Peternakan Ayam Pedaging Studi Kasus Atap Farm 2. Penghargaan khusus dan terima kasih yang mendalam disampaikan kepada Atap Farm 2 (terutama kepada Pak Yaslim) yang telah bersedia menjadi lokasi studi kasus dan memberikan akses penuh terhadap data internal, operasional, dan kontrak kemitraan. Mitra Kemitraan yaitu PT. Plasma Trisula dan PT. Majeng Makmur Pratama, atas kerja sama dan penyediaan data sekunder yang krusial terkait kontrak SAPRONAK dan harga jual ayam. Prodi Agribisnis Universitas Nahdlatul Ulama tempat penulis berafiliasi, atas dukungan fasilitas akademik dalam pelaksanaan penelitian ini. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi nyata dalam perumusan strategi pengembangan yang berkelanjutan bagi Atap Farm 2 dan industri peternakan ayam pedaging di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. (2024). Outlook komoditas peternakan daging ayam ras pedaging 2024. Kementerian Pertanian Republik Indonesia. <https://satudata.pertanian.go.id/datasets/publikasi>
- Amam, A., & Harsita, P. A. (2024). Evaluasi Usaha Ternak Ayam Broiler Sistem Kemitraan Inti Plasma Berbasis Index Performance (IP). *Jurnal Peternakan*, 21(1), 48. <https://doi.org/10.24014/jupet.v21i1.21188>
- Fadila, A. C., Prastiwi, W. D., & Mukson, M. (2025). Analysis of Consumer Preferences for Broiler Chicken Meat in the Traditional Market of Magelang City. *SEPA: Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian Dan Agribisnis*, 22(1), 106. <https://doi.org/10.20961/sepa.v22i1.86868>
- Fauziawati, P., Ghina, A., & Rismayan, R. (2021). Analisis Swot Untuk Merumuskan Strategi Pengembangan Usaha Ternak Ayam Broiler Pola Kemitraan Pt Mitra Peternakan Unggas C3 Kabupaten Cirebon Jawa Barat. *E-Proceeding of Management*, 8(4), 3095–3101.
- Hartoyo, B., Sugiarto, M., Nur Wakhidati, Y., & Muatip, K. (2024). Efektivitas Program Kemitraan Untuk Meningkatkan Pemberdayaan Peternak Mitra Ayam Broiler Di Kabupaten Banyumas. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 8(4), 3382–3392. <http://journal.ummat.ac.id/index.php/jmm>
- Hasan, W., Salendu, A. H. ., Santa, N. M., & Oroh, F. N. . (2018). Analisis Keuntungan dan Titik Impas Usaha Ternak Broiler Dengan Pola Kemitraan (Studi Kasus di Desa Tetey Kecamatan Dimembe). *Zootec*, 38(1), 235. <https://doi.org/10.35792/zot.38.1.2018.19081>
- Ibrahim, I., Natsir, M. H., Sjoefjan, O., Djunaedi, I. H., Susilo, A., Rifa'i, M., & Hafsah, H. (2025). Optimization growth performance and intestinal characteristics of broiler through the use of zeolite and bioherbal-based mycotoxin binders as feed additives.

Journal of Advanced Veterinary and Animal Research, 12(1), 149–156.
<https://doi.org/10.5455/javar.2025.1882>

- Kurniaji, K., Mirdan Faris, R., Rahma Putra, B., & Deanida Pratiwi, I. (2024). Analisis IFAS dan EFAS dalam Mewujudkan Transportasi Umum Terpadu (Studi kasus pada Trans Metro Pasundan-Bandung) Article Info ABSTRAK. *Jurnal Bisnis Dan Manajemen West Science*, 3(03), 264–274.
- Maryanti, E. V., Haryono, D., & Endaryanto, T. (2023). Strategi pengembangan usaha ternak ayam broiler di kabupaten Lampung Selatan. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 11(3), 159.
- Sehabudin, U., Taufan Iskandar, M., & Hadiyat, Y. (2023). Mekanisme Kemitraan dan Determinan Pemilihan Pola Kemitraan Usahaternak Ayam Broiler di Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat Partnership Mechanisms and Determinants for Selection of Broiler Chicken Farming Partnership Patterns in Sukabumi Regency, West. *Jurnalmpi*, 18(1), 18–28. <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jurnalmpi/>
- Suri, A., Riandani, A. P., Supriyanto, S., Kristianto, R., & Amali, M. A. (2025). Analysis of IFAS and EFAS as Strategic Management for the Development of Kemenkan Banana Chips UMKM Bekasi. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 9(1), 121–129. <https://doi.org/10.70609/gtech.v9i1.5747>
- Tembang, T., Rotinsulu, T. O., & Tolosang, K. D. (2024). Analisis Kelayakan Usaha Dan Strategi Pengembangan Peternakan Ayam Ras Petelur Studi Di Kecamatan Dimembe, Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Berkala Ilmiah Efisiensi*, 24(3), 1–12.
- Yasinta Damayanti. (2023). Analisis swot dalam pengembangan usaha ternak ayam broiler di desa sodo kabupaten gunungkidul. *Jurnal Ilmu Sosial*, 03(01), 1–11.

Peningkatan Pengetahuan Peternak tentang Pakan Fermentasi Tongkol Jagung sebagai Pakan Komplit Ternak Sapi Potong di Kampung Udapi Hilir Distrik Prafi Kabupaten Manokwari

Ronggo Purwanto¹, Susan Carolina Labatar¹, Maria Herawati^{1*}

¹Penyuluhan Peternakan dan Kesejahteraan Hewan, Pertanian, Polbangtan Manokwari

Email: herawatimaria@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini dilaksanakan untuk mengkaji peningkatan pengetahuan peternak mengenai pemanfaatan limbah tongkol jagung melalui teknologi fermentasi sebagai pakan komplit untuk ternak sapi potong di Kampung Udapi Hilir, Distrik Prafi, Kabupaten Manokwari. Latar belakang penelitian ini adalah potensi limbah tongkol jagung yang melimpah di wilayah tersebut namun belum dimanfaatkan secara optimal sebagai sumber pakan ternak yang bernutrisi dan ekonomis. Metode penelitian yang digunakan adalah penyuluhan pertanian dengan pendekatan partisipatif, meliputi demonstrasi cara pembuatan pakan fermentasi dan diskusi kelompok untuk transfer pengetahuan. Evaluasi terhadap peningkatan pengetahuan peternak dilakukan melalui pre-test dan post-test. Selain itu, dilakukan analisis ekonomi sederhana untuk mengetahui kelayakan finansial pakan fermentasi tongkol jagung. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan pengetahuan yang signifikan pada peternak setelah mengikuti penyuluhan. Pemanfaatan tongkol jagung melalui fermentasi terbukti dapat meningkatkan nilai nutrisi dan menjadi alternatif pakan yang terjangkau. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif terhadap pengembangan peternakan sapi potong berkelanjutan di wilayah Manokwari melalui optimalisasi pemanfaatan sumber daya lokal.

Kata kunci: Pakan fermentasi, Penyuluhan pertanian, Pengetahuan peternak, Sapi potong, Tongkol jagung

Abstract

This research was conducted to examine the increase in farmers' knowledge about the utilization of corn cob waste through fermentation technology as a complete feed for beef cattle in Udapi Hilir Village, Prafi District, Manokwari Regency. The background of this research is the abundant potential of corn cob waste in the region, which has not been optimally utilized as a nutritious and economical source of animal feed. The research method used was agricultural extension with a participatory approach, including demonstrations of fermented feed production methods and group discussions for knowledge transfer. Evaluation of the increase in farmers' knowledge was carried out through pre-tests and post-tests. In addition, a simple economic analysis was conducted to determine the financial feasibility of corn cob fermentation feed. The results showed a significant increase in knowledge among farmers after participating in the extension. The utilization of corn cobs through fermentation has proven to increase nutritional value and become an affordable alternative feed. This research is expected to make a positive contribution to the development of sustainable beef cattle farming in the Manokwari region through the optimization of local resource utilization.

Keywords: corncob fermentation, agricultural extension, livestock farmers' knowledge, beef cattle, complete feed

PENDAHULUAN

Ternak ruminansia banyak diminati oleh masyarakat dikarenakan bisa sebagai penghasil daging, susu, tenaga kerja, sumber pendapatan dan tabungan keluarga. Ternak ruminansia yang memiliki lebih dari satu perut di dalam tubuhnya seperti sapi, kambing, domba. Produktivitas ternak ruminansia sangat ditentukan oleh pemilihan bibit unggul, manajemen pemeliharaan dan pemberian pakan yang cukup baik kualitas dan kuantitasnya. Pakan memegang peranan penting pada usaha peternakan, hal ini perlu mendapat perhatian dikarenakan 70–80% biaya untuk pakan. Kendala yang sering dihadapi peternak yaitu terjadi kekurangan pakan terutama saat musim kemarau. Upaya yang dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan limbah pertanian seperti limbah tongkol jagung (Zullikah *et al.*, 2022).

Kelompok peternak dalam pengembangan usaha peternakan khususnya sapi potong, dapat memberikan manfaat untuk meningkatkan produktivitas usaha. Sehingga harus didukung dengan adanya partisipasi dalam kelompok peternak untuk membentuk interaksi yang dapat memberikan dampak baik dalam upaya peningkatan bersama. Partisipasi peternak dalam penyuluhan dapat memberikan gambaran akan keinginan, kemauan dan kesempatan yang ada baik pada diri peternak maupun penyuluh, melalui bentuk partisipasi dalam kegiatan dan partisipasi dalam pelaksanaan (Dwiningrum, 2010). Partisipasi kelompok yang kurang menyebabkan peternak sulit untuk mendapatkan informasi dalam kegiatan penyuluhan. Sedangkan penyuluhan terkait dengan pengolahan limbah tongkol jagung sebagai pakan ternak sangat dinantikan oleh anggota kelompok peternak sapi potong.

Penyuluhan tentang fermentasi tongkol jagung perlu dilakukan karena masih rendahnya pengetahuan peternak mengenai teknik pengolahan limbah pertanian sebagai pakan alternatif. Banyak peternak belum memahami manfaat fermentasi dalam meningkatkan kualitas nutrisi serta daya simpan tongkol jagung, sehingga potensi limbah ini belum termanfaatkan secara maksimal. Dengan adanya penyuluhan, diharapkan peternak mampu memproduksi pakan sendiri secara mandiri dan efisien, terutama di musim kemarau saat pakan hijauan terbatas. Hal ini sejalan dengan pendapat Yulida (2012) yang menekankan bahwa penyuluhan pertanian sangat penting dalam meningkatkan kemampuan petani atau peternak dalam mengadopsi teknologi baru yang sesuai dengan kondisi lokal.

Penyediaan pakan merupakan faktor utama yang harus diperhatikan di dalam usaha peternakan, baik pada ternak ruminansia maupun pada ternak non ruminansia. Seringkali faktor pakan menjadi masalah dalam usaha peternakan disebabkan ketersediaannya yang terbatas terutama pada musim kering (kemarau). Rendahnya ketersediaan pakan berimplikasi terhadap sedikitnya jumlah ternak yang dipelihara oleh peternak, sehingga diperlukan upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut. Upaya untuk mengatasi permasalahan kekurangan pakan sebagaimana disebut di atas adalah dengan meningkatkan penggunaan bahan pakan alternatif yang dapat menggantikan pakan hijauan, mudah didapat dan relatif murah. Salah satu hasil tanaman pertanian yang dapat dijadikan pakan fermentasi sebagai pakan alternatif yaitu sisa tanaman jagung di antaranya adalah tongkol jagung. Guntoro (2009) menyatakan bahwa tongkol jagung banyak mengandung selulosa 44,9%, hemiselulosa 31,8% dan lignin 23,3% serta kandungan protein amat rendah. Tongkol jagung berukuran besar sehingga tidak dapat dikonsumsi ternak jika diberikan langsung, oleh karena itu untuk memberikannya perlu penggilingan terlebih dahulu.

Distrik Prafi, Kabupaten Manokwari, dikenal sebagai salah satu sentra pertanian tanaman pangan di wilayah tersebut. Masyarakat kampung ini aktif dalam budidaya berbagai jenis tanaman, seperti jagung, padi, dan ubi kayu. Jagung, khususnya, menjadi komoditas utama yang cukup melimpah di Kampung Udapi Hilir. Kampung Udapi Hilir merupakan salah satu sentra penghasil jagung di wilayah tersebut. Dengan luas lahan jagung mencapai 74 hektar dan produktivitas rata-rata 2,0 ton per hektar, produksi jagung di kampung ini terbilang cukup tinggi. Tingginya produksi jagung ini secara tidak langsung juga menghasilkan limbah pertanian yang cukup melimpah, terutama tongkol jagung (BPP Prafi 2025).

Keberhasilan Kampung Udapi Hilir dalam budidaya jagung tentu menghasilkan limbah pertanian yang cukup signifikan. Salah satu limbah jagung yang paling melimpah adalah tongkol jagung. Pemanfaatan limbah tongkol jagung ini menjadi tantangan sekaligus peluang bagi masyarakat setempat untuk meningkatkan nilai tambah dari hasil pertanian mereka. Limbah tongkol jagung yang dihasilkan dari aktivitas pertanian di Kampung Udapi Hilir masih belum dimanfaatkan secara optimal. Padahal, tongkol jagung memiliki potensi untuk diolah menjadi berbagai produk bernilai tambah, seperti pakan ternak, bahan baku pembuatan biogas, atau bahkan kerajinan tangan. Pemanfaatan

limbah tongkol jagung ini tidak hanya dapat mengurangi dampak lingkungan, tetapi juga dapat meningkatkan nilai ekonomi bagi masyarakat setempat.

Selain peningkatan pengetahuan teknis, penting juga dilakukan analisis biaya produksi pakan fermentasi tongkol jagung untuk menilai kelayakan usaha secara ekonomi. Analisis ini mencakup perhitungan komposisi bahan baku, biaya proses fermentasi, serta estimasi harga jual pakan yang dihasilkan. Menurut Ilham & Suhartini (2010), pakan menyumbang lebih dari 60% total biaya dalam usaha peternakan rakyat, sehingga efisiensi biaya melalui pemanfaatan limbah lokal sangat krusial. Wina *et al.* (2005) juga menyatakan bahwa fermentasi tongkol jagung menggunakan mikroba lokal dapat meningkatkan nilai nutrisi dan pencernaan, menjadikannya sumber energi alternatif yang ekonomis dalam pakan ruminansia.

Berdasarkan hasil identifikasi potensi wilayah di Kampung Udapi Hilir, Distrik Prafi, Kabupaten Manokwari menunjukkan adanya potensi pengembangan peternakan sapi potong. Namun, saat ini peternak di wilayah tersebut masih mengandalkan manajemen pemberian pakan secara tradisional. Salah satu potensi yang belum dimanfaatkan secara optimal oleh peternak di Kampung Udapi Hilir adalah limbah tongkol jagung. Limbah pertanian yang melimpah ini dapat diolah menjadi pakan fermentasi yang bergizi tinggi untuk ternak sapi. Pemanfaatan tongkol jagung sebagai pakan fermentasi tidak hanya dapat mengurangi biaya produksi pakan, tetapi juga dapat meningkatkan produktivitas ternak.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode Penyuluhan partisipatif melalui pre-test dan post-test. Lokasi penelitian adalah Kampung Udapi Hilir, Distrik Prafi, Kabupaten Manokwari, Provinsi Papua Barat. Penelitian dilakukan pada bulan Januari–April 2025. Populasi dan sampel penelitian adalah 30 peternak sapi potong yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*.

Penyuluhan dilakukan dengan metode ceramah, diskusi, dan demonstrasi cara. Data dikumpulkan menggunakan kuesioner tertutup yang mengukur tingkat pengetahuan responden sebelum dan sesudah penyuluhan. Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif menggunakan perhitungan rata-rata dan efektivitas penyuluhan berdasarkan rumus Ginting (1991).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Responden

Seluruh responden dalam kegiatan penyuluhan ini berjenis kelamin laki-laki (100%). Berdasarkan kelompok umur, mayoritas responden berada pada kategori usia dewasa akhir (36–45 tahun), yaitu sebanyak 40%. Usia ini tergolong produktif dan biasanya telah memiliki pengalaman yang cukup dalam beternak, namun masih terbuka terhadap inovasi dan teknologi baru. Berdasarkan tingkat pendidikan, sebagian besar responden adalah lulusan Sekolah Menengah Atas (SMA), yaitu sebanyak 43,33%, diikuti oleh lulusan Sekolah Menengah Pertama (SMP) sebanyak 26,67%.

Evaluasi Hasil Penyuluhan

Evaluasi penyuluhan dilakukan dengan membandingkan hasil pre-test dan post-test. Rata-rata nilai pre-test adalah 40, yang berada pada kategori cukup. Sebanyak 70% responden masuk dalam kategori ini, sedangkan 10% berada dalam kategori kurang dan 20% dalam kategori sedang. Tidak ada satu pun peserta yang berada dalam kategori tinggi atau sangat tinggi sebelum pelaksanaan penyuluhan. Setelah penyuluhan dilaksanakan, terjadi peningkatan signifikan pada hasil post-test. Rata-rata nilai post-test meningkat menjadi 90,33 dan berada pada kategori sangat tinggi. Sebanyak 86,67% responden masuk dalam kategori ini, dan sisanya 13,33% berada pada kategori tinggi. Ini menunjukkan bahwa seluruh responden mengalami peningkatan pengetahuan, dengan sebagian besar mengalami peningkatan dua hingga tiga tingkat kategori dari sebelumnya.

Tabel 1. Rerata Nilai Pre-Test dan Post-Test

Tes	Rata-rata	Kategori
Pre-Test	40	Cukup
Post-Test	90,33	Sangat Tinggi

Hasil uji t menunjukkan bahwa perbedaan antara nilai pre-test dan post-test adalah sangat signifikan secara statistik. Dengan nilai t hitung sebesar -23,20 dan p-value kurang dari 0,05, dapat disimpulkan bahwa penyuluhan yang diberikan memiliki pengaruh yang kuat terhadap peningkatan pengetahuan responden. Hal ini sejalan dengan pendapat Notoatmodjo (2012), bahwa pendekatan edukatif yang sesuai dengan karakteristik sasaran akan memberikan dampak signifikan terhadap perubahan pengetahuan.

Efektivitas Peningkatan Pengetahuan

Efektivitas penyuluhan dihitung menggunakan rumus dari Ginting (1991) yaitu:

$$EPP = (\Sigma \text{Post-Test} - \Sigma \text{Pre-Test}) / (N.T.Q - \Sigma \text{Pre-Test}) \times 100\%$$

$$EPP = (2710 - 1200) / (3000 - 1200) \times 100\% = 83,88\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, efektivitas peningkatan pengetahuan peserta penyuluhan adalah sebesar 83,88%, yang termasuk dalam kategori efektif. Efektivitas ini menunjukkan bahwa penyuluhan telah berhasil disampaikan dengan pendekatan yang sesuai, baik dari segi materi, metode, maupun media penyampaian. Adanya peningkatan nilai yang signifikan tidak hanya menunjukkan penerimaan informasi, tetapi juga internalisasi serta kesiapan peternak untuk menerapkan teknologi fermentasi dalam kegiatan beternak sehari-hari.

Efektivitas Berdasarkan Umur

Efektivitas penyuluhan berdasarkan kategori umur menunjukkan bahwa semua kelompok usia mengalami peningkatan pengetahuan yang signifikan. Kelompok usia dewasa akhir (36–45 tahun) mencatat efektivitas tertinggi yaitu sebesar 90,91%. Kelompok usia ini dinilai paling stabil dalam pengalaman dan motivasi kerja, serta memiliki kapasitas fisik dan mental untuk menerima serta mengimplementasikan teknologi baru. Kelompok usia lansia awal dan lansia akhir juga menunjukkan efektivitas tinggi di atas 75%, yang membuktikan bahwa penyuluhan masih dapat diserap dengan baik oleh peternak di usia lanjut apabila metode yang digunakan tepat dan komunikatif.

Tabel 2. Efektivitas Berdasarkan Umur

Umur	Rata-rata Pre	Rata-rata Post	Efektivitas (%)
20-35	40	85,56	75,93
36-45	40	94,55	90,91
46-55	40	91,5	85,83
56-65	40	85	75

Efektivitas Berdasarkan Pendidikan

Tabel 3. Efektivitas Berdasarkan Pendidikan

Kategori Umur (Tahun)	Σ (Orang)	Tes Awal Nilai Rataan	Tes Awal Kategori	Tes Akhir Nilai Rataan	Tes Akhir Kategori	Peningkatan Pengetahuan	Efektivitas (%)
Dewasa Awal (20–35)	9	40	Cukup	85,56	Tinggi	45,56	75,93 (Efektif)

Kategori Umur (Tahun)	Σ (Orang)	Tes Awal Nilai Rataan	Tes Awal Kategori	Tes Akhir Nilai Rataan	Tes Akhir Kategori	Peningkatan Pengetahuan	Efektivitas (%)
Dewasa Akhir (36–45)	11	40	Cukup	94,55	Sangat Tinggi	54,55	90,91 (Efektif)
Lansia Awal (46–55)	8	40	Cukup	91,5	Sangat Tinggi	51,5	85,83 (Efektif)
Lansia Akhir (56–65)	2	40	Cukup	85	Tinggi	45	75,00 (Efektif)

Berdasarkan data di atas, terlihat jelas bahwa seluruh kelompok pendidikan mengalami peningkatan pengetahuan yang signifikan setelah mengikuti penyuluhan. Semua kelompok, mulai dari SD hingga D-IV, menunjukkan efektivitas peningkatan di atas 66,66%, sehingga semuanya dikategorikan Efektif. Kelompok dengan pendidikan D3 mencatat efektivitas tertinggi sebesar 100%, menunjukkan bahwa responden tunggal di kelompok ini sepenuhnya menyerap materi penyuluhan, dengan skor awal 40 menjadi 100.

Selain itu, kelompok dengan jumlah responden yang lebih besar juga menunjukkan hasil yang sangat memuaskan. Kelompok SMA mencapai efektivitas sebesar 95,12%, menjadi yang tertinggi kedua. Disusul oleh kelompok D-IV dengan 94,45% dan SD dengan 93,33%. Kelompok SMP menunjukkan efektivitas sebesar 89,58%, dan SMK dengan 73,33%. Angka-angka ini mengindikasikan bahwa metode penyuluhan yang digunakan, seperti demonstrasi, diskusi aktif, dan penggunaan media visual, sangat efektif dalam meningkatkan pemahaman peserta dari berbagai latar belakang pendidikan.

Tingkat pendidikan merupakan salah satu faktor yang berpengaruh signifikan terhadap efektivitas kegiatan penyuluhan. Pendidikan berperan dalam membentuk cara berpikir, kemampuan menganalisis informasi, serta keterbukaan seseorang terhadap inovasi baru. Individu dengan tingkat pendidikan yang lebih tinggi cenderung memiliki kemampuan literasi yang lebih baik, sehingga lebih mudah memahami materi penyuluhan, baik secara teoritis maupun praktis. Menurut Notoatmodjo (2012), pendidikan memengaruhi proses penerimaan informasi dan perubahan perilaku. Semakin tinggi tingkat pendidikan seseorang, maka semakin besar kemungkinannya untuk menyerap informasi secara kritis dan logis, serta menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari. Hal

ini juga diamini oleh Nasution *et al.* (2025) yang menyatakan bahwa keberhasilan penyuluhan sangat dipengaruhi oleh latar belakang pendidikan peserta, terutama dalam hal kecepatan adopsi teknologi dan perubahan pola pikir.

Di sisi lain, peserta dengan tingkat pendidikan rendah tetap dapat menerima materi penyuluhan dengan baik, terutama jika disampaikan secara visual, sederhana, dan kontekstual, serta melibatkan praktik langsung. Oleh karena itu, pemilihan metode dan media penyuluhan yang tepat harus mempertimbangkan variasi tingkat pendidikan peserta agar pesan yang disampaikan dapat dipahami secara merata. Dengan demikian, tingkat pendidikan memiliki korelasi positif terhadap efektivitas penyuluhan, namun bukan merupakan satu-satunya faktor penentu. Penyuluhan yang adaptif dan komunikatif tetap dapat menjangkau semua kalangan jika dirancang dengan pendekatan yang sesuai dengan karakteristik audiens.

Analisis Biaya Produksi dan Potensi Ekonomi

Pakan fermentasi dibuat dari tongkol jagung fermentasi, dedak, leguminosa, dan mineral. Dari total biaya sebesar Rp 133.875 untuk produksi 50 kg pakan, diperoleh biaya per kilogram sebesar Rp 2.678. Dengan margin keuntungan sebesar 30%, harga jual menjadi Rp 3.500 per kg. Harga ini jauh lebih rendah dibandingkan pakan komersial yang berkisar antara Rp 4.000 hingga Rp 6.000 per kg. Dengan demikian, penggunaan pakan fermentasi dapat mengurangi beban biaya dan meningkatkan efisiensi usaha peternakan.

Penerapan pakan fermentasi berbasis tongkol jagung ini juga memberikan manfaat ekologis, karena mengurangi limbah pertanian dan memanfaatkan bahan lokal yang sebelumnya tidak termanfaatkan. Dari sisi sosial, pendekatan ini juga memberikan peluang penguatan kelompok tani melalui kegiatan kolektif seperti pembuatan pakan bersama dan pemasaran lokal.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penyuluhan mengenai fermentasi tongkol jagung sebagai pakan komplit terbukti efektif dalam meningkatkan pengetahuan peternak sapi potong di Kampung Udapi Hilir, yang ditunjukkan dengan peningkatan nilai rata-rata dari 40 menjadi 90,33 dan efektivitas sebesar 83,88%. Keberhasilan ini tercermin tidak hanya dari pencapaian kuantitatif melalui uji t, tetapi juga dari respons positif peternak di semua kelompok umur dan pendidikan yang menunjukkan antusiasme dalam mengadopsi teknologi pakan lokal. Penyuluhan ini juga berkontribusi pada efisiensi ekonomi usaha peternakan dengan biaya produksi pakan yang lebih rendah dibandingkan pakan komersial, sekaligus mendukung

prinsip keberlanjutan melalui pemanfaatan limbah pertanian. Untuk memaksimalkan potensi pakan fermentasi tongkol jagung, disarankan adanya pendampingan lebih lanjut kepada peternak terkait pembuatan dan pemanfaatannya.

DAFTAR PUSTAKA

- BPP Prafi. (2025). *Laporan Tahunan Produksi Pertanian Distrik Prafi*. Manokwari: Dinas Pertanian Kabupaten Manokwari.
- Dwiningrum, S. I. A. (2010). *Partisipasi Masyarakat dalam Pendidikan*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Ginting, S. P. (1991). *Dasar-dasar Penyuluhan Pertanian*. Jakarta: CV Rajawali.
- Guntoro, S. (2009). Pemanfaatan limbah pertanian sebagai sumber pakan alternatif. *Jurnal Ilmu Ternak*, 9(1), 45–52.
- Ilham, N., & Suhartini, S. (2010). Strategi pengembangan agribisnis peternakan rakyat. *Jurnal Agribisnis Peternakan*, 5(2), 55–61.
- Notoatmodjo, S. (2012). *Promosi Kesehatan dan Ilmu Perilaku*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Wina, E., Rangkuti, Y. B., & Tangendjaja, B. (2005). Peningkatan nilai gizi tongkol jagung melalui fermentasi. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*, 1(2), 33–38.
- Yulida, E. (2012). Penyuluhan pertanian dalam meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani. *Jurnal Penyuluhan*, 8(2), 123–130.
- Zullikah, R., Setiawan, A., & Handayani, T. (2022). Pengolahan limbah pertanian untuk pakan alternatif. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 24(1), 89–97.

Literature Review: Pengaruh Jenis Koagulan terhadap Karakteristik Dangke

Nova Karimatun Nabilah^{1*}, Indita Maharani¹, Irfan Fadhlurrohman²

¹Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman

²Teknologi Hasil Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman

Email: novakarimal104@gmail.com

Abstrak

Dangke merupakan produk olahan susu tradisional khas Kabupaten Enrekang, Sulawesi Selatan. Prinsip pembuatan dangke adalah dengan menggumpalkan protein susu menggunakan koagulan. Tinjauan pustaka ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh jenis-jenis koagulan dengan karakteristik produk akhir dangke. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah tinjauan pustaka sistematis dengan mengumpulkan dan menganalisis literatur dari Google Scholar dan Pub Med yang relevan 10 tahun terakhir. Hasil analisis menunjukkan bahwa jenis koagulan (seperti enzim papain, jeruk nipis, dan terong duri) berpengaruh signifikan terhadap kadar air (51,18%-57,67%), pH (6,15-7,61), rendemen (12,42%-28,19%), dan tekstur (cukup lembut-keras). Koagulan jeruk nipis cenderung menghasilkan rendemen yang paling tinggi, sedangkan papain menghasilkan pH yang rendah. Kadar air yang tinggi sehingga dikategorikan sebagai keju segar dengan daya simpan yang relatif cepat. Disimpulkan bahwa penggunaan jenis koagulan yang berbeda berpengaruh terhadap karakteristik mutu dangke. Kajian ini dapat menjadi pertimbangan dalam memilih koagulan sebagai bahan untuk menghasilkan dangke yang optimal sesuai dengan karakteristik yang dibutuhkan.

Kata kunci: Dangke, Koagulan, Jeruk Nipis, Terong Duri, Papain

Abstract

Dangke is a traditional cheese from South Sulawesi, Indonesia, made using coagulants to curdle milk protein. This literature review aims to analyze the effect of various types of coagulants on the characteristics of dangke. The method used was a systematic literature review by collecting and analyzing relevant literature from Google Scholar and Pub Med from the last 10 years. The results of the analysis show that the type of coagulant (such as papain enzyme, papaya latex, lime, and devil's fig) significantly affects the moisture content (51.18%-57.67%), pH (6.15-7.61), yield (12.42%-28.19%), and texture (moderately soft to hard) of the resulting dangke. Lime coagulant tended to produce the highest yield, while papain resulted in the lowest pH. The high moisture content categorizes dangke as a fresh cheese with a limited shelf life. It is concluded that the selection of the type and concentration of the coagulant is a key factor in determining the quality characteristics of dangke. This review can be a consideration in selecting the optimal coagulant to produce dangke with the desired characteristics.

Keywords: Dangke, Coagulant, Lime, Devil's Fig, Papain

PENDAHULUAN

Susu adalah produk cair yang dihasilkan dari proses pemerahan ternak perah seperti sapi, kerbau, kambing, dan unta. Susu mengandung gizi yang cukup lengkap sehingga baik untuk dikonsumsi. Kandungan susu yaitu lemak, protein, karbohidrat, vitamin, mineral, dan air yang bermanfaat bagi tubuh manusia. Namun, kualitas susu akan menurun jika disimpan pada suhu ruang lebih dari 6 jam (Mustamin & Sumilih, 2021). Pengolahan susu menjadi produk seperti dangke dapat meningkatkan daya simpan, kandungan gizi, dan nilai ekonomis.

Dangke merupakan produk olahan susu yang menjadi khas Sulawesi Selatan khususnya Kabupaten Enrekang. Dangke disebut juga sebagai keju tradisional yang memiliki karakteristik berbentuk oval, dengan tekstur yang cukup padat, dan beraroma gurih. Dangke memiliki bentuk seperti tahu dengan warna putih kekuningan yang terbuat dari susu kerbau (Suryani & Niswah, 2015). Ciri khas yang dimiliki dangke terletak dari cara pencetakan menggunakan tempurung kelapa dan dibungkus menggunakan daun pisang.

Kandungan nutrisi pada dangke menjadi salah satu alasan dangke banyak diminati oleh masyarakat. Dangke memiliki kandungan air 47,75%; abu 2,32%; lemak 33,89%; protein 17,01%; vitamin dan mineral (Suryani & Niswah, 2015). Proses pembuatan dangke masih menggunakan peralatan tradisional yaitu menggunakan tempurung kelapa sebagai cetakan lalu dibungkus daun pisang (Mustamin & Sumilih, 2021). Susu dipanaskan ditambah dengan getah pepaya sehingga terbentuk gumpalan yang kemudian dicetak menggunakan tempurung kelapa sehingga membentuk tekstur yang padat (Yasir *et al.*, 2019). Ditinjau dari pembuatannya dan kandungan air yang cukup tinggi, dangke dikategorikan menjadi keju segar (*fresh cheese*) (Musra *et al.*, 2021).

Dangke diproduksi dari fermentasi susu kerbau dengan enzim papain yang berasal dari getah pepaya sebagai koagulan, berbeda dengan keju komersil yang menggunakan rennet atau asam. Umumnya, dangke dibuat menggunakan getah pepaya dari buah pepaya yang belum matang sehingga memiliki rasa yang sedikit pahit (Al-Baarri *et al.*, 2018). Rasa pahit pada dangke muncul dari penggunaan getah pepaya meski dalam konsentrasi yang rendah (Musra *et al.*, 2021). Alternatif penggunaan koagulan lain pengganti getah pepaya adalah menggunakan enzim papain (Pulungan *et al.*, 2020). Enzim papain komersil mudah didapatkan dengan harga yang ekonomis (Sumarlan *et al.*, 2017). Enzim papain komersial memiliki daya simpan yang lebih lama dan penggunaan yang mudah. Penggunaan

konsentrasi enzim papain komersial yang tepat, juga dapat menyamarkan rasa pahit (Musra *et al.*, 2021)

Beberapa penelitian menggunakan bahan lain sebagai koagulan seperti jeruk nipis dan terong duri. Jeruk nipis tergolong buah dengan aroma khas yang mampu menetralkan bau yang tidak sedap dan banyak digunakan pada makanan. Jeruk nipis dapat menjadi koagulan karena mengandung asam sitrat yang merupakan salah satu jenis asam yang dapat menggumpalkan protein susu. Penggunaan ataupun penambahan ekstrak jeruk nipis dapat mengurangi rasa pahit pada dangke (Windyasmara & Wicaksono, 2025). Terong duri juga dapat menjadi koagulan susu karena mengandung senyawa aktif seperti enzim protease. Penggunaan sari terong duri dapat mempengaruhi kualitas dangke dari segi pH, tekstur, dan kandungan asam laktat (Wandira *et al.*, 2025)

Penelitian-penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa banyak bahan-bahan yang ada di sekitar kita dapat dijadikan sebagai koagulan pada pembuatan dangke. Setiap bahan yang digunakan sebagai koagulan berpengaruh terhadap karakteristik seperti kadar air, pH, rendemen, dan tekstur dangke yang dihasilkan. Mengetahui karakteristik dangke dapat membantu penilaian kualitas mutu produk pangan. Oleh karena itu, perlu adanya kajian pustaka terhadap karakteristik dangke berdasarkan jenis koagulan yang berbeda. Sehingga dapat menjadi bahan pertimbangan dalam memilih jenis koagulan dan konsentrasi yang baik dalam pembuatan dangke.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah tinjauan pustaka sistematis yang mengumpulkan serta menganalisis literatur yang relevan mengenai penggunaan bahan-bahan yang dapat digunakan sebagai koagulan dalam pembuatan dangke yang berpengaruh terhadap karakteristik produk akhir. Proses ini dimulai dengan mencari literatur pada database akademik Google Scholar dan Pub Med. Kriteria artikel yang dipublikasi berbahasa Inggris dan Indonesia dalam rentang waktu 10 tahun terakhir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Jenis Koagulan terhadap Kadar Air Dangke

Kadar air menjadi salah satu faktor penting dalam menilai kualitas pangan. Kadar air berpengaruh terhadap lama waktu simpan dan juga menjadi salah satu standar dalam penilaian mutu pangan (Windyasmara & Wicaksono, 2025). Menurut SNI, kadar air maksimum untuk keju adalah 45%, sedangkan kadar air untuk keju segar berkisar 46-57%.

Berdasarkan Tabel 1, diperoleh hasil kadar air 51,18% -57,675 sehingga dangke termasuk golongan keju segar (*fresh chesee*). Kandungan air yang cukup tinggi berpengaruh terhadap masa simpan sehingga dangke termasuk ke dalam produk olahan pangan yang mudah mengalami penurunan kualitas.

Tabel 1. Persentase Kadar Air

Jenis Koagulan	Perlakuan	Kadar Air	Referensi
Papain	Penambahan papain 0,1% dan 0,5% dengan suhu pemanas 65°	51,18	Pulungan <i>et al.</i> (2020)
Jeruk nipis	Penambahan jeruk nipis dengan konsentrasi 0,5ml; 1ml; 1,5ml; 2ml.	57,67	Windyasmara & Wicaksono (2025)

Penggunaan jenis koagulan yang berbeda berpengaruh terhadap kadar air yang dihasilkan. Menurut Daniarsih *et al.* (2023) penggunaan koagulan papain menyebabkan kadar air yang tinggi pada produk akhir dangke. Enzim papain mengandung gugus histidin dan sistein yang dapat memecah protein pada susu (Anggoro, 2023). Hasil penelitian (Windyasmara & Wicaksono, 2025) penambahan jeruk nipis sebagai koagulan dalam pembuatan dangke berpengaruh terhadap kadar air. Hal ini karena jeruk nipis mengandung asam sitrat yang dapat menggumpalkan susu.

Penambahan konsentrasi pada setiap koagulan juga berpengaruh terhadap kadar air dangke. Pada penelitian Wicaksono & Windyasmara (2025) penambahan konsentrasi sebanyak 0,5ml meningkatkan kadar air. Penambahan koagulan yang tinggi dapat mempengaruhi kadar air karena jumlah protein yang terbatas dengan koagulan. Penggunaan koagulan yang dalam jumlah yang tinggi dengan keterbatasan protein susu sehingga menyebabkan aktivitas enzim yang tidak optimal (Pulungan *et al.*, 2020). Penggunaan jenis dan konsentrasi koagulan dapat menjadi pertimbangan dalam pembuatan

Pengaruh Jenis Koagulan terhadap pH Dangke

Koagulan berperan penting dalam penggumpalan susu dengan memisahkan *curd* dengan *whey*. Jenis koagulan berbeda memiliki senyawa dan reaksi yang berbeda dalam pembuatan dangke. Penurunan pH pada dangke menunjukkan keterkaitan dengan produksi asam laktat (Wandira *et al.*, 2025). Perubahan pH yang lebih rendah berdampak pada tekstur dan rasa dangke, dengan efek yang lebih asam dan padat (Musra *et al.*, 2021).

Tabel 2. Kadar pH Dangke

Jenis Koagulan	Perlakuan	pH	Referensi
Enzim papain komersial	Penambahan 1%, 3%, dan 5%	6,15-6,77	Musra et al., (2021)
Jeruk nipis	Konsentrasi 0,5ml; 1ml; 1,5ml; dan 2ml	6,3-6,6	Windyasmara & Wicaksono, (2025)
Terong duri	Konsentrasi 1%, 2%, dan 3%	7,35-7,61	Wandira et al., (2025)

Penentuan kualitas susu dapat dinilai dari kadar pH Bandrio & Windyasmara (2025). Kadar pH susu sebagai bahan baku, dapat mempengaruhi kadar pH dangke. Hasil penelitian Windyasmara & Wicaksono (2025) kisaran pH yang dihasilkan antara 6,3-6,6 disebabkan pH susu sapi yang digunakan berkisar antara 6,3-6,9. Penelitian (Sulmiyati & Said, 2018) memperoleh hasil kadar pH dangke pada setiap perlakuan penambahan papain dengan konsentrasi yg berbeda berkisar 6,92-6,96. Hal ini disebabkan oleh kadar pH susu kerbau yang digunakan berkisar 6,7-6,9.

Berdasarkan Tabel 2, pH yang dihasilkan berkisar 6,15 hingga 7,61 yang lebih tinggi. Nilai pH terendah diperoleh dari koagulan enzim papain. Hal ini menunjukkan bahwa jenis koagulan berpengaruh terhadap nilai pH dangke. Hasil tersebut tidak sejalan dengan penelitian Sulmiyati & Said (2018) kadar pH berkisar 6,92-6,96. Namun demikian, penambahan konsentrasi koagulan menunjukkan terjadinya tren penurunan nilai pH dangke. pH dangke yang cukup tinggi dan bahkan melebihi normal sehingga dangke merupakan produk pangan yang cepat mengalami kerusakan (Musra *et al.*, 2021).

Pengaruh Jenis Koagulan terhadap Rendemen Dangke

Susu yang ditambahkan dengan koagulan dan panaskan pada suhu tertentu akan membentuk padatan yang disebut *curd* atau rendemen. Pembentukan rendemen dipengaruhi oleh kinerja enzim yang tergantung dalam koagulan dalam memecah ikatan protein. Berdasarkan Tabel 3, persentase rendemen dihasilkan sekitar 12,42%–28,19%. Persentase rendemen paling rendah dari penggunaan enzim papain komersial dan jeruk nipis dengan persentase tertinggi.

Tabel 3. Persentase Rendemen

Jenis Koagulan	Perlakuan	Rendemen	Referensi
Getah pepaya	3 kali perlakuan dengan taraf penambahan enzim berbeda	22,30	Ardar et al. (2022)
Papain bubuk	3 kali perlakuan dengan taraf penambahan enzim berbeda	21,46	Ardar et al. (2022)
Enzim papain komersial	Suhu 65° dengan enzim papain 0,5%	12,42	Pulungan et al. (2020)

Jenis Koagulan	Perlakuan	Rendemen	Referensi
Jeruk nipis	3 perlakuan dengan penambahan konsentrai 1-5%	17,53	Musra et al. (2021)
	4 perlakuan dengan penambahan 0,5 ml	13,72	Windyasmara & Wicaksono (2025)
	6 perlakuan 0-10% dengan kelipatan 2%	28,19	Sari & Ariyana (2023)

Konsentrasi koagulan yang digunakan dalam pembuatan dangke berpengaruh terhadap persentase rendemen. Hasil penelitian Setiarto *et al.*, (2025) menunjukkan persentase rendemen berkisar 25%-30% dengan penambahan konsentrasi setiap perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa komponen dalam koagulan berinteraksi dengan protein susu sehingga meningkatkan jumlah rendemen (Wandira *et al.*, 2025). Penggunaan enzim koagulan yang rendah tidak optimal dalam menggumpalkan susu, sedangkan penggunaan enzim yang terlalu tinggi memungkinkan kerja enzim yang rendah karena karena substrat yang tersedia tidak cukup untuk aktivitas enzim (Musra *et al.*, 2021).

Jenis koagulan dalam pembuatan dangke memiliki kandungan senyawa yang berbeda. Penggunaan koagulan yang berbeda dapat mempengaruhi karakteristik dangke yang dihasilkan. Penggunaan koagulan jeruk nipis memiliki nilai rendemen yang tertinggi. Sari & Ariyana (2023) menyatakan bahwa konsentrasi koagulan berbanding lurus dengan rendemen yang dihasilkan.

Pengaruh Jenis Koagulan terhadap Tekstur Dangke

Jenis koagulan memiliki senyawa yang berbeda sehingga berpengaruh terhadap aktivitas enzim dalam memecah protein susu. Konsentrasi setiap koagulan yang ditambahkan membentuk struktur enzim yang stabil sehingga mampu menghidrolisis protein susu dan terbentuk padatan yang kompak (Musra *et al.*, 2021). Berdasarkan Tabel 4, penggunaan koagulan mempengaruhi tekstur cukup lembut hingga keras. Penggunaan koagulan yang berbeda mempengaruhi tekstur yang dihasilkan.

Tabel 4. Tekstur

Jenis Koagulan	Perlakuan	Tekstur	Referensi
Jeruk Nipis	Konsentrasi 0,5ml; 1ml; 1,5ml; dan 2ml	0,15-0,23 mm/gr (keras)	Windyasmara & Wicaksono (2025)
Terong Duri	Konsentrasi 1%; 2%; dan 3%	2,927-2,933 (cukup lembut)	(Kurniawati <i>et al.</i> , 2024)
Papain	3 perlakuan dengan taraf penambahan enzim yang berbeda	2,03-3,63 (cukup lembut-keras)	Ardat <i>et al.</i> (2022)

Perbedaan tekstur pada dangke dipengaruhi juga oleh kadar air di dalam curd. Kadar air dalam dangke yang tinggi sehingga memiliki tekstur yang lebih lembut (Windyasmara & Wicaksono, 2025). Semakin tinggi kadar air, menyebabkan padatan yang dihasilkan semakin sedikit sehingga tekstur menjadi lebih lembut. pH dapat mempengaruhi kadar air dalam dangke karena semakin rendah pH, maka semakin banyak whey yang keluar sehingga kadar air dalam curd semakin sedikit (Sari & Ariyana, 2023).

Berdasarkan hasil penelitian Pulungan *et al.* (2020) bahwa tekstur keju dangke yaitu lebih padat, kompak, dan kenyal sedangkan tekstur keju hasil optimal lebih lembut. Tekstur keju dangke dipengaruhi oleh kadar air yang tinggi, sehingga tekstur menjadi padat dan cenderung rapuh. (Bandrio & Windyasmara, 2025) menyatakan, tingkat kekerasan pada tekstur keju dangke mempengaruhi adanya kadar udara dimana matriks keju mengikat udara yang lebih tinggi sehingga tekstur menjadi lembut, lunak, serta kurang elastis.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan tinjauan pustaka yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan koagulan yang digunakan dalam pembuatan dangke berpengaruh nyata terhadap karakteristik produk akhir, meliputi kadar air, pH, rendemen, dan tekstur. Penggunaan koagulan seperti eznim papain, jeruk nipis, dan terong duri menghasilkan kadar air berkisar 51,18% hingga 57,67%, yang mengkategorikan dangke sebagai keju segar dengan masa simpan yang relatif pendek. Nilai pH dangke berkisar 6,15 hingga 7,61 dengan koagulan papain cenderung menghasilkan pH yang lebih rendah dari koagulan yang lain, sedangkan terong duri menghasilkan pH yang lebih tinggi. Rendemen yang dihasilkan berkisar 12,42% hingga 28,19% dengan koagulan jeruk nipis memiliki rendemen yang paling tinggi. Tekstur dangke juga dipengaruhi oleh jenis koagulan mulai dari keras hingga lembut, yang berhubungan dengan kadar air, pH dan konsentrasi koagulan. Secara umum, pemilihan jenis dan konsentrasi koagulan yang tepat dapat mengoptimalkan karakteristik mutu dangke yang diinginkan. Oleh karena itu, disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai kombinasi koagulan dan pengaruhnya terhadap peningkatan umur simpan dan kualitas dangke.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Baarri, A. N. M., Legowo, A. M., Arum, S. K., & Hayakawa, S. (2018). Extending shelf life of indonesian soft milk cheese (dangke) by lactoperoxidase system and lysozyme. *International Journal of Food Science*, 2018(1), 1-7. <https://doi.org/10.1155/2018/4305395>

- Anggoro, A. (2023). Alternatif Protease Pada Enzim Rennet Dalam Pembuatan Keju. *Zigma*, 38(2), 73-80.
- Ardat, M. A., Wulandari, Z., & Arief, I. I. (2022). Efektivitas konsentrat papain bubuk, getah pepaya segar, dan papain komersial sebagai koagulan dalam pembuatan dangke. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 27(4), 620-626. <https://doi.org/10.18343/jipi.27.4.620>
- Bandrio, D., & Windyasmara, L. (2025). Characteristics of Whey from Dangke Cow Milk Waste with Coagulant Lime Extract. *Jurnal Biologi Tropis*, 25(4), 4949–4956. <https://doi.org/10.29303/jbt.v25i4.9182>
- Daniarsih, A., Artasasta, M. A., Akhsani, F., Firdaus, Z., Najib, M. I., & Sa'diyah, H. (2023). Formulasi Keju Mozarella Dengan Ekstrak Papain Sebagai Alternatif Koagulan Susu. *Proceedings of Life and Applied Science*, 4(1), 61–68.
- Kurniawati, Wandira, I. A., Dohi, M., & Karni, I. (2024). Organoleptic testing of sumbawa hissar cow milk dangke and sumbawa buffalo milk dangke with the addition of various levels of thorn eggplant (*Solanum carolinense*) as a coagulant. *i-SAPI (Integrated and Sustainable Animal Production Innovation) Jurnal*, 1(2), 9-17.
- Musra, N. I., Yasni, S., & Syamsir, E. (2021). Karakterisasi keju dangke menggunakan enzim papain komersial dan perubahan fisik selama penyimpanan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 32(1), 27-35. <https://doi.org/10.6066/jtip.2021.32.1.27>
- Mustamin, S. F., Jumadi, & Sumilih, D. A. (2021). Dangke: Pangan Lokal (Kajian Historis dan Nilai Budaya di Desa Pinang Kecamatan Cendana Kabupaten Enrekang). *Jurnal Kajian Sosial dan Budaya: Tebar Science*, 6(1), 73-80.
- Pulungan, M. H., Kamilia, M. M., & Dewi, I. A. (2020). Optimasi konsentrasi enzim papain dan suhu pemanasan pada pembuatan dangke dengan response surface method (RSM). *Jurnal Teknologi Pertanian*, 21(1), 57-68. <https://doi.org/10.21776/ub.jtp.2020.021.01.7>
- Sari, E. P., & Ariyana, M. D. (2023). Pengaruh Konsentrasi Sari Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) terhadap Karakteristik Keju Segar dengan Starter *Rhizopus oryzae*. *Jurnal Edukasi Pangan*, 1(1), 22-32.
- Setiarto, R. H. B., Nur, N., Romulo, A., & Herlina, V. T. (2025). Dangke: unveiling Indonesian traditional fermented cheese from Enrekang, South Sulawesi. *Journal of Ethnic Foods*, 12(1), 1–17. <https://doi.org/10.1186/s42779-025-00279-1>
- Sulmiyati, S., & Said, N. S. (2018). Karakteristik dangke susu kerbau dengan penambahan crude papain kering. *Agritech*, 38(3), 345-352. <https://doi.org/10.22146/agritech.24331>
- Sumarlan, S. H., Wibisono, Y., Hawa, L. C., & Nurwindi, L. L. (2017). Pengaruh penambahan enzim papain komersial dalam pembuatan hidrolisat protein dari limbah cair surimi. *Journal of Tropical Agricultural Engineering and Biosystems- Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 5(1), 56-65.

- Suryani, T., & Niswah, F. (2015). Pemanfaatan susu kambing etawa dan kedelai sebagai bahan dasar dangke (keju khas Indonesia) dengan koagulan ekstrak jeruk nipis. *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi*, 1(2), 45-52. <https://doi.org/10.23917/bioeksperimen.v1i2.877>
- Wandira, I. A., Dohi, M., & Sadia, I. N. (2025). Kualitas fisik dangke susu kerbau yang ditambahkan berbagai level pengumpulan terong duri. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*, 11(2), 310-316. <https://doi.org/10.29303/jstl.v11i2.833>
- Windiasmara, L., & Wicaksono, A. (2025). Chemical quality of dangke cheese from cow's milk with lime coagulant: kualitas kimia keju dangke dari susu sapi dengan koagulan ekstrak jeruk nipis. *Agrisaintifika: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 9(1), 1-9. <https://doi.org/10.32585/ags.v9i1.6063>
- Yasir, M., Wijaya, M., & Jamaluddin, J. (2019). Modifikasi alat pencetak dangke dalam meningkatkan kualitas dan produktivitas produk dangke. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 5(2), 47-53.

Pemanfaatan Bahan Nabati sebagai Pengawet dan Pewarna Alami pada Produk Olahan Daging: Pendekatan Fisik, Sensorik, dan Keamanan Pangan

Chandra Irawan¹, Eva Yulyanti¹, Syabilah Regiana¹, Irfan Fadhlurrohman^{1*}

¹Teknologi Hasil Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman

Email: chandra.i@mhs.unsoed.ac.id

Abstrak

Pertumbuhan populasi di Indonesia yang terus meningkat mendorong peningkatan konsumsi daging, khususnya daging kambing. Namun, aroma khas “prengus” serta kekhawatiran terhadap penggunaan bahan tambahan sintetis seperti natrium nitrit pada proses curing menimbulkan tantangan dalam produksi daging olahan yang aman dan berkualitas. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi bahan nabati sebagai pengganti nitrit sintetis dan pewarna alami dalam pengolahan produk daging melalui metode kajian pustaka. Data diperoleh dari berbagai artikel ilmiah yang diterbitkan dalam sepuluh tahun terakhir. Hasil telaah menunjukkan bahwa seledri dan bayam merah memiliki aktivitas enzim nitrat reduktase tinggi yang mampu menghasilkan nitrit alami dan menghambat pertumbuhan mikroba, sedangkan brokoli berfungsi sebagai sumber nitrit sekaligus antioksidan. Jahe dan jeruk nipis efektif menurunkan aroma tidak sedap serta meningkatkan kelembutan dan cita rasa daging. Kulit buah naga merah dan angkak berpotensi sebagai pewarna alami dengan aktivitas antioksidan tinggi yang mampu meningkatkan kestabilan warna serta mutu sensorik produk olahan daging. Secara keseluruhan, pemanfaatan bahan nabati tersebut berpotensi menggantikan peran nitrit sintetis dan pewarna kimia dalam sistem curing, sehingga menghasilkan produk daging yang lebih sehat, alami, dan sesuai dengan tren pangan berlabel organik di Indonesia.

Kata kunci: Curing alami, Nitrit alami, Pewarna nabati, Seledri, Jahe, Angkak, Kulit buah naga merah

Abstract

The continuous growth of Indonesia's population has led to a significant increase in meat consumption, particularly goat meat. However, the distinctive “goaty” odor and health concerns associated with synthetic additives such as sodium nitrite in curing processes pose challenges to producing safe and high-quality meat products. This study aims to review the potential of plant-based ingredients as natural alternatives to synthetic nitrite and artificial colorants in meat processing through a literature review approach. Data were collected from scientific articles published within the last ten years. The review revealed that celery and red spinach contain high nitrate reductase activity capable of producing natural nitrite and inhibiting microbial growth, while broccoli serves as both a nitrite source and antioxidant. Ginger and lime effectively reduce undesirable odors and improve the tenderness and flavor of meat. Additionally, red dragon fruit peel and angkak (Monascus-fermented red rice) serve as natural colorants with strong antioxidant activity, enhancing color stability and sensory quality. Overall, the use of these plant-based materials demonstrates promising potential to replace synthetic nitrite and chemical dyes in meat curing systems, leading to healthier, more natural, and sustainable meat products aligned with the organic food trend in Indonesia.

Keywords: *Natural curing, Plant-based nitrite, Natural colorant, Celery, Ginger, Angkak, Red dragon fruit peel*

PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk yang terus meningkat di Indonesia secara signifikan mendorong peningkatan permintaan konsumsi daging, khususnya daging kambing yang memiliki peran penting baik sebagai bahan konsumsi harian maupun pada perayaan keagamaan. Daging kambing digemari karena memiliki serat otot yang halus dan tekstur yang empuk (Wahyuni *et al.*, 2019) namun aroma khas “prengus” yang disebabkan oleh asam lemak volatil seperti 4-metiloktanoat (Naude *et al.* 1981; Wahyuni *et al.* 2019) sering kali menurunkan tingkat penerimaan konsumen. Berbagai bahan alami seperti air perasan jeruk nipis dan jahe telah digunakan secara tradisional untuk mengurangi aroma tidak sedap tersebut melalui teknik perendaman atau marinasi (Eno *et al.*, 2024). Bahan-bahan alami ini kaya akan senyawa aromatik dan antioksidan yang dapat meningkatkan mutu sensori daging kambing sekaligus mempertahankan nilai gizinya serta daya terima konsumen.

Daging, sebagai bahan pangan yang bernilai gizi tinggi sekaligus mudah rusak, memerlukan teknik pengawetan guna menjaga kualitas dan keamanannya selama penyimpanan. Salah satu metode pengawetan yang umum digunakan adalah proses curing (penggaraman dan pengawetan), yaitu penambahan natrium klorida (NaCl) dan natrium nitrit (NaNO_2) untuk meningkatkan kestabilan warna, cita rasa, serta keamanan mikrobiologis produk (Saputro *et al.*, 2016). Penggunaan nitrit sintetis dalam sistem curing konvensional menimbulkan kekhawatiran terhadap kesehatan karena berpotensi membentuk senyawa karsinogenik N-nitrosamin serta menyebabkan methemoglobinemia. (Saputro *et al.*, 2016) Permasalahan tersebut mendorong para peneliti untuk mencari alternatif bahan curing alami yang lebih aman dan sesuai dengan standar pangan organik sebagaimana diatur oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN).

Sebagai upaya mengatasi permasalahan tersebut, berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengeksplorasi potensi sayuran kaya nitrat sebagai agen curing alami. Sayuran seperti seledri, bayam, dan brokoli diketahui memiliki kandungan nitrat dan enzim nitrat reduktase (NR) yang tinggi, yang dapat dikonversi menjadi nitrit dalam kondisi tertentu (Saputro *et al.*, 2016) Proses curing alami ini bergantung pada reaksi enzimatik tersebut untuk menghasilkan nitrit secara *in situ*, sehingga memberikan efek pewarnaan dan pengawetan yang serupa dengan sistem curing konvensional. Proses biokonversi ini dapat berlangsung tanpa penambahan kultur bakteri komersial, sehingga lebih praktis dan ekonomis bagi pelaku industri pengolahan daging skala kecil di Indonesia.

Selain agen curing alami, penggunaan pewarna alami juga semakin mendapat perhatian dalam industri pengolahan daging. Nitrit sintetis umumnya digunakan untuk mempertahankan warna merah pada produk seperti sosis, kornet, dan daging olahan lainnya, namun pigmen alami seperti betasianin dari kulit buah naga merah (Santoso dan Fibrianto, 2017) serta monaskorubrin dari beras merah hasil fermentasi (angkak) menawarkan alternatif yang lebih aman dan berkelanjutan (Ilyas *et al.*, 2024). Betasianin memberikan warna merah keunguan yang stabil serta memiliki aktivitas antioksidan, sedangkan angkak yang dihasilkan melalui fermentasi beras dengan *Monascus purpureus* menghasilkan pigmen merah cerah yang stabil terhadap panas dan kondisi asam. Keduanya menunjukkan potensi sebagai pengganti alami bahan pewarna sintetis dan agen curing berbasis nitrit.

Pengembangan agen *curing* dan pewarna alami yang berasal dari bahan nabati merupakan pendekatan yang menjanjikan dalam menghasilkan produk daging yang lebih sehat, aman, dan berkelanjutan. Pemanfaatan senyawa bioaktif dari jahe, jeruk nipis, brokoli, kulit buah naga merah, serta angkak tidak hanya mampu memperbaiki karakteristik sensori dan memperpanjang masa simpan produk daging, tetapi juga menjawab meningkatnya permintaan konsumen terhadap produk pangan berlabel alami dan organik. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan membandingkan efektivitas berbagai bahan alami tersebut sebagai sumber nitrit alami dan penstabil warna dalam sistem *curing* daging, sehingga dapat berkontribusi terhadap pengembangan teknologi pengolahan daging alami di Indonesia.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode kajian pustaka (*literature review*) yang dilakukan dengan menelaah berbagai sumber ilmiah terkait penggunaan bahan alami sebagai pengganti nitrit sintetis dalam proses curing dan pewarnaan produk daging. Data dikumpulkan dari artikel dan jurnal ilmiah yang diperoleh melalui *Google Scholar* serta sumber ilmiah terpercaya lainnya seperti *Science Direct* dan *Research Gate*. Dan jurnal-jurnal terkait untuk mengumpulkan artikel-artikel yang relevan. Kemudian, dilakukan seleksi literatur untuk menyaring artikel-artikel berdasarkan relevansi, kualitas, dan keterkaitannya dengan topik penelitian. Kriteria inklusi meliputi artikel yang dipublikasikan dalam 10 tahun terakhir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penggunaan bahan alami sebagai pengganti nitrit sintetis dalam proses curing dan pewarnaan produk daging berdasarkan kajian pustaka (*literature review*) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Bahan Alami sebagai Pengganti Nitrit Sintetis pada Proses Curing dan Pewarnaan Produk Daging

Bahan Nabati	Kandungan Aktif Utama	Mekanisme	Produk uji	Hasil	Sumber
Seledri (Apium graveolens)	Nitrat, enzim nitrat reductase	Menghasilkan nitrit alami melalui reduksi enzimatik; meningkatkan kestabilan warna merah dan menghambat pertumbuhan mikroba	Sosis sapi	Warna merah stabil, total mikroba menurun signifikan	Saputro <i>et al.</i> (2016)
Bayam (Amaranthus sp.)	Nitrit tinggi, vitamin C	Menghasilkan nitrit alami serta berperan sebagai antioksidan; mempertahankan aroma dan warna daging	Daging ayam	Warna meningkat, oksidasi lemak berkurang	Saputro <i>et al.</i> (2016)
Brokoli (Brassica oleracea var. italica)	Sulforaphane, klorofil, nitrat	Berperan sebagai sumber nitrit alami dan antioksidan kuat yang memperbaiki warna serta tekstur	Kornet sapi	Warna lebih cerah, kadar TBARS menurun	Purwati <i>et al.</i> (2021)
Jahe (Zingiber officinale)	Gingerol, shogaol	Menghambat pembentukan bau prengus, mengurangi oksidasi lemak, dan meningkatkan cita rasa	Daging kambing	Bau prengus menurun, tekstur lebih empuk	Eno <i>et al.</i> (2024)
Jeruk nipis (Citrus aurantifolia)	Asam sitrat, flavonoid	Menurunkan pH dan membantu denaturasi protein permukaan; mengurangi aroma khas kambing	Daging kambing	Aroma lebih segar, daya simpan meningkat	Eno <i>et al.</i> (2024)

Bahan Nabati	Kandungan Aktif Utama	Mekanisme	Produk uji	Hasil	Sumber
Kulit buah naga merah (<i>Hylocereus polyrhizus</i>)	Betasianin, polifenol	Pewarna alami pengganti nitrit; menghasilkan warna merah keunguan dengan stabilitas tinggi	Sosis sapi	Warna menarik, aktivitas antioksidan tinggi	Santoso dan Fibrianto (2017)
Angkak (<i>Monascus purpureus</i>)	Monaskorubrin, monaskus flavin	Menghasilkan pigmen merah alami yang stabil terhadap panas dan pH asam; berfungsi sebagai pewarna dan antioksidan	Daging sapi olahan	Warna merah cerah dan stabil, aman dikonsumsi	Ilyas <i>et al.</i> (2024)

Sayuran

Seledri (*Apium graveolens*) merupakan salah satu sayuran berdaun yang dikenal memiliki kandungan nitrat alami cukup tinggi. Nitrat dalam tanaman ini dapat diubah menjadi nitrit melalui aktivitas enzim nitrat reduktase (ANR), yang terdapat secara alami pada daun dan batang. Aktivitas enzim ini menjadi kunci dalam proses pembentukan nitrit alami yang memiliki fungsi pengawetan pada produk olahan daging, seperti sosis, kornet, atau dendeng giling. Penelitian ini mengevaluasi aktivitas enzim nitrat reduktase (ANR) pada daun seledri segar, daun bayam merah, dan daun kenikir sebagai bahan pengawet alami potensial untuk produk olahan daging. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bayam merah memiliki nilai ANR tertinggi pada bagian daun maupun batang dibandingkan dengan sayuran lainnya. Daun seledri menunjukkan nilai ANR yang lebih tinggi dibandingkan batangnya, dengan selisih lebih dari 55%, sedangkan pada kenikir, nilai ANR daun justru lebih rendah dibandingkan batangnya dengan perbedaan lebih dari 12%. Nilai ANR yang tinggi pada bayam merah berkorelasi dengan kandungan nitrat dan nitrit yang juga tinggi, sebagaimana dilaporkan oleh Saputro *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa sayuran dengan kandungan nitrat alami tinggi umumnya memiliki aktivitas enzim nitrat reduktase yang lebih besar. Temuan ini menunjukkan bahwa sayuran berdaun terutama bayam merah dan seledri dapat secara efektif menghasilkan nitrit melalui konversi enzimatik dari nitrat selama proses inkubasi, sehingga berpotensi menjadi pengganti alami natrium nitrit sintetis dalam produk daging olahan.

Berdasarkan kapasitas ANR selama inkubasi dua jam, penelitian ini menghitung jumlah daun sayuran segar yang ekuivalen dengan konsentrasi nitrit yang biasanya

dihasilkan oleh penggunaan natrium nitrit sintetis. Sebagai contoh, sebanyak 21,74 g daun seledri segar dapat menghasilkan kadar nitrit setara dengan 30 ppm natrium nitrit, sedangkan 36,23 g dapat menghasilkan sekitar 50 ppm jumlah yang cukup untuk menghasilkan warna dan cita rasa khas produk olahan daging yang diawetkan, sebagaimana didukung oleh Saputro *et al.* (2016) Penelitian ini lebih lanjut merekomendasikan penggunaan sekitar 22 g daun seledri segar dengan waktu inkubasi selama dua jam pada suhu ruang untuk memperoleh kadar nitrit yang sebanding dengan 30 ppm natrium nitrit pada proses pengawetan daging sapi. Seledri segar dianggap sebagai bahan pengawet alami paling sesuai karena memiliki cita rasa yang serasi dengan daging serta telah diterima baik oleh konsumen. Selain itu, proses pengawetan disarankan dilakukan melalui metode pengawetan kering (*dry curing*) pada produk daging cincang seperti sosis, kornet, atau dendeng giling. Reduksi enzimatis nitrat menjadi nitrit dapat ditingkatkan oleh keberadaan bakteri pereduksi nitrat alami yang terdapat pada daging segar, sebagaimana dijelaskan oleh Saputro *et al.* (2016). Secara keseluruhan, daun seledri direkomendasikan sebagai agen pengawet alami yang efektif, aman, dan dapat diterima oleh konsumen untuk menggantikan natrium nitrit sintetis dalam pengolahan produk daging.

Jahe dan Jeruk Nipis

Penambahan jahe (*Zingiber officinale*) dan air jeruk nipis (*Citrus aurantiifolia*) terbukti berpengaruh signifikan terhadap sifat fisik dan sensoris daging se'i kambing. Enzim proteolitik pada jahe, seperti zingibain, menghidrolisis protein otot dan jaringan ikat sehingga meningkatkan kelembutan, sedangkan asam sitrat dan minyak atsiri pada air jeruk nipis berkontribusi pada peningkatan cita rasa serta pengurangan bau khas "kambing" akibat asam lemak volatil. Data empiris menunjukkan perlakuan dengan 15% jus jahe atau 3% jus jeruk nipis meningkatkan kelembutan, aroma, dan rasa, dengan jahe terutama memengaruhi warna daging yang lebih gelap dan jus jeruk nipis lebih dominan dalam meningkatkan aroma serta rasa. Temuan ini mendukung penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa bahan alami mampu menggantikan atau mengurangi penggunaan bahan tambahan sintetis pada produk daging sekaligus mempertahankan atau meningkatkan kualitas sensoris (Armansyah *et al.*, 2018; Suantika *et al.*, 2017).

Peningkatan sifat sensoris juga disertai potensi manfaat keamanan produk dalam pengolahan se'i. Minyak atsiri pada jahe dan sifat asam pada air jeruk nipis memiliki aktivitas antimikroba yang menekan pertumbuhan mikroba, sehingga mendukung keamanan produk (Wewengkang *et al.*, 2020). Integrasi bahan alami ini dalam proses

pengolahan se'i tradisional menunjukkan pendekatan praktis untuk menghasilkan produk daging bersih (clean-label) yang memenuhi preferensi konsumen terhadap produk lebih sehat dan alami. Strategi tersebut meningkatkan kualitas organoleptik sekaligus mendukung pengolahan daging yang berkelanjutan dengan memanfaatkan senyawa bioaktif dari sumber alami.

Kulit Buah Naga Merah

Proses ekstraksi terbukti menjadi tahapan penting dalam memperoleh senyawa bioaktif dari bahan alami, khususnya dari kulit buah naga merah yang berpotensi sebagai sumber antioksidan dan pewarna alami pada produk olahan daging. Metode maserasi dipilih karena mampu menjaga stabilitas senyawa termolabil serta menghasilkan ekstrak dengan kandungan antosianin yang tinggi. Sudjadi (1988) menjelaskan bahwa metode ini memungkinkan pelarut bersentuhan langsung dengan bahan dalam waktu yang cukup lama sehingga meningkatkan kelarutan senyawa target. Pernyataan tersebut sejalan dengan hasil penelitian Santoso & Fibrianto (2017) yang menunjukkan bahwa ekstrak kulit buah naga merah memiliki serapan maksimum antosianin pada panjang gelombang 519–520 nm, yang menandakan keberadaan pigmen merah stabil serta berpotensi sebagai pewarna alami.

Efektivitas proses ekstraksi dipengaruhi oleh rasio pelarut dan konsentrasi asam. Santoso & Fibrianto (2017) melaporkan bahwa rasio air suling dan asam sitrat sebesar 5:1 menghasilkan konsentrasi antosianin tertinggi, yaitu 26,46 ppm. Asam sitrat memiliki peranan penting dalam proses ekstraksi karena mampu mendenaturasi dinding sel tanaman sehingga pigmen lebih mudah terlepas. Suhu ekstraksi menjadi faktor pembatas yang perlu diperhatikan sebab paparan suhu tinggi dapat menyebabkan kerusakan pigmen dan penurunan intensitas warna akibat degradasi antosianin. Hasil penelitian Manihuruk et al. (2017) menunjukkan bahwa penambahan ekstrak kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) pada sosis daging sapi berpengaruh positif terhadap peningkatan aktivitas antioksidan, penurunan nilai TBARS, serta pengurangan total mikroba, yang menunjukkan adanya peningkatan stabilitas oksidatif dan mutu.

Angkak

Angkak (beras merah fermentasi) menunjukkan pengaruh nyata terhadap karakteristik fisik dan sensoris kornet ayam. Penambahan angkak dalam formulasi kornet ayam meningkatkan daya ikat air (water holding capacity/WHC) dan menurunkan susut masak, dengan nilai WHC tertinggi (35,94%) tercatat pada penambahan angkak 2%. Peningkatan WHC menunjukkan kemampuan daging mempertahankan air selama

pemanasan sehingga produk menjadi lebih lembut dan tidak kering. Susut masak menurun dari 30,03% pada kontrol menjadi 19,14% pada perlakuan 2%, menunjukkan berkurangnya kehilangan air dan nutrisi selama pemasakan. Kondisi ini sesuai dengan pendapat Soeparno (2005) bahwa produk daging dengan susut masak rendah memiliki mutu lebih baik karena kandungan air dan zat gizinya lebih terjaga.

Angkak juga berpengaruh terhadap parameter sensoris, termasuk warna, aroma, tekstur, dan rasa kornet ayam. Perlakuan dengan konsentrasi 1,5% (A3) memperoleh tingkat kesukaan tertinggi pada hampir semua parameter, menunjukkan konsentrasi tersebut memberikan keseimbangan optimal antara intensitas warna dan cita rasa. Pigmen monascorubrin dan monascorufin pada angkak menghasilkan warna merah alami yang menarik tanpa perlu pewarna sintetis. Konsentrasi lebih tinggi (2%) menimbulkan dominasi aroma khas angkak sehingga menurunkan tingkat kesukaan panelis. Hasil penelitian menegaskan bahwa penggunaan angkak hingga 1,5% dapat meningkatkan mutu fisik dan sensoris kornet ayam sekaligus berpotensi menjadi pewarna alami yang aman dan fungsional dalam produk olahan daging.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa berbagai bahan nabati memiliki potensi signifikan sebagai pengawet dan pewarna alami pada produk olahan daging. Seledri dan daun bayam merah secara efektif menghasilkan nitrit alami melalui aktivitas nitrate reduktase, sehingga meningkatkan kestabilan warna merah dan menghambat pertumbuhan mikroba. Ekstrak brokoli meningkatkan warna, tekstur, dan kandungan protein larut pada produk daging corned sapi, sedangkan jahe dan jus jeruk nipis meningkatkan kelembutan, aroma, dan rasa pada daging se'i kambing serta mengurangi bau khas yang tidak diinginkan. Kulit buah naga merah berfungsi sebagai sumber antosianin yang stabil, meningkatkan aktivitas antioksidan dan kualitas sensorik, sedangkan angkak memberikan pigmen merah alami, meningkatkan kemampuan menahan air, dan mengurangi kehilangan saat memasak pada produk corned ayam. Integrasi bahan-bahan alami tersebut menunjukkan bahwa produk olahan daging dapat ditingkatkan dengan pengawet dan pewarna yang aman serta diterima konsumen, sejalan dengan tren label bersih, sambil mempertahankan atau meningkatkan kualitas organoleptik dan keamanan produk. Berdasarkan temuan ini, rekomendasi praktis adalah menerapkan bahan nabati seperti seledri, brokoli, kulit buah naga merah, jahe, jus jeruk nipis, dan angkak pada kadar yang dioptimalkan dalam formulasi daging olahan untuk meningkatkan sifat fisik, sensorik, dan

keamanan. Penelitian lebih lanjut dianjurkan untuk mengeksplorasi kombinasi konsentrasi dan metode pengolahan guna memperoleh hasil yang lebih stabil, efisien, dan ekonomis, serta mengevaluasi masa simpan jangka panjang produk dengan tambahan alami ini. Implementasi hasil penelitian ini dapat mendukung pengembangan produk olahan daging yang lebih sehat, alami, dan ramah konsumen.

DAFTAR PUSTAKA

- Armansyah, A., Ratulangi, F. S., & Rembet, G. D. (2018). Pengaruh penggunaan bubuk jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) terhadap sifat organoleptik bakso daging kambing. *Zootec*, 38(1), 93-101. <https://doi.org/10.35792/zot.38.1.2018.18536>
- Eno, M. I., Malelak, G. E. M., & Sabtu, B. (2024). Kualitas Fisik dan Organoleptik Se'i Kambing Menggunakan Jus Jeruk Nipis (*Citrus aurantiifolia*) dan Jahe (*Zingiber officinale*): Physical and Organoleptic Quality of Se'i Goat Using Lime (*Citrus aurantiifolia*) and Ginger (*Zingiber officinale*) Juice. *Jurnal Peternakan Lahan Kering*, 6(1), 151-159.
- Ilyas, E., Ponto, J., Komansilan, S., Ma'ruf, W., Sakul, S., & Ratulangi, F. S. (2024). Pengaruh penambahan angkak terhadap sifat fisik dan sensoris kornet ayam broiler. *ZOOTEC*, 44(2), 305-312.
- Manihuruk, F. M., Suryati, T., & Arief, I. I. (2017). Effectiveness of the red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peel extract as the colorant, antioxidant, and antimicrobial on beef sausage. *Media Peternakan*, 40(1), 47-54. <https://doi.org/10.5398/medpet.2017.40.1.47>
- Santoso, A. F., & Fibrianto, K. (2017). Pengaruh ekstrak kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) terhadap kualitas sosis ayam: tinjauan pustaka. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 5(4), 92-96. Retrieved from <https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/568>
- Saputro, E., Bintoro, V. P., & Pramono, Y. B. (2016). Agen kyuring alami pengganti natrium nitrit sintetis pada kyuring daging sapi. *Mediagro: Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian*, 12(1), 65-75.
- Soeparno. (2005). Ilmu dan Teknologi Daging. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Suantika, R., Suryaningsih, L., & Gumilar, J. (2017). Pengaruh lama perendaman dengan menggunakan sari jahe terhadap kualitas fisik (daya ikat air, keempukan, dan pH) daging domba. *Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran*, 17(2), 67-72.
- Sudjadi. (1988). Metode Pemisahan. Kanisius. Yogyakarta.
- Wewengkang, I., Sompie, M., Siswosubroto, S. E., & Pontoh, J. H. W. (2020). Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Larutan Asam Asetat terhadap Nilai Kekuatan Gel, Viskositas, Kadar Protein, dan Rendemen Gelatin Kulit Sapi. *Zootec*, 40(2), 593-602. <https://doi.org/10.35792/zot.40.2.2020.29681>

Fortifikasi Ekstrak Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.) pada Produk Olahan Susu sebagai Pangan Fungsional

Nareta Faizah Ardani¹, Felia Galuh Pramudita¹, Fitriyani¹, Irfan Fadhlurrohman^{1*}

¹Teknologi Hasil Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman

Email: nareta.ardani@mhs.unsoed.ac.id

Abstrak

Fortifikasi ekstrak bunga rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.) pada produk olahan susu merupakan salah satu inovasi dalam pengembangan pangan fungsional berbasis bahan alami. Kajian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan ekstrak bunga rosella terhadap karakteristik fisik, kimia, dan fungsional pada produk olahan susu seperti yoghurt dan kefir. Metode yang digunakan adalah studi literatur dari berbagai publikasi ilmiah nasional dan internasional. Hasil kajian menunjukkan bahwa ekstrak bunga rosella mengandung senyawa bioaktif seperti antosianin, flavonoid, dan asam askorbat yang berperan sebagai antioksidan alami. Penambahan ekstrak rosella pada yoghurt terbukti meningkatkan aktivitas antioksidan, menurunkan pH, serta memperbaiki kestabilan warna alami produk. Sementara itu, fortifikasi pada kefir berpengaruh terhadap peningkatan cita rasa, aroma, serta aktivitas antimikroba, dengan konsentrasi optimum 6–10% tergantung bahan dasar susu yang digunakan. Kombinasi antara probiotik pada produk susu fermentasi dan senyawa bioaktif rosella menciptakan sinergi yang mendukung fungsi fisiologis tubuh. Dengan demikian, fortifikasi ekstrak bunga rosella pada produk olahan susu berpotensi tinggi untuk dikembangkan sebagai pangan fungsional yang menyehatkan dan bernilai ekonomi tinggi.

Kata kunci: kefir, yoghurt, bunga rosella, fortifikasi, pangan fungsional

Abstract

Fortification of roselle flower extract (*Hibiscus sabdariffa* L.) in dairy products is an innovation in the development of functional foods based on natural ingredients. This study aims to analyze the effect of adding roselle flower extract on the physical, chemical, and functional characteristics of dairy products such as yogurt and kefir. The method used is a literature review of various national and international scientific publications. The results of the study indicate that roselle flower extract contains bioactive compounds such as anthocyanins, flavonoids, and ascorbic acid, which act as natural antioxidants. The addition of roselle extract to yogurt has been shown to increase antioxidant activity, lower pH, and improve the stability of the product's natural color. Meanwhile, fortification in kefir has an effect on improving taste, aroma, and antimicrobial activity, with an optimum concentration of 6–10% depending on the milk base used. The combination of probiotics in fermented dairy products and roselle bioactive compounds creates a synergy that supports the body's physiological functions. Thus, fortification of roselle flower extract in dairy products has high potential to be developed as a healthy and economically valuable functional food.

Keywords: kefir, yogurt, roselle flower, fortification, functional food

PENDAHULUAN

Perkembangan gaya hidup sehat mendorong peningkatan konsumsi masyarakat terhadap pangan fungsional. Pangan fungsional adalah makanan yang memiliki peran fisiologis serta manfaat positif bagi peningkatan daya tahan tubuh dan kesehatan manusia (Khoerunisa, 2020). Pendekatan yang umum digunakan untuk meningkatkan nilai fungsional pangan adalah melalui fortifikasi bahan alami. Fortifikasi merupakan penambahan *nutrient* dalam bahan makanan dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas pangan (Ratna *et al.*, 2022). Pengembangan pangan fungsional memerlukan inovasi berbasis bahan alami yang aman serta memiliki efektivitas yang terbukti secara ilmiah. Inovasi tersebut terus dikembangkan pada berbagai produk pangan termasuk olahan susu.

Bunga rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.) merupakan tanaman herbal tropis yang banyak dimanfaatkan sebagai minuman kesehatan dan pewarna alami. Bunga rosella mengandung lemak, protein, serat, fosfor, kalsium, besi, riboflavin, karoten, tiamin, dan niasin (Nopiyanti dan Harjanti, 2016). Bagian kelopak bunga mengandung senyawa bioaktif seperti antosianin, flavonoid, dan asam askorbat berperan sebagai antioksidan alami. Antioksidan dalam bunga rosella berperan dalam pencegahan penyakit kanker, hipertensi, dan leukimia serta memiliki efek antiinflamasi (Agustiarini dan Wijaya, 2022). Potensi tersebut menjadikan bunga rosella sebagai bahan yang sesuai untuk fortifikasi produk pangan. Pemanfaatan ekstrak rosella dalam produk pangan memberikan peluang untuk meningkatkan nilai gizi dan meningkatkan daya tarik visual melalui warna alami antosianin.

Produk olahan susu merupakan salah satu jenis pangan yang memiliki peran penting dalam pemenuhan kebutuhan gizi masyarakat. Produk turunan dari susu antara lain adalah yoghurt, kefir, dan produk olahan susu lainnya (Suciati dan Safitri, 2021). Yoghurt merupakan salah satu produk yang diperoleh dari fermentasi susu oleh bakteri asam laktat dan berfungsi sebagai sumber probiotik (Fadhlurrohman *et al.*, 2023). Kefir berasal dari susu fermentasi yang dibuat dengan bantuan bakteri di dalam biji kefir (Fadhlurrohman dan Susanto, 2024). Produk olahan susu dapat menjadi media yang ideal untuk fortifikasi bahan alami seperti ekstrak bunga rosella. Penambahan ekstrak bunga rosella pada produk olahan susu diharapkan dapat meningkatkan aktivitas antioksidan serta memberikan nilai tambah dari segi kesehatan. Upaya fortifikasi ini juga berkontribusi terhadap diversifikasi produk olahan susu yang bernilai fungsional tinggi.

Kajian ilmiah mengenai fortifikasi ekstrak bunga rosella pada produk olahan susu telah menunjukkan hasil yang bervariasi tergantung pada jenis produk dan tingkat penambahan. Artikel ini bertujuan untuk merangkum berbagai studi tentang penggunaan ekstrak bunga rosella pada produk olahan susu seperti yoghurt dan kefir. Kajian literatur ini juga membahas kandungan bioaktif serta pengaruh fortifikasi ekstrak bunga rosella terhadap sifat fisikokimia dan aktivitas antioksidan berbagai produk olahan susu sebagai upaya pengembangan pangan fungsional berbasis bahan alami.

METODE

Kajian ini disusun melalui pendekatan studi literatur yang berfokus pada pengumpulan dan analisis data sekunder dari berbagai sumber ilmiah. Data diperoleh dari buku referensi, jurnal nasional terakreditasi, serta jurnal internasional yang membahas tentang fortifikasi ekstrak bunga rosella (*Hibiscus sabdariffa L.*) pada produk olahan susu. Proses penelusuran literatur dilakukan melalui situs web seperti *Google Scholar*, *ScienceDirect*, dan *ResearchGate*. Artikel yang digunakan dalam kajian ini dipilih berdasarkan relevansi topik dan kelengkapan informasi ilmiah dengan rentang waktu publikasi sepuluh tahun terakhir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa L.*)

Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa L.*) diklasifikasikan sebagai berikut (Munaeni *et al.*, 2022) :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spematophyta
Kelas	: Dicotyledoneae
Ordo	: Malvales
Famili	: Malvaceae
Genus	: Hibiscus
Species	: <i>Hibiscus sabdariffa L.</i>



Gambar 1. Bunga Rosella (Hidayat, 2019)

Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.) merupakan tanaman perdu herba tahunan yang berasal dari Afrika dan telah dibudidayakan secara luas di wilayah tropis dan subtropis di seluruh dunia (Edo *et al.*, 2023; Marinaccio *et al.*, 2024). Tanaman ini dikenal dengan berbagai nama lokal seperti Rosella, Asam Susur, Asam Paya, dan Frambozen (Charolina, 2020). Kemampuannya dalam beradaptasi pada berbagai kondisi iklim menjadikan rosella mudah dikembangkan di berbagai daerah Indonesia. Bunga rosella memiliki bentuk semak dengan tinggi antara 0,5–5 meter dan tumbuh baik di wilayah beriklim hangat dan lembap, serta di daerah dengan empat musim yang tidak terlalu ekstrem. (Fauzan *et al.*, 2021). Potensi budidaya yang luas menjadikan rosella sebagai sumber bahan alami yang mudah diperoleh untuk mendukung inovasi produk pangan berbasis kesehatan.

Struktur morfologi bunga rosella memperlihatkan karakter khas yang berkaitan dengan potensi fungsionalnya. Batangnya berkayu dengan warna kemerahan, daunnya berbentuk oval dengan tepi bergerigi, tulang daun menjari, ujung tumpul, dan pangkal melengkung, sedangkan kelopak bunganya tebal dan berwarna merah tua (Masykur *et al.*, 2022). Warna merah pada kelopak bunga menandakan kandungan antosianin yang tinggi, senyawa bioaktif yang berperan penting sebagai antioksidan alami. Kandungan pigmen ini menjadi salah satu alasan rosella banyak dimanfaatkan dalam industri pangan sebagai pewarna sekaligus peningkat nilai fungsional produk. Ciri morfologis ini menunjukkan hubungan erat antara komposisi bioaktif rosella dengan aplikasinya dalam fortifikasi produk olahan susu.

Bunga rosella dikenal memiliki nilai fungsional tinggi karena kandungan senyawa bioaktif dan gizi yang melimpah. Potensinya meliputi bahan pangan fungsional, pewarna alami, antibakteri, serta agen terapeutik untuk berbagai penyakit (Izza, 2025). Beberapa penelitian melaporkan bahwa rosella berperan dalam pencegahan diabetes, hipertensi, dan hiperkolesterolemia melalui aktivitas antioksidan dan antiinflamasi (Somaratne *et al.*, 2025). Ekstraknya juga mampu menghambat pertumbuhan *Bacillus stearothermophilus*,

Clostridium sporogenes, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, dan *Pseudomonas fluorescens* (Nurnasari & Khuluq, 2017). Kandungan gizi seperti protein, serat, lemak, mineral (fosfor, kalsium, dan zat besi), serta vitamin (niasin, riboflavin, dan thiamin) mendukung penggunaannya sebagai bahan tambahan pada pangan fungsional (Yuliani *et al.*, 2019). Bagian kelopak bunga yang berwarna merah tua menjadi sumber utama senyawa fenolik seperti antosianin, flavonoid, dan fenolik sederhana (Banwo *et al.*, 2022), yang dapat meningkatkan nilai bioaktif pada produk olahan susu yang difortifikasi.

Tabel 1. Kandungan Gizi Bunga Rosella per 100 Gram

Kandungan Gizi	Kadar	Satuan
Kadar air	86,2	g
Abu	1,0	g
Lemak	0,1	g
Serat	2,5	g
Protein	1,6	g
Besi	3,8	mg
Kalsium	160	mg
Fosfor	60	mg
Asam askorbat	260-280	mg
Riboflavin	0,6	mg
Niasin	0,5	mg
Thiamin	0,04	mg
Karoten	285	mg

Sumber: Pratiwi dan Siahaan (2023)

Fortifikasi Ekstrak Bunga Rosella Pada Yoghurt

Yoghurt merupakan salah satu produk berbahan dasar susu yang memiliki warna putih kekuningan dan rasa yang khas (Setyawardani *et al.* 2021). Pembuatan yoghurt dilakukan melalui proses fermentasi susu menggunakan bakteri asam laktat seperti *Streptococcus thermophiles* dan *Lactobacillus bulgaricus* (Sumarmono *et al.*, 2015). Yoghurt mengandung kalium, kalsium, fosfor, seng, magnesium, riboflavin, vitamin A, vitamin B12, vitamin B5, dan vitamin D serta dikategorikan sebagai pangan fungsional (Wulanningsih, 2022). Manfaat yogurt bagi kesehatan tubuh antara lain yaitu membantu pertumbuhan, meningkatkan nilai gizi, serta memproduksi vitamin (Ully *et al.*, 2023). Karakteristik nutrisi dan aktivitas biologis pada yoghurt menjadikannya sebagai salah satu produk susu fermentasi yang ideal untuk dikombinasikan dengan bahan alami yang kaya antioksidan seperti ekstrak bunga rosella.

Fortifikasi ekstrak bunga rosella (*Hibiscus sabdariffa L.*) pada produk yoghurt merupakan salah satu upaya pengembangan pangan fungsional berbasis bahan alami.

Bunga rosella mengandung antosianin sebagai sumber antioksidan sehingga dapat diaplikasikan pada produk pangan minuman fungsional (Irsyad *et al.*, 2017). Antosianin dalam bunga rosella berperan sebagai antioksidan karena memiliki kemampuan dalam menangkap radikal bebas dan mencegah terjadinya degeneratif sel (Ingggrid *et al.*, 2018). Kandungan senyawa bioaktif pada rosella mampu memperkaya nilai fungsional yoghurt yang secara alami sudah mengandung probiotik dan berbagai mikronutrien. Interaksi antara komponen antosianin rosella dan bakteri asam laktat pada yoghurt dapat menciptakan sinergi yang meningkatkan aktivitas antioksidan serta mendukung stabilitas produk selama penyimpanan.

Berdasarkan publikasi yang tersedia tujuan penambahan ekstrak rosella pada yoghurt yaitu untuk meningkatkan aktivitas antioksidan serta meningkatkan manfaat yoghurt bagi kesehatan manusia. Kombinasi antara potensi gizi yoghurt dan senyawa bioaktif rosella menjadikan produk ini sebagai salah satu bentuk pengembangan pangan fungsional yang mendukung gaya hidup sehat. Perbandingan beberapa penelitian mengenai fortifikasi ekstrak bunga rosella pada yoghurt dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Fortifikasi Ekstrak Bunga Rosella pada Yoghurt

Produk	Bahan Baku	Perlakuan Fortifikasi	Hasil Utama	Referensi
Yoghurt	Susu full cream	2, 4, 8 % ekstrak bunga rosella	Penambahan 2%-8% rosella meningkatkan aktivitas antioksidan dan stabilitas antosianin dalam yoghurt	(Mahfudh & Amelia, 2020)
Yoghurt	Susu sapi	0,5%, 1%, 1,5%, 2% ekstrak bunga rosella	Penambahan ekstrak bunga rosella pada yoghurt dapat meningkatkan aktivitas antioksidan dan menurunkan jumlah bakteri asam laktat serta total mikroorganisme (TPC).	(Chabiburrochman & Kurniawan, 2024)
Yoghurt	Susu Sapi	5%, 10%, 15% ekstrak bunga rosella ungu	Penambahan ekstrak rosella efektif dalam memitigasi stres oksidatif dan mencegah kenaikan kadar (MDA) pada ginjal.	(Ratna <i>et al.</i> , 2022)
Yoghurt probiotik	Susu sapi	1% ekstrak bunga rosella	Penambahan ekstrak bunga rosella selama penyimpanan mempengaruhi nilai PH, Total Asam Titrasi, dan Bakteri Asam laktat serta	(Meilanie <i>et al.</i> , 2018)

Produk	Bahan Baku	Perlakuan Fortifikasi	Hasil Utama	Referensi
			menghasilkan produk dengan karakteristik warna merah muda, aroma harum, dan cita rasa asam yang menyegarkan	
Greek yoghurt probiotik	Susu sapi	3% ekstrak bunga rosella	Penambahan ekstrak bunga rosella meningkatkan Total asam Tertitrasi (TAT), nilai aktivitas antioksidan dan antihipertensi.	(Juandini <i>et al.</i> , 2024)

Penambahan ekstrak bunga rosella pada yoghurt terbukti berpengaruh terhadap karakteristik fisikokimia dan mikrobiologinya. Hasil penelitian Meilanie *et al.* (2018) menunjukkan bahwa yoghurt probiotik dengan tambahan 1% ekstrak rosella memiliki pH lebih rendah dan total asam tertitrasi lebih tinggi dibandingkan yoghurt tanpa rosella. Perubahan pH tersebut berkaitan dengan aktivitas bakteri asam laktat yang masih optimal selama penyimpanan suhu dingin. Keasaman yang dihasilkan memperbaiki cita rasa asam segar khas yoghurt sekaligus mendukung kestabilan warna alami antosianin. Kombinasi probiotik dan senyawa fenolik dari rosella menghasilkan sinergi yang meningkatkan aktivitas antioksidan pada produk akhir.

Fortifikasi ekstrak rosella juga memengaruhi aktivitas antioksidan dan stabilitas senyawa bioaktif selama penyimpanan. Mahfudh dan Amelia (2020) melaporkan bahwa yoghurt dengan konsentrasi ekstrak 4% dan 8% menghasilkan aktivitas antioksidan tertinggi berdasarkan metode DPPH dengan kestabilan antosianin optimal hingga hari ke-14 penyimpanan. Penurunan stabilitas antosianin setelah dua minggu disebabkan oleh degradasi pigmen akibat paparan oksigen dan cahaya. Perubahan warna merah keunguan yang dihasilkan tetap menarik secara visual serta berperan sebagai indikator kandungan antosianin. Kandungan senyawa aktif pada rosella memberikan kontribusi fungsional sebagai penangkal radikal bebas yang meningkatkan nilai kesehatan yoghurt.

Variasi tingkat fortifikasi menghasilkan perbedaan signifikan terhadap total mikroorganisme dan nilai fungsional produk. Chabiburrochman & Kurniawan (2023) menemukan bahwa penambahan 2% ekstrak rosella memberikan hasil terbaik dengan aktivitas antioksidan mencapai 80,59% serta jumlah bakteri asam laktat 6,31 log CFU/mL. Ratna *et al.* (2022) menambahkan bahwa yoghurt dengan fortifikasi rosella ungu hingga 15% mampu menurunkan kadar MDA ginjal pada mencit yang menandakan efek protektif

terhadap stres oksidatif. Hasil ini menegaskan bahwa fortifikasi rosella tidak hanya meningkatkan kualitas sensoris dan biokimia yoghurt, tetapi juga memperkuat manfaat fisiologisnya sebagai pangan fungsional. Potensi pengembangan yoghurt rosella sangat relevan dengan tren konsumsi produk alami tinggi antioksidan untuk mendukung kesehatan metabolik manusia.

Fortifikasi Ekstrak Bunga Rosella Pada Kefir

Kefir merupakan produk hasil fermentasi susu yang berasal dari proses penguraian kandungan laktosa, melalui tahapan fermentasi oleh bakteri yang terdapat dalam butiran kefir (kefir *grain*) (Nurfadilah *et al.*, 2022). Kefir mampu menjaga keseimbangan mikroflora pencernaan dengan cara menghambat pertumbuhan bakteri patogen melalui mekanisme penempelan pada dinding usus serta persaingan dalam memperebutkan nutrisi (Susilawati *et al.*, 2017). Kefir memiliki kandungan bakteri baik, termasuk spesies *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium* yang membantu menyeimbangkan mikrobiota usus (Kurniawan *et al.*, 2025). Peningkatan jumlah flora usus dapat membantu mengurangi gangguan pencernaan seperti kembung dan sembelit, serta memperbaiki efisiensi penyerapan nutrisi. Kefir secara umum mengandung protein terdiri dari asam-asam amino esensial yang lengkap diantar vitamin (vitamin A, B1, B2, B5, B6, B7, B9, B12, C dan vitamin K), dan mineral (kalium, kalsium, fosfor, magnesium, zat besi, seng, tembaga dan mangan) (Aryanta, 2021).

Fortifikasi ekstrak bunga rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.) pada kefir bertujuan untuk meningkatkan nilai fungsional produk melalui penambahan senyawa bioaktif alami. Menurut Hastuti & Kusnadi (2016) menyatakan bahwa kelopak bunga rosella merah memiliki kandungan senyawa asam organik, polisakarida, dan flavonoid yang bermanfaat dalam mencegah penyakit kanker, mengendalikan tekanan darah, melancarkan peredaran darah dan melancarkan buang air besar. Senyawa antosianin berperan penting dalam menangkal radikal bebas dan menghambat proses oksidatif pada tubuh.

Berdasarkan penelitian Nurfadilah *et al.* (2025) kefir yang dibuat dari bahan dasar susu sapi dan difortifikasi dengan ekstrak bunga rosella sebanyak 6% menunjukkan perubahan yang signifikan terhadap karakteristik fisik, kimia, dan fungsional produk. Fortifikasi ekstrak rosella menyebabkan perubahan warna kefir menjadi merah muda hingga merah tua, tergantung konsentrasi ekstrak yang ditambahkan. Warna merah tersebut berasal dari kandungan antosianin yang stabil dalam kondisi asam selama fermentasi berlangsung.

Dalam penelitian Khalid *et al.* (2025) kefir susu kambing yang difortifikasi dengan bubuk bunga rosella pada konsentrasi 0%, 5%, 10%, dan 15% menunjukkan pengaruh signifikan terhadap karakteristik organoleptik produk. Secara keseluruhan, hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa penambahan bubuk bunga rosella dapat menutupi rasa khas (*after taste*) dari susu kambing yang umumnya kurang disukai oleh panelis. Rasa asam yang timbul berasal dari kandungan asam organik pada rosella, terutama asam sitrat dan asam malat, sehingga memberikan sensasi rasa yang lebih segar dan seimbang. Berdasarkan hasil analisis, peningkatan konsentrasi bubuk rosella hingga 10% berpengaruh positif terhadap peningkatan skor kesukaan panelis terhadap rasa dan aroma kefir. Namun, pada penambahan 15%, tingkat kesukaan menurun karena rasa asam yang dihasilkan menjadi terlalu dominan dan kurang disukai.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil kajian literatur, fortifikasi ekstrak bunga rosella pada produk olahan susu seperti yoghurt dan kefir terbukti memberikan dampak positif terhadap mutu sensori dan nilai fungsional produk. Penambahan ekstrak rosella mampu meningkatkan aktivitas antioksidan, memperkaya kandungan bioaktif, serta memperbaiki karakteristik organoleptik seperti warna, aroma, dan rasa. Konsentrasi optimum fortifikasi berbeda pada tiap produk, yaitu 2–8% untuk yoghurt dan sekitar 6–10% untuk kefir. Kandungan antosianin, flavonoid, dan vitamin C pada rosella memberikan efek sinergis dengan bakteri probiotik dalam memperkuat fungsi fisiologis tubuh, terutama dalam menjaga keseimbangan mikroflora usus dan menangkal radikal bebas. Hasil ini menunjukkan bahwa fortifikasi ekstrak rosella merupakan strategi potensial dalam pengembangan pangan fungsional berbasis susu yang memiliki nilai kesehatan dan komersial tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiarini, V., & Wijaya, D. P. (2022). Uji aktivitas antioksidan ekstrak etanol-air (1: 1) bunga rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.) dengan metode DPPH (1, 1-difenil-2-pikrilhidrazil). *Jurnal Penelitian Sains*, 24(1), 29-32.
- Aryanta, I. W. R. (2021). Kefir dan manfaatnya bagi kesehatan. *Widya Kesehatan*, 3(1), 35-38.
- Banwo, K., Sanni, A., Sarkar, D., Ale, O., & Shetty, K. (2022). Phenolics-linked antioxidant and anti-hyperglycemic properties of edible Roselle (*Hibiscus sabdariffa* Linn.) calyces targeting type 2 diabetes nutraceutical benefits in vitro. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6, 660831. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.660831>

- Chabiburrochman, M. M. U., & Kurniawan, M. F. (2023). Efektivitas penambahan ekstraksi bunga rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.) pada yoghurt terhadap aktifitas total mikroorganisme dan antioksidan. *REKASATWA: Jurnal Ilmiah Peternakan*, 5(2), 79-86. <https://doi.org/10.33474/rekasatwa.v5i2.22434>
- Charolina, Y. (2020). *Ekstraksi antosianin kelopak bunga rosella (Hibiscus sabdariffa., l) menggunakan metode ekstraksi berbantu gelombang mikro dengan pelarut air-etanol* (Doctoral dissertation, Akademi Farmasi Putra Indonesia Malang).
- Edo, G. I., Samuel, P. O., Jikah, A. N., Oloni, G. O., Ifejika, M. N., Oghenegueke, O., ... & Essaghah, A. E. A. (2023). Proximate composition and health benefit of Roselle leaf (*Hibiscus sabdariffa*). Insight on food and health benefits. *Food Chemistry Advances*, 3, 100437. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100437>
- Fadhlurrohman, I., & Susanto, J. (2024). Functional Food Innovation Based on Fermented Milk Products with Fortification of Various Types of Tea: A Review: Inovasi Pangan Fungsional Berbasis Produk Susu Fermentasi dengan Fortifikasi Berbagai Jenis Teh. *JITIPARI (Jurnal Ilmiah Teknologi dan Industri Pangan UNISRI)*, 9(1), 101-114. <https://doi.org/10.33061/jitipari.v9i1.10221>
- Fadhlurrohman, I., Sumarmono, J., Tianling, M., Prasetya, R., Safitri, A., Kafa, U. A., & Setyawardani, T. (2023). Physical and Chemical Properties of Cow's Milk Yogurt Added Whey Protein Concentrate (WPC). *Proceeding ICMA-SURE*, 109-113.
- Fauzan, R. D., Yulianto, A., Usman, A. N., & Fauzi, A. (2021). Diversifikasi Tanaman Rosella (*Hibiscus sadbariffa* L.) sebagai Upaya dalam Meningkatkan Kesejahteraan dan Ekonomi Masyarakat Desa Sumberdem, Wonosari, Malang. *SEMAR (Jurnal Ilmu Pengetahuan, Teknologi, dan Seni bagi Masyarakat)*, 10(1), 22-28. <https://doi.org/10.20961/semar.v10i1.42056>
- Hastuti, A. P., & Kusnadi, J. (2016). Organoleptik dan karakteristik fisik kefir rosella merah (*Hibiscus sabdariffa* L.) dari teh rosella merah di pasaran [in press januari 2016]. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 4(1), 313-320. Retrieved from <https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/332>
- Hidayat, T. (2019). Budidaya Tanaman Rosella. Tangerang: Loka Aksara.
- Ingrid, M., Hartanto, Y., & Widjaja, J. F. (2018). Karakteristik Antioksidan pada kelopak bunga rosella (*Hibiscus sabdariffa* Linn.). *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*, 2(3), 283-289. <https://doi.org/10.26760/jrh.v2i3.2517>
- Irsyad, M., Mappiratu, M., & Rahim, A. (2017). Produksi Antosianin Tersalut Maltodekstrin Dari Kelopak Bunga Rosella (*Hibiscus Sabdariffa*, L.) Dan Aplikasinya Dalam Pengolahan Pangan Fungsional. *Mitra Sains*, 5(1), 12-25. <https://doi.org/10.22487/mitrasains.v5i1.29>
- Izza, A. N. (2025). *Perbedaan Konsentrasi Gula Terhadap Kadar Flavonoid Pada Minuman Kombucha Rosella (Hibiscus sabdariffa L) Sebagai Antioksidan* (Doctoral dissertation, Universitas Iveta).
- Juandini, P. A., Arief, I. I., Wulandari, Z., & Abidin, Z. (2024). Characteristics, antioxidant, and antihypertensive activities of probiotic Greek yogurt with roselle extract

- addition. *Tropical Animal Science Journal*, 47(2), 235-241.
<https://doi.org/10.5398/tasj.2024.47.2.235>
- Khalid, M., & Sembiring, M. (2025). Uji organoleptik kefir susu kambing dengan penambahan ekstrak bunga rosella pada konsentrasi yang berbeda. *Journal of Innovation Research and Knowledge*, 5(1), 803-808.
<https://doi.org/10.53625/jirk.v5i1.10419>
- Khoerunisa, T. K. (2020). Pengembangan produk pangan fungsional di Indonesia berbasis bahan pangan lokal unggulan. *IJA FOR: Indonesian Journal of Agricultural and Food Research*, 2(1), 40-59.
- Kurniawan, K., Milanda, T., & Kusuma, S. A. F. (2025). Kefir: Minuman Fermentasi dengan Manfaat Antibakteri. *Jurnal Ilmiah Global Farmasi (JIGF)*, 3(1), 28-35.
<https://doi.org/10.21111/jigf.v3i1.97>
- Mahfudh, N., & Amelia, A. (2020). The antioxidant activity and stability of yogurt fortified with rosella (*Hibiscus sabdariffa* Linn) calyx extract. *Pharmaciana*, 10 (3), 365-370. <https://doi.org/10.12928/pharmaciana.v10i3.16690>
- Marinaccio, L., Zengin, G., Bender, O., Dogan, R., Atalay, A., Masci, D., ... & Mollica, A. (2024). Lycopene enriched extra virgin olive oil: Biological activities and assessment of security profile on cells. *Food Bioscience*, 60, 104466.
<https://doi.org/10.1016/j.fbio.2024.104466>
- Masykur, A., Pujiastuti, R. S. E., Ta'adi, N., Kp, S., & Kes, M. H. (2022). *Intervensi Pemberian Sirup Bunga Rosella Untuk Membantu Menurunkan Tekanan Darah Pasien Hipertensi*. Lembaga Omega Medika.
- Meilanie, R. T., Arief, I. I., & Taufik, E. (2018). Karakteristik yoghurt probiotik dengan penambahan ekstrak bunga rosella (*Hibiscus sabdariffa* L) selama penyimpanan suhu dingin. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, 6(1), 36-44.
- Munaeni, W., Mainassy, M. C., Puspitasari, D., Susanti, L., Endriyatno, N. C., Yuniastuti, A., ... & Hendra, G. A. (2022). *Perkembangan dan Manfaat Obat Herbal Sebagai Fitoterapi*. Tohar Media.
- Nopiyanti, V., & Harjanti, R. (2016). Analisis Stabilitas Senyawa Aktif Antioksidan Kelopak Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.) Pada Penggunaannya Sebagai Bahan Tambahan Pangan Alami. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 13(2), 101-110.
<https://doi.org/10.31001/jfi.v13i2.197>
- Nurfadilah, S. (2022). Optimasi Suhu Inkubasi Terhadap Mutu Kefir Ekstrak Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L). *Farmakologika: Jurnal Farmasi*, 19(2), 191-203.
<https://doi.org/10.56730/farmakologika.v19i2.413>
- Nurnasari, E., & Khuluq, A. D. (2017). Potensi diversifikasi rosela herbal (*Hibiscus Sabdariffa* L.) untuk pangan dan kesehatan. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat dan Minyak Industri*, 9(2), 82-92.
- Pratiwi, A. D., & Siahaan, J. M. (2023). *Monograf Peran Kelopak Bunga Rosella (Hibiscus sabdariffa L.) Pada Penyembuhan Luka Sayat*. PT Arr Rad Pratama.

- Ratna, N. K. D. N., Setianingrum, A., Nugroho, W., Haskito, A. E. P., & Noviatry, A. (2022). Suplementasi Yogurt Fortifikasi Konsentrasi Bertingkat Ekstrak Rosella Ungu terhadap Kadar Malondialdehid (Mda) dan Gambaran Histologi Ginjal Mencit. *Jurnal Kajian Veteriner*, 10(1), 1-12. <https://doi.org/10.35508/jkv.v10i1.5504>
- Setyawardani, E., Rahardjo, A. H. D., & Setyawardani, T. (2021). Pengaruh Jenis Susu Terhadap Sineresis, Water Holding Capacity, Dan Viskositas Yogurt The Effect of Milk Type on Syneresis, Water Holding Capacity, and Yogurt Viscosity. *Journal of Animal Science and Technology*, 3(3), 242-251.
- Somaradne, G. M., Lakshani, S. G. A., Chamodini, A. G. K., & Kariyawasam, K. P. (2025). Unveiling the Health Benefits of Roselle Calyx Extracts: Functional Compounds and Their Role in Non-Communicable Diseases. *Pharmacological Research-Natural Products*, 100407. <https://doi.org/10.1016/j.prenap.2025.100407>
- Suciati, F., & Safitri, L. S. (2021). Pangan Fungsional Berbasis Susu dan Produk Turunannya. *Journal of Surimi (Sustainable Research In Management of Agroindustry)*, 1(1), 13-19.
- Sumarmono, J., & Sulistyowati, M. (2015). Fatty acids profiles of fresh milk, yogurt and concentrated yogurt from peranakan etawah goat milk. *Procedia Food Science*, 3, 216-222. <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2015.01.024>
- Susilawati, S. (2017). Penyuluhan dan pelatihan pembuatan kefir susu kambing dalam rangka meningkatkan gizi masyarakat di Desa Sumber Rejo Kecamatan Jati Agung Kabupaten Lampung Selatan. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Sakai Sambayan*, 1(3), 140-144. Retrieved from <https://jss.lppm.unila.ac.id/index.php/ojs/article/view/35>
- Ullly, R. M., Bakrie, M., Fatimura, M., Sefentry, A., Fitriyanti, R., & Wahyudi, A. (2023). Pembuatan yoghurt sederhana sebagai alternatif kewirausahaan bagi siswa SMK Kimia Yanitas Palembang. *Kemas Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 1-10. <https://doi.org/10.31851/kemas.v1i1.11651>
- Wulanningsih, U. A. (2022). Pelatihan pembuatan yoghurt susu sapi dengan metode sederhana menggunakan lactobacillus bulgaricus dan streptococcus thermophilus. *Jurnal Cerdik: Jurnal Pendidikan dan Pengajaran*, 1(2), 66-78. <https://doi.org/10.21776/ub.jcerdik.2022.001.02.06>
- Yuliani, Y., Adhyatma, A., & Agustin, S. (2019). Overrun, kecepatan leleh, kadar vitamin C, dan karakteristik sensoris es krim rosela (Hibiscus sabdariffa L.) dengan variasi jenis penstabil. *Journal of Tropical AgriFood*, 2(1), 26-33. <http://dx.doi.org/10.35941/jtaf.2.1.2020.4018.26-33>

Pengaruh Fortifikasi Berbagai Macam Rempah Lokal Indonesia sebagai Inovasi Pangan Fungsional: Kajian Literatur

Amanda Ainan Salsabila^{1*}, Indah Farhatul Khoiriyah¹, Laelatul Azifah¹, Irfan Fadhlurrohman¹

¹Teknologi Hasil Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman
Email: amandaainansalsabila@gmail.com

Abstrak

Yoghurt rempah merupakan pangan fungsional yang bergizi dan bermanfaat bagi kesehatan tubuh. Senyawa bioaktif seperti flavonoid, kurkumin dan polifenol yang berfungsi sebagai antioksidan, anti mikroba serta anti peradangan. Inovasi yoghurt rempah bertujuan untuk menekan laju peningkatan penyakit tidak menular sekaligus meningkatkan nilai fungsional produk pangan nasional. Metode penelitian yang dilakukan adalah kajian literatur dalam bentuk analisis berbagai hasil riset dari sumber referensi ilmiah terpercaya menggunakan *database* berbasis Google Scholar. Pengolahan sumber data dilakukan secara deskriptif berlandaskan hasil penelitian uji dari berbagai pustaka yang diakses. *Yoghurt* fortifikasi kayu manis berwarna merah muda atau kuning kecokelatan, beraroma dan rasa khas kayu manis, tekstur agak kental. *Yoghurt* dengan penambahan ekstrak kayu secang 0%–0,3% memiliki warna kuning yang disukai, aroma tetap, rasa agak pahit, dan tekstur kental namun sedikit berpasir. Kadar 0,5% menurunkan tingkat kesukaan karena warna terlalu pekat dan rasa kurang manis. Fortifikasi ekstrak jahe pada *yoghurt* dapat meningkatkan rasa dan aroma khas jahe, warna kuning pucat hingga lebih pekat, tekstur lebih kental, serta mengurangi bau perengus khas susu kambing seiring bertambahnya kadar ekstrak. Penambahan masing-masing rempah pada yoghurt tidak hanya memperkaya karakter organoleptik tetapi juga meningkatkan nilai fungsional produk yang berpotensi mendukung pencegahan Penyakit Tidak Menular (PTM) di Indonesia. Namun, perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan nilai organoleptik agar dapat lebih diterima konsumen.

Kata kunci: Yoghurt rempah, Secang, Kayu manis, Jahe

Abstract

Spiced yoghurt is a nutritious functional food that is beneficial to health. Bioactive compounds such as flavonoids, curcumin, and polyphenols act as antioxidants, antimicrobials, and anti-inflammatories. The innovation of spiced yoghurt aims to reduce the incidence of non-communicable diseases while increasing the functional value of national food products. The research method used was a literature review in the form of an analysis of various research results from reliable scientific references using a Google Scholar-based database. Data sources were processed descriptively based on the results of tests from various accessible libraries. Cinnamon-fortified yoghurt is pink or brownish-yellow in color, with a distinctive cinnamon aroma and flavor, and a slightly thick texture. Yoghurt with 0%–0.3% secang extract has a desirable yellow color, a consistent aroma, a slightly bitter taste, and a thick but slightly grainy texture. A concentration of 0.5% reduced the level of preference because the color was too intense and the taste was not sweet enough. Ginger-fortified yoghurt enhance the distinctive taste and aroma of ginger, resulting in a pale yellow to more intense color, a thicker texture, and a reduction in the distinctive goat milk odor as the extract concentration increases. The addition of each spice to yoghurt not only enriches the organoleptic characteristics but also increases the functional value of the product, which has the potential to support the prevention of Non-Communicable Diseases (NCDs) in Indonesia. However, further research is needed to improve the organoleptic value so that it can be more accepted by consumers.

Keywords: Spiced yoghurt, Secang, Cinnamon, Ginger

PENDAHULUAN

Prevalensi Penyakit Tidak Menular (PTM) yang disebabkan oleh gaya hidup tidak sehat mengalami peningkatan signifikan di Indonesia. Data Kementerian Kesehatan (2023) mencatat bahwa prevalensi diabetes melitus di Indonesia mencapai 1,7% pada semua umur, penyakit jantung mencapai 0,85% pada semua umur, stroke mencapai 8,3% pada umur ≥ 15 tahun. Kondisi ini berkaitan erat dengan pola konsumsi masyarakat yang tinggi lemak dan rendah serat, sehingga memerlukan pendekatan preventif berbasis pangan. Konsumsi masyarakat saat ini tidak hanya fokus pada rasa, tetapi mulai mempertimbangkan nilai fungsional yang diberikan. Riset pangan fungsional semakin menjadi fokus utama dari para peneliti dan industri pangan dalam pengembangan pangan global. Pangan fungsional adalah makanan atau bahan makanan yang memberikan manfaat kesehatan tambahan bagi masyarakat, di luar fungsi nutrisi dasar yang sudah ada pada pangan tersebut (Sihite & Hutasoit, 2023). Sumber komponen bioaktif baik dari produk pertanian, peternakan, tanaman herbal, dan mikroorganisme non-patogen yang melimpah menjadi potensi dihasilkannya berbagai produk pangan fungsional.

Bahan pangan lokal di Indonesia memiliki potensi besar untuk dikembangkan menjadi pangan fungsional, yang dapat memberikan manfaat positif bagi kesehatan masyarakat. Sebagai negara agraris dengan sumber daya alam yang melimpah, Indonesia memiliki potensi yang luar biasa dalam mengoptimalkan pemanfaatan bahan pangan lokal untuk dijadikan produk yang bernilai tambah. Indonesia merupakan rumah bagi rempah sebagai salah satu jenis tumbuhan yang paling banyak dibudidayakan dan berkembang, dengan sekitar 7.500 varietas, dan di antaranya terdapat 1.200 jenis tanaman rempah yang dimanfaatkan sebagai bahan obat-obatan herbal atau jamu (Adila et al., 2023). Rempah mengandung senyawa bioaktif melimpah seperti antioksidan dan antibakteri, yang secara tradisional telah dimanfaatkan dalam pengobatan dan kesehatan masyarakat. Rempah seperti jahe, kunyit dan kayu manis mengandung bahan bioaktif seperti flavonoid, kurkumin dan polifenol yang berfungsi sebagai antioksidan, antimikroba serta anti peradangan. Berkaitan dengan konteks ini, *yoghurt* sebagai produk fermentasi susu menjadi salah satu minuman fungsional yang dikenal di berbagai negara di dunia. *Yoghurt* merupakan produk susu fermentasi yang diperoleh melalui penambahan kultur bakteri asam laktat (BAL) ke dalam susu. Produk *yoghurt* tidak hanya dikembangkan berdasarkan nilai gizinya, tetapi juga karena kemampuannya menyediakan efek fungsional melalui kandungan probiotik dan antioksidan yang bermanfaat bagi sistem pencernaan dan

imunitas tubuh. Tren inovasi dalam pengembangan *yoghurt* kini tidak hanya terpaku pada aspek probiotik semata, melainkan juga memasukkan bahan alami seperti rempah dan herbal guna meningkatkan aktivitas biologis dan nilai tambah produk tersebut. *Yoghurt* yang diperkaya dengan rempah telah banyak diproduksi untuk meningkatkan manfaatnya dan menciptakan cita rasa, aroma, serta rasa yang unik (Saleh et al., 2023).

Tambahan rempah pada *yoghurt* bukan hanya memperkaya cita rasa melainkan juga meningkatkan khasiat kesehatan. Penambahan rempah-rempah ke dalam produk susu yang difermentasi seperti *yoghurt* menciptakan peluang segar dalam sektor makanan sehat di berbagai belahan dunia. Inovasi tersebut menjadikan *yoghurt* rempah sebagai produk baru yang memiliki manfaat ekonomi dan kesehatan yang besar serta merupakan tanggapan terhadap meningkatnya perhatian konsumen terhadap gaya hidup sehat di seluruh dunia. Oleh karena itu, kajian literatur ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh fortifikasi *yoghurt* dengan rempah Indonesia sebagai inovasi potensial untuk menekan laju peningkatan PTM sekaligus meningkatkan nilai fungsional produk pangan nasional.

METODE

Penelitian dilakukan dengan kajian literatur dalam bentuk analisis berbagai hasil riset dari sumber referensi ilmiah. Pelaksanaan penelitian berbasis media dilakukan dengan memanfaatkan jurnal-jurnal dan artikel yang diperoleh melalui *database* Google Scholar. dengan kata kunci “*Yoghurt* rempah, *yoghurt* secang, *yoghurt* jahe, *yoghurt* kayu manis”. Data yang didapatkan pada kajian literatur ini adalah data sekunder yang berasal dari beberapa publikasi ilmiah seperti, jurnal, buku, prosiding, serta artikel ilmiah yang relevan dan terpercaya. Pengolahan sumber data dilakukan secara deskriptif berlandaskan hasil penelitian uji dari berbagai pustaka yang diakses.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penggunaan bakteri sebagai *starter* fermentasi *yoghurt* dimanfaatkan untuk merubah susu menjadi *yoghurt* berupa bakteri asam laktat (BAL) jenis *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. Kedua bakteri ini memiliki korelasi yang saling menguntungkan untuk membentuk metabolisme fermentasi menghasilkan asam (Musoffin et al., 2024). Aktivitas metabolisme kedua bakteri ini menyebabkan perubahan rasa, tekstur, aroma, warna, nilai gizi, daya cerna, dan umur simpan produk. Penambahan rempah ke dalam *yoghurt* dapat menambah manfaat *yoghurt* sebagai produk pangan fungsional.

Tabel 1. Hasil Penelitian Fortifikasi *Yoghurt* dengan Rempah

Penulis	Rempah	Rasa	Warna	Aroma	Tekstur	Manfaat
(Handayani et al., 2021)	Kayu manis	Rempah kayu manis	Merah muda pekat	Khas kayu manis	Agak kental	-
(Anwar et al., 2025)	Kayu manis	Manis sedikit asam	Putih kecokelatan	Hangat khas kayu manis	Kental, halus, sedikit lengket, dan <i>creamy</i>	Meningkatkan pencernaan, sistem imun, menunjang kekuatan tulang dan gigi, menjaga fungsi jantung, serta berperan dalam pengendalian berat badan.
(Afifah et al., 2023)	Kayu manis	Asam sedikit manis dan sepat	Kuning hingga kecokelatan	Aroma asam dan khas kayu manis	Lebih kental	-
(Ramayani et al., 2018)	Kayu manis	Hangat, pedas, asam	Putih	Khas kayu manis	Tekstur berpasir	Tinggi antioksidan
(Umami & Afifah, 2015)	Kayu secang	Agak pahit	Putih kekuningan sampai orange	Aroma kayu secang		Tinggi antioksidan, antihiperglikemia, alternatif minuman bagi penderita DM tipe 2
(Puspadani et al., 2019)	Kayu secang	Pahit	Kuning pekat	Asam khas fermentasi	Berpasir	Tinggi antioksidan untuk menangkal radikal bebas dan berpotensi menurunkan kadar kolesterol non HDL.
(Maulana et al., 2024)	Jahe	Tidak berpengaruh pada rasa	Tidak berpengaruh terhadap warna	Agak asam	Tidak berpengaruh terhadap tekstur	-

Penulis	Rempah	Rasa	Warna	Aroma	Tekstur	Manfaat
(Borneo et al., 2022)	Jahe merah	Khas jahe	Putih kekuningan	Khas jahe	Sangat kental	-

Karakter Organoleptik *Yoghurt* Kayu Manis

Warna, rasa, aroma, tekstur merupakan kualitas organoleptik yang dapat memengaruhi penerimaan konsumen terhadap suatu produk. *Yoghurt* fortifikasi ekstrak kayu manis menghasilkan warna merah muda pekat, rasa dan aroma khas rempah kayu manis, serta tekstur agak kental (Handayani et al., 2021). Senyawa sinamaldehyd sebagai komponen utama kayu manis menghasilkan warna selain sebagai antioksidan dan pemberi aroma khas. Senyawa sinamaldehyd berasal dari turunan aldehid dan diklasifikasikan sebagai metabolit sekunder yang termasuk dalam kelompok polifenolat. Hampir 84% senyawa sinamaldehyd terkandung dalam kayu manis (Ramadhani, 2017). Warna dasar sinamaldehyd yaitu kuning, semakin tinggi kadar kayu manis pada *yoghurt* maka semakin gelap warna yang dihasilkan (Cicilia et al., 2021).

Yoghurt yang ditambahkan ekstrak kayu manis berasa rempah kayu manis. Kandungan senyawa sinamaldehyd dan eugenol pada kayu manis memberi rasa khas kayu manis. Tingkat kesukaan panelis terhadap *yoghurt* dengan perisa kayu manis tidak meningkat. Rasa kayu manis yang terlalu pekat karena kadar tinggi, sehingga panelis lebih menyukai *yoghurt* susu kambing dengan penambahan 2,5% kadar kayu manis (Anwar et al., 2025). Kadar kayu manis tersebut menyeimbangkan rasa asam pada *yoghurt*. Meskipun penambahan ekstrak kayu manis memberi rasa khas, tetapi tidak menimbulkan rasa pahit. Berdasarkan penelitian (Afifah et al., 2023), penambahan 0,25%; 0,50%; 0,75% kayu manis menghasilkan *yoghurt* asam dan sedikit manis dan sepat, tekstur lebih kental, warna kuning kecokelatan, serta aroma asam khas fermentasi dan kayu manis. Penelitian (Ramayani et al., 2018) menyatakan fortifikasi ekstrak kayu manis pada *yoghurt* memengaruhi taraf kesukaan panelis. Penambahan ekstrak kayu manis sebesar 0,1% dan 0,3% disukai, sedangkan 0,5% tidak disukai aromanya.

Yoghurt Kayu Secang

Perubahan sifat fisik kimiawi yang terbentuk pada *yoghurt* dipengaruhi proses fermentasi, bakteri yang terlibat dalam fermentasi, penambahan ekstrak rempah secang dan serta aktivitas bakteri dalam memecah laktosa selama fermentasi (Jati et al., 2024). Pengaruh pigmen merah disebabkan karena kandungan brazilin secang (Salsabila & M. Fuadi, 2023). Susu berwarna putih kekuningan ditambahkan ekstrak kayu secang

menyebabkan *yoghurt* berwarna *peach* sebelum fermentasi dan berubah warna menjadi orange susu dan pada akhir fermentasi berubah menjadi krem. Berdasarkan penelitian (Puspadani et al., 2019) *yoghurt* sinbiotik ekstrak kayu secang 0% hingga 0,3 % berwarna kuning disukai oleh panelis, tetapi konsentrasi 0,5% menghasilkan warna kuning pekat yang kurang diminati. Aroma *yoghurt* sinbiotik ekstrak kayu secang disukai oleh konsumen, karena penambahan kayu secang tidak memengaruhi aroma. Penambahan ekstrak kayu secang memberi rasa pahit karena adanya saponin. Tekstur berpasir diakibatkan karena kristal zat brazilin tidak dapat homogen dengan bahan lain. Sedangkan menurut penelitian (Elisa, 2019) *yoghurt* dengan ditambahkan ekstrak kayu secang 225 ml mempunyai tekstur kental.

Menurut penelitian terdahulu oleh (Umami & Afifah, 2015), terdapat pengaruh penambahan ekstrak kayu secang terhadap rasa dari *yoghurt*. *Yoghurt* kontrol hingga *yoghurt* yang difortifikasi ekstrak kayu secang 0,5% tidak disukai panelis karena rasa yang kurang manis dan cenderung pahit. Semakin banyak penambahan ekstrak kayu secang maka semakin menurun pula tingkat kesukaan panelis.

***Yoghurt* Jahe**

Penambahan ekstrak jahe pada *yoghurt* dapat mempengaruhi aktivitas bakteri asam laktat (BAL) sehingga mempengaruhi karakteristik *yoghurt* yang dihasilkan dan memberikan aroma pada *yoghurt* karena jahe mengandung minyak atsiri sebanyak 0,25-3,3 (Wanniatie et al., 2023). Konsentrasi ekstrak jahe yang berbeda dapat menghasilkan tingkat keasaman dan kekentalan *yoghurt* yang bervariasi. Penambahan ekstrak jahe juga dapat memengaruhi warna dan rasa akhir *yoghurt* yang dihasilkan.

Berdasarkan penelitian (Maulana et al., 2024), penambahan ekstrak jahe (*Zingiber officinale*) sebesar 2,5 ml; 5 ml; dan 7,5 ml ke dalam *yoghurt* tidak berpengaruh pada rasa, warna, aroma, dan tekstur karena kadar penambahan masih rendah. Senyawa gingerol, shogaol, dan zingeron akan memperkaya rasa *yoghurt* jahe menjadi pedas, pahit, dan panas, sehingga perlu penambahan ekstrak jahe yang lebih banyak untuk memunculkan pengaruh.

Penelitian (Borneo et al., 2022) terhadap *yoghurt* susu kambing dengan fortifikasi jahe merah didapatkan rasa dan aroma khas jahe merah yang dapat mengurangi bau perengus khas susu kambing. Warna *yoghurt* jahe merah kuning pucat, peningkatan konsentrasi fortifikasi ekstrak jahe merah menghasilkan warna yang semakin pekat pada produk. Hasil penelitian tersebut juga mendapatkan bahwa penambahan ekstrak jahe merah

sebanyak 2%, 3%, dan 5% menghasilkan tekstur yang sangat kental diduga karena pengaruh *starter yoghurt* yang digunakan.

Manfaat

Senyawa fenolik dalam kayu manis terdiri dari flavonoid, asam ferulat, asam kafeat, katekol, vanillin, pirogalol, asam *p*-kumarin, asam *p*-hidroksibenzoat, asam askorbat, dan tokoferol. Total senyawa fenolik pada ekstrak kayu manis sebanyak 205,5 GAE/g (Gulcin et al., 2019); 682,17 mg GAE/g (Othman et al., 2020). Konsumsi minuman fungsional kayu manis berpotensi menghambat peningkatan kadar glukosa darah penderita diabetes maupun non-diabetes. Senyawa bioaktif pada kayu manis bekerja sebagai inhibitor α -glukosidase dan amilase, menurunkan insulin resisten, menghambat pencernaan pati, serta mengatur kerja dan efektivitas insulin (Ilmi et al., 2022). Berdasarkan penelitian (Kizilaslan & Erdem, 2019), menunjukkan adanya penurunan kadar glukosa serum, trigliserida, kolesterol lipoprotein densitas rendah (LDL), serta kolesterol total pada penderita diabetes melitus tipe 2. Kayu secang (*Caesalpinia sappan*) mengandung flavonoid antioksidan (Isnain et al., 2025). Kandungan senyawa antioksidan terdiri dari senyawa flavonoid, tannin, fenolat, dan brazillin (Ameilia et al., 2023). Fortifikasi kayu secang pada *yoghurt* meningkatkan aktivitas antioksidannya hingga 94,33 (Puspadani et al., 2019). Senyawa antioksidan dan antimikroba yang terkandung dalam secang berperan dalam menangkal radikal bebas serta menunjukkan berbagai aktivitas farmakologis, antara lain antiinflamasi, antiphotaging, hipoglikemik, dan antialergi (Irawan et al., 2022). Zat antioksidan berperan melindungi tubuh dengan penangkalan zat radikal bebas yang mampu memicu *arteriosclerosis*, penyakit jantung koroner, kanker, stroke, gagal ginjal, dan proses penuaan pada manusia (Satriyani, 2021).

Jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) mengandung senyawa bioaktif yang bersifat antioksidan dan anti inflamasi. Senyawa tersebut dapat menurunkan stres oksidatif dan peradangan yang merupakan faktor yang dapat meningkatkan tekanan darah. Ekstrak jahe merah dapat menurunkan tekanan darah pada kasus hipertensi ringan hingga sedang (Irawan et al., 2025). Penambahan jahe pada *yoghurt* ada aktivitas antioksidan yang diharapkan dapat meningkatkan fungsional pada produk *yoghurt*. Antioksidan bermanfaat bagi kesehatan dan berperan penting untuk mempertahankan mutu produk pangan (Wakhidah et al., 2017). Jahe mengandung senyawa bioaktif seperti gingerol dan shogaol, gingerol memiliki manfaat sebagai anti inflamasi, antipiretik, gastroprotektif, kardiotonik dan antioksidan, anti kanker, anti inflamasi, anti angiogenesis dan antiaterosklerosis. Jahe

merah juga terkandung sejumlah nutrisi, seperti vitamin, mineral, protein, karbohidrat dan lemak yang bermanfaat untuk kesehatan (Rembet & Wowor, 2024).

Kombinasi ekstrak rempah secang seperti kayu secang dan jahe mampu meningkatkan kandungan nutrisi pada *yoghurt* seperti meningkatkan status antioksidan, perbaikan mikrobiota usus, dan berpotensi sebagai anti-aging serta antiinflamasi (Tirtania & Kusnadi, 2021). Fortifikasi *yoghurt* dengan berbagai rempah dapat memperkaya rasa serta manfaatnya sebagai pangan fungsional. Kualitas *yoghurt* yang baik dapat menjadi potensi produk pangan fungsional. Kualitas organoleptik seperti rasa, warna, aroma, dan tekstur perlu dikaji dengan penelitian lebih lanjut terkait komposisi atau kadar penambahan ekstrak rempah yang disukai oleh konsumen.

KESIMPULAN DAN SARAN

Yoghurt dengan tambahan rempah-rempah lokal seperti kayu manis, kayu secang dan jahe maupun jahe merah memiliki karakteristik khas yang memperkaya cita rasa dan nilai fungsionalnya. Kayu manis memberikan warna merah muda pekat dengan aroma rempah kuat serta senyawa aktif yang membantu menurunkan glukosa dan kolesterol, kayu secang menghasilkan warna putih kekuningan hingga kuning pekat dengan rasa sedikit pahit dan kandungan antioksidan tinggi sedangkan jahe maupun jahe merah memberikan rasa dan aroma khas jahe serta tekstur lebih kental karena senyawa gingerol dan shogaol yang bermanfaat bagi pencernaan dan daya tahan tubuh. Secara umum, penambahan rempah tidak hanya meningkatkan kualitas sensoris tetapi juga potensi kesehatan *yoghurt*, sehingga perlu penelitian lanjutan untuk menentukan takaran optimal, menguji stabilitas serta memastikan mutu dan penerimaan produk agar dapat dikembangkan sebagai pangan fungsional berbasis bahan alami yang bernilai tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu proses penyusunan kajian artikel ini. Ucapan terima kasih secara terkhusus kepada dosen pembimbing yang telah memberikan dukungan, arahan, dan kesempatan belajar selama proses penulisan berlangsung, serta kepada pihak studi S1 Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman yang memberikan dukungan fasilitas dan lingkungan akademik yang kondusif sehingga kajian artikel ini dapat terselesaikan. Tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada teman-teman dan rekan sejawat yang turut memberikan motivasi dan bantuan dalam penyempurnaan. Semoga tulisan ini dapat

memberikan manfaat dan menjadi referensi bagi pengembangan ilmu di bidang peternakan dan teknologi hasil ternak.

DAFTAR PUSTAKA

- Adila, T., Shabella, M. P., Putra, Y. P., & Hertati, D. (2023). Pengembangan Inovasi UMKM Wong Djamoe di Desa Pulosari Kabupaten Jombang. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara*, 4(3), 1848–1855.
- Afifah, L. N., Ma'ruf, I., Shodiqin, M. A., Azimah, F. N., Rofendi, H. A., Khiftiyah, A. M., ... & Yuliana, A. I. (2023). Karakteristik Sensori Yogurt dengan Penambahan Serbuk Kayu Manis. In Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pangan (Vol. 1, No. 1, pp. 185-191).
- Ameilia, A., Somantara, I. G. B., & Hasanah, A. N. (2023). Potensi yoghurt sinbiotik kombinasi rempah sebagai suplementasi probiotik dan antioksidan berbasis nutrasetikal bahan alam dari lontar usadha taru pramana sebagai kearifan pengobatan lokal Bali. *Journal Of Pharmaceutical And Sciences*, 152–159.
- Anwar, M. M., Samur, S. I. N., & Moeis, E. M. (2025). Uji organoleptik yoghurt dari susu kambing PE (Peranakan Etawa) dengan substitusi kayu manis (*Cinnamomum Verum*). *Aves: Jurnal Ilmu Peternakan*, 18(1), 22–29. <https://doi.org/10.35457/aves.v18i1.4312>
- Borneo, M. A. P., Wanniatie, V., Qisthon, A., & Riyanti, R. (2022). Kualitas organoleptik yoghurt susu kambing dengan penambahan ekstrak jahe merah (*Zingiber Officinale Var. Rubrum*). *Jurnal Riset Dan Inovasi Peternakan (Journal Of Research And Innovation Of Animals)*, 6(4), 343–350. <https://doi.org/10.23960/jrip.2022.6.4.343-350>
- Cicilia, S., Nazaruddin, N., & Marnianti, S. S. (2021). Mutu yoghurt susu kuda liar dengan penambahan ekstrak kayu manis pada berbagai konsentrasi: the quality of yoghurt wild horse milk with the addition of sweet wood extract in various concentrations. *Pro Food*, 7(1), 773–784. <https://doi.org/10.29303/profood.v7i1.191>
- Elisa, N. A. D. (2019). *Potensi Penggunaan Pewarna Alami Kayu Secang (Caesalpinia Sappan L) terhadap Kualitas Organoleptik dan Total Asam Yoghurt Susu Kambing*. Institut Teknologi Sains Dan Kesehatan PKU Muhammadiyah Surakarta.
- Gulcin, I., Kaya, R., Goren, A. C., Akincioglu, H., Topal, M., Bingol, Z., Cetin Çakmak, K., Ozturk Sarikaya, S. B., Durmaz, L., & Alwasel, S. (2019). Anticholinergic, Antidiabetic and Antioxidant Activities of Cinnamon (*Cinnamomum Verum*) Bark Extracts: Polyphenol Contents Analysis By LC-MS/MS. *International Journal Of Food Properties*, 22(1), 1511–1526. <https://doi.org/10.1080/10942912.2019.1656232>
- Handayani, K. S., Wihansah, R. R. S., Wahyuningsih, W., & Pazra, D. F. (2021). Karakteristik Organoleptik dan Fisik Yogurt dengan Penambahan Ekstrak Herbal. *Jurnal Teknologi Pangan*, 15(2). <https://doi.org/10.33005/jtp.v15i2.2949>

- Ilmi, I. N., Filianty, F., & Yarlina, V. P. (2022). Sediaan kayu manis (*Cinnamomum* sp.) sebagai minuman fungsional antidiabetes: kajian literatur. *Kimia Padjadjaran*, 1(1), 31–59.
- Irawan, E. W., Sipahelut, S. G., & Mailoa, M. (2022). Potensi ekstrak kayu secang (*Caesalpinia Sappan* L.) sebagai pewarna alami pada selai pala (*Myristica Fragrans* H.). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 15(1), 74–82. <https://doi.org/10.20961/jthp.v15i1.58031>
- Irawan, R., Seran, K. E., Prasetya, A. B., Putri, D. A. P., Arinanda, N., & Putri, N. A. (2025). Sosialisasi Pengolahan Rimpang Jahe Merah Sebagai Minuman Berkhasiat Menurunkan Hipertensi. *Journal of Community Engagement and Empowerment*, 7(2), 97-104.
- Isnain, F. S., Apriyanditra, W., & Afni, N. (2025). Potensi pangan fungsional tradisional Lombok: tinjauan literatur gizi, bioaktivitas, dan peluang pengembangan. *Jurnal Informasi, Sains Dan Teknologi*, 8(1), 195–234. <https://doi.org/10.55606/isaintek.v8i1.338>
- Jati, W. A., Alfarisi, S. A., Uda'a, R. A., & Anindita, N. S. (2024). Inovasi Fermentasi Yogurt Fungsional dengan Penambahan Ekstrak Rempah Secang. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat LPPM Universitas' Aisyiyah Yogyakarta*, 2, 1956–1963. Retrieved from <https://proceeding.unisayogya.ac.id/index.php/prosemnaslppm/article/view/647>
- Kizilaslan, N., & Erdem, N. Z. (2019). The effect of different amounts of cinnamon consumption on blood glucose in healthy adult individuals. *International Journal Of Food Science*, 2019, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2019/4138534>
- Maulana, R., Yustendi, D., & Fuadi, Z. (2024). Pengaruh Penambahan Ekstrak Jahe (*Zingiber Officinale*) Yogurt Susu Kambing Peranakan Ettawa terhadap Uji Organoleptik. *Jurnal Agriflora*, 8(1), 64–71. <https://doi.org/10.3061/agriflora.v8i1.5084>
- Musoffin, A., Kentjonowaty, I., & Puspitarini, O. R. (2024). Pengaruh berbagai jenis gula terhadap nilai ph, sineresis dan kualitas organoleptik yoghurt. *Dinamika Rekasatwa: Jurnal Ilmiah (E-Journal)*, 7(1).
- Othman, Z. S., Maskat, M. Y., & Hassan, N. H. (2020). Optimization of Cinnamaldehyde Extraction and Antioxidant Activity of Ceylon Cinnamon Extract. *Sains Malaysiana*, 49(5), 995–1002. <http://dx.doi.org/10.17576/jsm-2020-4905-04>
- Puspadani, N., Rustanti, N., & Fitranti, D. Y. (2019). Total bakteri asam laktat, aktivitas antioksidan, dan uji penerimaan yoghurt sinbiotik dengan penambahan ekstrak kayu secang (*Caesalpinia Sappan* L). *Journal Of Nutrition College*, 8(3), 172–177. <https://doi.org/10.14710/jnc.v8i3.25807>
- Ramadhani, A. (2017). *Analisis Komponen Kimia Minyak Atsiri Kulit Kayu Manis (Cinnamomum burmannii) serta Uji Aktivitas Antioksidan dan Antibakteri* (Doctoral dissertation).

- Ramayani, G., Rustanti, N., & Fitranti, D. Y. (2018). Total Bakteri Asam Laktat (BAL), Aktivitas Antioksidan, dan Penerimaan Yoghurt Herbal Sinbiotik dengan Penambahan Ekstrak Kayu Manis (*Cinnamomum Burmanii*). *Journal Of Nutrition College*, 7(3), 140. <https://doi.org/10.14710/jnc.v7i3.22273>
- Rembet, I. Y., & Wowor, M. D. (2024). Manfaat Jahe (*Zingiber officinale Roscoe*) untuk Menurunkan Kadar Gula Darah pada Penyakit Diabetes Melitus Tipe 2. *Watson Journal Of Nursing*, 2(2), 51-65.
- Saleh, M. R., Putranto, W. S., & Gumilar, J. (2023). Pengaruh penambahan minyak jintan hitam (*Nigella sativa*) dengan konsentrasi berbeda pada proses pembuatan yoghurt terhadap jumlah bakteri asam laktat, pH, dan akseptabilitas. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*, 4(1), 12–23.
- Salsabila, A. F., & M. Fuadi, A. (2023). Pengaruh Waktu Maserasi dan Konsentrasi Pelarut Etanol terhadap Rendemen dan Aktivitas Antioksidan Kayu Secang. *Jurnal Teknik Indonesia*, 2(2), 87–100. <https://doi.org/10.58860/jti.v2i2.16>
- Satriyani, D. P. P. (2021). Review Artikel: Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Kelor (*Moringa Oleifera Lam.*). *Jurnal Farmasi Malahayati*, 4(1), 31–43.
- Sihite, N. W., & Hutasoit, M. S. (2023). Potensi Bahan Pangan Lokal Indonesia sebagai Pangan Fungsional dan Manfaatnya Bagi Kesehatan. *Jurnal Riset Gizi*, 11(2), 133–138. <https://doi.org/10.31983/jrg.v11i2.9488>
- Tirtania, A. R., & Kusnadi, I. J. (2021). *Pengembangan Caspian Sea Yoghurt Melalui Pemanfaatan Sari Jahe (Zingiber officinale) Dan Sari Secang (Caesalpinia sappan L.)(Karakteristik Fisikokimia Dan Mikrobiologis)* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Umami, C., & Afifah, D. N. (2015). Pengaruh penambahan ekstrak kayu secang dan ekstrak daun stevia terhadap aktivitas antioksidan dan kadar gula total pada yoghurt sebagai alternatif minuman bagi penderita diabetes melitus tipe 2. *Journal Of Nutrition College*, 4(4), 645–651. <https://doi.org/10.14710/jnc.v4i4.10175>
- Wakhidah, N., Jati, G., & Utami, R. (2017). Yoghurt susu sapi segar dengan penambahan ekstrak ampas jahe dari destilasi minyak atsiri. *Proceeding Biology Education Conference: Biology, Science, Enviromental, And Learning*, 14(1), 278–284.
- Wanniatie, V., Qisthon, A., & Septinova, D. (2023). Kualitas fisik yoghurt susu kambing dengan penambahan ekstrak jahe merah. *Jurnal Riset Dan Inovasi Peternakan (Journal Of Research And Innovation Of Animals)*, 7(1), 57–62. <https://doi.org/10.23960/jrip.2023.7.1.57-62>

Pengaruh Penambahan Berbagai Jenis Tepung terhadap Tekstur Bakso

Uma Afif Hanifah¹, Yulia Saputri¹, Rista Ayu Hikmala¹, Irfan Fadhlurrohman¹

¹Program Studi S1, Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman

Email: uma.hanifah@mhs.unsoed.ac.id

Abstrak

Tekstur merupakan salah satu parameter utama dalam penentuan mutu bakso karena berkaitan dengan daya terima konsumen. Salah satu faktor yang memengaruhi tekstur bakso adalah jenis dan proporsi tepung yang digunakan sebagai bahan pengikat (filler). Artikel review ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh berbagai kombinasi tepung, yaitu tepung tapioka dengan tepung biji nangka, tepung porang, tepung talas, dan tepung ubi jalar, terhadap karakteristik tekstur bakso. Berdasarkan kajian pustaka, tepung tapioka dikenal memiliki kandungan amilopektin tinggi ($\pm 82,59\%$) yang berperan dalam menghasilkan tekstur kenyal dan elastis. Substitusi sebagian tapioka dengan tepung biji nangka (50:50) meningkatkan kadar protein dan daya ikat air, menghasilkan tekstur padat namun tetap lembut. Penambahan tepung porang (50%) yang kaya glukomanan meningkatkan elastisitas dan keempukan bakso karena sifat hidrokoloidnya yang mampu membentuk gel stabil. Sebaliknya, penambahan tepung talas dengan kandungan amilopektin tinggi (74,45%) cenderung menurunkan kekenyalan dan menghasilkan tekstur yang lebih lembut akibat penurunan proporsi protein dan peningkatan kadar air. Adapun tepung ubi jalar ungu (48,67% pati) memberikan tekstur yang kenyal dan lembut dengan daya ikat air tinggi berkat kandungan amilopektin dan karbohidratnya yang tinggi. Secara keseluruhan, kombinasi tepung tapioka dengan bahan berpati tinggi seperti porang dan ubi jalar menunjukkan efek paling optimal dalam meningkatkan kekenyalan, elastisitas, serta stabilitas tekstur bakso, sedangkan tepung talas cocok digunakan dalam kadar rendah untuk menghasilkan tekstur yang lebih lembut dan halus.

Kata kunci: Bakso, Tekstur, Tepung tapioka, Tepung biji nangka, Tepung porang, Tepung talas, Tepung ubi jalar

Abstract

Texture is one of the main parameters in determining the quality of meatballs because it is related to consumer acceptance. One of the factors that influence the texture of meatballs is the type and proportion of flour used as a binder (filler). This review article aims to examine the effect of various flour combinations, namely tapioca flour with jackfruit seed flour, porang flour, taro flour, and sweet potato flour, on the texture characteristics of meatballs. Based on literature review, tapioca flour is known to have a high amylopectin content ($\pm 82.59\%$) which plays a role in producing a chewy and elastic texture. Partial substitution of tapioca with jackfruit seed flour (50:50) increases protein content and water binding capacity, resulting in a dense but soft texture. The addition of porang flour (50%) which is rich in glucomannan increases the elasticity and tenderness of meatballs due to its hydrocolloid properties that can form a stable gel. Conversely, the addition of taro flour with a high amylopectin content (74.45%) tends to reduce elasticity and produce a softer texture due to a decrease in the proportion of protein and an increase in water content. Meanwhile, purple sweet potato flour (48.67% starch) provides a chewy and soft texture with high water binding capacity thanks to its high amylopectin and carbohydrate content. Overall, the combination of tapioca flour with high-starch ingredients such as porang and sweet potato shows the most optimal effect in increasing the elasticity, elasticity, and stability of the meatball texture, while taro flour is suitable for use in low concentrations to produce a softer and smoother texture.

Keywords: Meatballs, Texture, Tapioca flour, Jackfruit seed flour, Porang flour, Taro flour, Sweet potato flour

PENDAHULUAN

Daging menjadi salah satu sumber protein hewani yang bermanfaat dan banyak digemari. Daging merupakan bahan makanan yang mengandung nilai gizi yang tinggi (Sarassati & Agustina, 2015). Daging memiliki rasa yang gurih dan sangat disukai hampir seluruh masyarakat. Daging menjadi produk hasil ternak yang dapat diolah dengan berbagai jenis olahan salah satunya yakni bakso. Bakso adalah produk pangan yang berbentuk bulatan-bulatan yang berasal dari daging. Bakso merupakan produk pangan yang terbuat dari bahan utama daging yang dicampur dengan bahan tambahan lainnya dan umumnya bakso berbentuk bulatan-bulatan (Azizah & Rahayu, 2018). Daging yang diolah menjadi bakso harus memiliki minimal dengan proporsi daging 75%.

Produk olahan daging menjadi bakso terbuat dari gilingan daging yang dicampur dengan bahan tambahan. Bahan tambahan yang digunakan dalam pembuatan bakso salah satunya adalah tepung yang berfungsi sebagai bahan pengikat dan pengisi (Anindyajati *et al.*, 2022). Penambahan tepung pada bakso berfungsi sebagai bahan pengisi untuk membentuk tekstur yang khas pada bakso. Bakso dengan kualitas yang baik sangat dipengaruhi oleh komposisi bahan baku dan bahan tambahan yang digunakan dalam proses pembuatannya. Bahan pengisi yang sangat umum digunakan dalam proses pembuatan bakso adalah tepung. Penambahan bahan pengisi sangat dibutuhkan untuk memperbaiki stabilitas emulsi sehingga mempengaruhi pada tekstur (Herlambang *et al.*, 2019).

Tepung berfungsi untuk memperbaiki tekstur, meningkatkan kekenyalan, serta membantu mengikat air dan protein daging agar adonan menjadi lebih stabil. Jenis tepung yang digunakan juga mempengaruhi karakteristik tekstur pada bakso. Proporsi tepung yang digunakan juga harus diperhatikan untuk menjaga kualitas tekstur bakso. Perbandingan yang seimbang akan menghasilkan tekstur yang disukai banyak konsumen padat, kenyal dan ketika direbus tidak mudah hancur (Bulkaini *et al.*, 2022). Penambahan bahan pengisi yang terlalu berlebihan kualitas bakso akan menurun. Kulit bakso yang kurang baik seperti terlalu lembek dan terlalu keras sehingga kehilangan rasa khas daging. Pengaruh penambahan berbagai jenis tepung terhadap tekstur bakso bertujuan untuk memahami bagaimana perbedaan jenis tepung mempengaruhi sifat fisik dan rasa bakso yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan menemukan jenis tepung yang terbaik dalam membuat bakso yang padat, kenyal, dan tidak mudah hancur saat direbus. Selain itu, penelitian juga ingin menilai peran masing-masing jenis tepung dalam meningkatkan kemampuan adonan bakso untuk menyerap air dan protein, sehingga dapat dihasilkan produk yang berkualitas

dan disukai oleh masyarakat. Dengan demikian, hasil penelitian diharapkan bisa digunakan sebagai patokan dalam memilih jenis dan jumlah tepung yang sesuai untuk membuat bakso yang memiliki tekstur terbaik.

METODE

Penulisan artikel ini dilakukan menggunakan metode pengamatan secara tidak langsung yakni dilakukan melalui kajian literatur daring, khususnya pada jurnal, buku serta artikel yang membahas Pengaruh Penambahan Berbagai Jenis Tepung terhadap Tekstur Bakso. Sumber utama pengamatan pada artikel ini adalah jurnal, buku dan artikel terkait serta referensi lain yang relevan mengenai Pengaruh Penambahan Berbagai Jenis Tepung terhadap Tekstur Bakso. Pengamatan terhadap Pengaruh Penambahan Berbagai Jenis Tepung terhadap Tekstur Bakso dilakukan dengan cara menganalisis aspek-aspek penting seperti pengaruh penambahan tepung sebagai bahan pengisi untuk mengetahui kualitas dari bakso tersebut. Seluruh informasi kemudian dibandingkan dan dikaji berdasarkan teori dan praktik yang dikutip dari berbagai sumber literatur seperti jurnal ilmiah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tekstur bakso sangat ditentukan oleh kandungan air, kandungan lemak, perbandingan banyaknya tepung dan daging yang digunakan dan jenis karbohidrat. Kualitas tekstur bakso sangat ditentukan oleh kualitas jenis tepung dengan proporsi karbohidrat, kadar air, lemak serta perbandingan banyaknya tepung dan daging yang digunakan (Pratiwi *et al.*, 2016). Kadar air yang tinggi akan menghasilkan tekstur yang lembek dan tentunya untuk menghasilkan tekstur yang sesuai perlunya memperhatikan kadar air yang terkandung dalam adonan. Penambahan tepung pada bakso memiliki peran penting dalam membentuk tekstur produk akhir. Tepung berfungsi sebagai bahan pengikat yang membantu menyatukan partikel daging dan air, sehingga adonan menjadi lebih kompak dan mudah dibentuk. Pembuatan dasar bakso selalu menggunakan tepung atau pati sebagai bahan pengikat atau bahan pengisi (Tarigan, 2020).

Tabel 1. Kualitas Tekstur Bakso Menggunakan Jenis Tepung yang Berbeda

No	Kombinasi Tepung	Kandungan Utama Tepung	Rasio Campuran	Pengaruh terhadap Tekstur Bakso	Keterangan
1.	Tepung tapioka + tepung biji nangka	Amilosa 47,60% amilopektin 39,50% dan protein 8,9%	50:50	Tekstur padat, lembut, daya ikat air meningkat, serta kenyal	Kandungan protein dan pati tinggi sehingga membantu

No	Kombinasi Tepung	Kandungan Utama Tepung	Rasio Campuran	Pengaruh terhadap Tekstur Bakso	Keterangan
2.	Tepung tapioka + tepung porang	Glukoman tinggi	50:50	Tekstur kenyal dan elastis	pembentukan tekstur Glukoman bersifat hidrokoloid membentuk gel stabil serta, meningkatkan WHC
3.	Tepung tapioka + tepung talas	Amilosa 5,55% dan amilopektin 74,45%.	50:50	Tekstur lebih lembut, kekenyalan rendah, padatan berkurang	Kandungan amilopektin tinggi gel lebih lembek dan elastis
4.	Tepung tapioka + tepung ubi ungu jalar	Pati 48,67%, karbohidrat 83,31%, air 7,28%	50:50	Tekstur lembut, kenyal serta lembek	Kandungan amilopektin tinggi meningkatkan elastisitas dan stabilitas

Tepung Tapioka dengan Biji Nangka

Jenis tepung yang digunakan sangat memengaruhi karakteristik tekstur bakso. Penggunaan tepung tapioka dapat menghasilkan tekstur yang lebih kenyal dan elastis karena kandungan amilosa dan amilopektinnya yang tinggi. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Hasnita *et al.*, (2021) yang menunjukkan tepung tapioka memiliki tekstur lebih kenyal dengan perbandingan antara penambahan 50% tepung tapioka dan 50% tepung biji nangka, tepung biji nangka memiliki kandungan amilosa sebesar 47,60% dan amilopektin 39,50% sedangkan tepung tapioka memiliki kandungan amilosa sebesar 17,41% dan amilopektin sebesar 82,59%. Pati yang mengandung amilopektin tinggi, akan menghasilkan gel yang bersifat lengket dan elastis dibandingkan yang mengandung amilopektin rendah. Amilosa memberikan sifat keras (*pera*) sedangkan amilopektin menyebabkan sifat lengket amilosa berperan dalam pembentukan gel sedangkan amilopektin membentuk sifat viskoelastis (Putri & Zubaidah, 2017). Penelitian tersebut menyebutkan bahwa penambahan tepung biji nangka pada adonan bakso yang dihasilkan akan semakin mengembang, disebabkan karena terdapat kandungan pati pada tepung biji

angka mengalami proses gelatinisasi. Proses gelatinisasi pati mentah hanya akan menyerap air sampai sepertiga dari beratnya.

Penambahan tepung biji nangka pada adonan bakso memperoleh kadar protein meningkat, karena tepung biji nangka memiliki kadar protein yang cukup tinggi yaitu 8, 97%. Kadar protein yang terdapat pada bakso dengan penambahan tepung biji nangka memiliki kualitas yang baik. Menurut penelitian Hasnita et al. (2021) menunjukkan hasil serupa pada bakso substitusi 50% tepung tapioka dengan tepung biji nangka menghasilkan tekstur padat namun tetap lembut saat dikunyah. Kandungan pati yang tinggi (40–50%) dan serat halus dari biji nangka meningkatkan daya ikat air, membuat bakso tidak mudah pecah dan memberikan kesan kenyal alami.

Tepung Tapioka dengan Tepung Porang

Tepung porang pada adonan bakso mampu menghasilkan rendemen, kadar air, serta daya ikat air yang tinggi. Hal tersebut dikarenakan tepung porang memiliki karakteristik glukomanan porang mempunyai kandungan kadar serat yang tinggi, dapat laur dalam air, karbohidrat rendah, serta mampu membentuk gel yang stabil (Pasaribu *et al.*, 2019). Tepung porang yang memiliki kandungan glukomanan tinggi berperan penting dalam meningkatkan kualitas fisik bakso, karena sifat hidrokoloidnya mampu mengikat air dan membentuk gel yang elastis, sehingga menghasilkan tekstur bakso yang lebih kenyal, empuk, dan tidak mudah hancur saat direbus maupun disimpan. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Lufiana *et al.* (2023) yang menunjukkan perbandingan pemberian tepung porang 50% dengan tepung tapioka 50% menyatakan bahwa tepung porang yang kaya glukomanan mampu meningkatkan elastisitas dan keempukan bakso. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Dewi & Widjarnako (2015) menyatakan bahwa pemberian tepung porang pada adonan bakso maka akan meningkatkan daya ikat air bakso karena pada tepung porang mengandung glukomanan dapat membentuk struktur gel.

Glukomanan adalah polisakarida yang mudah membentuk gel elastis dan dapat menahan air dalam jumlah besar. Penambahan 50% tepung porang dalam adonan menghasilkan bakso dengan tekstur kenyal merata, tidak mudah hancur saat direbus, dan memiliki kekenyalan alami tanpa tambahan bahan kimia seperti sodium tripolifosfat (STPP). Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi penambahan tepung porang pada adonan bakso maka akan semakin tinggi juga nilai WHC yang dihasilkan. Hal tersebut dikarenakan pada tepung porang bersifat hidrokoloid yaitu memiliki kemampuan dalam membentuk gel dan banyak mengikat air. Tepung porang memiliki kemampuan

dalam mengikat air lebih besar dibandingkan dengan tepung tapioka. Penggunaan tepung porang yang terdapat glukomanan dengan penambahan yang semakin tinggi memiliki kemampuan mengembang yang besar dalam air mencapai 138-200% sedangkan pati yang terdapat pada tepung tapioka kemampuan mengembang air hanya 25% (Hermanto *et al.*, 2019).

Tepung Tapioka dengan Tepung Talas

Talas mengandung pati sekitar 80% dengan kadar amilosa dan amilopektin masing-masing sebesar 5,55 dan 74,45% sehingga memiliki potensi untuk dijadikan tepung (Indriani *et al.* 2020). Penambahan tepung talas pada pembuatan bakso berpengaruh nyata terhadap karakteristik fisik terutama pada tekstur dan kekenyalan. Bakso dengan penambahan tepung talas dapat memperbaiki tekstur, mengurangi penyusutan akibat pemasakan, meningkatkan daya ikat air, dan memperpanjang masa simpan. Berdasarkan hasil penelitian (Dwijayanti & Wibisono, 2023) semakin tinggi konsentrasi tepung talas yang digunakan, tekstur bakso cenderung semakin lunak. Hal ini berkaitan dengan komposisi pati tepung talas yang tinggi amilopektin dan rendah amilosa. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Sembong *et al.* (2019) bahwa jumlah fraksi amilosa dan amilopektin sangat berpengaruh pada profil gelatinisasi pati, di mana semakin tinggi kandungan amilopektin maka gelatinisasi akan menghasilkan struktur gel yang lebih lembek dan kurang elastis. Selain itu, kemampuan tepung talas dalam mengikat air selama proses pemasakan juga memengaruhi kepadatan dan daya ikat air produk akhir. Akibatnya, bakso dengan penambahan tepung talas dalam jumlah besar memiliki tekstur yang lebih lunak dan kurang padat.

Perubahan tekstur juga disebabkan oleh kemampuan tepung talas dalam mengikat air selama proses pengolahan. Tepung talas mengandung protein yang mengikat air dan pati talas mengandung amilosa yang menyerap air sehingga mempengaruhi kadar air suatu bahan. Semakin banyak tepung yang ditambahkan akan menurunkan proporsi kandungan protein dalam adonan, sehingga akan mempengaruhi daya ikat air menjadi menurun (Lukow *et al.* 2025). Molekul amilopektin dalam tepung talas memiliki banyak cabang yang memudahkan penyerapan air, namun ikatan yang terbentuk tidak sekuat bahan dengan kadar amilosa tinggi. Akibatnya, adonan bakso menjadi lebih lembek dan daya ikat antar komponen daging berkurang. Ketika adonan dipanaskan, air yang terserap sebagian akan menguap, meninggalkan rongga kecil dalam struktur bakso yang membuat teksturnya tidak terlalu padat. Hasil ini menunjukkan bahwa karakteristik pati pada tepung talas memiliki

peran penting dalam menentukan tingkat kekenyalan bakso. Kondisi tersebut menyebabkan produk akhir memiliki sensasi kunyah yang lebih lembut dibandingkan tekstur bakso yang kenyal dan padat. Penggunaan dalam kadar rendah masih mampu mempertahankan kekenyalan yang disukai oleh konsumen, sambil memberikan kontribusi terhadap struktur halus pada permukaan bakso. Tekstur yang terbentuk juga dipengaruhi oleh proses pengadukan dan pemasakan yang menentukan distribusi pati dalam adonan. Hal tersebut sejalan dengan Evadewi *et al.* (2023) bahwa beberapa faktor yang mempengaruhi kekenyalan, metode pengolahan, pemasakan dan penambahan bahan memberikan pengaruh terhadap kekenyalan bakso yang dihasilkan.

Tepung Tapioka dengan Tepung Ubi Jalar

Penelitian Wulandari *et al.* (2020) menunjukkan perbandingan tepung tapioka 60 gram dengan tepung ubi jalar ungu 60 gram yang berpengaruh sangat nyata terhadap tekstur tepung bakso. Penambahan tepung ubi jalar yang tinggi dapat membuat tekstur bakso lebih padat dan warna sedikit berbeda. Bakso dengan penambahan tepung ubi jalar menghasilkan tekstur yang lembut dan sedikit kenyal. Penggunaan tepung ubi ungu pada adonan bakso sangat mempengaruhi tekstur karena memiliki kandungan air 7.28 %, lemak 0.81, karbohidrat 83.81 % dan kandungan pati 48.67 % cukup tinggi yang menyebabkan daya elastisitas daging tetap terjaga sehingga bakso yang dihasilkan akan lebih kenyal. Pati ubi jalar memiliki kandungan amilopektin yang tinggi yang berfungsi memberikan tekstur yang kenyal dan meningkatkan daya ikat air adonan bakso. Amilopektin merupakan polisakarida yang memiliki cabang tinggi dari unit α -D-glukosa, penyusun utama granula pati dengan berat molekul tertinggi di antara polimer alami. Tepung ubi jalar ungu sangat berpotensi sebagai bahan baku produk-produk pangan berbasis tepung dan mampu bersaing dari segi kualitas produk yang dihasilkan juga mampu menyediakan karbohidrat sebanyak 83,81gr. Pati berperan penting menentukan tekstur makanan, dengan campuran granula pati dan air ketika dipanaskan akan membentuk gel. Pati yang berubah menjadi gel bersifat irreversible yakni molekul-molekul pati saling melekat sehingga membentuk gumpalan sehingga viskositasnya semakin meningkat. Kandungan air, kandungan lemak, dan jenis karbohidrat menghasilkan tekstur lembek begitu juga dengan kadar lemak yang tinggi menghasilkan bakso yang berlubang-lubang sehingga mempengaruhi tesktur bakso. Aspek yang diperhatikan dan nilai ditandai dengan kasar atau halusnya produk bakso yang dihasilkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penambahan bahan pengisi yaitu tepung pada bakso mempengaruhi parameter utama yakni tekstur. Penambahan dengan berbagai macam tepung ke dalam proses pembuatan adonan bakso sangat mempengaruhi tekstur pada bakso. Kualitas tekstur bakso sangat ditentukan oleh kualitas jenis tepung dengan proporsi karbohidrat, kadar air, lemak serta perbandingan banyaknya tepung dan daging yang digunakan. Tepung yang memiliki kandungan amilopektin yang tinggi dapat mempengaruhi tekstur pada bakso karena amilopektin tersebut berperan untuk viskoelastis. Pati juga berpengaruh pada tekstur bakso, pati berperan penting menentukan tekstur makanan, dengan campuran ganula pati dan air. Ketika dipanaskan akan membentuk gel. Pati yang berubah menjadi gel bersifat irreversible yakni molekul-molekul pati saling melekat sehingga membentuk gumpalan sehingga viskositasnya semakin meningkat. Dari segi tekstur, tepung porang merupakan yang paling baik, diikuti oleh tepung ubi jalar ungu. Keduanya menghasilkan kekenyalan, elastisitas, dan kestabilan tekstur bakso yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Anindyajati, M., Dwiloka, B., & Al-Baarri, A. (2022). Kekenyalan, kadar lemak, kadar protein dan mutu hedonik bakso daging kalkun (*Meleagris gallopavo*) berdasarkan potongan komersial karkas. *Jurnal Teknologi Pangan*, 6(2), 32-37. <https://doi.org/10.14710/jtp.2022.30119>
- Azizah, D. N., & Rahayu, A. O. (2018). Penggunaan Pati Ganyong (*Canna Edulis* Kerr) Pada Pembuatan Bakso Ikan Tenggiri. *Edufortech*, 3(1), 1-8. <https://doi.org/10.17509/edufortech.v3i1.13548>
- Bulkaini, B., Kisworo, D., Sukirno, S., Wulandani, R., & Maskur, M. (2020). Kualitas sosio daging ayam dengan penambahan tepung tapioka. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Indonesia (JITPI) Indonesian Journal of Animal Science and Technology*, 6(1), 10-15. <https://doi.org/10.29303/jitpi.v5i2.62>
- Dewi, N. R. K., & Widjanarko, S. B. (2015). Studi proporsi tepung porang: tapioka dan penambahan NaCl terhadap karakteristik fisik bakso sapi. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(3), 855-864.
- Dwijayanti, S., & Wibisono, Y. (2023). Pengaruh Substitusi Tepung Tapioka Dengan Tepung Talas Terhadap Karakteristik Fisik, Sensori, Dan Kimia Bakso Sapi: The Effect Of Substitution Of Tapioca Flour With Taro Flour On The Physical, Sensoric And Chemical Characteristics Of Beef Meatball. In *NaCIA (National Conference on Innovative Agriculture)* (pp. 262-273).
- Evadewi, F. D., Handayani, I., Tuswati, S., & Nurnaningsih, W. (2023). Pengaruh penambahan tepung talas beneng (*Xanthosoma undipes* K. Koch) terhadap warna,

- rasa dan kekenyalan bakso daging sapi. *MEDIA PETERNAKAN*, 25(2), 68-74.
<https://doi.org/10.63859/mp.v25i2.13>
- Hasnita, H., Halimah, H., & Jusniar, J. (2021). Pengaruh Penambahan Tepung Biji Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lamk.) sebagai Substitusi Tepung Tapioka terhadap Mutu Bakso Daging Ayam. *Jurnal Chemica*, 22(2), 1-11.
- Herlambang, F. P., Lastriyanto, A., & Ahmad, A. M. (2019). Karakteristik fisik dan uji organoleptik produk bakso tepung singkong sebagai substitusi tepung tapioka. *Journal of Tropical Agricultural Engineering and Biosystems-Jurnal Keteknikaan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 7(3), 253-258.
<https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2019.007.03.05>
- Hermanto, M. B., Widjanarko, S. B., Suprpto, W., & Suryanto, A. (2019). The design and performance of continuous porang (*Amorphophallus muelleri* blume) flour mills. *Int J Adv Sci Eng Inf Technol*, 9(6), 2021-2027.
- Indriani, D. W., Sugiarto, Y., & Hawa, L. C. (2020). Analisis fisikokimia chip dan tepung talas (*Colocasia esculenta*) pada perlakuan kadar air dan kecepatan penggilingan. *Journal of Tropical Agricultural Engineering and Biosystems-Jurnal Keteknikaan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 8(3), 208-216.
<https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2020.008.03.02>
- Lufiana, B., Mokoolang, S., Korompot, I., Fahrullah, F., & Amin, M. (2023). Penggunaan tepung porang sebagai substitusi tepung tapioka terhadap karakteristik fisik dan hedonik bakso ayam. *Jurnal Peternakan Lokal*, 5(1), 8-15.
<https://doi.org/10.46918/peternakan.v5i1.1626>
- Lukow, J. J., Ma'ruf, W., & Lontaan, N. N. (2025, August). Pengaruh Penggunaan Tepung Talas (*colocasia Esculenta*) Terhadap pH, Susut Masak, Daya Mengikat Air dan Kadar Air Nugget Ayam. In *Prosiding Seminar Nasional Fakultas Pertanian UNS* (Vol. 9, No. 1).
- Pasaribu, G., Waluyo, T. K., Hastuti, N., Pari, G., & Sahara, E. (2016). Pengaruh penambahan natrium bisulfit dan pencucian etanol bertingkat terhadap kualitas tepung porang (*Amorphophallus muelleri* Blume). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 34(3), 241-248.
- Pratiwi, N. M., Widiastuti, I., & Baehaki, A. (2016). Karakteristik fisiko-kimia dan sensori bakso ikan gabus (*Channa striata*) dengan penambahan genjer (*Limnocharis flava*). *Fishtech*, 5(2), 178-189.
- Putri, W. D. R., dan E. Zubaidah. (2017). *Pati: Modifikasi Dan Karakteristiknya*. Universitas Brawijaya Press, Malang.
- Sarassati, T., & Agustina, K. K. (2015). Kualitas Daging Sapi Wagyu dan Daging Sapi Bali yang Disimpan pada Suhu-19 oc. *Indonesia Medicus Veterinus*, 4(3), 178-185.
- Sembong, R. S., Peka, S. M., Kale, P. R., & Malelak, G. E. M. (2019). Kualitas sosis babi yang diberi tepung talas sebagai pengganti tepung tapioka. *Jurnal Nukleus Peternakan*, 6(1), 1-9. <https://doi.org/10.35508/nukleus.v6i1.1883>

Tarigan, N. N. (2020). Mutu bakso ikan kakap (*Lutjanus bitaeniatus*) dengan penambahan bubuk rumput laut (*Euchema cottoni*). *AGRISAINTEFIKA: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 4(2), 127-135. <https://doi.org/10.32585/ags.v4i2.894>

Pengaruh Penambahan Ekstrak Jahe (*Zingiber officinale*) terhadap Daya Simpan Keju

Muhammad Isa Al Haq^{1*}, Cathrine Ayu Kusuma¹, Dhika Adji Afinesta¹, Irfan Fadhlurrohman¹

¹Teknologi Hasil Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman
Email: muhammad.isa.a@mhs.unsoed.ac.id

Abstrak

Keju, sebagai produk olahan susu bernutrisi tinggi, menghadapi tantangan signifikan terkait daya simpannya akibat kerentanan terhadap kerusakan mikrobiologis dan oksidatif. Seiring meningkatnya preferensi konsumen terhadap produk alami, eksplorasi pengawet non-sintetis menjadi krusial. Jahe (*Zingiber officinale*), yang kaya akan senyawa bioaktif seperti gingerol, shogaol, dan minyak atsiri, telah diteliti potensinya sebagai agen pengawet alami. Tinjauan pustaka ini bertujuan untuk mensintesis dan mengevaluasi pengaruh penambahan ekstrak jahe (dalam bentuk ekstrak air, etanol, minyak, atau bubuk) terhadap parameter daya simpan keju. Studi literatur primer yang dianalisis secara konsisten menunjukkan bahwa ekstrak jahe memiliki kapabilitas antimikroba yang signifikan, efektif menghambat pertumbuhan beragam bakteri (termasuk patogen bawaan makanan seperti *E. coli* dan *S. aureus*) serta khamir dan kapang dalam matriks keju. Lebih lanjut, jahe teridentifikasi sebagai antioksidan potensial, mampu menekan laju oksidasi lipid dan mengurangi ketengikan, seringkali menunjukkan efikasi yang sebanding atau melampaui antioksidan sintetis. Meskipun demikian, dampak sensorik dari penambahan jahe bersifat variatif; konsentrasi tinggi atau bentuk ekstrak tertentu dapat menimbulkan atribut rasa atau aroma yang kurang disukai, sedangkan aplikasi pada level yang lebih rendah atau menggunakan ekstrak spesifik (misalnya etanolik) menunjukkan potensi akseptabilitas yang lebih baik.

Kata kunci: Keju, Jahe, Daya simpan, Antioksidan, Antimikroba

Abstract

Cheese, as a highly nutritious dairy product, faces significant challenges regarding its shelf life due to its susceptibility to microbiological and oxidative deterioration. With increasing consumer preference for natural products, the exploration of non-synthetic preservatives has become crucial. Ginger (*Zingiber officinale*), rich in bioactive compounds such as gingerols, shogaols, and essential oils, has been studied for its potential as a natural preservative agent. This literature review aims to synthesize and evaluate the effect of ginger extracts (in the form of aqueous, ethanolic, oil, or powdered extracts) on cheese shelf life parameters. The primary literature studies analyzed consistently indicate that ginger extracts possess significant antimicrobial capabilities, effectively inhibiting the growth of a wide range of bacteria (including foodborne pathogens such as *E. coli* and *S. aureus*) as well as yeasts and molds in cheese matrices. Furthermore, ginger has been identified as a potential antioxidant, capable of suppressing lipid oxidation and reducing rancidity, often showing comparable or superior efficacy to synthetic antioxidants. However, the sensory impact of ginger addition is variable; High concentrations or certain extract forms may produce less desirable flavor or aroma attributes, while applications at lower levels or using specific extracts (e.g., ethanolic) show potential for better acceptability.

Keywords: Cheese, Ginger, Shelf life, Antioxidant, Antimicrobial

PENDAHULUAN

Produk olahan susu yang banyak digemari oleh berbagai kalangan usia salah satunya ialah keju. Berdasarkan data USDA (*United States Department of Agriculture*), (2024) bahwa total konsumsi keju di dunia mengalami peningkatan sebesar 0,7%, yang sebelumnya hanya 21,3 juta ton, kini menjadi 21,6 juta ton pada tahun 2024. Keju merupakan produk pangan yang kaya akan protein, lemak, kalsium, fosfor, besi, riboflavin, dan vitamin. Keju memiliki kandungan gizi tinggi karena mengandung vitamin A, B, dan D serta mineral fosfor dan kalsium yang penting untuk tubuh. Bahan dasar dari pembuatan keju adalah susu. Susu merupakan salah satu produk peternakan yang mudah rusak dan basi. Pengolahan susu menjadi keju sangat berguna agar daya simpan susu menjadi lebih lama sekaligus menambah nilai guna susu (Saputri *et al.*, 2025). Keju diperoleh dari produk olahan susu yang dihasilkan dari hasil penggumpalan protein oleh *rennet*.

Pembuatan keju pada umumnya melibatkan tahap pasteurisasi, penambahan starter bakteri asam laktat, koagulasi, pemotongan dadih, pengepresan, dan pematangan. Penambahan jahe dapat dilakukan tergantung pada tujuan yang ingin dicapai, peningkatan cita rasa atau peningkatan daya simpan. Senyawa aktif dalam jahe berpotensi mempengaruhi proses fermentasi dengan cara menghambat atau memperlambat pertumbuhan mikroba tertentu, termasuk bakteri starter (Malomo *et al.*, 2020). Penambahan tersebut dapat menimbulkan perubahan pada keasaman, tekstur, dan warna keju. Perlu dilakukan kajian untuk menentukan konsentrasi jahe yang sesuai agar tidak mengganggu proses fermentasi, tetapi tetap memberikan efek positif terhadap kualitas keju.

Kualitas keju dipengaruhi dari berbagai faktor yaitu kadar air, kandungan lemak, protein, keasaman, serta karakteristik sensori seperti rasa, aroma, dan tekstur. Penambahan jahe dapat mempengaruhi beberapa faktor tersebut karena adanya interaksi antara senyawa bioaktif jahe dengan komponen susu. Jahe merah (*Zingiber officinale var. rubrum*) termasuk ke dalam famili *Zingiberaceae* dan merupakan salah satu rempah yang banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia (Siregar *et al.*, 2022). Rimpang jahe memiliki aktivitas enzim *zingibain* yang cukup tinggi terhadap protein yaitu sebesar 9,44 U/mg. Penggunaan jahe sebagai agen koagulasi susu telah banyak diteliti dan berpotensi sebagai agen koagulasi alternatif, namun rasa yang pedas dalam jahe serta wangi khas jahe yang menyengat akan mengurangi nilai akseptabilitas terhadap *fresh cheese* yang dihasilkan sehingga konsentrasi penggunaan enzim *zingibain* disarankan dalam kadar yang rendah (Putri *et al.*, 2020).

Penelitian ini secara umum bertujuan untuk mengkaji dan mengevaluasi pengaruh penambahan ekstrak jahe (*Zingiber officinale*) terhadap daya simpan keju. Fokus utama penelitian ini adalah menilai kemampuan senyawa bioaktif jahe dalam menekan pertumbuhan mikroorganisme pembusuk, menghambat oksidasi lemak, serta mempertahankan mutu fisik dan sensori keju. Hasil kajian ini diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan teknologi pengawetan alami pada produk olahan susu yang lebih aman, fungsional, dan disukai konsumen.

Pengenalan dan Kandungan Nilai Gizi Jahe (*Zingiber officinale*)

Jahe (*Zingiber officinale*) merupakan tanaman herba aromatik abadi dari keluarga *Zingiberaceae*. Tanaman ini telah lama digunakan dalam praktik pengobatan herbal untuk mengobati berbagai kondisi seperti radang sendi, kondisi rheumatologist, dan ketidaknyamanan otot. Jahe juga telah disarankan untuk pengobatan aterosklerosis, sakit kepala migrain, kolesterol tinggi, bisul, depresi, dan impotensi (El-Zawahry and El-Wahed 2018). Kegunaan jahe selain untuk pengobatan, jahe juga dihargai di seluruh dunia sebagai bumbu masak yang penting. Secara keseluruhan, jahe memiliki berbagai macam keunggulan dalam aroma, nutrisi, dan aktivitas farmakologi.

Jahe terdiri dari banyak senyawa metabolik sekunder, termasuk terpena dan zat resin oleoresin. Zat resin oleoresin ini, yang mencapai persentase (4-10%), ditandai dengan rasa yang menyengat dan mencakup senyawa fenolik utama seperti gingerol dan shogaol. Senyawa fenolik ini (termasuk gingerol, paradol, dan shogaol) diketahui dapat menurunkan anti aterosklerosis, inflamasi, angiogenesis, dan stres oksidatif. Jahe juga mengandung minyak atsiri, yang sebagian besar terdiri dari terpena, dengan rasio 0,25% hingga 3,3% (Alneamah *et al.* 2024). Aroma atau bau dari jahe berasal dari campuran senyawa zingeron, shogaol, dan minyak atsiri tersebut.

Rimpang jahe juga mengandung enzim protease spesifik yang disebut sebagai *zingibain*. Protease jahe (*zingibain*) ini merupakan protease sistein yang ditandai dengan residu sistein pada pusat aktif enzim. Enzim protease dalam jahe ini mampu mengubah susu dari cair menjadi semi padat seperti puding, sehingga berpotensi sebagai koagulan susu. Jahe juga memiliki kandungan nutrisi dasar seperti protein, dimana jahe merah dilaporkan mengandung 9% kandungan protein. Selain itu, jahe mengandung nutrisi lain seperti karbohidrat (1,07 g), serat (0,12 g), lemak (0,05 g), dan gula (0,1 g) per 4,8 g kalori.

Tabel 1. Kandungan Gizi Jahe

Kandungan gizi	Kandungan nilai gizi (g)
Lemak (g)	0,05
Karbohidrat (g)	1,07
Protein (g)	00,11
Serat (g)	0,12
Gula (g)	0,1
Referensi (Wulandari dan Suwartono 2022)	

DIVERSIFIKASI KEJU DENGAN JAHE

Diversifikasi keju dengan jahe menawarkan potensi signifikan dalam pengawetan alami dan perpanjangan masa simpan produk. Kerusakan mikroba merupakan salah satu masalah utama dalam pembuatan keju, yang dapat menurunkan keamanan dan memperpendek umur simpan produk (Aldhalemi, 2024). Jahe (*Zingiber officinale*) memiliki aplikasi biologis yang penting, termasuk peran efektifnya sebagai antioksidan dan agen antibakteri. Sifat antimikroba ini dikaitkan dengan komponen aktif jahe seperti minyak atsiri, senyawa fenolik (termasuk gingerol dan shogaol), dan antioksidan. Penelitian telah mengkonfirmasi bahwa berbagai ekstrak jahe (minyak, alkohol, dan air) mampu mengurangi pertumbuhan patogen bawaan makanan seperti *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, dan *Enterococcus faecalis*.

Penggunaan ekstrak jahe sebagai aditif alami bertujuan untuk menstabilkan komposisi keju dan memperpanjang umur simpannya. Aktivitas antimikroba dari ekstrak minyak jahe bekerja dengan menghambat perkembangan mikroba, yang sangat mempengaruhi keamanan dan nilai gizi produk. Selain bakteri, penggunaan jahe juga dilaporkan secara umum mengurangi jumlah jamur total pada keju selama penyimpanan. Sebuah studi tentang keju mentah Nigeria (Wara) menemukan bahwa pengawetan dengan jahe, baik dengan atau tanpa asam sorbat, secara signifikan mengurangi beban mikroba selama periode penyimpanan. Jahe juga telah dilaporkan efektif mengurangi populasi bakteri dalam yoghurt dan keju lunak (Malomo *et al.*, 2020).

Pertumbuhan mikroba dapat dihambat dari ekstrak jahe juga terbukti meningkatkan stabilitas oksidatif keju. Keju yang dibuat dengan ekstrak jahe berair atau etanol menunjukkan nilai peroksida yang jauh lebih rendah dibandingkan keju kontrol pada akhir periode penyimpanan. Penelitian yang memantau keju lunak yang diperkaya ekstrak jahe berair (3% dan 6%) menunjukkan bahwa keju tersebut dapat disimpan setidaknya selama 15 hari pada suhu (5±1)°C. Studi lain mencatat bahwa kombinasi jahe dan penyimpanan berpendingin dapat memperpanjang umur simpan keju mentah selama tiga

minggu. Dengan demikian, penambahan ekstrak minyak jahe menawarkan cara alami untuk menghambat mikroorganisme dan memperpanjang daya simpan produk keju (Zawahry & Wahed 2018).

Tabel 2. Kumpulan Berbagai Penelitian Terkait Diversifikasi Produk Keju dengan Penambahan Jahe

Jenis Keju lunak	Bahan baku Susu bubuk	Konsentrasi Penambahan rennet keju + bakteri probiotik + jahe 6%	Hasil Penambahan jahe 6% meningkatkan daya simpan sebesar 0,48, 0,48, 0,49, 0,49 untuk periode penyimpanan 1,5,10,dan 15 hari.	Referensi (Alneamah <i>et al.</i> , 2024).
Keju lunak	Susu kerbau	Ekstrak etanol jahe rasio 1%	Penambahan etanol jahe rasio 1% dapat meningkatkan daya simpan keju.	(Zawahry <i>et al.</i> , 2018).
Keju halloumi	Susu	Gliserin 10% dari total Bahan, ekstrak jahe merah 100 ml, aquades 750 ml, serta CMC sebanyak 2% untuk pembuatan edible film	Penambahan penambahan ekstrak jahe merah 100 ml dalam pembuatan edible film berpengaruh terhadap peningkatan daya simpan.	(Hendrasty <i>et al.</i> , 2022).
Keju tallaga	Susu kerbau	propolis (5%), minyak atsiri cengkeh, jahe dan bawang putih 0,5%.	Penambahanpropolis (5%), minyak atsiri cengkeh, jahe dan bawang putih 0,5% dapat meningkatkan umur simpan keju tallaga.	(Saleh <i>et al.</i> , 2020).

Keju kariesh	Susu skim kerbau	1-3% bubuk rimpang jahe	penambahan 2% atau 3% bubuk rimpang jahe meningkatkan umur simpan keju kariesh.	(El-zawahry <i>et al.</i> , 2018).
Keju Domiati	Susu sapi	5-10% propolis, 0,5% jahe dan 0,5% thyme.	Penambahan 5- 10% propolis, 0,5% jahe dan 0,5% thyme Dapat meningkatkan masa simpan keju domiati hingga 60 hari pematangan.	(Saleh <i>et al.</i> , 2019).

KESIMPULAN DAN SARAN

Tinjauan terhadap berbagai penelitian secara konsisten menunjukkan bahwa penambahan ekstrak jahe (*Zingiber officinale*) memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan daya simpan keju, terbukti dari kemampuannya menekan pertumbuhan mikroorganisme pembusuk dan patogen serta perannya sebagai agen antioksidan alami yang efektif memperlambat ketengikan lemak, seringkali setara dengan aditif sintetis. Meskipun potensi pengawetannya jelas, pengaruh jahe terhadap atribut sensori keju menunjukkan variasi signifikan yang bergantung pada jenis dan konsentrasi ekstrak, menjadi tantangan utama dalam aplikasinya karena potensi munculnya rasa atau aroma khas jahe yang kurang dikehendaki pada level tertentu, namun juga terdapat potensi peningkatan profil sensorik pada kondisi aplikasi yang tepat. Berdasarkan temuan ini, disarankan agar penelitian lanjutan difokuskan pada optimalisasi formulasi ekstrak jahe untuk berbagai tipe keju guna memaksimalkan potensi pengawetan tanpa mengorbankan akseptabilitas sensorik, termasuk eksplorasi strategi mitigasi dampak sensorik seperti enkapsulasi atau kombinasi sinergis, investigasi lebih mendalam mengenai mekanisme interaksi komponen jahe dengan matriks keju selama produksi dan pematangan, yang kesemuanya perlu divalidasi melalui studi penerimaan konsumen skala luas untuk memastikan kelayakan praktis dan komersial inovasi keju berjahe di pasaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldhalemi, A. A. (2024). Ginger Infusion: Unveiling the Potential of Natural Additives in Cheese Production. *International Journal of Agriculture and Food Science*, 6(1), 117-126.
- Alneamah, S. J. A., Aldhalemi, A. A. J., Al-Jannah, S. M., & Gazal, M. M. A. (2024). Using Ginger Extract to Prolong the Shelf Life of Soft Cheese. *Euphrates Journal of Agricultural Science*, 16(2), 402–413.
- El-Zawahry, A. A., & Abd El-Wahed, E. M. (2018). Effect of Ginger Rhizomes Extracts on Keeping Quality and Oxidative Stability of UF-White Soft Cheese. *Journal of Food and Dairy Sciences*, 9(9), 333–338.
- El-Zawahry, A. A., Hashem, M. I., & Khalifa, S. A. (2018). Improving the Quality and Shelf Life of Kariesh Cheese by Addition of Ginger Rhizomes (*Zingiber officinale*) Powder. *Journal of Applied Sciences*, 33(7), 111–122.
- Hendrasty, H. K., Rahayu, W. T., & Marsudi, F. (2022). Efektivitas Edible Efektivitas Edible Film dari Whey Keju “Mozarella” Terhadap Sifat Fisik dan Kimia Keju “Halloumi” “Dan Keju “Mozarella” yang Disimpan pada Suhu Ruang. *Jurnal Agroekoteknologi Terapan*, 3(2), 229–237.
- Malomo, A., Olaniyi, O., & Abiose, S. (2020). Effect of Preservative and Storage Condition on Microorganisms in Nigerian Unripened Cheese (Wara). *Ife Journal of Technology*, 27(1), 1-5.
- Putri, S. Y. V., Putranto, W. S., & Pratama, A. (2020). Sifat fisik dan Akseptabilitas Keju yang Ditambahkan CaCl₂ Menggunakan Ekstrak Jahe Merah. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 22(1), 29–37.
- Saputri, R. D., Herdyastuti, N., Sutoyo, S., Cahyaningrum, S. E., Kusumawati, N., Sidiq, M. N., Listiandari, I. F., Setiawan, A. R., & Jusman, N. H. (2025). Edukasi olahan susu sapi menjadi keju guna peningkatan gizi dan diversifikasi produk pada pekerja migran Indonesia di Singapura. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 8(6), 2231–2237.
- Saleh, A., Abd El-Malek, F., & Moussa, M. (2020). Extended Shelf Life of Tallaga Cheese by Natural Preservatives. *Journal of Productivity and Development*, 25(1), 25–37.
- Saleh, K. A., & Khalil, O. S. F. (2019). Extension Shelf Life of Domiati Cheese made by Using Some of Natural Preservatives. *Assiut Journal of Agricultural Sciences*, 50(1), 1–14.
- Siregar, P. N. B., Pedha, K. I. T., Resmanto, K. F. W., Chandra, N., Maharani, V. N., & Riswanto, F. D. O. (2022). Kandungan Kimia Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. Rubrum) dan Pembuktian In Silico sebagai Inhibitor SARS-CoV-2. *Jurnal Pharmascience*, 9(2), 185–200.
- USDA (United States Department of Agriculture). (2024). Food Data Central Agricultural Research Service.

Review: Diversifikasi Produk Telur Pindang yang dibuat dengan Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.) sebagai Penyamak

Ardino Akbar Santoso¹, Diana Nailatul Nabila¹, Muhammad Nur Ihsan¹, Irfan Fadhlurrohman^{1*}

¹Teknologi Hasil Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman
Email: ardinoakbar@gmail.com

Abstrak

Telur menjadi sumber protein yang disukai oleh masyarakat karena memiliki kualitas protein yang tinggi dan harga yang murah. Penyimpanan telur yang tidak tepat, dapat menyebabkan kualitas telur menjadi rusak. Salah satu metode preservasi untuk meningkatkan daya simpan telur adalah dengan mengolahnya menjadi telur pindang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh diversifikasi daun jambu biji sebagai penyamak terhadap karakteristik telur pindang yang dihasilkan. Dalam beberapa riset sebelumnya, menunjukkan bahwa daun jambu biji mampu menjadi penyamak alami yang baik dan berpengaruh nyata terhadap daya simpan telur, kualitas fisik, dan kualitas kimianya. Diversifikasi produk telur pindang dengan pemanfaatan daun jambu biji sebanyak 5 - 15% terbukti memperpanjang masa simpan telur pindang serta mampu menurunkan jumlah bakteri patogen pada telur pindang. Kandungan tanin pada daun jambu biji berperan dalam koagulasi (penggumpalan) protein di permukaan dan bagian dalam telur, sehingga mampu mempertahankan tekstur sekaligus memperpanjang daya simpan produk dengan menghambat pertumbuhan bakteri. Berdasarkan tinjauan literatur, diversifikasi produk telur pindang dengan penambahan daun jambu biji menjadi inovasi dalam preservasi pangan, sehingga memiliki daya simpan yang lebih lama.

Kata kunci: Diversifikasi, Telur pindang, Daun jambu biji, Preservasi

Abstract

Eggs are a widely consumed source of high-quality protein at a relatively low cost, yet improper storage can lead to quality degradation. Processing eggs into pindang eggs is a traditional preservation method that can extend shelf life. This study investigates the effect of guava leaf diversification as a natural tanning agent on the characteristics of pindang eggs. Previous research indicates that tannins in guava leaves facilitate protein coagulation and exhibit antimicrobial activity, thereby improving shelf stability and maintaining product texture. The addition of 5–15% guava leaf extract in the pindang process effectively prolongs shelf life and reduces pathogenic bacterial counts. Therefore, incorporating guava leaves represents an innovative and natural approach to enhancing the physicochemical quality and microbial safety of pindang eggs.

Keywords: Diversification, Pindang Eggs, Guava Leaves, Preservation

PENDAHULUAN

Telur merupakan salah satu bahan pangan hewani yang memiliki nilai gizi tinggi dan mudah diperoleh di pasaran. Telur banyak dikonsumsi oleh masyarakat karena kandungan nutrisinya yang lengkap, meliputi protein, lemak, vitamin, dan mineral yang dibutuhkan tubuh untuk pertumbuhan dan pemeliharaan jaringan (Wulandari and Arief, 2022). Berdasarkan data World Egg Organisation, rata-rata konsumsi telur di dunia tahun 2025 sekitar 161 butir per orang per tahun. Telur memiliki daya cerna yang tinggi, sehingga menjadi sumber protein hewani yang efisien dan ekonomis dibandingkan dengan daging atau susu. Komposisi kimia telur ayam terdiri dari air sekitar 73,6%, protein 12,8%, lemak 11,8%, karbohidrat 1,0%, dan komponen lainnya 0,8%. *Food and Agricultural Organization* (2013) menyebut telur merupakan salah satu produk unggas yang memiliki kandungan nutrient yang lengkap meliputi lysine, metionin, tryptophan, threonine, niacin, folic acid, B12, vitamin K, yodium, besi, zink, lisin, triptofan, thereonin dan metionin yang merupakan asam amino esensial yang berperan penting bagi metabolisme tubuh.

Telur merupakan bahan pangan yang mudah mengalami penurunan mutu karena pengaruh faktor fisik, kimia, dan mikrobiologis (Worang *et al.*, 2022). Kerusakan fisik pada telur terjadi akibat keluarnya air, karbondioksida, amonia, nitrogen, serta hidrogen sulfida dari bagian dalam telur. Lama penyimpanan menjadi penentu utama terhadap kualitas telur karena semakin lama telur disimpan maka kesegarannya akan berkurang. Telur yang diletakkan pada suhu ruang hanya mampu bertahan sekitar 10 sampai 14 hari dengan risiko terjadinya penguapan air melalui pori kulit telur. Penguapan tersebut menyebabkan berat telur menurun, komposisi kimia berubah, serta bagian dalam telur menjadi encer. Kerusakan fisik yang muncul selama penyimpanan mempercepat pertumbuhan mikroorganisme dan menimbulkan perubahan kimia pada telur. Upaya pengawetan melalui pengolahan menjadi telur pindang dapat dilakukan untuk memperpanjang masa simpan sekaligus menjadi bentuk penganekaragaman produk telur (Nusi *et al.*, 2020).

Telur pindang dikenal sebagai hasil olahan telur yang berasal dari Tiongkok dan memiliki ciri khas pada warna, aroma, serta rasanya. Produk ini telah menyebar ke berbagai wilayah Asia dengan perbedaan bahan dan teknik pengolahan sesuai daerah masing-masing. Pengembangan bahan tambahan terus dilakukan untuk memperoleh cita rasa yang lebih baik dan meningkatkan ketahanan simpan telur pindang. Salah satu bahan yang sering digunakan adalah daun jambu biji karena mengandung senyawa tanin yang berfungsi sebagai zat penyamak kulit telur. Senyawa tersebut membantu memperkuat lapisan luar

telur sehingga mampu memperlambat proses kerusakan. Tujuan dari kajian ini yaitu mengumpulkan berbagai hasil penelitian yang meneliti pengaruh variasi konsentrasi serta penambahan daun jambu biji terhadap kualitas dan daya simpan telur pindang.

METODE PENULISAN

Artikel ditulis didasarkan pada kajian beberapa literatur yang tersedia secara online. *Google scholar* digunakan sebagai sumber utama dengan menggunakan kata kunci telur pindang, daun jambu biji, tanin, dan penyamak. Tabel disajikan melalui data yang telah dikumpulkan dan dianalisis. Data-data tersebut dibandingkan dan dijelaskan secara deskriptif untuk mengumpulkan informasi mengenai penggunaan daun jambu biji (*Psidium guajava L.*) sebagai penyamak telur pindang dengan konsentrasi yang berbeda.

Pengenalan dan Kandungan Nilai Gizi Daun Jambu Biji (*Psidium guajava L.*)

Daun jambu biji (*Psidium guajava L.*) dikenal luas di Indonesia sebagai tanaman obat yang mudah ditemukan dan tumbuh di berbagai daerah tropis terutama di Indonesia. Daun jambu biji telah lama dimanfaatkan masyarakat sebagai bahan pengobatan tradisional karena terdapat kandungan zat bioaktif seperti tanin, flavonoid, saponin, dan minyak atsiri di dalamnya (Tampubolon *et al.*, 2023). Daun jambu biji mengandung polifenol, flavonoid, tanin, dan karoten dengan kadar tanin melalui ekstraksi maserasi mencapai 8,34% (Marbelina, 2024).

Tanin berperan dalam koagulasi (penggumpalan) protein di permukaan dan bagian dalam telur, sehingga mampu mempertahankan tekstur sekaligus memperpanjang daya simpan produk dengan menghambat pertumbuhan bakteri. Minyak atsiri juga membantu mengurangi aroma amis khas telur dan meningkatkan mutu sensori, termasuk aroma dan rasa (Lestari *et al.*, 2022).

Tabel 1. Kandungan Gizi Daun Jambu Biji

Kandungan gizi		Nilai	
Energi (kkal)	-	-	290,2
Lemak (g)	0,62	1,37	5,05
Karbohidrat (g)	12,74	54,53	38,23
Protein (g)	18,53	18,64	-
Refrensi	(Kumar <i>et al.</i> , 2021)	(Offor, 2015)	(Bogha <i>et al.</i> , 2020)

DIVERSIFIKASI BERBAGAI KONSENTRASI DAUN JAMBU BIJI PADA TELUR PINDANG

Pengolahan telur pindang dilakukan melalui proses perpaduan penggaraman dan perebusan. Proses pemasakan telur pindang biasanya melibatkan berbagai rempah seperti bawang merah, bawang putih, daun sereh, daun salam, serta penambahan garam. Seiring waktu, semakin banyak bahan tambahan yang digunakan, khususnya berbagai jenis daun, yang ditujukan untuk mempengaruhi karakter fisik dan kimia dari telur.

Telur pindang yang berkualitas umumnya memiliki ciri kulit atau cangkang dengan warna coklat gelap merata, dan bagian dalam telur telah matang secara sempurna. Salah satu tujuan pembuatan telur pindang adalah untuk memperpanjang daya simpan telur segar.

Penggunaan daun jambu biji dalam proses pembuatan telur pindang dapat memberikan pengaruh terhadap sifat fisik dan kimia telur, meliputi tekstur, warna, dan aroma, serta komposisi kimia seperti kadar lemak, pH, dan kadar tanin.

Tabel 2. Kumpulan Beragam Penelitian Terkait Diversifikasi Produk Telur Pindang dengan Pemanfaatan Daun Jambu Biji

Bahan baku	Konsentrasi	Hasil	Refrensi
Telur itik	0 - 3% Ekstrak Daun Jambu Biji	Berdasarkan pengujian hidronik, penambahan ekstrak daun jambu biji pada konsentrasi 3% (TP3) paling disukai panelis terkait warna dan aroma khas telur pindang itik.	(Saputra <i>et al.</i> , 2023)
Telur ayam ras	2,5 - 7,5% Ekstrak Daun Jambu Biji	Dari segi fisik dan kimia, penggunaan ekstrak jambu biji 7,5% dan NaCl 7,5 gram menghasilkan kualitas sifat telur pindang ayam terbaik.	(Nusi <i>et al.</i> , 2020)
Telur ayam ras	0 - 8% Ekstrak Daun Jambu Biji	Variasi penggunaan ekstrak daun jambu biji berpengaruh nyata terhadap kadar air, protein, tanin, tekstur, warna, aroma, sedangkan kadar lemak telur pindang tidak berbeda signifikan.	(Wulansari, 2020)

Bahan baku	Konsentrasi	Hasil	Refrensi
Telur ayam ras	5 - 15% Ekstrak Daun Jambu Biji	Penambahan ekstrak daun jambu biji 15% terbukti memperpanjang masa simpan telur pindang hingga 9 hari, serta mampu menurunkan jumlah bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> pada produk telur pindang.	(Hanurawaty <i>et al.</i> , 2024)

Menurut pernyataan Saputra *et al.* (2023) bahwa aroma daun dan rasa sepat pada telur pindang yang disamak dengan jambu biji, berkorelasi positif terhadap konsentrasi ekstrak daun jambu biji yang diberikan. Hal tersebut diperkuat dengan pernyataan Wulansari (2020) rasa sepat pada telur pindang akan terasa seiring dengan penambahan kadar daun jambu biji yang semakin meningkat.

KESIMPULAN

Produk olahan telur pindang dengan pembeian tambahan daun jambu biji telah menunjukkan peningkatan kualitas baik secara fisik, kimia, maupun daya simpan produk. Kandungan senyawa bioaktif seperti tanin, flavonoid, dan polifenol dalam daun jambu biji turut berkontribusi dalam menjaga tekstur, memperbaiki warna serta aroma, sekaligus memberikan perlindungan terhadap kontaminasi mikroorganisme. Diversifikasi proses pengolahan telur dengan memanfaatkan ekstrak daun jambu biji menjadi salah satu alternatif inovasi pangan yang mampu menghasilkan produk dengan daya simpan tinggi sehingga memungkinkan produk pangan untuk tetap layak konsumsi, mengurangi risiko pertumbuhan mikroorganisme patogen, serta meminimalkan terjadinya kerusakan fisik dan kimia akibat proses penyimpanan. Penelitian-penelitian yang telah dilakukan membuktikan bahwa konsentrasi optimal penambahan daun jambu biji dapat meningkatkan aktivitas antibakteri, memperpanjang daya simpan, dan meningkatkan kualitas sensori telur pindang. Berdasarkan ulasan literatur dan pembahasan yang telah dipaparkan, penggunaan daun jambu biji dalam pengolahan telur pindang dapat direkomendasikan sebagai upaya inovasi dalam pengembangan produk olahan telur yang unggul dari segi mutu dan keamanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bogha, Sawate, Kshirsagar, & Bocharé. (2020). Studies On Physical, Chemical And Mineral Evaluation Of Guava (*Psidium Guajava L.*). The Pharma Innovation Journal, 9(3), 117–119. <http://www.thepharmajournal.com>
- Hanurawaty, N., Djuhriah, N., Septiati, Y., & Fikri, E. (2024). Pemanfaatan Daun Jambu Biji (*Psidium guajava L*) Terhadap Penurunan Angkat *Staphylococcus aureus* Pada Pindang Telur. Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung, 16(2), 454–465. <https://doi.org/10.34011/juriskesbdg.v16i2.2561>
- Kumar, M., Tomar, M., Amarowicz, R., Saurabh, V., Sneha Nair, M., Maheshwari, C., Sasi, M., Prajapati, U., Hasan, M., Singh, S., Changan, S., Prajapat, R. K., Berwal, M. K., & Satankar, V. (2021). Guava (*Psidium guajava L.*) leaves: Nutritional composition, phytochemical profile, and health-promoting bioactivities. In Foods (Vol. 10, Issue 4). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/foods10040752>
- Lestari, R., Eny Mudawaroch, R., Pertanian, F., & Muhammadiyah JIKHAhmad Dahlan No, U. (2022). Pengaruh Perebusan Telur Pindang Telur Ayam Ras dengan Penggunaan bahan penyamak Daun Jambu Biji (*Psidium guajava L.*) dan Daun Jati (*Tectona grandis*) terhadap Kualitas Organoleptik The Effect of Teak (*Tectona grandis*) and Guava (*Psidium guajava L.*) Leaves on The Quality of Pindang Eggs. 7(1), 14–23. <http://jurnal.umpwr.ac.id/index.php/jrap>
- Marbelina, N. (2024). Penentuan Kadar Tanin Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium guajava Linn.*) Menggunakan Spektrofotometri UV-VIS. Universitas Tudalako.
- Nusi, S., Rotinsulu, M. D., Tamasoleng, M., & Hadju, R. (2020). Kualitas Fisik dan Kimia Telur Pindang Menggunakan Daun Jambu Biji (*Psidium Guava L*) Serta Garam NaCl dengan Konsentrasi Berbeda (Vol. 40, Issue 2).
- Offor, C. E. (2015). Phytochemical and Proximate Analyses of *Psidium Guajava* Leaves. In Quest Journals Journal of Research in Pharmaceutical Science (Vol. 2, Issue 6). www.questjournals.org
- Saputra, W., Anggrayni, Y. L., & Anwar, D. P. (2023). PEengaruh Penambahan Level Daun Jambu Biji Terhadap Kualitas Hedonik Telur Itik Pindang. 12(1).
- Tampubolon, L., Ngadiwiyana, Ismiyarto, & Purboswatinigrum. (2023). Penentuan Kandungan Total Flavonoid dan Fenolik Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium Guajava L.*) dan Uji Aktivitas Antioksidan Menggunakan Metode DPPH. Jurnal Penelitian Saintek, 1(1). <https://doi.org/10.21831/jps.v1i1.58488>
- Worang, P., Sondakh, E. H. B., Palar, C. K. M., Rumondor, D. B. J., Wahyuni, I., Peternakan, F., Sam, U., Manado, R., & Korespondensi, *. (2022). Kualitas telur ayam ras yang dijual di pasar tradisional dan pasar modern Kota Manado (Vol. 42, Issue 1).
- World Egg Organisation. (n.d.). Global Egg Production Continues To Grow. <https://www.worldeggorganisation.com/Id/Resource/Global-Egg-Production-Continues-to-Grow/>.
- Wulandari, Z., & Arief, I. (2022). Review: Tepung Telur Ayam: Nilai Gizi, Sifat Fungsional dan Manfaat. Jurnal Ilmu Produksi Dan Teknologi Hasil Peternakan, 10(2), 62–68. <https://doi.org/10.29244/jipthp.10.2.62-68>

Wulansari, S. (2020). Formulasi Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.) Terhadap Karakteristik Fisiokimia dan Organoleptik Telur Pindang. Jurnal Teknologi Pangan Dan Hasil Pertanian, 15(1).
<https://doi.org/10.26623/jtphp.v13i1.1845.kodeartikel>

Pengaruh Perbedaan Media dan lama Pemeraman terhadap Karakteristik dan Nilai Kesukaan Telur Asin

Muhamad Ikhlas Nur Falaqi^{1*}, Arga Mandala Putra Ferdiawan¹, Aqna Bibatul Hakim¹, Irfan Fadhlurrohman¹

¹Teknologi Hasil Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman
Email: mikhlas279@gmail.com

Abstrak

Telur asin merupakan salah satu bentuk diversifikasi produk hasil ternak yang banyak diminati masyarakat karena memiliki cita rasa gurih khas serta daya simpan yang lebih lama dibandingkan telur segar. Kualitas akhir telur asin sangat bergantung pada jenis media pengasin dan durasi pemeraman yang diterapkan selama proses pengolahan. Kajian ini bertujuan untuk menganalisis secara komprehensif pengaruh variasi media serta lama pemeraman terhadap sifat fisik, kimia, dan tingkat kesukaan konsumen terhadap telur asin melalui telaah pustaka berbagai hasil penelitian nasional maupun internasional. Metode yang digunakan berupa studi literatur dengan menelusuri artikel ilmiah yang diperoleh dari database *Google Scholar*, *ScienceDirect*, dan *ResearchGate* yang diterbitkan pada rentang waktu 2015–2025. Berdasarkan hasil analisis, diketahui bahwa penggunaan media pengasin seperti campuran abu kayu, kapur, abu-garam, serta penambahan bahan alami seperti kulit kayu galem dan sabut kelapa mampu memengaruhi warna, aroma, dan kemasiran kuning telur secara signifikan. Sementara itu, waktu pemeraman optimal berkisar antara 12–14 hari karena mampu menghasilkan telur asin dengan rasa asin yang seimbang, tekstur kenyal, serta warna kuning telur yang cerah dan menarik secara organoleptik. Pemeraman yang melebihi durasi tersebut cenderung menyebabkan rasa terlalu asin dan tekstur yang keras. Secara keseluruhan, kombinasi media abu kayu-kapur atau abu-garam dengan lama pemeraman sekitar dua minggu direkomendasikan untuk memperoleh mutu telur asin yang unggul. Kajian ini diharapkan dapat menjadi referensi ilmiah dalam pengembangan inovasi teknologi pengolahan telur asin yang bernilai fungsional tinggi dan berorientasi pada keberlanjutan.

Kata kunci: Telur asin, Media pemeraman, Lama pemeraman, Karakteristik fisik, Nilai kesukaan

Abstract

Salted eggs are one of the most popular livestock-derived processed products due to their distinctive savory flavor and longer shelf life compared to fresh eggs. The final quality of salted eggs is largely influenced by the type of curing medium and the duration of salting applied during processing. This study aims to comprehensively analyze the effects of different curing media and curing durations on the physical, chemical, and sensory characteristics of salted eggs through a literature review of various national and international research findings. The review was conducted using a literature study approach by collecting scientific articles from databases such as Google Scholar, ScienceDirect, and ResearchGate, published between 2015 and 2025. The results showed that the use of curing media such as wood ash, lime, and salt-ash mixtures, as well as the addition of natural materials like galem bark and coconut husk, significantly affects the color, aroma, and oil exudation level of the yolk. Meanwhile, an optimal curing duration of 12–14 days produced salted eggs with a balanced salty taste, chewy texture, and bright yellow yolk that were highly preferred by panelists. Prolonged curing time tends to result in a hard texture and excessively salty flavor. Overall, a combination of wood ash-lime or salt-ash media with a curing duration of about two weeks is recommended to achieve the best quality salted eggs. This review is expected to serve as a scientific reference for developing sustainable and functionally valuable innovations in salted egg processing.

Keywords: Salted egg, Curing media, Curing duration, Physical characteristics, Sensory preference

PENDAHULUAN

Telur merupakan salah satu hasil ternak yang memiliki nilai gizi tinggi karena mengandung protein hewani dengan mutu biologis yang sangat baik serta dilengkapi dengan asam amino esensial yang dibutuhkan tubuh. Meskipun demikian, telur tergolong bahan pangan yang mudah rusak akibat aktivitas enzim dan mikroorganisme. Oleh karena itu, upaya pengawetan diperlukan untuk menjaga mutu serta memperpanjang masa simpannya (Nur'aini *et al.*, 2020). Salah satu teknik pengawetan tradisional yang banyak diterapkan adalah proses pengasinan. Metode ini tidak hanya berfungsi untuk memperpanjang umur simpan telur, tetapi juga memberikan karakteristik khas berupa perubahan pada cita rasa, warna, dan tekstur yang meningkatkan daya tarik produk (Fatwa *et al.*, 2020). Dengan demikian, penting untuk memahami faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan proses pengasinan, seperti jenis media pemeraman dan lama waktu pemeraman, agar dihasilkan telur asin dengan mutu yang optimal.

Beragam media pemeraman telah digunakan dalam proses pengasinan telur, seperti penggunaan abu gosok, serbuk batu bata, tanah liat, maupun perendaman dalam larutan garam. Setiap media tersebut memiliki karakteristik yang berbeda dalam memengaruhi laju penetrasi garam ke dalam telur. Penelitian oleh Xiao *et al.* (2023) mengungkapkan bahwa variasi jenis media pemeraman dapat mempercepat proses penyerapan garam dan menurunkan kadar air pada telur secara signifikan. Perbedaan tersebut berimplikasi terhadap perubahan warna kuning telur, tingkat kekerasan, serta kekenyalan hasil akhir. Dengan demikian, pemilihan media pemeraman yang tepat menjadi faktor strategis dalam menghasilkan telur asin dengan kualitas fisik dan kimia yang diinginkan (Xiao *et al.*, 2023). Oleh karena itu, penelitian terhadap pengaruh media pemeraman menjadi salah satu aspek penting dalam pengembangan teknologi pengolahan telur asin.

Selain media pemeraman, durasi pemeraman juga memainkan peran penting dalam menentukan karakteristik akhir telur asin. Lamanya waktu pemeraman memengaruhi tingkat difusi garam ke dalam putih dan kuning telur, yang berdampak langsung pada rasa, aroma, serta tekstur produk akhir. Sumekar dan Al-Baarri (2020) melaporkan bahwa produsen telur asin di Brebes umumnya menggunakan waktu pemeraman antara 12 hingga 30 hari, namun variasi tersebut sering kali menghasilkan mutu produk yang tidak seragam karena kurangnya kontrol terhadap lama pemeraman. Sementara itu, penelitian oleh Septinova *et al.* (2023) menunjukkan bahwa proses pengasinan selama 14 hari menghasilkan warna kuning telur paling menarik, sedangkan pemeraman selama 21 hari

memberikan nilai indeks kuning telur dan pH yang optimal. Dengan demikian, durasi pemeraman perlu diatur secara cermat agar diperoleh keseimbangan antara cita rasa, tekstur, dan tampilan visual telur asin.

METODE

Penyusunan artikel review ini dilaksanakan melalui pendekatan studi literatur (literature review) yang bertujuan untuk mengumpulkan, menelaah, serta menganalisis berbagai hasil penelitian terkait. Sumber literatur diperoleh dari beragam publikasi ilmiah, baik nasional maupun internasional, yang memiliki relevansi dengan topik kajian. Proses penelusuran data dilakukan secara daring melalui beberapa basis data ilmiah seperti *Google Scholar*, *ScienceDirect*, dan *ResearchGate* dengan menggunakan kata kunci telur asin, media pemeraman, durasi pemeraman, karakteristik fisik dan kimia telur asin, serta uji organoleptik konsumen. Kriteria literatur yang digunakan mencakup artikel jurnal terakreditasi, prosiding hasil seminar ilmiah, dan laporan penelitian yang mendukung pembahasan mengenai pengaruh variasi media dan lama pemeraman terhadap mutu dan tingkat kesukaan telur asin.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengolahan telur asin dipengaruhi oleh sejumlah faktor yang berperan penting dalam menentukan mutu akhir produk, baik dari segi fisik, kimia, maupun sensoris. Dua aspek utama yang paling berpengaruh adalah jenis media yang digunakan selama proses pemeraman serta lamanya waktu pemeraman itu sendiri. Media berperan sebagai penghantar ion garam yang membantu proses penyerapan garam ke dalam telur, menurunkan kadar air, serta menghambat aktivitas mikroorganisme pembusuk (Novia *et al.*, 2016). Sementara itu, durasi pemeraman berhubungan erat dengan laju difusi garam yang memengaruhi tingkat keasinan, warna kuning telur, aroma, serta konsistensi tekstur hasil akhir (Rahmawati *et al.*, 2022). Beragam penelitian di Indonesia telah mengeksplorasi pengaruh kombinasi media seperti garam murni, tanah liat, abu bata, dan campuran abu-garam dengan lama pemeraman bervariasi. Hasil dari berbagai penelitian tersebut dirangkum dalam Tabel 1 dan 2 untuk menunjukkan bagaimana masing-masing perlakuan berdampak terhadap karakteristik fisik dan tingkat kesukaan konsumen terhadap telur asin yang dihasilkan.

Tabel 1. Perlakuan Penggunaan Media terhadap Karakteristik dan Nilai Kesukaan Telur Asin

Produk	Perlakuan	Hasil Penting	Referensi
Telur Asin	Penggunaan media pengasapan menggunakan sabut kelapa, serbuk gergaji, sekam dan kulit kayu galam	Aroma asap media kulit galam memberikan aroma asap paling kuat dan pengasapan dengan sabut kelapa dan kulit kayu galam menghasilkan kemasiran yang paling tinggi	Fajriana <i>et al.</i> (2020)
Telur Asin	Penggunaan kombinasi abu kayu dan kapur	Kombinasi kapur dan abu kayu dapat meningkatkan keasinan telur asin dan kemasiran telur asin yang dapat menurunkan kadar kolesterol.	Novia <i>et al.</i> (2016)
Telur Asin	Penggunaan media garam terhadap kesukaan konsumsi telur asin	Konsentrasi garam dan umur telur memiliki pengaruh terhadap tingkat kesukaan konsumen ditinjau dari warna dan kemasiran.	Latipah <i>et al.</i> (2017)

Tabel 2. Perlakuan Lama Pemeraman terhadap Karakteristik dan Nilai Kesukaan Telur Asin

Produk	Perlakuan	Hasil Penting	Referensi
Telur Asin	Pemeraman selama 15, 20, dan 25 hari	Lama pemeraman selama 25 hari memiliki nilai kesukaan tertinggi dibanding perlakuan lain	Fatwa <i>et al.</i> (2020)
Telur Asin	Pemeraman 7 hari, 14 hari, dan 21 hari	Lama pemeraman 21 hari merupakan perlakuan paling disukai	Salim <i>et al.</i> (2017)
Telur Asin	Pemeraman 8 hari, 10 dan 12 hari	Lama pemeraman 12 hari menghasilkan tingkat kesukaan tekstur putih dan rasa kuning telur asin yang tinggi	Manullang <i>et al.</i> (2023)
Telur Asin	Pemeraman 3 hari, 5 hari, 10 hari dan 13 hari	Lama pemeraman yang optimal untuk menghasilkan telur asin dengan karakteristik sensori terbaik adalah 13 hari	Azimah <i>et al.</i> (2025)

Tingkat pengeraman telur asin menjadi penilaian oleh beberapa konsumen dalam mengkonsumsi telur asin. Analisis tingkat kesukaan telur asin diperlukan untuk mengetahui tingkat kesukaan konsumen terhadap telur asin. Secara keseluruhan, penggunaan berbagai jenis media pemeraman menghasilkan variasi nyata terhadap mutu telur asin, terutama pada warna kuning telur, kekerasan, serta kadar airnya. Penelitian menunjukkan bahwa media berbahan abu bata maupun campuran abu-garam mampu meningkatkan kecerahan warna kuning telur dan memberikan tekstur yang lebih padat serta disukai oleh panelis (Putri *et al.*, 2021). Sebaliknya, penggunaan tanah liat sebagai media pemeraman cenderung menghasilkan rasa yang lebih asin namun warna kuning telur tampak lebih pucat (Fatwa *et al.*, 2020).

Selain itu, lama pemeraman juga berpengaruh signifikan terhadap proses osmotik yang terjadi-semakin panjang waktu pemeraman, kadar air semakin menurun, sedangkan rasa asin meningkat (Azimah dan Qomariah, 2025). Akan tetapi, pemeraman yang terlalu lama dapat menyebabkan tekstur terlalu keras dan menurunkan daya terima konsumen. Oleh sebab itu penentuan durasi pemeraman yang optimal sangat penting untuk menghasilkan telur asin dengan karakteristik fisik yang baik dan cita rasa yang disukai. Menurut Fatwa *et al.* (2020) bahwa pemeraman yang semakin lama menghasilkan telur asin yang disukai oleh konsumen. Kesukaan konsumen terhadap telur asin dinilai dari kemashiran yang terdapat pada kuning telur. Tekstur masir pada kuning telur merupakan ciri khas yang dimiliki oleh telur asin. Tekstur masir tersebut disebabkan oleh lipoprotein dalam kuning telur yang bereaksi dengan garam yang telah dicampurkan pada media pemeraman. Tekstur masir dihasilkan dari membesarnya granula dalam kuning telur pada saat pemeraman. Banyaknya garam yang masuk ke dalam telur menyebabkan membesarnya granula pada kuning telur. Mekanisme terjadinya hasil telur asin yang masir yaitu garam akan masuk ke dalam kuning telur yang akan merusak ikatan dalam granula sehingga akan memperbesar diameter pada granula. Sehingga, waktu pemeraman yang semakin lama meningkatkan tingkat kesukaan pada konsumen terhadap telur asin.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil kajian dari beberapa sumber, dapat disimpulkan bahwa variasi media dan lama pemeraman berpengaruh nyata terhadap sifat fisik, kimia, dan tingkat kesukaan konsumen terhadap telur asin. Penggunaan media sabut kelapa dan kulit kayu galam mampu menghasilkan telur asin yang masir, sedangkan dengan menggunakan abu dan garm mampu menghasilkan rasa asin yang seimbang. Lama pemeraman juga menjadi

faktor penting dalam menentukan mutu akhir telur asin, di mana waktu pemeraman sekitar 13-21 hari dianggap cukup optimal untuk memperoleh keseimbangan antara kadar air, cita rasa, dan kelembutan tekstur. Pemeraman yang melebihi waktu tersebut menyebabkan rasa terlalu asin dan tekstur mengeras sehingga menurunkan penerimaan konsumen. Oleh karena itu, kombinasi media abu-garam atau abu kayu-kapur dengan waktu pemeraman optimal sekitar 2-3 minggu direkomendasikan untuk menghasilkan telur asin dengan mutu terbaik. Penelitian lebih lanjut disarankan mengkaji penggunaan bahan tambahan alami seperti rempah-rempah atau ekstrak herbal untuk meningkatkan nilai fungsional sekaligus memperpanjang daya simpan tanpa mengurangi mutu sensori produk.

DAFTAR PUSTAKA

- Azimah, F. N., & Qomariah, U. K. N. (2025). Analisis Sensori Telur Asin Bebek dengan Metode Penggaraman Bata. *Exact Papers in Compilation (EPiC)*, 7(1), 12-15.
- Fajriana, E., Djaelani, A., & Gunawan, A. (2020). Pengaruh media pengasapan terhadap kualitas eksterior dan organoleptik telur asin asap. *Rawa Sains: Jurnal Sains STIPER Amuntai*, 10(1), 26-37.
- Fatwa, S. N., Suhaidi, I., & Ginting, S. (2020). The quality characteristics of frozen salted egg yolk salting using various media. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 454, No. 1, p. 012115). IOP Publishing.
- Latipah, I. R., Utami, M. M. D., & Sanyoto, J. I. (2017). Pengaruh konsentrasi garam dan umur telur terhadap tingkat kesukaan konsumen telur asin. *Jurnal Ilmu Peternakan Terapan*, 1(1), 1-7.
- Manullang, E., Lukman, H., & Fatati, F. (2023). Pengaruh Lama Pemeraman dan Lama Pengovenan Telur Asin Oven dengan Metode Kering Terhadap Kualitas Organoleptik. In *Prosiding SENACENTER* (Seminar Nasional Cendekia Peternakan) (Vol. 2, No. 1, pp. 62-68).
- Novia, D., Melia, S., & Mutiara, M. (2016). Kombinasi Abu Kayu dan Kapur pada Proses Pengasinan terhadap Karakteristik Fisikokimia dan Nilai Organoleptik Telur Asin. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 18(1), 29–35.
- Putri, A., Hadi, F., & Fitria, D. (2021). Uji organoleptik telur asin dengan variasi media dan lama pengeraman. *Jurnal Sains Peternakan Indonesia*, 16(4), 221–229.
- Rahmawati, D., Sari, Y., & Nugroho, P. (2022). Analisis pengaruh lama pengeraman terhadap mutu kimia dan organoleptik telur asin. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terapan*, 8(1), 45–53.
- Salim, E., Syam, H., & Wijaya, M. (2017). Pengaruh variasi waktu pemeraman telur asin dengan penambahan abu sabut kelapa terhadap kandungan kadar klorida, kadar protein dan tingkat kesukaan konsumen. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 3(2), 107-116.

- Septinova, D., Putri, D. P., Riyanti, R., & Nova, K. (2023). Color, pH, and Yolk Index of Chicken Eggs Coated with Coriander at Different Curing Time. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 11(2), 121-130.
- Xiao, C., Zhang, Y., Gong, T., Lu, W., Chen, D., Zhang, C., & Guan, R. (2023). A Comparative Study Of Pickled Salted Eggs By Positive And Negative Pressure-Ultrasonic Method. *Foods*, 12(7), 1477.

Visualization of Global Chickens Farming and Their Production Systems

Josua Sahala¹, Agustinus Agung Dethan¹, Marselinus Banu¹, Maria Magdalena Kapitan¹,
Yusuf Leonard Henuk^{2*}

¹Faculty of Agriculture, Science, and Health. University Of Timor (Unimor)

²Animal Feed Technology Study Program, Department of Animal Husbandry, Kupang State
Agricultural Polytechnic

Email: profesorhenuk@gmail.com

Abstrak

Populasi ayam global telah mencapai 26 miliar yang mencengangkan pada tahun 2024. Angka ini terutama mencerminkan jumlah total ayam peliharaan di seluruh dunia, yang mencakup ayam stok yang dibesarkan untuk produksi daging dan telur di peternakan komersial, kawanan halaman belakang, dan pengaturan pertanian lainnya. Sementara itu termasuk yang dipelihara sebagai hewan peliharaan atau di peternakan kecil, umumnya tidak termasuk ayam liar atau liar, karena ini tidak dilacak secara sistematis dalam statistik pertanian. Ayam adalah salah satu hewan yang paling banyak ditemukan dan signifikan secara ekonomi di planet ini, berkembang biak di berbagai iklim dan wilayah. Peternakan Ayam Global dan Sistem Produksinya telah divisualisasikan: (1) Sistem Peternakan Unggas Global (ternak bebas tradisional, halaman belakang atau subsisten, semi intensif, intensif skala kecil); (2) Siklus Hidup Global Perkembangan Ayam dalam Berat Badan untuk Ayam Pedaging dari tahun 1957 – 2024: 1957 (905g); 1978 (1.808g); dan 2005-2024 (4.202g); (3) Industri Unggas Terpadu Global (operasi ayam pedaging dan operasi ayam petelur); (4) Produksi Daging Global Berdasarkan Spesies dan Harganya (unggas-babi-sapi-domba; \$3,01 vs \$3,70-\$3,15 vs \$3,87-\$6,24 vs \$7,48); (5) 10 Produksi dan Perusahaan Unggas Global Teratas (Tiongkok, Indonesia, Pakistan, Brasil, Amerika Serikat, Iran, India, Meksiko, Rusia, Vietnam – JBS S.A, Tyson Foods, Wen's Food Group, CP Group, Koch Food Inc, Industrias Bachoco; dan Gargil); dan (6) Peran Ekonomi Unggas Global untuk Banyak Negara (pendapatan, protein, pekerjaan, pajak, diversifikasi ekonomi, malnutrisi, status sosial, dan upacara keagamaan dan tradisional): (1) Amerika Serikat dan (2) Indonesia.

Kata kunci: Ayam, Daging, Global, Telur

Abstract

The global chicken population has reached an astounding 26 billion in 2024. This figure primarily reflects the total number of domesticated chickens worldwide, encompassing stock chickens raised for meat and egg production in commercial farms, backyard flocks, and other agricultural settings. While it includes those kept as pets or on small farms, it generally excludes wild or feral chickens, as these are not tracked systematically in agricultural statistics. Chickens are one of the most ubiquitous and economically significant animals on the planet, thriving in diverse climates and regions. Global Chickens Farming and Their Production Systems has been visualized: (1) Global Systems of Poultry Farming (traditional free range, backyard or subsistence, semi intensive, small-scale intensive); (2) Global Life Cycle of Chickens Development in Body Weight for Broiler from 1957 – 2024 : 1957 (905g); 1978 (1,808g); and 2005-2024 (4,202g); (3) Global Integrated Poultry Industry (broiler operation and layer operation); (4) Global Meat Production By Species and Their Prices (poultry-pork-beef-sheep; \$3.01 vs \$3.70-\$3.15 vs \$3.87-\$6.24 vs \$7.48); (5) Top 10 Global Poultry Production and Companies (China, Indonesia, Pakistan, Brazil, United States, Iran, India, Mexico, Russia, Vietnam – JBS S.A, Tyson Foods, Wen's Food Group, CP Group, Koch Food Inc, Industrias Bachoco; and Gargil); and (6) Global Poultry Economic Roles for Many Countries (income, protein, employment, taxes, economic diversification, malnutrition, social status, and religious and traditional ceremonies): (1) The United States of America and (2) Indonesia.

Keywords: Chickens, Ubiquitous, Global, Meat, Eggs

INTRODUCTION

The global chicken population has reached an astounding 26 billion in 2024. This figure primarily reflects the total number of domesticated chickens worldwide, encompassing stock chickens raised for meat and egg production in commercial farms, backyard flocks, and other agricultural settings. While it includes those kept as pets or on small farms, it generally excludes wild or feral chickens, as these are not tracked systematically in agricultural statistics. Chickens are one of the most ubiquitous and economically significant animals on the planet, thriving in diverse climates and regions. The demand for chicken meat and eggs has significantly contributed to the growth of their population, as chickens have become a cornerstone of the global food industry.

As the human population continues to rise, so does the reliance on chickens for protein and other nutritional needs, resulting in their burgeoning numbers across continents. China leads the world in chicken production, with a staggering population of over 5 billion chickens. The vast agricultural landscape and growing demand for poultry products have driven this large-scale production. Indonesia follows, with over 3.4 billion chickens, supported by its large population and strong domestic market for chicken meat. Pakistan, Brazil, and the United States also rank among the top five, each with populations exceeding 1.5 billion. These countries have well-established poultry industries, supported by advanced farming techniques, high domestic consumption, and significant export markets. In Brazil and the U.S., for example, chicken is a dietary staple, and the poultry industry plays a vital role in their economies. The expansion of commercial poultry farming and improvements in production efficiency have further contributed to the high chicken populations in these regions (FAO, 2024).

This paper will visualise Global Chickens Farming and Their Production Systems: (1) Global Systems of Poultry Farming; (2) Global Life Cycle of Chickens Development in Body Weight for Broiler from 1957 – 2024; (3) Global Integrated Poultry Industry; (4) Global Meat Production By Species and Their Prices; (5) Top 10 Global Poultry Production and Companies; and (6) Global Poultry Economic Roles for Many Countries.

DISCUSSION

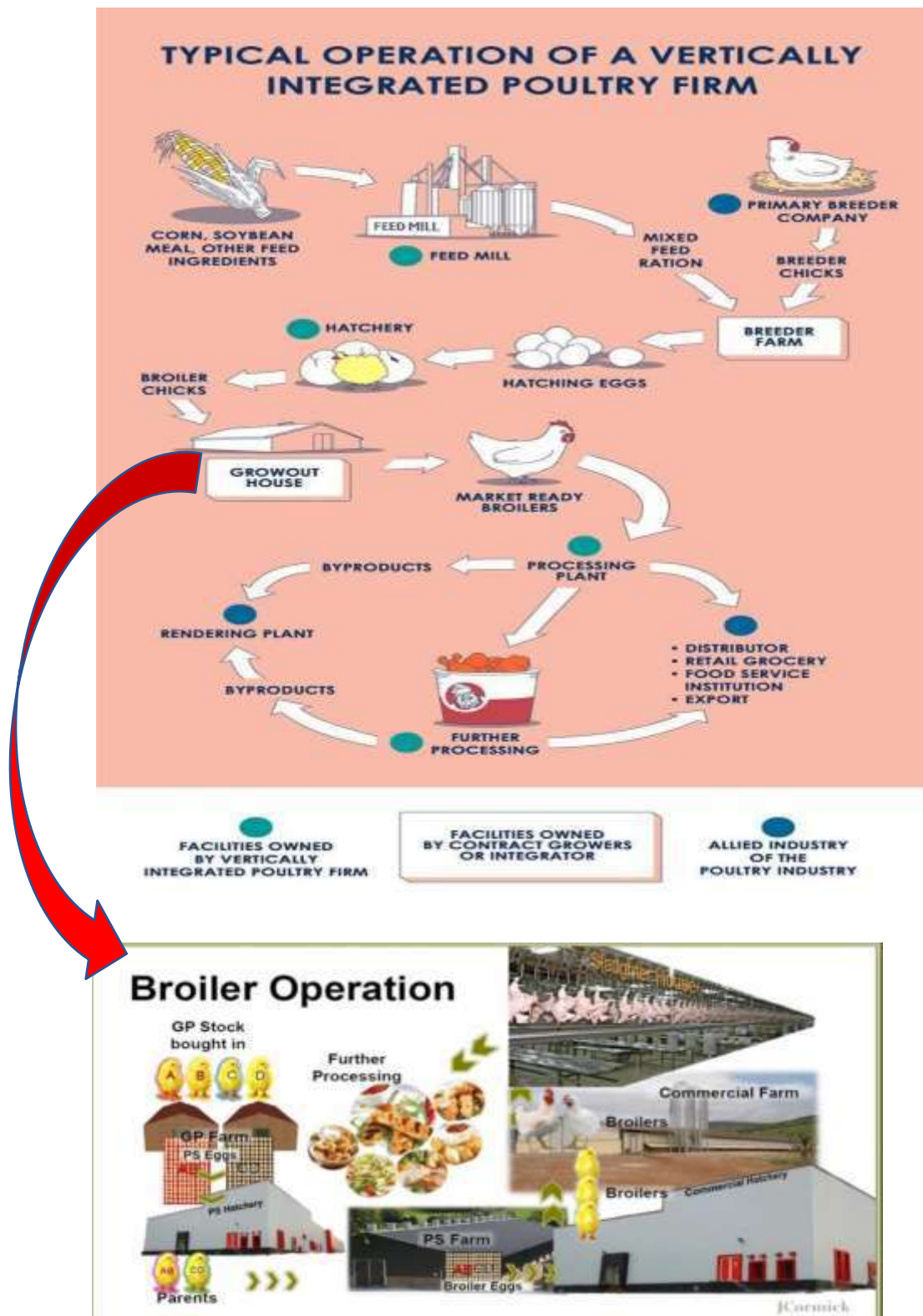
Global Systems of Poultry Farming



Systems of Poultry Farming

Characteristics	Traditional free range	Backyard or subsistence	Semi-intensive	Small-scale intensive
Flock size	1-10 birds	10-50 birds	50-200 birds	50-500 birds
Key rearers	Majority of rural families	Moderate number of rural families	Few rural families	Urban families
Ownership	Mostly women & children	Mostly women and family	Middlemen	Business men
Type of breeds	Indigenous breeds	Indigenous and few crossbreds	Local/improved	Layers or broilers
Feed resources	Scavenging	Scavenging and supplementation	Commercial/local	Balanced diets
Health status	No vaccination/medication	Vaccination and little medication	Vaccination	Full vaccination
Housing system	No specific housing	Simple and small houses	Medium & improved	Big and improved
Egg production	30-50 eggsyear ⁻¹ hen ⁻¹	50-150 eggsyear ⁻¹ hen ⁻¹	80-160 eggsyear ⁻¹ hen ⁻¹	250-300 eggsyear ⁻¹ hen
Growth rate	5-10g day ⁻¹	10-20g day ⁻¹	10-20g day ⁻¹	50-55g day ⁻¹
Mortality rate	High mortality	Moderate mortality	Low mortality	Low mortality
Use of products	Home consumption	Home consumption and sale	Family income	Business income
Profit	Small cash income	Family income	Family income	Business income
Socio-economic	Social and cultural	Social and micro-credit	Credit based assets	little social

Characteristic	Systems			
	Industrial	Commercial		Backyard
	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4
Biosecurity	High	Moderate to high	Low to minimal	Minimal
Marketing system	Commercial	Usually commercial	Birds usually sold in live bird markets	Birds and products consumed locally
Market outputs	Export and urban	Urban/rural	Primarily live urban	Primarily rural
Dependence on market for inputs	High	High	High	Low
Dependence on goods roads	High	High	High	Low
Location	Near capital and major cities	Near capital and major cities	Smaller towns and rural areas	Everywhere. Dominates in remote areas
Birds kept	Indoors	Indoors	Indoors/Part-time outdoors	Out most of the day
Shed	Closed	Closed	Closed/Open	Open
Contact with other chicken	None	None	Yes	Yes
Contact with ducks	None	None	Yes	Yes
Contact with other domestic birds	None	None	Yes	Yes
Contact with wildlife	None	None	Yes	Yes
Veterinary service	Own veterinarian	Pay for veterinary services	Pay for veterinary services	Irregular; rely on government vets
Source – medications	Market	Market	Market	Government and market
Source – technical information	Company and associates	Sellers of inputs	Sellers of inputs	Government extension service
Source – finance	Banks and own	Banks and own	Banks and private	Private and banks
Breed of poultry	Commercial	Commercial	Commercial	Native
Owner food security	High	Good	Fair	Fair to poor



(Sources : Henuk *et al.*, 2015).

Global Life Cycle of Chickens Development in Body Weight for Broiler

From 1957 – 2024. The oldest chicken in the world was 22 years old when she died – but in the egg industry, millions of chickens die already as chicks. The fact is that in intensive animal husbandry, chickens are among the farm animals with the shortest lifespan of all. A laying hen is allowed to live the longest – it lives around 20 months, i.e., around 1.5 years. A broiler chicken, on the other hand, reaches its slaughter weight after 40 days. Broiler chickens are therefore not even 1.5 months old when they're slaughtered for meat (Anonymous, 2022).

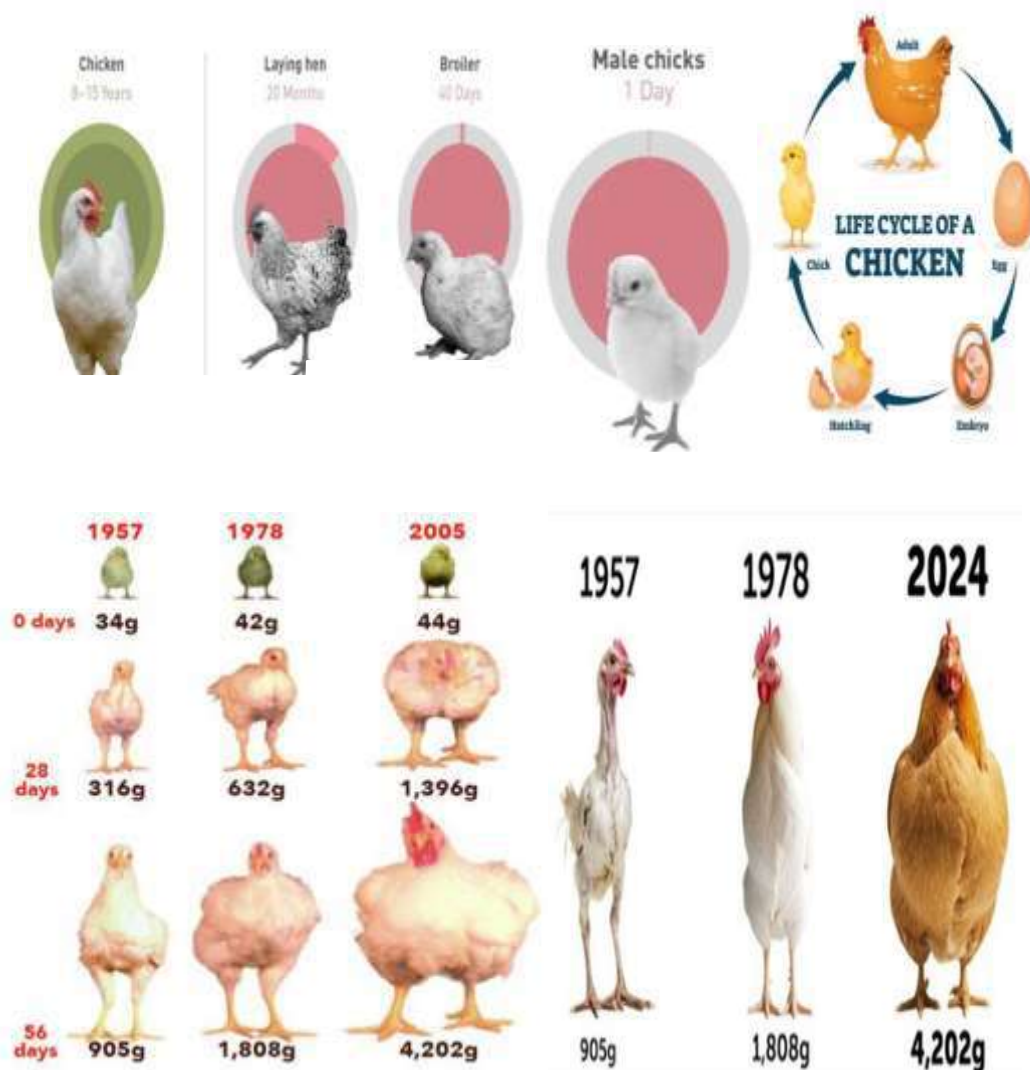
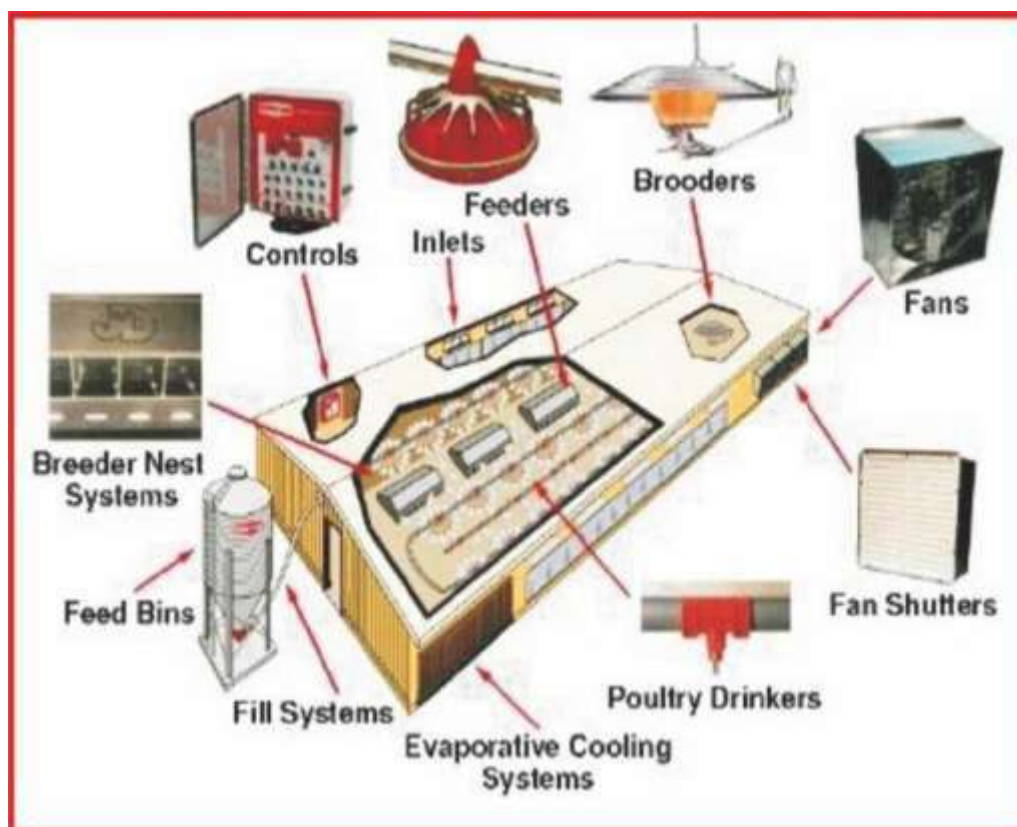


Figure 1. Natural Life Expectanvy Vs Actual Life of Chickens and Their Weight From 1957 – 2024(Anonymous, 2022).



References

1. Main Gate	5. Dipping Pond	9. Ground Tank	13. Broiler House
2. Security & Spray Room	6. Warehouse (Out)	10. Overhead Tank	14. Layer House
3. Warehouse (In)	7. Office & Training Centre	11. Inner Fencing Door	
4. Fumigation Room	8. Generator House	12. Changing room	



(Source: Anonymous, 2024).

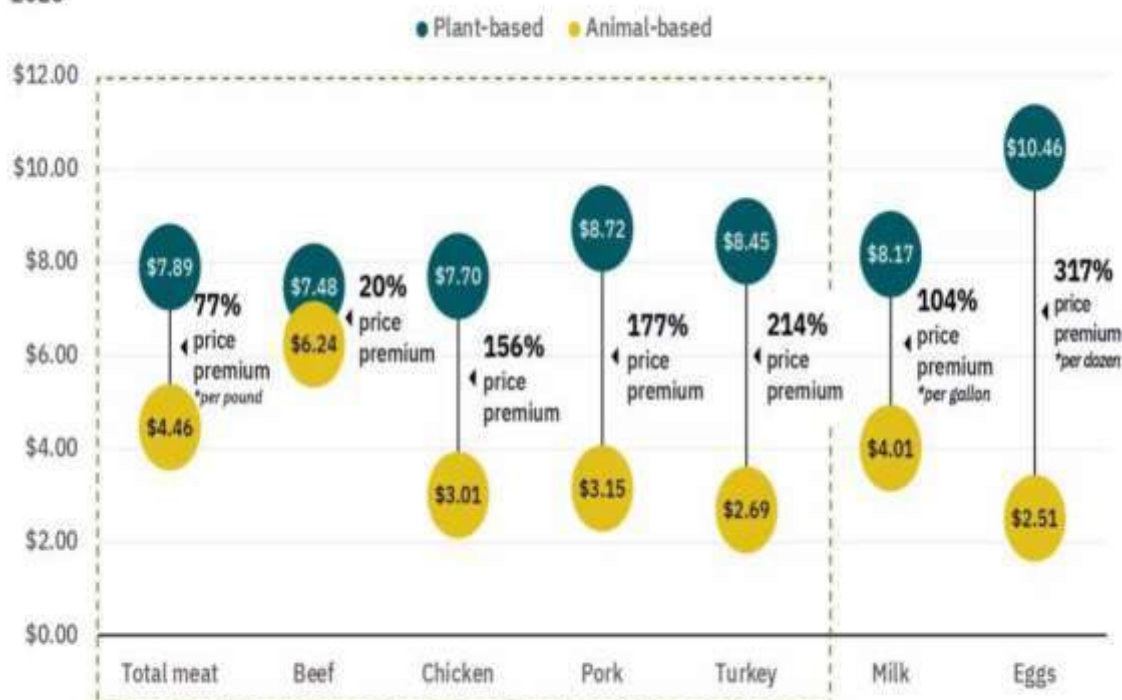
Global Meat Production By Species and Their Prices

Table 1. Global Meat Production by Species 2019 – 2024 and Their Prices Compared to Plant-based

	 POULTRY	 PORK	 BEEF/VEAL	 SHEEP
	IN MILLION METRIC TONS			
2019	125.64	117.84	70.38	15.04
2020	132.07	106.53	71.14	15.43
2021	135.07	112.86	70.37	16.17
2022	135.93	120.82	72.22	16.20
2023*	139.68	122.07	71.10	16.65
2024*	138.75	121.72	73.56	16.61

Plant-based versus animal-based price per weight comparison

2023

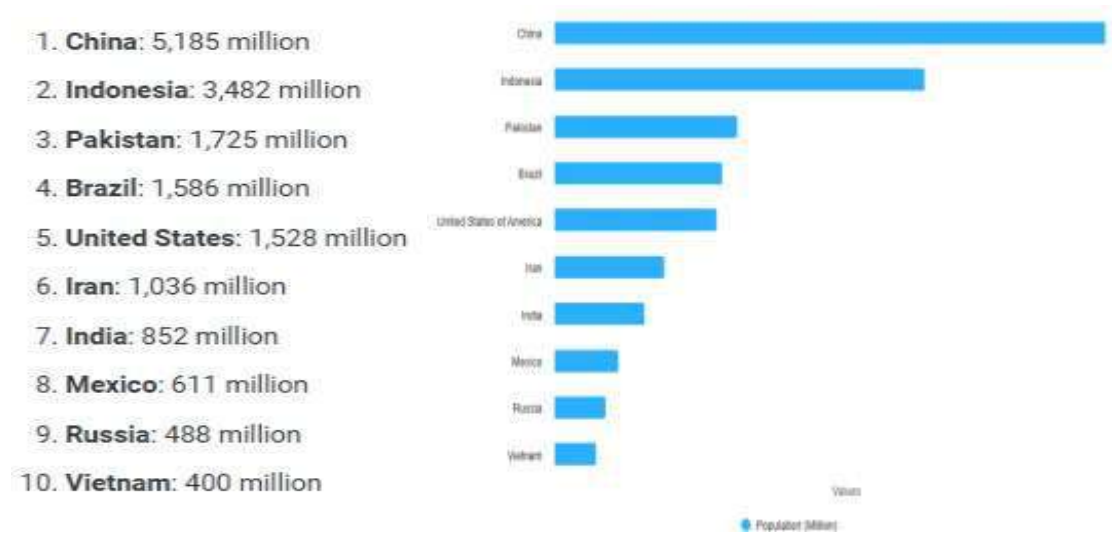


Source: Plant-based meat prices per pound are based on frozen and refrigerated plant-based meat subcategories from SPINS year ending 12/3/23. Animal-based meat prices per pound are based on data for fresh meat subcategories from the Circana year ending Dec 2023. Plant-based milk prices per gallon and plant-based egg prices per pound are based on the custom plant-based categories created by GFI & PBFA from SPINS data year ending 12/3/23. Animal-based milk and egg prices from US BLS statistics—December 2023 value.



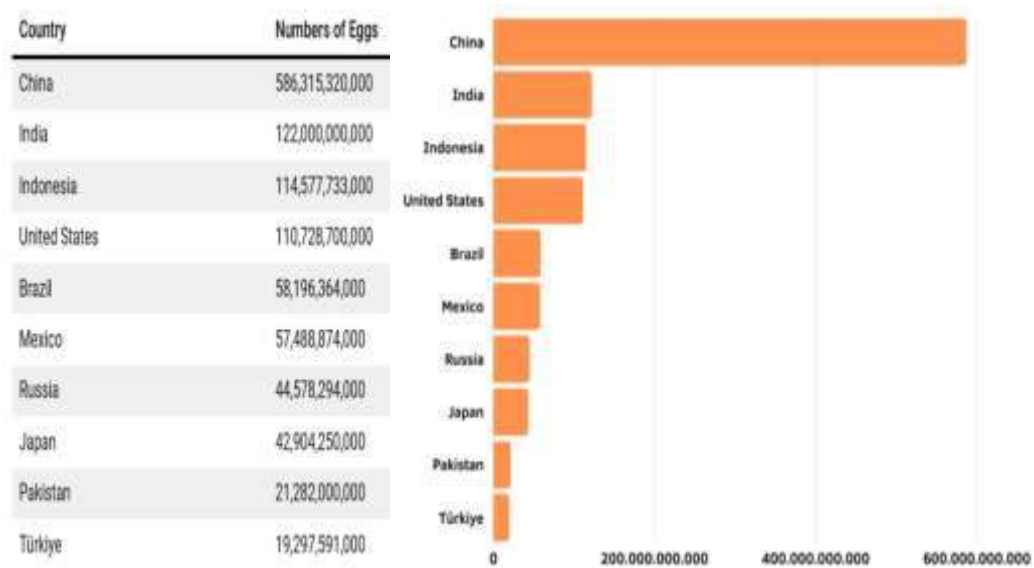
(Sources: Dawson, 2024; Mridul, 2024).

Top 10 Global Poultry Production and Companies



Country	Chickens per Resident
Brazil	28.88
United States	28
Russia	16.77
Indonesia	16.54
China	7.86
India	2

Broilers Slaughtered annually (millions)	Company	Countries
4426	JBS S.A.	Brazil, US, Mexico, UK
1900	Tyson Foods	US
1732	BRF	Brazil
1101	Wen's Food Group	China
695	Wellhope Agri-Tech	China
685	CP Group	Thailand
655	Koch Foods Inc.	US
635	Sanderson Farms Inc.	US
627	Industrias Bachoco	Mexico
625	Cargil	US, Honduras, Colombia, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Thailand, UK, China



Egg Layers (million)	Company	Country
46.8	Beijing Deqingyuan Agricultural Technology Co. Ltd.	United States
36	Proteina Animal (PROAN)	Mexico
27.6	Rose Acre Farms	United States
22	CP Group	Thailand
20.6	Beijing Deqingyuan Agricultural Tecynology Co. Ltd.	China
20	Hillandale Farms	United States
20	Ise Inc.	Japan
20	Versova Holdings L.L.P.	United States
15.3	Arab Company for Livestock Development (ACOLID)	Saudi Arabia
14.5	Daybreak Foods	United States

Figure 4. Top 10 Leading Egg-Chicken-Producing Countries and Companies in the World (CFET, 2023; FAO, 2024)

Chickens can have a significant economic impact on families and communities in many ways, including:

- **Income:** Chickens can be a source of income for farmers and the surrounding community. The amount of income from selling chickens depends on the price and quantity sold. ⓘ
- **Protein:** Chickens can provide a source of animal protein for the community. ⓘ
- **Employment:** The poultry industry provides jobs for many people. ⓘ
- **Taxes:** The poultry industry generates billions of dollars in taxes. ⓘ
- **Economic diversification:** Poultry production can help diversify a country's economy. ⓘ
- **Malnutrition:** Poultry meat and products can help address malnutrition. ⓘ
- **Social status:** Native chickens can affect the social status of breeders. ⓘ
- **Religious and traditional ceremonies:** Chickens can be used in religious and traditional ceremonies. ⓘ

(a) United States of America:



Chicken Industry Provides 1.5 Million Jobs and \$417 Billion in Economic Impact: New Study

November 1, 2022

The U.S. Poultry & Egg Association (USPOULTRY), National Chicken Council, National Turkey Federation and United Egg Producers have released an updated economic impact study that highlights the positive impact the poultry industry has on jobs, wages, and federal and state revenue in the United States.

The study breaks down poultry into three subcategories: chicken, turkey and eggs. The chicken industry provides 1,517,797 jobs, \$94.9 billion in wages, \$417 billion in economic activity and \$25.5 billion in government revenue.

(b) Indonesia:



(SOURCES: NCC, 2022; Byrney, 2022; CRIF, 2024; FAO, 2024).

Conclusions

Chickens are one of the most ubiquitous and economically significant animals on the planet, thriving in diverse climates and regions. Global Chickens Farming and Their Production Systems has been visualized: (1) Global Systems of Poultry Farming (traditional free range, backyard or subsistence, semi intensive, small-scale intensive); (2) Global Life Cycle of Chickens Development in Body Weight for Broiler from 1957 – 2024: 1957 (905g); 1978 (1,808g); and 2005-2024 (4,202g); (3) Global Integrated Poultry Industry (broiler operation and layer operation); (4) Global Meat Production By Species and Their Prices (poultry-pork-beef-sheep; \$3.01 vs \$3.70-\$3.15 vs \$3.87-\$6.24 vs \$7.48); (5) Top 10 Global Poultry Production and Companies (China, Indonesia, Pakistan, Brazil, United States, Iran, India, Mexico, Russia, Vietnam – JBS S.A, Tyson Foods, Wen's Food Group, CP Group, Koch Food Inc, Industrias Bachoco; and Gargil); and (6) Global Poultry Economic Roles for Many Countries (income, protein, employment, taxes, economic diversification, malnutrition, social status, and religious and traditional ceremonies): (1) The United States of America and (2) Indonesia.

REFERENCES

- Anonymous. (2022). *Life expectancy of chickens*. Retrieved June 27, 2025, from <https://www.fourpaws.org/campaigns-topics/topics/farm-animals/life-expectancy-of-chickens>
- Anonymous. (2024). *Welcome to Poul Tech!*. Retrieved June 27, 2025, from <https://www.cnpoultech.com/>
- Byrne, J. (2022). Rabobank expects decline in poultry feeds, but AI concerns remain. Retrieved June 27, 2025, from <https://www.feednavigator.com/Article/2022/09/28/Rabobank-expects-decline-in-poultry-feed-price-but-AI-concerns-remain>
- CFET. (2023). *Poultry industry statistics 2023: Meat & egg production*. Retrieved June 27, 2025, from <https://www.chickenfans.com/poultry-industry-statistics/>
- CRIF. (2024). The growth of the livestock industry is hampered by increasing production costs. What will this condition be like in 2024? Retrieved June 27, 2025, from <https://www.id.crifasia.com/resources/industry-insights/the-growth-of-the-livestock-industry-is-hampered-by-increasing-production-costs-what-will-this-condition-be-like-in-2024/>
- FAO. (2024). *Chicken population by country 2024*. Retrieved June 27, 2024, from <https://worldostats.com/chicken-population-by-country-2024/>
- Henuk, Y. L., Duangjinda, M., & Bailey, C. A. (2015, October 27–30). Family poultry farming systems in developing countries. In *Proceedings of the 5th International Conference Sustainable Agriculture for Developing Countries* (p. 17). Pattaya, Thailand.
- Mridul, A. (2024). Earth Day 2024: 10 things to know about our food system. Retrieved June 27, 2025, from <https://www.greenqueen.com.hk/earth-day-2024-food-climate-change-vegan-meat/>
- National Chicken Council. (2022). Chicken industry provides 1.5 million jobs and \$417 billion in economic impact: New study. Retrieved June 27, 2025.

Tingkat Pengetahuan Peternak tentang Pembuatan Silase dari Pelelepah Kelapa Sawit Sp 3 Kampung Aimasi Distrik Aimasi Kabupaten Manokwari

Yehzekiel Alventus Moa Jhong¹, O'eng Anwarudin¹, Hotmauli F. Pardosi^{1*}

¹Jurusan Pertanian Program Studi Penyuluhan Peternakan dan Kesejahteraan Hawan, Politeknik Pembangunan Pertanian Manokwari
Email: hotmaulipardosi@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat pengetahuan peternak tentang pembuatan silase dari pelepah kelapa sawit di Kampung Aimasi, Distrik Prafi, Kabupaten Manokwari, Provinsi Papua Barat. Metode penyuluhan yang digunakan adalah pendekatan kelompok dengan teknik ceramah, diskusi, dan demonstrasi cara. Penentuan sampel dilakukan dengan teknik sampling jenuh, yaitu melibatkan seluruh populasi sebanyak 30 orang. Evaluasi dilakukan melalui pre-test dan post-test untuk mengukur tingkat pengetahuan peserta. Kategori pengetahuan dibagi menjadi tiga tingkat, yaitu rendah (<33,3%), sedang (33,3%–66,6%), dan tinggi (>66,6%). Hasil pre-test menunjukkan bahwa sebanyak 10 orang (33,3%) berada dalam kategori rendah, 17 orang (56,7%) dalam kategori sedang, dan 3 orang (10%) dalam kategori tinggi. Setelah penyuluhan, hasil post-test menunjukkan bahwa seluruh peserta (100%) meningkat ke kategori tinggi. Selain itu, berdasarkan hasil analisis tingkat pengetahuan peternak berdasarkan lama beternak, diketahui bahwa baik peternak yang memiliki pengalaman ≤10 tahun maupun >10 tahun menunjukkan peningkatan pemahaman dari kategori sedang menjadi tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa lamanya pengalaman beternak tidak menjadi penghambat dalam memahami informasi baru selama materi penyuluhan disampaikan secara efektif. Evaluasi efektivitas penyuluhan dihitung menggunakan rumus pendekatan EPP (Effective Presentation Percentage), yang menghasilkan nilai sebesar 74,55%. Nilai ini menunjukkan bahwa penyuluhan termasuk dalam kategori efektif. Temuan ini menunjukkan bahwa metode penyuluhan yang digunakan berhasil meningkatkan pemahaman peternak mengenai manfaat dan teknik pembuatan silase dari pelepah kelapa sawit secara signifikan.

Kata kunci: Pengetahuan peternak, Silase pelepah kelapa sawit, Penyuluhan, Efektivitas

Abstract

This study aims to determine the knowledge level of livestock farmers regarding the production of silage from oil palm fronds in Aimasi Village, Prafi District, Manokwari Regency, West Papua Province. The extension method used was a group approach involving lectures, discussions, and demonstration techniques. The sampling technique applied was total sampling, involving all 30 participants. Evaluation was conducted through pre-test and post-test assessments to measure participants' knowledge levels. Knowledge categories were divided into three levels: low (<33.3%), medium (33.3%–66.6%), and high (>66.6%). The pre-test results showed that 10 participants (33.3%) were in the low category, 17 participants (56.7%) in the medium category, and 3 participants (10%) in the high category. After the extension activity, post-test results indicated that all participants (100%) had improved to the high knowledge category. Furthermore, based on the analysis of knowledge level by farming experience, both groups—those with ≤10 years and >10 years of farming—showed an increase from medium to high category. This suggests that years of experience do not hinder the ability to understand new information when extension materials are delivered effectively. The effectiveness of the extension was calculated using the EPP (Effective Presentation Percentage) formula, resulting in a value of 74.55%, indicating that the extension activity was categorized as effective. These findings demonstrate that the extension methods applied significantly enhanced farmers' understanding of the benefits and techniques of producing silage from oil palm fronds.

Keywords: Knowledge of livestock farmers, Silage from oil palm fronds, Extension, Effectiveness

PENDAHULUAN

Sapi potong, termasuk sapi Bali sebagai rumpun local (Susanti *et al*, 2014), memiliki peran penting dalam penyediaan daging nasional. Di Kabupaten Manokwari, khususnya Distrik Prafi sebagai sentra ternak sapi, ketersediaan pakan menjadi tantangan utama dalam usaha penggemukan, terutama saat musim hujan yang menyebabkan penurunan produksi hijauan. Salah satu solusi adalah pengolahan pakan melalui teknologi silase. Silase merupakan metode pengawetan hijauan secara anaerob yang menghasilkan asam organik guna menurunkan pH dan menghambat pembusukan. Limbah pertanian seperti pelepah kelapa sawit, yang tersedia melimpah di Distrik Prafi, berpotensi besar sebagai bahan baku silase karena kandungan serat dan nutrisinya yang memadai. Dengan tambahan molases atau inokulan, silase dari pelepah sawit dapat menjadi pakan alternatif yang ekonomis dan bergizi, terutama saat ketersediaan rumput gajah menurun (Afnarani, 2017). Berdasarkan hal tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana pengetahuan peternak tentang pembuatan silase dari pelepah kelapa sawit. Tujuannya adalah untuk mengetahui sejauh mana pemahaman peternak terhadap teknologi tersebut. Manfaat dari penelitian ini yaitu memberikan informasi kepada peternak tentang pemanfaatan silase pelepah sawit, mendukung peningkatan kualitas pakan, serta menjadi referensi bagi penelitian lanjutan terkait teknologi pakan di wilayah tropis.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan selama tiga bulan, yakni dari April hingga Juni 2025, bertempat di SP 3 Kampung Aimasi, Distrik Aimasi, Kabupaten Manokwari, Provinsi Papua Barat. Kegiatan ini bertujuan untuk mengetahui pengetahuan peternak tentang pembuatan silase dari pelepah kelapa sawit. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan pengumpulan data melalui observasi, wawancara, dokumentasi, serta evaluasi pre-test dan post-test terhadap 30 responden peternak sapi potong sebagai populasi sekaligus sampel menggunakan teknik sampling jenuh. Alat yang digunakan dalam kegiatan ini meliputi parang, mesin pencacah rumput (*chopper*), ember plastik, plastik silo, pengukur pH, gelas ukur, timbangan, tali rafia, dan lakban. Bahan yang digunakan yaitu pelepah kelapa sawit, suplemen organik cair (SOC), dedak padi, urea, molases, dan air. Pembuatan silase dilakukan dengan mencacah pelepah sawit sepanjang 2–3 cm menggunakan *chopper*, kemudian dicampur dengan molases, SOC, dedak, dan larutan urea sesuai komposisi: 15 kg pelepah sawit, SOC 3%, dedak 5%, dan urea 2–5%. Campuran dimasukkan ke dalam plastiksilo yang ditempatkan dalam ember plastik, dipadatkan, dan

ditutup rapat untuk menciptakan kondisi anaerob. Silase disimpan selama 14–21 hari sebelum digunakan sebagai pakan ternak (Elijayanti *et al.*, 2021).

Menurut Sugiyono (2016) Jenis data yang dikumpulkan mencakup data primer dari hasil pre-test dan post-test, serta data sekunder dari instansi seperti Kantor Desa Aimasi, Kantor Distrik Prafi, BPP Prafi, BPS, dan literatur terkait. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah kegiatan penyuluhan, sedangkan variabel terikat adalah tingkat pengetahuan peternak yang diukur melalui skor tes sebelum dan sesudah penyuluhan. Penilaian pengetahuan dilakukan dengan instrumen tes berisi 10 pertanyaan dengan nilai maksimal 10 poin, sehingga skor maksimal setiap responden adalah 100. Hasil tes dikategorikan ke dalam tiga tingkat pengetahuan: rendah (0–33,33), sedang (>33,33–66,66), dan tinggi (>66,66–100). Rancangan penyuluhan dilaksanakan menggunakan metode pendekatan kelompok dengan teknik ceramah, diskusi, dan demonstrasi cara. Media yang digunakan dalam penyuluhan berupa leaflet yang berisi informasi teknis pembuatan silase pelepah sawit. Evaluasi efektivitas penyuluhan dilakukan dengan membandingkan nilai pre-test dan post-test menggunakan rumus Ginting (1991):

$$Epp = \sum \frac{PS-PR}{N.t.Q-PR} \times 100\%$$

dimana PS = nilai post-test, PR = nilai pre-test, N = jumlah responden, t = nilai tertinggi, dan Q = jumlah pertanyaan. Efektivitas penyuluhan kemudian diklasifikasikan menjadi tiga kategori: kurang efektif (<33,3%), cukup efektif (33,3%–66,6%), dan efektif (>66,6%) sesuai kriteria Ginting (1994). Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi praktis bagi peternak terkait alternatif pengolahan pakan berbasis limbah pertanian serta mendorong adopsi teknologi pakan di wilayah tropis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyuluhan dilaksanakan di BPP Prafi pada Sabtu, 24 Mei 2025 pukul 09.00 WIT. Kegiatan ini bertujuan meningkatkan pengetahuan petani/peternak Kampung Aimasi terkait pemanfaatan pelepah kelapa sawit menjadi silase. Menurut Ruyadi *et al.* (2021), Materi disampaikan melalui metode kelompok dengan teknik ceramah, diskusi, dan demonstrasi, serta media leaflet. Evaluasi dilakukan menggunakan pre-test dan post-test. Petani menanyakan masa fermentasi, cara pemberian, pengukuran pH, dan alternatif bahan. Silase difermentasi 21 hari, dapat disimpan 6–12 bulan, dan dikenali dari aroma tape, warna hijau kecoklatan, serta pH 3,8–4,2. Evaluasi penyuluhan bertujuan menilai dampaknya terhadap pengetahuan, sikap, dan keterampilan peserta. Menurut Syahyuti (2015), evaluasi

dilakukan secara sistematis dari perencanaan hingga dampak untuk mengukur keberhasilan dan perubahan perilaku. Evaluasi terdiri dari evaluasi formatif dan sumatif. Pretest termasuk evaluasi formatif yang mengidentifikasi kondisi awal peserta (Sunaryati *et al.*, 2024), sedangkan posttest adalah evaluasi sumatif yang mengukur pencapaian akhir (Firani & Zakir, 2023).

Kategori	Pre Test		Post Test	
	Jumlah (orang)	%	Jumlah (orang)	%
Tinggi >66,66 - 100	3	10	30	100
Sedang >33,33 -- 66,66	17	56,67	-	-
Rendah 0 - 33,33	10	33,33	-	-
Total	30	10%	30	100

Dari 30 peserta penyuluhan, terjadi peningkatan pengetahuan yang signifikan. Sebelum penyuluhan, hanya 10% peserta berkategori tinggi, namun setelah penyuluhan, seluruh peserta (100%) naik ke kategori tinggi. Menurut Yuliana & Putra (2022), pergeseran kategori pengetahuan merupakan indikator keberhasilan penyuluhan. Handayani & Setiawan (2020) menyebutkan bahwa metode interaktif dan media yang tepat meningkatkan pemahaman peserta. Ramadhani & Nurhasanah (2023) menambahkan bahwa keberhasilan juga ditentukan oleh kesesuaian materi dengan kebutuhan dan latar belakang peserta. Hal ini menunjukkan bahwa penyuluhan telah dirancang dan dilaksanakan secara efektif. Umur peternak memengaruhi adopsi inovasi. Peternak muda cenderung lebih terbuka terhadap teknologi baru, tetapi sering kekurangan pengalaman dan modal. Sebaliknya, peternak yang lebih tua memiliki pengalaman tinggi namun cenderung kurang responsif terhadap perubahan (Sukardi & Wardani, 2021). Usia peternak berpengaruh terhadap daya tangkap terhadap materi penyuluhan. Dalam kegiatan ini, baik peternak milenial (18–39 tahun) maupun andalan (≥ 40 tahun) mengalami peningkatan pengetahuan setelah penyuluhan. Kelompok milenial menunjukkan peningkatan yang lebih cepat karena lebih terbuka dan aktif dalam belajar. Namun, kelompok andalan juga tetap menunjukkan peningkatan yang bermakna. Hal ini menunjukkan bahwa penyuluhan dirancang dengan metode yang tepat dan dapat diterima oleh semua kelompok usia (Yudanto, 2023; Yuliana & Harahap, 2022; Ningsih *et al.*, 2023).

Tingkat pendidikan formal berperan penting dalam menentukan kemampuan peternak memahami materi penyuluhan. Namun, hasil kegiatan menunjukkan bahwa

pendekatan penyuluhan yang tepat dapat menjangkau semua lapisan pendidikan secara efektif. Peserta berpendidikan SD mengalami peningkatan pengetahuan yang sangat tinggi, sementara peserta SMP dan SMA juga menunjukkan peningkatan yang konsisten dan signifikan. Meskipun peserta perguruan tinggi mencatat peningkatan yang lebih kecil, mereka tetap memperoleh manfaat tambahan dari kegiatan ini. Secara keseluruhan, semua kelompok pendidikan menunjukkan peningkatan pengetahuan, menandakan keberhasilan metode penyuluhan yang komunikatif dan visual. Temuan ini sejalan dengan pandangan Lestari dan Gunawan (2021) bahwa keberhasilan penyuluhan lebih dipengaruhi oleh pendekatan komunikatif, bukan semata-mata oleh tingkat pendidikan. Media visual dan metode praktik langsung terbukti efektif menjembatani kesenjangan pemahaman antar peserta (Rohayati *et al.*, 2022; Kusumawati *et al.*, 2023).

Tingginya nilai awal pada kelompok tertentu dapat dikaitkan dengan pengalaman praktis atau paparan informasi sebelumnya, meskipun bukan dari penyuluhan ini. Hal ini menunjukkan bahwa selain pendidikan formal, pengalaman lapangan dan motivasi juga berpengaruh terhadap tingkat awal pengetahuan peserta. Penyuluhan kemudian memperkuat dan memperjelas pemahaman tersebut melalui penyampaian materi yang terstruktur dan mudah dipahami. Lama beternak berkaitan langsung dengan tingkat pengalaman yang dimiliki oleh peternak. Dalam kegiatan penyuluhan ini, baik peternak pemula maupun berpengalaman menunjukkan peningkatan pengetahuan yang nyata. Peternak dengan pengalaman ≤ 10 tahun menunjukkan lonjakan pemahaman yang sangat besar setelah penyuluhan. Peningkatan ini menunjukkan bahwa peternak pemula sangat responsif terhadap informasi baru, terutama jika peserta SMP dan SMA juga menunjukkan peningkatan yang konsisten dan signifikan. Meskipun peserta perguruan tinggi mencatat peningkatan yang lebih kecil, mereka tetap memperoleh manfaat tambahan dari kegiatan ini. Secara keseluruhan, semua kelompok pendidikan menunjukkan peningkatan pengetahuan, menandakan keberhasilan metode penyuluhan yang komunikatif dan visual. Temuan ini sejalan dengan pandangan Lestari dan Gunawan (2021) bahwa keberhasilan penyuluhan lebih dipengaruhi oleh pendekatan komunikatif, bukan semata-mata oleh tingkat pendidikan. Media visual dan metode praktik langsung terbukti efektif menjembatani kesenjangan pemahaman antar peserta (Rohayati *et al.*, 2022; Kusumawati *et al.*, 2023).

Penilaian	Jumlah Peroleh Nilai	Nilai Rata- rata	Kriteria
Tes Awal (pre test)	1350	45	Sedang
Tes Akhir (Post Test)	2580	86	Tinggi
Peningkatan pengetahuan	1.230	41	

Tingginya nilai awal pada kelompok tertentu dapat dikaitkan dengan pengalaman praktis atau paparan informasi sebelumnya, meskipun bukan dari penyuluhan ini. Hal ini menunjukkan bahwa selain pendidikan formal, pengalaman lapangan dan motivasi juga berpengaruh terhadap tingkat awal pengetahuan peserta. Penyuluhan kemudian memperkuat dan memperjelas pemahaman tersebut melalui penyampaian materi yang terstruktur dan mudah dipahami. Lama beternak berkaitan langsung dengan tingkat pengalaman yang dimiliki oleh peternak. Dalam kegiatan penyuluhan ini, baik peternak pemula maupun berpengalaman menunjukkan peningkatan pengetahuan yang nyata. Peternak dengan pengalaman ≤ 10 tahun menunjukkan lonjakan pemahaman yang sangat besar setelah penyuluhan. Peningkatan ini menunjukkan bahwa peternak pemula sangat responsif terhadap informasi baru, terutama jika sebelum penyuluhan, sebagian besar peternak berada pada kategori pengetahuan rendah hingga sedang. Namun setelah penyuluhan, seluruh peserta (100%) mengalami peningkatan dan masuk kategori pengetahuan tinggi. Nilai rata-rata peserta meningkat dari 45 menjadi 86, atau naik 41 poin. Total skor juga mengalami peningkatan dari 1.350 menjadi 2.580. Dengan menggunakan rumus efektivitas, diperoleh hasil sebesar 74,55%, yang berarti kegiatan ini berada pada kategori efektif. Hasil ini memperkuat bahwa penyuluhan tidak hanya bersifat informatif tetapi juga transformatif bagi peserta. Peningkatan ini didukung oleh penggunaan metode penyuluhan yang partisipatif, media visual, praktik langsung, dan komunikasi dua arah antara penyuluh dan peserta. Sejalan dengan pandangan Supriyanto dan Subandi (2021), penyuluhan yang efektif harus mengadopsi prinsip andragogi, yakni pendekatan pembelajaran yang berorientasi pada pengalaman dan kebutuhan peserta dewasa. Kegiatan ini juga menunjukkan bahwa efektivitas penyuluhan tidak bergantung pada tingkat pendidikan atau pengalaman semata. Maulana dan Arifin (2023) menekankan bahwa metode penyampaian yang tepat, relevansi materi, serta keterlibatan peserta secara aktif menjadi faktor kunci dalam keberhasilan penyuluhan. Oleh karena itu, pendekatan ini dapat

dijadikan model untuk kegiatan penyuluhan selanjutnya. Keberhasilan ini didukung oleh metode partisipatif, praktik langsung, dan penyampaian materi yang relevan dan mudah dipahami. Penyuluhan terbukti efektif dan disarankan untuk dilakukan secara berkala, diperluas ke kelompok peternak lain, dilengkapi pendampingan teknis, serta materi disusun sesuai kondisi lokal (seperti ketersediaan pelepah sawit, jenis ternak, budaya) dan kondisi aktual (seperti kelangkaan pakan dan kebutuhan alternatif pakan murah).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan penyuluhan mengenai pembuatan silase dari pelepah kelapa sawit di Kampung Aimasi Distrik Prafi Kab. Manokwari Papua Barat memberikan dampak positif terhadap peningkatan pengetahuan peternak. Peserta dengan lama beternak yang berbeda menunjukkan peningkatan tingkat pemahaman, dari kategori sedang menjadi kategori tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa lamanya pengalaman beternak tidak menjadi hambatan dalam menerima informasi baru, selama penyampaian materi dilakukan secara komunikatif dan sesuai dengan kondisi lapangan. Peningkatan pengetahuan peternak tidak hanya dipengaruhi oleh latar belakang pengalaman, tetapi juga oleh motivasi untuk belajar serta pendekatan penyuluhan yang tepat sasaran. Hasil kegiatan ini menguatkan pentingnya metode penyuluhan yang kontekstual, partisipatif, dan relevan dengan kebutuhan peternak di lapangan. Agar kegiatan penyuluhan semakin efektif, disarankan untuk terus menggunakan metode yang interaktif dan mudah dipahami, baik secara visual maupun praktik langsung di lapangan. Penyuluhan sebaiknya dilakukan secara berkelanjutan agar informasi yang disampaikan tidak hanya dipahami, tetapi juga dapat diterapkan oleh peternak dalam kegiatan usahanya. Selain itu, perlu dilakukan pendampingan secara berkala serta pengembangan bahan penyuluhan dalam bentuk sederhana dan aplikatif, seperti poster, video pendek, atau lembar informasi yang dapat diakses dan dimanfaatkan oleh peternak kapan saja. Penyuluhan juga hendaknya melibatkan tokoh lokal atau peternak teladan sebagai mitra belajar agar tercipta hubungan saling percaya dan peningkatan pengetahuan yang lebih merata.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan trimakasih kepada Politeknik Pembangunan Pertanian Manokwari atas bantuan dana penelitian, dan ucapan trimaksih kepada pembimbing I dan II, yang memberikan kontribusi dalam penyusunan laporan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afnarani, I. (2017). *Pemanfaatan limbah pelepah sawit sebagai pakan alternatif ternak ruminansia*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Elijayanti, L., Yulistiani, D., & Retnani, Y. (2021). Fermentasi pelepah kelapa sawit sebagai pakan ternak ruminansia. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 26(2), 99–108.
- Firani, N., & Ramadhan, D. (2020). *Pendidikan nonformal dan pengembangan masyarakat*. Jakarta: Prenadamedia Group.
- Ginting, S. P. (1991). *Evaluasi hasil belajar dan program penyuluhan*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Ginting, S. P. (1994). Pengukuran efektivitas penyuluhan: Teori dan aplikasi. *Jurnal Penyuluhan Pertanian*, 4(1), 23–29.
- Gunawan, H., Syahputra, R., & Mawardi, M. (2022). Semangat inovasi peternak pemula dalam menghadapi tantangan usaha ternak. *Jurnal Peternakan Nusantara*, 8(1), 45–53.
- Iskandar, R., & Wulandari, S. (2021). Peran penyuluh dalam meningkatkan kapasitas peternak di daerah terpencil. *Jurnal Penyuluhan Pertanian*, 16(2), 112–120.
- Maulana, R., & Arifin, M. (2023). Faktor penentu efektivitas penyuluhan pertanian di wilayah perdesaan. *Jurnal Komunikasi dan Penyuluhan*, 18(1), 77–89.
- Setiawan, E., & Rahmawati, L. (2020). Hubungan antara tingkat pendidikan dengan adopsi inovasi peternakan. *Jurnal Sains Ternak*, 10(2), 88–95.
- Siregar, Y., Hasibuan, A., & Nasution, D. (2023). Pendekatan adaptif dalam penyuluhan peternakan berbasis kearifan lokal. *Jurnal Agrokompleks*, 12(1), 35–42.
- Sugiyono. (2016). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sukardi, H., & Wardani, T. (2021). Profil demografi peternak dan hubungannya dengan penerapan teknologi peternakan. *Jurnal Sosial Ekonomi Peternakan*, 9(1), 20–28.
- Sulaiman, R., & Hall, A. (2021). *Extension, advisory services and innovation: Supporting inclusive and sustainable agrifood systems*. Rome: FAO.
- Supriyanto, B., & Subandi, M. (2021). Pendekatan andragogi dalam penyuluhan pertanian: Meningkatkan efektivitas pembelajaran orang dewasa. *Jurnal Inovasi Pendidikan dan Penyuluhan*, 6(2), 101–109.
- Susanti, E., Nurhayati, I., & Anggraini, N. P. (2014). Karakteristik sapi Bali sebagai rumpun lokal Indonesia. *Jurnal Ilmu Peternakan Indonesia*, 16(3), 180–188.

Penyuluhan dalam Peningkatan Kesejahteraan Peternak: Analisis Literatur tentang Peran Strategis dalam Pemberdayaan Ekonomi Peternakan Berkelanjutan

Irma^{1*}, Itang Purnama¹

¹Program Studi Teknologi Pakan Ternak, Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Politeknik Negeri Tanah Laut

Email: irma24@politla.ac.id

Abstrak

Penyuluhan peternakan, terutama penyuluhan pakan ternak, memiliki peran penting dalam meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan sektor peternakan dengan mengedukasi peternak tentang pengelolaan pakan yang efisien dan ramah lingkungan. Penyuluhan ini tidak hanya memberikan pengetahuan teknis mengenai pemilihan pakan yang sesuai, tetapi juga membantu peternak dalam memanfaatkan sumber daya lokal dan mengurangi ketergantungan pada pakan impor. Penerapan teknik manajerial yang efisien melalui penyuluhan dapat mengurangi biaya produksi, meningkatkan produktivitas ternak, dan mendukung keberlanjutan usaha peternakan. Meskipun penyuluhan terbukti efektif, tantangan dalam implementasinya, seperti keterbatasan sumber daya manusia, akses informasi terbatas, dan resistensi terhadap perubahan, tetap ada. Oleh karena itu, pendekatan penyuluhan yang berbasis pada kebutuhan lokal, partisipasi aktif peternak, dan dukungan kelembagaan sangat diperlukan untuk meningkatkan keberhasilan dan dampak positif dari program penyuluhan. Dengan demikian, penyuluhan peternakan yang berbasis pada prinsip keberlanjutan dapat berkontribusi signifikan terhadap peningkatan kesejahteraan peternak dan pemberdayaan ekonomi sektor peternakan.

Kata kunci: Efisiensi, Keberlanjutan, Pemberdayaan ekonomi, Pengelolaan sumber daya, Penyuluhan

Abstract

Livestock extension, particularly feed extension, plays a crucial role in enhancing the efficiency and sustainability of the livestock sector by educating farmers on efficient and environmentally friendly feed management. This extension not only provides technical knowledge about selecting appropriate feed but also assists farmers in utilizing local resources and reducing dependence on imported feed. The application of efficient managerial techniques through extension can reduce production costs, improve livestock productivity, and support the sustainability of farming operations. Although extension has proven effective, challenges in its implementation, such as limited human resources, restricted access to information, and resistance to change, persist. Therefore, an extension approach based on local needs, active farmer participation, and institutional support is essential to increase the success and positive impact of extension programs. Thus, livestock extension based on sustainability principles can significantly contribute to improving farmers' welfare and empowering the economic development of the livestock sector.

Keywords: Efficiency, Sustainability, Economic empowerment, Resource management, Extension

PENDAHULUAN

Penyuluhan pakan ternak, sebagai bagian integral dari penyuluhan peternakan, memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung keberlanjutan dan efisiensi sektor peternakan. Pakan ternak yang berkualitas dan dikelola dengan baik merupakan faktor utama dalam menentukan produktivitas ternak. Pemberian pakan yang tepat dapat mempercepat pertumbuhan ternak, meningkatkan hasil produksi seperti susu, daging, dan telur, serta menjaga kesehatan hewan ternak. Namun, meskipun pentingnya pakan ternak telah diakui, banyak peternak yang masih mengelola pakan dengan cara yang tidak efisien, baik dari segi biaya maupun kualitas, yang pada akhirnya mempengaruhi produktivitas dan kesejahteraan mereka.

Menurut Bennett & Jones (2019), penyuluhan pakan ternak yang difokuskan pada peningkatan pengetahuan peternak tentang pemilihan dan pengelolaan pakan yang tepat dapat memberikan dampak positif yang signifikan terhadap efisiensi produksi dan pengelolaan ternak. Penyuluhan ini tidak hanya mengedukasi peternak tentang jenis pakan yang sesuai dengan kebutuhan ternak mereka, tetapi juga melibatkan mereka dalam proses peningkatan kapasitas untuk mengelola pakan secara lebih berkelanjutan. Pakan yang lebih murah dan lebih ramah lingkungan dapat mengurangi biaya produksi serta meningkatkan keuntungan peternak.

Selain itu, penyuluhan pakan ternak juga dapat membantu peternak mengatasi tantangan yang berkaitan dengan keterbatasan sumber daya, seperti akses terhadap pakan berkualitas tinggi, yang sering kali menjadi hambatan bagi peternak, terutama di daerah pedesaan. Program penyuluhan dapat memberikan solusi praktis terkait pengolahan pakan lokal yang lebih efisien, pemanfaatan limbah pertanian sebagai pakan alternatif, dan pengelolaan pakan berbasis prinsip-prinsip keberlanjutan (Sofia *et al.*, 2022). Penyuluhan merupakan pendekatan strategis yang efektif untuk mengembangkan pengetahuan dan kapabilitas peternak pada aspek ini (Muslim *et al.*, 2025).

Peningkatan efisiensi dalam pengelolaan pakan ternak berpotensi meningkatkan kualitas hidup peternak, yang pada gilirannya mendukung pemberdayaan ekonomi peternakan. Sukadi & Harsono (2018) mencatat bahwa melalui penyuluhan, peternak tidak hanya memperoleh pengetahuan teknis tentang manajemen pakan, tetapi juga dapat memahami cara untuk memaksimalkan penggunaan sumber daya lokal yang ada, mengurangi ketergantungan pada pakan impor, dan mendukung keberlanjutan usaha mereka.

Oleh karena itu, penyuluhan pakan ternak menjadi salah satu aspek penting dalam pembangunan sektor peternakan yang berkelanjutan. Melalui pendekatan penyuluhan yang berbasis pada kebutuhan lokal dan partisipasi aktif peternak, program ini dapat memberikan kontribusi yang besar dalam meningkatkan kesejahteraan peternak, meningkatkan produktivitas ternak, serta mendukung pengelolaan sumber daya alam yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur untuk menganalisis dan mengumpulkan data yang ada tentang peran penyuluhan dalam sektor peternakan. Sumber-sumber yang dianalisis meliputi artikel jurnal, buku, laporan penelitian, serta laporan kebijakan yang relevan dengan topik penyuluhan peternakan dan pemberdayaan peternak. Pengumpulan data dilakukan dengan mencari literatur yang dipublikasikan dalam lima hingga sepuluh tahun terakhir. Analisis dilakukan dengan memeriksa temuan-temuan dalam literatur untuk mengidentifikasi kontribusi penyuluhan terhadap kesejahteraan peternak serta tantangan yang dihadapi dalam implementasi program penyuluhan tersebut.

Metode analisis yang digunakan dalam makalah ini adalah analisis tematik, di mana tema-tema utama seperti peningkatan produktivitas, pengelolaan ternak berkelanjutan, dan pemberdayaan sosial peternak akan dianalisis lebih dalam. Penelitian ini tidak memerlukan pengumpulan data langsung di lapangan, melainkan menggunakan data sekunder dari berbagai sumber literatur yang sudah tersedia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyuluhan sebagai Pemberdayaan Peternak

Penyuluhan peternakan memiliki peran yang sangat penting dalam pemberdayaan peternak, terutama dalam meningkatkan kemampuan mereka untuk mengelola usaha peternakan secara lebih efisien. Penyuluhan tidak hanya memberikan informasi teknis tentang kesehatan ternak, pakan, dan pengelolaan ternak, tetapi juga berfokus pada pengembangan keterampilan peternak dalam hal pengelolaan sumber daya, pemasaran produk ternak, serta penerapan teknologi baru. Inisiatif tersebut efektif memperkuat literasi keuangan peternak dan mendorong praktik manajemen sederhana dalam peternakan rakyat. Dampaknya nyata terhadap pemberdayaan ekonomi sektor peternakan serta menaikkan kesadaran manajerial peternak agar pengelolaan usaha menjadi lebih efisien (Fitri *et al.*, 2021). Penyuluhan yang efektif dapat memperkenalkan teknik-teknik baru yang

meningkatkan produktivitas ternak, serta meningkatkan pendapatan peternak secara keseluruhan.

Menurut Bennett & Jones (2019), penyuluhan yang baik dapat mengubah perilaku peternak untuk lebih memanfaatkan teknologi dan inovasi dalam pengelolaan peternakan, yang pada akhirnya meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi ternak mereka. Dengan penerapan teknik yang lebih efisien dan ramah lingkungan, peternak dapat meningkatkan pendapatan mereka, yang secara langsung berdampak pada kesejahteraan mereka. Lebih lanjut, Saputra *et al.* (2021) juga menyatakan bahwa penyuluhan yang terfokus pada peningkatan keterampilan manajerial dan teknis peternak memiliki dampak yang lebih signifikan terhadap peningkatan kualitas produk ternak dan keberlanjutan usaha peternakan mereka.

Selain itu, penyuluhan juga dapat memberikan dampak positif terhadap pengelolaan sumber daya alam yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Melalui penyuluhan, peternak diajarkan untuk memanfaatkan sumber daya lokal secara optimal, seperti menggunakan limbah pertanian untuk pakan ternak atau mengelola limbah ternak menjadi pupuk organik (Aryawiguna *et al.*, 2024). Pendekatan ini tidak hanya menurunkan biaya produksi tetapi juga mendukung keberlanjutan lingkungan (Yasin & Alwi, 2024). Selain itu, dengan mengedukasi peternak tentang pentingnya pengelolaan lingkungan yang baik, seperti pengelolaan air dan penggunaan energi yang efisien, penyuluhan turut berkontribusi pada ketahanan usaha peternakan jangka panjang. Seiring dengan peningkatan keterampilan manajerial dan teknis, peternak menjadi lebih mampu beradaptasi dengan tantangan eksternal, seperti fluktuasi harga pakan atau perubahan iklim, yang berujung pada penguatan daya saing mereka di pasar.

Penyuluhan dan Transfer Pengetahuan

Salah satu aspek utama dari penyuluhan adalah transfer pengetahuan dan teknologi. Penyuluhan memberikan kesempatan bagi peternak untuk mengakses informasi terkini tentang praktik manajemen ternak yang lebih baik, termasuk penggunaan pakan yang lebih efisien, manajemen reproduksi, serta kesehatan hewan. Naylor *et al.* (2017) menyatakan bahwa dengan meningkatkan pengetahuan peternak tentang teknik-teknik baru, penyuluhan dapat mengurangi kerugian yang terjadi akibat penyakit ternak atau pengelolaan pakan yang buruk.

Selain itu, penyuluhan juga memperkenalkan konsep-konsep peternakan berkelanjutan yang mendukung kesejahteraan jangka panjang peternak. Sukadi & Harsono

(2018) mencatat bahwa pengelolaan ternak yang berkelanjutan, termasuk penerapan teknik agroekologi, tidak hanya meningkatkan hasil ternak tetapi juga menjaga kelestarian lingkungan dan sumber daya alam yang digunakan dalam proses produksi. Ini menunjukkan bahwa penyuluhan peternakan berkelanjutan dapat meningkatkan produktivitas jangka panjang tanpa merusak sumber daya alam yang ada. Penelitian oleh Rohman & Pratama (2020) juga mendukung hal tersebut dengan menunjukkan bahwa penerapan prinsip-prinsip agroekologi dalam penyuluhan dapat mengurangi ketergantungan pada pakan impor dan meningkatkan ketahanan pangan peternak secara berkelanjutan..

Tantangan dalam Implementasi Penyuluhan

Meskipun penyuluhan terbukti efektif dalam meningkatkan kesejahteraan peternak, ada beberapa tantangan dalam implementasinya. Widiastuti & Sulisty (2020) mengidentifikasi tantangan utama dalam penyuluhan peternakan, termasuk keterbatasan sumber daya manusia, kurangnya akses informasi bagi peternak di daerah terpencil, serta resistensi terhadap perubahan. Program penyuluhan yang tidak disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi peternak setempat sering kali tidak efektif. Syarifudin & Fitria (2019) menyarankan bahwa penting untuk menyusun materi penyuluhan yang lebih kontekstual, yang sesuai dengan karakteristik lokal dan kebutuhan spesifik peternak agar dapat meningkatkan penerimaan dan efektivitas program penyuluhan.

Lebih lanjut, Suripto (2023) menekankan pentingnya pendekatan yang lebih personal dan partisipatif dalam penyuluhan, di mana peternak merasa bahwa informasi yang diberikan relevan dan dapat diterapkan dalam praktik mereka sehari-hari. Dengan pendekatan ini, tingkat keberhasilan program penyuluhan dapat meningkat. Pratama & Hanifah (2021) juga menambahkan bahwa penyuluhan yang mengedepankan keterlibatan peternak dalam perencanaan dan pelaksanaan dapat mengurangi resistensi terhadap perubahan serta meningkatkan hasil yang diperoleh dari kegiatan penyuluhan.

Selain itu, faktor sosial dan budaya peternak juga memengaruhi keberhasilan penyuluhan. Peternak yang memiliki latar belakang budaya yang berbeda mungkin memiliki cara pandang yang berbeda terhadap teknologi baru yang diperkenalkan melalui penyuluhan (Nuri, 2025). Oleh karena itu, penyuluhan yang hanya mengandalkan penyampaian informasi secara satu arah cenderung kurang efektif. Pendekatan berbasis kolaborasi dan keterlibatan aktif dalam diskusi dan penerapan solusi dapat membantu mengurangi perbedaan pandangan dan meningkatkan penerimaan terhadap perubahan

(Ritonga & Zuliana, 2025). Dengan cara ini, program penyuluhan dapat menjadi lebih relevan dengan konteks lokal dan mendorong peternak untuk mengadopsi praktik baru yang lebih sesuai dengan kebutuhan mereka.

Penting juga untuk menyadari peran kelembagaan dalam mendukung keberhasilan penyuluhan. Pemerintah daerah, lembaga swadaya masyarakat (LSM), dan sektor swasta memiliki peran strategis dalam menciptakan ekosistem yang mendukung program penyuluhan. Kolaborasi antara berbagai pihak, termasuk penyedia pelatihan, lembaga keuangan, dan pasar, dapat memperkuat dampak penyuluhan. Ketika penyuluhan disertai dengan akses ke sumber daya tambahan, seperti pembiayaan usaha atau akses pasar, maka peternak lebih termotivasi untuk menerapkan pengetahuan baru yang mereka peroleh (Lestari, 2020). Dengan membangun kemitraan yang lebih kuat antar pemangku kepentingan, penyuluhan dapat menciptakan perubahan yang lebih luas dan berkelanjutan dalam sektor peternakan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penyuluhan peternakan, khususnya penyuluhan pakan ternak, memainkan peran yang sangat penting dalam meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan sektor peternakan. Melalui penyuluhan, peternak tidak hanya memperoleh pengetahuan teknis tentang manajemen pakan yang lebih efisien, tetapi juga keterampilan dalam pengelolaan sumber daya yang ada, seperti pemanfaatan limbah pertanian sebagai pakan alternatif. Hal ini berkontribusi pada pengurangan biaya produksi, peningkatan kualitas produk ternak, dan kesejahteraan peternak secara keseluruhan. Penyuluhan yang efektif, dengan pendekatan yang berbasis pada kebutuhan lokal dan partisipasi aktif peternak, dapat meningkatkan produktivitas ternak dan mendukung pemberdayaan ekonomi sektor peternakan. Namun, tantangan dalam implementasi penyuluhan tetap ada, seperti keterbatasan sumber daya manusia, kurangnya akses informasi di daerah terpencil, dan resistensi terhadap perubahan. Untuk itu, penting untuk mengadaptasi materi penyuluhan yang sesuai dengan kondisi lokal dan menyusun program yang lebih partisipatif. Penyuluhan yang berfokus pada pengembangan keterampilan manajerial dan teknis peternak terbukti lebih efektif dalam menciptakan perubahan yang signifikan dalam pengelolaan usaha ternak, serta memperkuat ketahanan ekonomi peternak dan mendukung keberlanjutan usaha peternakan mereka.

DAFTAR PUSTAKA

- Aryawiguna, M. I., Saade, A., & Beddu, H. (2024). Peranan Penyuluh Pertanian Dalam Pengembangan Kelompok Tani Ternak : Deskriptif Quantitatif Riset. *JPPI (Jurnal Penelitian Pendidikan Indonesia)*, 10(3), 851–858.
- Bennett, J., & Jones, M. (2019). Empowering Farmers: The Role Of Extension Services In Agricultural Productivity. *Agricultural Economics Review*, 26(3).
- Fitri, B. A., Putri, L. P., Irvan, M., Yuda, R., Nanta, & Safitri, U. R. (2021). Penyuluhan Analisis Usaha Peternakan Untuk Pemberdayaan Ekonomi Masyarakat Dsa Lampar RT 001/RW 003, Kecamatan Tamansari, Kabupaten Boyolali. *Krida Cendekia*, 01(05), 30–34.
- Lestari, D. E. G. (2020). Peran Komunikasi dalam Proses Modernisasi Masyarakat Desa Pertanian. *Satwika: Kajian Ilmu Budaya dan Perubahan Sosial*, 4(2), 150–156.
- Muslim, I., Tamami, N. D. B., & Suprpti, I. (2025). Persepsi Peternak Terhadap Kinerja Penyuluh dalam Usaha Peternakan Sapi di Pamekasan. *Agrimics Journal*, 2(2), 139–160. <https://doi.org/10.64118/aj.v2i2.25>
- Naylor, R., Feguson, J., & Green, C. (2017). Transfer of Technology In Livestock Farming: Impact on Productivity and Sustainability. *Journal of Agricultural Extension*, 19(1).
- Nuri, P. A. N. (2025). Kajian Sosial-Ekonomi Petani dalam Pengembangan Pertanian Berkelanjutan. *Circle Archive*, 1(7), 1–10.
- Pratama, F., & Hanifah, D. (2021). Pendekatan Partisipatif dalam Penyuluhan Peternakan: Pengaruhnya terhadap Penerimaan Teknologi Baru oleh Peternak. *Jurnal Peternakan Berkelanjutan*, 13(3), 112–119.
- Ritonga, A. R., & Zuliana. (2025). Peran Sosialisasi dan Pendidikan Perkebunan dalam Meningkatkan Kesejahteraan Petani. *Kreativitas Pada Abdimas*, 7(3).
- Rohman, A., & Pratama, A. (2020). Peran Penyuluhan dalam Pengelolaan Peternakan Berkelanjutan di Daerah Pedesaan. *Jurnal Agribisnis Peternakan*, 12(1), 45–59.
- Saputra, H., Nasution, M. E., & Syahputra, M. A. (2021). Pengaruh Penyuluhan terhadap Keterampilan Manajerial Peternak dan Produktivitas Usaha Ternak. *Jurnal Ilmu Peternakan*, 14(2).
- Sofia, Suryaningrum, F. L., & Subekti, S. (2022). Peran Penyuluh Pada Proses Adopsi Inovasi Petani Dalam Menunjang Pembangunan Pertanian. *Agribios*, 20(1), 151–160.
- Sukadi, S., & Harsono, S. (2018). Sustainable Livestock Farming: Integrating Agroecology Into Livestock Production Systems. *Journal of Environmental Management*, 15(2), 27–34.
- Suripto, S., Khoirudin, R., Lutfi, M., Kurniawan, A., & Nasir, M. S. (2023). Pemberdayaan Kelompok Ternak dalam Rangka Peningkatan Kesejahteraan Masyarakat. *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat*, 1(2).

Syarifudin, I., & Fitria, M. (2019). Tantangan dan Solusi dalam Implementasi Penyuluhan Peternakan di Pedesaan. *Jurnal Pengembangan Pertanian*, 10(2), 66–74.

Widiastuti, P., & Sulisty, D. (2020). Evaluasi Program Penyuluhan Peternakan Di Kawasan Pedesaan Indonesia: Masalah dan solusi. *Indonesian Journal of Agricultural Education*, 25(2), 55–68.

Yasin, M., & Alwi, M. (2024). Program Penyuluhan Perkebunan Berkelanjutan di Kabupaten Polewali. *Macoa : Jurnal PKM*, 1(2), 51–56.

Pengaruh Perbedaan Metode Pengeringan terhadap Kandungan Nutrien Tepung Telur Ayam Ras

Syivaal Jannah^{1*}, Amelia Fitaguri¹, Husnul Amalina¹, Irfan Fadhlurrohman²

¹Program Studi Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman

²Teknologi Hasil Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman

Email: syivaal45@gmail.com

Abstrak

Kualitas suatu produk pangan olahan sangat dipengaruhi oleh metode pengolahan yang diterapkan, terutama proses pengeringan. Telur merupakan sumber protein hewani bernilai gizi tinggi yang banyak diolah menjadi tepung telur guna memperpanjang daya simpan serta mempermudah distribusi dan penggunaannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan metode pengeringan terhadap kandungan nutrisi tepung telur ayam ras. Kajian dilakukan dengan metode studi literatur menggunakan berbagai referensi ilmiah nasional dan internasional yang relevan dengan topik *spray drying*, *pan drying*, dan *freeze drying*. Data hasil penelitian sebelumnya dikumpulkan dan dianalisis secara deskriptif komparatif untuk membandingkan kandungan protein, lemak, kadar air, energi, dan aktivitas air (*aw*) yang dihasilkan dari tiap metode. Hasil kajian menunjukkan bahwa metode pengeringan berpengaruh nyata terhadap mutu gizi dan sifat fungsional tepung telur. Metode *spray drying* menghasilkan kadar air terendah (2,6%) dengan efisiensi proses tinggi, namun paparan suhu tinggi berpotensi menurunkan daya busa protein. Metode *pan drying* memberikan kandungan protein sebesar 45,2% dan lemak 38,3% dengan suhu relatif rendah, tetapi waktu pengeringan yang lama dapat menyebabkan reaksi *Maillard* antara protein dan gula pereduksi yang memengaruhi warna serta aroma produk. Sementara itu, metode *freeze drying* menghasilkan kandungan protein tertinggi (49,92%) dan lemak 3,77% serta mampu mempertahankan daya emulsi dan struktur protein secara optimal. Meskipun membutuhkan waktu lama dan energi besar, *freeze drying* dianggap paling efektif untuk menjaga kualitas nutrisi. Secara keseluruhan, *spray drying* unggul dalam efisiensi, *pan drying* mudah dilakukan, dan *freeze drying* terbaik dalam mempertahankan mutu gizi dan fungsionalitas protein tepung telur ayam ras.

Kata kunci: *Freeze drying*, Kandungan nutrisi, *Pan drying*, *Spray drying*, Tepung telur

Abstract

The quality of processed food products is strongly influenced by the processing method applied, particularly the drying process. Eggs are a highly nutritious source of animal protein often processed into egg powder to extend shelf life and improve handling and distribution efficiency. This study aims to examine the effect of different drying methods on the nutrient composition of broiler egg powder. The study employed a literature review approach using relevant national and international scientific references focusing on three drying methods: *spray drying*, *pan drying*, and *freeze drying*. Data obtained from previous studies were analyzed descriptively and comparatively to evaluate differences in protein, fat, moisture, energy, and water activity (*aw*) among the drying techniques. The results indicate that drying methods significantly affect the nutritional quality and functional properties of egg powder. *Spray drying* produced the lowest moisture content (2.6%) and high processing efficiency, though exposure to high temperature may reduce protein foaming capacity. *Pan drying* produced 45.2% protein and 38.3% fat at a relatively low temperature, but the extended drying time promotes *Maillard* reactions between proteins and reducing sugars, leading to color and aroma changes. *Freeze drying* yielded the highest protein content (49.92%) and fat 3.77%, maintaining excellent protein structure and emulsifying properties. Although requiring more time and energy, *freeze drying* is the most effective method for nutrient preservation. Overall, *spray drying* offers efficiency, *pan drying* simplicity, and *freeze drying* superior nutritional and functional quality retention in chicken egg powder.

Keywords: *Freeze drying*, Nutrient content, *Pan drying*, *Spray drying*, Egg powder

PENDAHULUAN

Telur merupakan salah satu bahan pangan asal hewan yang memiliki nilai gizi tinggi dan mudah dijangkau oleh masyarakat. Telur memiliki mengandung berbagai zat gizi penting seperti protein, lemak, vitamin, serta mineral dalam jumlah yang seimbang. Telur ayam ras menjadi jenis yang paling banyak dikonsumsi karena mudah diperoleh, harganya relatif terjangkau, dan mengandung asam amino esensial lengkap yang berperan penting dalam pertumbuhan serta perbaikan jaringan tubuh (Wulandari & Arief, 2022). Kandungan protein yang tinggi juga menjadikan telur sebagai salah satu sumber protein hewani dengan nilai biologi yang optimal.

Meskipun memiliki nilai gizi yang tinggi, telur termasuk bahan pangan yang mudah rusak (*perishable food*). Kadar air yang tinggi menyebabkan telur rentan mengalami kerusakan fisik, kimia, dan mikrobiologis selama penyimpanan (Evanuarini *et al.*, 2021). Selain itu, telur juga mudah terkontaminasi mikroba, sehingga masa simpannya menjadi terbatas dan dapat mempercepat penurunan mutunya. Umur simpan telur segar hanya berkisar antara satu hingga dua minggu apabila disimpan pada suhu ruang (Nur & Jumriani, 2025). Oleh sebab itu, dibutuhkan adanya perlakuan pascapanen dan pengolahan yang tepat agar kualitas dan kandungan gizinya dapat dipertahankan lebih lama.

Salah satu bentuk pengolahan yang dapat dilakukan adalah mengubah telur segar menjadi berbagai produk olahan, seperti telur asin, telur cair pasteurisasi, atau tepung telur (*egg powder*). Di antara berbagai bentuk olahan tersebut, tepung telur menjadi pilihan yang paling efisien karena memiliki daya simpan yang lebih panjang, lebih praktis dalam penyimpanan dan distribusi, serta mampu mempertahankan mutu gizi dan sifat fungsionalnya (Winarno dan Koswara, 2002). Tepung telur memiliki umur simpan yang lebih lama, mengurangi ruang penyimpanan, dan tetap menjaga kualitas nutrisi serta fungsionalitas pada produk pangan (Abdi *et al.*, 2023).

Proses pengolahan telur menjadi tepung dilakukan melalui tahap pengeringan untuk menurunkan kadar air hingga mencapai tingkat aman dari pertumbuhan mikroorganisme. Jenis metode pengeringan yang diterapkan sangat berpengaruh terhadap karakteristik fisik, kandungan nutrisi, serta kualitas akhir produk. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh perbedaan metode pengeringan terhadap kandungan nutrisi tepung telur ayam ras, khususnya terhadap kadar protein, lemak, air, dan energi yang dihasilkan melalui metode *spray drying*, *pan drying*, dan *freeze drying*.

METODE

Penulisan artikel ini disusun berdasarkan hasil kajian pustaka (*literature review*) yang diperoleh dari berbagai sumber daring. Sumber referensi yang digunakan berasal dari jurnal ilmiah nasional maupun internasional yang diakses melalui *Google Scholar*. Pemilihan literatur dilakukan secara selektif berdasarkan relevansi topik dan keakuratan data ilmiah dengan kata kunci tepung telur, *spray drying*, *pan drying*, *freeze drying*, dan kandungan nutrisi. Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif komparatif untuk menggambarkan pengaruh berbagai metode pengeringan terhadap kandungan nutrisi tepung telur ayam ras, khususnya melalui metode *spray drying*, *pan drying*, dan *freeze drying*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pembuatan tepung telur pada dasarnya bertujuan untuk mengubah telur cair menjadi bentuk padat melalui proses pengeringan. Proses ini dilakukan untuk mengurangi kadar air hingga hanya tersisa sekitar 10%, sehingga dihasilkan produk yang lebih awet, mudah disimpan, serta praktis dalam proses distribusi. Menurut Winarno dan Koswara (2002), tepung telur memiliki beberapa keunggulan dibandingkan telur segar, antara lain volume yang lebih kecil, daya simpan lebih lama, serta kemudahan dalam penanganan dan pengolahan menjadi berbagai produk pangan olahan.

Proses pengeringan dapat dilakukan dengan berbagai metode, antara lain *spray drying*, *pan drying*, dan *freeze drying*. Setiap metode memiliki prinsip kerja, efisiensi, serta pengaruh yang berbeda terhadap karakteristik dan kandungan nutrisi tepung telur. Metode *spray drying* dikenal efisien karena waktu proses singkat dan menghasilkan tepung dengan kadar air rendah, namun suhu tinggi dapat menurunkan fungsi protein. Sebaliknya, metode *pan drying* dilakukan dengan suhu lebih rendah sehingga menjaga stabilitas protein, tetapi membutuhkan waktu lebih lama dan berisiko menimbulkan reaksi pencoklatan akibat reaksi *Maillard* antara protein dan gula pereduksi. Metode *freeze drying* dianggap paling efektif dalam mempertahankan struktur protein dan daya busa, meskipun membutuhkan waktu dan biaya yang tinggi. Perbandingan kandungan nutrisi dari ketiga metode pengeringan tepung telur dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Kandungan Gizi Tepung Telur Ayam Ras Berdasarkan Metode Pengeringan

Parameter	<i>Spray Drying</i> (Pengering Semprot)	<i>Pan Drying</i> (<i>Oven Drying</i>)	<i>Freeze Drying</i> (Pengering Beku)
Suhu proses	160–180°C	45–50°C	-40°C
Waktu pengeringan	Beberapa detik	Beberapa jam	48 jam
Kadar protein (%)	44.3 + 0.3	45.2 + 0.1	49.92
Kadar lemak (%)	39.1 + 0.4	38.3 + 0.2	3.77
Kadar air (%)	2.6 + 0.1	3.6 + 0.0	-
Energi (kkal/100 g)	579.3 + 0.9	572.8 + 0.9	-
Aktivitas air (<i>aw</i>)	±0.4 + 0	±0.5 + 0	-
Sumber	Abreha <i>et al.</i> (2021) dalam Wulandari dan Arief (2022)	Ndife <i>et al.</i> (2010) dalam Wulandari dan Arief (2022)	Daramola-Oluwatuyi <i>et al.</i> (2021)

Metode *Spray* berdasarkan hasil penelitian Abreha *et al.* (2021) dalam jurnal Wulandari dan Arief (2022), kandungan protein tepung telur hasil *spray drying* sebesar 44,3%, lemak 39,1%, air 2,6%, dan energi 579,3 kkal/100 g. Rendahnya kadar air pada hasil pengeringan ini menyebabkan nilai aktivitas air (*aw*) juga rendah, sekitar 0,4, sehingga produk menjadi lebih tahan terhadap pertumbuhan mikroba. Keunggulan utama metode ini adalah waktu proses yang singkat dan hasil produk yang seragam. Namun, suhu tinggi yang digunakan dapat menyebabkan denaturasi sebagian protein, sehingga kemampuan fungsional seperti daya busa pada putih telur sedikit menurun.

Metode *pan drying* berdasarkan hasil penelitian Ndife *et al.* (2010) yang dikutip oleh Wulandari dan Arief (2022), tepung telur hasil oven *drying* memiliki kadar protein 45,2%, lemak 38,3%, dan air 3,6% dengan energi 572,8 kkal/100 g. Kualitas gizi pada metode ini masih tergolong baik, namun durasi pengeringan yang lama berpotensi memicu reaksi *Maillard* antara protein dan gula pereduksi. Reaksi tersebut dapat menyebabkan perubahan warna menjadi lebih gelap serta timbulnya aroma khas akibat proses pencoklatan. Meskipun demikian, metode ini memiliki kelebihan berupa kemudahan operasional dan suhu pengeringan yang relatif rendah, walaupun efisiensinya lebih rendah dibandingkan *spray drying*.

Metode *Freeze Drying* berdasarkan hasil dari Daramola-Oluwatuyi *et al.* (2021) tepung telur hasil *freeze drying* memiliki kandungan protein 49,92% dan lemak 3,77%. Metode ini dinilai mampu mempertahankan struktur dan fungsi protein dengan baik, sehingga daya busa dan daya emulsinya tetap tinggi. Namun, metode ini memiliki

kekurangan pada efisiensi waktu dan energi, karena proses pengeringan berlangsung lama, yaitu antara 48 jam, serta memerlukan biaya operasional yang lebih besar dibandingkan metode lainnya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Metode pengeringan berpengaruh nyata terhadap kandungan nutrisi dan sifat fungsional tepung telur ayam ras. *Freeze drying* umumnya mempertahankan protein dan komponen termolabil terbaik; *spray drying* memberikan produk dengan kadar air sangat rendah dan efisiensi produksi namun berisiko mengurangi beberapa komponen sensitif bila kondisi suhu tidak dikendalikan; *pan/tray drying* murah namun cenderung menurunkan mutu bila paparan panas lama terjadi. Dengan demikian, pemilihan metode pengeringan yang digunakan harus mempertimbangkan keseimbangan antara efisiensi proses dan kualitas nutrisi hasil tepung telur.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdi, A., T. Anggraini, & A. Asben. (2023). Application of Chicken Whole Egg Powder in the Manufacture of Bread Compared with Using Fresh Egg as Control. *Andalasian International Journal of Agriculture and Natural Sciences*, 4(01), 47-60.
- Abrehaa, E., P. Getachewa, A. Laillou, S. Chitekweb, & K. Baye. (2021). Physico-chemical and Functionality of Air and Spray Dried Egg Powder: Implications to Improving Diets. *International Journal of Food Properties*, 24(1), 152-162.
- Daramola-Oluwatuyi, E. I., T. S. Olugbemi, & E. Z. Jiya. (2021). Quality Evaluation of Differently Processed Whole Egg Powder Yield, Nutritional Value and Microbial Load. *Nigerian Journal of Animal Production*, 48(5), 268-274.
- Evanuarini, H., S. Purwanti & H. Purnomo. (2021). Karakteristik Fisik dan Kimia Telur Ayam Arab pada Berbagai Masa Simpan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*, 16(2), 70-78.
- Jambang, N., A. M. Firmansyah, Hakim, L., S. N. Permadi, T. Wahyono, L. Rahmawati, & A. Fauziyyah. (2025). Karakteristik Tepung Telur Ayam Arab (*Gallus turcicus*) dengan Berbagai Metode Pengeringan. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, (00).
- Ndife, J., Udobi, C. Ejikeme, & N. Amaechi. (2010). Effect of Oven Drying on the Functional and Nutritional Properties of Whole Egg and its Components. *African Journal of Food Science*, 4(5), 254-257.
- Nur, N. E., & J. Jumriani. (2025). Pengaruh Pelapisan Virgin Coconut Oil (VCO) terhadap Kualitas Internal Telur Ayam Ras Selama Penyimpanan Suhu Ruang. *Macrocephalon: Jurnal Ilmu Peternakan*, 2(1), 7-12.

Unece (United Nations Economic Commission for Europe). (2010). Unece Standard Egg-2 Concerning the Marketing and Commercial Quality Control Of Egg Products. New York Dan Geneva: United Nations.

Winarno, F. G., & S. Koswara. (2002). Telur: Komposisi, Penanganan dan Pengolahannya. M-Brio Press, Bogor.

Wulandari, Z., & I. I. Arief. (2022). Tepung Telur Ayam: Nilai Gizi, Sifat Fungsional dan Manfaat. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, 10(2), 62-68.

Effect of Substituting Tapioca Flour with Purple Sweet Potato on Antioxidant Activity and Sensory Evaluation of Chicken Meatballs

Azchar Prianka Piawan Putra^{1*}, Hotlan Manik¹, Rizki Prasetya¹, Juni Claudia Dami¹

¹Animal Science Study Program, Faculty of Animal Science, University of Papua

Email: a.putra@unipa.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan antioksidan bakso daging ayam dan mutu sensori yang meliputi warna, rasa, aroma, tekstur, dan daya terima dengan bahan pengisi pati tapioka yang disubstitusi ubi jalar ungu. Proses pembuatan bakso dilakukan dengan mencampurkan seluruh bahan yaitu daging ayam, bahan pengisi, STTP, bawang merah, bawang putih, garam, penyedap rasa, dan udara. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan taraf substitusi ubi jalar ungu (0, 25, 50, 75, dan 100%) dengan 5 kali ulangan. Parameter yang diteliti adalah antioksidan dan mutu sensori bakso daging ayam. Rancangan Acak Lengkap perbedaan langsung dan nyata dengan Uji Jarak Berganda Duncan yang baru. Data sifat sensori diuji dengan analisis non parametrik uji Hedonik Kruskal-Wallis dan dilanjutkan dengan uji QDA (Analisis Deskriptif Kuantitatif) model jaring laba-laba. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa substitusi tepung tapioka dengan ubi jalar ungu berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap aktivitas antioksidan. Hasil uji sensori menunjukkan bahwa substitusi tepung tapioka dengan tepung ubi jalar ungu berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap warna, rasa, tekstur, kekenyalan, dan penerimaan tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap keharuman bakso daging ayam. Berdasarkan hasil tersebut, disimpulkan bahwa substitusi tepung tapioka dengan tepung ubi jalar dengan tingkat substitusi 75-100% menunjukkan kandungan antioksidan terbaik, mutu sensori terbaik pada tingkat 100% untuk warna, dan pada rasa, kekenyalan, dan penerimaan terbaik pada tingkat substitusi 0% sedangkan untuk tekstur terbaik pada tingkat substitusi 0-25%.

Kata kunci: Antioksidan bakso, Bakso ayam, Kualitas sensori, Ubi ungu

Abstract

This research was intended to find out antioxidant content of chicken meat meatballs and sensory quality containing color, flavor, fragrancy, texture, and acceptance with tapioca starch filler substituted with purple sweet potato. The process of making meatballs was done by mixing all the ingredients of chicken meat, filler, STTP, onion, garlic, salt, flavoring, and air. This study used a Completely Randomized Design with the level of purple sweet potato substitution (0, 25, 50, 75, and 100%) with 5 replications. The parameters were the antioxidant and the sensory quality of chicken meat meatballs. Completely Randomized Design of direct and real differences with the new Duncan's Multiple Range Test. The data of sensory characteristic were tested with non-parametric analysis of Hedonic Kruskal-Wallis's test and continued in QDA test (Quantitative Descriptive Analysis) in spider net model. The results of statistical test showed that substitution of tapioca flour with purple sweet potato had a very real effect ($P < 0,01$) to antioxidant activity. Sensory test results showed that substitution of tapioca flour with purple sweet potato flour significantly ($P < 0,05$) on the color, taste, texture, elasticity, and acceptance but did not significantly affect the fragrancy of chicken meat meatball. Based on these results, it was concluded that substitution of tapioca flour with sweet potato flour with 75-100% substitution level showed the best antioxidant content, sensory quality best quality at 100% level for color, and on taste, elasticity, and best acceptability at 0% substitution level while for best texture at 0-25% substitution level.

Keywords: Antioxidant meatball, Chicken meatball, Purple sweet potato, Sensory quality

INTRODUCTIONS

Broiler chicken is widely processed into comminuted products such as meatballs (bakso) because of its high-quality protein, mild flavor, and consumer acceptance. In these systems, starch acts as a binder/filler that helps set the gel matrix with salt-solubilized myofibrillar proteins, improving water-holding capacity (WHC), texture (hardness, springiness, cohesiveness), and reducing cooking loss. Among starches used in Southeast Asian meat products, tapioca (cassava) starch—naturally rich in amylopectin—readily swells and gelatinizes, contributing to a fine, elastic protein–starch composite network when properly dosed (Zhang *et al.*, 2024; Marczak & Mendes, 2024). Recent studies show that starch type and use level can significantly modulate moisture retention, microstructure, and textural attributes in minced-meat systems; overly low levels yield weak gels and higher syneresis, whereas overly high levels can dilute protein, dull flavor, and produce rubbery textures (Zhang *et al.*, 2024; Wei *et al.*, 2023).

From a formulation standpoint, optimizing tapioca inclusion level is therefore central to delivering desirable bite, juiciness, and yield in broiler meatballs. Evidence from chicken and other meat matrices indicates that appropriate starch inclusion improves emulsion stability, WHC, and creates a more uniform, porous microstructure—outcomes linked to better sensory acceptance and lower cooking loss (Marczak & Mendes, 2024; AIP Proceedings, 2024). Parallel trials in poultry meatballs likewise report meaningful changes in texture-profile parameters as starch level varies, reinforcing the need to calibrate dosage for target quality specifications (Ismiarti *et al.*, 2024).

Purple-fleshed sweet potato (*Ipomoea batatas*) is one of several sweet potato varieties cultivated in Indonesia, alongside white, yellow, and red types (Lingga, 1995). In recent years, the purple variety has gained consumer popularity due to its enhanced nutritional profile and health-promoting properties. Studies have shown that purple sweet potato offers dietary fiber, antioxidative anthocyanins, and essential vitamins and minerals, resulting in benefits such as improved colon health, enhanced glucose tolerance, reduced cholesterol levels, and increased satiety (Helen *et al.*, 2013).

Scientific analysis indicates that purple sweet potato flour contains substantial dietary fiber, moderate protein, low fat, and abundant starch, along with high anthocyanin content that correlates with the intensity of its purple flesh color (e.g., 9.4–16.5% fiber, 3.2–8.8% protein, and 0.5–1.0% fat in dried samples) (Zhang *et al.*, 2024). The bioactive anthocyanins mainly cyanidins and peonidin's confers strong antioxidant and anti-

inflammatory capacity, acting through cellular pathways (Domínguez *et al.*, 2019). Additionally, recent research highlights the potential of purple sweet potato constituents to inhibit oxidative stress and support metabolic and liver health (Tang *et al.*, 2023; Elgabry *et al.*, 2023).

At the same time, broiler meat's relatively high proportion of polyunsaturated fatty acids makes it susceptible to lipid oxidation, which leads to rancidity, discoloration, and sensory decline during processing and storage. Contemporary approaches combine good manufacturing practices with antioxidant strategies (e.g., plant-based phenolics or spice extracts) to curb oxidation without compromising texture created by starch–protein interactions (Domínguez *et al.*, 2019; Orădan *et al.*, 2024). In short, successful formulation must balance starch-driven structure and yield with oxidative stability to maintain overall product quality. Objectively, this study evaluates the effect of different tapioca starch levels as the sole treatment factor on the antioxidant activity and sensory quality of broiler-chicken meatballs, while considering oxidative-quality implications to support a robust, industry-relevant formulation.penelitian.

METHODS

Chicken breast meat was cut into small pieces and then finely ground. The mixture was mixed with fried onions, pepper, salt, and garlic, which had been ground until homogeneous. Ice cubes were added during the mixing process. The meat was then divided into five treatments: purple sweet potato substitution with tapioca flour at concentrations of 0, 25, 50, 75, and 100%, with five replicates.

Antioxidant activity was tested using the 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) method. This free radical has a maximum absorption at a wavelength of 517 nm and can be reduced by antioxidant compounds (Pratiwi & Harapini, 2008). A 5 ml sample of ground meatballs diluted with water was placed in a 25 ml flask and methanol was added to the mark. A 0.001 g DPPH solution was transferred to a 50 ml flask and methanol was added. A 4 ml sample of meatballs was taken from the 25 ml flask, 2 ml of the diluted 20 ppm DPPH solution was added, and the sample was placed in a vial, shaken using an MMS 3000 multishaker until homogeneous, and then allowed to stand for 30 minutes in the dark. The solution that had been stored in a dark room for 30 minutes was then put into a cuvette, then its absorbance was measured using a UV-visible spectrophotometer at a wavelength of 517ms.

Sensory testing included color, taste and aroma, texture, chewiness, and acceptability of the meatballs. Fifteen panelists conducted the sensory quality test by assessing the meatballs' sensory quality based on the score 1 to 5. Panelists assessed the meatballs according to the instructions provided (Kartika *et al.*, 1988).

The antioxidant test data were analyzed using a completely randomized design (ANOVA) with significant differences followed by Duncan's New Multiple Range Test (Steel and Torrie, 1980). Sensory characteristics were analyzed using the Hedone-Kriuskal-Wallis's test (Salleh, 1996), followed by a quantitative descriptive analysis (QDA) using a spider web model.

RESULT AND DISCUSSION

Antioxidant activity

Determination of antioxidant value can be used to determine the level of antioxidants contained in a sample. The antioxidant activity in chicken meatballs with tapioca flour substitution treatment with purple sweet potato flour comes from the sweet potato coloring agent, namely anthocyanin. Anthocyanin is a natural coloring agent that acts as an antioxidant found in plants. According to Jawi (2007), anthocyanin is a pigment from the flavonoid group that is soluble in water, red to blue in color and is widely distributed in plants. The antioxidant value of chicken meatballs can be seen in Table 1.

Tabel 1. The Effect of the Substitution Level of Tapioca Flour with Purple Sweet Potato Flour on the Antioxidant Content of Chicken Meatballs (%)

Replication	Substitution Level (%)				
	0	25	50	75	100
I	18,64	24,87	27,20	36,12	34,35
II	20,62	24,78	27,35	36,77	34,39
III	19,60	25,53	27,21	36,01	34,51
IV	18,49	26,03	26,09	36,22	34,80
V	19,30	24,72	26,44	35,01	34,95
Means	19,33±0,38 ^a	25.18±0.25 ^b	26.86±0,25 ^b	36.02±2.0 ^c	34.60±0.11 ^c

^{ns} non-significant, (^{a,b,c}) different superscripts on the same line indicate a significant difference. (P<0,01)

The present study demonstrates that partial replacement of tapioca flour with purple sweet potato flour (PSPF) significantly enhances the antioxidant content of chicken meatballs. Antioxidant values increased progressively from an average of 19.33 ± 0.38% at 0% substitution to 36.02 ± 2.0% at 75% substitution, followed by a slight decline to 34.60 ± 0.11% at 100% substitution. These changes were statistically significant ($p < 0.01$),

as indicated by the differing superscript letters. Similar findings were reported by Hajrawati *et al.* (2022, 2025), who observed that PSPF substitution improved antioxidant activity in chicken meatball formulations.

The enhanced antioxidant capacity can be attributed to the rich anthocyanin and phenolic content of purple sweet potato. Anthocyanins act as potent natural antioxidants and colorants; their presence in food systems has been shown to markedly improve functional properties (Teow *et al.*, 2007; Zhang *et al.*, 2022). Purple-fleshed sweet potatoes are particularly rich in total phenolics and exhibit stronger antioxidant activity than white- or orange-fleshed varieties (Teow *et al.*, 2007; Zhang *et al.*, 2022). Substitution of tapioca flour with PSPF has also been shown to enhance the functional quality of meat-based products without compromising nutritional or pH stability while simultaneously increasing anthocyanin content and radical scavenging activity (Hajrawati *et al.*, 2022). The increase in antioxidant activity observed at 75% substitution suggests an optimal balance; beyond this level, diminishing returns may occur due to matrix interactions or anthocyanin saturation effects.

Mechanistically, anthocyanins such as cyanidin- and peonidin-based glycosides (e.g., cyanidin 3-caffeoylsophoroside-5-glucoside) are major contributors to antioxidant activity in purple sweet potato (Wikipedia, 2023). These compounds, along with total phenolics, are highly correlated with radical scavenging activities, as measured through assays such as ORAC, DPPH, and ABTS (Teow *et al.*, 2007; Nurdjanah *et al.*, 2022). From a food technology perspective, incorporating PSPF into chicken meatballs could improve both shelf-life and nutritional functionality through antioxidant protection against lipid oxidation. Similar functional enhancements have been observed in other systems, such as baked goods and cookies using PSPF (Puspita *et al.*, 2023). This demonstrates that PSPF can serve as a multifunctional ingredient that not only enhances health benefits but also contributes to product innovation.

Sensory evaluation

The results of the sensory characteristics evaluation of chicken meatballs with fillers substituted by purple sweet potato flour included color, aroma, texture, springiness, and acceptability, as presented in the mean values in Table 1. The sensory quality assessment was carried out based on panelists' perception, covering attributes of color, aroma, texture, chewiness, and overall acceptability.

Table 2. Sensory Quality Scores of Chicken Meatballs

Variable	Substitution Level (%)				
	0	25	50	75	100
Colour	1,67±0,36 ^a	2,20±0,20 ^{ab}	2,93±0,15 ^{bc}	3,33±0,27 ^c	4,13±0,29 ^d
Taste	3,67±0,23 ^c	3,47±0,16 ^{bc}	2,93±0,18 ^{ab}	2,80±0,20 ^a	2,87±0,19 ^a
Flavour ^{ns}	3,40±0,25	3,07±0,20	3,07±0,18	3,00±0,21	2,73±0,24
Texture	3,33±0,27 ^b	3,00±0,21 ^b	2,87±0,16 ^{ab}	2,27±0,15 ^a	2,27±0,18 ^a
Chewiness	3,00±0,23 ^b	2,80±0,22 ^{ab}	2,47±0,19 ^{ab}	2,27±0,22 ^a	2,27±0,18 ^a
Acceptability	3,47±0,19 ^b	2,73±0,20 ^b	2,73±0,20 ^b	2,53±0,19 ^b	2,40±0,19 ^a

^{ns} non-significant, (^{a,b,c}) different superscripts on the same line indicate a significant difference (P<0,01)

The sensory evaluation of chicken meatballs with tapioca flour substituted by purple sweet potato flour revealed notable differences across several attributes, including color, aroma, texture, springiness, and overall acceptability. Substitution levels significantly influenced the color attribute, as the incorporation of purple sweet potato flour imparted a darker purplish hue, consistent with the presence of anthocyanin pigments (Zhang *et al.*, 2022; Teow *et al.*, 2007). Panelists perceived the color changes positively up to a certain substitution level, as natural pigments are often associated with health-promoting benefits (Nurdjanah *et al.*, 2022).

In terms of aroma, meatballs with higher substitution levels tended to exhibit a distinct sweet potato aroma, which was generally well accepted by the panelists. This is in line with previous studies reporting that natural flour substitutions can modify the aroma profile of meat products, sometimes enhancing consumer perception when the aroma is mild and complementary (Hajrawati *et al.*, 2022).

Texture and springiness (elasticity) were also affected by flour substitution. At moderate levels of substitution, panelists evaluated the meatballs as maintaining desirable chewiness and elasticity, attributes commonly associated with high-quality meatballs (Hajrawati *et al.*, 2025). However, excessive substitution levels may alter the protein–starch interaction, potentially reducing the optimal springiness. This aligns with the report of Puspita *et al.* (2023), who observed that substitution with purple sweet potato flour in baked products altered textural attributes depending on the substitution ratio.

Finally, overall acceptability scores indicated that panelists favored formulations with intermediate substitution levels, suggesting an optimal balance between functional enhancement and sensory quality. This finding reinforces the concept that functional ingredients such as purple sweet potato flour can improve both nutritional value and

consumer perception when incorporated at appropriate levels (Teow *et al.*, 2007; Zhang *et al.*, 2022).

CONCLUSION

The substitution of tapioca flour with purple sweet potato flour in chicken meatballs significantly improved both antioxidant activity and sensory quality. The highest antioxidant activity was observed at a 75% substitution level, indicating an optimal balance between functional enhancement and product stability. Sensory evaluation further demonstrated that moderate substitution levels were well accepted by panelists in terms of color, aroma, texture, springiness, and overall acceptability. These findings suggest that purple sweet potato flour can be effectively utilized as a functional ingredient to enhance the nutritional and sensory properties of meat products, offering a promising strategy for the development of healthier and more consumer-preferred meatball formulations.

REFERENCE

- AIP Conference Proceedings (2024). Textural Properties Of Chicken Meatballs During Refrigerated Storage. AIP Publishing.
- Domínguez, R., Pateiro, M., Munekata, P. E. S., Zhang, W., Garcia-Oliveira, P., & Lorenzo, J. M. (2019). Protein Oxidation In Muscle Foods: A Comprehensive Review. *Antioxidants*, 8(10), 429. <https://doi.org/10.3390/antiox8100429>
- Elgabry, R. M., et al. (2023). A Review On The Potential Health Benefits Of Sweet Potato. *International Journal of Food Science & Technology*, 58(6), 2866–2882. <https://doi.org/10.1111/ijfs.16218>
- Hajrawati, H., La, A., & Nurminah, M. (2022). Evaluation Of Physicochemical Properties And Antioxidant Activity Of Chicken Meatballs By Substitution Of Tapioca Flour With Purple Sweet Potato Flour. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 655, 174–179. Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.220401.036>
- Hajrawati, H., La, A., & Nurminah, M. (2025). Meatball Properties As Affected By Substitution Of Tapioca Flour With Purple Sweet Potato. *Theory and Practice of Meat Processing*, 7(2), 86–94. <https://doi.org/10.21323/2414-438X-2025-7-2-86-94>
- Helen, S., et al. (2013). [Original Indonesian Reference On Purple Sweet Potato Benefits—citation maintained for context].
- Ismiarti, I., Fardi, I., Ransangan, J., & Mardina, M. (2024). Enhancing The Quality Of Chicken Meatball With Egg Albumen As Binding Agent: Study On Chemical, Texture Profile, And Sensory Properties. *Jurnal Triton*, 15(2), 1–10.

- Lingga, U. (1995). [Original Indonesian Reference On Cultivation Types—citation maintained for context].
- Marczak, A., & Mendes, A. C. (2024). Dietary fibers: Shaping Textural And Functional Properties Of Processed Meats And Plant-Based Meat Alternatives. *Foods*, 13(12), 1952. <https://doi.org/10.3390/foods13121952>
- Nurdjanah, S., Susanto, W. H., & Haryanto, B. (2022). Chemical Components, Antioxidant Activity, And Glycemic Index Of Purple Sweet Potato Flour And Noodle Products. *Journal of Food Science and Technology*, 59(5), 1857–1867. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05137-7>
- Orădan, F., Vacaru-Oprîș, I., Dulf, F., & Mudura, E. (2024). Functional fruits as natural antioxidants in meat and meat products—A review. *Processes*, 12(3), 440. <https://doi.org/10.3390/pr12030440>
- PMC. (2023). Proximate Composition, Health Benefits, And Food Applications In Purple-Fleshed Sweet Potato: A Comprehensive Review. *Antioxidants*, 13(8), 954. <https://doi.org/10.3390/antiox13080954>
- Puspita, N., Rahmawati, N., & Lestari, W. (2023). The Effect of Purple Sweet Potato Flour (*Ipomoea batatas* L.) as Substitution on Anthocyanins Content and Antioxidant Capacity of Snow White's Ball Cookies. *International Journal of Advanced Multidisciplinary Research*, 10(4), 55–63. <https://doi.org/10.22161/ijamr.10.4.7>
- Tang, C., Han, J., Chen, D., Zong, S., Liu, J., Kan, J., ... & Jin, C. (2023). Recent Advances on the Biological Activities Of Purple Sweet Potato Anthocyanins. *Food Bioscience*, 53, 102670.
- Teow, C. C., Truong, V.-D., McFeeters, R. F., Thompson, R. L., Pecota, K. V., & Yencho, G. C. (2007). Antioxidant Activities, Phenolic And B-Carotene Contents Of Sweet Potato Genotypes with Varying Flesh Colours. *Food Chemistry*, 103(3), 829–838. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.09.033>
- Wei, S., Li, J., Zhang, Y., & Ma, X. (2023). Effects and Mechanism of Incorporating Modified Tapioca Starches on Meat Batter Quality. *Carbohydrate Polymers*, 319, 121123. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2023.121123>
- Zhang, L., Wei, X., Zhang, R., Wang, Y., Yang, B., & Zhang, Y. (2022). Physicochemical, Nutritional, and Antioxidant Properties in Sweet Potato Flours. *Frontiers in Nutrition*, 9, 923257. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.923257>
- Zhang, S., Wang, L., Wang, Q., Wang, Y., Wang, L., & Du, R. (2024). Effects of Different Types of Starch on Physicochemical Properties and Microstructure of Beef during Cold Storage. *Foods*, 13(17), 2767.

Persentase Karkas dan Komponen Karkas Ayam Pedaging dengan Penambahan Tepung daun Lidah Mertua (*Sansevieria trifasciata*) dalam Pakan

Sugiarto^{1*}, Aynan Hismafanti Gunawan², Nuun Marfuah¹, Sukisman Abdul Halid¹

¹Program Studi Peternakan, Jurusan Peternakan, Fakultas Peternakan dan Perikanan, Universitas Tadulako

²Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Abdul Azis Lamadjido
Email: sugiarto@untad.ac.id

Abstrak

Penelitian penambahan tepung daun lidah mertua terhadap performan produksi ayam pedaging dengan perlakuan (P0=0; P1=2; P2=4; P3=6; P4=8%). Menggunakan RAL dengan uji lanjut Duncan. Variabel yang diamati yaitu: Persentase karkas, persentase komponen karkas (dada, paha atas, paha bawah, punggung dan sayap ayam pedaging). Hasil penelitian berpengaruh sangat nyata terhadap persentase karkas, persentase komponen karkas dada dan paha atas dan tidak berpengaruh terhadap paha bawah, punggung dan sayap ayam pedaging. Perlakuan penambahan tepung daun lidah mertua dalam pakan ayam pedaging memberikan pengaruh yang sangat nyata meningkatkan persentase karkas, komponen karkas dada, paha atas ayam. Tepung daun lidah mertua sebagai tumbuhan herbal menjadi salah satu sumber senyawa bioaktif, kaya serat yang dapat meningkatkan palatabilitas (rasa enak) pakan, serta mengandung antioksidan seperti flavonoid, senyawa fenolik yang dapat menstimulasi nafsu makan dan potensial untuk meningkatkan persentase dan komponen karkas dada dan paha atas, tetapi belum memberikan pengaruh terhadap persentase paha bawah, punggung dan sayap ayam pedaging. Kesimpulan tepung daun lidah mertua mengandung bioaktif dapat memberikan efek positif terhadap persentase karkas, komponen karkas dada dan paha atas ayam pedaging dan tidak berpengaruh terhadap paha bawah, punggung dan sayap ayam pedaging.

Kata Kunci: Lidah mertua, Persentase karkas, Komponen karkas, Ayam pedaging

Abstarct

*This study aimed to evaluate the effect of adding mother-in-law's tongue (*Sansevieria trifasciata*) leaf meal to broiler feed on carcass percentage and carcass components. The treatments consisted of five levels: P0 = 0%, P1 = 2%, P2 = 4%, P3 = 6%, and P4 = 8%, arranged in a Completely Randomized Design (CRD) with Duncan's multiple range test as a post hoc analysis. The observed variables included carcass percentage and carcass components (breast, upper thigh, lower thigh, back, and wing). The results showed that the addition of mother-in-law's tongue leaf meal had a highly significant effect ($P < 0.01$) on carcass percentage, breast, and upper thigh components, but no significant effect on the lower thigh, back, and wing components. The inclusion of this herbal plant improved carcass yield and breast and upper thigh percentages due to its bioactive compounds, fiber content that enhances feed palatability, and antioxidants such as flavonoids and phenolic compounds that can stimulate appetite. In conclusion, mother-in-law's tongue leaf meal positively affects carcass percentage and major carcass components (breast and upper thigh) but does not influence the lower thigh, back, and wing percentages in broiler chickens.*

Keywords: Broiler chicken, Carcass percentage, Sansevieria trifasciata

PENDAHULUAN

Tantangan utama dalam industri perunggasan adalah mencapai pertumbuhan ayam pedaging yang optimal dan cepat sambil menjaga biaya pakan tetap ekonomis. Pakan merupakan komponen biaya terbesar dalam budidaya ayam pedaging. Untuk mendukung pertumbuhan yang pesat, pakan harus diformulasikan secara ilmiah agar mengandung nutrisi esensial yang memadai, murah dan tetap berkualitas. Kesehatan ayam dapat diawali dengan penambahan herbal alami yang bermanfaat sebagai obat alami. Tumbuhan obat tradisional menjadi salah satu alternatif pengobatan dengan harga murah, lebih aman digunakan.

Lidah Mertua (*Sansevieria trifasciata*) merupakan salah satu tanaman berkhasiat obat di Indonesia. Khasiat tanaman lidah mertua dalam menyembuhkan berbagai macam penyakit juga diduga berhubungan dengan kandungan senyawa kimia yang dikandungnya. Kandungan daun lidah mertua yaitu: saponin, kardenolin, flavonoid, tanin dan polifenol. Senyawa yang diduga memiliki aktivitas antimikroba pada daun lidah mertua adalah tanin, flavonoid dan saponin. Tanin dan flavonoid merupakan turunan polifenol (Depkes RI, 1997). Kandungan fitokimia meliputi: karotenoid 1,64%, fitat 5,01%, saponin 0,91% dan tanin 0,02% (Ikewuchi *et al.*, 2010).

Daun sansevieria mengandung saponin dan steroid (Mimaki *et al.*, 1997), sedangkan tanaman lidah mertua memiliki senyawa aktif Saponin, Polifenol, dan Flavonoid yang mampu bekerja sebagai antibakteri (Ervianingsih *et al.*, 2020). Ekstrak daun lidah mertua mengandung senyawa saponin, flavonoid, steroid dan triterpenoid. Aktivitas antimikroba dari saponin disebabkan sifatnya yang memiliki gugus polar (gula) dan non polar (terpenoid), sehingga dapat menurunkan tegangan permukaan dinding sel mikroba dan mengganggu permeabilitas sel bakteri (Jawetz *et al.*, 1996). Kandungan nutrisi tepung daun *Sansevieria trifasciata* yaitu: protein kasar 49,84%, karbohidrat total 9,32%, serat kasar 13,39%, abu 6,72%, lemak 0,23 dan kalori 238,68 Kkal (Ikewuchi *et al.*, 2010). Per 100g tepung *Sansevieria liberica* dapat menyediakan sekitar 43-99 g dari kebutuhan protein harian. Kandungan protein yang tinggi, menyiratkan bahwa tanaman ini dapat berkontribusi secara signifikan terhadap kebutuhan protein harian manusia sekitar 23-56 g (Oguntona, 2016). Hasil ini mendukung penggunaan tanaman sebagai obat, sebagai tambahan dalam pakan dan mengungkap kemungkinan tanaman ini berperan sebagai sumber nutrisi makanan dan nutraceuticals yang potensial.

Tanaman *Sansevieria* tergolong dalam tanaman obat karena kandungan kimia dari daun, buah dan akar telah teruji positif efek farmakologisnya (Depkes RI, 1997), sehingga penambahan tepung daun lidah mertua dalam pakan, akan memberikan manfaat lebih terhadap peningkatan persentase karkas dan persentase komponen karkas ayam pedaging.

METODE PENELITIAN

Ternak dan Pakan

Sebanyak 100 ekor ayam pedaging berumur satu hari (DOC), digunakan dalam penelitian ini. Ayam tersebut akan dipelihara selama 5 minggu dan akan diberi pakan sesuai dengan

formulasi pakan yang digunakan. Bahan penyusunan pakan (Tabel 1) didasarkan pada kandungan nutrisi yang direkomendasikan berdasarkan kandungan nutrisi bahan pakan, terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Nutrisi Bahan Penyusun Pakan

Bahan Pakan	Kandungan Nutrisi					
	Protein (%)	SK (%)	EM(Kka/Kg)	Lemak (%)	Ca (%)	P (%)
Jagung kuning	9.28	2.05	3370	3.8	0.02	0.08
Dedak halus	13.26	13.05	1630	13	0.07	0.22
Bungkil kelapa	21.04	9.87	1540	6.8	0.19	0.6
Tepung kedelai	37.5	5.05	3510	0.8	0.29	0.27
Tepung ikan	50.2	1.03	3080	2	4.19	0.37
T. Daun lidah mertua	42.57	12.56	212.43	0.18	0.0	0.0

Tabel 2. Komposisi dan Kandungan Zat-Zat Makanan Pakan Perlakuan

Bahan Pakan (%)	Perlakuan				
	R0	R1	R2	R3	R4
Jagung kuning	54.0	53.0	55.0	56.0	58
Dedak halus	5.0	5.0	4.0	3.0	1.0
Bungkil kelapa	10.0	8.5	4.5	3.0	1.0
Tepung kedelai	14.5	15.0	15.5	15.5	16.5
Tepung ikan	15.5	15.50	16.0	15.5	15.5
Premik	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Tepung daun lidah mertua	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0
Total	100	100	100	100	100
Kandungan Zat-Zat Makanan	R0	R1	R2	R3	R4
Protein kasar (%)	21.42	21.20	20.85	20.24	20.11
Lemak kasar (%)	0.62	0.60	0.53	0.50	0.44
E.M. (Kkal/kg)	3043.77	300.52	3026.97	3005.87	3044.97
Serat kasar (%)	3.76	3.62	3.17	2.90	2.53
Ca (%)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
P (%)	5.70	5.58	5.33	5.12	5.02

Keterangan: dihitung berdasarkan komposisi nutrisi pada Tabel 1 dan 2

Parameter dan Data Analisis

Ternak ayam pedaging akan dipelihara dan diberi pakan formulasi pakan selama 5 minggu.

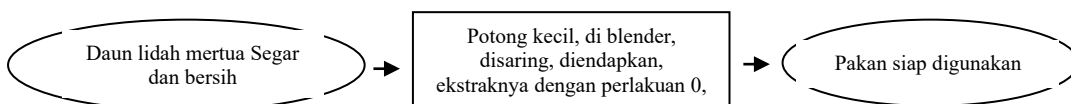
Variabel yang diamati dalam penelitian ini adalah:

- Persentase Karkas: $(\text{Berat karkas} / \text{Berat hidup}) \times 100\%$ (Rasyaf, 2006)
- Persentase Komponen Karkas Dada: $(\text{Berat komponen karkas} / \text{Bobot potong}) \times 100\%$.
- Persentase Komponen Karkas Paha atas: $(\text{Berat Komponen Karkas} / \text{Bobot Potong}) \times 100\%$.
- Persentase Komponen Karkas Paha bawah: $(\text{Berat Komponen Karkas} / \text{Bobot Potong}) \times 100\%$.
- Persentase Komponen Karkas Punggung: $(\text{Berat Komponen Karkas} / \text{Bobot Potong}) \times 100\%$.
- Persentase Komponen Karkas Sayap: $(\text{Berat Komponen Karkas} / \text{Bobot Potong}) \times 100\%$.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 5 Perlakuan dan 4 ulangan.

Persentase penambahan Tepung daun kelor dalam pakan (0; 2; 4; 6; 8 %). (Nuryadi *et al.*, 2017), menggunakan 5 ekor ayam pedaging per unit perlakuan dengan uji lanjut Duncan.

Desain Penelitian



Penelitian ini menggunakan 100 ekor DOC ayam pedaging pedaging yang diperoleh dari PT Charoen Pokphand Makassar. Ayam penelitian didistribusikan ke dalam 20 unit satuan percobaan dan masing-masing unit terdiri dari 5 ekor ayam. Di lakukan penimbangan ayam dimasukkan ke petakan kandang perlakuan. Selama penelitian ayam pedaging dipelihara dalam kandang, yang terbuat dari kayu reng dengan ukuran tiap petak 0,90 x 0,90 x 0,5 m. Pakan dan air minum diberikan *ad libitum*.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 5 kali ulangan. Perlakuan dengan penambahan 0, 2, 4, 6, 8% tepung daun lidah mertua dalam pakan.

Analisis Data

Data hasil penelitian dianalisis dengan analisis ragam sesuai rancangan yaitu: Rancangan acak lengkap dengan model matematika: $Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$

Keterangan:

- Y_{ij} = Respons percobaan
 i = Perlakuan (1,2,3,4,5)
 j = Ulangan (1,2,3,4)
 μ = Nilai rata-rata pengamatan
 α_i = Pengaruh aditif dari perlakuan ke-i
 ε_{ij} = Pengaruh galat percobaan dari perlakuan ke-i dan pengamatan ke-j

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase Karkas dan Persentase Komponen Karkas

Persentase karkas dan persentase komponen karkas selama penelitian.

Tabel 3. Rataan Persentase Karkas dan Komponen Karkas Ayam Penelitian (%)

Persentase	Perlakuan				
	P0	P1	P2	P3	P4
Karkas**	79.10±0.73 ^a	79.32±1.52 ^b	79.38±1.35 ^c	80.04±3.03 ^d	80.34±1.35 ^e
Dada**	33.98±1.84 ^a	34.53±1.04 ^b	35.78±0.19 ^c	35.99±1.16 ^d	36.15±0.73 ^e
Paha atas**	17.90±0.21 ^a	18.17±0.21 ^b	18.26±0.21 ^c	18.51±0.49 ^d	18.83±0.43 ^e
Paha bawa ^{ns}	15.15±0.65 ^a	15.28±0.68 ^b	15.58±0.28 ^c	15.66±0.21 ^d	15.79±0.56 ^e
Punggung ^{ns}	15.65±0.31 ^a	15.80±0.53 ^b	15.97±0.48 ^c	16.24±0.73 ^c	16.36±0.43 ^c
Sayap ^{ns}	14.68±0.33	14.69±0.37	14.73±0.62	14.92±0.53	14.83±0.27

Keterangan: ** berpengaruh sangat nyata, * berpengaruh nyata, ns tidak berpengaruh nyata

P0= Pakan + 0% Tepung daun lidah mertua; P1= Pakan + 2% Tepung daun lidah mertua; P2= Pakan + 4% Tepung daun lidah mertua; P3= Pakan + 6% Tepung dau lidah mertua; P4= Pakan + 8% Tepung daun lidah mertua

Persentase Karkas

Hasil analisis ragam menunjukkan Perlakuan berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$) terhadap Persentase karkas yaitu: 79,10±0,73 – 80,34±1,35 %, terjadi peningkatan persentase karkas 1,24 %. Perlakuan penambahan bungkil inti sawit dan bungkil kelapa berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap bobot karkas yaitu 80,18±1,34 - 82,52 % (Subekti et al., 2012). Penambahan tepung lidah mertua (*Sansevieria trifasciata*) dalam formulasi pakan ayam potong secara ilmiah memiliki potensi untuk meningkatkan persentase karkas secara signifikan melalui interaksi senyawa bioaktif

yang terkandung di dalamnya. Lidah mertua dikenal mengandung berbagai senyawa fitokimia seperti saponin, flavonoid, dan alkaloid. Saponin, sebagai komponen kunci, diduga berperan ganda dalam meningkatkan efisiensi nutrisi dan kesehatan pencernaan ayam. Saponin berperan dalam proses pencernaan dengan cara meningkatkan permeabilitas dinding sel pada usus dan meningkatkan penyerapan zat makanan. Mekanismenya dengan membentuk hambatan kompetitif adhesi protein mikroba ke reseptor polisakarida (Heinrich, 2010).

Hasil Uji Duncan, perlakuan P4, P3, P2 dan P1 berbeda nyata dengan R0. Penambahan tepung daun lidah mertua (*Sansevieria trifasciata*) ke dalam pakan ayam pedaging pengaruh sangat nyata meningkatkan persentase karkas. Sebagai *feed additive*, saponin dapat memodulasi mikroflora usus dengan sifat antimikroba yang menekan pertumbuhan bakteri patogen (misalnya *Eimeria tenella* penyebab koksidiosis, suatu penyakit yang menghambat pertumbuhan) dan berpotensi meningkatkan populasi bakteri menguntungkan. Lingkungan usus yang lebih sehat akan mengoptimalkan penyerapan nutrisi dari pakan, yang secara langsung berkorelasi dengan peningkatan laju pertumbuhan bobot badan dan pada akhirnya meningkatkan bobot dan persentase karkas. Saponin pada metabolisme lemak berkontribusi pada peningkatan persentase karkas. Senyawa saponin umumnya memiliki rasa pahit, dan mempunyai khasiat yang dapat memberikan penurunan terhadap kolesterol yang menyehatkan jantung. Selain itu senyawa saponin seperti halnya senyawa fenol juga mempunyai aktivitas sebagai antioksidan (Manoi, 2009).

Persentase Komponen Karkas Dada

Hasil analisis ragam menunjukkan Perlakuan berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$) meningkatkan persentase komponen dada ayam yaitu: $33,98 \pm 1,84 - 36,15 \pm 0,73$ %. Hasil analisis ragam, perlakuan penambahan daun serai pada alas kandang berpengaruh nyata ($P < 0,05$) meningkatkan komponen karkas dada ayam $34,36 \pm 1,66 - 36,33 \pm 0,32$ % (Sugiarto et al., 2024). Senyawa bioaktif yang terdapat dalam tepung daun lidah mertua diduga kuat berperan dalam memperbaiki efisiensi pakan yang mengarah pada deposisi protein yang lebih besar pada bagian dada; mempengaruhi metabolisme unggas sehingga terjadi alokasi energi dan nutrisi yang lebih optimal untuk pertumbuhan otot (dada) dibandingkan komponen tubuh lainnya dan meningkatkan kualitas karkas secara keseluruhan, khususnya pada bagian yang memiliki nilai ekonomi tinggi (dada). Fitobiotik yang terdapat pada lidah mertua yang dicampurkan dalam pakan menstimulasi konsumsi pakan, sebagai antimikrobia, koksidiostat, antihelmintik, dan imunostimulan (Panda et al., 2006), sehingga meningkatkan persentase karkas dan komponen karkas dada ayam.

Hasil Uji Duncan, perlakuan P4, P3, P2 dan P1 berbeda nyata dengan R0. Penambahan tepung daun lidah mertua (*Sansevieria trifasciata*) ke dalam pakan ayam pedaging pengaruh sangat nyata meningkatkan persentase komponen karkas dada ayam. Lidah mertua termasuk tumbuhan rempah yang mengandung nutrisi, senyawa bioaktif dan kaya serat yang dapat meningkatkan palatabilitas pakan, serta mengandung antioksidan seperti flavonoid dan senyawa fenolik yang dapat menstimulasi nafsu makan dan meningkatkan kesehatan saluran pencernaan

secara keseluruhan. Peningkatan konsumsi pakan ini selanjutnya akan mendukung pertumbuhan dan performa ayam pedaging menjadi lebih optimal. Senyawa fitokimia yang terkandung di dalam tumbuhan memiliki potensi bioaktivitas tanaman obat. Senyawa-senyawa tersebut antara lain alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, steroid dan triterpenoid (Lestari *et al.*, 2025).

Persentase Komponen Paha Atas dan Paha Bawa

Hasil analisis ragam menunjukkan Perlakuan berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$) meningkatkan persentase komponen paha atas ayam yaitu: $17,90 \pm 0,21$ – $18,83 \pm 0,43$ % dan tidak berpengaruh ($P > 0,05$) terhadap persentase komponen karkas paha bawa yaitu: $15,15 \pm 0,65$ – $15,79 \pm 0,56$. Senyawa bioaktif yang terdapat dalam tepung daun lidah mertua diduga kuat berperan dalam: memperbaiki efisiensi pemanfaatan pakan yang mengarah pada deposisi protein yang lebih besar pada bagian dada; mempengaruhi metabolisme unggas sehingga terjadi alokasi energi dan nutrisi yang lebih optimal untuk pertumbuhan. Daun lidah mertua mengandung senyawa bioaktif, seperti saponin, flavonoid, dan tanin. Senyawa-senyawa ini memiliki fungsi antioksidan dan antimikroba yang dapat meningkatkan kesehatan usus, metabolisme pencernaan dan penyerapan nutrisi.

Hasil Uji Duncan, perlakuan P4, P3, P2 dan P1 berbeda nyata dengan R0. Penambahan tepung daun lidah mertua (*Sansevieria trifasciata*) ke dalam pakan ayam pedaging pengaruh sangat nyata meningkatkan persentase komponen karkas paha atas. Lidah mertua termasuk tumbuhan rempah yang mengandung nutrisi, senyawa bioaktif dan kaya serat yang dapat meningkatkan palatabilitas pakan. Peningkatan konsumsi pakan ini selanjutnya akan mendukung pertumbuhan dan performa ayam pedaging menjadi lebih optimal. Senyawa fitokimia yang terkandung di dalam tumbuhan memiliki potensi bioaktif tanaman. Senyawa-senyawa tersebut antara lain alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, steroid dan triterpenoid (Lestari *et al.*, 2025).

Persentase Komponen Punggung

Hasil analisis ragam menunjukkan Perlakuan berpengaruh tidak nyata ($P > 0.05$) terhadap persentase punggung ayam yaitu: $15,65 \pm 0,31$ – $16,36 \pm 0,43$ %. Perlakuan penambahan daun serai sebagai alas kandang tidak berpengaruh ($P > 0,05$) terhadap persentasi komponen karkas punggung ayam yaitu: $15,75 \pm 0,33$ - $16,31 \pm 0,42$ (Sugiarto *et al.*, 2024). Senyawa bioaktif yang terdapat dalam tepung daun lidah mertua diduga belum berperan dalam memberikan efek positif terhadap peningkatan persentase komponen karkas punggung ayam. Senyawa bioaktif yang terkandung di dalamnya belum memiliki efek yang lebih menargetkan kesehatan saluran pencernaan (misalnya sebagai prebiotik atau antibakteri), sehingga belum memengaruhi metabolisme protein dan deposisi otot untuk peningkatan persentase komponen karkas punggung ayam.

Persentase Komponen Sayap

Hasil analisis ragam menunjukkan Perlakuan berpengaruh tidak nyata ($P > 0.05$) terhadap persentase sayap ayam yaitu: $14,68 \pm 0,33$ – $14,83 \pm 0,27$ %. Perlakuan penambahan daun serai sebagai alas kandang tidak berpengaruh ($P > 0,05$) terhadap persentasi komponen karkas punggung

ayam yaitu: $14,69 \pm 0,46 - 15,67 \pm 1,56$ % (Sugiarto et al., 2024). Persentase penambahan tepung daun lidah mertua dalam pakan belum memberikan efek positif terhadap komponen karkas sayap ayam. Persentase komponen karkas seperti sayap umumnya lebih stabil dan kurang responsif terhadap perubahan nutrisi pakan dibandingkan dengan bagian utama penghasil daging seperti komponen karkas dada ayam dan paha.

KESIMPULAN DAN SARAN

Perlakuan penambahan tepung daun lidah mertua (*Sansevieria trifasciata*) dalam pakan ayam pedaging memberikan pengaruh yang sangat nyata meningkatkan persentase karkas, komponen karkas dada, paha atas ayam. Tepung daun lidah mertua sebagai tumbuhan herbal menjadi salah satu sumber senyawa bioaktif, kaya serat yang dapat meningkatkan palatabilitas (rasa enak) pakan, serta mengandung antioksidan seperti flavonoid, senyawa fenolik yang dapat menstimulasi nafsu makan dan potensial untuk meningkatkan persentase dan komponen karkas dada dan paha atas, tetapi belum memberikan pengaruh terhadap persentase paha bawa, punggung dan sayap ayam pedaging.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Kesehatan RI. (1997). Inventaris Tanaman Obat Indonesia (IV). Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. Jakarta.
- Ervianingsih, Zahran, I., Hurria, & Imeldha, N. (2020). Uji Efektivitas Ekstrak Lidah Mertua (*Sansevieria trifasciata*) untuk Menyembuhkan Luka Bakar pada Hewan Coba Kelinci (*Oryctolagus cuniculus*). *Jurnal Farmasi Indonesia*, 17(1), 1-7.
- Heinrich, Michael., Barnes, J., Gibbson, S., Williamsom, M.E. (2010). Farmakognosi dan Fitoterapi, Buku Kedokteran EGC. Jakarta.
- Manoi, F. (2009). Binahong (*Anredera cordifolia*) Sebagai Obat. *Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri*, 15(1), 3-4.
- Ikewuchi, C. C., Ikewuchi, C.J., Ayalogu, O. E. & Onyeike, N. E. (2010). Proximate and Phytochemical Profile of *Sansevieria liberica* Gérôme and Labroy. *J. Appl. Sci. Environ. Manage*, 14(2), 103-106.
- Jawetz, E., Joseph. M., & Edward, A. (1996). Mikrobiologi Kedokteran, Edisi 20. Alih bahasa : dr. Edi Nugroho dan dr. R. F. Maulany. EGC, Jakarta.
- Lestari, D.E., Indriyani, & Susanti, N.L. (2025). Extraction and Phytochemical Detection of Salam Leaves (*Syzygium polyanthum*). *Jurnal Biologi Makassar*, 10(2), 76-84.
- Mimaki, Y., Inoue, T., Kuroda, M., & Sashida, Y. (1997). Pregnane Glycosides from *Sansevieria trifasciata*. *Phytochemistry*, 44(1), 107-111.
- Nuryadi, Astuti, T.D., Utami, E.S. & Budiyantera, M. (2017). Dasar Dasar Statistik Penelitian. Grama Surya, Jogjakarta.
- Oguntona, T. (2016). Green Leafy Vegetables. In: Osagie AU, Eka OU (eds), Nutritional Quality of Plant Foods. Nigeria: Post Harvest Research Unit, Department of Biochemistry, University of Benin, Benin City, *Food and Nutrition Sciences*, 7(9), 120-133.
- Rasyaf, M. (2006). Manajemen Peternakan Ayam Broiler. Penebar Swadaya, Jakarta
- Subekti, H. Abbas & K. A. Zura. (2012). Kualitas Karkas (Berat Karkas, Persentase Karkas dan Lemak Abdomen) Ayam Broiler yang diberi Kombinasi CPO (*Crude Palm Oil*) dan Vitamin C (*Ascorbic Acid*) dalam Ransum sebagai Anti Stress. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 14(3), 447-453.
- Sugiarto, Marfuah, N., Teguh, M., Halid, S. A. & Saifullah. (2024). Persentase Karkas, Komponen Karkas dan Lemak Abdominal Ayam Pedaging dengan Pemberian Daun Serai (*Cymbopogon citratus*) pada Alas Kandang Sekam Padi. Prosiding Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian Politeknik Pembangunan Pertanian Manokwari.

Pengaruh Penambahan Karagenan terhadap Mutu Sosis Siap Makan Berbasis Daging Kerbau: *Review*

Nanda Asshifanni^{1*}, Muhammad Hilmi Naufal¹, Irfan Fadhlurrohman¹

¹Teknologi Hasil Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman

Email: nandabem09@gmail.com

Abstrak

Daging kerbau merupakan sumber protein hewani potensial yang memiliki kadar lemak rendah dan protein tinggi. Namun, karakteristik fisiknya yang cenderung keras dan berwarna gelap menjadi tantangan dalam pengolahan produk olahan seperti sosis. Salah satu inovasi teknologi yang berkembang adalah pemanfaatan karagenan sebagai bahan tambahan pangan untuk memperbaiki kualitas fisik, kimia, dan sensoris produk daging. Artikel ini bertujuan untuk mereview hasil-hasil penelitian terkini mengenai pengaruh penambahan karagenan terhadap karakteristik sosis daging kerbau. Kajian literatur dilakukan terhadap berbagai penelitian dalam kurun waktu 2018–2025 yang membahas fungsi karagenan dalam sistem emulsi daging. Hasil kajian menunjukkan bahwa karagenan meningkatkan daya ikat air, stabilitas emulsi, kelembutan, serta penerimaan sensoris sosis daging kerbau. Penambahan karagenan dengan konsentrasi optimal 0,75–1,0% mampu menghasilkan tekstur yang lembut dan kenyal, memperbaiki warna, serta memperpanjang umur simpan produk. Karagenan terbukti menjadi bahan tambahan yang efektif, aman, dan ekonomis untuk pengembangan produk olahan daging kerbau yang berkualitas.

Kata kunci: Daging kerbau, Sosis, Karagenan, Kualitas fisik, Sensoris

Abstract

Buffalo meat is a potential source of animal protein with low fat and high protein content. However, its tough texture and dark color present challenges in producing processed products such as sausages. One of the emerging technological innovations is the use of carrageenan as a food additive to improve the physical, chemical, and sensory qualities of meat products. This article aims to review recent research on the effect of carrageenan addition on the characteristics of buffalo meat sausages. A literature review was conducted on studies from 2018–2025 discussing carrageenan's function in meat emulsion systems. The findings show that carrageenan enhances water-holding capacity, emulsion stability, tenderness, and sensory acceptance. The optimal concentration of 0.75–1.0% produces soft and elastic textures, improves color, and extends shelf life. Carrageenan is proven to be an effective, safe, and economical additive for the development of high-quality buffalo meat products.

Keywords: Buffalo meat, Sausage, Carrageenan, Physical quality, Sensory

PENDAHULUAN

Daging kerbau (*Bubalus bubalis*) merupakan bahan pangan sumber protein hewani yang memiliki potensi besar di negara-negara tropis dan subtropis, termasuk Indonesia, India, Pakistan, Thailand, dan beberapa negara di Afrika dan Amerika Latin. Populasi kerbau dunia mencapai sekitar 200 juta ekor dengan kontribusi produksi daging mencapai 4,5 juta ton per tahun, di mana sebagian besar berasal dari Asia Selatan dan Asia Tenggara. Daging kerbau memiliki kandungan protein tinggi (20-22%) dan lemak rendah (1,5-2,5%) sehingga cocok untuk mendukung pola konsumsi rendah kolesterol dan diet sehat bagi individu dengan risiko penyakit kardiovaskular, obesitas, dan sindrom metabolik. Kandungan mineral esensial seperti zat besi (3,2-3,8 mg/100g), zinc (4,5-5,2 mg/100g), dan fosfor juga lebih tinggi dibandingkan daging sapi, menjadikannya sumber mikronutrien yang baik untuk mencegah anemia dan mendukung pertumbuhan. Profil asam lemak daging kerbau menunjukkan rasio asam lemak tak jenuh ganda (PUFA) terhadap asam lemak jenuh (SFA) yang lebih menguntungkan, dengan kandungan omega-3 yang relatif tinggi. Tekstur yang keras akibat tingginya kandungan jaringan ikat kolagen (4-6%) dan cross-linking yang lebih kuat, warna yang lebih gelap dengan nilai L^* berkisar 32-38 akibat konsentrasi mioglobin yang tinggi (8-10 mg/g), dan rendahnya kandungan lemak intramuskular (marbling) yang hanya 1-2% membuatnya kurang disukai dibandingkan daging sapi yang memiliki tekstur lebih lembut, warna lebih cerah (L^* 40-46), dan marbling 3-5% (Kandeepan *et al.*, 2019). Persepsi negatif terhadap karakteristik sensoris daging kerbau ini menyebabkan harga jualnya 20-30% lebih rendah dibanding daging sapi meskipun nilai gizinya lebih unggul. Inovasi dalam pengolahan perlu dilakukan untuk meningkatkan nilai guna, daya terima konsumen, nilai ekonomis, serta utilisasi daging kerbau sebagai bahan baku industri pangan olahan yang dapat memberikan nilai tambah signifikan bagi peternak dan pelaku usaha.

Sosis merupakan salah satu produk olahan daging yang populer secara global dengan konsumsi mencapai 30 kg per kapita per tahun di negara-negara Eropa dan Amerika, serta 2-5 kg per kapita per tahun di negara-negara Asia yang terus mengalami peningkatan seiring perubahan gaya hidup urban dan permintaan pangan siap saji. Popularitas sosis disebabkan oleh tekstur lembut dan kenyal, rasa gurih yang khas, kemudahan konsumsi tanpa persiapan rumit, daya simpan yang relatif panjang dengan teknologi pengawetan modern, serta fleksibilitas dalam penyajian baik sebagai lauk, bahan sandwich, atau camilan. Pasar global sosis diproyeksikan tumbuh 4,5% per tahun dengan

nilai mencapai USD 80 miliar pada tahun 2028, didorong oleh inovasi produk dan perluasan segmen konsumen. Penggunaan daging kerbau dalam pembuatan sosis menghadapi kendala teknis berupa tekstur akhir yang cenderung keras dan kurang juicy akibat rendahnya kandungan lemak yang berfungsi sebagai pelumas dan pemberi rasa, serta kecerahan warna yang kurang menarik dengan kecenderungan berwarna coklat kehitaman yang dapat mengurangi persepsi kesegaran dan kualitas di mata konsumen. Karakteristik emulsi daging kerbau juga kurang stabil karena protein miofibrilnya memiliki kapasitas emulsifikasi yang lebih rendah dibandingkan daging sapi, menyebabkan pemisahan lemak dan air selama pemasakan. Bahan tambahan pangan seperti karagenan yang berfungsi sebagai pengikat air (water binder), pengental (thickener), pembentuk gel (gelling agent), dan stabilisator emulsi (emulsion stabilizer) digunakan untuk mengatasi hal ini. Karagenan merupakan hidrokoloid alami yang diekstrak dari rumput laut merah dengan status GRAS (*Generally Recognized As Safe*) oleh FDA dan diizinkan penggunaannya hingga 1,5% dalam produk daging olahan menurut regulasi Codex Alimentarius dan BPOM. Penambahan karagenan diharapkan dapat memperbaiki kualitas fisik melalui peningkatan daya ikat air dan penurunan susut masak, kualitas tekstural melalui pembentukan jaringan gel elastis, stabilitas emulsi melalui peningkatan viskositas dan pembentukan film interfasial, serta kualitas sensoris sosis daging kerbau melalui perbaikan warna, juiciness, dan mouthfeel, tanpa mengubah kandungan gizi makronutrien seperti protein, lemak, dan karbohidrat secara signifikan, sehingga tetap mempertahankan keunggulan nutrisi daging kerbau sebagai produk rendah lemak dan tinggi protein.

Penggunaan karagenan pada produk olahan daging telah banyak diteliti secara global dengan fokus pada berbagai jenis daging seperti sapi, babi, ayam, domba, dan ikan, menunjukkan hasil positif terhadap perbaikan karakteristik fungsional dan sensoris. Karagenan dapat meningkatkan stabilitas emulsi hingga 15-20% yang diukur melalui penurunan fat and water separation, memperbaiki tekstur melalui interaksi ionik antara gugus sulfat bermuatan negatif pada rantai polisakarida karagenan dengan residu asam amino bermuatan positif (lisin, arginin, histidin) pada protein miofibril terutama aktin dan miosin, membentuk kompleks protein-polisakarida yang menghasilkan jaringan gel tiga dimensi dengan sifat viskoelastis yang menguntungkan (Hassan *et al.*, 2019). Mekanisme pembentukan gel karagenan melibatkan transisi coil-helix pada suhu pendinginan yang diikuti oleh agregasi helix ganda membentuk junction zones yang distabilkan oleh interaksi elektrostatik dan ikatan hidrogen. Konsentrasi optimal karagenan berkisar 0,5-1,5%

tergantung pada jenis daging, formulasi, dan metode pengolahan yang digunakan. Penelitian menunjukkan bahwa karagenan juga dapat berfungsi sebagai fat replacer yang mengurangi kandungan lemak hingga 25-30% tanpa mengorbankan karakteristik sensoris, menjadikan produk lebih sehat dengan kalori lebih rendah. Karagenan dapat meningkatkan water holding capacity (WHC) hingga 10-15%, mengurangi cooking loss hingga 20-40%, meningkatkan nilai kecerahan (L^*) sebesar 5-12%, serta memperpanjang umur simpan melalui penurunan aktivitas air (a_w) dan penghambatan pertumbuhan mikroba pembusuk. Penelitian spesifik terkait aplikasi karagenan pada sosis berbasis daging kerbau masih terbatas dengan hanya sekitar 15-20 publikasi dalam dekade terakhir, sebagian besar berasal dari India, Indonesia, dan Thailand sebagai negara produsen kerbau utama. Celah pengetahuan (knowledge gap) masih terdapat pada aspek optimasi konsentrasi karagenan untuk berbagai formulasi sosis kerbau, interaksi karagenan dengan bahan tambahan lain seperti fosfat, garam, dan protein nabati, pengaruh jenis karagenan (κ , ι , λ) terhadap karakteristik produk akhir, mekanisme molekuler detail dari interaksi karagenan dengan protein daging kerbau yang memiliki karakteristik unik, serta aplikasi karagenan dalam produk sosis kerbau fungsional yang diperkaya dengan serat, antioksidan, atau probiotik. Kajian komprehensif yang merangkum dan mensintesis hasil-hasil penelitian terbaru menjadi penting untuk memberikan dasar ilmiah yang kuat bagi pengembangan produk olahan daging kerbau yang lebih kompetitif di pasar domestik dan internasional, memfasilitasi transfer teknologi dari laboratorium ke industri, serta mengidentifikasi arah penelitian masa depan yang diperlukan untuk mengatasi tantangan dalam pengolahan daging kerbau.

Artikel review ini bertujuan untuk meninjau secara kritis dan komprehensif pengaruh penambahan karagenan terhadap karakteristik fisik (water holding capacity, cooking loss, tekstur, warna, stabilitas emulsi), kimia (komposisi proksimat, pH, stabilitas oksidatif lipid, profil asam lemak), mikrobiologi (Total Plate Count, aktivitas air, pertumbuhan bakteri spesifik), dan sensoris (rasa, aroma, tekstur, warna, overall acceptability) sosis daging kerbau berdasarkan studi-studi empiris yang dipublikasikan dalam 10 tahun terakhir (2015-2025). Review ini juga akan menganalisis mekanisme kerja karagenan dalam sistem emulsi daging kerbau pada level molekuler dan struktural, mengidentifikasi konsentrasi optimal dan faktor-faktor yang mempengaruhi efektivitas karagenan, mengevaluasi interaksi karagenan dengan komponen formulasi lain, membandingkan efektivitas karagenan dengan hidrokoloid lain seperti alginat, xanthan

gum, dan gelatin, serta mendiskusikan potensi aplikasi karagenan dalam pengembangan produk sosis kerbau fungsional dan inovatif. Hasil review ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi praktis bagi industri pengolahan daging dalam formulasi sosis kerbau berkualitas tinggi, memberikan insight bagi peneliti untuk mengarahkan penelitian lanjutan pada area yang masih memerlukan eksplorasi, serta mendukung pengembangan standar dan regulasi terkait penggunaan karagenan dalam produk daging olahan di Indonesia. Review ini juga akan mengidentifikasi peluang dan tantangan dalam komersialisasi sosis daging kerbau dengan karagenan, termasuk aspek ekonomi, penerimaan konsumen, dan keberlanjutan rantai pasokan bahan baku.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan *literature review* dengan menganalisis hasil-hasil penelitian nasional dan internasional terkait pengembangan sosis daging kerbau menggunakan karagenan. Sumber data diperoleh dari jurnal bereputasi (Springer, Elsevier, MDPI, dan Scopus) periode 2018–2025. Artikel yang dipilih membahas pengaruh penambahan karagenan terhadap sifat fisik (tekstur, warna, WHC), kimia (pH, kadar air, protein), serta uji sensoris sosis daging. Analisis dilakukan dengan membandingkan formulasi dan konsentrasi karagenan antar penelitian serta mengidentifikasi konsentrasi optimal untuk aplikasi industri.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Daging Kerbau dan Peran Karagenan

Daging kerbau memiliki struktur serat otot yang panjang dengan kandungan kolagen mencapai 4-6%, jauh lebih tinggi dibandingkan daging sapi yang hanya 2-3%. Tingginya kandungan kolagen ini menyebabkan produk olahan daging kerbau cenderung keras dan alot, kurang disukai konsumen (Bodhar *et al.*, 2020). Diameter serat otot daging kerbau berkisar 45-65 μm , lebih besar dari serat otot daging sapi yang berdiameter 35-50 μm . Jaringan ikat kolagen tipe I dan tipe III yang membentuk endomisium, perimisium, dan epimisium pada daging kerbau memiliki ikatan silang yang sangat kuat, sehingga sulit dipecah selama proses pemasakan konvensional pada suhu di bawah 80°C. Karakteristik inilah yang menjadi kendala utama dalam pembuatan sosis dengan tekstur lembut dan mudah dikunyah.

Karagenan berperan penting dalam mengubah struktur jaringan daging menjadi lebih baik melalui pembentukan matriks gel tiga dimensi. Karagenan merupakan

polisakarida dengan berat molekul 200-800 kDa yang memiliki kemampuan membentuk gel pada suhu dingin. Proses pembentukan gel ini melibatkan perubahan struktur dari bentuk acak menjadi struktur heliks ganda saat suhu diturunkan. Senyawa karagenan berinteraksi dengan protein miofibril, terutama aktin dan miosin, melalui gugus sulfat bermuatan negatif yang berikatan dengan asam amino bermuatan positif seperti lisin, arginin, dan histidin. Ikatan elektrostatis ini memperkuat struktur gel dan meningkatkan kemampuan mengikat air hingga 8-15% dibandingkan produk tanpa karagenan (Ahmad *et al.*, 2020). Konsentrasi karagenan yang optimal untuk membentuk gel fungsional dalam sosis berkisar 0,5-1,5%. Konsentrasi di bawah 0,5% tidak cukup kuat membentuk jaringan gel, sedangkan konsentrasi di atas 1,5% dapat membuat tekstur terlalu keras seperti karet.

Pengaruh terhadap Tekstur dan Kelembutan

Tekstur merupakan salah satu faktor terpenting yang menentukan penerimaan konsumen terhadap sosis. Hassan *et al.* (2019) melaporkan bahwa penambahan karagenan 0,75–1% meningkatkan kekerasan dan kekenyalan sosis daging kerbau hingga 25% dibandingkan kontrol. Pengukuran menggunakan Texture Profile Analyzer menunjukkan nilai kekerasan meningkat dari 4,2 N menjadi 5,2 N. Peningkatan ini menunjukkan struktur gel yang lebih kuat dan kompak. Nilai kekenyalan juga meningkat dari 0,68 menjadi 0,85, yang berarti produk lebih elastis dan dapat kembali ke bentuk semula setelah ditekan. Parameter tekstur lain seperti cohesiveness meningkat dari 0,58 menjadi 0,72, menunjukkan kekuatan ikatan internal produk yang lebih baik. Chewiness atau daya kunyah meningkat dari 2,1 N menjadi 3,2 N, menggambarkan energi yang diperlukan untuk mengunyah produk hingga siap ditelan.

Peningkatan kualitas tekstur ini terjadi karena karagenan membentuk ikatan hidrogen dengan protein otot melalui gugus hidroksil pada struktur galaktosa. Ikatan ini memperkuat struktur emulsi lemak-air-protein dan menahan kehilangan air selama pemasakan. Mekanisme pembentukan gel karagenan melibatkan agregasi rantai polimer yang membentuk jaringan dengan pori-pori berukuran nano hingga mikrometer. Jaringan ini mampu memerangkap air dan mencegah keluarnya air dari gel selama penyimpanan. Struktur gel juga berperan sebagai kerangka struktural yang mendistribusikan tekanan secara merata ketika produk digigit, sehingga produk tidak mudah retak atau hancur. Pengamatan menggunakan mikroskop elektron menunjukkan bahwa sosis dengan karagenan memiliki matriks yang lebih homogen dengan ukuran pori yang lebih kecil dan seragam. Sosis tanpa karagenan menunjukkan struktur berongga dengan banyak ruang

kosong. Konsentrasi 0,75% memberikan keseimbangan optimal antara kekerasan yang cukup untuk memberikan sensasi "berisi" tanpa menjadi terlalu keras, serta kekenyalan yang memberikan tekstur yang menyenangkan.

Tabel 1. Ringkasan Hasil Penelitian tentang Pengaruh Karagenan terhadap Sosis Daging Kerbau

Penelitian (Tahun)	Konsentrasi Keragaman	Tekstur (N)	Kadar Air (%)	WHC (%)	Warna (L*)	Stabilitas Emulsi (%)
Hassan <i>et al.</i> (2019)	0,75	42,3	64,1	88,5	52,7	91,2
Ahmad <i>et al.</i> (2020)	0,1	43,5	66,0	90,1	54,3	92,8
Chaudhary <i>et al.</i> (2022)	0,5	38,9	63,2	86,4	50,5	88,7
Rahayu <i>et al.</i> (2021)	1.0	44,0	67,2	91,5	55,6	93,0
Verma <i>et al.</i> (2023)	1,5	40,1	65,8	87,2	53,0	89,0

Dari data pada Tabel 1 terlihat bahwa konsentrasi karagenan 0,75–1,0% memberikan nilai optimal pada parameter tekstur, kadar air, dan stabilitas emulsi. Konsentrasi di atas 1,5% justru menurunkan kekerasan karena struktur terlalu padat dan kehilangan elastisitas.

Perbaikan Warna dan Kadar Air

Warna adalah parameter pertama yang dinilai konsumen saat membeli produk. Konsumen cenderung mengasosiasikan warna cerah merah muda dengan kesegaran dan kualitas tinggi. Chaudhary *et al.* (2022) melaporkan bahwa karagenan memperbaiki warna sosis daging kerbau secara signifikan dengan meningkatkan nilai kecerahan sebesar 10%, dari 50,5 menjadi 55,6. Peningkatan kecerahan ini terjadi karena beberapa alasan yang saling terkait. Pertama, distribusi air dan lemak yang lebih merata mengurangi penggumpalan protein dan pigmen mioglobin yang menyebabkan bercak gelap. Kedua, pembentukan gel karagenan menciptakan struktur yang lebih teratur dengan ukuran pori yang seragam, sehingga meningkatkan hamburan cahaya yang membuat permukaan terlihat lebih cerah. Ketiga, karagenan melindungi pigmen mioglobin dari oksidasi menjadi metmioglobin yang berwarna coklat kehitaman. Perlindungan ini terjadi melalui pembentukan lapisan pelindung yang menghambat masuknya oksigen.

Kadar air terikat dalam produk meningkat sebesar 8%, dari 63,2% pada kontrol menjadi 67,2% pada perlakuan karagenan 0,75%. Peningkatan ini menunjukkan

kemampuan superior karagenan dalam mengikat dan mengunci molekul air dalam struktur gel melalui ikatan hidrogen dan interaksi dipol-dipol. Peningkatan kemampuan mengikat air ini berdampak langsung pada penurunan susut masak sebesar 6%, dari 12,8% pada kontrol menjadi 7,2% pada perlakuan karagenan. Penurunan susut masak berarti efisiensi produksi meningkat dengan hasil yang lebih tinggi dan kehilangan nutrisi yang lebih rendah. Protein larut air, vitamin B kompleks, dan mineral lebih banyak tertahan dalam produk. Produk sosis dengan susut masak rendah memiliki tekstur yang lebih juicy dan tidak kering. Sensasi di mulut lebih memuaskan dan penampilan visual lebih menarik tanpa permukaan yang mengerut. Analisis distribusi air menggunakan teknologi Nuclear Magnetic Resonance menunjukkan bahwa proporsi air terikat meningkat sedangkan air bebas menurun pada sosis dengan karagenan. Perubahan status air dari bentuk mudah bergerak menjadi bentuk terikat kuat tidak hanya meningkatkan retensi air selama pemasakan tetapi juga selama penyimpanan. Produk tetap mempertahankan kelembapan dan tidak mengalami pengerasan permukaan selama disimpan dalam lemari pendingin.

Stabilitas Emulsi dan Kandungan Gizi

Stabilitas emulsi merupakan faktor kritis dalam produk sosis karena sosis adalah sistem emulsi lemak dalam air yang distabilkan oleh protein. Pemisahan fase dapat menyebabkan cacat kualitas serius seperti permukaan berminyak, tekstur tidak homogen, dan kantong lemak yang menurunkan penerimaan konsumen. Rahayu *et al.* (2021) menunjukkan bahwa karagenan memperbaiki stabilitas emulsi lemak secara dramatis dengan menurunkan pemisahan lemak hingga 12%, dari 18,5% pada kontrol menjadi 6,5% pada perlakuan karagenan 1%. Mekanisme stabilisasi emulsi oleh karagenan melibatkan beberapa cara kerja. Pertama, peningkatan kekentalan fase air dari sekitar 50 cP menjadi 180 cP memperlambat pergerakan butiran lemak sehingga mengurangi frekuensi tabrakan antar butiran yang dapat menyebabkan penggabungan. Kedua, pembentukan lapisan pelindung di permukaan butiran lemak melalui penempelan karagenan yang berinteraksi dengan protein, membentuk lapisan pelindung berlapis yang secara fisik mencegah penggumpalan butiran. Ketiga, pembentukan struktur gel yang mengunci butiran lemak dalam jaringan tiga dimensi sehingga secara fisik mencegah pergerakan dan pemisahan fase.

Pengamatan menggunakan mikroskop laser konfoka dengan pewarnaan fluoresen untuk fase lemak dan protein menunjukkan hasil yang menarik. Ukuran butiran lemak pada sosis dengan karagenan lebih kecil dengan diameter rata-rata 3,8 μm dan lebih seragam

dibandingkan kontrol dengan diameter rata-rata 7,2 μm yang bervariasi lebar. Distribusi butiran lebih merata di seluruh matriks tanpa adanya penumpukan lemak di area tertentu. Perbaikan stabilitas emulsi ini berdampak langsung pada karakteristik sensoris produk. Sosis daging kerbau dengan karagenan menunjukkan distribusi lemak yang lebih merata, tekstur yang lebih lembut dan creamy, tidak ada sensasi berminyak di mulut, serta rasa gurih yang lebih seimbang. Pelepasan senyawa pemberi rasa dari fase lemak juga lebih terkontrol dan bertahap, memberikan persepsi rasa yang lebih kompleks dan bertahan lebih lama dibandingkan kontrol yang menunjukkan ledakan rasa awal diikuti penurunan cepat.

Ali *et al.* (2019) menambahkan bahwa penambahan karagenan 0,75-1% menurunkan kadar lemak bebas yang dapat diekstrak dengan pelarut organik dari 9,8% menjadi 7,2% tanpa mempengaruhi kandungan protein total yang tetap stabil pada kisaran 13,5-14,2%. Penurunan lemak bebas ini menunjukkan bahwa lemak lebih banyak terikat dalam kompleks dengan protein dan karagenan, sehingga tidak mudah terpisah atau teroksidasi. Stabilitas oksidatif lemak juga meningkat karena enkapsulasi lemak dalam matriks gel mengurangi paparan terhadap oksigen, cahaya, dan ion logam yang dapat mempercepat reaksi oksidasi. Pengukuran nilai peroksida menunjukkan bahwa sosis dengan karagenan memiliki nilai peroksida lebih rendah yaitu 2,8 meq O_2/kg lemak dibandingkan kontrol 4,5 meq O_2/kg lemak setelah 14 hari penyimpanan pada 4°C. Nilai ini menunjukkan perlambatan tahap awal oksidasi lipid.

Komposisi proksimat secara keseluruhan menunjukkan perubahan yang menguntungkan. Kadar air meningkat dari 60,5% menjadi 64,8% sesuai dengan peningkatan kemampuan mengikat air. Kadar protein relatif stabil dan tidak berbeda nyata secara statistik pada rentang 13,2-13,8%. Kadar lemak sedikit menurun dari 12,5% menjadi 11,2% karena substitusi sebagian dengan air yang terikat. Kadar abu stabil pada 2,8-3,2%. Perubahan komposisi ini menghasilkan produk dengan kandungan kalori yang sedikit lebih rendah, dari 180 kkal/100g menjadi 165 kkal/100g. Produk menjadi lebih sehat dengan kandungan lemak dan kalori yang berkurang, tanpa mengorbankan karakteristik sensoris yang diinginkan.

Kualitas Sensoris dan Umur Simpan

Evaluasi sensoris merupakan penilaian kualitas yang paling penting karena produk pangan pada akhirnya harus diterima oleh konsumen berdasarkan pengalaman saat dikonsumsi. Singh *et al.* (2022) menemukan bahwa sosis daging kerbau dengan penambahan karagenan 0,75% memperoleh skor sensoris tertinggi dalam berbagai atribut.

Rasa mendapat skor 8,3/9 dibandingkan kontrol 6,8/9. Aroma mendapat skor 8,1/9 dibandingkan kontrol 6,5/9. Tekstur mendapat skor 8,4/9 dibandingkan kontrol 6,3/9. Warna mendapat skor 8,0/9 dibandingkan kontrol 6,7/9. Penerimaan keseluruhan mendapat skor 8,2/9 dibandingkan kontrol 6,6/9. Peningkatan skor yang dramatis ini menunjukkan bahwa perbaikan karakteristik fungsional secara sinergis berkontribusi terhadap pengalaman sensoris yang superior.

Panel terlatih yang terdiri dari 12 orang dengan pengalaman mengevaluasi produk daging memberikan deskripsi kualitatif yang sangat positif. Sosis dengan karagenan digambarkan memiliki karakteristik "juicy", "lembut tapi tidak lembek", "rasa seimbang", "aftertaste bersih", dan "tekstur menyenangkan di mulut". Karakteristik ini sangat berbeda dengan kontrol yang digambarkan sebagai "agak kering", "lebih keras", "kurang berasa", dan "meninggalkan lapisan lemak di mulut". Analisis profil aroma menggunakan kromatografi gas-spektrometri massa mengidentifikasi bahwa sosis dengan karagenan memiliki retensi yang lebih baik terhadap senyawa volatil yang berkontribusi pada aroma daging. Senyawa seperti heksanal, nonanal, 2-butanon, metanatiol, dan pirazin yang berasal dari reaksi Maillard selama pemasakan lebih banyak tertahan. Total senyawa volatil meningkat 22% pada sosis dengan karagenan dibandingkan kontrol. Struktur gel melindungi dan menahan senyawa volatil yang mudah menguap selama proses pemasakan dan penyimpanan.

Uji preferensi dengan 50 konsumen tidak terlatih menunjukkan hasil yang sangat meyakinkan. Sebanyak 84% responden memilih sosis dengan karagenan sebagai produk favorit mereka berdasarkan evaluasi tanpa melihat merek atau label. Alasan utama yang dikemukakan adalah tekstur yang lebih lembut, rasa yang lebih gurih dan tidak berlemak, serta kepuasan setelah makan yang lebih tinggi. Stabilitas produk selama penyimpanan merupakan aspek kritis yang menentukan kelayakan komersial. Produk harus mempertahankan kualitas dari produksi hingga konsumsi yang dapat melibatkan distribusi dan penyimpanan di toko. Verma *et al.* (2023) menambahkan bahwa produk sosis dengan karagenan menunjukkan ketahanan oksidatif yang lebih baik. Penurunan nilai TBARS sebesar 15% setelah 15 hari penyimpanan pada suhu 4°C dalam kemasan vakum sangat signifikan. Nilai TBARS pada sosis dengan karagenan adalah 0,78 mg MDA/kg dibandingkan kontrol 0,92 mg MDA/kg, masih di bawah ambang batas 1,0 mg MDA/kg yang umumnya diasosiasikan dengan bau tengik yang dapat terdeteksi.

Perlambatan oksidasi lipid ini disebabkan oleh kemampuan karagenan membentuk penghalang fisik yang menghambat masuknya oksigen ke dalam matriks produk. Koefisien permeabilitas oksigen menurun 35%, serta kemungkinan aktivitas antioksidan minor dari gugus sulfat yang dapat menangkap radikal bebas. Parameter mikrobiologis juga menunjukkan perbaikan dengan Total Plate Count pada sosis dengan karagenan tetap di bawah 5,5 log CFU/g setelah 21 hari. Kontrol mencapai 6,8 log CFU/g pada periode yang sama, mendekati batas maksimum 7 log CFU/g yang ditetapkan oleh SNI untuk produk daging olahan yang disimpan dalam lemari pendingin. Sharma *et al.* (2024) juga mencatat bahwa umur simpan sosis daging kerbau dengan karagenan meningkat hingga 21 hari dalam kondisi penyimpanan dingin 2-4°C dengan karakteristik sensoris yang masih dapat diterima yaitu skor di atas 6/9 untuk semua atribut. Kontrol hanya bertahan 12-14 hari sebelum menunjukkan tanda-tanda kerusakan seperti bau tidak sedap yang asam atau amis akibat degradasi protein dan oksidasi lipid, perubahan warna menjadi coklat atau abu-abu akibat oksidasi mioglobin, tekstur yang menjadi lengket akibat pertumbuhan bakteri pembentuk biofilm, dan penurunan tingkat kesegaran akibat kehilangan air selama penyimpanan.

Aktivitas air pada sosis dengan karagenan lebih rendah yaitu 0,91-0,93 dibandingkan kontrol 0,94-0,96. Aktivitas air yang lebih rendah menghambat pertumbuhan sebagian besar bakteri patogen dan pembusuk yang memerlukan aktivitas air di atas 0,93 untuk tumbuh optimal. Nilai pH produk juga lebih stabil pada kisaran 6,0-6,2 selama penyimpanan dibandingkan kontrol yang menunjukkan penurunan progresif hingga 5,6-5,7 akibat produksi asam organik oleh bakteri asam laktat dan aktivitas enzim. Stabilitas pH ini penting untuk mempertahankan kemampuan mengikat air, warna, dan tekstur produk karena protein memiliki titik isoelektrik sekitar pH 5,0-5,5 di mana kemampuan mengikat air mencapai minimum dan kekerasan maksimum.

Implikasi Industri dan Keamanan

Karagenan dianggap sebagai bahan tambahan yang ekonomis dengan harga berkisar 120.000-180.000 rupiah per kilogram untuk kualitas food-grade. Harga ini lebih murah dibandingkan hidrokoloid lain seperti gelatin yang mencapai 225.000-375.000 rupiah per kilogram atau xanthan gum 150.000-270.000 rupiah per kilogram. Karagenan memberikan fungsi yang sangat baik pada konsentrasi rendah 0,5-1,5% sehingga biaya per batch produksi hanya meningkat sekitar 0,5-1% dari total biaya bahan baku. Karagenan aman digunakan hingga konsentrasi 1,5% dalam produk daging olahan sesuai standar yang

ditetapkan oleh FAO/WHO Codex Alimentarius dan telah mendapatkan status GRAS dari US FDA sejak tahun 1961. Kode untuk karagenan adalah E407 untuk degraded carrageenan atau E407a untuk processed Eucheuma seaweed dalam sistem kode Eropa (Codex Alimentarius, 2022).

Studi toksikologi yang ekstensif termasuk toksisitas akut, subkronik, kronik, karsinogenesis, genotoksitas, dan toksisitas reproduktif yang dilakukan oleh Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives menunjukkan bahwa karagenan tidak menimbulkan efek toksik. Karagenan tidak diserap di saluran pencernaan sehingga tidak terakumulasi dalam tubuh. Karagenan tidak menyebabkan efek merugikan pada dosis hingga 7,5% dalam diet hewan percobaan. Acceptable Daily Intake ditetapkan sebagai "not specified" yang berarti tidak ada batasan konsumsi harian selama digunakan sesuai Good Manufacturing Practice. Penggunaan karagenan dalam formulasi sosis juga mampu meningkatkan efisiensi proses pencampuran karena kemampuannya memperbaiki kekentalan adonan dari sekitar 3.000 cP pada kontrol menjadi 8.000-12.000 cP pada konsentrasi 0,75-1%.

Peningkatan kekentalan ini memberikan beberapa keuntungan proses. Pertama, kekentalan yang lebih tinggi memperbaiki kemampuan menahan partikel daging dan lemak dalam suspensi sehingga mengurangi pengendapan selama proses pengisian. Kedua, adonan yang lebih kental lebih mudah ditangani dan dipompa melalui peralatan pengisi tanpa terjadi pemisahan atau pengeluaran cairan. Ketiga, penambahan air menjadi lebih efisien karena kapasitas mengikat air yang tinggi memungkinkan penambahan air hingga 25-30% dari total formulasi tanpa menyebabkan ketidakstabilan produk. Penambahan air ini dapat mengurangi biaya bahan baku dan meningkatkan hasil. Keempat, stabilitas emulsi yang superior mengurangi kehilangan lemak dan air selama proses pemasakan sehingga meningkatkan hasil pemasakan dari rata-rata 82% menjadi 91-94% yang berarti peningkatan produktivitas signifikan (Patel *et al.*, 2023).

Sifat reologi adonan sosis dengan karagenan menunjukkan karakteristik non-Newtonian pseudoplastik atau perilaku shear-thinning dengan indeks perilaku alir sekitar 0,45-0,55. Perilaku ini berarti kekentalan menurun dengan peningkatan laju geser sehingga memudahkan pemompaan dan pengisian pada laju geser tinggi namun memberikan stabilitas saat diam. Modulus penyimpanan lebih tinggi dari modulus kehilangan pada semua frekuensi yang diuji 0,1-100 Hz, mengkonfirmasi pembentukan gel yang dominan elastis dengan kekuatan gel yang meningkat proporsional dengan konsentrasi

karagenan. Tantangan utama dalam aplikasi karagenan terletak pada distribusi pencampuran yang homogen karena karagenan dalam bentuk bubuk memiliki kecenderungan untuk membentuk gumpalan ketika ditambahkan langsung ke dalam sistem berair dengan pengadukan yang tidak memadai.

Masalah ini dapat diatasi menggunakan beberapa strategi. Pertama, pra-hidrasi di mana bubuk karagenan terlebih dahulu didispersikan dalam sebagian air dingin dengan pengadukan lembut untuk membentuk bubur sebelum ditambahkan ke mixer utama. Kedua, pencampuran kering di mana karagenan dicampur dengan garam atau gula yang berfungsi sebagai agen pendispersi untuk mencegah penggumpalan. Ketiga, penggunaan homogenizer berkecepatan tinggi 8.000-12.000 rpm atau mixer geser tinggi seperti silent cutter atau bowl cutter yang mampu memberikan gaya geser yang cukup untuk memecah agregat dan mendistribusikan karagenan secara seragam di seluruh adonan dalam waktu 3-5 menit (Murthy *et al.*, 2021). Metode penambahan berurutan di mana karagenan ditambahkan setelah fase ekstraksi protein juga terbukti efektif meningkatkan fungsi karena protein myofibrillar yang terekstraksi oleh garam dapat berinteraksi lebih optimal dengan karagenan yang ditambahkan kemudian.

Arah Pengembangan Produk Inovatif

Perkembangan terkini dalam ilmu dan teknologi pangan serta perubahan preferensi konsumen yang semakin mengarah pada produk pangan sehat, fungsional, dan berkelanjutan membuka peluang untuk pengembangan produk sosis daging kerbau yang lebih inovatif dengan manfaat tambahan. Bano *et al.* (2025) menyarankan pengembangan sosis rendah lemak fungsional dengan kombinasi karagenan sebagai pengganti lemak dan pembentuk gel dengan serat pangan larut seperti inulin, oligofruktosa, pati resisten, atau beta-glukan yang dapat memberikan berbagai manfaat kesehatan. Pendekatan reformulasi ini dapat menghasilkan produk dengan kandungan lemak yang berkurang hingga 25-40% dari formulasi standar, dari 12-15% menjadi 7-9%. Total kalori juga lebih rendah dengan pengurangan 15-25%. Fortifikasi dengan serat pangan dapat mencapai 3-5 g per sajian sehingga dapat diklaim sebagai "sumber serat" atau "tinggi serat" sesuai regulasi klaim nutrisi.

Serat pangan tidak hanya berfungsi sebagai bahan pengisi yang menggantikan volume lemak, tetapi juga memberikan manfaat kesehatan yang terdokumentasi dengan baik seperti perbaikan kesehatan pencernaan, penurunan kadar kolesterol, modulasi respons glukosa darah, dan peningkatan rasa kenyang yang membantu manajemen berat

badan. Kombinasi sinergis antara karagenan dan serat pangan dapat menghasilkan produk dengan tekstur yang dapat diterima meskipun kandungan lemaknya berkurang. Keduanya berkontribusi terhadap pembentukan matriks gel yang dapat meniru efek pelumasan dan tekstur dari lemak. Studi pendahuluan menunjukkan bahwa kombinasi 0,75% karagenan dengan 3% inulin menghasilkan sosis rendah lemak dengan kandungan lemak 8,5% yang memiliki tekstur dan tingkat kesegaran tidak berbeda signifikan dengan kontrol lemak penuh 12%. Inulin juga memberikan tambahan efek prebiotik yang merangsang pertumbuhan bakteri menguntungkan seperti *Bifidobacterium* dan *Lactobacillus* dalam usus besar.

Fortifikasi dengan senyawa bioaktif lain seperti asam lemak omega-3 dari minyak ikan atau minyak biji rami 0,5-1%, antioksidan alami dari ekstrak rempah seperti rosemary, teh hijau, atau biji anggur 0,1-0,3%, mineral seperti kalsium dan zat besi yang mengatasi defisiensi nutrisi spesifik, atau vitamin seperti vitamin E dan D juga dapat diintegrasikan dalam formulasi untuk meningkatkan profil nutrisi dan sifat fungsional produk. Pengembangan campuran berbasis tanaman dengan penggantian sebagian daging kerbau menggunakan protein nabati seperti protein kedelai bertekstur, gluten gandum, isolat protein kacang polong, atau mikoprotein pada level 20-40% juga merupakan arah yang menjanjikan untuk mengatasi masalah keberlanjutan terkait produksi daging yang memerlukan input sumber daya tinggi seperti lahan, air, dan pakan serta menghasilkan emisi gas rumah kaca yang signifikan.

Produk hibrida yang mengombinasikan protein hewani dan nabati dapat memberikan nutrisi seimbang dengan profil asam amino lengkap, jejak lingkungan yang berkurang dengan jejak karbon dan penggunaan air yang lebih rendah, serta pengurangan biaya karena protein nabati umumnya lebih murah dibanding protein daging. Karagenan berperan penting dalam sistem hibrida ini untuk mengikat jenis protein yang berbeda dan mempertahankan konsistensi tekstur yang dapat menjadi tantangan karena perbedaan sifat fungsional antara protein hewani dan nabati. Formulasi label bersih yang menghilangkan bahan tambahan sintetis seperti natrium nitrit, natrium tripolifosfat, dan pewarna atau perasa buatan dengan mengganti menggunakan alternatif alami seperti bubuk seledri sebagai sumber nitrat alami, karagenan sebagai pengganti fosfat, dan pewarna alami dari ekstrak bit atau paprika juga menjadi tren yang sangat diminati oleh konsumen modern yang semakin peduli tentang transparansi bahan dan implikasi kesehatan dari bahan tambahan sintetis.

Karagenan sebagai bahan yang berasal dari rumput laut sangat kompatibel dengan filosofi label bersih dan dapat secara efektif menggantikan beberapa bahan tambahan sintetis dalam solusi bahan tunggal. Pendekatan nutrisi personal dengan formulasi yang ditargetkan untuk segmen konsumen spesifik seperti populasi lansia yang memerlukan tekstur lebih lembut dan nutrisi yang ditingkatkan, atlet yang memerlukan protein tinggi dan lemak rendah, atau individu dengan kondisi medis seperti disfagia yang memerlukan modifikasi tekstur spesifik juga merupakan peluang untuk diferensiasi produk dalam pasar yang semakin kompetitif.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penambahan karagenan pada sosis daging kerbau terbukti meningkatkan kualitas fisik, kimia, dan sensoris produk secara signifikan. Karagenan bekerja dengan membentuk jaringan gel tiga dimensi yang meningkatkan kemampuan mengikat air, memperkuat tekstur, serta menstabilkan emulsi lemak-protein. Hasil kajian menunjukkan konsentrasi optimal karagenan berada pada kisaran 0,75–1,0% untuk menghasilkan sosis yang lembut, kenyal, dan memiliki warna cerah. Penggunaan karagenan juga memperpanjang umur simpan produk hingga tiga minggu dengan tetap mempertahankan mutu mikrobiologis dan nutrisi. Secara keseluruhan, karagenan merupakan bahan tambahan alami yang efektif, aman, dan ekonomis untuk meningkatkan mutu serta daya saing sosis daging kerbau di industri pangan modern.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, N., S. Kumar., & R. Malik. (2020). Effect Of Carrageenan On Water Retention And Cooking Loss Of Buffalo Meat Sausage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(8), e14521.
- Ali, M., A. Verma., & P. Singh. (2019). Nutritional Quality Of Buffalo Meat Sausage With Hydrocolloid Addition. *Meat Science Journal*, 155, 43–50.
- Bano, F., M. Tariq., & R. Singh. (2025). Development Of Low-Fat Functional Buffalo Meat Sausages Using Carrageenan And Dietary Fibers. *Trends in Food Science and Technology*, 152, 112–124.
- Bodhar, S., G. Kandeepan., & M. Sharma. (2020). Physico-Chemical And Sensory Attributes Of Buffalo Meat Sausages With Different Binders. *Journal of Food Science and Technology*, 57(12), 4512–4520.
- Chaudhary, R., V. Gupta., & D. Reddy. (2022). Effect Of Carrageenan And Phosphate On Colour And Textural Properties Of Buffalo Sausages. *LWT - Food Science and Technology*, 154, 112767.

- Hassan, S., N. Verma., & V. Pathak. (2019). Influence Of Carrageenan On Texture Profile Of Buffalo Meat Sausages. *International Journal of Food Properties*, 22(5), 1189–1200.
- Kandeepan, G., S. Biswas., & N. Kondaiah. (2019). Quality And Shelf Life Of Buffalo Meat Sausages With Natural Additives. *Meat Science*, 149, 33–40.
- Murthy, L. N., G. G. Phadke., & K. K. Asha. (2021). Utilization Of Carrageenan In Restructured Fish Products: A Review. *Journal of Food Science and Technology*, 58(5), 1649–1661.
- Patel, R., M. Khan., & S. Sharma. (2023). Industrial-Scale Production Of Carrageenan-Based Buffalo Meat Sausages. *Food Production Science*, 18(2), 221–230.
- Rahman, T., N. Dewi., & S. Rahayu. (2021). Synergistic Effect Of Carrageenan And Soy Flour On Buffalo Meat Sausage Quality. *Journal of Food Quality*, 1–8.
- Rahayu, S., B. Santoso., & R. Andriani. (2021). Carrageenan As An Emulsifier In Buffalo Meat Sausage. *Indonesian Journal of Food Technology*, 4(1), 55–63.
- Sahoo, P., K. Verma., & R. Ali. (2022). Microbial Stability Of Carrageenan-Treated Meat Products. *Meat Technology Journal*, 17(2), 132–139.
- Sharma, A., R. Singh., & V. Tiwari. (2024). Storage Stability Of Buffalo Meat Sausage Containing Carrageenan. *Journal of Food Processing*, 18(4), 301–310.
- Singh, P., H. Das., & D. Rao. (2022). Effect Of Carrageenan Addition On Sensory And Textural Attributes Of Buffalo Meat Sausage. *Food Research International*, 159, 111345.
- Srinivasan, S., G. Krishnan., & P. Devi. (2021). Functional Role Of Carrageenan In Meat Emulsion Systems. *Food Hydrocolloids*, 113, 106426.
- Verma, P., H. Das., & S. Singh. (2023). Oxidative Stability Of Carrageenan-Treated Buffalo Meat Sausages. *Food Chemistry*, 416, 135725.

Pengendalian Gulma dengan Memanfaatkan Tumbuhan Kirinyuh (*Chromolaena odorata* L. King and Robinson) sebagai Mulsa Organik pada Tanaman Kedelai

Anuar Ramut^{1*}, Muhammad Husaini Assauwab¹, Deden Sumoharjo¹, Kartono¹, Mario Pani³

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Gunung Leuser

²Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Gunung Leuser

³Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala

Email: anuarramut@gmail.com

Abstrak

Upaya pengendalian gulma dengan pendekatan *organic farming* menjadi semakin penting seiring meningkatnya kesadaran akan *sustainable agriculture*. Tumbuhan kirinyuh sering digunakan sebagai mulsa organik karena kandungan alelopati mampu mengendalikan gulma serta menambah unsur hara. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan dosis mulsa organik kirinyuh dalam mengendalikan gulma serta meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktor tunggal dengan taraf : 0 ; 4,8 ; 9,6 ; 14,4 ; 19,2 ton ha⁻¹. Sehingga terdapat 5 perlakuan, masing-masing perlakuan diulang sebanyak empat kali. Aplikasi mulsa organik kirinyuh pada saat tanam menebarkan bahan mulsa sudah di potong sebesar 10 cm dengan dosis sesuai perlakuan. Peubah yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah, persentase penutupan gulma, jumlah populasi gulma, jumlah polong, jumlah biji dan hasil biji kering tanaman kedelai. Analisis data dilakukan secara kuantitatif menggunakan SPSS versi 16 dan apabila berpengaruh nyata maka diuji perbandingan berganda dengan *Duncan New Multiple Range Test (DNMRT)* pada taraf 5% disajikan secara deskriptif dalam tabel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis mulsa organik kirinyuh 19,2 ton ha⁻¹ dapat meningkatkan tinggi tanaman kedelai priode 20 dan 30 harian. Dosis mulsa organik kirinyuh 9,6 – 19,2 ton ha⁻¹ sudah dapat menurunkan persentase penutupan gulma serta menurunkan jumlah populasi gulma priode 20 harian. Dosis mulsa organik kirinyuh 19,2 ton ha⁻¹ dapat meningkatkan jumlah polong.

Kata kunci: Fisiologis, Fotosintesis, Kelembapan tanah, Perkecambahan, Unsur hara

Abstract

Weed management using organic farming approaches has become increasingly important in line with the growing awareness of sustainable agriculture. Siam weed (*Chromolaena odorata*) is often used as organic mulch due to its allelopathic properties, which can suppress weed growth while contributing nutrients to the soil. This study aimed to determine the appropriate dosage of siam weed organic mulch for effective weed control and to improve soybean growth and yield. The experiment was arranged in a randomized block design (RBD) with a single factor consisting of five mulch application rates: 0, 4.8, 9.6, 14.4, and 19.2 tons ha⁻¹. Each treatment was replicated four times. The mulch was applied at planting by spreading chopped siam weed biomass 10 cm pieces according to the designated treatment rates. The observed variables included plant height, number of leaves, weed cover percentage, weed population density, number of pods, number of seeds, and dry seed yield of soybean. Data were analyzed quantitatively using SPSS version 16. When significant effects were observed, means were compared using Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) at the 5% significance level, and results were presented descriptively in tables. The results indicated that the application of 19.2 tons ha⁻¹ of siam weed mulch significantly increased soybean plant height at 20 and 30 days after planting. Mulch rates of 9.6–19.2 tons ha⁻¹ effectively reduced weed cover percentage and weed population density at 20 days after planting. Furthermore, the highest mulch rate 19.2 tons ha⁻¹ also increased the number of soybean pods.

Keywords: Germination, Nutrients, Soil moisture, Photosynthesis, Physiological

PENDAHULUAN

Pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai dipengaruhi oleh berbagai faktor agronomi, antara lain interaksi dengan gulma dan lingkungan tumbuh. Gulma bersaing dengan tanaman kedelai berupa cahaya, air, dan unsur hara sehingga secara signifikan menurunkan pertumbuhan selanjutnya hasil kedelai. Upaya pengendalian gulma dengan pendekatan *organic farming* menjadi semakin penting seiring meningkatnya kesadaran akan *sustainable agriculture*. Mulsa organik direkomendasikan karena efektif menyerap cahaya sehingga mempertahankan kelembapan tanah, dan menekan perkecambahan gulma. Tumbuhan kirinyuh (*Chromolaena odorata* L. King and Robinson) sudah sering digunakan sebagai mulsa organik karena kandungan alelopati mampu mengendalikan gulma serta menambah unsur hara. Sejalan dengan pernyataan Kato-Noguchi & Kato (2023) serta Nyong & Nworgu (2023) bahwa tumbuhan kirinyuh memiliki metabolit sekunder dalam berbagai golongan kimia, seperti *fenolik*, *flavonoid*, *saponin*, *tanin*, *terpenoid* yang dapat mengendalikan nematoda, serangga, parasit, dan jamur, serta paling efektif mengendalikan gulma. Kemudian diperjelas bahwa cara kerja dengan melepaskan alelokimia tersebut ke lingkungan sekitar gulma baik melalui eksudat akar, volatilisasi, lindi hujan, atau dekomposisi serasah tumbuhan kirinyuh. Selanjutnya ditambahkan bahwa kirinyuh juga mengandung bahan organik 20.26%, N 0.55%, C/N ratio 21.31%, P 0.13%, K 1.60%, Ca 0.49% dan Mg 0.29% (Akinrinola & Tijani-Eniola, 2022).

Beberapa hasil penelitian memperlihatkan bahwa dosis mulsa kirinyuh 24 ton ha⁻¹ dapat meningkatkan luas daun 28 dan 42 HST dan bobot kering tanaman 14, 28, 42, 56 HST (Asma'i *et al.*, 2018), laju tumbuh tanaman 28-42 HST (Hasanuddin *et al.*, 2019), serta jumlah polong dan hasil biji kering tanaman kedelai (Hasanuddin *et al.*, 2021). Ditambahkan lagi hasil penelitian Kore *et al.* (2024) bahwa pemberian mulsa kirinyuh pada dosis 1560 - 2600 g per 0,5625 m² atau setara 27,73 – 46, 22 ton ha⁻¹ dapat meningkatkan tinggi dan jumlah anakan serta jumlah daun tumbuhan *Brachiaria hybrid* cv. Mulato. Selanjutnya dijelaskan bahwa pemanfaatan serasah tumbuhan kirinyuh sebagai ekstrak bioherbisida dengan dosis 150 g serasah tumbuhan kirinyuh + air 200 ml pada 7 hari sebelum tanam dan saat tanam dapat menurunkan populasi dan bobot kering gulma polybag⁻¹ serta meningkatkan jumlah anakan, bobot kering tanaman, jumlah malai, bobot gabah kering pada tanaman padi (Paiman *et al.*, 2022). Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan dosis mulsa organik kirinyuh dalam mengendalikan gulma serta meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai.

METODE

Penelitian dilaksanakan di Desa Lawe Sagu Hulu Kecamatan Lawe Bulan Kabupaten Aceh Tenggara Provinsi Aceh, berlangsung selama bulan Agustus sampai Desember 2024. Lokasi spesifik penelitian pada tofografi datar ketinggian ± 245 m dpl dengan jenis tanah alfisol. Alat yang digunakan yaitu gelas ukur, cangkul, tali rafia, kertas label, oven, timbangan analitik. Bahan yang digunakan yaitu kedelai varietas grobogan, serasah tumbuhan kirinyuh, serta insektisida deltametrin, Urea, SP36, KCl. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktor tunggal dengan taraf: 0 ; 4,8 ; 9,6 ; 14,4 ; 19,2 ton ha⁻¹. Sehingga terdapat 5 perlakuan, masing-masing perlakuan diulang sebanyak empat kali. Lahan dipersiapkan dengan pengolahan tanah dan membuat plot seluas 2,5 x 2,5 m. Bahan mulsa organik dipersiapkan adalah kirinyuh di potong sebesar 10 cm, selanjutnya disebar di atas permukaan tanah sesuai dosis perlakuan. Peubah yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah dan, persentase penutupan gulma, jumlah populasi gulma, jumlah polong, jumlah biji dan hasil biji kering tanaman kedelai. Analisis data dilakukan secara kuantitatif menggunakan *SPSS versi 16* dan apabila berpengaruh nyata maka diuji perbandingan berganda dengan *Duncan New Multiple Range Test (DNMRT)* pada taraf 5% disajikan secara deskriptif dalam tabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Tanaman Kedelai

Tabel 1 memperlihatkan bahwa pemberian dosis mulsa kirinyuh pada dosis 19,2 ton ha⁻¹ dapat meningkatkan tinggi tanaman priode 20 dan 30 harian. Peningkatan tinggi tanaman kedelai pada dosis tinggi 19,2 ton ha⁻¹ dapat dijelaskan melalui peran fisik mulsa organik kirinyuh dalam menekan pertumbuhan gulma, sehingga tanaman kedelai mendapatkan akses dalam mendapatkan air, unsur hara dan cahaya secara maksimal. Kemudian ditambahkan bahwa keberadaan mulsa organik juga berkontribusi terhadap peningkatan kelembapan tanah dan menurunkan fluktuasi suhu tanah sehingga lingkungan mikro lebih stabil bagi akar tanaman kedelai untuk tumbuh. Sesuai dengan pernyataan Lodo *et al.* (2022) bahwa semakin tebal mulsa yang diberikan, maka lebih menjamin kelembapan tanah juga hasil dekomposisi bahan organik lebih banyak tersedia, seperti hasil penelitian Smith & Onamadi (2021) bahwa tingginya bahan organik pada mulsa kirinyuh sebesar 82,3%. Selanjutnya tercermin peningkatan pertumbuhan tinggi tanaman kedelai.

Tabel 1. Rata-Rata Tinggi dan Jumlah Daun Tanaman Kedelai Priode 20, 30, 40 dan 50 Harian Akibat Pengendalian Gulma dengan Beberapa Dosis Mulsa Organik Kirinyuh

Dosis Mulsa Kirinyuh (ton ha ⁻¹)	Tinggi Tanaman (cm)			
	20	30	40	50
0	16.13a	23.63ab	30.13	54.75
4,8	21.38ab	23.04ab	37.75	65.25
9,6	21.33ab	21.50a	36.50	60.50
14,4	19.08ab	28.88bc	44.75	57.25
19,2	22.50b	31.38c	53.75	65.75
	Jumlah Daun			
	20	30	40	50
0	11.58	14.25	37.00	41.25
4,8	11.38	15.08	28.75	35.50
9,6	11.75	13.75	17.50	39.50
14,4	9.50	14.75	15.00	46.00
19,2	14.44	18.38	30.25	42.00

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji *Duncan New Multiple Range Test (DNMRT)* pada taraf 5%

Tabel 1 juga memperlihatkan bahwa pemberian dosis mulsa kirinyuh tidak dapat meningkatkan jumlah daun tanaman kedelai secara statistik. Meskipun mulsa organik berfungsi meningkatkan kelembaban tanah, menurunkan suhu tanah, dan menekan gulma, efek tersebut lebih berdampak pada pertumbuhan agregat seperti tinggi tanaman kedelai, bobot kering tanaman, hasil pada jumlah polong (Tabel 3) dari pada parameter morfologi sederhana seperti jumlah daun. Dapat dikatakan bahwa peningkatan ketersediaan unsur hara tidak selalu direspons oleh tanaman kedelai dalam bentuk pertambahan jumlah daun. Hal ini terlihat dalam banyak penelitian bahwa unsur hara digunakan tanaman kedelai untuk meningkatkan ukuran daun, fotosintesis, dan pertumbuhan tunas baru, bukan menambah kuantitas daun. Sehingga melalui faktor fisiologis tanaman dan stabilitas morfologis dasar setiap tanaman. Sesuai dengan pernyataan Ramut *et al.* (2025c) bahwa mulsa kirinyuh pada dosis 19,2 ton ha⁻¹ dapat meningkatkan tinggi tanaman periode 20, 30, 40 harian dan bobot basah akar periode 20 harian serta bobot basah tanaman 20, 30, 40, 50 harian, namun tidak meningkatkan jumlah daun. Selanjutnya ditambahkan oleh Saputra *et al.* (2024) bahwa varietas atau faktor genetik menentukan banyaknya jumlah daun, jumlah cabang serta tidak dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan.

Pertumbuhan Gulma

Tabel 2. Rata-Rata Persentase Penutupan dan Jumlah Populasi Gulma Priode 20, 30, 40 dan 50 Harian Akibat Pengendalian Gulma dengan Beberapa Dosis Mulsa Organik Kirinyuh pada Tanaman Kedelai

Dosis Mulsa Kirinyuh (ton ha ⁻¹)	Persentase penutupan gulma (%)			
	20	30	40	50
0	100.00a	100.00a	100.00a	100.00a
4,8	35.66b	40.50b	65.75b	63.50b
9,6	25.33b	35.50b	53.50b	69.13b
14,4	56.92b	49.25b	56.75b	63.60b
19,2	41.00b	50.75b	54.00b	65.38b
	Jumlah populasi gulma			
	20	30	40	50
0	57.50a	24.75	34.00	27.50
4,8	48.50ab	26.25	30.25	37.25
9,6	29.75bc	32.75	28.75	32.50
14,4	23.75c	25.00	25.50	35.50
19,2	34.00bc	24.50	29.00	29.75

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji *Duncan New Multiple Range Test (DNMRT)* pada taraf 5%

Tabel 2 memperlihatkan bahwa pemberian dosis mulsa kirinyuh pada dosis 4,8 ton ha⁻¹ sudah dapat menurunkan persentase penutupan gulma di pertanaman kedelai. Hal ini terjadi ketika kandungan senyawa alelopati dilepaskan ke lingkungan tumbuh tanaman kedelai melalui proses pelapukan mulsa organik dapat menghambat perkecambahan, mematikan akar kecambah, dan mengganggu aktivitas enzim pada gulma. Menurut Susilo *et al.* (2024) bahwa dampak alelopati menyebabkan gangguan terhadap perkecambahan dan pertumbuhan awal benih, termasuk penekanan pertumbuhan klorofil, pucuk, serta akar pada pertumbuhan gulma. Ditambahkan oleh Jilli *et al.* (2023) bahwa terganggunya perkecambahan akibat alelopati di cirikan dengan memiliki akar primer berukuran pendek bahkan tanpa akar, tidak memiliki akar sekunder, hipokotil membengkak dan pendek, cacat, berdelah dalam atau memiliki luka. memiliki kondisi kotiledon busuk, rusak atau tidak memiliki kotiledon. Selanjutnya dijelaskan juga bahwa akumulasi tersebut menyebabkan rendahnya kemampuan gulma untuk menutupi permukaan tanah, hal ini memperkuat pendapat bahwa mulsa kirinyuh mengurangi jumlah populasi gulma, sehingga mengubah komposisi ekologis gulma. Pemberian tumbuhan kirinyuh sebagai mulsa terbukti mampu menurunkan persentase penutupan gulma melalui dua kombinasi mekanisme fisik yaitu penghalang cahaya dan suhu serta kimiawi pada aktivitas alelopati. Sesuai dengan penelitian Ramut *et al.* (2025a) bahwa pada dosis 19,2 ton ha⁻¹ dapat

meningkatkan persentase pengendalian gulma serta menurunkan persentase penutupan gulma, bobot basah gulma dan jumlah spesies gulma periode 20 dan 30 harian serta jumlah populasi gulma periode 20 harian.

Tabel 2 juga memperlihatkan bahwa pemberian dosis mulsa kirinyuh pada dosis 14,4 ton ha⁻¹ dapat menurunkan jumlah populasi gulma di pertanaman kedelai. Mulsa organik kirinyuh yang diaplikasikan di permukaan tanah berfungsi sebagai *barrier* atau penghalang antara benih gulma dan faktor lingkungan yang diperlukan untuk proses perkecambahan. Gulma *Brachiaria mutica* yang dominan pada lahan penelitian, sangat bergantung pada paparan cahaya dan suhu tanah yang hangat untuk memulai perkecambahan. Penutupan tanah oleh mulsa menyebabkan kondisi lingkungan menjadi tidak ideal, sehingga banyak benih gulma tidak berkecambah atau mati sebelum tumbuh. Kemudian gulma-gulma termasuk *Brachiaria mutica* mengalami penurunan populasi, sedangkan pada 30-50 HST spesies ini lebih toleran terhadap kondisi terhalang ditambah lagi masa dorman untuk berkecambah pada 20 hari, sehingga pada masa priode 30-50 harian gulma *Brachiaria mutica* tumbuh dan mulai berkembang. Selanjutnya dijelaskan bahwa sifat dormansi suatu spesies gulma dapat bertahan dalam waktu yang lama didalam tanah tergantung spesiesnya, serta apabila kondisi lingkungan memungkinkan, maka gulma tersebut akan segera tumbuh (Umami *et al.*, 2023). Selanjutnya dijelaskan Amrullah (2024) bahwa alelopati mampu mengurangi perkecambahan biji gulma sampai 75,17% dan memiliki dampak negatif terhadap pertumbuhan awal bibit kecambah gulma. Sekalipun benih gulma masih dapat hidup, tunasnya biasanya abnormal.

Hasil Tanaman Kedelai

Tabel 3 memperlihatkan bahwa pemberian dosis mulsa kirinyuh pada dosis 19,2 ton ha⁻¹ dapat meningkatkan jumlah polong tanaman kedelai. Hal ini merupakan hasil sinergi antara kemampuan alelopati kirinyuh dalam menekan pertumbuhan gulma dan peningkatan penyerapan unsur hara, air, cahaya matahari oleh tanaman kedelai akibat berkurangnya persaingan. Selanjutnya terurainya bahan mulsa organik kirinyuh menjadi sumbangsi bahan organik bagi perbaikan tanah serta dapat dimanfaatkan oleh tanaman kedelai. Hasil konsisten ini sesuai dengan penelitian Suntoro *et al.* (2024) memperlihatkan

Tabel 3. Rata-Rata Jumlah Polong dan Biji Serta Hasil Biji Kering Tanaman Kedelai Akibat Pengendalian Gulma dengan Beberapa Dosis Mulsa Organik Kirinyuh

Dosis Mulsa Kirinyuh (ton ha ⁻¹)	Polong	Biji (g)	Hasil Biji (g)
0	19.46a	31.43	155.52
4,8	20.39a	96.25	244.20
9,6	32.48a	68.18	354.93
14,4	18.35a	36.31	227.32
19,2	79.49b	125.96	741.17

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji *Duncan New Multiple Range Test (DNMRT)* pada taraf 5%

bahwa pemberian mulsa organik kirinyuh sebanyak 10 ton ha⁻¹ dapat meningkatkan kualitas tanah seperti pH H₂O, karbon organik, kapasitas tukar kation, persentase kapasitas tukar kation, total N, P tersedia, K tersedia, Ca tersedia, Mg tersedia serta jumlah anakan, bobot kering panen, bobot kering giling, dan bobot 1000 butir pada tanaman padi dibanding tanpa mulsa. Ditambahkan oleh Jaiman *et al.* (2025) bahwa kandungan bahan organik kirinyuh meliputi N 2,5, P 0,35, K 1,36, Ca 1,98 serta pH 6,67, selanjutnya diperkuat oleh penelitian Ramut *et al.* (2025b) bahwa pada dosis 19,2 ton ha⁻¹ dapat meningkatkan jumlah polong tanaman kedelai. Sehingga dapat dijelaskan penurunan persentase penutupan gulma (Tabel 2) secara ekologis juga diikuti oleh penurunan populasi gulma sehingga menyebabkan kondisi persaingan yang rendah maka tanaman kedelai dapat mengalokasikan lebih banyak energi ke fase generatif, yang secara fisiologis meningkatkan jumlah bunga yang berhasil menjadi polong.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dosis mulsa organik kirinyuh 19,2 ton ha⁻¹ dapat meningkatkan tinggi tanaman kedelai priode 20 dan 30 harian serta jumlah polong tanaman kedelai. Dosis mulsa organik kirinyuh 9,6 – 19,2 ton ha⁻¹ sudah dapat menurunkan persentase penutupan gulma serta menurunkan jumlah populasi gulma priode 20 harian. Perlu dilakukan penelitian selanjutnya tentang tumbuhan kirinyuh sebagai mulsa organik kirinyuh dengan dosis diatas 19,2 ton ha⁻¹ untuk penelitian awal bioherbisida.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada Kementerian Pendidikan Tinggi Riset dan Teknologi telah memberikan dana hibah melalui Program Penelitian Dosen Pemula Afirmasi Batch II Tahun 2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Akinrinola, T. B., & Tijani-Eniola, H. (2022). The influence of siam weed compost and inorganic fertiliser applications on tomato performance. *Journal of Agricultural Sciences, Belgrade*, 67(3), 219–235. <https://doiserbia.nb.rs/Article.aspx?id=1450-81092203219A>
- Amrullah, R. (2024). *Uji alelopati ekstrak teki (cyperus rotundus) pada perkecambahan dan pertumbuhan awal gulma bayam duri (Amaranthus spinosus)* [Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya]. <https://erepository.uwks.ac.id/18535/>
- Asma'i, A. H., Erida, G., & Hasanuddin. (2018). Pengaruh pemberian jenis dan dosis mulsa yang berbeda terhadap pertumbuhan tanaman kedelai. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah*, 3(4), 185–192.
- Hasanuddin, Erida, G., Hafsa, S., Jumini, & Asma'i, A. H. (2019). Analisis pertumbuhan kedelai akibat pemberian mulsa kirinyuh dan terang bulan. *Peran Perguruan Tinggi Pertanian Dalam Menghasilkan Sumber Daya Manusia Di Era Revolusi Industri 4.0*, 3–7. Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Forum Komunikasi Perguruan Tinggi Pertanian Indonesia (FKPTPI) 23-24 September 2019 Bandung Indonesia.
- Hasanuddin, H., Hafsa, S., Nurahmi, E., Migawati, S. W., Bobihoe, J., & Aryani, D. S. (2021). The application of different mulches and its effect on soybean yield. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 644, 1–5. <https://doi.org/doi:10.1088/1755-1315/644/1/012069>. The International Conference on Agricultural Technology, Engineering and Environmental Sciences. 21-22 September 2020, Banda Aceh, Indonesia.
- Jaiman, R., Temu, S. T., & Osa, D. B. (2025). Pengaruh ketebalan mulsa organik kirinyuh (*Chromolaena odorata*) terhadap produksi bahan segar, bahan kering dan bahan organik rumput gajah mini (*Pennisetum purpureum* CV. Mott). *Animal Agricultura*, 3(1), 943–951. <https://doi.org/10.59891/animacultura.v3i1.121>
- Jilli, A. Q. A., Indarwati, I., Susilo, A., & Surjaningsih, D. R. (2023). Potensi alelopati ekstrak gulma alang alang sebagai bioherbisida. *Journal of Applied Plant Technology (JAPT)*, 2(1), 30–41. <https://doi.org/10.30742/japt.v2i1.77>
- Kato-Noguchi, H., & Kato, M. (2023). Evolution of the secondary metabolites in invasive plant species *chromolaena odorata* for the defense and allelopathic functions. *Plants*, 12(3), 521. <https://doi.org/10.3390/plants12030521>
- Kore, M. J. T., Nastiti, H. P., & Osa, D. B. (2024). Pengaruh ketebalan mulsa organik kirinyuh (*Chromolaena odorata*) terhadap pertumbuhan rumput mulato (*Brachiaria hybrid* cv. Mulato). *Animal Agricultura*, 2(1), 340–347. <https://doi.org/10.59891/animacultura.v2i1.46>
- Lodo, D. F., Osa, D. B., & Sulistijo, E. D. (2022). Pengaruh ketebalan mulsa organik kirinyuh (*Chromolaena odorata*) terhadap kandungan nutrisi rumput brachiaria hybrid cv. mulato panen ke-3: effect of kirinyuh (*Chromolaena odorata*) organic mulch thickness on nutrient content of *Brachiaria hybrid* Grass cv. Mulato third harvest. *Jurnal Peternakan Lahan Kering*, 4(4). <https://doi.org/10.57089/jplk.v4i4.1327>

- Nyong, A., & Nworgu, C. O. (2023). Effects of siam weed (*Chromolaena odorata*) on plant parasitic nematodes on tomatoes (*Solanum lycopersicum*). *Faculty of Natural and Applied Sciences Journal of Scientific Innovations*, 4(1), 193–197. <https://fnasjournals.com/index.php/FNAS-JSI/article/view/134>
- Paiman, Hidayat, A. K., Shobirin, S. S., & Khasanah, S. I. (2022). Efficacy of weed extract as a bioherbicide in rice (*Oryza sativa* L.) cultivation. *Research on Crops*, 23(3), 488–496. <https://doi.org/10.31830/2348-7542.2022.ROC-860>
- Ramut, A., Harta, R. Y., Pani, M., & Maida, M. (2025a). Variasi dosis mulsa organik akasia dan kirinyuh dalam mengendalikan gulma pada tanaman kedelai: Studi karakteristik pertumbuhan gulma. *Jurnal Pertanian Agros*, 27(1), 47–54. <https://doi.org/10.37159/jpa.v27i1.42>
- Ramut, A., Harta, R. Y., Pani, M., Sitinjak, L., & Gunawiati, T. P. (2025b). Variasi dosis mulsa organik akasia dan kirinyuh dalam mengendalikan gulma pada tanaman kedelai: Studi karakteristik hasil tanaman kedelai. *Agrosustain*, 3(1), 11–16. <https://doi.org/10.54367/agrosustain.v3i1.4620>
- Ramut, A., Harta, R. Y., Pani, M., Sitinjak, L., & Mahfirah, A. (2025c). Variasi dosis mulsa organik akasia dan kirinyuh dalam mengendalikan gulma pada tanaman kedelai: studi karakteristik pertumbuhan tanaman kedelai. *Agrosustain*, 3(1), 26–31. <https://doi.org/10.54367/agrosustain.v3i1.4617>
- Saputra, M. R., Sarman, S., Rainiyati, R., & Swari, E. I. (2024). Efektifitas waktu pengendalian gulma dan penggunaan mulsa jerami padi terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai edamame (*Glycine max* (L.)). *Jurnal Media Pertanian*, 9(2), 142–147. <https://doi.org/10.33087/jagro.v9i2.253>
- Smith, M. A. K., & Onamadi, M. D. (2021). Effects of residue mulch on weed growth, pod yield and nutrient contents in okra (*Abelmoschus esculentus*) in the humid tropical zone of southwestern nigeriia. *Journal of Sustainable Technology*, 11(1), 79–88. <https://journals.futa.edu.ng/home/paperd/1375/76/10>
- Suntoro, Herdiansyah, G., Mujiyo, Widijanto, H., Maroeto, Julianto, E. A., Puspitasari, C., Tjahjanto, A. D., & Wardhana, H. R. (2024). Potential of *Chromolaena odorata*, *Ipomoea carnea* and *Eichhornia crassipes* as green manures on soil fertility index and rice production on vertisols. *Journal of Aridland Agriculture*, 10, 34–32. https://www.researchgate.net/publication/379918000_Potential_of_Chromolaena_odorata_Ipomoea_carnea_and_Eichhornia_crassipes_as_green_manures_on_soil_fertility_index_and_rice_production_on_vertisols
- Susilo, B. S. M., Indarwati, I., & Susilo, A. (2024). Allelopathy test of reeds (*Imperata cylindrica*) on germination and early growth of green beans (*Vigna radiata* L): uji alelopati alang-alang (*Imperata cylindrica*) pada perkecambahan dan pertumbuhan awal kacang hijau (*Vigna radiata* L). *Journal of Applied Plant Technology*, 3(1), 1–10. <https://doi.org/10.30742/skh42566>
- Umami, W., Lubis, I. M., & Nurhajjah. (2023). Uji efektivitas dosis bubur sambung rambat dalam mengendalikan gulma melalui pengamatan summed dominance ratio di pembibitan utama kelapa sawit. *Radikula: Jurnal Ilmu Pertanian*, 2(2), 69–75. <https://doi.org/10.33379/radikula.v2i2.2997>

Optimasi Dosis Herbisida Flumioxazin untuk Pengendalian Gulma pada Tanaman Kedelai

Anuar Ramut^{1*}, Deden Sumoharjo¹, Muhammad Husaini Assauwab¹, Mario Pani²,
Kartono³, Era Maulia⁴, Yulis Untari⁵, Muhammad Yassir⁶

¹Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Gunung Leuser

²Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala

³Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Gunung Leuser

⁴Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Al Washliyah Darussalam Banda Aceh

⁵Ilmu Pertanian, Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Kebangsaan Indonesia

⁶Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Gunung Leuser

Email: anuarramut@gmail.com

Abstrak

Pengendalian gulma menggunakan herbisida merupakan pengendalian paling familiar dilakukan, penggunaan herbisida pra-tumbuh berbahan aktif flumioxazin menjadi salah satu alternatif pengendalian gulma yang efektif dan efisien. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan dosis herbisida flumioxazin yang tepat dalam mengendalikan gulma dan meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai. Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Agustus sampai November 2024, bertempat di kebun percobaan Fakultas Pertanian Universitas Gunung Leuser, Kutacane Kabupaten Aceh Tenggara. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok non faktorial dan 3 ulangan sehingga mendapat 12 satuan percobaan. Adapun faktor yang diteliti adalah D0; 0 g b.a ha⁻¹, D1; 400 g b.a ha⁻¹, D2; 800 g b.a ha⁻¹ dan D3; 1.200 g b.a ha⁻¹. Peubah yang diamati adalah jumlah spesies, jumlah populasi, bobot basah akar bobot basah tanaman, jumlah polong jumlah biji dan bobot biji 10 g serta bobot biji tanaman kedelai. Analisis data dilakukan secara kuantitatif menggunakan ANOVA dan diuji lanjut dengan Duncan Multiple New Range Test (DMNRT) serta secara deskriptif melalui tabel. Perlakuan agronomis seperti aplikasi herbisida flumioxazin dilakukan 1 hari setelah tanam (HST), dosis herbisida yang digunakan sesuai dengan faktor yang diteliti. Dosis herbisida flumioxazin 400 g b.a ha⁻¹ sudah dapat menurunkan jumlah spesies, populasi gulma dan meningkatkan bobot biji 10 g serta tanaman kedelai. Dosis herbisida meracuni tanaman kedelai, pada 400 g b.a ha⁻¹ dapat bobot basah tanaman kedelai pada 21, 35 dan 49 HST. Dosis 800 - 1200 g b.a ha⁻¹ dapat menurunkan bobot basah tanaman kedelai pada 63 HST, jumlah polong, bobot biji 10 g dan bobot biji tanaman kedelai.

Kata kunci: Benih, Kecambah, Keracunan, Periode kritis, Persaingan

Abstract

Weed control using herbicides is the most common practice, and the application of pre-emergence herbicides with flumioxazin as the active ingredient is considered an effective and efficient alternative. This study aimed to determine the appropriate dosage of flumioxazin herbicide for suppressing weed growth and enhancing soybean growth and yield. The experiment was conducted from August to November 2024 at the Experimental Farm, Faculty of Agriculture, Universitas Gunung Leuser, Kutacane, Aceh Tenggara District. A non-factorial Randomized Block Design (RBD) with three replications was employed, resulting in 12 experimental units. The treatments consisted of four dosages: D0 (0 g a.i ha⁻¹), D1 (400 g a.i ha⁻¹), D2 (800 g a.i ha⁻¹), and D3 (1200 g a.i ha⁻¹). Observed variables included weed species number, weed density, root fresh weight, plant fresh weight, pod number, seed number, 10-seed weight, and total seed weight of soybean plants. Data were analyzed quantitatively using ANOVA and further tested with Duncan's Multiple Range Test (DMRT), complemented by descriptive tabulation. Herbicide application was conducted one day after planting (DAP) according to the treatment dosages. The results showed that flumioxazin at 400 g a.i ha⁻¹ effectively reduced weed species number and density while increasing 10-seed weight and overall plant performance. However, this dosage also reduced soybean fresh weight at 21, 35, and 49 DAP. Higher dosages of 800–1200 g a.i ha⁻¹ decreased plant fresh weight at 63 DAP, as well as pod number, 10-seed weight, and total seed weight of soybean plants.

Keywords: critical period, competition, germination, phytotoxicity, seed

PENDAHULUAN

Hasil tanaman kedelai di Indonesia dari tahun ke tahun cenderung mengalami penurunan, oleh karena itu masih memerlukan impor dari negara-negara lain. Badan Pusat Statistik (2024) melaporkan bahwa impor kedelai 3 tahun berturut-turut adalah tahun 2021 2.49 ton dan 2022 2.32 ton serta 2023 2.27 ton. Selanjutnya ditambahkan laporan Kementerian Pertanian Indonesia (2023) bahwa hasil tanaman kedelai pada tahun 2018 sampai 2023 mengalami fluktuasi sebagai berikut : pada tahun 2018 sebanyak 650.000 ton, selanjutnya mengalami penurunan pada tahun 2019, 2020 dan 2021 yaitu 424.189 ton, 290.784 ton serta 212.863, sedangkan pada tahun 2021 ke 2022 mengalami kenaikan mencapai 301.518 ton. Potensi hasil tanaman kedelai mencapai sekitar 2-2,5 ton per hektar, sedangkan kedelai yang dihasilkan oleh petani hanya menghasilkan sekitar 1,1 ton per hektar (Harahap *et al.*, 2024).

Salah satu faktor dalam meningkatkan hasil tanaman kedelai, yaitu pengendalian gulma di sekitar tanaman kedelai. Keberadaan gulma menyebabkan terjadinya persaingan air, unsur hara, cahaya matahari dan ruang tumbuh, terutama pada fase awal pertumbuhan tanaman. Periode kritis pertumbuhan kedelai terhadap persaingan dengan gulma merupakan waktu di mana tanaman sangat sensitif terhadap keberadaan gulma. Selanjutnya dijelaskan bahwa periode kritis tanaman kedelai berkisar antara 0 - 4 MST (Aisyah & Nugroho, 2019), atau pada 25% hingga 33% pertama dari siklus hidup tanaman, oleh sebab itu keberadaan gulma pada periode ini dapat menurunkan hasil panen secara signifikan (Gultom *et al.*, 2017). Sehingga pengendalian gulma pada periode ini sangat penting untuk meningkatkan hasil tanaman kedelai. Pengendalian gulma menggunakan herbisida merupakan pengendalian paling familiar dilakukan, penggunaan herbisida pra-tumbuh berbahan aktif flumioxazin menjadi salah satu alternatif pengendalian gulma yang efektif dan efisien.

Herbisida flumioxazin bekerja dengan cara menghambat enzim *protoporphyrinogen oxidase (PPO)* pada gulma, yang menyebabkan kerusakan sel dan kematian jaringan secara sistemik. Aplikasi flumioxazin pada awal pertumbuhan tanaman kedelai mampu mengurangi populasi dan kepadatan gulma, sehingga mengurangi persaingan serta memungkinkan tanaman kedelai tumbuh secara maksimal. Efektivitas herbisida flumioxazin sangat dipengaruhi oleh dosis aplikasinya, apabila terlalu tinggi dapat menyebabkan fitotoksisitas pada tanaman kedelai, sedangkan dosis yang terlalu rendah tidak efektif dalam mengendalikan pertumbuhan gulma (Sembiring & Sebayang,

2018). Selanjutnya hasil penelitian Gazola *et al.* (2021) memperlihatkan bahwa aplikasi herbisida flumioxazin pada dosis 100 g b.a ha⁻¹ belum dapat meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah biji serta hasil tanaman kedelai 2 tahun berturut-turut. Ditambahkan penelitian Priess *et al.* (2020) bahwa penggunaan herbisida flumioxazin pada dosis 71 – 142 tidak meracuni pertumbuhan tanaman, namun belum meningkatkan bobot kering dan hasil tanaman kedelai (McNaughton *et al.*, 2014). Atas uraian diatas maka perlu dilakukan penelitian tentang pengendalian gulma menggunakan herbisida flumioxazin variasi dosis lebih tinggi pada tanaman kedelai. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan dosis herbisida flumioxazin yang tepat dalam mengendalikan gulma dan meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus sampai November 2024, bertempat di kebun percobaan Fakultas Pertanian Universitas Gunung Leuser, Kutacane Kabupaten Aceh Tenggara, Aceh. Alat yang digunakan dalam penelitian ini seperti *knapsack handsprayer* 15 liter, gelas ukur, *frame* 0,5 x 0,5 m, cangkul, tali rafia, kertas label, oven, timbangan analitik. Bahan yang digunakan benih kedelai varietas Grobogan, herbisida flumioxazin, insektisida *deltametrin*, Urea, SP36, KCl. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok non faktorial dan 3 ulangan sehingga mendapat 12 satuan percobaan. Adapun faktor yang diteliti adalah D0; 0 g b.a ha⁻¹, D1; 400 g b.a ha⁻¹, D2; 800 g b.a ha⁻¹ dan D3; 1.200 g b.a ha⁻¹. Peubah yang diamati adalah jumlah spesies gulma, jumlah populasi gulma, bobot basah akar dan bobot basah tanaman kedelai, jumlah polong, jumlah biji, bobot biji 10 g serta bobot biji tanaman kedelai. Analisis data dilakukan secara kuantitatif menggunakan *ANOVA* dan diuji lanjut dengan *Duncan Multiple New Range Test (DMNRT)* serta secara deskriptif melalui tabel. Perlakuan agronomis seperti aplikasi herbisida flumioxazin dilakukan 1 hari setelah tanam (HST), dosis herbisida yang digunakan sesuai dengan faktor yang diteliti. Pemupukan dilakukan sebanyak 2 tahap, pupuk yang digunakan adalah urea, SP36, dan KCl. Dosis pupuk yang digunakan adalah 70 kg ha⁻¹, 80 kg ha⁻¹, 90 kg ha⁻¹. Pemupukan awal dilakukan pemberian setengah bagian urea serta SP36 dan KCl keseluruhan pada saat tanam, kemudian setengah bagian lagi urea diberikan pada saat 30 HST. Pemeliharaan berupa penyiraman, dilakukan pagi dan sore hari. Pengendalian hama dilakukan pada saat masuk pertumbuhan generatif, pengendalian menggunakan insektisida di aplikasikan seminggu sekali.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Gulma

Tabel 1. Rerata Jumlah Spesies dan Populasi Gulma Akibat Variasi Dosis Herbisida Flumioxazin

Dosis Herbisida Flumioxazin (g b.a ha ⁻¹)	Jumlah Spesies Gulma			
	21	35	49	63
0	6.00a	10.33a	10.67a	14.33a
400	1.00b	1.67b	3.00b	3.67b
800	0.67b	1.00bc	3.00b	3.33b
1200	0.67b	0.67c	1.00b	2.00b
	Jumlah Populasi Gulma			
	21	35	49	63
0	14.67a	26.67a	44.67a	54.67a
400	4.67b	8.33b	27.00b	27.00b
800	3.33b	6.67b	22.33bc	25.67b
1200	0.67b	3.33c	8.00c	8.33b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada *Duncan New Multiple Range Test* taraf 5 %

Tabel 1 memperlihatkan bahwa dosis herbisida flumioxazin pada dosis 400 g b.a ha⁻¹ sudah dapat menurunkan jumlah spesies gulma. Hal ini terlihat sejak 3 hari setelah aplikasi herbisida pada areal dosis perlakuan, gulma tersebut layu menguning dan diikuti kematian. Selanjutnya pada saat pengamatan awal yaitu 21 HST terlihat secara signifikan menurunnya jumlah spesies gulma. Dapat dikatakan bahwa terjadi pada saat bahan aktif herbisida flumioxazin di aplikasikan ke tanah, kemudian benih gulma yang berusaha berkecambah mengabsorpsi molekul herbisida mengakibatkan benih gulma mengalami kematian, sedangkan kontak daun pada gulma menyebabkan tubuh gulma layu mengering yang cepat, sehingga menurunkan jumlah spesies gulma (Chhokar *et al.*, 2019).

Tabel 1 juga memperlihatkan bahwa dosis herbisida flumioxazin pada dosis 400 g b.a ha⁻¹ sudah dapat menurunkan jumlah populasi gulma. Menurunnya jumlah populasi gulma berkaitan menurunnya jumlah spesies gulma yang didapatkan, terlihat juga bahwa semakin tinggi dosis di aplikasikan cenderung semakin sedikit gulma dihasilkan, sehingga terdapat korelasi positif antara jumlah spesies dan populasi gulma. Sejalan dengan pernyataan Ramut *et al.* (2024) serta Ramut *et al.* (2025) bahwa pengendalian gulma dikatakan berhasil apabila persentase pengendalian, penutupan, bobot, jumlah spesies dan populasi gulma berkorelasi positif.

Karakteristik Pertumbuhan Tanaman Kedelai

Tabel 2. Rerata Rerata Bobot Basah Akar dan Tanaman Kedelai Akibat Variasi Dosis Herbisida Flumioxazin

Dosis Herbisida Flumioxazin (g b.a ha ⁻¹)	Bobot Basah akar (g)			
	21	35	49	63
0	0.27ab	0.81a	1.45a	1.60a
400	0.31a	0.67ab	1.20ab	1.25ab
800	0.21ab	0.42ab	0.43ab	0.68b
1200	0.14b	0.25b	0.36b	0.50b
	Bobot Basah Tanaman (g)			
	21	35	49	63
0	2.59a	8.18a	30.57a	37.92a
400	1.72b	5.46b	11.32b	12.95a
800	1.01b	1.84b	6.09bc	9.16b
1200	0.51b	1.04b	5.61c	6.47b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada *Duncan New Multiple Range Test* taraf 5 %

Tabel 1 memperlihatkan dosis 1200 g b.a ha⁻¹ dapat menurunkan bobot basah akar tanaman kedelai. Tingginya dosis herbisida flumioxazin menyebabkan terkendalinya gulma disekitar tanaman kedelai, namun akibat terlalu tinggi dosis herbisida flumioxazin memberi dampak buruk bagi tanaman kedelai yaitu efek keracunan. Hal ini membuktikan bahwa terjadi kerusakan fisiologis dan metabolisme pertumbuhan tanaman kedelai seperti rusaknya akar membengkak, sehingga menghilangkan fungsi akar dalam menyerap air dan unsur hara. Selanjutnya menurunkan bobot basah akar tanaman kedelai. Beberapa peneliti menyebutkan bahwa peristiwa keracunan herbisida berawal saat benih kedelai menyerap molekul herbisida, sehingga mempengaruhi pertumbuhan akar, adanya pembengkakan ujung akar, tebalnya hipokotil, gagalnya daun membuka gulungan serta jaringan daun berkerut (Mahoney *et al.*, 2014; Derr *et al.*, 2015; Ramut *et al.*, 2020). Sehingga diperlukan waktu untuk proses pemulihan pertumbuhan tanaman kedelai.

Tabel 1 juga memperlihatkan dosis 400 g b.a ha⁻¹ dapat menurunkan bobot basah tanaman kedelai pada 21, 35 dan 49 HST. Cederanya daun dan akar akibat keracunan dosis herbisida yang tinggi menyebabkan menurunnya proses fotosintesis dan penyerapan air dan unsur hara, sehingga energi dan bahan kering digunakan untuk membangun pertumbuhan tanaman kedelai tidak tercukupi, selanjutnya morfologi tubuh tanaman kedelai tampak kurus dan bobot basah tanaman menurun. Menurut Ramut *et al.* (2020) menyatakan bahwa herbisida diperlukan untuk mengendalikan gulma serta memberikan rangsangan terhadap tanaman kedelai untuk memacu pertumbuhannya, pada dosis relatif rendah mampu

memberikan rangsangan terhadap tanaman kedelai, jika diaplikasikan pada dosis lebih tinggi efek rangsangan tidak terlihat, justru tanaman mengalami keracunan.

Karakteristik Hasil Tanaman Kedelai

Tabel 3. Rerata Jumlah Polong dan Bobot Biji 10 serta Bobot Biji Tanaman Kedelai Akibat Variasi Dosis Herbisida Flumioxazin

Dosis Herbisida Flumioxazin (g b.a ha ⁻¹)	Jumlah Polong	Bobot Biji 10 (g)	Bobot Biji (g)
0	8.17ab	0.60a	1.53ab
400	18.67a	2.03b	9.56a
800	2.00b	0.08a	0.23b
200	1.00b	0.03a	0.18b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada *Duncan New Multiple Range Test* taraf 5 %

Tabel 3 memperlihatkan bahwa dosis herbisida 400 g b.a ha⁻¹ belum dapat meningkatkan jumlah polong tanaman kedelai. Terkendalnya gulma akibat herbisida flumioxazin memberikan dampak negatif bagi lingkungan tumbuh tanaman kedelai karena keracunan herbisida. Kemudian dijelaskan juga bahwa semakin tinggi dosis yang diberikan semakin meracuni tanaman kedelai karena molekul herbisida terlalu banyak seperti pada dosis 800 - 1200 g b.a ha⁻¹. Sesuai dengan penelitian Sridhara *et al.* (2019) menunjukkan bahwa peningkatan dosis herbisida flumioxazin dapat mengurangi pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah polong, jumlah biji dan hasil biji kering tanaman kedelai. Tabel 3 juga memperlihatkan bahwa dosis herbisida 400 g b.a ha⁻¹ belum dapat meningkatkan bobot biji tanaman kedelai. Tingginya bobot biji tanaman kedelai akibat banyaknya polong dan biji, serta biji yang di peroleh lebih besar sehingga meningkatkan bobot biji tanaman kedelai. Rendahnya persaingan antara tanaman kedelai dan gulma sejak awal pertumbuhan atau terlewatnya periode kritis tanaman kedelai akan mengurangi potensi stres abiotik akibat persaingan selanjutnya memberi ruang waktu periode pengisian biji yang lama sehingga pasokan nutrisi tercukupi sempurna sampai ke pembentukan biji, serta meningkatkan bobot biji tanaman kedelai dibanding penggunaan dosis lebih tinggi.

Tabel 3 memperlihatkan bahwa dosis herbisida 400 g b.a ha⁻¹ dapat meningkatkan bobot 10 tanaman kedelai. Bobot 10 butir di pengaruhi oleh genetik atau varietas tanaman kedelai, namun terdapat refleksi mulai dari jumlah polong, jumlah biji, bobot biji, serta banyaknya tanaman kedelai yang keracunan karena tingginya dosis herbisida flumioxazin. Seperti pada penelitian Gazola *et al.* (2021) bahwa herbisida flumioxazin pada dosis 100 g b.a ha⁻¹ dapat meningkatkan bobot 1000 butir biji setiap varietas.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dosis herbisida flumioxazin 400 g b.a ha⁻¹ sudah dapat menurunkan jumlah spesies, populasi gulma dan meningkatkan bobot biji 10 g serta tanaman kedelai. Dosis herbisida meracuni tanaman kedelai, pada 400 g b.a ha⁻¹ dapat bobot basah tanaman kedelai pada 21, 35 dan 49 HST. Dosis 800 - 1200 g b.a ha⁻¹ dapat menurunkan bobot basah tanaman kedelai pada 63 HST, jumlah polong, bobot biji 10 g dan bobot biji tanaman kedelai. Perlu penelitian lanjutan tentang pengendalian gulma menggunakan herbisida flumioxazin dibawah dosis 400 g b.a ha⁻¹ dengan interval lebih rendah pada tanaman kedelai.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, S. Y. N., & Nugroho, A. (2019). Periode kritis tanaman kedelai (*glycine max* (L.) merril) varietas grobogan pada persaingan dengan gulma. *Jurnal Produksi Tanaman*, 7(11), 2135–2143. <https://doi.org/10.21176/PROTAN.V7I11.1283>
- Badan Pusat Statistik. (2024). *Analisis Produktivitas Jagung dan Kedelai di Indonesia, 2023 (Hasil Survei Ubinan)*. Badan Pusat Statistik. <https://www.bps.go.id/id/publication/2024/08/30/e2e46d52a9cc9f78422f77ad/analisis-produktivitas-jagung-dan-kedelai-di-indonesia--2023--hasil-survei-ubinan-.html>
- Chhokar, R. S., Sharma, R. K., Gill, S. C., & Singh, G. P. (2019). Flumioxazin and Flufenacet as possible options for the control of multiple herbicide-resistant littleseed canarygrass (*Phalaris minor* Retz.) in wheat. *Weeds – Journal of Asian-Pacific Weed Science Society*, 1(2), 45–60. <https://www.semanticscholar.org/paper/Flumioxazin-and-Flufenacet-as-possible-options-for-Chhokar/f5b9a02b02eaf1f030f33f51374a2d9cee526b71>
- Derr, J., Robertson, L., & Watson, E. (2015). Leaching behavior of two pendimethalin formulations in a soilless growing medium. *Weed Science*, 63(2), 555–560. <https://doi.org/10.1614/WS-D-14-00142.1>
- Gazola, T., Gomes, D. M., Belapart, D., Dias, M. F., Carbonari, C. A., & Velini, E. D. (2021). Selectivity and residual weed control of pre-emergent herbicides in soybean crop. *Revista Ceres*, 68, 219–229. <https://doi.org/10.1590/0034-737X202168030008>
- Gultom, S., Zaman, S., & Purnamawati, H. (2017). Periode kritis pertumbuhan kedelai hitam (*Glycine max* (L.) merr) dalam berkompetisi dengan gulma. *Buletin Agrohorti*, 5(1), 45–54. <https://doi.org/10.29244/agrob.v5i1.15891>
- Harahap, A. S., Wasito, M., Siregar, M., & Ariska, L. (2024, June 8). Pertumbuhan dan produksi tanaman kacang kedelai terhadap perendaman dengan giberelin. *Seminar Nasional Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Mataram*.

Pengembangan Sustainable Agrofood untuk mewujudkan SDG's.
<https://journal.ummat.ac.id/index.php/SEMNASPUMMAT>

- Kementerian Pertanian Indonesia. (2023). *Analisis Kinerja Perdagangan Kedelai 2023*.
<https://id.scribd.com/document/869368970/I-Analisis-Kinerja-Perdagangan-Kedelai-2023>
- Mahoney, K. J., Shropshire, C., & Sikkema, P. H. (2014). Weed management in conventional- and no-till soybean using flumioxazin/pyroxasulfone. *Weed Technology*, 28(2), 298–306. <https://doi.org/10.1614/WT-D-13-00128.1>
- McNaughton, K. E., Shropshire, C., Robinson, D. E., & Sikkema, P. H. (2014). Soybean (*Glycine max*) tolerance to timing applications of pyroxasulfone, flumioxazin, and pyroxasulfone + flumioxazin. *Weed Technology*, 28(3), 494–500. <https://doi.org/10.1614/WT-D-14-00016.1>
- Priess, G. L., Norsworthy, J. K., Roberts, T. L., & Spurlock, T. N. (2020). Flumioxazin effects on soybean canopy formation and soil-borne pathogen presence. *Weed Technology*, 34(5), 711–717. <https://doi.org/10.1017/wet.2020.43>
- Ramut, A., Harta, R. Y., Pani, M., & Maida, M. (2025). Variasi dosis mulsa organik akasia dan kirinyuh dalam mengendalikan gulma pada tanaman kedelai: Studi karakteristik pertumbuhan gulma. *Jurnal Pertanian Agros*, 27(1), 47–54. <https://doi.org/10.37159/jpa.v27i1.42>
- Ramut, A., Hasanuddin, & Hafsa, S. (2020). The Growth of Soybean Plant Due To the Application of Various Dosages of Oxyfluorfen and Pendimethalin Herbicide. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)*, 13(12), 34–37. <https://doi.org/10.9790/2380-1312033437>
- Ramut, A., Untari, Y., Pani, M., & Abdi, Z. (2024). Karakteristik gulma akibat variasi dosis herbisida oxyfluorfen di pertanaman kedelai. *Jurnal Pertanian Agros*, 26(4), 1716–1721. <https://e-journal.janabadra.ac.id/index.php/JA/article/view/4836>
- Sembiring, D. T. S., & Sebayang, H. T. (2018). Pengaruh herbisida pra tumbuh (oxyfluorfen) dan waktu penyiangan gulma terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (*glycine max* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 6(11), 2916–2922. <https://protan.studentjournal.ub.ac.id/index.php/protan/article/view/1018/1036>
- Sridhara, S., Nandini, R., Gopakkali, P., & Somavanshi, A. V. (2019). Weed control efficiency and weed index in soybean as influenced by flumioxazin and its effect on succeeding green gram. *International Journal of Chemical Studies*, 7(6), 872–875.
https://www.researchgate.net/publication/337440202_Weed_control_efficiency_and_weed_index_in_soybean_as_influenced_by_flumioxazin_and_its_effect_on_succeeding_green_gram

Inovasi Teh Kombucha Rumput Kebar (*Biophytum petersianum*): Variasi Konsentrasi Stevia dan Lama Fermentasi terhadap Kualitas Sensoris dan Fisik

Indah Pratiwi^{1*}, Dian Fadhila La Simin¹, Benang Purwanto¹

¹Jurusan Pertanian, Prodi Penyuluhan Pertanian Berkelanjutan, Politeknik Pembangunan Pertanian Manokwari

Email: Pratiwiindah743@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji karakteristik fisik dan organoleptik teh kombucha yang dibuat dari fermentasi ekstrak rumput kebar dengan penambahan bubuk stevia. Bahan yang digunakan meliputi rumput kebar, stevia, gula pasir, SCOBY, dan air mineral. Penelitian dilakukan secara kuantitatif menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Parameter yang diamati meliputi viskositas, pH dan total padatan terlarut (TPT) serta atribut organoleptik seperti warna, aroma, rasa, dan *aftertaste*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi stevia dan lama fermentasi berpengaruh nyata terhadap mutu fisik dan sensori teh kombucha. Secara keseluruhan, perlakuan P1 (fermentasi 5 hari dengan kombinasi gula 50 gr dan stevia 50 gr) merupakan formulasi terbaik berdasarkan hasil uji fisik dan organoleptik. Formulasi ini mampu menjaga keseimbangan pH (2,05), viskositas (0,58 dPa·s) dan TPT (1,04° brix) yang stabil, serta menghasilkan warna, aroma, rasa dan *aftertaste* yang paling disukai oleh panelis. Teh kombucha dari ekstrak rumput kebar menunjukkan kualitas fisik yang sangat baik. Nilai pH-nya berkisar antara 2,05 hingga 2,36, yang meskipun sedikit di bawah rentang 2,5–3,5 yang direkomendasikan FDA, masih dianggap aman. Viskositas kombucha ini 0,58 dPa·s, konsisten dengan laporan Kamelia *et al.* (2023), yang menyebutkan rentang umum 0,2–0,6 dPa·s, menunjukkan konsistensi cair yang diinginkan. Sementara itu, Total Padatan Terlarut (TPT) berkisar antara 1,04°Brix, mencerminkan fermentasi yang efektif karena gula telah dimetabolisme oleh mikroba menjadi asam organik, seperti dijelaskan oleh (Gumanti *et al.*, 2023). Secara keseluruhan, penggunaan stevia memberikan kontribusi positif terhadap kualitas kombucha

Kata kunci: Bubuk stevia, Rumput kebar, Teh kombucha

Abstract

This research aimed to investigate the physical and organoleptic characteristics of kombucha tea made from kebar grass extract fermented with added stevia powder. The study quantitatively employed a factorial Completely Randomized Design (CRD), utilizing kebar grass, stevia, granulated sugar, SCOBY, and mineral water. Parameters observed included viscosity, pH, total soluble solids (TSS), and organoleptic attributes like color, aroma, taste, and *aftertaste*. The results indicated that both stevia concentration and fermentation time significantly influenced the physical and sensory quality of the kombucha tea. Overall, treatment P1 (5-day fermentation with a combination of 50 gr sugar and 50 gr stevia) emerged as the best formulation based on physical and organoleptic tests. This formulation maintained a stable pH (2.05), viscosity (0.58 dPa·s), and TSS (1.04° Brix), while also yielding the most preferred color, aroma, taste, and *aftertaste* among panelists. The kombucha tea from kebar grass extract exhibited excellent physical quality: its pH ranged from 2.05 to 2.36, which, although slightly below the FDA's recommended range of 2.5–3.5, is still considered safe. The viscosity of 0.58 dPa·s was consistent with reports by Kamelia *et al.* (2023), who noted a general range of 0.2–0.6 dPa·s, indicating a desirable liquid consistency. Furthermore, the TSS value of 1.04° Brix reflected effective fermentation, as sugar was metabolized by microbes into organic acids, as explained by Gumanti *et al.* (2023). Overall, the use of stevia positively contributed to the quality of the kombucha.

Keywords: Stevia powder, *Biophytum petersianum*, Kombucha tea

PENDAHULUAN

Kombucha merupakan minuman hasil fermentasi teh yang memiliki manfaat kesehatan karena kandungan probiotiknya, seperti bakteri asam laktat dan ragi yang berkontribusi terhadap keseimbangan mikrobiota usus. Kombinasi rumput kebar (*Biophytum petersianum*), yang dikenal memiliki khasiat dalam meningkatkan vitalitas, mempercepat penyembuhan, serta sebagai sumber antioksidan alami, dan stevia sebagai pemanis alami yang rendah kalori dan aman bagi penderita diabetes, dapat memberikan inovasi baru dalam pengembangan minuman sehat berbasis fermentasi. Fermentasi dalam pembuatan kombucha menghasilkan senyawa bioaktif seperti asam organik, vitamin dan enzim yang dapat meningkatkan kesehatan pencernaan serta memperkuat sistem imun.

Hasil penelitian Soto (2018), menunjukkan mikrobiota yang terlibat dalam proses fermentasi kombucha antara lain berasal dari genus *Acetobacter sp.*, *Gluconacetobact er sp.*, *Rhizobium spp.*, *Agrobacterium tumefaciens* dan *Sarcina ventriculli*. Sedangkan jenis khamir pada kombucha diketahui antara lain: *Zygosaccharomyces*, *Candida*, *Kloeckera/Hanseniaspora*, *Brettanomyces Dekkera*, *Lachancea*, *Kluyveromyces*, *Torulaspora*, *Pichia*, *Saccharomyces*, *Saccharomycoides* dan *Schizosaccharomyces*. Jayabalan (2014), menyebutkan manfaat kombucha bagi kesehatan diantaranya dapat menurunkan tingkat kolesterol, mengurangi obesitas, mencegah diabetes, menurunkan risiko kanker, dapat meningkatkan fungsi hati, mengurangi stress dan insomnia, serta mengurangi gangguan menstruasi

Pembuatan teh kombucha pada umumnya menggunakan teh hitam dan teh hijau namun pada penelitian ini memanfaatkan tanaman lokal dari daerah kebar yaitu rumput kebar. Rumput kebar (*Biophytum petersianum*) merupakan tanaman herbal yang banyak tumbuh di Kebar dan diketahui memiliki kandungan senyawa bioaktif, termasuk flavonoid, tanin, dan saponin, yang berpotensi memberikan manfaat kesehatan, terutama sebagai antioksidan. Penelitian Sadsoesitoeboen (2005), menunjukkan bahwa tanaman ini memiliki aktivitas antioksidan yang signifikan, yang dapat meningkatkan kualitas minuman fermentasi.

Sementara itu, fermentasi kombucha biasanya membutuhkan gula sebagai sumber energi bagi bakteri asam laktat dan ragi dalam SCOBY (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*), daun stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) diketahui mengandung senyawa glikosida steviol yang memiliki potensi sebagai pemanis alami tanpa kalori yang dapat digunakan untuk penambahan pemanis buatan atau gula dalam pembuatan teh kombucha. Oleh karena

itu, peneliti membuat inovasi teh kombucha berbasis rumput kebar dan bubuk stevia dengan mengevaluasi karakteristik fisik serta organoleptiknya guna menentukan formulasi terbaik sebagai minuman fermentasi sehat yang memiliki cita rasa menarik dan manfaat fungsional bagi konsumen.

METODE

Penelitian ini telah dilaksanakan selama 3 bulan, terhitung dari Maret hingga Mei 2025, di Laboratorium Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian Polbangtan Manokwari dan di Laboratorium Kimia Pangan Fakultas Teknologi Pertanian (FATETA) Universitas Papua.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah rumput kebar kering, bubuk stevia (tropicana slim), gula pasir (gulaku), SCOBY (Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast) untuk proses fermentasi kombucha, lee mineral, kertas label, sarung tangan plastik, tissue, karet gelang, dan masker. Alat-alat yang digunakan meliputi beaker glass, panci, pH Meter, refraktometer, toples kaca, saringan, kompor, pipet ukur, dan alat tulis telah digunakan dalam penelitian ini.

Penelitian diawali dengan tahap pembersihan dan sterilisasi alat dengan mencuci menggunakan sabun, membilas dengan air, lalu melakukan sterilisasi dengan air panas. Selanjutnya dilakukan persiapan bahan, pelabelan toples fermentasi, serta penimbangan rumput kebar, bubuk stevia, dan gula pasir sesuai perlakuan.

Pembuatan larutan pemanis dilakukan dengan melarutkan bubuk stevia atau gula pasir dalam 100 ml air panas, kemudian didinginkan sebelum dicampurkan ke dalam teh kombucha. Pembuatan teh rumput kebar dilakukan dengan menimbang 10 g rumput kebar, mencucinya, kemudian merebusnya dalam 3 liter air hingga mendidih. Rebusan didiamkan dan disaring sehingga diperoleh ekstrak rumput kebar. Setelah menjadi hangat-dingin, perlakuan gula dan bubuk stevia dicampurkan ke dalam teh rumput kebar sesuai formulasi.

Fermentasi dilakukan dengan memasukkan campuran teh ke dalam wadah fermentasi steril, menambahkan SCOBY dan cairan starter, kemudian menutup permukaan wadah menggunakan kain atau tisu. Fermentasi dilakukan selama 5–15 hari pada suhu ruang (25–30°C). Pemantauan pH dan total padatan terlarut dilakukan pada hari ke-1, ke-5, ke-7, ke-10, dan ke-15 untuk melihat dinamika perubahan selama fermentasi.

Formulasi teh kombucha disusun untuk membandingkan perlakuan dan tanpa penambahan bubuk stevia. Variasi dilakukan guna mengamati pengaruh terhadap hasil fermentasi yang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Formulasi Teh Kombucha dengan Bubuk Daun Stevia

Bahan	Kontrol (K)	Perlakuan 1 (P1)	Perlakuan 2 (P2)	Perlakuan 3 (P3)
Air bersih	3.000 ml	3.000 ml	3.000 ml	3.000 ml
Rumput kebar kering	10 g	10 g	10 g	10 g
Gula pasir	100 g	50 g	50 g	50 g
Bubuk stevia	0	50 g	100 g	150 g
Cairan starter kombucha	200 ml	200 ml	200 ml	200 ml
SCOBY	250 g	250 g	250 g	250 g

Rancangan penelitian ini mempunyai 3 perlakuan (P1, P2, P3) + 1 (P0) kontrol dengan 3 ulangan komposisi gula dan bubuk stevia. Dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Rancangan Acak Lengkap (RAL)

Kode Perlakuan	Komposisi Gula dan Stevia	Lama Fermentasi
P0	100 g gula, tanpa stevia	7 hari
P1	50 g gula + 50 g stevia	5 hari
P2	50 g gula + 100 g stevia	10 hari
P3	50 g gula + 150 g stevia	15 hari

Setelah fermentasi selesai, sampel diambil dan dianalisis meliputi uji fisik (pH, viskositas, dan total padatan terlarut) serta uji organoleptik (warna, aroma, rasa, dan aftertaste) menggunakan metode hedonik dengan panelis semi-terlatih. Data hasil pengukuran fisik dan penilaian organoleptik dianalisis menggunakan sidik ragam (ANOVA). Apabila terdapat perbedaan yang nyata, maka dilakukan uji lanjut Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Fisik (Viskositas, pH dan Total Padatan Terlarut)

Uji terhadap karakteristik fisik teh kombucha rumput kebar dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan bubuk stevia dengan konsentrasi yang berbeda. Parameter yang diamati meliputi viskositas, pH, dan total padatan terlarut. Hasil pengamatan ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis Fisik Teh Kombucha dari Ekstrak Rumput Kebar

Perlakuan	Viskositas (dPa·s)	pH	Total Padatan Terlarut (°Brix)
P0	0.25 ^b	2.06 ^a	2.04 ^b
P1	0.58 ^d	2.05 ^a	1.03 ^a
P2	0.30 ^c	2.36 ^c	1.04 ^b
P3	0.20 ^a	2.25 ^b	1.06 ^c

Viskositas (dPa·s)

Viskositas merupakan ukuran kekentalan suatu cairan dan dipengaruhi oleh komposisi bahan serta hasil metabolit selama fermentasi. Hasil uji lanjut duncan menunjukkan bahwa perlakuan P1 (perlakuan konsentrasi stevia tinggi dan lama fermentasi pendek) memiliki *viskositas* tertinggi (0,58 dPa·s), yang berbeda nyata dibandingkan perlakuan lainnya. Viskositas terendah ditunjukkan oleh perlakuan P3 (0,20 dPa·s), sedangkan kontrol (P0) memiliki viskositas sebesar 0,25 dPa·s.

Peningkatan viskositas pada P1 diduga disebabkan oleh adanya akumulasi senyawa hasil metabolisme mikroba seperti polisakarida, serta interaksi antara komponen dalam bubuk stevia dengan senyawa organik dari fermentasi. Selama fermentasi kombucha, mikroorganisme seperti bakteri asam *asetat* (*Acetobacter xylinum*) memproduksi eksopolisakarida (misalnya selulosa bakteri) sebagai bagian dari metabolisme mereka (Pawestriningtyas, 2024). Eksopolisakarida ini berkontribusi terhadap peningkatan kekentalan atau viskositas larutan karena membentuk struktur matriks koloid yang lebih padat. Selain itu, komponen bioaktif dalam stevia seperti steviosida dan rebaudiosida dapat berinteraksi dengan senyawa organik yang terbentuk selama fermentasi, seperti asam-asam organik, protein terlarut, dan enzim mikroba, membentuk kompleks makromolekul yang meningkatkan kekentalan larutan (Ritu & Nandini, 2016). Bubuk stevia juga mengandung serat larut dan senyawa polifenol yang dapat memperkuat struktur koloid larutan, yang pada akhirnya meningkatkan viskositas sistem (Goyal *et al.*, 2010). Dengan demikian, tingginya viskositas pada perlakuan P1 mencerminkan adanya kombinasi antara hasil metabolisme mikroba berupa polisakarida dan efek dari senyawa stevia yang memperkuat interaksi fisikokimia dalam sistem fermentasi.

pH

pH merupakan indikator utama untuk mengukur tingkat keasaman dalam produk fermentasi seperti kombucha. Kombucha termasuk dalam kategori minuman asam, dengan pH ideal berkisar antara 2,5 hingga 3,5 untuk menjaga stabilitas mikroba, cita rasa khas, dan keamanan pangan (Lubis *et al.*, 2024).

Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa nilai pH pada keempat perlakuan berada dalam rentang 2,05 hingga 2,36 yang semuanya tergolong sangat asam. Nilai pH terendah terdapat pada perlakuan P1 (2,05) yang dihasilkan dari fermentasi selama 5 hari dengan kombinasi gula dan stevia. Kombinasi ini mendukung aktivitas optimal mikroorganisme seperti *Acetobacter* dan ragi dalam mengubah gula menjadi asam-asam

organik, seperti asam asetat dan asam glukonat, dalam jumlah besar. Aktivitas mikroba yang tinggi pada tahap awal fermentasi mempercepat produksi asam, sehingga pH menurun secara signifikan (Jayabalan, 2014).

Sebaliknya, nilai pH tertinggi ditemukan pada perlakuan P2 (2,36) meskipun mengalami fermentasi lebih lama (10 hari). Fenomena ini diduga disebabkan oleh kandungan stevia yang tinggi, yang mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid dan diterpenoid dengan sifat antimikroba, sehingga dapat menghambat pertumbuhan mikroba penghasil asam (Layli, 2020).

Total Padatan Terlarut

Total Padatan Terlarut (TPT) menggambarkan jumlah senyawa yang terlarut dalam larutan, termasuk gula, asam organik, senyawa fenolik, dan hasil metabolisme mikroba. Selama proses fermentasi kombucha, TPT umumnya mengalami penurunan karena mikroorganisme seperti ragi dan bakteri asam asetat memanfaatkan gula sebagai substrat untuk menghasilkan metabolit seperti etanol, asam asetat dan asam glukonat. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa nilai TPT tertinggi ditemukan pada perlakuan kontrol (P0), yaitu sebesar 2,04 °Brix, meskipun telah mengalami fermentasi selama 7 hari. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh tingginya jumlah gula yang ditambahkan (100 g) dan tidak adanya penambahan stevia, sehingga sebagian besar gula tetap tersisa dalam larutan.

Perlakuan P1 (fermentasi 5 hari) menunjukkan nilai TPT terendah, yakni 1,03 °Brix. Hal ini menunjukkan bahwa pada tahap fermentasi awal, dengan komposisi gula dan stevia yang seimbang, mikroorganisme bekerja secara optimal dalam mengonsumsi gula untuk menghasilkan metabolit, sehingga kadar zat terlarut menurun secara signifikan. Ramadhna (2024), menyatakan bahwa aktivitas fermentasi kombucha tertinggi terjadi pada hari ke-3 hingga ke-7 sehingga fermentasi yang relatif singkat ini berkontribusi terhadap penurunan TPT yang maksimal.

Standar mutu fisik teh kombucha dari ekstrak rumput kebar

Berdasarkan pengujian terhadap tiga parameter fisik utama pH, viskositas, dan total padatan terlarut kombucha berbasis ekstrak rumput kebar menunjukkan kualitas yang sesuai dengan standar mutu minuman fermentasi. Nilai pH berkisar antara 2,05 hingga 2,36 masih berada dalam rentang aman menurut *Food and Drug Administration (FDA)*, yaitu 2,5–3,5. Keasaman dalam kisaran ini penting untuk menjaga keamanan mikrobiologis produk karena mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen. Meskipun

beberapa perlakuan menghasilkan pH di bawah batas bawah, hal ini masih dianggap wajar sebagai hasil dari akumulasi asam organik selama fermentasi.

Viskositas kombucha berkisar antara 0,20 hingga 0,58 dPa·s, sesuai dengan laporan Kamelia *et al.* (2023), yang menyebutkan bahwa viskositas kombucha umumnya berada pada rentang 0,2–0,6 dPa·s tergantung bahan baku dan durasi fermentasi. Adapun nilai TPT yang diperoleh, yaitu antara 1,03 hingga 2,04 °Brix, mencerminkan aktivitas fermentasi yang berlangsung dengan baik. Azlina (2023), menjelaskan bahwa nilai TPT akan menurun seiring pemanfaatan gula oleh mikroba menjadi senyawa metabolit seperti asam organik. Dengan demikian, ketiga parameter fisik tersebut menunjukkan bahwa teh kombucha dari ekstrak rumput kebar memiliki mutu yang baik dan layak untuk dikonsumsi.

Uji Organoleptik (Hedonik)

Uji hedonik dilakukan untuk mengevaluasi tingkat kesukaan panelis terhadap teh kombucha rumput kebar berdasarkan atribut warna, aroma, rasa dan *aftertaste* pada berbagai perlakuan lama fermentasi dan konsentrasi bubuk stevia yang ditambahkan. Untuk hasil ujinya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

Tabel 4 . Skor Tingkat Kesukaan

Skor	Keterangan
1	Sangat tidak suka
2	Tidak suka
3	Netral
4	Suka
5	Sangat Suka

Warna teh kombucha



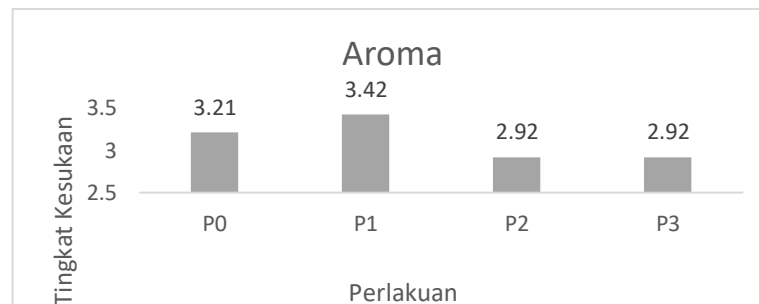
Gambar 1. Tingkat kesukaan terhadap warna

Berdasarkan Gambar 1, tingkat kesukaan panelis terhadap warna teh kombucha berbahan dasar ekstrak rumput kebar menunjukkan variasi yang signifikan antar perlakuan. Perlakuan P1 memperoleh nilai rata-rata tertinggi, yaitu 4,17 yang termasuk dalam kategori

“Suka”, menandakan bahwa warna teh pada perlakuan ini paling disukai dibandingkan perlakuan lainnya. Sebaliknya, perlakuan P2 mendapatkan nilai terendah sebesar 3,04 (kategori “Netral”), yang menunjukkan bahwa warna pada perlakuan tersebut kurang menarik di mata panelis.

Tingkat kesukaan warna yang tinggi pada perlakuan P1 diduga berkaitan dengan kestabilan pigmen yang terbentuk selama proses fermentasi. Menurut Chakravorty *et al.* (2016), dalam Utami (2020), warna kombucha dihasilkan dari oksidasi senyawa polifenol seperti katekin dan tanin, yang selanjutnya mengalami polimerisasi membentuk pigmen berwarna coklat atau kemerahan melalui aktivitas enzim polifenol oksidase dan reaksi maillard ringan. Aktivitas mikroorganisme simbiotik (SCOBY) selama fermentasi turut memengaruhi pH dan aktivitas enzimatis, yang secara langsung berdampak pada kestabilan pigmen warna (Anwar & Aprita, 2025). Perlakuan P1 yang menghasilkan warna coklat kemerahan pekat dan jernih disukai panelis karena secara visual mencerminkan kualitas produk yang tinggi serta potensi kandungan antioksidan yang lebih baik (Lestari & Sa’diyah, 2020).

Aroma teh kombucha



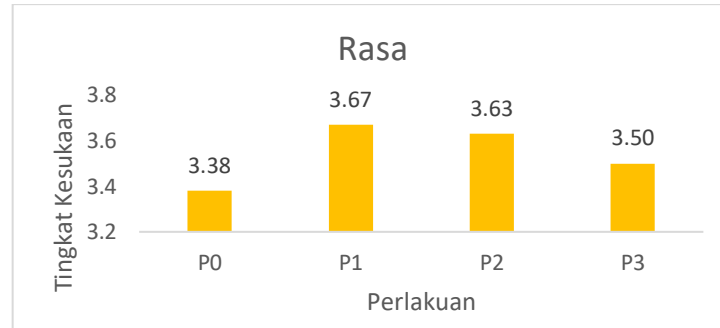
Gambar 2. Tingkat kesukaan terhadap aroma

Berdasarkan Gambar 2, perlakuan P1 memperoleh skor tertinggi dalam tingkat kesukaan terhadap aroma, yaitu 3,42 yang termasuk dalam kategori “Suka”. Aroma kombucha pada P1 dinilai lebih segar dan ringan dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Fermentasi yang singkat pada perlakuan ini diduga mencegah pembentukan senyawa volatil berlebih yang dapat mengganggu kualitas aroma. Menurut Falasifah *et al.* (2025), fermentasi dalam waktu yang relatif pendek cenderung menghasilkan aroma yang lebih bersih dan ringan, karena produksi asam organik dan senyawa ester belum terlalu intens.

Menurut Aisyah *et al.* (2024), aroma kombucha yang disukai konsumen umumnya bersifat segar, asam ringan, dan tidak menyengat. Aroma tersebut sangat dipengaruhi oleh

keseimbangan mikroflora selama fermentasi, jenis bahan herbal yang digunakan, serta konsentrasi dan jenis pemanis yang ditambahkan.

Rasa teh kombucha

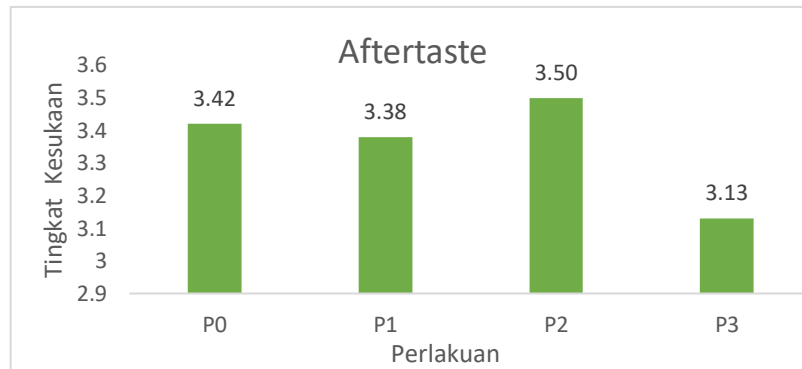


Gambar 3. Tingkat kesukaan terhadap rasa.

Berdasarkan Gambar 3, perlakuan P1 memperoleh skor tertinggi dalam uji hedonik rasa, yaitu 3,67 yang termasuk dalam kategori “Suka”. Perlakuan ini menggunakan waktu fermentasi selama 5 hari dan menghasilkan rasa yang seimbang antara manis alami dari gula dan sedikit rasa khas stevia, tanpa keasaman yang terlalu tajam. Fermentasi yang singkat membantu menjaga tingkat keasaman tetap rendah, sehingga menghasilkan cita rasa yang ringan dan lebih mudah diterima oleh panelis. Menurut Nasution & Nasution (2022), fermentasi kombucha selama 3–7 hari umumnya menghasilkan profil rasa yang lebih disukai karena akumulasi asam organik belum terlalu dominan. Hal ini diperkuat oleh temuan Akbar *et al.* (2023), yang menyatakan bahwa penggunaan pemanis alternatif dalam kadar rendah dapat meningkatkan penerimaan rasa terhadap produk. Oleh karena itu, P1 dinilai sebagai perlakuan paling ideal dalam uji hedonik rasa karena berhasil menyeimbangkan antara rasa manis dan asam secara harmonis.

Menurut Abdillah (2017), keseimbangan antara rasa manis dan asam merupakan kunci utama dalam meningkatkan penerimaan produk fermentasi seperti kombucha. Penambahan pemanis alami seperti stevia harus disesuaikan dengan tingkat keasaman serta karakteristik bahan dasar. Kombinasi yang tepat antara herbal fermentasi dan pemanis alami terbukti mampu meningkatkan skor rasa secara signifikan, karena stevia dapat menutupi rasa getir atau terlalu asam yang sering muncul selama proses fermentasi.

***Aftertaste* teh kombucha**



Gambar 4. Tingkat kesukaan terhadap *aftertaste*.

Berdasarkan Gambar 4 *aftertaste*, perlakuan P2 memperoleh skor tertinggi sebesar 3,50 yang termasuk dalam kategori “Suka”. Kombinasi formulasi dan waktu fermentasi selama 10 hari pada perlakuan ini dinilai menghasilkan keseimbangan rasa, di mana keasaman cukup terasa namun tidak berlebihan, dan rasa manis dari stevia tetap dapat diterima tanpa menimbulkan *aftertaste* yang mengganggu. Risty *et al.* (2024), menyatakan bahwa fermentasi selama 10 hari memungkinkan terbentuknya senyawa organik kompleks, yang berperan dalam menyamarkan rasa pahit khas stevia. Hal ini diperkuat oleh Gustyastsani (2022), yang menemukan bahwa penggunaan stevia dalam dosis sedang menghasilkan *aftertaste* yang relatif ringan, terutama bila dikombinasikan dengan waktu fermentasi optimal antara 7 hingga 14 hari. Wahyuningtias *et al.* (2023), juga menambahkan bahwa fermentasi kombucha dalam rentang waktu 7–10 hari mampu menghasilkan profil rasa dan *aftertaste* yang lebih disukai karena menciptakan keseimbangan antara manis, asam, dan rasa sisa di mulut.

Diseminasi

Kegiatan diseminasi dilaksanakan sebagai upaya untuk memperkenalkan produk teh kombucha berbahan dasar rumput kebar dengan tambahan bubuk stevia sebagai pemanis alami. Kegiatan ini berlangsung pada hari Sabtu, 3 Mei 2025, bertempat di rumah Ketua Majelis Taklim Al-Fatah yang berlokasi di Kampung Buton. Diseminasi dilakukan dalam bentuk demonstrasi pembuatan teh kombucha rumput kebar yang mencakup seluruh tahapan mulai dari persiapan bahan hingga proses fermentasi. Kegiatan ini diikuti oleh 20 orang peserta yang merupakan anggota Majelis Taklim Al-Fatah.

Hasil kegiatan menunjukkan respons yang sangat positif dari para peserta. Mereka tampak antusias mengikuti seluruh proses demonstrasi serta memberikan tanggapan yang

baik terhadap produk yang diperkenalkan. Beberapa peserta bahkan menyatakan ketertarikan untuk mencoba membuat teh kombucha secara mandiri di rumah, mengingat proses pembuatannya yang cukup sederhana dan manfaat kesehatannya yang tinggi, khususnya karena menggunakan bahan alami lokal seperti rumput kebar dan stevia. Melalui kegiatan diseminasi ini, diharapkan produk teh kombucha rumput kebar dapat menjadi alternatif minuman sehat yang dikenal dan diterima oleh masyarakat, serta mendorong pemanfaatan bahan lokal dan peningkatan nilai tambah produk hasil fermentasi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa:

1. Karakteristik fisik dan organoleptik teh kombucha rumput kebar dengan bubuk stevia berbeda-beda tergantung lama fermentasi. Fermentasi selama 5 hari (P1) menghasilkan kualitas fisik terbaik dengan pH seimbang, viskositas tertinggi, dan penurunan TPT yang tidak berlebihan, menunjukkan fermentasi berjalan optimal. Dari segi organoleptik, P1 juga mendapat skor tertinggi pada warna, aroma, dan rasa, dengan keseimbangan manis-asam yang paling disukai panelis.
2. Penambahan bubuk stevia memengaruhi karakteristik fisik dan organoleptik teh kombucha rumput kebar. Pada perlakuan P1, stevia dalam jumlah rendah tidak menimbulkan aftertaste pahit dan justru meningkatkan daya terima produk. Meskipun P2 memiliki aftertaste lebih halus, hasil terbaik secara fisik dan sensori tetap ditunjukkan oleh P1. Fermentasi selama 5 hari dengan penambahan bubuk stevia (P1) merupakan formulasi terbaik dalam menghasilkan teh kombucha rumput kebar dengan kualitas fisik dan organoleptik yang optimal dan paling disukai oleh panelis.

Disarankan dilakukan analisis lanjutan terhadap kandungan senyawa bioaktif (seperti antioksidan, polifenol, dan asam organik) serta uji mikrobiologi untuk memastikan keamanan dan manfaat kesehatan produk kombucha yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, S., Rosidah, A., & Sri Damayanti, D. (2024). Efek Kombucha Bunga Telang (*Clitoria Ternatea*) Terhadap Penurunan Ph Lambung Dan Peningkatan Luas Kerusakan Epitel Mukosa Lambung. *Jurnal Kedokteran Komunitas*, 12(1), 1–11.
- Akbar, M. A., Khairunnisa, K., Mardiah, M., & Pandia, E. S. (2023). The Effect Of Fermentation Time On The Organoleptic Test Of Kombucha Tea. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(3), 521–527. <https://doi.org/10.29303/Jbt.V23i3.5096>
- Anwar, C., & Aprita, I. R. (2025). *Jurnal Teknologi Dan Industri Pertanian Indonesia*

Production Of Kombucha Drink By Investigating The Comparison Of Butterfly. April. <https://doi.org/10.17969/Itipi.V16i1.42170>

- Azlina. (2023). Pengaruh Pemberian Ekstrak Rumpuk Kebar (*Biophytum Petersianum Klotzsch*) Terhadap Fertilitas Tikus Jantan (*Rattus Novergicus L.*). *Journal On Education*, 5(4), 11263–11271.
- Dollangeng Abdillah. (2017). *Uji Efektivitas Antihiperglikemia Teh Kombucha Limbah Rambut Jagung (Zea Mays)*.
- D., Sadsoesitoeboen, (2005). *Manfaat Ekstrak Rumpuk Kebar (Biophytum Petersianum Klotzsch) Terhadap Penampilan Reproduksi Mencit Putih Betina.*, 4(1), 11–14.
- Falasifah, Dewanti, B., & Zubaidah, E. (2025). *The Influence Of Sugar Concentration And Fermentation Time Of Green Tea Kombucha*
- Goyal, S. K., Samsher, & Goyal, R. K. (2010). *Stevia (Stevia Rebaudiana) A Bio-Sweetener*
- Gumanti, Z., Amalia Putri Salsabila, Sihombing, M. E., Peristiwati, & Kusnadi. (2023). Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Mutu Organoleptik Pada Proses Pembuatan Kombucha Sari Kulit Buah Naga Merah
- Gustyastsani, A. A. (2022). *Pembuatan Minuman Probiotik Berupa Kombucha Berbahan Dasar Cascara Tugas Akhir.*
- Jayabalan, R. Et All. (2014) *A Review On Kombucha Teamicrobiology, Composition, Fermentation, Toxicity, And Beneficial Effects, Tea Fungus. In Comprehensive Reviews In Food Science And Food Safety*, 13(4), 538–550.
- Kamelia, M., Winandari, O. P., Supriyadi, S., & Meirina, M. (2023). Analisis Kualitas Teh Kombucha Berdasarkan Jenis Teh Yang Digunakan.
- Layli, A. N. (2020). Karakteristik Fisikokimia Dan Organoleptik Sirup Empon-Empon Dengan Pemberian Daun Stevia (*Stevia Rebaudiana Bertoni*). *Infokes*, 10(2), 310–321.
- Lestari, K. A. P., & Sa'diyah, L. (2020). Karakteristik Kimia Dan Fisik Teh Hijau Kombucha Pada Waktu Pemanasan Yang Berbeda. *Journal Of Pharmacy And Science*, 5(1), 15–20. <https://doi.org/10.53342/Pharmasci.V5i1.158>
- Lubis, N., Mubarak, A., Junaedi, E. C., & Soni, D. (2024). Definition Of Halal Analysis Of Formulation Of Kombucha Drink From Simplicia Of Malay Apple Fruit (*Syzygium Malaccense*).
- Nasution, I. W., & Nasution, N. H. (2022). Peluang Minuman Teh Kombucha Dan Potensinya Sebagai Minuman Kesehatan Pencegah Dan Penyembuh Aneka Penyakit.
- Pawestriningtyas, K. H. (2024). Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Kimia Dan Aktivitas Antioksidan Kombucha Daun Pandan (*Pandanus Amaryllifolius Roxb.*). *Agan*, 15(1), 37–48.

- Ramadhna, A. S. (2024). Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Kimia Dan Aktivitas Antioksidan Pada Kombucha Daun Lampes (*Ocimum Sanctum L.*). *Ayaa*, 15(1), 37–48.
- Risty, E., Afiani, N., Kusumaningrum, I., & Rifqi, M. (2024). *Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Kimia Dan Sensori Kombucha Wedang Uwuh*. 3.
- Ritu, & Nandini. (2016). *Komposisi Gizi Stevia Rebaudiana , Tanaman Manis, Dan Efek Hipoglikemik Dan Hipolipidemia Pada Pasien Diabetes Melitus Tidak Tergantung Insulin*.
- Soto, Et All. (2018). Understanding Kombucha Tea Fermentation. *Understanding Kombucha Tea Fermentation: A Review. Journal Of Food Science*, 83(3), 580–588.
- Utami, F. W. (2020). Karakteristik Kimiawi Dan Organoleptik Kombucha Kurma Sukkari (*Phoenix Dactylifera L.*) (Kajian Konsentrasi Sari Kurma Dan Konsentrasi Gula). *Skripsi*, 1–94.
- Wahyuningtias, D. S., Fitriana, A. S., & Nawangsari, D. (2023). 297-Pengaruh Suhu Dan Lama Waktu Fermentasi Terhadap Sifat Organoleptik Dan Aktivitas Antioksidan The Kombucha Bunga Telang (*Clitoria ternatea L.*). *Pharmacy Genius*, 02(03), 198–207.

Pengolahan Bayam Menjadi Keripik Sehat: Edukasi dan Distribusi untuk Ketahanan Pangan Masyarakat

Safira^{1*}, Nadina Hajar Alasimi¹, Faranisa Syah Putri¹

¹D3 Seni Kuliner, Politeknik Nest

Email: safira@politekniknest.ac.id

Abstrak

Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan masyarakat dalam mengolah bayam menjadi produk keripik sehat sebagai upaya mendukung ketahanan pangan keluarga dan membuka peluang usaha rumah tangga. Mitra dalam kegiatan ini adalah Kader Posyandu di Kelurahan Parangjoro, Sukoharjo. Metode pelaksanaan dilakukan melalui sosialisasi, edukasi gizi, pelatihan teknis pengolahan keripik bayam, produksi bersama, serta distribusi hasil produk kepada masyarakat. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan pengetahuan peserta sebesar 28% dan keterampilan teknis sebesar 43%. Produk keripik bayam yang dihasilkan memiliki cita rasa gurih, tekstur renyah, dan dinilai baik oleh masyarakat (rata-rata skor hedonik 7,2 dari skala 9). Program ini terbukti efektif dalam meningkatkan pemanfaatan pangan lokal dan memberikan dampak ekonomi positif bagi kelompok mitra. Rekomendasi kegiatan berikutnya adalah pengembangan pengemasan, pelatihan lanjutan tentang pengawetan alami, dan pendampingan usaha kecil secara berkelanjutan.

Kata kunci: Keripik bayam, Cemilan sehat, Ketahanan pangan

Abstract

This community engagement program aimed to enhance local knowledge and skills in processing spinach into healthy chips, supporting household food security and promoting home-based economic opportunities. The partner of this activity was the Posyandu Coach in Parangjoro, Sukoharjo. The method included socialization, nutrition education, technical training on spinach chip processing, joint production, and product distribution to the surrounding community. The results showed a 28% increase in participants' knowledge and a 43% improvement in technical skills. The spinach chips produced were savory, crispy, and well-received by the community (average hedonic score of 7.2 out of 9). This program proved effective in utilizing local food resources and generating economic benefits for the partner group. Future recommendations include improved packaging, training on natural preservation, and sustained small business mentoring.

Keywords: Spinach chips, Healthy chips, Food security

PENDAHULUAN

Ketahanan pangan merupakan isu strategis yang menjadi perhatian global, termasuk di Indonesia. Ketahanan pangan tidak hanya diukur dari ketersediaan bahan pangan, tetapi juga dari aspek keterjangkauan, kualitas gizi, dan keberlanjutan sistem pangan lokal. Di tengah meningkatnya harga bahan pangan dan menurunnya daya beli sebagian masyarakat, kebutuhan akan pangan alternatif yang terjangkau, bergizi, dan dapat diolah secara mandiri semakin penting untuk diperhatikan. Salah satu permasalahan utama yang dihadapi masyarakat saat ini adalah rendahnya konsumsi sayur, khususnya di kalangan anak-anak dan remaja. Banyak keluarga mengeluhkan sulitnya memperkenalkan sayuran kepada anak karena rasa yang dianggap tidak menarik atau cara penyajian yang monoton. Selain itu, banyak bahan pangan lokal seperti bayam belum dimanfaatkan secara maksimal sebagai sumber pangan yang inovatif dan bernilai ekonomi.

Bayam adalah sayuran yang mudah dibudidayakan, tersedia hampir sepanjang tahun, dan memiliki nilai gizi yang tinggi. Sayangnya, pemanfaatan bayam di masyarakat masih terbatas pada pengolahan tradisional seperti sayur bening atau tumis. Inovasi pengolahan bayam menjadi keripik dapat menjadi salah satu solusi yang menjawab dua persoalan sekaligus, yaitu meningkatkan minat konsumsi sayuran dan membuka peluang usaha rumahan berbasis olahan lokal.

Urgensi dari kegiatan ini terletak pada pentingnya membangun kesadaran gizi dan kemandirian pangan di tingkat rumah tangga dan komunitas lokal. Di masa pasca pandemi dan menghadapi potensi krisis ekonomi global, pemberdayaan masyarakat melalui pengolahan produk pangan lokal yang bernilai gizi dan jual menjadi sangat relevan. Selain itu, kegiatan ini juga sejalan dengan program nasional ketahanan pangan dan pemberdayaan ekonomi keluarga. Secara rasional, pendekatan yang digunakan dalam kegiatan ini tidak hanya menyentuh aspek edukatif melalui penyuluhan gizi dan pelatihan pengolahan pangan, tetapi juga bersifat aplikatif karena melibatkan praktik langsung dalam produksi keripik bayam. Hasil produk juga akan didistribusikan sebagai bentuk kontribusi sosial, serta membuka peluang keberlanjutan dalam bentuk usaha mikro berbasis komunitas. Tinjauan pustaka menunjukkan bahwa beberapa penelitian telah mengungkap potensi bayam sebagai bahan baku camilan sehat.

Studi oleh Surmila & Putri (2022) menyatakan bahwa keripik bayam mampu mempertahankan sebagian besar kandungan zat besi dan vitamin bila diolah dengan

metode penggorengan suhu rendah. Sementara itu, penelitian oleh (Sudharani *et al.*, 2024) menunjukkan bahwa keripik sayuran dapat diterima dengan baik oleh konsumen, khususnya anak-anak, karena teksturnya yang renyah dan rasanya yang gurih. Rencana pemecahan masalah dalam kegiatan ini dilakukan melalui beberapa tahapan: (1) sosialisasi dan edukasi mengenai pentingnya konsumsi sayur dan pemanfaatan pangan lokal; (2) pelatihan teknis pengolahan keripik bayam yang higienis dan ekonomis; (3) produksi bersama dan distribusi produk ke masyarakat sekitar; serta (4) evaluasi dampak kegiatan terhadap pengetahuan, keterampilan, dan potensi usaha peserta. Setiap tahapan dirancang untuk menciptakan keterlibatan aktif dari peserta serta memberikan hasil yang nyata dan terukur. Tujuan dari kegiatan ini secara umum adalah untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan masyarakat dalam mengolah bayam menjadi produk camilan sehat serta mendorong kemandirian pangan melalui pemanfaatan sumber daya lokal. Secara khusus, kegiatan ini bertujuan meningkatkan kesadaran gizi masyarakat melalui edukasi tentang pentingnya konsumsi sayuran, memberikan pelatihan teknis pengolahan keripik bayam yang berkualitas, menghasilkan produk keripik bayam yang layak konsumsi dan dapat didistribusikan ke masyarakat, mendorong potensi kewirausahaan rumah tangga berbasis produk lokal, serta menyusun model kegiatan berbasis edukasi gizi dan pengolahan pangan yang dapat direplikasi di wilayah lain. Pengembangan hipotesis dalam kegiatan ini berangkat dari asumsi bahwa “Jika masyarakat diberikan edukasi dan pelatihan yang tepat mengenai pengolahan bayam menjadi keripik sehat, maka akan terjadi peningkatan konsumsi sayur dalam bentuk olahan yang lebih diterima oleh masyarakat serta tercipta peluang ekonomi rumah tangga melalui produk tersebut. Dengan hipotesis ini, diharapkan kegiatan dapat memberikan dampak ganda: dari sisi gizi masyarakat dan dari sisi pemberdayaan ekonomi lokal.

METODE

Metode pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini menggunakan pendekatan edukatif-partisipatif yang menggabungkan kegiatan edukasi, pelatihan teknis, produksi, dan distribusi hasil produk kepada masyarakat. Seluruh kegiatan dirancang untuk mendorong keterlibatan aktif dari mitra sasaran dan peserta, sehingga hasil pengabdian tidak hanya berhenti pada transfer pengetahuan, tetapi juga menghasilkan keterampilan baru yang aplikatif dan berkelanjutan di tingkat masyarakat.

Kegiatan ini dilaksanakan di Kelurahan Parangjoro Sukoharjo Jawa Tengah, dengan menggandeng mitra utama yaitu Posyandu Parangjoro. Kelompok ini

beranggotakan ibu kader posyandu yang selama ini telah terbiasa melakukan penyuluhan kesehatan, namun belum mampu melakukan pengolahan produk makanan yang bergizi seimbang. Kegiatan pengabdian juga melibatkan mahasiswa dari Program Studi D3 Seni Kuliner Politeknik Nest sebanyak 20 orang, yang akan berperan sebagai asisten fasilitator dan pendamping praktik selama kegiatan berlangsung. Selain itu, tim dosen pendamping dan tokoh masyarakat setempat turut serta dalam perencanaan dan pelaksanaan kegiatan.

Kegiatan diawali dengan sosialisasi program kepada mitra dan masyarakat sekitar. Tahap ini bertujuan untuk membangun pemahaman bersama tentang tujuan, manfaat, dan tahapan pelaksanaan program. Setelah itu, dilaksanakan kegiatan edukasi mengenai pentingnya konsumsi sayuran, khususnya bayam, dalam mendukung gizi keluarga dan ketahanan pangan rumah tangga. Edukasi diberikan dalam bentuk penyuluhan interaktif, dengan materi yang dikemas secara ringan dan kontekstual.

Selanjutnya, peserta mengikuti pelatihan teknis pengolahan bayam menjadi keripik sehat. Pelatihan ini meliputi seluruh tahapan mulai dari pemilihan bahan, teknik pencucian dan blanching, proses penggorengan dengan suhu terkontrol, hingga proses pendinginan, pengemasan, dan uji sensoris sederhana. Metode pelatihan dilakukan secara demonstratif dan praktik langsung dalam kelompok kecil, untuk memastikan bahwa setiap peserta memahami dan mampu mempraktikkan proses secara mandiri.

Setelah pelatihan, peserta bersama tim pelaksana melakukan produksi keripik bayam dalam skala kelompok. Produk yang dihasilkan dikemas secara higienis dan didistribusikan kepada masyarakat sekitar, khususnya kepada kelompok rentan seperti anak-anak, lansia, dan ibu hamil. Distribusi ini tidak hanya berfungsi sebagai media pengenalan produk, tetapi juga sebagai bentuk kontribusi terhadap peningkatan konsumsi sayur dan gizi masyarakat.

Kegiatan diakhiri dengan monitoring dan evaluasi yang mencakup penilaian terhadap peningkatan pengetahuan dan keterampilan peserta, serta respon masyarakat terhadap produk keripik bayam. Evaluasi dilakukan secara kuantitatif dengan instrumen pretest dan posttest. Pretest dan posttest diberikan dalam bentuk soal pilihan ganda untuk mengukur peningkatan pemahaman peserta tentang gizi dan pengolahan pangan. Selain itu, keterampilan peserta dalam memproduksi keripik bayam juga diukur menggunakan rubrik penilaian praktik. Indikator keberhasilan ditetapkan berdasarkan peningkatan skor pengetahuan minimal 30% dan keterampilan minimal 40% dari nilai awal. Produk

keripik juga diuji secara organoleptik melalui uji hedonik oleh minimal 30 panelis terbatas, dengan skala penilaian 1 sampai 9. Produk dianggap berhasil diterima apabila mendapatkan nilai rata-rata minimal 6,5 (kategori suka).

Dengan metode pelaksanaan yang terstruktur, partisipatif, dan berbasis ilmiah, kegiatan ini diharapkan dapat mencapai dua tujuan utama: yaitu peningkatan kesadaran gizi masyarakat melalui konsumsi sayur dalam bentuk olahan menarik, serta pemberdayaan ekonomi rumah tangga melalui pengolahan produk lokal yang bernilai jual.

Kegiatan ini merupakan program unggulan dalam bentuk pelatihan dan pendampingan teknis pengolahan bayam menjadi produk keripik sehat. Program ini tidak hanya menjawab persoalan rendahnya konsumsi sayur di masyarakat, tetapi juga sekaligus memberikan alternatif peluang usaha rumahan yang berbasis pangan lokal. Dengan mengolah bayam yang mudah ditanam dan terjangkau, masyarakat diajak untuk mengenali potensi gizi dan nilai tambah ekonominya.

Program ini dirancang dalam dua dimensi utama: peningkatan kesadaran gizi keluarga dan pemberdayaan ekonomi berbasis komunitas. Dari sisi gizi, masyarakatkhususnya ibu rumah tangga diberikan pemahaman mengenai pentingnya konsumsi sayur, termasuk risiko kekurangan zat besi yang menyebabkan anemia. Dari sisi ekonomi, kegiatan ini membekali peserta dengan keterampilan teknis yang dapat langsung diterapkan dalam kehidupan sehari-hari, seperti teknik pengolahan pangan sederhana, sanitasi produksi, hingga pengemasan produk.

Program ini juga melibatkan Kader Posyandu di Kelurahan Parangjoro, Sukoharjo sebagai mitra utama. Kelompok ini sebelumnya hanya fokus pada penyuluh kesehatan dan pengelolaan PMT (Pemberian Makanan Tambahan) Bagi Balita, tanpa adanya edukasi mengenai nilai gizi produk makanan. Melalui kegiatan ini, Kader Posyandu Parangjoro tidak hanya memperoleh pengetahuan baru, tetapi juga pengalaman langsung memproduksi dan mendistribusikan hasil olahan mereka ke masyarakat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Program ini menghasilkan beberapa luaran yang dapat dikategorikan dalam tiga aspek utama, yaitu (1) peningkatan pengetahuan peserta tentang gizi dan konsumsi sayur, (2) peningkatan keterampilan teknis dalam pengolahan keripik bayam, dan (3) produk keripik bayam yang dihasilkan dan didistribusikan kepada masyarakat. Hasil kegiatan ini

dievaluasi berdasarkan indikator yang telah ditetapkan dalam tujuan kegiatan, serta dianalisis secara kuantitatif dan kualitatif untuk melihat tingkat ketercapaian target.

1. Peningkatan Pengetahuan Gizi dan Konsumsi Sayur

Sebelum dan sesudah pelatihan, peserta diberikan soal pretest dan posttest berisi 20 pertanyaan pilihan ganda tentang gizi sayuran, manfaat bayam, serta pentingnya konsumsi sayur dalam kehidupan sehari-hari. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan skor rata-rata dari 56% (pretest) menjadi 84% (posttest). Ini menunjukkan adanya peningkatan pengetahuan sebesar 28%, mendekati target peningkatan sebesar 30% yang dirancang sebelumnya.

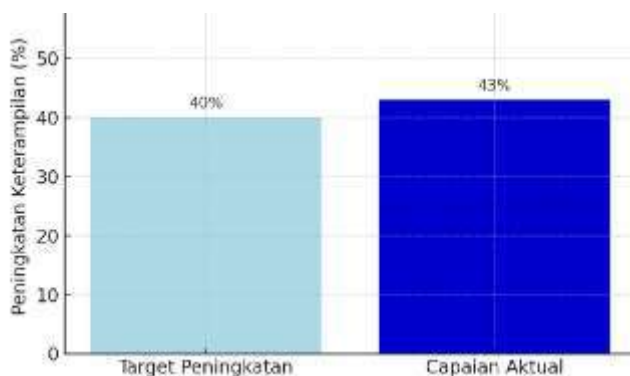
Tabel 1. Rata-rata Skor Pengetahuan Peserta Sebelum dan Sesudah Pelatihan

Evaluasi	Skor Rata-rata	Persentase Peningkatan
Pretest	11,2/20	56%
Posttest	16,8/20	84%
Peningkatan	-	28%

Hasil ini sejalan dengan penelitian oleh Jumiati *et al.* (2023) menunjukkan bahwa edukasi berbasis praktik nyata lebih efektif dalam meningkatkan pemahaman masyarakat tentang konsumsi gizi seimbang, khususnya terkait sayuran hijau.

2. Peningkatan Keterampilan Teknis dalam Pengolahan Keripik Bayam

Selama kegiatan pelatihan teknis, peserta dilibatkan langsung dalam proses pengolahan bayam menjadi keripik mulai dari pemilihan bahan, pencucian, blanching, penggorengan, penirisan, hingga pengemasan. Penilaian keterampilan dilakukan menggunakan rubrik evaluasi dengan empat aspek: kerapian kerja, teknik pemrosesan, kualitas produk akhir, dan kebersihan alat. Berdasarkan evaluasi rubrik, sebanyak 88% peserta mencapai skor minimal “baik”, dengan peningkatan keterampilan rata-rata sebesar 43%, melebihi target awal sebesar 40%.



Gambar 1. Persentase keterampilan peserta dalam pengolahan keripik bayam

Grafik batang menunjukkan peningkatan kategori “kurang” menjadi “baik” dan “sangat baik” setelah pelatihan Argumentasi ini didukung oleh temuan Munir *et al.* (2019) yang menyebutkan bahwa pelatihan berbasis praktik dapat meningkatkan keterampilan pengolahan pangan hingga 45% dalam waktu singkat.

3. Produk Keripik Bayam: Spesifikasi, Keunggulan, dan Kelemahan

Produk utama yang dihasilkan dari kegiatan pengabdian ini adalah keripik bayam yang diolah secara langsung oleh peserta pelatihan. Produk ini memiliki ciri khas yang menjadi daya tarik tersendiri. Secara bentuk, keripik mempertahankan lembaran daun bayam utuh, sehingga tampak alami dan menarik. Teksturnya renyah dan kering, dengan warna hijau kekuningan yang berasal dari bayam segar tanpa tambahan pewarna buatan. Keripik ini dikemas dalam plastik jenis OPP (*Oriented Polypropylene*) berukuran 25x15 cm dan dilengkapi dengan label sederhana. Berat bersih produk per kemasan adalah sekitar ± 25 gram.

Dari segi kualitas, keripik bayam ini memiliki beberapa keunggulan yang menonjol. Pertama, cita rasanya gurih alami dan teksturnya renyah, sehingga disukai oleh berbagai kalangan usia. Hasil uji hedonik yang dilakukan terhadap 30 panelis menunjukkan nilai rata-rata 7,2 dari skala 9, yang berarti masuk dalam kategori “disukai”. Kedua, kandungan gizi dari bayam, seperti zat besi, vitamin A, dan serat, sebagian besar tetap terjaga karena proses pengolahan dilakukan dengan suhu sedang dan waktu yang relatif singkat (teknik *deep frying* cepat). Ketiga, bayam sebagai bahan baku sangat mudah diperoleh dari lingkungan sekitar, terutama karena mitra kegiatan merupakan Kelompok Wanita Tani yang memang membudidayakan bayam secara rutin. Keempat, produk ini memiliki potensi besar sebagai usaha rumahan, karena alat yang digunakan sederhana dan proses produksinya mudah dipelajari.

Namun demikian, produk ini juga memiliki beberapa kelemahan yang perlu menjadi perhatian untuk pengembangan lebih lanjut. Daya simpan produk terbatas, hanya sekitar lima hari pada suhu ruang tanpa bahan pengawet tambahan. Hal ini membuat distribusi produk perlu dilakukan dengan cepat, terutama jika tidak tersedia fasilitas penyimpanan dingin. Selain itu, karena kemasan yang digunakan masih sederhana dan belum memiliki struktur pelindung (seperti tray atau lapisan udara), keripik mudah hancur bila tidak ditangani dengan hati-hati. Dari sisi produksi, proses pembuatan masih dilakukan secara manual dalam skala kecil, sehingga kapasitas produksinya terbatas dan belum efisien untuk memenuhi permintaan dalam jumlah besar.

Secara keseluruhan, produk keripik bayam ini dapat dikategorikan sebagai produk olahan pangan lokal yang memiliki potensi pasar, baik sebagai camilan sehat maupun sebagai peluang usaha baru di tingkat rumah tangga. Ke depan, dibutuhkan inovasi dalam hal pengemasan, pengawetan alami, serta peningkatan kapasitas produksi untuk menjawab tantangan skala usaha yang lebih besar.



Gambar 2. Produk keripik bayam dalam kemasan sederhana



Gambar 3. Proses produksi



Gambar 3. Penyaluran keripik bayam kepada salah satu warga Kelurahan Parangjoro

Produk keripik bayam ini didistribusikan kepada 40 rumah tangga di RW 04 Kelurahan Parangjoro, Khususnya kepada keluarga yang memiliki balita dengan resiko gizi kurang atau stunting sebagai bentuk kampanye konsumsi sayur dan kontribusi terhadap ketahanan pangan lokal dan peningkatan kesehatan masyarakat.

Setelah seluruh rangkaian kegiatan pengabdian terlaksana mulai dari sosialisasi, edukasi gizi, pelatihan teknis, produksi hingga distribusi produk tahapan penting selanjutnya adalah evaluasi dan monitoring. Evaluasi menjadi langkah strategis untuk menilai sejauh mana kegiatan telah mencapai tujuan yang direncanakan, serta menjadi dasar perbaikan untuk kegiatan sejenis di masa mendatang. Evaluasi dilakukan secara menyeluruh terhadap aspek pengetahuan peserta, keterampilan teknis, kualitas produk, dan efektivitas pelaksanaan program secara umum.

Evaluasi dilakukan menggunakan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Penilaian peningkatan pengetahuan dan keterampilan dilakukan melalui instrumen pretest dan posttest, serta rubrik penilaian praktik kerja. Selain itu, wawancara dan diskusi kelompok dilakukan untuk mendapatkan masukan dari peserta tentang pelaksanaan kegiatan dan dampak yang mereka rasakan secara langsung. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa mayoritas peserta merasakan manfaat yang signifikan, baik dalam pemahaman pentingnya konsumsi sayur, maupun dalam kemampuan teknis memproduksi keripik bayam secara mandiri.

Di samping evaluasi, tahap penting lainnya adalah monitoring atau pengawasan pasca kegiatan. Monitoring ini bertujuan untuk memastikan keberlanjutan dan tindak lanjut dari hasil pelatihan, serta mendampingi mitra agar mampu menjaga kualitas produksi dan mulai mengembangkan model usaha kecil secara mandiri. Sistem

monitoring dilakukan melalui koordinasi berkala antara tutor ahli (dosen pengabdian) dan mitra pelaksana di lapangan (ketua kelompok Kader Posyandu Parangjoro)

Koordinasi ini dilakukan dalam bentuk kunjungan lapangan ringan, pemantauan progres produksi lanjutan, serta pendampingan teknis lanjutan jika diperlukan, termasuk konsultasi mengenai pengemasan, perizinan produk, atau strategi pemasaran sederhana. Dengan adanya sistem monitoring yang terstruktur, hasil pengabdian diharapkan tidak berhenti pada kegiatan sesaat, melainkan menjadi proses pemberdayaan yang berkelanjutan dan mandiri di tingkat masyarakat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini berhasil meningkatkan pengetahuan gizi dan keterampilan teknis peserta dalam mengolah bayam menjadi keripik sehat. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan pengetahuan sebesar 28% dan peningkatan keterampilan teknis sebesar 43%, melebihi target yang telah ditetapkan. Produk keripik bayam yang dihasilkan juga mendapat respons positif dari masyarakat dan memiliki potensi sebagai usaha rumahan berbasis pangan lokal. Namun demikian, terdapat beberapa aspek yang perlu ditingkatkan, seperti daya tahan produk, sistem pengemasan, dan efisiensi produksi. Oleh karena itu, kegiatan selanjutnya disarankan untuk mencakup pelatihan lanjutan mengenai teknik pengawetan alami, pengemasan vakum, serta strategi pemasaran produk. Selain itu, pendampingan jangka panjang dan integrasi dengan program kewirausahaan lokal perlu dipertimbangkan guna mendorong keberlanjutan hasil pengabdian secara optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Jumiati, J., Ardyanti, D. P. I., Kusri, K., Nurahma, A., Elfa, E., Fitriyanti, N., Elviani, S., Jamaludin, J., & Al-Azhari, M. A. (2023). Pelatihan Pembuatan Keripik Bayam Pada Ibu-Ibu Di Kelurahan Labalawa, Kota Baubau. *SELAPARANG: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 7(2), 1356. <https://doi.org/10.31764/jpmb.v7i2.14701>
- Munir, M., Ahad, A., Gull, A., Qayyum, A., Siddique, N. R., Mumtaz, A., Safdar, N., Ali, B., Nadeem, M., & Qureshi, T. M. (2019). Addition of Spinach Enhanced the Nutritional Profile of Apricot Based Snack Bars. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 32(3), 490–497. <https://doi.org/10.17582/journal.pjar/2019/32.3.490.497>
- Sudharani P, Kishan K.P.C, & Shambhavi Shakhya. (2024). PROXIMATE ANALYSIS OF SPINACH (*Spinacia oleracea*): NUTRITIONAL AND BUSINESS IMPLICATIONS. *EPRA International Journal of Research & Development (IJRD)*, 7838(January), 275–279. <https://doi.org/10.36713/epra15662>

Prosiding Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian
Manokwari, 11 November 2025
e ISSN : 2774-1982
DOI: <https://doi.org/10.47687/snppvp.v6i1.1834>

Surmila, U. Y., & Putri, M. A. (2022). Analysis of Income and Value-Added of Spinach Processed Product in Payakumbuh City (Case Study in Alfin Spinach Chips Home Industry). *JIA (Jurnal Ilmiah Agribisnis) : Jurnal Agribisnis Dan Ilmu Sosial Ekonomi Pertanian*, 7(2), 32. <https://doi.org/10.37149/jia.v7i2.23610>

Aplikasi Biosida Mengendalikan Hama *Spodoptera litura* Padi Meningkatkan Swasembada Pangan di Langkat, Sumatera Utara

Ameilia Zuliyanti Siregar^{1,2*}, Nurliana Harahap²

¹Prodi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara

²Politeknik Pembangunan Pertanian Medan

Email: ameilia@usu.ac.id

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi dan menentukan strategi tepat dalam mengendalikan serangan *Spodoptera litura* pada tanaman padi menggunakan biosida dan perangkap bola lem berwarna di Desa Kebun Kelapa, Kecamatan Secanggang, Kabupaten Langkat, Sumatera Utara. Pengendalian Hama Terpadu (PHT) menggunakan biosida dan perangkap bola lem berwarna diterapkan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial yang terdiri dari 2 (dua) faktor perlakuan, yaitu: faktor jenis pestisida organik (J), terdiri dari 3 taraf, yaitu: JP (Daun Pepaya), JS (Batang Serai wangi), dan JB (Bawang Putih). Faktor konsentrasi biosida (K) yang terdiri dari 3 taraf, yaitu: K1 (10 cc/liter air), K2 (20 cc/liter air), dan K3 (30 cc/liter air). Selanjutnya digunakan 5 jenis bola lem berwarna merah, biru, kuning, hijau dan oranye. Tingkat serangan *S. litura* dideteksi dari pengamatan dengan mengukur populasi hama, persentase serangan, dan intensitas serangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis biosida berpengaruh sangat nyata terhadap populasi hama, persentase serangan, dan intensitas serangan. Perlakuan terbaik ditemukan dengan pestisida daun pepaya (JPK3), sementara penggunaan batang serai wangi (JSK2) dan bawang putih (JBK1) kurang signifikan. Pelatihan PHT dapat mengedukasi petani untuk memanfaatkan limbah rumah tangga dan tanaman lokal secara optimal. Pengendalian Hama Terpadu (PHT) menggunakan biosida seperti daun pepaya, batang serai wangi, dan bawang putih dan perangkap bola lem berwarna efektif dan berpotensi menjadi strategi jangka panjang dalam pengendalian OPT berbasis kearifan lokal yang adaptif.

Kata kunci: Aplikasi, Padi, Pestisida organik, *Spodoptera litura*, Sumatera Utara

Abstract

*The purpose of this study was identified and determine strategy to control the attack of *Spodoptera litura* of paddy pests used by biocide and sticky colour ball trap in Kebun Kelapa Village, Secanggang District, Langkat Regency, Northern Sumatra. Integrated Pest Control (IPM) using biocide and sticky colour ball trap was applied using a Factorial Randomized Block Design (RAK) consisting of 2 (two) treatment factors, namely: biocide type factor (J), consisting of 3 levels, namely: JP (Papaya Leaves), JS (Lemongrass Stems), and JB (Garlic). Organic pesticide concentration factor (K) consisting of 3 levels, namely: K1 (10 cc/liter of water), K2 (20 cc/liter of water), and K3 (30 cc/liter of water). Then, application of sticky colour ball trap, consist of red, blue, yellow, green and oranye colour. *Spodoptera litura* attacks was detected by observations with measure of pest population, percentage of attacks, and intensity of attacks. The results showed that the type of biocide had a very significant effect on the pest population, percentage of attacks, and intensity of attacks. The best treatment was found with organic papaya leaf pesticide (JPK3), while the application of organic lemongrass stalks (JSK3) was less significant. IPM training can educate farmers on optimal use of household waste and local plants. Integrated Pest Management (IPM) using biocides such as papaya leaves, citronella stalks, and garlic, as well as colored glue ball traps, is effective and has the potential to become a long-term strategy for adaptive, local wisdom-based pest control.*

*Keywords: Application, Paddy, Pesticide organic, *Spodoptera litura*, Northern Sumatra*

PENDAHULUAN

Pada masa kini, petani lebih memilih untuk mengadopsi solusi manajemen hama yang cepat menggunakan pestisida sintetis untuk melindungi tanaman dari serangan dan kerusakan hama (Nkechi *et al.*, 2018). Namun, penyalahgunaan pestisida sintetis mengakibatkan resistensi, resurgensi hama dan gangguan kesehatan (Shabana *et al.*, 2017). Disamping itu, degradasi lingkungan, bahaya bagi organisme non-target, residu pestisida yang mencemari makanan dan pakan, variasi genetik pada tanaman, dan dampak negatif pada keanekaragaman hayati (Fountain *et al.*, 2013; Kumar, 2012).

Oleh karena itu, beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengkaji spesies tanaman yang diketahui dan belum dimanfaatkan dengan sifat membunuh serangga, lebih dikenal dengan sebutan pestisida (Erenso *et al.*, 2016; Jawalkar *et al.*, 2016). Ratusan senyawa pestisida botani telah ditemukan dari berbagai tanaman, termasuk tanaman liar. Banyak tumbuhan dari keluarga Rutaceae, Compositae, Meliaceae, Leguminosae, Araceae, Platycodonaceae, Solanaceae, Chenopodiaceae, Zingiberaceae, Labiatae, Loniceraceae, Umbelliferae, Polygonaceae, dan Euphorbiaceae memiliki sifat pestisida, dan banyak senyawa metabolit sekunder tumbuhan, termasuk alkaloid, terpenoid, dan flavonoid, yang menunjukkan aktivitas pestisida. Menariknya, beberapa pestisida nabati komersial diekstrak dari piretrum (*Tanacetum cinerariifolium*), tembakau (*Nicotiana tabacum*), mimba (*Azadirachta indica*), sabadilla (*Schoenocaulon officinale*), ryania (*Ryania speciosa*) (Arnason *et al.*, 2012), daun pepaya (*Carica papaya*), batang sereh wangi (*Cymbopogon citratus*) (Wakhidya *et al.*, 2024), bawang putih (*Allium sativum*) (Haryuni *et al.*, 2025). Pemanfaatan limbah rumah tangga dan tanaman pekarangan sebagai bahan baku pestisida nabati menjadi solusi alternatif yang potensial, sejalan dengan prinsip pertanian organik berbasis kearifan lokal (Supriyadi & Prasetya, 2020). Pendekatan ini mendukung pengurangan ketergantungan terhadap pestisida kimia yang berisiko tinggi terhadap lingkungan dan kesehatan manusia (Widiyastuti *et al.*, 2019).

Padi (*Oryza sativa*) menghasilkan beras sebagai bahan pangan utama masyarakat di Indonesia, khususnya di Sumatera Utara. Hama dominan pada tanaman padi, diantaranya penggerek batang (*Scirpophaga incertulas*, *Scirpophaga innotata*, *Chilo suppressalis*), walang sangit (*Leptocoris oratorius*), dan *Spodoptera litura* (Siregar *et al.*, 2021). Pengendalian *S. litura* (ulat grayak) pada tanaman padi dilakukan menggunakan insektisida kimiawi, pestisida nabati, perangkap lampu (*light trap*), maupun penggunaan

mikroorganisme dari jenis bakteri, virus, jamur maupun entomopatogen lainnya (Uge *et al.*, 2021).

Menurut Kementerian Pertanian Republik Indonesia (2020), ketahanan pangan disektor pertanian sebagai aspek strategis menjadi prioritas mendukung program pembangunan dan menjaga stabilitas nasional. Pemerintah mendorong penguatan ketahanan pangan melalui pendekatan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan dengan pemanfaatan bahan-bahan alami dalam pengendalian hama dan penyakit tanaman. Di tingkat lokal, banyak kelompok tani pada lahannya terdeteksi serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) yang semakin meningkat. Kondisi ini akan mempengaruhi kuantitas dan kualitas padi yang dipanen (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, 2019). Selanjutnya, Kemetrian Pertanian Republik Indonesia (2021) menggalakan Pekarangan Pangan Lestari (P2L) untuk mendukung ketahanan pangan keluarga melalui peningkatan ketersediaan, kemudahan akses dan pemanfaatan sumber pangan di tingkat rumah tangga. Kegiatan dalam program ini mencakup pembibitan, pembangunan demplot, penanaman, serta pengelolaan hasil pascapanen dengan memanfaatkan pekarangan rumah, lahan kosong milik individu, maupun lahan yang tidak diketahui kepemilikannya.

Oleh karena itu dipandang strategis melakukan penyuluhan dan pelatihan kepada petani padi. Penyuluhan adalah ilmu sosial yang mempelajari sistem dan proses perubahan pada individu serta masyarakat agar terwujud perubahan yang lebih baik sesuai dengan yang diharapkan (Setiana, 2005). Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi dan menentukan strategi tepat dalam mengendalikan serangan *S. litura* pada tanaman padi menggunakan pestisida organik dan perangkap bola lem berwarna di Desa Kebun Kelapa, Kecamatan Secanggang, Kabupaten Langkat, Sumatera Utara.

METODE

Penelitian ini dilakukan secara kuantitatif melalui penyuluhan dan pelatihan kepada kelompok petani padi organik di Desa Kebun Kelapa, Kec.Secanggang, Kabupaten Langkat, Sumatera Utara. Sebanyak 20 responden diberikan penyuluhan, selanjutnya dilatih untuk terampil membuat pestisida organik dari bahan-bahan berikut ini: daun kemukus (*Euodia* spp, Famili Rutaceae), daun Nimba (*Azadirachta indica*, Famili Meliaceae), Famili Gramineae, seperti: daun jajagoan (*Echinochloa crus-galli*), rumput belulang (*Eleusine indica*), dan rumput teki (*Cyperus rotundus*) dicampur menjadi satu. Manakala batang sereh (*C. citratus*), daun papaya (*C. papaya*, Famili Caricaceae), dan

bawang putih (*A.sativum*, Famili Amaryllidaceae) dihaluskan secara terpisah yang digunakan dalam mengendalikan hama padi secara ramah lingkungan.

Cara pembuatan pestisida nabati dengan mempersiapkan bahan-bahan yang dihaluskan dengan cara di blender atau di tumbuk, setelah bahan halus, ditambahkan aquades sampai mencapai 1 liter, kemudian dimasukkan ke dalam wadah, disimpan dalam keadaan anaerob selama 14 hari. Setelah selesai proses fermentasi, bahan pestisida nabati siap disemprotkan ke tanaman (Gambar 1).

Pemasangan 5 warna bola berlem, masing-masing berwarna merah, biru, kuning, hijau dan oranye dilakukan pada satu petakan sawah berukuran 5meter x 5 meter dengan bentuk kuadratik, dimana setiap empat sudut dan dititik tengah diletakkan bola lem dengan warna berbeda (Gambar 2).

Kuisoner diberikan kepada petani untuk mengenal konsep dasar tentang pestisida organik, komposisi tumbuhan, contoh dan manfaatnya bagi mengendalikan hama padi. Selanjutnya, dilakukan determinasi pemanfaatan kotoran sapi sebagai biogas bagi rumah tangga di desa Kebun kelapa, Kec. Secanggang, Kab.Langkat, Sumatera Utara. Kemudian dilakukan analisis data dari kuisoner yang dikumpulkan untuk mendapatkan informasi tentang pemanfaatan pestisida organik mengendalikan ama padi (Gambar 3).



Gambar 1



Gambar 2



Gambar 3

Gambar 1, 2, dan 3. Aktivitas pembuatan biosida, aplikasi bola berwarna dan pelatihan kepada petani padi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 dibawah ini menampilkan komposisi metabolit dari 3 tanaman (daun pepaya (*C. papaya*), batang sereh wangi (*C. citratus*), dan bawang putih (*A.sativum*)) yang diuji secara fitokimia untuk mengendalikan *S. litura* pada padi.

Tabel 1. Komposisi Tanaman Penghasil Pestisida Nabati mengendalikan *S.litura*

Komposisi metabolit	Metode	Hasil Solvent Air (H ₂ O)
A. Daun Pepaya (<i>C. papaya</i>)		
Alkaloid	Mayer's reagent	Positive (+)
	Dragendorf reagent	Positive (+)
Flavonoid	Concentrated 2N HCl (10 mL) + Mg	Positive (+)
Fenol	FeCl ₃ 5% (5 mL)	Positive (+)
Saponin	HCl (5 mL)	Positive (+)
Terpenoid	Concentrated H ₂ SO ₄ + CH ₃ COOH	Positive (+)
Steroid	Lieberman Buchard reagent	Positive (+)
Tanin	2 - 3 drops FeCl ₃	Positive (+)
B. Batang Serih Wangi (<i>C. citratus</i>)		
Alkaloid	Mayer's reagent	Negative (-)
	Dragendorf reagent	Negative (-)
Flavonoid	Concentrated 2N HCl (10 mL) + Mg	Positive (+)
Fenol	FeCl ₃ 5% (5 mL)	Positive (+)
Saponin	HCl (5 mL)	Positive (+)
Terpenoid	Concentrated H ₂ SO ₄ + CH ₃ COOH	Positive (+)
Steroid	Lieberman Buchard reagent	Negative (-)
Tanin	2 - 3 drops FeCl ₃	Positive (+)
C. Bawang Putih (<i>A. sativum</i>)		
Alkaloid	Mayer's reagent	Positive (+)
	Dragendorf reagent	Positive (+)
Flavonoid	Concentrated 2N HCl (10 mL) + Mg	Positive (+)
Fenol	FeCl ₃ 5% (5 mL)	Positive (+)
Saponin	HCl (5 mL)	Positive (+)
Terpenoid	Concentrated H ₂ SO ₄ + CH ₃ COOH	Negative (+)
Steroid	Lieberman Buchard reagent	Negative (-)
Tanin	2 - 3 drops FeCl ₃	Positive (+)

Source: Wakhidiah *et al.* (2024)

Pada uji senyawa alkaloid dengan pelarut air (H₂O), hasil positif diperoleh dengan metode reagen Mayer dan reagen Dragendorf, ditandai dengan terbentuknya endapan merah kecokelatan. Indikator keberadaan senyawa alkaloid pada daun pepaya (*C. papaya*) ditandai dengan terbentuknya endapan merah kecokelatan. Hasil positif ditunjukkan dengan perubahan warna ekstrak menjadi Citrus. Pada uji senyawa fenolik, diperoleh hasil positif yang ditandai dengan perubahan warna ekstrak menjadi merah kecokelatan. Sementara itu, hasil positif diperoleh pada uji saponin yang ditandai dengan terbentuknya busa pada bagian atas ekstrak daun pepaya. Hasil positif juga diperoleh pada uji senyawa terpenoid yang ditandai dengan perubahan warna ekstrak menjadi kecokelatan. Pada uji senyawa steroid, diperoleh hasil positif yang ditandai dengan perubahan warna ekstrak menjadi hijau kebiruan. Pada uji senyawa tanin diperoleh hasil positif yang ditunjukkan dengan adanya perubahan warna pada ekstrak menjadi kehitaman.

Berdasarkan hasil uji fitokimia yang dilakukan terhadap tanaman serai wangi (*C. citratus*), diperoleh hasil negatif pada pengujian senyawa alkaloid dan steroid,

sedangkan hasil positif diperoleh pada pengujian senyawa flavonoid yang ditunjukkan dengan perubahan warna ekstrak menjadi Citrus. Hasil positif juga diperoleh dari pengujian senyawa fenolik dengan warna ekstrak berubah menjadi merah. Hasil positif juga diperoleh dari pengujian senyawa saponin yang ditunjukkan dengan terbentuknya busa tebal pada bagian atas ekstrak. Pada hasil pengujian senyawa terpenoid diperoleh hasil positif yang ditunjukkan dengan perubahan warna menjadi kecoklatan. Untuk senyawa tanin diperoleh hasil positif yang ditunjukkan dengan perubahan warna menjadi biru tua.

Selanjutnya, uji fitokimia pada bawang putih menunjukkan hasil positif dari metabolik, yaitu alkaloid, fenolik, flavonoid, saponin, senyawa organosulfur seperti allicin, diallyl disulfide (DADS), diallyl trisulfide (DATS), tanin, dan terpenoid. Senyawa-senyawa ini berperan sebagai antimikroba, antifungi, serta memiliki efek pengusir terhadap serangga tertentu, seperti kutu daun dan ulat penggerek daun (Azmat *et al.*, 2023; Bayan *et al.*, 2014). Limbah kulit bawang putih bernilai tinggi untuk diformulasikan menjadi biosida. Hanya steroid yang menunjukkan hasil negatif.

Proses pengujian hama sasaran (*S.litura*) dilakukan dengan penyemprotan dua kali, yaitu pagi (08.00-09.00) dan siang (16.00-17.00). Berdasarkan hasil penelitian, jumlah *S.litura* yang hinggap pada kontrol memiliki rata-rata tertinggi, dengan perlakuan kontrol tidak mengeluarkan aroma menyengat dari uap biosida. Sementara itu, pada perlakuan *A. sativum*, jenis *S.litura* tetap hinggap (hampir sama banyaknya dengan kontrol). Sementara itu, perlakuan biosida *C. papaya* yang digunakan berpengaruh dimana *S. litura* tidak tinggal di daun padi. Kandungan aktif papain sebagai enzim proteolitik tidak disukai sebagai *antifeedant* (penghambat makan), dapat merusak sistem pencernaan serangga herbivora, sedangkan alkaloid dan saponin berperan sebagai racun kontak dan perut terhadap berbagai spesies hama seperti *S.litura* dan *Thrips* sp (Purnamasari *et al.*, 2020; Suryani *et al.*, 2019). Sifat ini memberikan keuntungan dalam pengendalian hama tanpa efek toksik yang merugikan bagi manusia dan hewan peliharaan. Manakala senyawa etalonik dapat membunuh larva *Aedes* sp (Diptera) seperti yang diinfokan dari hasil penelitian Ilham *et al.* (2019). Selanjutnya, aplikasi biosida *C. citratus* dengan kandungan aktif dalam sereh wangi dapat mengusir serangga hama seperti ulat grayak dan juga berfungsi sebagai pestisida nabati alami (Wakhidyah *et al.*, 2024).

Tabel 2 dibawah ini menunjukkan perbandingan jumlah kematian penyemprotan biosida terhadap populasi *S.litura* yang disungkup. Terdapat jumlah yang signifikan pada

perlakuan menggunakan daun papaya (*C.papaya*) dibandingkan menggunakan batang sereh wangi (*C.citrus*) dan bawang putih (*A. sativum*).

Tabel 2. Perbandingan Jumlah Kematian Penyemprotan Biosida terhadap Populasi *S.litura*

Nama tanaman	K1 (10 cc/liter air)	K2 (20 cc/liter air)	K3 (30 cc/liter air)
JP- Daun papaya (<i>C.papaya</i>)	14	22	30
JS-Batang sereh (<i>C. citrus</i>)	6	12	18
JB-Bawang putih (<i>A. sativum</i>)	3	8	10

Aplikasi penyemprotan daun papaya dengan 30 cc/liter air (JPK3) dapat membunuh 30 ekor ulat grayak, *S.litura* yang dikumpulkan dari dua kali pengamatan pagi dan sore hari. Selanjutnya, penyemprotan 30 cc/liter air dari batang sereh (JSK3) dapat membunuh 18 ekor ulat grayak. Manakala, aplikasi bawang putih (JBK3) kurang signifikan yang hanya dapat membunuh ulat grayak sebanyak 10 ekor.

Pada tahap pemasangan 5 warna bola berlem, masing-masing berwarna merah, biru, kuning, hijau dan oranye diperoleh serangga yang melekat terdiri dari 7 ordo, 14 famili, 17 jenis serangga dengan komposisi sebagaimana dideskripsikan pada Tabel 3.

Table 3. Komposisi Serangga Terdeteksi menggunakan Bola Berlem Berwarna

Ordo	Famili	Nama Jenis	BM	BB	BK	BH	BO
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Coccinella septempunctata</i>	-	+	++	+	-
Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Hydrobius</i> sp	-	+	+	+	-
Diptera	Ephydriidae	<i>Hydrellia</i> sp	-	+	+	+	-
Diptera	Muscidae	<i>Atherigon</i> sp	-	+	+	+	-
Hemiptera	Chrysomelidae	<i>Nephotettix virescens</i>	-	+	++	+	-
Hymenoptera	Aphidae	<i>Aphis mellifera</i>	-	-	+	-	-
Hymenoptera	Formicidae	<i>Camponotus</i> sp	-	+	+	+	-
Lepidoptera	Pyalidae	<i>Cnaphalocrosis medinalis</i>	-	+	++	+	-
Lepidoptera	Pyalidae	<i>Sogatella furcifera</i>	-	+	++	+	-
Lepidoptera	Crambidae	<i>Scirpophaga innotata</i>	+	+	++	+	-
Lepidoptera	Nymphulidae	<i>Melanitis leda</i>	-	+	++	+	-
Odonata	Coenagrionidae	<i>Agrocnemis femina</i>	-	+	++	+	-
Odonata	Coenagrionidae	<i>Ischnura senegalensis</i>	-	+	++	+	-
Odonata	Libellulidae	<i>Orthetrum sabina</i>	-	+	++	+	-
Odonata	Libellulidae	<i>Pantala flavescens</i>	-	+	++	+	-
Orthoptera	Gyrllidae	<i>Gryllus</i> sp	-	-	++	+	-
Orthoptera	Tetrigidae	<i>Melanopledes</i> sp	-	-	++	+	-

Data penelitian ini didukung oleh Ikhsan *et al.* (2018) mengidentifikasi sebanyak 8 Ordo padi pasang surut di Kabupaten Indragiri Hilir. Manakala Siregar *et al.* (2021) mengidentifikasi komposisi serangga lebih banyak (8 ordo, 26 famili, 40 spesies serangga) pada pertanaman padi merah di Soporaru, Tapanuli Utara.

Dari pengamatan dan data yang dikumpulkan setelah seminggu dilakukan pemasangan bola berlem berwarna disimpulkan bahwa serangga dari 7 Ordo (Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Odonata dan Orthoptera) dengan 17 spesies menyukai perangkap bola berwarna kuning, namun tidak menyukai perangkap berwarna oranye dan warna merah. Didukung penelitian yang dilakukan oleh Hasibuan (2020) pada tanaman padi Desa Rawang Pasar IV, Kec. Meranti, Kab. Asahan, Sumatera Utara.

KESIMPULAN DAN SARAN

Aplikasi daun papaya, batang serih wangi dan bawang putih sebagai biosida terbukti menjadi solusi potensial dalam mengatasi serangan organisme pengganggu tanaman (OPT), khususnya hama *S.litura* di lahan padi dan pekarangan rumah. Kegiatan pelatihan yang dilakukan terhadap 4 Kelompok Tani (Poktan Agro Lestari-Kebun Kelapa, Poktan KTBS-Desa Teluk, Poktan Bina Karya-Telaga Jernih, dan Poktan Ramor-Serdang Bedagai) menunjukkan adanya kebutuhan peningkatan pengetahuan dan keterampilan petani dalam pengolahan dan aplikasi biosida secara tepat guna.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada Bina Keterampilan Pedesaan Indonesia (BITRA) Indonesia, Ir. H. Soekirman, ibu Berliana S, Bapak Sudarmanto, Bapak Gregorius Saragih, Bapak Syahrudin, Poktan Agro Lestari-Kebun Kelapa, Poktan KTBS-Desa Teluk, Poktan Bina Karya-Telaga Jernih, dan Poktan Ramor-Serdang Bedagai saat pendampingan petani padi organik di Desa Kebun Kelapa, Kec. Secanggang, Kabupaten Langkat, Sumatera Utara.

DAFTAR PUSTAKA

- Arnason, J.T., Sims, S.R., & Scott, I.M. (2012). Natural Products From Plants As Insecticides. *Encycl. Life Support Syst*: 1–8. Available online: <http://www.eolss.net/sample-chapters/c06/e6-151-13.pdf> (accessed on 29 September 2025).
- Azmat, A., Ghani, M. U., Shahid, M., & Khan, I. (2023). Antioxidant And Antimicrobial Activities Of Garlic Skin Extracts: A Bio-Waste With Potential. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology* 46: 102580.
- Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. (2019). Laporan Tahunan Penelitian Pengelolaan Sumberdaya Lahan Untuk Pertanian Berkelanjutan. Kementerian Pertanian RI.

- Bayan, M.A., Al-Yousef, H. M., & Al-Bakheet, S. A. (2014). Garlic (*Allium sativum*): A Review Of Potential Therapeutic Effects. *Avicenna Journal of Phytomedicine* 4(1): 1–14
- Erenso, T.F., & Berhe, D.H. (2016). Effect of Neem Leaf And Seed Powders Against Adult Maize Weevil (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) Mortality. *Agric. Res.* 2: 90–94. [CrossRef]
- Fountain, E.D., & Wratten, S.D. (2013). Conservation Biological Control And Biopesticides In Agricultural. *Encycl. Ecol.* 1: 377–381.
- Haryni, H., Endang Suprpti, R. Soelistijono, & Achmad Fatchul Aziez. (2025). Produksi Pestisida Nabati Kulit Bawang Putih dan Daun Pepaya di Kelompok Tani Pemuda Tangguh. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Ganesha Universitas Tunas Pembangunan*. 801-807. P-ISSN 2774-6313. E-ISSN 2774-6305.
- Hasibuan, S. (2020). Identifikasi Hama Tanaman Padi (*Oryza sativa* L). dengan Menggunakan Perangkap Fluorens dan Perangkap Warna sebagai Teknik Pengendalian Hama Terpadu. *Jurnal Agrium* 23 (1): 8-16
- Ikhsan, Z., Hidrayani Hidrayani, Yaherwandi Yaherwandi, Hasmiandy Hamid. (2020). Keanekaragaman dan Dominansi Gulma pada Ekosistem Padi di Lahan Pasang Surut Kabupaten Indragiri Hilir. *Jurnal Agroteknologi Agrovigor* 13(2):117–123
- Ilham, R., Lelo, A., Harahap, U., Widyawati, T., & Siahaan, L. (2019). The effectivity of Ethanolic Extract From Papaya Leaves (*Carica papaya* L.) as an Alternative Larvacide to *Aedes* spp. Open Access *Macedonian Journal of Medical Sciences* 7(20):3395–3399. DOI: <https://doi.org/10.3889/oamjms.2019.432>.
- Jawalkar, N., Zambare, S., & Zanke, S. (2016). Insecticidal Property of *Datura stramonium* L. Seed Extracts Against *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) in Stored Wheat Grains. *J. Entomol. Zool. Stud.* 4: 92–96.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2020). Strategi Ketahanan Pangan Nasional Berbasis Lingkungan. Jakarta: Direktorat Jenderal Tanaman Pangan.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2021). Petunjuk Teknis Pekarangan Pangan Lestari (P2L). Direktorat Jenderal Hortikultura.
- Kumar, S. (2012). Biopesticides: A Need for Food and Environmental Safety. *J. Biofertil. Biopestici.* 3: e107.
- Nkechi, E.F., Ejike, O.G., Ihuoma, N.J., Maria-Goretti, O.C., Francis, U., Godwin, N., & Njokuocha, R. (2018). Effects of Aqueous and Oil Leaf Extracts of *Pterocarpus santalinoides* on the Maize Weevil, *Sitophilus zeamais*, Pest of Stored Maize Grains. *Afr. J. Agric. Res.* 13: 617–626.
- Purnamasari, D., Pramudito, T. E., & Rahmadani, D. (2020). Aktivitas Larvasida Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya*) Terhadap *Spodoptera litura*. *Jurnal Agrotek Indonesia* 8(2): 122–130.
- Shabana, Y.M., Abdalla, M.E., Shahin, A.A., El-Sawy, M.M., Draz, I.S., & Youssif, A.W. (2017). Efficacy Of Plant Extracts In Controlling Wheat Leaf Rust Disease Caused by *Puccinia triticina*. *Egypt. J. Basic Appl. Sci.* 1: 67–73.

- Siregar, Ameilia Zuliyanti, Tulus, Kemala Sari Lubis. (2024). Penggunaan Pestisida Nabati Mengendalikan Hamahama Padi Merah (*Oryza nivara* L.) Di Dusun Soporaru, Tapanuli Utara, Sumatera Utara. *Jurnal Agrifor* XX (1): 91-104.
- Supriyadi, B., & Prasetya, D. (2020). Pemanfaatan Tanaman Pekarangan Sebagai Sumber Bahan Aktif Pestisida Nabati. *Jurnal Agroforestri Indonesia* 4(2): 61–68
- Suryani, N., Adiwinata, A., & Lestari, T. (2019). Efektivitas Ekstrak Daun Pepaya Terhadap *Thrips* Pada Tanaman Cabai. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 24(3): 137–143.
- Uge, Emerensiana, Eriyanto Yusnawan, Yuliantoro Baliadi. (2021). Pengendalian Ramah Lingkungan Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura* Fabricius) pada Tanaman Kedelai. *Buletin Palawija* 19 (1): 64-79.
- Wakhidya, S.A., Fatchur Rohman, Frida Kunti Setiowati, & Sarah Abdul Razak. (2024). Effectiveness of A Combination of Kitolod Leaves (*Laurentia longiflora*), Papaya Leaves (*Carica papaya*), and Lemongrass (*Cymbopogon citratus*) as Candidates for Biocides on Bactrocera Pests in *Citrus sinensis* Plants. *Jurnal Riset Biologi dan Aplikasinya* 6 (2): 82-89.
- Widiyastuti, E., & Arifin, M. (2020). Pelatihan Pembuatan Pestisida Nabati Sebagai Alternatif Pengendalian Hama. *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat Pertanian* 2(1): 14–20.

Pertumbuhan Tanaman Kedelai melalui Pengendalian Gulma menggunakan Beberapa Dosis Herbisida Flumioxazin

Anuar Ramut^{1*}, Leonardo D. Sihombing²

¹Dosen Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Gunung Leuser

²Mahasiswa Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Gunung Leuser

Email: anuarramut@gmail.com

Abstrak

Dampak negatif akibat gulma pada tanaman kedelai dapat dicegah dan dikurangi melalui penggunaan herbisida pra tumbuh berbahan aktif flumioxazin. Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan dosis herbisida flumioxazin dalam mengendalikan gulma serta meningkatkan pertumbuhan tanaman kedelai. Penelitian ini dilakukan di Desa Lawe Tua Gabungan, Kecamatan Lawe Sigala-gala, Kabupaten Aceh Tenggara, Provinsi Aceh. Penelitian ini berlangsung pada bulan Mei sampai dengan Agustus 2025. Rancangan penelitian digunakan merupakan Rancangan Acak Kelompok Non Faktorial, adapun taraf faktor diteliti yaitu dosis herbisida flumioxazin: D0 tanpa pengendalian/kontrol negatif; D1 300; D2 500; D3 700; D4 900; D5 1100 g b.a ha⁻¹; D6 pengendalian manual secara terus menerus/kontrol positif/bebas gulma, serta di ulang sebanyak 4 kali. Persiapan lahan berupa pembersihan dan pembuatan plot sebanyak 28 dengan ukuran 2,5 m x 2,5 m, aplikasi herbisida flumioxazin dilakukan pada 1 HST, dosis digunakan sesuai perlakuan dengan kebutuhan air 300 L ha⁻¹. Parameter yang diamati berupa tinggi tanaman, jumlah daun serta bobot basah tanaman. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa dosis herbisida flumioxazin meracuni tanaman kedelai, menurunkan pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun serta bobot basah tanaman. Pemulihan pertumbuhan tinggi, jumlah daun serta bobot basah tanaman kedelai akibat keracunan dosis herbisida flumioxazin 300 – 500 g b.a ha⁻¹ pada minggu ke 3 dan 4.

Kata kunci: Fisiologis, Fotosintetis, Keracunan, Metabolisme, Pemulihan

Abstract

Negative impacts caused by weeds in soybean crops can be prevented and reduced through the use of pre-emergence herbicides containing the active ingredient flumioxazin. The objective of this study was to determine the appropriate dosage of flumioxazin herbicide for effective weed control and to enhance soybean growth. The research was conducted in Lawe Tua Gabungan Village, Lawe Sigala-gala Subdistrict, Aceh Tenggara District, Aceh Province, from May to August 2025. The experimental design used was a Non-Factorial Randomized Block Design (RBD), with the following flumioxazin herbicide dosage treatments: D0 = no weed control/negative control; D1 = 300; D2 = 500; D3 = 700; D4 = 900; D5 = 1100 g a.i ha⁻¹; and D6 = continuous manual weeding/positive control/weed-free, each replicated four times. Land preparation included clearing and setting up 28 plots measuring 2.5 m × 2.5 m. Flumioxazin herbicide was applied at 1 day after planting (DAP) according to the treatment, using 300 L ha⁻¹ of water. Observed parameters included plant height, number of leaves, and fresh weight of soybean plants. The results showed that the flumioxazin herbicide dosages caused phytotoxicity in soybean plants, reducing plant height, leaf number, and fresh weight. Recovery of plant height, leaf number, and fresh weight from flumioxazin herbicide toxicity at doses of 300–500 g a.i ha⁻¹ occurred during the third and fourth weeks after application.

Keywords: Metabolism, Photosynthetic, Physiological, Recovery, Toxicity

PENDAHULUAN

Kedelai (*Glycine max L. Merril*) merupakan salah satu komoditas pangan penting di Indonesia yang memiliki nilai strategis sebagai sumber utama protein nabati dan bahan baku industri. Tingginya permintaan kedelai, baik untuk konsumsi langsung maupun olahan, belum diimbangi dengan produksi yang memadai. Rendahnya hasil produksi kedelai di Indonesia sering disebabkan oleh berbagai faktor yaitu penurunan kuantitas dan kualitas lahan, kekurangan unsur hara, kekeringan dan kondisi lingkungan yang tidak optimal seperti persaingan dengan gulma, merupakan salah satu indikator yang sangat penting dalam proses budidaya tanaman kedelai (Harsono *et al.*, 2022; Maftu'ah *et al.*, 2023; Ramut *et al.*, 2023, 2025). Meskipun pengaruh yang disebabkan oleh gulma tidak secara langsung terlihat dan relatif berjalan lambat. Namun secara keseluruhan kerugian yang diciptakan sangat besar karena untuk mencukupi kebutuhan hara tanaman, sinar matahari, air, ruang tumbuh dan udara, gulma dapat berkompetisi terhadap tanaman kedelai. Kompetisi ini merupakan salah satu faktor biotik utama yang menurunkan hasil panen, di mana gulma sering kali lebih responsif terhadap ketersediaan unsur hara dan dapat tumbuh lebih cepat atau lebih tinggi dibandingkan tanaman kedelai, sehingga mengurangi akses tanaman terhadap sumber daya penting (Little *et al.*, 2021; Ramut *et al.*, 2024). Ditambahkan oleh bahwa (Ramesh *et al.*, 2017; Storkey *et al.*, 2021) gulma dapat menyebabkan penurunan hasil panen secara signifikan, bahkan pada tingkat infestasi yang rendah, dan kerugian ini dapat meningkat seiring dengan tingginya kepadatan gulma dan waktu kemunculannya yang bersamaan atau lebih awal dari tanaman

Dampak negatif akibat gulma pada tanaman kedelai dapat dicegah dan dikurangi melalui penggunaan herbisida pra tumbuh berbahan aktif flumioxazin. Herbisida flumioxazin dapat diaplikasikan secara pra tumbuh maupun pasca tumbuh, dengan kemampuan menekan gulma rerumputan tahunan, daun lebar, dan teki secara efisien, serta memberikan efek residual pengendalian gulma minimal 30 hari setelah aplikasi (Gazola *et al.*, 2021; Ferrier *et al.*, 2022b; Mita & Mendes, 2024; Silva *et al.*, 2024). Penggunaan herbisida flumioxazin baik secara tunggal maupun dikombinasikan dengan herbisida lain mampu mengendalikan gulma *Amaranthus* spp hingga 90–99% tanpa menimbulkan penurunan hasil tanaman kedelai, asalkan dosis dan waktu aplikasi tepat (Aicklen *et al.*, 2022; Ferrier *et al.*, 2022a; Cardoso *et al.*, 2024; Symington *et al.*, 2024). Kemudian ditambahkan juga bahwa cara kerja herbisida ini bersifat kontak dan sangat efektif serta aman bagi tanaman kedelai jika digunakan sesuai rekomendasi, meskipun pada dosis tinggi

atau kombinasi tertentu dapat menyebabkan fitotoksisitas ringan yang bersifat sementara (Ferrier *et al.*, 2022b, 2022a; Gazola *et al.*, 2021; Salomão *et al.*, 2021). Efektivitas flumioxazin juga tidak dipengaruhi oleh keberadaan tanaman penutup atau sisa tanaman, sehingga fleksibel untuk berbagai sistem budidaya (Mita & Mendes, 2024). Sehingga herbisida flumioxazin merupakan salah satu solusi utama dalam pengelolaan gulma pada kedelai untuk meminimalkan kerugian ekonomi akibat persaingan sumber daya antara gulma dan tanaman kedelai. Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan dosis herbisida flumioxazin dalam mengendalikan gulma serta meningkatkan pertumbuhan tanaman kedelai.

METODE

Penelitian ini dilakukan di Desa Lawe Tua Gabungan, Kecamatan Lawe Sigalagala, Kabupaten Aceh Tenggara, Provinsi Aceh. Penelitian ini berlangsung pada bulan Mei sampai dengan Juli 2025. Alat yang digunakan dalam penelitian berupa: cangkul, parang, meteran, tali rafia, *sprayer* solo, kamera digital, papan nama, timbangan digital. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa: benih kedelai serta herbisida berbahan aktif flumioxazin. Rancangan penelitian digunakan merupakan Rancangan Acak Kelompok Non Faktorial, adapun taraf faktor diteliti yaitu dosis herbisida flumioxazin: D0 (tanpa pengendalian/kontrol negatif); D1 (300 g b.a ha⁻¹); D2 (500 g b.a ha⁻¹); D3 (700 g b.a ha⁻¹); D4 (900 g b.a ha⁻¹); D5 (1100 g b.a ha⁻¹); D6 (pengendalian manual secara terus menerus/kontrol positif/bebas gulma), serta di ulang sebanyak 4 kali. Persiapan lahan berupa pembersihan dan pembuatan plot sebanyak 28 dengan ukuran 2,5 m x 2,5 m, serta dilanjutkan penanaman benih kedelai dilakukan dengan cara memasukkan benih ke dalam lubang penanaman sebanyak 2 benih pada jarak tanam 30 x 30 cm. Aplikasi herbisida flumioxazin dilakukan pada 1 HST, dosis digunakan sesuai perlakuan dengan kebutuhan air 300 L ha⁻¹. Pemberian pupuk dilakukan bertahap yaitu pada saat tanam dan 30 HST, urea diberikan setengah bagian pada saat tanam serta keseluruhan SP36 dan KCl, setengah bagian lagi pada saat 30 HST. Dosis pupuk urea yang digunakan sebanyak 70 kg ha⁻¹ = 43,75 g plot⁻¹, SP36 80 kg ha⁻¹ = 50 g plot⁻¹ dan KCl 90 kg ha⁻¹ = 56,25 g plot⁻¹. Parameter yang diamati berupa tinggi tanaman, jumlah daun serta bobot basah tanaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keadaan Umum di Lapangan

Kondisi cuaca saat berlangsungnya penelitian/pada akhir Mei sampai awal Juni 2025 yaitu berawan, hujan ringan, dan suhu berkisar antara 24 – 34°C (AccuWeather, 2025) di dataran rendah, sedangkan di dataran tinggi di Aceh berkisar antara 16 – 28°C. Hujan ringan dan kelembapan membantu suplai air tanah sehingga lahan tidak terlalu kering, namun fluktuasi suhu cukup tinggi menjadi tantangan bagi pertumbuhan optimal kedelai. Prakiraan curah hujan pada Juni sebagian Aceh di bawah 100 mm/bulan (kategori rendah-menengah), termasuk lokasi penelitian Kecamatan Lawe Sigala gala Kabupaten Aceh Tenggara. Kedelai membutuhkan suhu rata-rata ideal sekitar 20–30°C untuk pertumbuhan optimal. Apabila suhu tinggi >30°C dapat memperlambat pertumbuhan, sedangkan suhu rendah memperlambat aktivitas metabolisme tanaman. Ketersediaan air tanah yang tidak tercukupi karena tofografi tanah landai dan jenis tanah *colluvial entisol* serta curah hujan ringan sehingga kelembapan tanah rendah (*United States Departement Agriculture*, 2022). Jika suhu siang hari tinggi dan kelembapan menurun, meningkatkan efektivitas herbisida flumioxazin dalam mengendalikan gulma, serta berdampak fitotoksitas/menurunnya pertumbuhan kedelai akibat keracunan.

Tinggi Tanaman

Tabel 1. Tinggi Tanaman Kedelai pada 1, 2, 3 dan 4 MST Akibat Pengendalian Gulma dengan Beberapa Dosis Herbisida Flumioxazin

Dosis Herbisida Flumioxazin g b.a ha ⁻¹	Tinggi Tanaman (cm)			
	1	2	3	4
Tanpa Pengendalian	9.05b	10.35d	21.71c	36.00d
300	6.35a	7.57b	21.09c	35.04cd
500	6.07a	8.77c	20.32c	31.53c
700	5.55a	b7.25b	16.97b	28.07b
900	6.62a	b6.99ab	15.67b	27.11b
1100	6.66a	5.89a	12.24a	23.57a
Bebas Gulma	7.96b	10.78d	21.54c	34.79cd

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Duncan taraf 5%

Tabel 1 memperlihatkan bahwa dosis herbisida dapat menurunkan tinggi tanaman kedelai. Tanaman kedelai mengalami keracunan akibat dosis herbisida flumioxazin, selanjutnya terlihat juga semakin ditinggi dosis herbisida semakin menurunkan pertumbuhan tinggi tanaman. Namun terlihat juga bahwa pada dosis rendah 300 – 500 g b.a ha⁻¹ pada minggu ke-3 dan 4, pertumbuhan tinggi tanaman kedelai mulai stabil setara

dengan kontrol. Dapat dijelaskan bahwa tanaman kedelai mengalami keracunan molekul herbisida flumioxazin pada saat aplikasi, keracunan tersebut dapat pulih yang membutuhkan waktu 2 minggu setelah aplikasi, sehingga pada minggu ke-3 terlihat tinggi tanaman kedelai setara kontrol. Sejalan dengan pernyataan (Ramut *et al.*, 2020; Carriquiry *et al.*, 2024) bahwa ada penurunan pertumbuhan awal minggu setelah aplikasi herbisida, namun kerusakan ini bersifat sementara dan dapat pulih apabila dosis yang digunakan lebih rendah lagi, maka proses pemulihan dan adaptasi fisiologis lebih cepat aktif. Kemampuan adaptasi fisiologis melalui peningkatan aktivitas enzim dan pemulihan proses fotosintesis, selanjutnya proses metabolisme kembali normal sehingga pertumbuhan tinggi tanaman pada 3 – 4 MST stabil dan setara dengan kontrol negatif maupun kontrol positif. Hal ini juga menunjukkan bahwa pada dosis tersebut, kedelai mampu melakukan detoksifikasi internal dan melanjutkan pertumbuhan secara optimal meskipun terpapar herbisida pra-tumbuh, oleh sebab itu efektivitas penggunaan herbisida sangat ditentukan oleh dosis yang diberikan, sehingga pemberian dosis harus tepat.

Jumlah Daun

Tabel 2. Jumlah Daun Tanaman Kedelai pada 1, 2, 3 dan 4 MST Akibat Pengendalian Gulma dengan Beberapa Dosis Herbisida Flumioxazin

Dosis Herbisida Flumioxazin g b.a ha ⁻¹	Jumlah Daun			
	1	2	3	4
Tanpa Pengendalian	5.34c	10.93d	22.00c	51.75e
300	4.21ab	7.71abc	21.44c	46.00d
500	3.99ab	8.10bc	20.88c	33.42c
700	3.29a	5.29a	16.63b	32.06c
900	3.48a	9.50cd	12.63a	26.54b
1100	3.88a	6.46ab	16.00ab	20.58a
Bebas Gulma	4.89bc	10.88d	24.00c	48.27de

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Duncan taraf 5%

Tabel 2 memperlihatkan bahwa dosis herbisida dapat menurunkan jumlah daun tanaman kedelai. Keracunan akibat aplikasi dosis herbisida flumioxazin sehingga menurunkan tinggi tanaman kedelai (Tabel 1) juga berdampak pada penurunan jumlah daun. Dampak yang terlihat pada penurunan jumlah daun karena terganggunya proses diferensiasi jaringan meristem dan efisiensi fotosintesis. Namun pada dosis 300 – 500 g b.a ha⁻¹, kedelai mampu melakukan pemulihan fisiologis melalui peningkatan aktivitas antioksidan dan perbaikan struktur kloroplas. Beberapa peneliti (Sinogovskaya & Dushko, 2021; Begović *et al.*, 2023) memperlihatkan bahwa pemulihan fisiologis akibat keracunan

herbisida dimulai dari peningkatan aktivitas enzim antioksidan dan perbaikan struktur kloroplas, sehingga fungsi metabolisme dan fotosintesis kembali normal. Dapat dijelaskan bahwa aktivitas enzim antioksidan seperti peroksidase dan katalase dapat mempercepat pemulihan jaringan tanaman, termasuk daun. Kemudian ditambahkan lagi kondisi lingkungan yang panas sehingga mortalitas keracunan meningkat signifikan, hal ini juga dikonfirmasi bahwa pengamatan di lapangan juga jelas terlihat efek visual pada tanaman yang terkena dosis herbisida flumioxazin lebih tinggi, terlihat lebih segera layu serta berubah warna tampak seperti terbakar dan diikuti kematian. Pemulihan fungsi metabolisme dan fotosintesis menyebabkan pembentukan daun baru meningkat pada 3 – 4 MST, sehingga jumlah daun menjadi setara dengan kontrol negatif maupun kontrol positif. Hal ini menunjukkan bahwa pada dosis relatif rendah, tanaman kedelai memiliki kemampuan adaptif untuk menstabilkan pertumbuhan vegetatif meskipun sempat terpapar stres herbisida pra-tumbuh.

Bobot Basah Tanaman

Tabel 3. Bobot Basah Tanaman Kedelai pada 1, 2, 3 dan 4 MST. Akibat Pengendalian Gulma dengan Beberapa Dosis Herbisida Flumioxazin

Dosis Herbisida Flumioxazin g b.a ha ⁻¹	Bobot Basah Tanaman (g)			
	1	2	3	4
Tanpa Pengendalian	1.49c	8.74b	14.95c	32.86d
300	1.08ab	5.48a	11.84abc	37.31e
500	1.09ab	5.43a	11.97bc	27.82c
700	0.88a	4.81a	10.49abc	23.23b
900	1.02a	3.77a	7.11a	15.67a
1100	0.93a	4.01a	7.38ab	14.58a
Bebas Gulma	1.25b	9.63b	16.95c	28.98c

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Duncan taraf 5%

Tabel 3 memperlihatkan bahwa dosis herbisida flumioxazin dapat menurunkan bobot basah tanaman kedelai. Hal ini tercermin dari penurunan bobot basah tanaman pada umur 1, 2, 3 dan 4 MST. akibat menurunnya laju fotosintesis dan aktivitas metabolisme. Pada dosis 300 g b.a ha⁻¹ tanaman kedelai menunjukkan kemampuan pemulihan melalui peningkatan efisiensi fotosintesis dan akumulasi asimilat pada 3 MST, sehingga bobot basah tanaman kembali stabil seperti kontrol negatif maupun positif. Bahkan pada 4 MST terjadi peningkatan bobot basah melebihi kontrol, menandakan bahwa tanaman mampu memanfaatkan energi fotosintesis secara optimal setelah masa stres awal. Kondisi ini

menunjukkan bahwa dosis rendah hampir terlihat toleransi fisiologis kedelai, sehingga perlahan beradaptasi dan meningkatkan pertumbuhan biomassa secara progresif.

(Priess *et al.*, 2020; Coradin *et al.*, 2023) (Júnior *et al.*, 2025) menyatakan bahwa penurunan bobot basah tanaman kedelai pada 1–2 minggu setelah aplikasi memang umum terjadi akibat menurunnya laju fotosintesis dan aktivitas metabolisme, yang mencerminkan respons awal terhadap stres herbisida. Ditambahkan bahwa kondisi cuaca yang relatif kering dengan intensitas cahaya matahari tinggi mempercepat aktivasi senyawa herbisida pra-tumbuh dalam menekan pertumbuhan jaringan dan organ daun (Tabel 2), sehingga daun gagal melakukan fotosintesis secara normal. Akibatnya terganggunya proses pertumbuhan awal dimulai saat perkecambahan. Intensitas kerusakan jaringan meningkat, menghambat pembentukan daun baru dan mengurangi biomassa tajuk tanaman kedelai. Kondisi suhu dan kelembapan tanah pada periode tersebut juga mendukung degradasi jaringan pertumbuhan tanaman, sehingga memperkecil ukuran bobot basah tanaman kedelai

KESIMPULAN DAN SARAN

Dosis herbisida flumioxazin meracuni tanaman kedelai, menurunkan pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun serta bobot basah tanaman. Pemulihan pertumbuhan tinggi, jumlah daun serta bobot basah tanaman kedelai akibat dosis herbisida flumioxazin 300 – 500 g b.a ha⁻¹ pada minggu ke-3 dan 4.

DAFTAR PUSTAKA

- AccuWeather. (2025). *Cuaca Bulanan di Lawe Tua Gab, Aceh, Indonesia*. <https://www.accuweather.com/id/id/lawe-tua-gab/3432118/may-weather/3432118>
- Aicklen, I. K., Soltani, N., Tardif, F. J., Robinson, D. E., Laforest, M., & Sikkema, P. H. (2022). Control of Multiple-Herbicide-Resistant Green Pigweed (*Amaranthus powellii*) with Preemergence and Postemergence Herbicides in Ontario Soybean Production. *Agronomy*, 12(9), 2075. <https://doi.org/10.3390/agronomy12092075>
- Begović, L., Jurišić, N., Šrajer Gajdošik, M., Mikuška, A., & Mlinarić, S. (2023). Photosynthetic Efficiency and Antioxidative Response of Soybean Exposed to Selective Herbicides: A Field Study. *Agriculture*, 13(7), 1385. <https://doi.org/10.3390/agriculture13071385>
- Cardoso, F. C., Schelter, M. L., Jastrombek, J. M., Silva, L. M. D. C., Ambrasson, A. G., Guerra, N., & Oliveira Neto, A. M. D. (2024). Soybean grown in lowland rice areas to reduce weed infestation. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 28(8), e275510. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v28n8e275510>

- Carriquiry, Ig. ., Silva, V., Raevel, F., Harkes, P., Osman, R., Bentancur, O., Fernandez, G., & Geissen, V. (2024). Effects of mixtures of herbicides on nutrient cycling and plant support considering current agriculture practices. *Chemosphere*, 349, 140925. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.140925>
- Coradin, J., Braga Pereira Braz, G., De Oliveira Procópio, S., Guerra Da Silva, A., Sales Vian, G., Leão Lima Chavaglia, P. V., Rodrigues Goulart, M. A., & De Freitas Souza, M. (2023). Selectivity of latifolicides associated with glyphosate applied in post-emergence on soybean cultivars. *Revista de La Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo*, 55(1), 86–97. <https://doi.org/10.48162/rev.39.098>
- Ferrier, J., Soltani, N., Hooker, D. C., Robinson, D. E., & Sikkema, P. H. (2022a). Biologically effective dose of flumioxazin and pyroxasulfone for control of multiple herbicide-resistant waterhemp (*Amaranthus tuberculatus*) in soybean. *Weed Science*, 70(2), 243–248. <https://doi.org/10.1017/wsc.2022.3>
- Ferrier, J., Soltani, N., Hooker, D. C., Robinson, D. E., & Sikkema, P. H. (2022b). The interaction of pyroxasulfone and flumioxazin applied preemergence for the control of multiple-herbicide-resistant waterhemp (*Amaranthus tuberculatus*) in soybean. *Weed Technology*, 36(2), 318–323. <https://doi.org/10.1017/wet.2022.11>
- Gazola, T., Gomes, D. M., Belapart, D., Dias, M. F., Carbonari, C. A., & Velini, E. D. (2021). Selectivity and residual weed control of pre-emergent herbicides in soybean crop. *Revista Ceres*, 68, 219–229. <https://doi.org/10.1590/0034-737X202168030008>
- Harsono, A., Harnowo, D., Ginting, E., & Adi Anggraeni Elisabeth, D. (2022). Soybean in Indonesia: Current Status, Challenges and Opportunities to Achieve Self-Sufficiency. In J. C. Jimenez-Lopez & A. Clemente (Eds.), *Legumes Research—Volume 1*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.101264>
- Júnior, C. Z. J., Cerutti, P. H., Carbonari, L. T. D. S., Barbosa, I. J., Santos, M. D., Coimbra, J. L. M., Oliveira Neto, A. M. D., & Guidolin, A. F. (2025). Differential tolerance of bean genotypes to the herbicides fomesafen, imazamox and S-metolachlor. *Ciência Rural*, 55(9), e20240530. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20240530>
- Little, N. G., DiTommaso, A., Westbrook, A. S., Ketterings, Q. M., & Mohler, C. L. (2021). Effects of fertility amendments on weed growth and weed–crop competition: A review. *Weed Science*, 69(2), 132–146. <https://doi.org/10.1017/wsc.2021.1>
- Maftu'ah, E., Susilawati, A., Lestari, Y., Karolinoerita, V., Mukhlis, M., & Sulaeman, Y. (2023). Application of bio and NPK fertilizer to improve yield soybean and acid sulfate soil properties in Indonesia. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 83(1), 52–62. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392023000100052>
- Mita, M. R., & Mendes, K. F. (2024). Pre-emergence herbicides mixture in soybeans: *Amaranthus hybridus* control and crop selectivity on cover crops soil. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 59(8), 497–506. <https://doi.org/10.1080/03601234.2024.2372920>

- Priess, G. L., Norsworthy, J. K., Roberts, T. L., & Spurlock, T. N. (2020). Flumioxazin effects on soybean canopy formation and soil-borne pathogen presence. *Weed Technology*, 34(5), 711–717. <https://doi.org/10.1017/wet.2020.43>
- Ramesh, K., Rao, A. N., & Chauhan, B. S. (2017). Role of crop competition in managing weeds in rice, wheat, and maize in India: A review. *Crop Protection*, 95, 14–21. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.07.008>
- Ramut, A., Harta, R. Y., Pani, M., & Maida, M. (2025). Variasi dosis mulsa organik akasia dan kirinyuh dalam mengendalikan gulma pada tanaman kedelai: Studi karakteristik pertumbuhan gulma. *Jurnal Pertanian Agros*, 27(1), 47–54. <https://doi.org/10.37159/jpa.v27i1.42>
- Ramut, A., Hasanuddin, & Hafsa, S. (2020). The Growth of Soybean Plant Due To the Application of Various Dosages of Oxyfluorfen and Pendimethalin Herbicide. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)*, 13(12), 34–37. <https://doi.org/10.9790/2380-1312033437>
- Ramut, A., Untari, Y., Pani, M., & Abdi, Z. (2024). Karakteristik gulma akibat variasi dosis herbisida oxyfluorfen di pertanaman kedelai. *Jurnal Pertanian Agros*, 26(4), 1716–1721. <https://e-journal.janabadra.ac.id/index.php/JA/article/view/4836>
- Ramut, A., Untari, Y., Sitinjak, L., Sumoharjo, D., & Nasrullah, N. (2023). Karakteristik hasil tanaman kedelai akibat variasi dosis herbisida oxyfluorfen. *Agrosustain*, 1(2), 45–49. <https://doi.org/10.54367/agrosustain.v1i2.2718>
- Salomão, H. M., Trezzi, M. M., Viece, M., Pagnoncelli Junior, F. D. B., Patel, F., Damo, L., & Frizzon, G. (2021). Weed management with pre-emergent herbicides in soybean crops. *Communications in Plant Sciences*, 11(2021). <https://doi.org/10.26814/cps2021008>
- Silva, P. V. D., Silva De Medeiros, E., Ferrari Schedenfeldt, B., Cristina Bicalho Medeiros, C., Mauad, M., Cesar Munaro, F., Antônio Vougado Salmazo, P., De Carvalho Dias, R., Andrea Monquero, P., & Yuji Shirota, L. (2024). Efficacy of weed control and selectivity in soybean in the application of preemergent herbicides and their carryover in sorghum and maize. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 59(12), 792–802. <https://doi.org/10.1080/03601234.2024.2432167>
- Sinegovskaya, V., & Dushko, O. (2021). Role of enzyme activity in increasing soybean plants' resistance to herbicides. *E3S Web of Conferences*, 254, 02007. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125402007>
- Storkey, J., Mead, A., Addy, J., & MacDonald, A. J. (2021). Agricultural intensification and climate change have increased the threat from weeds. *Global Change Biology*, 27(11), 2416–2425. <https://doi.org/10.1111/gcb.15585>
- Symington, H. E., Soltani, N., Kaastra, A. C., Hooker, D. C., Robinson, D. E., & Sikkema, P. H. (2024). Control of multiple-herbicide-resistant waterhemp with acetochlor-based herbicide mixtures in soybean. *Weed Technology*, 38, e32. <https://doi.org/10.1017/wet.2024.14>

Prosiding Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian
Manokwari, 11 November 2025
e ISSN : 2774-1982
DOI: <https://doi.org/10.47687/snppvp.v6i1.1836>

United States Departement Agriculture. (2022). *Keys to Soil Taxonomy | Natural Resources Conservation Service*. <https://www.nrcs.usda.gov/resources/guides-and-instructions/keys-to-soil-taxonomy>

Efektivitas Persentase Campuran Dosis Herbisida Flumioxazin dan Oxyfluorfen terhadap Pertumbuhan Gulma di Tanaman Padi Gogo

Anuar Ramut^{1*}, Khairil Anwar²

¹Dosen Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Gunung Leuser

²Mahasiswa Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Gunung Leuser

Email: anuarramut@gmail.com

Abstrak

Campuran herbisida flumioxazin dan oxyfluorfen diharapkan memperluas spektrum pengendalian gulma dan memperpanjang daya kendali. Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan persentase campuran herbisida flumioxazin dan oxyfluorfen yang tepat terhadap pertumbuhan gulma di tanaman padi gogo. Penelitian ini dilakukan di Desa Lawe Sagu Hulu, Kecamatan Lawe Bulan, Kabupaten Aceh Tenggara, Provinsi Aceh. Penelitian ini berlangsung pada bulan Juli sampai Agustus 2025. Rancangan penelitian digunakan merupakan Rancangan Acak Kelompok Non Faktorial, adapun taraf faktor diteliti yaitu persentase campuran dosis herbisida Flumioxazin + Oxyfluorfen 400 g b.a ha⁻¹: D0 (0 + 0); D1 (100 + 0); D2 (0 + 100); D3 (50 + 50); D4 (60 + 40); D5 (40 + 60); D6 (70 + 30); D7 (30 + 70), serta di ulang sebanyak 3 kali. Persiapan lahan berupa pembersihan dan pembuatan plot sebanyak 24 dengan ukuran 2 m x 2 m, serta dilanjutkan penanaman benih padi gogo dilakukan dengan cara memasukkan benih ke dalam lubang penanaman sebanyak 5 benih pada jarak tanam 30 x 30 cm. Aplikasi herbisida flumioxazin + oxyfluorfen dilakukan pada 1 HST, dosis digunakan sesuai perlakuan dengan kebutuhan air 300 L ha⁻¹. Parameter yang diamati persentase pengendalian, penutupan, bobot basah, jumlah spesies dan populasi gulma. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa dosis herbisida flumioxazin + oxyfluorfen dapat meningkatkan persentase pengendalian dan menurunkan penutupan gulma. Campuran dosis herbisida 50 + 50 dapat menurunkan bobot basah gulma 21 dan 28 HST.

Kata kunci: Cadangan biji, Degradasi, Dormansi, Efektivitas, Mikroorganisme tanah

Abstract

*The combination of flumioxazin and oxyfluorfen herbicides is expected to broaden the spectrum of weed control and extend the duration of effectiveness. This study aimed to determine the appropriate proportion of flumioxazin and oxyfluorfen herbicide mixtures for controlling weed growth in upland rice (*Oryza sativa* L.). The experiment was conducted in Lawe Sagu Hulu Village, Lawe Bulan District, Aceh Tenggara Regency, Aceh Province, from July to August 2025. The research employed a Non-Factorial Randomized Block Design (RBD) with a single factor, namely the percentage combination of flumioxazin + oxyfluorfen herbicides at a total rate of 400 g a.i ha⁻¹, consisting of the following treatments: D0 (0 + 0), D1 (100 + 0), D2 (0 + 100), D3 (50 + 50), D4 (60 + 40), D5 (40 + 60), D6 (70 + 30), and D7 (30 + 70), each replicated three times. Land preparation involved clearing and establishing 24 plots (2 m × 2 m each). Upland rice seeds were sown by placing five seeds per planting hole at a spacing of 30 × 30 cm. The herbicide mixtures were applied at 1 day after sowing (DAS) using a spray volume of 300 L ha⁻¹ according to the treatment. The observed parameters included weed control percentage, ground cover percentage, fresh weight, number of weed species, and weed population. The results indicated that the flumioxazin + oxyfluorfen mixtures increased weed control efficacy and reduced weed cover. The 50 + 50 combination treatment was found to be the most effective, reducing weed fresh weight at 21 and 28 DAS.*

Keywords: Degradation, Dormancy, Effectiveness, Seed bank, Soil microorganisms

PENDAHULUAN

Persaingan tanaman padi gogo dengan gulma dalam mendapatkan unsur hara, cahaya, dan air terjadi sejak fase awal pertumbuhan dapat menghambat perkembangan vegetatif tanaman yang pada akhirnya menurunkan hasil panen secara signifikan (Ramut *et al.*, 2025). Untuk mengatasi permasalahan tersebut perlu dilakukan pengendalian gulma yaitu upaya untuk mengelola keberadaan gulma di lahan pertanian agar tidak mengganggu pertumbuhan dan hasil tanaman padi gogo (Sujinah *et al.*, 2022). Flumioxazin dan oxyfluorfen adalah herbisida yang dapat digunakan dalam mengendalikan gulma secara pra tumbuh dan purna tumbuh termasuk rerumputan daun lebar, serta teki.

Penggunaan herbisida flumioxazin secara pra tumbuh mampu menekan dominasi gulma seperti *Cyperus rotundus*, dan *Amaranthus* spp secara signifikan, serta meningkatkan pertumbuhan awal tanaman utama (Donayre *et al.*, 2022). Dosis herbisida flumioxazin efektif dan direkomendasikan oleh (Melo *et al.*, 2019) berkisar antara 9 g b.a ha⁻¹, kemudian apabila dosis di naikan 75 g b.a ha⁻¹ efektif menekan pertumbuhan gulma di lahan kering menurunkan biomassa gulma hingga 80% dan meningkatkan pertumbuhan tanaman utama secara signifikan (Mozhgan Veisi *et al.*, 2024). Selanjutnya lebih tinggi 75 - 100 g b.a ha⁻¹ dosis yang dianjurkan dalam pengendalian gulma padi tergantung pada jenis tanah dan tingkat infestasi gulma (Mahajan & Chauhan, 2022). Herbisida flumioxazin memiliki keunggulan dapat menekan pertumbuhan gulma selama beberapa minggu setelah aplikasi (Novais *et al.*, 2023).

Penelitian (Masilamany *et al.*, 2024) penggunaan herbisida oxyfluorfen secara pra-tumbuh efektif menekan pertumbuhan gulma pada pertanaman padi gogo hingga 70% dibandingkan tanpa herbisida. Hasil penelitian (Sangeetha *et al.*, 2013; Poddar *et al.*, 2014) mengemukakan bahwa aplikasi herbisida oxyfluorfen pada dosis 125 – 400 g b.a ha⁻¹ dapat menurunkan bobot kering gulma, namun belum meningkatkan persentase pengendalian gulma dan hasil tanaman kedelai. Selanjutnya ditambahkan dari beberapa hasil penelitian memperlihatkan bahwa aplikasi herbisida oxyfluorfen pada dosis 500 – 2.000 g b.a ha⁻¹ dapat meningkatkan persentase pengendalian gulma dan menurunkan persentase penutupan gulma (Ramut *et al.*, 2020, 2023, 2024).

Campuran herbisida flumioxazin dan oxyfluorfen diharapkan memperluas spektrum pengendalian gulma dan memperpanjang daya kendali. Beberapa studi menunjukkan bahwa kombinasi ini lebih efektif dibandingkan penggunaan tunggal, campuran flumioxazin dan oxyfluorfen menunjukkan efikasi yang lebih tinggi dalam

menekan pertumbuhan gulma berdaun lebar dan rerumputan pada fase awal pertumbuhan tanaman dibandingkan aplikasi tunggal (Albrecht *et al.*, 2025; Rapado *et al.*, 2025). Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan persentase campuran herbisida flumioxazin dan oxyfluorfen yang tepat terhadap pertumbuhan gulma di tanaman padi gogo.

METODE

Penelitian ini dilakukan di Desa Lawe Sagu Hulu, Kecamatan Lawe Bulan, Kabupaten Aceh Tenggara, Provinsi Aceh. Penelitian ini berlangsung pada bulan Juli sampai Agustus 2025. Alat yang digunakan dalam penelitian berupa: cangkul, parang, meteran, tali rafia, sprayer solo, papan nama, timbangan digital. Bahan yang di gunakan dalam penelitian ini berupa: benih padi gogo lokal Pak-pak Bharat serta herbisida berbahan aktif flumioxazin dan oxyfluorfen. Rancangan penelitian digunakan merupakan Rancangan Acak Kelompok Non Faktorial, adapun taraf faktor diteliti yaitu persentase campuran dosis herbisida Flumioxazin + Oxyfluorfen 400 g b.a ha⁻¹ : D0 (0 + 0); D1 (100 + 0); D2 (0 + 100); D3 (50 + 50); D4 (60 + 40); D5 (40 + 60); D6 (70 + 30); D7 (30 + 70), serta di ulang sebanyak 3 kali. Persiapan lahan berupa pembersihan dan pembuatan plot sebanyak 24 dengan ukuran 2 x 2 m, serta dilanjutkan penanaman benih padi gogo dilakukan dengan cara memasukkan benih ke dalam lubang penanaman sebanyak 5 benih pada jarak tanam 30 x 30 cm. Aplikasi herbisida flumioxazin + oxyfluorfen dilakukan pada 1 HST, dosis digunakan sesuai perlakuan dengan kebutuhan air 300 L ha⁻¹. Pemberian pupuk dilakukan bertahap yaitu pada saat tanam dan 30 HST, urea diberikan setengah bagian pada saat tanam serta keseluruhan SP36 dan KCl, setengah bagian lagi pada saat 30 HST. Dosis pupuk urea yang digunakan sebanyak 70 kg ha⁻¹ = 43,75 g plot⁻¹, SP36 80 kg ha⁻¹ = 50 g plot⁻¹ dan KCl 90 kg ha⁻¹ = 56,25 g plot⁻¹. Parameter yang diamati persentase pengendalian, penutupan, bobot basah, jumlah spesies dan populasi gulma.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase Pengendalian Gulma

Tabel 1. Persentase Pengendalian Gulma pada 7, 14, 21 dan 28 HST dengan Campuran Dosis Herbisida Flumioxazin + Oxyfluorfen

Flumioxazin + Oxyfluorfen			Persentase Pengendalian Gulma (%)			
Dosis (%) 400 g b.a ha ⁻¹			7**	14*	21*	28**
0	+	0	83.87a	72.83a	65.75a	60.67a
100	+	0	88.67b	87.07b	83.93b	79.17b
0	+	100	90.97bc	87.00b	86.08b	84.17b
50	+	50	90.17bc	89.87b	89.75b	89.17b
60	+	40	94.30c	93.33b	87.17b	86.67b
40	+	60	92.53bc	90.83b	90.67b	83.67b
70	+	30	91.10bc	88.67b	87.67b	84.33b
30	+	70	94.73c	89.83b	88.58b	79.17b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Duncan taraf 5%

Tabel 1 memperlihatkan bahwa dosis herbisida flumioxazin dan oxyfluorfen baik secara tunggal maupun campuran dapat meningkatkan persentase pengendalian gulma dibanding tanpa herbisida. Hal ini menandakan bahwa aplikasi herbisida flumioxazin dan oxyfluorfen secara tunggal maupun campuran dapat menekan pertumbuhan gulma sejak awal 7 – 28 HST. Penurunan persentase pengendalian disebabkan oleh menurunnya bahan aktif/residu yang berhubungan dengan daya kendali, kemudian ditambah juga meningkatnya pertumbuhan gulma secara perlahan sehingga tubuh gulma lebih adaptasi terhadap bahan aktif herbisida yang memuai. Selanjutnya ditambahkan bahwa laju percepatan degradasi bahan aktif herbisida akibat meningkatnya aktivitas mikroorganisme tanah sehingga menurunkan bioavailabilitasnya menyebabkan adsorpsi kuat pada partikel tanah dan bahan organik (Huang *et al.*, 2019; Gaines *et al.*, 2020; Filimon *et al.*, 2021; Loubet *et al.*, 2023), sehingga residu herbisida tunggal berkurang atau tidak lagi efektif mengendalikan gulma yang mempengaruhi persentase pengendalian gulma.

Persentase Penutupan Gulma

Tabel 2 memperlihatkan bahwa dosis herbisida flumioxazin dan oxyfluorfen baik secara tunggal maupun campuran dapat menurunkan persentase penutupan gulma dibanding tanpa herbisida. Penurunan persentase penutupan gulma erat kaitannya dengan peningkatan persentase pengendalian gulma (Tabel 1), hal tersebut dapat dijelaskan bahwa pengendalian gulma dikatakan berhasil apabila persentase pengendalian gulma meningkat dan persentase penutupan gulma menurun, hubungan ini disebut berbanding terbalik.

Tabel 2. Persentase Penutupan Gulma pada 7, 14, 21 dan 28 HST dengan Campuran Dosis Herbisida Flumioxazin + Oxyfluorfen

Flumioxazin + Oxyfluorfen Dosis (%) 400 g b.a ha ⁻¹	Persentase Penutupan Gulma (%)			
	7*	14*	21**	28**
0 + 0	19.00b	26.17b	30.77c	62.42c
100 + 0	11.20a	13.87a	20.50bc	21.17b
0 + 100	9.53a	12.30a	14.67ab	15.75ab
50 + 50	6.73a	13.08a	13.53ab	20.33b
60 + 40	6.20a	9.10a	12.00a	15.50ab
40 + 60	6.27a	9.67a	15.92ab	10.30a
70 + 30	6.63a	11.33a	12.07a	22.33b
30 + 70	8.77a	12.25a	13.30ab	22.67b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Duncan taraf 5%

Penurunan persentase pengendalian gulma pada 21 dan 28 HST terlihat bahwa kekuatan bahan aktif herbisida secara tunggal cenderung lebih rendah dan cepat mengalami peluruhan atau terdegradasi dibanding penggunaan herbisida campuran, herbisida flumioxazin + oxyfluorfen dapat berinteraksi membentuk kompleks kimia yang lebih stabil. Beberapa peneliti menyebutkan bahwa efektivitas pengendalian gulma akibat campuran herbisida dengan dua atau lebih jenis bahan aktif dapat memperluas spektrum pengendalian gulma, sehingga menurunkan persentase penutupan gulma (Eason *et al.*, 2022; Indriani *et al.*, 2023; Ndikuryayo & Yang, 2023)

Bobot Basah Gulma

Tabel 3. Bobot Basah Gulma pada 7, 14, 21 dan 28 HST dengan Campuran Dosis Herbisida Flumioxazin + Oxyfluorfen

Flumioxazin + Oxyfluorfen Dosis (%) 400 g b.a ha ⁻¹	Bobot Basah Gulma (g)			
	7	14	21*	28**
0 + 0	5.01	28.92	58.12c	62.84b
100 + 0	2.46	8.00	14.66abc	27.00b
0 + 100	2.74	12.55	29.91bc	39.26b
50 + 50	0.97	2.62	3.53a	7.27a
60 + 40	0.20	2.65	55.02ab	5.55a
40 + 60	0.44	3.02	22.01abc	31.59b
70 + 30	0.73	6.28	30.39bc	41.13b
30 + 70	1.22	4.10	38.12c	44.40b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Duncan taraf 5%

Tabel 3 memperlihatkan bahwa campuran herbisida flumioxazin dan oxyfluorfen dengan persentase 50 + 50 % dapat menurunkan bobot basah gulma 21 dan 28 HST. Hal ini dapat dijelaskan bahwa kedua bahan aktif herbisida tersebut memiliki mekanisme cara

kerja saling melengkapi dalam menghambat fotosintesis dan pertumbuhan jaringan gulma. Herbisida flumioxazin bekerja sebagai *inhibitor enzim protoporphyrinogen oksidase (PPO)* yang menyebabkan kerusakan membran sel, sedangkan herbisida oxyfluorfen memperkuat efek nekrosis melalui *oksidasi lipid* pada jaringan daun. Beberapa peneliti mengemukakan (Mendes *et al.*, 2018; Paula *et al.*, 2022; De-Carvalho *et al.*, 2025) bahwa sinergi mekanisme cara kerja herbisida flumioxazin dan oxyfluorfen saling melengkapi dalam menghambat fotosintesis, merusak jaringan daun, serta menekan regenerasi dan akumulasi biomassa gulma secara berkelanjutan. Sehingga dengan mencampur bahan aktif herbisida tersebut menghasilkan pengendalian yang lebih luas terhadap gulma, selanjutnya gulma yang dihasilkan sedikit dan menurunkan bobot basah gulma.

Jumlah Spesies Gulma

Tabel 4. Jumlah Spesies Gulma pada 7, 14, 21 dan 28 HST dengan Campuran Dosis Herbisida Flumioxazin + Oxyfluorfen

Flumioxazin + Oxyfluorfen Dosis (%) 400 g b.a ha ⁻¹	Jumlah Spesies Gulma			
	7	14	21	28
0 + 0	3.33	3.33	2.00	3.33
100 + 0	1.67	1.67	2.00	2.67
0 + 100	1.67	2.00	2.33	2.33
50 + 50	1.33	2.00	1.33	2.33
60 + 40	1.33	1.33	1.33	1.67
40 + 60	1.33	2.00	1.67	2.33
70 + 30	1.67	2.00	2.00	3.00
30 + 70	1.67	1.67	2.00	2.33

Tabel 4 memperlihatkan bahwa dosis herbisida flumioxazin dan oxyfluorfen baik secara tunggal maupun campuran belum dapat menurunkan jumlah spesies gulma. Hal ini dapat disebabkan oleh adanya perbedaan toleransi antar spesies gulma terhadap bahan aktif herbisida, beberapa spesies memiliki mekanisme adaptasi fisiologis yang memungkinkan bertahan meskipun terjadi tekanan herbisida. Keberadaan cadangan biji/*seed bank* di dalam tanah berpotensi menumbuhkan kembali spesies gulma baru setelah dampak herbisida berkurang, sehingga jumlah spesies tetap stabil. Kondisi lingkungan seperti kelembapan, intensitas cahaya, dan pH tanah juga memengaruhi efektivitas residu herbisida, yang pada akhirnya membuat pengendalian tidak optimal terhadap seluruh komunitas gulma. Hal ini didukung oleh temuan (Gaba *et al.*, 2016) serta (Oreja *et al.*, 2022) bahwa penggunaan herbisida secara intensif tidak selalu berbanding lurus dengan penurunan keragaman spesies gulma, karena beberapa gulma mampu bertahan dan beradaptasi melalui mekanisme fisiologis terhadap cara kerja herbisida. Ditambah lagi penelitian (Mayerová *et*

al., 2022) menunjukkan bahwa strategi penggunaan herbisida secara tunggal maupun campuran, hanya mempengaruhi dominansi spesies tertentu tanpa secara signifikan mengurangi jumlah total spesies gulma.

Jumlah Populasi Gulma

Tabel 5. Jumlah Populasi Gulma pada 7, 14, 21 dan 28 HST dengan Campuran Dosis Herbisida Flumioxazin + Oxyfluorfen

Flumioxazin + Oxyfluorfen			Jumlah Populasi Gulma			
Dosis (%) 400 g b.a ha ⁻¹			7	14	21	28
0	+	0	10.00	11.33	11.67	20.33
100	+	0	6.67	7.33	8.33	10.33
0	+	100	5.67	7.67	10.00	16.00
50	+	50	4.67	4.67	6.33	8.00
60	+	40	3.33	3.33	5.00	11.67
40	+	60	2.33	5.00	6.33	8.33
70	+	30	3.67	8.33	9.00	9.67
30	+	70	5.67	6.67	8.67	9.67

Tabel 5 menunjukkan bahwa dosis herbisida flumioxazin dan oxyfluorfen, baik secara tunggal maupun campuran, belum mampu menurunkan jumlah populasi gulma. Hal ini dapat disebabkan oleh kemampuan gulma mempertahankan untuk pertumbuhan melalui dormansi biji pada *seed bank* dan regenerasi vegetatif seperti rimpang/stolon yang tidak terpengaruh langsung oleh aplikasi herbisida pra tumbuh. Efektivitas herbisida juga dapat menurun akibat degradasi bahan aktif oleh mikroorganisme tanah, sehingga konsentrasi herbisida yang tersedia untuk menekan pertumbuhan gulma menjadi berkurang. Hal ini didukung oleh (Matzrafi *et al.*, 2021) yang menjelaskan bahwa populasi gulma dapat kembali meningkat setelah aplikasi herbisida karena kemampuan spesies tertentu beradaptasi terhadap tekanan kimia dan regenerasi dari cadangan biji di dalam tanah. Disamping itu (Paula *et al.*, 2023; Parven *et al.*, 2024) juga melaporkan bahwa efektivitas herbisida pra tumbuh sangat bergantung pada kondisi lingkungan dan sifat gulma fisikokimia tanah, yang dapat mempercepat degradasi dan menurunkan daya kendali terhadap populasi gulma.

KESIMPULAN

Dosis herbisida flumioxazin dan oxyfluorfen baik secara tunggal maupun campuran dapat meningkatkan persentase pengendalian dan menurunkan penutupan gulma dibanding tanpa herbisida. Campuran dosis herbisida 50 + 50% dapat menurunkan bobot basah gulma 21 dan 28 HST.

DAFTAR PUSTAKA

- Albrecht, L. P., Albrecht, A. J. P., Silva, A. F. M., Tupich, F. L. B., Ferrari, D. H. A., Larini, W. F., Benincá, L. H. G., & Oliveira, V. H. D. (2025). Broad spectrum effectiveness of pyroxasulfone + flumioxazin for weed control in pre-emergence of soybean. *Revista Agrogeoambiental*, e20251962. <https://doi.org/10.18406/2316-1817v17nunico20251962>
- De-Carvalho, D. V., Ferrari Schedenffeldt, B., Pereira, G. R., & Monquero, P. A. (2025). Effectiveness of flumioxazin alone and in combination with other herbicides for controlling different weed emergence patterns and species. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 60(4), 161–169. <https://doi.org/10.1080/03601234.2025.2475651>
- Donayre, D. K., Jimenez, J. J., & Martin, E. (2022). Critical Periods of Controlling *Cyperus rotundus* L. under Flooded Rice Conditions. *Philippine Journal of Science*, 152(1). <https://doi.org/10.56899/152.01.24>
- Eason, K., Grey, T., Cabrera, M., Basinger, N., & Hurdle, N. (2022). Assessment of flumioxazin soil behavior and thermal stability in aqueous solutions. *Chemosphere*, 288, 132477. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132477>
- Filimon, M. N., Roman, D. L., Bordean, D. M., & Isvoran, A. (2021). Impact of the Herbicide Oxyfluorfen on the Activities of Some Enzymes Found in Soil and on the Populations of Soil Microorganisms. *Agronomy*, 11(9), 1702. <https://doi.org/10.3390/agronomy11091702>
- Gaba, S., Gabriel, E., Chadœuf, J., Bonneu, F., & Bretagnolle, V. (2016). Herbicides do not ensure for higher wheat yield, but eliminate rare plant species. *Scientific Reports*, 6(1), 30112. <https://doi.org/10.1038/srep30112>
- Gaines, T. A., Duke, S. O., Morran, S., Rigon, C. A. G., Tranel, P. J., Küpper, A., & Dayan, F. E. (2020). Mechanisms of evolved herbicide resistance. *Journal of Biological Chemistry*, 295(30), 10307–10330. <https://doi.org/10.1074/jbc.REV120.013572>
- Huang, B., Yan, D., Wang, X., Wang, X., Fang, W., Zhang, D., Ouyang, C., Wang, Q., & Cao, A. (2019). Soil fumigation alters adsorption and degradation behavior of pesticides in soil. *Environmental Pollution*, 246, 264–273. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.12.003>
- Indriani, F., Sarbino, S., & Syahputra, E. (2023). EFEKTIVITAS HERBISIDA CAMPURAN CYHALOFOP-BUTYL DAN PYRIBENZOXIM TERHADAP GULMA *Spenochlea zeylanica*, *Leptochloa chinensis*, dan *Fimbristylis milliacea*. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 12(4), 1050. <https://doi.org/10.26418/jspe.v12i4.67649>
- Loubet, I., Meyer, L., Michel, S., Pernin, F., Carrère, S., Barrès, B., Le Corre, V., & Délye, C. (2023). A high diversity of non-target site resistance mechanisms to acetolactate-synthase (ALS) inhibiting herbicides has evolved within and among field populations of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.). *BMC Plant Biology*, 23(1), 510. <https://doi.org/10.1186/s12870-023-04524-0>

- Mahajan, G., & Chauhan, B. S. (2022). Screening of Herbicides for Rice Seedling Safety and Echinochloa colona Management under Australian Conditions. *Agronomy*, 12(6), 1273. <https://doi.org/10.3390/agronomy12061273>
- Masilamany, D., Shari, E. S., Esa, N. N., Abd Rahman, S. N., & Chuah, T. S. (2024). Inhibition of Pre-Emergent Herbicide on Weedy Rice under Flooded and Saturated Soil Conditions in Rice. *Sains Malaysiana*, 53(7), 1525–1532. <https://doi.org/10.17576/jsm-2024-5307-04>
- Matzrafi, M., Peleg, Z., & Lati, R. (2021). Herbicide Resistance in Weed Management. *Agronomy*, 11(2), 280. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020280>
- Mayerová, M., Mikulka, J., Kolářová, M., & Soukup, J. (2022). Impact of 40 Years Use of Different Herbicide Strategies and Crop Rotations on Weed Communities in Two Sites of the Czech Republic. *Agriculture*, 13(1), 102. <https://doi.org/10.3390/agriculture13010102>
- Melo, C. A. D., Barbosa, A. R., Dias, R. D. C., Silva, G. S. D., & Reis, M. R. D. (2019). Effectiveness of reduced doses of flumioxazin herbicide at weed control in direct sow onions. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 13(1), e7938. <https://doi.org/10.17584/rcch.2018v12i3.7938>
- Mendes, K. F., Goulart, M. O., Inoue, M. H., Mertens, T. B., & Silva, I. P. (2018). Interference of the Association Oxyfluorfen + Flumioxazin and the Addition of Mineral Oil on a Phytosociological Survey. *Planta Daninha*, 36(0). <https://doi.org/10.1590/s0100-83582018360100030>
- Mozhgan Veisi, Azhang Jahedi Turk, & Mohammad Saleh Mansouri. (2024). Influence of herbicides-based weed management in chickpea. *Journal of Food Legumes*, 37(3), 297–30. <https://doi.org/10.59797/jfl.v37.i3.210>
- Ndikuryayo, F., & Yang, W.-C. (2023). New Insights into the Interactions between Herbicides: Trends from Recent Studies. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 71(29), 10970–10981. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.3c03781>
- Novais, J. R., Inoue, M. H., Mendes, K. F., De Araújo, D. V., Guimarães, A. C. D., Souza, H. M. D. L., & Silva, J. L. M. D. (2023). Residual effect of pyroxasulphone and pyroxasulphone + flumioxazin on contrasting soils: Efeito residual de pyroxasulfone e pyroxasulfone + flumioxazin em solos contrastantes. *Concilium*, 23(5), 15–32. <https://doi.org/10.53660/CLM-1034-23C50>
- Oreja, F. H., Inman, M. D., Jordan, D. L., Bardhan, D., & Leon, R. G. (2022). Modeling weed community diversity based on species population density dynamics and herbicide use intensity. *European Journal of Agronomy*, 138, 126533. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2022.126533>
- Parven, A., Meftaul, I. M., Venkateswarlu, K., & Megharaj, M. (2024). Pre-emergence herbicides used in urban and agricultural settings: Dissipation and ecological implications. *Environmental Geochemistry and Health*, 46(12), 493. <https://doi.org/10.1007/s10653-024-02269-9>

- Paula, D. F. D., Ferreira, G. A. D. P., Guimarães, T., Brochado, M. G. D. S., Hahn, L., & Mendes, K. F. (2023). Oxyfluorfen and Linuron: Residual Effect of Pre-Emergence Herbicides in Three Tropical Soils. *Agrochemicals*, 2(1), 18–33. <https://doi.org/10.3390/agrochemicals2010003>
- Paula, D. F. D., Silva, E. M. G. D., Silva, L. B. X. D., Lima, A. D. C., Billu, P. B., Reis, M. R. D., & Mendes, K. F. (2022). Sustainable Control of *Galinsoga parviflora* with Oxyfluorfen, Flumioxazin, and Linuron Application in Two Soils Cultivated with Garlic. *Sustainability*, 14(24), 16637. <https://doi.org/10.3390/su142416637>
- Poddar, R., Ghosh, R. K., Paul, T., & Bera, S. (2014). Weed management through oxyfluorfen in direct seeded rice and its impact on soil micro-organisms and succeeding crops. *Annals of Agricultural Research*, 35(3). Dikutip dari <https://epubs.icar.org.in/index.php/AAR/article/view/44126>
- Ramut, A., Harta, R. Y., Pani, M., & Maida, M. (2025). Variasi dosis mulsa organik akasia dan kirinyuh dalam mengendalikan gulma pada tanaman kedelai: Studi karakteristik pertumbuhan gulma. *Jurnal Pertanian Agros*, 27(1), 47–54. <https://doi.org/10.37159/jpa.v27i1.42>
- Ramut, A., Hasanuddin, & Hafsah, S. (2020). The Growth of Soybean Plant Due To the Application of Various Dosages of Oxyfluorfen and Pendimethalin Herbicide. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)*, 13(12), 34–37. <https://doi.org/10.9790/2380-1312033437>
- Ramut, A., Untari, Y., Pani, M., & Abdi, Z. (2024). Karakteristik gulma akibat variasi dosis herbisida oxyfluorfen di pertanaman kedelai. *Jurnal Pertanian Agros*, 26(4), 1716–1721. Dikutip dari <https://e-journal.janabadra.ac.id/index.php/JA/article/view/4836>
- Ramut, A., Untari, Y., Sitingjak, L., Sumoharjo, D., & Nasrullah, N. (2023). Karakteristik hasil tanaman kedelai akibat variasi dosis herbisida oxyfluorfen. *Agrosustain*, 1(2), 45–49. <https://doi.org/10.54367/agrosustain.v1i2.2718>
- Rapado, L. P., Kölpin, F. U. G., Zeyer, S., Anders, U., Piccard, L., Porri, A., & Asher, S. (2025). Complementary activity of trifludimoxazin and saflufenacil when used in combination for postemergence and residual weed control. *Weed Science*, 73, e14. <https://doi.org/10.1017/wsc.2024.92>
- Sangeetha, C., Chinnusamy, C., & Prabhakaran. (2013). *Early post-emergence herbicides for weed control in soybean*. Dikutip dari https://www.isws.org.in/IJWSn/Article.aspx?Article_id=126
- Sujinah, S., Guntoro, D., & Sugiyanta, S. (2022). Competitiveness of swamp rice against *Echinochloa crus-galli* and *Monochoria vaginalis* weeds. *Australian Journal of Crop Science*, 16(04):2022, 522–530. <https://doi.org/10.21475/ajcs.22.16.04.p3537>

Pertumbuhan Tanaman Padi Gogo Akibat Pengendalian Gulma dengan Campuran Dosis Herbisida Flumioxazin dan Oxyfluorfen

Anuar Ramut^{1*}, Muhammad Raja²

¹Dosen Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Gunung Leuser

²Mahasiswa Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Gunung Leuser

Email: anuarramut@gmail.com

Abstrak

Kombinasi kedua herbisida dengan mode aksi serupa namun karakteristik formulasi berbeda diharapkan dapat memberikan efek sinergis memperluas spektrum pengendalian gulma dan menekan resistensi gulma. Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan dosis persentase herbisida flumioxazin dan oxyfluorfen dalam pengendalian gulma untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman padi gogo. Penelitian ini dilakukan di Desa Lawe Sagu Hulu, Kecamatan Lawe Bulan, Kabupaten Aceh Tenggara, Provinsi Aceh. Penelitian ini berlangsung pada bulan Juli sampai Agustus 2025. Rancangan penelitian digunakan merupakan Rancangan Acak Kelompok Non Faktorial, adapun taraf faktor diteliti yaitu persentase campuran dosis herbisida Flumioxazin + Oxyfluorfen 400 g b.a ha⁻¹: D0 (0 + 0); D1 (100 + 0); D2 (0 + 100); D3 (50 + 50); D4 (60 + 40); D5 (40 + 60); D6 (70 + 30); D7 (30 + 70), serta di ulang sebanyak 3 kali. Persiapan lahan berupa pembersihan dan pembuatan plot sebanyak 24 dengan ukuran 2 m x 2 m, serta dilanjutkan penanaman benih padi gogo dilakukan dengan cara memasukkan benih ke dalam lubang penanaman sebanyak 5 benih pada jarak tanam 30 x 30 cm. Aplikasi herbisida flumioxazin + oxyfluorfen dilakukan pada 1 HST, dosis digunakan sesuai perlakuan dengan kebutuhan air 300 L ha⁻¹. Parameter yang diamati tinggi tanaman, jumlah daun, bobot basah akar dan bobot basah tanaman padi gogo. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa Campuran dosis herbisida flumioxazin dan oxyfluorfen dapat meracuni tanaman padi gogo, persentase 60 + 40 dapat menurunkan jumlah daun 14 HST. Campuran dosis herbisida flumioxazin dan oxyfluorfen 100 + 0 % dapat meningkatkan bobot basah akar pada 14 HST.

Kata kunci: Efektivitas herbisida, Fisiologi, Fotosintesis, Jaringan meristem, Keracunan

Abstract

The combination of two herbicides with similar modes of action but different formulation characteristics is expected to produce a synergistic effect by broadening the spectrum of weed control and reducing weed resistance. The objective of this study was to determine the optimal dosage percentage of flumioxazin and oxyfluorfen herbicides in weed control to enhance the growth of upland rice plants. The study was conducted in Lawe Sagu Hulu Village, Lawe Bulan Subdistrict, Southeast Aceh Regency, Aceh Province, from July to August 2025. The experimental design used was a Non-Factorial Randomized Block Design, with treatment levels consisting of mixed dosages of flumioxazin + oxyfluorfen herbicides at 400 g a.i ha⁻¹: D0 (0 + 0), D1 (100 + 0), D2 (0 + 100), D3 (50 + 50), D4 (60 + 40), D5 (40 + 60), D6 (70 + 30), and D7 (30 + 70), each replicated three times. Land preparation involved clearing and establishing 24 plots measuring 2 m × 2 m, followed by planting upland rice seeds by placing five seeds per hole at a spacing of 30 × 30 cm. The flumioxazin + oxyfluorfen herbicide mixture was applied at 1 DAP, with doses according to the treatments and a water volume of 300 L ha⁻¹. The observed parameters included plant height, number of leaves, root fresh weight, and plant fresh weight of upland rice. The results showed that the mixed dosages of flumioxazin and oxyfluorfen herbicides could cause phytotoxic effects on upland rice plants, with the 60 + 40% combination reducing the number of leaves at 14 DAP. Meanwhile, the 100 + 0% flumioxazin + oxyfluorfen combination increased root fresh weight at 14 DAP.

Keywords: Effectiveness of herbicides, Physiology, Photosynthesis, Meristem tissue, Toxicity

PENDAHULUAN

Padi Gogo merupakan tanaman yang tumbuh di lahan kering atau tanpa penggenangan air seperti padi sawah. Padi gogo merupakan salah satu tanaman pangan utama di Indonesia yang menjadi sumber karbohidrat utama bagi sebagian besar penduduk (Aini *et al.*, 2024). Tetapi hasil tanaman padi gogo masih tergolong rendah dibandingkan padi sawah, data hasil tanaman padi gogo beberapa tahun terakhir belum tersedia secara spesifik. Secara umum hasil tanaman padi gogo mengalami penurunan dibandingkan tahun, salah satu penyebab utamanya adalah adanya gulma dilahan. Gulma merupakan tumbuhan pengganggu yang tumbuh bersamaan dengan tanaman budidaya yang menjadi kompetitor dalam menyerap air, unsur hara, cahaya, dan ruang tumbuh (Ramut *et al.*, 2024, 2025). Keberadaan gulma di lahan padi gogo cenderung lebih tinggi karena kondisi lingkungannya yang terbuka dan minim genangan air, sehingga memberikan ruang bebas bagi gulma untuk tumbuh subur (Balas *et al.*, 2023).

Salah satu metode pengendalian gulma yang sering digunakan adalah melalui aplikasi herbisida karena dinilai lebih efisien dalam hal waktu dan tenaga. Herbisida yang digunakan secara tepat mampu menekan pertumbuhan gulma sejak dini (Ramut *et al.*, 2023), dan mengurangi kompetisi pada periode kritis tanaman atau masa-masa padi gogo sensitif terhadap persaingan dengan gulma. Herbisida pra tumbuh yang potensial dalam pengendalian gulma adalah flumioxazin dan oxyfluorfen. Herbisida ini bekerja sebagai penghambat enzim PPO (protoporphyrinogen oxidase) yang mengakibatkan kematian jaringan pada gulma. Thirumalaikumar & Kalpana (2016) menyatakan bahwa herbisida flumioxazin dan oxyfluorfen sangat efektif untuk mengendalikan gulma rerumputan, berdaun lebar dan teki. Dapat dikatakan bahwa herbisida ini sebagai pilihan dalam mengendalikan gulma secara pra tumbuh. Potensi penggunaan campuran antara flumioxazin dan oxyfluorfen belum banyak diteliti terutama pada tanaman padi gogo, kombinasi kedua herbisida dengan mode aksi serupa namun karakteristik formulasi berbeda diharapkan dapat memberikan efek sinergis memperluas spektrum pengendalian gulma dan menekan resistensi gulma. Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan dosis persentase herbisida flumioxazin dan oxyfluorfen dalam pengendalian gulma untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman padi gogo.

METODE

Penelitian ini dilakukan di Desa Lawe Sagu Hulu, Kecamatan Lawe Bulan, Kabupaten Aceh Tenggara, Provinsi Aceh. Penelitian ini berlangsung pada bulan Juli

sampai Agustus 2025. Alat yang digunakan dalam penelitian berupa: cangkul, parang, meteran, tali rafia, sprayer solo, papan nama, timbangan digital. Bahan yang di gunakan dalam penelitian ini berupa: benih padi gogo lokal Pak-pak Bharat serta herbisida berbahan aktif flumioxazin dan oxyfluorfen. Rancangan penelitian digunakan merupakan Rancangan Acak Kelompok Non Faktorial, adapun taraf faktor diteliti yaitu persentase campuran dosis herbisida Flumioxazin + Oxyfluorfen 400 g b.a ha⁻¹: D0 (0 + 0); D1 (100 + 0); D2 (0 + 100); D3 (50 + 50); D4 (60 + 40); D5 (40 + 60); D6 (70 + 30); D7 (30 + 70), serta di ulang sebanyak 3 kali. Persiapan lahan berupa pembersihan dan pembuatan plot sebanyak 24 dengan ukuran 2 m x 2 m, serta dilanjutkan penanaman benih padi gogo dilakukan dengan cara memasukkan benih ke dalam lubang penanaman sebanyak 5 benih pada jarak tanam 30 x 30 cm. Aplikasi herbisida flumioxazin + oxyfluorfen dilakukan pada 1 HST, dosis digunakan sesuai perlakuan dengan kebutuhan air 300 L ha⁻¹. Pemberian pupuk dilakukan bertahap yaitu pada saat tanam dan 30 HST, urea diberikan setengah bagian pada saat tanam serta keseluruhan SP36 dan KCl, setengah bagian lagi pada saat 30 HST. Dosis pupuk urea yang digunakan sebanyak 70 kg ha⁻¹ = 43,75 g plot⁻¹, SP36 80 kg ha⁻¹ = 50 g plot⁻¹ dan KCl 90 kg ha⁻¹ = 56,25 g plot⁻¹. Parameter yang diamati tinggi tanaman, jumlah daun, bobot basah akar dan bobot basah tanaman padi gogo.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman

Tabel 1 memperlihatkan bahwa dosis herbisida flumioxazin dan oxyfluorfen, baik secara tunggal maupun campuran, belum mampu meningkatkan tinggi tanaman padi gogo. Hal ini dapat disebabkan oleh adanya efek keracunan ringan yang timbul pada fase awal pertumbuhan akibat paparan bahan aktif herbisida di sekitar perakaran, sehingga menghambat penyerapan air dan unsur hara yang dibutuhkan tanaman padi gogo. Bahan aktif herbisida yang bertahan lebih lama pada kondisi tanah kering dapat memicu stres fisiologi yang berdampak pada pertumbuhan tinggi tanaman. Daya serap tanaman terhadap bahan aktif yang berbeda yaitu tunggal dan campuran herbisida, juga berkontribusi terhadap respons pertumbuhan tinggi tanaman. Hal ini didukung oleh Langaro *et al.* (2017) bahwa herbisida flumioxazin dalam menghambat enzim PPO dapat menyebabkan stres oksidatif ringan pada tanaman padi gogo pada saat masih muda. Ditambahkan oleh De-Prado *et al.* (2022) bahwa efektivitas herbisida pra tumbuh dipengaruhi oleh kondisi fisik tanah dan kelembapan yang berdampak terhadap pertumbuhan awal tanaman.

Tabel 1. Tinggi Tanaman Padi Gogo pada 7, 14, 21 dan 28 HST akibat Pengendalian Gulma dengan Campuran Dosis Herbisida Flumioxazin + Oxyfluorfen

Flumioxazin + Oxyfluorfen			Tinggi Tanaman (cm)			
Dosis (%) 400 g b.a ha ⁻¹			7	14	21	28
0	+	0	11.69	20.73	38.53	49.17
100	+	0	8.78	18.10	31.90	42.17
0	+	100	9.53	20.77	24.63	35.77
50	+	50	8.47	17.53	29.33	40.67
60	+	40	9.45	14.93	27.40	37.83
40	+	60	10.59	20.43	29.50	39.90
70	+	30	10.57	19.90	31.73	42.17
30	+	70	8.04	18.50	27.17	37.57

Jumlah Daun

Tabel 2. Jumlah Daun Tanaman Padi Gogo pada 7, 14, 21 dan 28 HST akibat Pengendalian Gulma dengan Campuran Dosis Herbisida Flumioxazin + Oxyfluorfen

Flumioxazin + Oxyfluorfen			Jumlah Daun			
Dosis (%) 400 g b.a ha ⁻¹			7	14*	21	28
0	+	0	1.25	2.20b	3.23	4.37
100	+	0	1.37	2.27b	3.03	4.13
0	+	100	1.18	2.10b	2.33	3.43
50	+	50	1.14	2.00ab	2.87	4.03
60	+	40	1.24	1.63a	2.67	3.77
40	+	60	1.27	2.33b	2.90	4.50
70	+	30	1.33	2.07b	2.93	3.83
30	+	70	0.88	2.17b	2.63	3.73

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Duncan taraf 5%

Tabel 2 memperlihatkan bahwa campuran herbisida flumioxazin dan oxyfluorfen 60 + 40% dapat menurunkan jumlah daun 14 HST. Penurunan jumlah daun ini menunjukkan adanya gangguan metabolisme fotosintesis akibat kombinasi bahan aktif yang menekan pembentukan jaringan daun muda, lebih lanjut dijelaskan bahwa jaringan meristem merupakan jaringan aktif membelah, terdapat di ujung batang dan daun muda. Ditambah lagi bahwa herbisida pra tumbuh umumnya menghambat aktivitas enzim yang berperan dalam pembentukan pigmen klorofil sehingga mengurangi luas daun. Rentetan peristiwa tersebut memperlihatkan rusaknya jaringan meristem menyebabkan rusak pula organ daun sehingga menurunkan proses fotosintesis. Berkurangnya jumlah daun berdampak pada kapasitas asimilasi karbon dan pertumbuhan vegetatif, hal tersebut juga terlihat pada pertumbuhan tinggi tanaman padi gogo (Tabel 1). Hal ini sejalan dengan temuan Kanwar *et al.* (2024) bahwa penggunaan herbisida pra tumbuh pada fase awal dapat

menurunkan jumlah daun karena pengaruh fitotoksik sementara terhadap jaringan muda tanaman.

Bobot Basah Akar

Tabel 3. Bobot Basah Akar Tanaman Padi Gogo pada 7, 14, 21 dan 28 HST akibat Pengendalian Gulma dengan Campuran Dosis Herbisida Flumioxazin + Oxyfluorfen

Flumioxazin + Oxyfluorfen Dosis (%) 400 g b.a ha ⁻¹			Bobot Basah Akar (g)			
			7	14**	21	28
0	+	0	0.04	0.04a	0.18	0.30
100	+	0	0.04	0.10b	0.19	0.51
0	+	100	0.03	0.03a	0.17	0.31
50	+	50	0.03	0.03a	0.13	0.22
60	+	40	0.03	0.03a	0.14	0.23
40	+	60	0.04	0.04a	0.11	0.18
70	+	30	0.03	0.06a	0.13	0.19
30	+	70	0.03	0.04a	0.15	0.42

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Duncan taraf 5%

Tabel 3 memperlihatkan bahwa campuran herbisida flumioxazin dan oxyfluorfen 100 + 0 % dapat meningkatkan bobot basah akar 14 HST. Peningkatan ini menunjukkan bahwa herbisida flumioxazin tunggal mampu menekan kompetisi gulma secara efektif, sehingga akar tanaman memperoleh ruang dan ketersediaan unsur hara lebih optimal. Efektivitas herbisida flumioxazin dalam menghambat pertumbuhan gulma memberikan ruang pada tanaman padi gogo dalam memfokuskan energi untuk pertumbuhan sistem perakaran. Hasil ini sejalan dengan laporan Liu *et al.* (2023) bahwa pengendalian gulma yang efisien dapat memperkuat pertumbuhan akar tanaman padi melalui peningkatan ketersediaan nitrogen dan fosfor di zona rhizosfer. Ditambahkan oleh Ramut *et al.* (2020) bahwa cara kerja dan bahan aktif herbisida dapat mempengaruhi tanaman, pada penelitian tersebut dapat meracuni tanaman dan menurunkan luas daun, bobot basah akar dan tanaman kedelai.

Bobot Basah Tanaman

Tabel 4. Bobot Basah Tanaman Padi Gogo pada 7, 14, 21 dan 28 HST akibat Pengendalian Gulma dengan Campuran Dosis Herbisida Flumioxazin + Oxyfluorfen

Flumioxazin + Oxyfluorfen Dosis (%) 400 g b.a ha ⁻¹			Bobot Basah Tanaman (g)			
			7	14	21	28
0	+	0	0.05	0.08	0.38	0.57
100	+	0	0.03	0.07	0.36	0.56
0	+	100	0.03	0.07	0.15	0.26
50	+	50	0.02	0.05	0.21	0.32

Flumioxazin + Oxyfluorfen			Bobot Basah Tanaman (g)			
Dosis (%) 400 g b.a ha ⁻¹			7	14	21	28
60	+	40	0.04	0.04	0.18	0.28
40	+	60	0.03	0.08	0.19	0.38
70	+	30	0.03	0.08	0.27	0.38
30	+	70	0.02	0.07	0.22	0.30

Tabel 4 memperlihatkan bahwa dosis herbisida flumioxazin dan oxyfluorfen, baik secara tunggal maupun campuran, belum mampu meningkatkan bobot basah tanaman padi gogo. Hal ini diduga karena pada fase vegetatif awal tanaman masih mengalami stres akibat residu bahan aktif yang belum sepenuhnya terurai, sehingga akumulasi biomassa tanaman belum optimal. Adanya penurunan jumlah daun (Tabel 2), dan juga kurangnya pertumbuhan tinggi tanaman (Tabel 1) berkontribusi terhadap berkurangnya hasil fotosintat yang dialokasikan untuk pembentukan biomassa total tanaman. Fenomena ini didukung oleh hasil penelitian Garcia *et al.* (2020) serta Novello *et al.* (2022) yang melaporkan bahwa efektivitas herbisida pra tumbuh seringkali disertai efek fisiologi sementara yang dapat menekan pertumbuhan awal tanaman sebelum pulih kembali pada fase generatif.

KESIMPULAN

Campuran dosis herbisida flumioxazin dan oxyfluorfen dapat meracuni tanaman padi gogo, persentase 60 + 40 dapat menurunkan jumlah daun 14 HST. Campuran dosis herbisida flumioxazin dan oxyfluorfen 100 + 0 % dapat meningkatkan bobot basah akar pada 14 HST.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, L. N., Rachma, A. F., & Isnawan, B. H. (2024). Land Characteristics for Gogo Rice Plants in Muntuk, Dlingo, Special Region of Yogyakarta. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1417(1), 012044. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1417/1/012044>
- Balas, P. R., Pargi, S. J., Lakhani, A. L., Mehta, T. D., & Bambhaniya, V. U. (2023). Inter and Intra Row Weed and Its Effect: A Review. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 42(48), 97–105. <https://doi.org/10.9734/cjast/2023/v42i484336>
- De-Prado, R., Palma-Bautista, C., Vázquez-García, J. G., & La Cruz, R. A. (2022). Influence of Herbicide Environmental Behavior on Weed Management. In K. F. Mendes, *Interactions of Biochar and Herbicides in the Environment* (1st ed., pp. 53–77). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003202073-3>
- Garcia, J., M. Vargas, A. A., T. Perboni, L., A. Souza, E., Tessaro, D., R. Lucio, F., & Agostinetto, D. (2020). Physiological attributes of Enlist E3™ soybean seed

- submitted to herbicides application. *Planta Daninha*, 38, e020220418.
<https://doi.org/10.1590/s0100-83582020380100088>
- Kanwar, A., Verma, A., . K., & Rajput, V. (2024). Investigating the effects of a novel herbicide active ingredient on soybean growth and yield. *International Journal of Advanced Biochemistry Research*, 8(10S), 555–561.
<https://doi.org/10.33545/26174693.2024.v8.i10Sg.2527>
- Langaro, A. C., Agostinetto, D., Ruchel, Q., Garcia, J. R., & Perboni, L. T. (2017). Oxidative stress caused by the use of preemergent herbicides in rice crops. *REVISTA CIÊNCIA AGRONÔMICA*, 48(2). <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20170041>
- Liu, C., Yang, K., Chen, Y., Gong, H., Feng, X., Tang, Z., Fu, D., & Qi, L. (2023). Benefits of mechanical weeding for weed control, rice growth characteristics and yield in paddy fields. *Field Crops Research*, 293, 108852.
<https://doi.org/10.1016/j.fcr.2023.108852>
- Novello, B. D., Silva, D. R. O. D., Cuchi, M. L., & Silva, Á. A. A. D. (2022). Viability of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) seeds under application of synthetic auxin herbicides. *Revista Ceres*, 69(3), 323–329. <https://doi.org/10.1590/0034-737x202269030010>
- Ramut, A., Harta, R. Y., Pani, M., & Maida, M. (2025). Variasi dosis mulsa organik akasia dan kirinyuh dalam mengendalikan gulma pada tanaman kedelai: Studi karakteristik pertumbuhan gulma. *Jurnal Pertanian Agros*, 27(1), 47–54.
<https://doi.org/10.37159/jpa.v27i1.42>
- Ramut, A., Hasanuddin, & Hafsa, S. (2020). The Growth of Soybean Plant Due To the Application of Various Dosages of Oxyfluorfen and Pendimethalin Herbicide. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)*, 13(12), 34–37.
<https://doi.org/10.9790/2380-1312033437>
- Ramut, A., Untari, Y., Pani, M., & Abdi, Z. (2024). Karakteristik gulma akibat variasi dosis herbisida oxyfluorfen di pertanaman kedelai. *Jurnal Pertanian Agros*, 26(4), 1716–1721. <https://e-journal.janabadra.ac.id/index.php/JA/article/view/4836>
- Ramut, A., Untari, Y., Sitinjak, L., Sumoharjo, D., & Nasrullah, N. (2023). Karakteristik hasil tanaman kedelai akibat variasi dosis herbisida oxyfluorfen. *Agrosustain*, 1(2), 45–49. <https://doi.org/10.54367/agrosustain.v1i2.2718>
- Thirumalaikumar, R., & Kalpana, R. (2016). Efficacy of flumioxazine 50% SC for weed control in soybean. *Legume Research - An International Journal*, OF. <https://doi.org/10.18805/lr.v0iOF.3766>

Analisis Komoditas Unggulan Hortikultura di Provinsi Jawa Timur dengan Pendekatan *Location Quotient* (LQ)

Ratna Dewi Judhaswati^{1*}

¹Badan Riset dan Inovasi Daerah Provinsi Jawa Timur

*Email: ratnajudhas14@gmail.com

Abstrak

Penentuan komoditas unggulan di sektor pertanian merupakan langkah strategis untuk merumuskan kebijakan pembangunan wilayah yang berbasis potensi lokal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis komoditas unggulan sektor pertanian terutama subsektor hortikultura di Provinsi Jawa Timur berdasarkan pendekatan *Location Quotient* (LQ). Data yang digunakan berupa data nilai produksi pertanian subsektor tanaman hortikultura dari BPS tahun 2020–2023. Hasil analisis menunjukkan bahwa beberapa komoditas dengan nilai $LQ > 1$ yang menjadi indikator produk unggulan antara lain paprika yang tersebar di Kabupaten Pasuruan dan Kota Batu; cabai rawit yang tersebar di Kabupaten Kediri, Kabupaten Sampang, Kabupaten Blitar, Kabupaten Jombang dan Kabupaten Tuban; jamur yang tersebar di Kabupaten Malang, Kabupaten Banyuwangi, Kabupaten Jember dan Kota Batu; kentang yang tersebar di Kabupaten Malang, Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Magetan, Kabupaten Lumajang dan Kota Batu; dan bawang merah yang tersebar di Kabupaten Nganjuk, Kabupaten Probolinggo, Kabupaten Sampang, Kabupaten Malang dan Kabupaten Bojonegoro. Temuan ini menunjukkan bahwa pembangunan sektor pertanian di Jawa Timur perlu diarahkan pada penguatan daya saing komoditas unggulan lokal.

Kata kunci: Komoditas unggulan, Pertanian, Hortikultura, Location quotient, Jawa Timur

Abstract

Determining superior commodities in the agricultural sector is a strategic step in formulating regional development policies based on local potential. This study aims to analyze superior commodities in the agricultural sector, especially the horticulture subsector in East Java Province, based on the Location Quotient (LQ) approach. The data used are data on the value of agricultural production in the horticulture subsector from BPS for 2020–2023. The results of the analysis show that several commodities with an LQ value > 1 which are indicators of superior products include paprika distributed in Pasuruan Regency and Batu City; cayenne pepper distributed in Kediri Regency, Sampang Regency, Blitar Regency, Jombang Regency and Tuban Regency; mushrooms distributed in Malang Regency, Banyuwangi Regency, Jember Regency and Batu City; potatoes distributed in Malang Regency, Probolinggo Regency, Pasuruan Regency, Magetan Regency, Lumajang Regency and Batu City; and shallots distributed in Nganjuk Regency, Probolinggo Regency, Sampang Regency, Malang Regency and Bojonegoro Regency. These findings indicate that agricultural sector development in East Java needs to be directed at strengthening the competitiveness of local leading commodities.

Keywords: Leading commodities, Agriculture, Horticulture, Location quotient, East Java

PENDAHULUAN

Pertumbuhan ekonomi merupakan unsur penting dalam proses pembangunan wilayah Indonesia. Menurut Sjafrizal (2014), setiap daerah memiliki tanggung jawab untuk mengidentifikasi sektor ekonomi yang dominan atau sektor unggulan. Hal ini penting karena sumber daya alam yang tersedia menjadi faktor utama dalam mendukung aktivitas produksi masyarakat. Oleh karena itu, strategi pembangunan daerah perlu difokuskan pada pengembangan sektor, subsektor, komoditas, hingga produk unggulan yang memiliki daya saing tinggi. Pendekatan ini diharapkan mampu mempercepat pertumbuhan ekonomi daerah secara berkelanjutan. Sektor ekonomi yang dikategorikan sebagai sektor unggulan dan berdaya saing adalah sektor yang memiliki laju pertumbuhan tinggi, mampu menyerap tenaga kerja dalam jumlah besar, memberikan nilai tambah yang signifikan, serta memiliki keterkaitan yang kuat dengan sektor lainnya, baik dalam bentuk backward linkage maupun forward linkage (Juansyah *et al.*, 2024).

Sektor pertanian merupakan salah satu sektor andalan dalam pembangunan perekonomian nasional. Peranannya sebagai menyumbang pembentukan Produk Domestik Bruto penyediaan sumber devisa melalui ekspor, penyediaan pangan dan bahan baku industri, pengatasan kemiskinan, penyediaan lapangan kerja dan perbaikan pendapatan masyarakat (Subambhi *et al.*, 2020). Provinsi Jawa Timur terdiri dari 38 kabupaten/kota (Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur, 2021) dan merupakan provinsi dengan kontribusi PDRB terbesar ketiga di Indonesia. Sektor pertanian, kehutanan, dan perikanan di provinsi ini menyerap tenaga kerja hingga 31,68%, menunjukkan peran penting sektor tersebut dalam perekonomian daerah. Sektor pertanian di Jawa Timur menempati posisi ketiga terbesar dalam perekonomian provinsi ini dengan rata-rata kontribusi sebesar 12,82%. Hal ini menunjukkan bahwa pertanian memiliki peran yang signifikan dalam mendorong pertumbuhan ekonomi di Jawa Timur (Dinesta, 2023).

Hortikultura memiliki peran yang sangat penting dan strategis sebagai bagian utama dalam mewujudkan pola pangan harapan. Komoditas hortikultura, khususnya sayuran dan buah-buahan, berperan vital dalam menjaga keseimbangan pangan. Oleh karena itu, ketersediaannya perlu dijamin setiap saat dengan jumlah yang memadai, kualitas yang baik, aman untuk dikonsumsi, memiliki harga yang terjangkau, serta mudah diakses oleh seluruh masyarakat (Oktavia & Andjani, 2019). Untuk mengoptimalkan peran subsektor hortikultura dalam mendukung perekonomian daerah, diperlukan

identifikasi komoditas yang memiliki potensi unggul dan daya saing tinggi. Identifikasi ini penting agar pemerintah daerah dapat menentukan prioritas pengembangan komoditas yang tepat sasaran serta efektif dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk tujuan tersebut adalah analisis *Location Quotient* (LQ).

Analisis LQ merupakan pendekatan yang umum digunakan dalam perencanaan pembangunan wilayah untuk mengukur tingkat spesialisasi suatu sektor di suatu daerah dibandingkan dengan daerah yang lebih luas, seperti tingkat provinsi atau nasional. Melalui metode ini, dapat diketahui sektor atau subsektor mana yang memiliki keunggulan relatif serta berpotensi menjadi penggerak utama perekonomian daerah (Adi, 2017). Nilai LQ memberikan gambaran mengenai kemampuan suatu daerah dalam memproduksi komoditas tertentu, sehingga dapat digunakan sebagai dasar penentuan sektor basis atau non-basis.

Dalam konteks subsektor hortikultura, LQ digunakan untuk menilai komoditas sayuran dan buah-buahan mana yang berperan dominan dan layak dikembangkan lebih lanjut. Komoditas dengan nilai $LQ > 1$ dikategorikan sebagai komoditas basis atau unggulan, karena produksinya tidak hanya mampu memenuhi kebutuhan daerah sendiri tetapi juga memiliki surplus untuk dipasarkan ke luar daerah. Sebaliknya, komoditas dengan $LQ < 1$ dianggap non-basis, artinya produksinya belum mencukupi kebutuhan lokal. Sementara itu, $LQ = 1$ menunjukkan komoditas yang hanya mampu memenuhi kebutuhan daerah tanpa surplus (Faqih, 2021).

Hasil analisis LQ ini dapat menjadi landasan bagi pemerintah daerah dalam merumuskan kebijakan pembangunan pertanian yang lebih tepat sasaran, seperti penentuan program peningkatan produksi, pengembangan sentra hortikultura, serta strategi pemasaran yang berkelanjutan. Dengan demikian, pengembangan subsektor hortikultura dapat dilakukan secara terarah dan berdaya saing, sekaligus mendorong pertumbuhan ekonomi daerah secara berkelanjutan.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan metode analisis *Location Quotient* (LQ). Data yang digunakan adalah data sekunder dari Badan Pusat Statistik (BPS), Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Jawa Timur, serta sumber lainnya untuk tahun 2020–2023.

Analisis *Location Quotient* (LQ) merupakan metode yang digunakan untuk mengukur kemampuan suatu daerah dalam sektor tertentu. Meskipun tidak memberikan kesimpulan akhir, analisis ini dapat memberikan gambaran mengenai sektor yang potensial untuk dikembangkan. Melalui analisis LQ, dapat diidentifikasi sektor pertanian yang dominan di suatu wilayah (Adi, 2017). Selain itu, LQ juga berfungsi untuk mengkaji kondisi perekonomian daerah dan mengidentifikasi sektor basis atau sektor yang menjadi spesialisasi wilayah tersebut. Sektor dengan nilai LQ tinggi dianggap mampu mendorong pertumbuhan sektor lain serta berkontribusi terhadap penciptaan lapangan kerja (Sulistyowati *et al.*, 2022).

Location Quotient (LQ) dimanfaatkan untuk mengidentifikasi dan menentukan komoditas unggulan pada subsektor hortikultura dengan menggunakan data produksi komoditas hortikultura. Menurut (Jafar & Meilvidiri, 2021) LQ dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$LQ = \frac{vi/vt}{Vi/Vt}$$

Dimana: vi = Jumlah produksi komoditas hortikultura i di kabupaten

vt = Total seluruh komoditas hortikultura di kabupaten

Vi = Jumlah produksi komoditas hortikultura i di Provinsi Jawa Timur

Vt = Total seluruh komoditas hortikultura di Provinsi Jawa Timur

Berdasarkan hasil perhitungan nilai *Location Quotient* (LQ), interpretasinya dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. **$LQ > 1$** → Menunjukkan bahwa komoditas tersebut **merupakan komoditas unggulan**, karena produksinya tidak hanya mampu memenuhi kebutuhan daerah sendiri tetapi juga memiliki surplus untuk dipasarkan ke luar daerah.
2. **$LQ < 1$** → Menandakan bahwa komoditas tersebut **bukan merupakan komoditas unggulan**, karena produksinya belum mencukupi kebutuhan daerah setempat.
3. **$LQ = 1$** → Mengindikasikan bahwa komoditas tersebut **hanya mampu memenuhi kebutuhan lokal**, tanpa menghasilkan surplus untuk didistribusikan ke luar daerah (Faqih, 2021).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Produksi Tanaman Hortikultura Provinsi Jawa Timur Tahun 2020-2023 (ton/th)

NO.	KOMODITAS	TAHUN				RATA-RATA
		2020	2021	2022	2023	
1.	Bawang Merah	454.584	500.992	478.393	484.669	479.660
2.	Bawang Putih	5.898	4.220	855	1.053	3.007
3.	Bawang Daun	98.854	98.008	109.723	121.421	107.002
4.	Kentang	354.196	324.338	385.124	278.804	335.616
5.	Kubis	203.708	193.026	210.454	202.577	202.441
6.	Kembang Kol	32.043	38.134	21.265	18.918	27.590
7.	Petsai/Sawi	77.716	82.613	82.994	75.299	79.656
8.	Wortel	80.398	91.666	89.664	77.190	84.730
9.	Kacang Panjang	39.878	38.070	34.942	30.074	35.741
10.	Cabai Besar	99.110	127.429	116.175	114.653	114.342
11.	Cabai Rawit	684.943	578.883	646.740	562.816	618.346
12.	Tomat	83.920	93.121	102.099	104.092	95.808
13.	Terung	67.957	90.519	102.540	98.756	89.943
14.	Buncis	22.516	28.596	28.276	21.886	25.319
15.	Ketimun	37.333	53.570	54.395	47.564	48.216
16.	Labu Siam	26.183	48.127	32.876	32.350	34.884
17.	Kangkung	29.064	38.480	38.223	30.540	34.077
18.	Bayam	14.036	13.766	13.507	13.587	13.724
19.	Melinjo	33.139	31.750	20.010	17.081	25.495
20.	Paprika	7.918	7.781	17.517	15.422	12.160
21.	Jamur	860.579	41.583	17.449	7.260	231.718
22.	Jengkol	1.192	1.796	1.152	1.066	1.302

Sumber: Badan Pusat Statistik (2020-2023)

Produksi hortikultura di Provinsi Jawa Timur selama periode 2020-2023 menunjukkan pola yang cukup beragam antar komoditas. Secara umum, produksi terbesar didominasi oleh cabai rawit dengan rata-rata mencapai 618.346 ton per tahun, meskipun tren produksinya cenderung menurun dari 684 ribu ton pada tahun 2020 menjadi 562 ribu ton pada tahun 2023. Bawang merah juga menjadi komoditas unggulan dengan produksi stabil di kisaran 454-500 ribu ton per tahun dan rata-rata 479.660 ton. Selain itu, kentang, kubis, dan tomat menempati urutan berikutnya dengan volume cukup tinggi. Produksi kentang yang sempat meningkat hingga 385 ribu ton pada tahun 2022 justru menurun tajam pada tahun 2023 menjadi 278 ribu ton. Sementara itu, kubis relatif stabil di kisaran

200 ribu ton, dan tomat justru memperlihatkan tren kenaikan yang konsisten dari 83 ribu ton pada tahun 2020 menjadi lebih dari 104 ribu ton pada tahun 2023.

Komoditas lain seperti terung juga mengalami peningkatan produksi yang signifikan dari 67 ribu ton pada tahun 2020 hingga menembus lebih dari 100 ribu ton pada tahun 2022, meskipun sedikit menurun di tahun 2023. Sawi/petsai, wortel, dan bawang daun memperlihatkan kestabilan produksi dengan sedikit fluktuasi. Sebaliknya, beberapa komoditas menunjukkan kecenderungan menurun, misalnya kacang panjang yang turun dari 39 ribu ton menjadi hanya 30 ribu ton, serta melinjo yang merosot dari 33 ribu ton pada tahun 2020 menjadi 17 ribu ton pada tahun 2023.

Beberapa komoditas memperlihatkan produksi yang relatif kecil dibandingkan komoditas utama. Bawang putih, misalnya, hanya memiliki rata-rata 3.007 ton per tahun dan masih jauh dari kebutuhan konsumsi, sehingga ketergantungan impor tetap tinggi. Jengkol juga berada pada level produksi yang rendah yaitu sekitar 1.302 ton per tahun. Paprika, bayam, dan buncis berada dalam kategori terbatas karena lebih bergantung pada lokasi budidaya tertentu. Hal menarik terjadi pada komoditas jamur yang mencatat produksi sangat tinggi pada tahun 2020 (860 ribu ton), namun turun drastis pada tahun-tahun berikutnya hingga hanya 7 ribu ton pada tahun 2023. Kondisi ini diduga disebabkan oleh perubahan metode pencatatan atau pergeseran pola budidaya.

Secara keseluruhan, Jawa Timur masih dapat dikategorikan sebagai salah satu lumbung hortikultura nasional dengan komoditas unggulan cabai rawit, bawang merah, kentang, kubis, dan tomat. Namun demikian, adanya tren penurunan pada beberapa komoditas strategis seperti cabai rawit, kentang, dan kacang panjang perlu menjadi perhatian. Fluktuasi tajam pada produksi jamur juga menunjukkan perlunya evaluasi lebih lanjut baik dari sisi pencatatan statistik maupun pola usaha tani. Stabilitas produksi sayuran daun seperti kubis dan sawi menjadi modal penting, sementara tren kenaikan tomat dan terung menunjukkan peluang pengembangan yang lebih besar di masa mendatang.

Tabel 2. Produksi Tanaman Hortikultura Nasional Tahun 2020-2023 (ton/th)

No.	KOMODITAS	TAHUN				RATA-RATA
		2020	2021	2022	2023	
1.	Bawang Merah	1.815.445	2.004.590	1.982.360	1.985.233	1.946.907
2.	Bawang Putih	81.805	45.092	30.582	39.254	49.183
3.	Bawang Daun	579.748	627.853	638.735	639.675	621.503
4.	Kentang	1.282.768	1.361.064	1.503.998	1.248.513	1.349.086
5.	Kubis	1.406.985	1.434.670	1.503.798	1.399.005	1.436.115
6.	Kembang Kol	204.238	203.385	192.121	175.073	193.704
7.	Petsai/Sawi	667.473	727.467	760.608	686.876	710.606
8.	Wortel	650.858	720.090	737.965	668.178	694.273
9.	Kacang Panjang	359.158	383.685	360.871	309.422	353.284
10.	Cabai Besar	1.264.190	1.360.571	1.475.821	1.554.498	1.413.770
11.	Cabai Rawit	1.508.404	1.386.447	1.544.441	1.506.762	1.486.514
12.	Tomat	1.084.993	1.114.399	1.168.744	1.143.788	1.127.981
13.	Terung	575.392	676.339	691.738	699.896	660.841
14.	Buncis	305.923	320.774	325.602	305.049	314.337
15.	Ketimun	441.286	471.941	444.057	416.728	443.503
16.	Labu Siam	511.014	516.954	461.804	453.263	485.759
17.	Kangkung	312.336	341.196	329.616	322.083	326.308
18.	Bayam	157.024	171.706	170.821	170.688	167.560
19.	Melinjo	255.985	292.167	262.405	224.168	258.681
20.	Paprika	17.822	12.665	20.997	20.473	17.989
21.	Jamur	3.316.319	90.420	63.155	60.826	882.680
22.	Jengkol	350.638	387.691	444.277	421.141	400.937

Sumber: Badan Pusat Statistik (2020-2023)

Produksi hortikultura nasional pada periode 2020–2023 menunjukkan kecenderungan fluktuatif, dengan beberapa komoditas strategis tetap mendominasi. Cabai rawit, cabai besar, dan bawang merah merupakan tiga komoditas utama dengan volume tertinggi. Produksi cabai rawit rata-rata mencapai 1,49 juta ton per tahun dan meskipun sempat turun pada 2021, produksinya kembali stabil di atas 1,5 juta ton hingga 2023. Cabai besar justru memperlihatkan tren peningkatan yang signifikan dari 1,26 juta ton pada 2020 menjadi 1,55 juta ton pada 2023, sedangkan bawang merah relatif konsisten di kisaran 1,9 juta ton per tahun meskipun sedikit menurun pada 2022–2023. Ketiga

komoditas ini berperan penting karena menjadi penyumbang utama terhadap stabilitas harga pangan.

Komoditas lain seperti kentang, kubis, dan tomat juga memiliki peran besar dalam pasokan hortikultura nasional. Kentang sempat meningkat hingga 1,50 juta ton pada 2022, namun kembali menurun menjadi 1,24 juta ton pada 2023. Kubis cenderung stabil di kisaran 1,40 juta ton per tahun, sementara tomat menunjukkan tren kenaikan yang cukup konsisten dari 1,08 juta ton pada 2020 hingga 1,16 juta ton pada 2022, meskipun sedikit terkoreksi pada 2023. Komoditas berproduksi sedang seperti wortel, petsai/sawi, terung, dan bawang daun juga menunjukkan perkembangan yang cukup baik dengan tren yang relatif meningkat, menandakan potensi pengembangan agribisnis yang stabil.

Di sisi lain, beberapa komoditas memiliki produksi yang relatif rendah. Produksi bawang putih hanya sekitar 49 ribu ton per tahun dan terus menurun sejak 2020, sehingga ketergantungan pada impor masih tinggi. Paprika pun terbatas, hanya rata-rata 18 ribu ton per tahun karena budidayanya yang spesifik di dataran tinggi. Jengkol berada pada kisaran 400 ribu ton per tahun, lebih tinggi dibandingkan paprika dan bawang putih, tetapi masih tergolong rendah jika dibandingkan komoditas utama lainnya.

Hal menarik terjadi pada produksi jamur yang mencatat anomali sangat besar. Tahun 2020 produksinya mencapai 3,3 juta ton, namun pada tahun-tahun berikutnya turun drastis hingga hanya sekitar 60 ribu ton pada 2023. Perbedaan ekstrem ini kemungkinan disebabkan oleh perubahan metode pencatatan statistik atau perbedaan klasifikasi antara jamur segar dan jamur olahan.

Secara keseluruhan, produksi hortikultura nasional masih didominasi oleh komoditas strategis seperti cabai rawit, cabai besar, bawang merah, kentang, dan kubis. Namun demikian, beberapa komoditas memperlihatkan tren menurun, seperti kentang, bawang putih, kembang kol, dan kacang panjang, sehingga diperlukan upaya intensifikasi maupun ekstensifikasi untuk menjaga keberlanjutan pasokan. Di sisi lain, tren positif pada tomat, terung, wortel, dan sawi menunjukkan peluang pengembangan yang dapat mendukung ketahanan pangan sekaligus memperluas pasar ekspor hortikultura Indonesia.

Tabel 3. LQ Produksi Tanaman Hortikultura

No.	Komoditas	Tahun				Rata-rata	Keterangan
		2020	2021	2022	2023		
1.	Bawang Merah	1,28	1,42	1,37	1,47	1,38	Basis
2.	Bawang Putih	0,37	0,53	0,16	0,16	0,31	Non Basis
3.	Bawang Daun	0,87	0,89	0,97	1,14	0,97	Non Basis
4.	Kentang	1,41	1,36	1,45	1,34	1,39	Basis
5.	Kubis	0,74	0,77	0,79	0,87	0,79	Non Basis
6.	Kembang Kol	0,80	1,07	0,63	0,65	0,79	Non Basis
7.	Petsai/Sawi	0,59	0,65	0,62	0,66	0,63	Non Basis
8.	Wortel	0,63	0,73	0,69	0,70	0,68	Non Basis
9.	Kacang Panjang	0,57	0,57	0,55	0,58	0,57	Non Basis
10.	Cabai Besar	0,40	0,53	0,45	0,44	0,46	Non Basis
11.	Cabai Rawit	2,31	2,38	2,37	2,25	2,33	Basis
12.	Tomat	0,39	0,48	0,49	0,55	0,48	Non Basis
13.	Terung	0,60	0,76	0,84	0,85	0,76	Non Basis
14.	Buncis	0,38	0,51	0,49	0,43	0,45	Non Basis
15.	Ketimun	0,43	0,65	0,69	0,69	0,61	Non Basis
16.	Labu Siam	0,26	0,53	0,40	0,43	0,41	Non Basis
17.	Kangkung	0,47	0,64	0,66	0,57	0,59	Non Basis
18.	Bayam	0,46	0,46	0,45	0,48	0,46	Non Basis
19.	Melinjo	0,66	0,62	0,43	0,46	0,54	Non Basis
20.	Paprika	2,26	3,50	4,72	4,53	3,76	Basis
21.	Jamur	1,32	2,62	1,56	0,72	1,56	Basis
22.	Jengkol	0,00	0,07	0,00	0,00	0,02	Non Basis

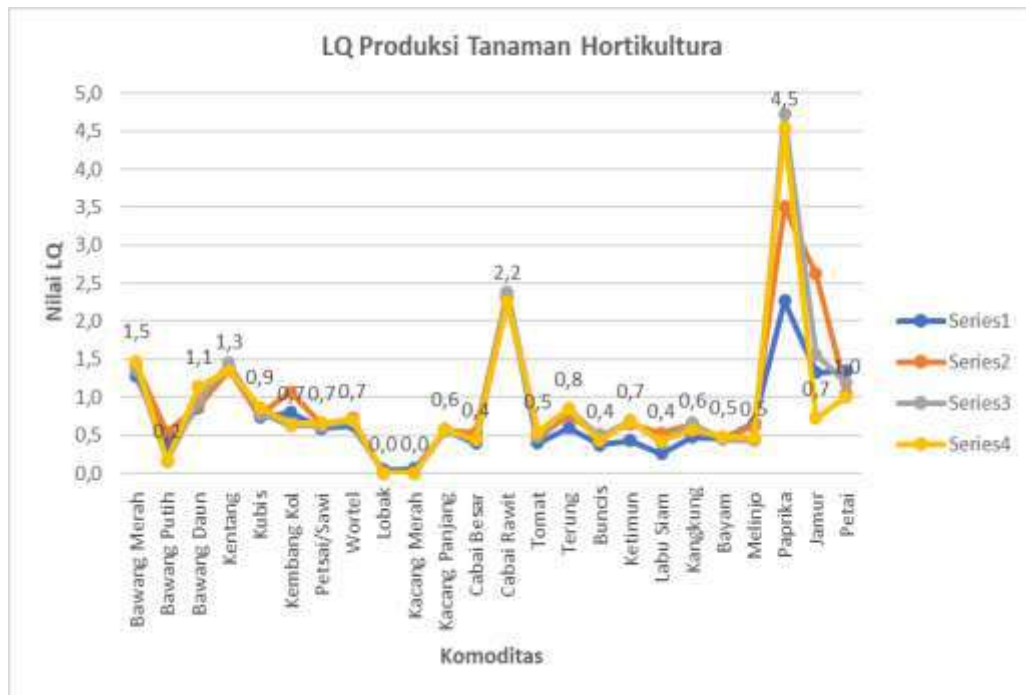
Sumber: Data Diolah (2025)

Tabel 4. Sentra Produksi Tanaman Hortikultura

Komoditas	Kabupaten/Kota
Paprika	Pasuruan, Kota Batu
Cabai Rawit	Kediri, Sampang, Blitar, Jombang, Tuban
Jamur	Malang, Banyuwangi, Jember, Kota Batu
Kentang	Malang, Probolinggo, Pasuruan, Magetan, Lumajang, Kota Batu
Bawang Merah	Nganjuk, Probolinggo, Malang, Sampang, Bojonegoro

Sumber: Data Diolah (2025)

Analisis *Location Quotient* (LQ) merupakan perbandingan tentang besarnya peranan suatu sektor dan industri secara nasional atau disuatu kabupaten dan peranan sektor maupun industri regional atau tingkat provinsi. Hasil analisis perhitungan *Location Quotient* (LQ) mempunyai nilai lebih dari 1 ($LQ > 1$) maka sektor yang bersangkutan termasuk dalam sektor unggulan dimana sektor tersebut memenuhi kebutuhan dalam maupun luar daerah dan berpotensi positif terhadap perekonomian sektor tersebut. Sedangkan jika nilai *Location Quotient* (LQ) kurang dari 1 ($LQ < 1$) maka sektor daerah tersebut tidak unggul dalam memenuhi kebutuhannya hingga tidak berpotensi menjadi suatu daerah yang basis. Jika hasil perhitungan *Location Quotient* (LQ) mempunyai nilai yang sama dengan 1 ($LQ = 1$) maka sektor yang bersangkutan di sebut sektor andalan, yaitu sektor yang hanya dapat memenuhi kebutuhan dalam daerahnya saja tetapi masih bisa di kembangkan menjadi sektor unggulan atau basis (Royadi Pratama & Rahman Nugroho, 2020).



Gambar 1. LQ Produksi Tanaman Hortikultura (Data Diolah, 2025)

Pembahasan

Pertama paprika (LQ Tertinggi) memiliki wilayah basis pertanaman paprika yaitu di Kabupaten Pasuruan dan Kota Batu. Memiliki pola LQ yaitu 2,3 (2020) → 3,5 (2021) → 4,7 (2022) → 4,5 (2023)

Paprika menunjukkan tren peningkatan *Location Quotient* (LQ) yang signifikan hingga tahun 2022, yang mencerminkan semakin menguatnya peran komoditas ini dalam perekonomian wilayah. Peningkatan LQ ini mengindikasikan bahwa paprika memiliki keunggulan komparatif yang cukup tinggi di beberapa daerah sentra produksi, khususnya di Kota Batu dan Kabupaten Pasuruan. Namun, pada tahun 2023, terjadi sedikit penurunan nilai LQ yang diduga dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti fluktuasi harga pasar, perubahan iklim yang mempengaruhi kualitas dan kuantitas produksi, serta adanya persaingan dari komoditas hortikultura lainnya yang juga berkembang di wilayah tersebut.

Kota Batu dan Kabupaten Pasuruan memiliki karakteristik geografis yang mendukung pertumbuhan paprika secara optimal. Wilayah ini berada pada ketinggian 700–1.200 meter di atas permukaan laut (mdpl) dengan kondisi iklim sejuk dan curah hujan yang relatif stabil, sehingga sangat sesuai untuk budidaya tanaman paprika yang memerlukan suhu ideal berkisar antara 18–25°C. Selain faktor iklim, kondisi tanah di daerah ini umumnya subur dengan kandungan bahan organik yang cukup tinggi, yang

menjadi faktor pendukung utama produktivitas tanaman (Bappeda Jawa Timur, 2015). Hal ini menjadikan Kota Batu dan Kabupaten Pasuruan sebagai daerah sentra produksi paprika yang strategis di Jawa Timur.

Kedekatan wilayah ini dengan pasar konsumen besar seperti Kota Malang dan Surabaya juga memberikan keuntungan tersendiri. Akses transportasi yang relatif mudah dan infrastruktur distribusi yang memadai memungkinkan proses pemasaran produk paprika berjalan lebih cepat dan efisien. Hal ini membantu mengurangi potensi kerusakan pascapanen, menjaga kualitas produk tetap baik, serta meningkatkan daya saing di pasar. Kondisi ini semakin mendorong petani untuk meningkatkan produksi sekaligus mempertahankan standar kualitas agar dapat memenuhi permintaan konsumen, baik dari pasar lokal maupun regional (Aimanah & Vandalisna, 2019).

Selain faktor produksi dan distribusi, keberadaan sektor pariwisata, khususnya agrowisata di Kota Batu, turut memberikan pengaruh positif terhadap pengembangan paprika. Agrowisata berbasis hortikultura tidak hanya menjadi daya tarik wisata, tetapi juga menciptakan pasar lokal yang terus berkembang. Kunjungan wisatawan meningkatkan permintaan langsung terhadap produk segar, termasuk paprika, baik sebagai bahan konsumsi maupun sebagai bagian dari pengalaman edukasi wisata pertanian. Sinergi antara sektor pertanian dan pariwisata ini membentuk ekosistem ekonomi yang saling menguntungkan, di mana petani mendapatkan nilai tambah dari produk yang dihasilkan, sementara sektor pariwisata memperoleh daya tarik yang lebih kuat melalui penyediaan pengalaman yang autentik bagi wisatawan.

Dengan adanya dukungan dari pemerintah daerah dalam bentuk pelatihan, penyuluhan, serta program pengembangan agribisnis, produksi paprika di Kota Batu dan Kabupaten Pasuruan semakin memiliki peluang untuk berkembang secara berkelanjutan. Sinergi yang terbangun antara petani, pelaku usaha, pemerintah, dan sektor pariwisata menjadi faktor penting dalam menjaga stabilitas produksi serta daya saing paprika di pasar. Oleh karena itu, meskipun terjadi sedikit penurunan LQ pada tahun 2023, prospek jangka panjang pengembangan paprika di wilayah ini masih sangat menjanjikan, terutama jika diiringi dengan inovasi teknologi budidaya, pengelolaan pascapanen yang baik, dan strategi pemasaran yang lebih luas.

Kedua tanaman cabai rawit memiliki wilayah basis di Kabupaten Kediri, Sampang, Blitar, Jombang, Tuban. Dengan pola LQ: 2,3 (2020) → 2,4 (2021) → 2,4 (2022) → 2,2 (2023)

Cabai rawit menunjukkan nilai *Location Quotient* (LQ) yang konsisten berada di atas 2,0 selama periode pengamatan, yang menandakan adanya tingkat spesialisasi produksi yang tinggi di beberapa wilayah di Jawa Timur. Nilai LQ yang stabil dan tinggi ini menggambarkan bahwa cabai rawit merupakan salah satu komoditas unggulan di daerah tersebut, di mana produksi yang dihasilkan tidak hanya mampu memenuhi kebutuhan lokal, tetapi juga berkontribusi signifikan dalam memasok pasar regional bahkan antarprovinsi. Hal ini menunjukkan peran strategis cabai rawit dalam mendukung ketahanan pangan sekaligus sebagai sumber pendapatan bagi petani dan perekonomian daerah.

Kabupaten Kediri dan Blitar dikenal sebagai sentra produksi hortikultura dengan kondisi agroekologi yang sangat mendukung pertumbuhan cabai rawit. Lahan di wilayah ini umumnya subur dengan struktur tanah yang gembur dan kaya bahan organik, sehingga mampu menunjang pertumbuhan tanaman secara optimal. Selain itu, kedua daerah ini memiliki sistem irigasi yang relatif baik sehingga memudahkan pengaturan air, terutama pada musim kemarau, yang sangat penting untuk menjaga produktivitas. Keberadaan petani yang telah berpengalaman dalam budidaya hortikultura juga menjadi faktor penting yang memperkuat posisi wilayah ini sebagai sentra utama produksi cabai rawit.

Sementara itu, Kabupaten Tuban dan Kabupaten Sampang memiliki karakteristik lahan yang berbeda. Lahan di kedua wilayah ini cenderung kering dan kurang subur dibandingkan Kediri dan Blitar. Namun, kondisi tersebut justru sesuai untuk budidaya cabai rawit, mengingat tanaman ini toleran terhadap panas dan relatif tahan terhadap kekeringan. Hal ini memberikan keuntungan tersendiri, terutama pada musim kemarau, ketika beberapa komoditas hortikultura lain mengalami penurunan produksi akibat keterbatasan air. Dengan demikian, keberagaman karakteristik lahan antarwilayah di Jawa Timur menciptakan pola produksi cabai rawit yang berkelanjutan sepanjang tahun, karena produksi dapat terus berlangsung meskipun terjadi perubahan musim.

Permintaan pasar yang tinggi menjadi faktor kunci yang menjaga kestabilan produksi cabai rawit di wilayah ini. Cabai rawit merupakan bahan pokok yang memiliki peran penting dalam konsumsi rumah tangga sehari-hari, terutama dalam masakan tradisional Indonesia yang cenderung bercita rasa pedas. Selain itu, sektor industri

makanan dan minuman juga memerlukan pasokan cabai rawit dalam jumlah besar sebagai bahan baku untuk produk olahan seperti sambal, saus, dan bumbu instan. Permintaan yang stabil dan cenderung meningkat ini memberikan jaminan pasar bagi petani, sehingga mereka terdorong untuk terus meningkatkan produksi dan mempertahankan kualitas hasil panen.

Meski demikian, pada tahun 2023 tercatat adanya sedikit penurunan nilai LQ cabai rawit. Penurunan ini kemungkinan besar disebabkan oleh faktor eksternal seperti fluktuasi iklim yang semakin tidak menentu, termasuk curah hujan tinggi yang menyebabkan kelembapan udara meningkat. Kondisi tersebut seringkali memicu perkembangan hama dan penyakit tanaman, seperti antraknosa (*Colletotrichum spp.*), lalat buah (*Bactrocera spp.*), serta serangan tungau dan thrips. Musim hujan juga dapat menyebabkan genangan air pada lahan tertentu yang mengganggu pertumbuhan tanaman dan mengurangi produktivitas. Faktor-faktor ini berpotensi menurunkan hasil panen dan berdampak pada penurunan nilai LQ secara keseluruhan.

Dari sisi distribusi, wilayah Kediri dan Blitar memiliki keunggulan karena letaknya yang relatif dekat dengan pusat pasar besar seperti Surabaya, Malang, dan Sidoarjo. Akses transportasi yang baik, termasuk jalan nasional dan jaringan logistik yang memadai, memungkinkan proses distribusi hasil panen dilakukan dengan cepat dan efisien. Hal ini penting mengingat cabai rawit merupakan komoditas yang mudah rusak (*perishable product*), sehingga kecepatan dalam distribusi sangat mempengaruhi kualitas dan harga jual di pasar. Selain itu, kemudahan akses ini juga meminimalkan kerugian pascapanen yang sering menjadi masalah pada komoditas hortikultura.

Dengan kombinasi faktor agroekologi yang mendukung, permintaan pasar yang tinggi, dan jaringan distribusi yang baik, cabai rawit di Jawa Timur memiliki prospek pengembangan yang sangat potensial. Untuk menjaga keberlanjutan produksi di masa mendatang, diperlukan upaya penguatan pada beberapa aspek, seperti penerapan teknologi budidaya yang ramah lingkungan, penggunaan varietas unggul yang tahan hama dan penyakit, serta pengelolaan pascapanen yang tepat. Selain itu, dukungan pemerintah dalam bentuk pelatihan, penyediaan sarana produksi, serta pembiayaan usaha tani akan menjadi faktor penting dalam meningkatkan daya saing cabai rawit di pasar nasional. Dengan langkah-langkah tersebut, diharapkan produksi cabai rawit tetap stabil dan terus berkembang, sekaligus memberikan manfaat ekonomi yang lebih besar bagi petani dan daerah penghasil.

Ketiga komoditas jamur memiliki wilayah basis di Kabupaten Malang, Banyuwangi, Jember, Kota Batu. Dengan pola LQ: 1,3 (2020) → 2,6 (2021) → 1,6 (2022) → 0,7 (2023)

Jamur menunjukkan pola *Location Quotient* (LQ) yang cenderung fluktuatif selama periode pengamatan, yang menggambarkan adanya dinamika dalam tingkat spesialisasi dan daya saing produksi. Peningkatan signifikan terlihat pada tahun 2021, di mana nilai LQ mencapai 2,6. Angka ini menunjukkan bahwa jamur merupakan salah satu komoditas unggulan dengan tingkat spesialisasi tinggi di beberapa wilayah Jawa Timur, khususnya Malang, Jember, dan Kota Batu. Peningkatan tersebut kemungkinan dipengaruhi oleh meningkatnya permintaan pasar pada masa itu, terutama dari sektor kuliner dan industri makanan yang mulai pulih setelah pembatasan aktivitas akibat pandemi COVID-19 pada tahun sebelumnya. Selain itu, pada tahun 2021 terjadi tren gaya hidup sehat dan peningkatan konsumsi makanan berbasis nabati, termasuk jamur, yang semakin populer karena kandungan protein nabatinya yang tinggi dan manfaat kesehatannya.

Namun, setelah mencapai puncaknya, nilai LQ jamur mengalami penurunan yang cukup tajam pada tahun-tahun berikutnya. Pada tahun 2022 mulai terlihat penurunan yang signifikan, dan pada tahun 2023 LQ turun drastis hingga berada di bawah 1,0. Kondisi ini mengindikasikan bahwa produksi jamur di wilayah tersebut tidak lagi memiliki keunggulan komparatif dan mengalami penurunan daya saing yang cukup serius. Beberapa faktor dapat menjelaskan fenomena ini, baik dari sisi produksi maupun permintaan pasar.

Dari sisi geografis, wilayah Malang, Jember, dan Kota Batu memiliki kondisi agroklimat yang ideal untuk budidaya jamur, khususnya jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) dan jamur kuping (*Auricularia auricula*). Ketiga daerah ini memiliki iklim sejuk dengan suhu rata-rata 18–25°C dan kelembapan udara yang relatif tinggi, kondisi yang sangat mendukung pertumbuhan jamur tanpa memerlukan pengaturan suhu buatan yang kompleks. Selain itu, ketersediaan tenaga kerja di pedesaan serta pengalaman petani dalam budidaya jamur menjadi modal penting dalam mendukung produksi. Oleh karena itu, secara alami, wilayah ini seharusnya memiliki potensi produksi jamur yang berkelanjutan.

Namun, penurunan tajam nilai LQ menunjukkan adanya tantangan serius yang dihadapi petani dan pelaku usaha jamur. Salah satu faktor utama adalah meningkatnya

persaingan dari daerah lain yang mulai mengembangkan budidaya jamur secara masif. Beberapa daerah di luar Jawa Timur, seperti Jawa Tengah dan Jawa Barat, telah melakukan inovasi dalam teknologi budidaya dan pengolahan jamur, sehingga mampu memproduksi dalam skala lebih besar dan dengan biaya yang lebih efisien. Hal ini menyebabkan produk jamur dari Malang, Jember, dan Kota Batu menghadapi tekanan harga yang signifikan, yang pada akhirnya mempengaruhi daya saing di pasar.

Selain persaingan, ketersediaan bahan baku juga menjadi kendala yang cukup mempengaruhi produksi. Bahan utama media tanam jamur, seperti serbuk gergaji dan dedak padi, mengalami keterbatasan pasokan dalam beberapa tahun terakhir. Serbuk gergaji, misalnya, semakin sulit diperoleh karena penurunan aktivitas industri pengolahan kayu dan meningkatnya permintaan dari sektor lain, seperti bahan bakar biomassa. Akibatnya, biaya produksi jamur meningkat karena petani harus mencari sumber bahan baku alternatif yang seringkali lebih mahal atau berkualitas rendah. Hal ini berdampak langsung pada produktivitas dan kualitas jamur yang dihasilkan.

Dari sisi permintaan pasar, penurunan LQ juga dipengaruhi oleh melemahnya sektor hilir yang menjadi konsumen utama produk jamur. Pada masa pandemi COVID-19, permintaan jamur sempat meningkat untuk konsumsi rumah tangga karena banyak masyarakat memasak sendiri di rumah. Namun, setelah pandemi mereda, permintaan dari sektor kuliner, restoran, dan hotel belum sepenuhnya pulih. Beberapa pelaku usaha di sektor tersebut masih melakukan penyesuaian skala usaha, sehingga penyerapan jamur sebagai bahan baku mengalami penurunan. Di sisi lain, perubahan perilaku konsumen pasca pandemi yang cenderung lebih selektif dan sensitif terhadap harga juga turut mempengaruhi daya serap pasar.

Infrastruktur distribusi dan rantai pasok juga berperan dalam penurunan daya saing (Tsurayya & Kartika, 2004). Jamur merupakan produk yang mudah rusak (*perishable product*), sehingga memerlukan penanganan pascapanen yang baik dan distribusi yang cepat (Ekstensia *et al.*, 2025). Keterbatasan fasilitas penyimpanan dingin (*cold storage*) di beberapa daerah menyebabkan sebagian hasil panen tidak dapat dipasarkan dalam kondisi optimal, yang pada akhirnya menurunkan kualitas dan harga jual. Jika tidak ditangani dengan baik, hal ini dapat menyebabkan kerugian bagi petani dan pelaku usaha, serta mengurangi motivasi untuk meningkatkan produksi. Dengan mempertimbangkan berbagai faktor tersebut, penurunan LQ jamur hingga di bawah 1,0 pada tahun 2023 menjadi indikasi penting perlunya strategi revitalisasi sektor ini.

Keempat adalah kentang dengan wilayah basis di Kabupaten Malang, Probolinggo, Pasuruan, Magetan, Lumajang, Kota Batu. Dengan pola LQ: 1,4 (2020) → 1,4 (2021) → 1,4 (2022) → 1,3 (2023)

Kentang menunjukkan nilai *Location Quotient* (LQ) yang relatif stabil selama periode pengamatan, menandakan bahwa komoditas ini tetap memiliki tingkat spesialisasi dan peran penting dalam struktur perekonomian wilayah. Meskipun pada tahun 2023 terjadi sedikit penurunan nilai LQ, kondisi ini masih dalam batas wajar dan tidak mengubah status kentang sebagai salah satu komoditas hortikultura unggulan di Jawa Timur. Penurunan tersebut kemungkinan terkait dengan faktor eksternal seperti perubahan iklim, fluktuasi harga, serta tantangan teknis dalam proses produksi. Stabilitas LQ ini menggambarkan bahwa kentang memiliki pasar yang relatif stabil dan permintaan yang konsisten, meskipun belum menunjukkan pertumbuhan yang signifikan dari sisi produksi maupun daya saing.

Wilayah basis produksi kentang di Jawa Timur umumnya berada di daerah dataran tinggi dengan karakteristik agroklimat yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman kentang. Kota Batu, Kabupaten Magetan, dan Kabupaten Malang merupakan sentra produksi utama yang memiliki ketinggian di atas 1.000 meter di atas permukaan laut (mdpl). Suhu udara di wilayah ini berkisar antara 15–20°C, yang merupakan kondisi ideal bagi pertumbuhan kentang. Selain itu, wilayah ini memiliki tingkat kelembapan yang cukup stabil dan curah hujan yang memadai untuk mendukung siklus tanam kentang sepanjang tahun.

Faktor geografis menjadi salah satu kekuatan utama dalam mendukung keberlanjutan produksi kentang. Lahan-lahan pertanian di sekitar Gunung Bromo, Gunung Semeru, dan Gunung Wilis memiliki jenis tanah vulkanik yang subur dan kaya akan unsur hara, sehingga mampu memberikan nutrisi yang dibutuhkan tanaman kentang. Keberadaan tanah vulkanik ini juga membantu mempertahankan struktur tanah yang gembur dan memiliki drainase baik, yang sangat penting untuk pertumbuhan umbi (Maulana, 2013). Dengan demikian, daerah dataran tinggi di Jawa Timur memiliki keunggulan alami yang sulit ditandingi oleh wilayah lain dengan kondisi geografis berbeda.

Selain faktor alam, pengalaman dan keterampilan petani lokal dalam mengelola budidaya kentang juga menjadi aset penting. Selama bertahun-tahun, petani di daerah ini telah mengembangkan teknik budidaya yang disesuaikan dengan kondisi lingkungan

setempat, termasuk pengaturan pola tanam, penggunaan pupuk organik dan anorganik secara tepat, serta pengelolaan lahan yang berkelanjutan. Hal ini membantu menjaga produktivitas lahan sekaligus memperkuat daya saing produk kentang di pasar.

Meskipun memiliki potensi besar, produksi kentang di Jawa Timur masih menghadapi beberapa tantangan yang perlu diantisipasi. Salah satu tantangan utama adalah fluktuasi harga pasar yang sering terjadi, terutama saat panen raya. Ketika pasokan meningkat secara signifikan, harga cenderung turun tajam, yang menyebabkan pendapatan petani menjadi tidak stabil. Kondisi ini dapat menurunkan motivasi petani untuk menanam kentang dalam jangka panjang jika tidak diimbangi dengan mekanisme stabilisasi harga atau pengolahan pascapanen yang memadai.

Tantangan kedua adalah ketergantungan pada benih impor. Saat ini sebagian besar benih kentang yang digunakan petani masih didatangkan dari luar negeri, seperti dari Belanda dan Skotlandia (Nuryati Khasanah, 2015). Ketergantungan ini membuat biaya produksi lebih tinggi dan rentan terhadap gangguan pasokan akibat fluktuasi harga internasional atau kendala distribusi global. Selain itu, benih impor seringkali memerlukan penyesuaian terhadap kondisi agroklimat lokal, sehingga berisiko mengalami penurunan kualitas atau produktivitas jika tidak dikelola dengan baik. Upaya pengembangan benih lokal yang berkualitas dan tahan penyakit masih perlu ditingkatkan melalui program penelitian dan pendampingan teknis.

Tantangan ketiga adalah serangan penyakit busuk daun (*Phytophthora infestans*), yang merupakan salah satu penyakit paling merusak pada tanaman kentang. Penyakit ini cenderung meningkat pada musim hujan ketika kelembapan udara tinggi dan suhu rendah, menciptakan kondisi yang ideal bagi perkembangan patogen. Jika tidak ditangani dengan tepat, busuk daun dapat menyebabkan kerugian hasil panen yang signifikan dan menurunkan kualitas umbi. Pengendalian penyakit ini memerlukan penerapan strategi terpadu, seperti penggunaan varietas tahan penyakit, rotasi tanaman, pengaturan jarak tanam, serta aplikasi fungisida yang tepat waktu dan ramah lingkungan.

Dari sisi distribusi, letak geografis Kota Batu, Magetan, dan Malang yang dekat dengan pasar utama seperti Surabaya, Sidoarjo, dan Malang Raya menjadi keunggulan tersendiri. Akses jalan yang memadai mempermudah transportasi hasil panen ke pusat distribusi dan pasar konsumen. Namun, mengingat kentang merupakan produk yang mudah rusak (*perishable product*), diperlukan penanganan pascapanen yang lebih baik,

termasuk penyimpanan di gudang bersuhu terkendali (*cold storage*) dan pengangkutan dengan sistem pendingin untuk menjaga kualitas produk hingga sampai ke konsumen.

Kelima bawang merah yang memiliki wilayah basis di Kabupaten Nganjuk, Probolinggo, Malang, Sampang, Bojonegoro. Pola LQ: 1,3 (2020) → 1,4 (2021) → 1,4 (2022) → 1,5 (2023)

Bawang merah menunjukkan tren peningkatan nilai *Location Quotient* (LQ) yang konsisten dari tahun ke tahun, yang mencerminkan peningkatan tingkat spesialisasi dan daya saing komoditas ini di Jawa Timur. Tren kenaikan ini menandakan bahwa produksi bawang merah tidak hanya mampu memenuhi kebutuhan lokal, tetapi juga berkontribusi signifikan terhadap pasokan regional bahkan nasional. Peningkatan LQ yang stabil ini menunjukkan bahwa bawang merah telah menjadi salah satu komoditas unggulan yang memiliki posisi strategis dalam perekonomian daerah, sekaligus menjadi sumber utama pendapatan bagi petani dan pelaku usaha di sektor hortikultura.

Kabupaten Nganjuk merupakan pusat utama produksi bawang merah di Jawa Timur dan sering disebut sebagai “lumbung bawang merah” provinsi ini. Keunggulan Nganjuk sebagai sentra produksi tidak lepas dari ketersediaan lahan pertanian yang luas dan subur, yang memungkinkan budidaya dalam skala besar. Selain itu, wilayah ini memiliki sistem irigasi yang relatif baik sehingga pasokan air dapat terjaga, terutama pada musim kemarau ketika bawang merah membutuhkan pengaturan kelembapan tanah yang tepat. Faktor lainnya adalah pengalaman panjang para petani lokal yang telah membudidayakan bawang merah secara turun-temurun. Pengetahuan tradisional yang dikombinasikan dengan teknologi pertanian modern menjadikan Nganjuk sebagai pusat inovasi budidaya bawang merah, sehingga produktivitas dan kualitas hasil panen dapat terus ditingkatkan.

Selain Nganjuk, wilayah Probolinggo dan Sampang juga memiliki peran penting dalam produksi bawang merah di Jawa Timur. Kedua daerah ini memiliki iklim kering yang sangat sesuai untuk pertumbuhan bawang merah, karena tanaman ini membutuhkan intensitas cahaya matahari tinggi serta kelembapan yang rendah untuk mencegah serangan penyakit busuk umbi seperti *Fusarium oxysporum* dan *Alternaria porri*. Kondisi iklim di Probolinggo dan Sampang memungkinkan bawang merah tumbuh dengan baik, menghasilkan umbi berkualitas tinggi yang memiliki daya simpan lebih lama, sehingga dapat memenuhi kebutuhan pasar di luar musim tanam di wilayah lain.

Peningkatan nilai LQ bawang merah juga didorong oleh tingginya permintaan pasar, baik untuk konsumsi rumah tangga maupun kebutuhan industri makanan. Bawang merah merupakan bahan pokok yang tidak tergantikan dalam masakan tradisional Indonesia, sehingga permintaan relatif stabil sepanjang tahun. Selain itu, industri makanan seperti produsen bumbu instan, restoran, hotel, dan katering membutuhkan pasokan bawang merah dalam jumlah besar dan berkesinambungan. Permintaan yang terus meningkat ini memberikan jaminan pasar yang kuat bagi petani, sehingga mereka termotivasi untuk terus meningkatkan produksi dan memperluas areal tanam.

Dari sisi strategi distribusi, kedekatan wilayah produksi dengan pelabuhan utama dan pasar besar menjadi faktor penting yang memperkuat daya saing bawang merah Jawa Timur. Nganjuk, Probolinggo, dan Sampang memiliki akses yang relatif mudah ke pelabuhan di Surabaya dan wilayah industri lain di Jawa Timur, sehingga proses distribusi ke luar daerah maupun ekspor dapat dilakukan lebih cepat dan efisien. Distribusi yang cepat ini sangat penting mengingat bawang merah merupakan produk yang mudah rusak (*perishable product*). Dengan distribusi yang lancar, kualitas produk dapat terjaga dan potensi kerugian pascapanen dapat diminimalkan (Mulyawanti & Suryana, 2024).

Dukungan program pemerintah juga menjadi faktor pendorong penting dalam peningkatan LQ bawang merah. Pemerintah daerah dan pusat telah memberikan berbagai bentuk bantuan, seperti penyediaan benih unggul berkualitas, pelatihan teknis budidaya, serta subsidi pupuk dan sarana produksi lainnya. Program penyuluhan dan pendampingan petani membantu meningkatkan pengetahuan tentang teknik budidaya modern, termasuk pengelolaan hama dan penyakit terpadu (*Integrated Pest Management*), pengaturan pola tanam, serta teknologi pascapanen. Selain itu, pemerintah juga berupaya memperkuat kelembagaan petani melalui pembentukan kelompok tani dan koperasi, yang mempermudah akses terhadap pembiayaan, teknologi, dan pasar (Sihombing, 2023).

Namun, meskipun tren peningkatan LQ terus berlangsung, produksi bawang merah masih menghadapi beberapa tantangan yang perlu diantisipasi agar pertumbuhan dapat berkelanjutan. Salah satu tantangan utama adalah fluktuasi harga yang tajam. Pada saat panen raya, pasokan bawang merah yang melimpah seringkali menyebabkan harga jatuh drastis, sehingga merugikan petani. Sebaliknya, pada musim paceklik atau ketika produksi terganggu oleh faktor iklim, harga dapat melonjak tinggi sehingga menyulitkan konsumen. Fluktuasi harga ini menunjukkan perlunya mekanisme stabilisasi pasar, seperti

pembangunan fasilitas penyimpanan bersuhu terkendali (*cold storage*), pengaturan distribusi, dan pengembangan industri pengolahan bawang merah.

Selain itu, serangan hama dan penyakit masih menjadi kendala yang signifikan dalam budidaya bawang merah. Penyakit busuk umbi dan layu fusarium sering menyerang pada kondisi kelembapan tinggi, terutama saat musim hujan, yang dapat menyebabkan kerugian hasil panen hingga 30–50% jika tidak ditangani dengan tepat (Silvina & Ramadhoni, 2025). Penerapan pengendalian hama dan penyakit terpadu, penggunaan varietas tahan penyakit, serta pengaturan jadwal tanam yang tepat menjadi langkah penting untuk mengurangi risiko serangan penyakit (Manang *et al.*, 2024).

Di sisi lain, perubahan iklim juga menjadi faktor yang perlu diperhatikan. Ketidakpastian pola hujan, peningkatan suhu udara, dan kejadian ekstrem seperti banjir atau kekeringan dapat mempengaruhi siklus tanam dan produktivitas bawang merah. Oleh karena itu, adaptasi terhadap perubahan iklim melalui teknologi budidaya yang tepat, seperti penggunaan mulsa plastik, irigasi tetes, dan varietas tahan cekaman, sangat diperlukan (Surmaini & Faqih, 2016).

KESIMPULAN DAN SARAN

Analisis *Location Quotient* (LQ) menunjukkan bahwa lima komoditas hortikultura di Jawa Timur memiliki dinamika yang berbeda. Paprika, cabai rawit, kentang, dan bawang merah masih menjadi komoditas unggulan dengan daya saing kuat, sedangkan jamur mengalami penurunan signifikan sehingga memerlukan strategi revitalisasi. Paprika berkembang pesat di Kota Batu dan Pasuruan berkat iklim sejuk, lahan subur, serta sinergi dengan sektor pariwisata. Cabai rawit memiliki LQ stabil di atas 2,0 dengan sentra utama di Kediri, Blitar, Tuban, dan Sampang, didorong oleh permintaan rumah tangga dan industri makanan. Kentang relatif stabil dengan dukungan lahan vulkanik di dataran tinggi, namun terkendala fluktuasi harga, benih impor, dan penyakit busuk daun. Bawang merah terus meningkat, terutama di Nganjuk, Probolinggo, dan Sampang, berkat dukungan pemerintah dan akses pasar yang baik. Secara keseluruhan, untuk menjaga keberlanjutan produksi diperlukan peningkatan teknologi budidaya, penguatan rantai pasok dan pascapanen, stabilisasi harga, serta penguatan kelembagaan petani. Langkah ini diharapkan dapat memperkuat posisi Jawa Timur sebagai sentra hortikultura unggulan nasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, L. (2017). Analisis Lq, Shift Share, Dan Proyeksi Produk Domestik Regional Bruto Jawa Timur 2017. *Jurnal Akuntansi & Ekonomi FE. UN PGRI Kediri*, 2(1), 79–90.
- Aimanah, U., & Vandalisna, V. (2019). Teknologi Penanganan dan Pengolahan Hasil Pertanian. In *Riskesdas 2018 (Vol. 3, Issue September)*.
- Dinesta, E. O. (2023). *Analisis peran sektor pertanian terhadap perekonomian provinsi jawa timur tahun 2010-2021*. <https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/76450>
- Ekstensia, J. A., Nurlaily, Y., Ningrum, M. A., Rahmani, Z. M., Pamela, V. Y., & Najah, Z. (2025). . *Jurnal Agrica Ekstensia*, Vol. 19(1), 45–52.
- Faqih, A. (2021). Analisis komoditas unggulan sektor pertanian. *JPPI (Jurnal Penelitian Pendidikan Indonesia)*, 7(4), 550. <https://doi.org/10.29210/020211242>
- Jafar, R., & Meilvidiri, W. (2021). Analisa Location Quotient (LQ), Dynamic Location Quotient (DLQ), dan Klasifikasi Carvalho dalam Menentukan Potensi Ekonomi Kabupaten Takalar. *ICOR: Journal of Regional Economics*, 02(03 Desember), 29-40.
- Juansyah, D., Jumiaty, A., & Lestari, E. K. (2024). Analisis Sektor Ekonomi Basis Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Di Provinsi Jawa Timur (Pendekatan Input-Output). *Jurnal Ekuilibrium*, 8(1), 58. <https://doi.org/10.19184/jek.v8i1.44588>
- Manang, A. P. L., Sutoyo, S., & Sumiaty, A. (2024). Review Penyakit Layu Fusarium Dan Pengendaliannya Pada Bawang Merah (*Alium escalonicum L.*). *Buana Sains*, 24(3), 87–92. <https://doi.org/10.33366/bs.v24i3.6729>
- Maulana, E. (2013). *Untuk Mengurangi Dampak Abu Vulkanik Gunungapi Bromo , Jawa Timur*.
- Mulyawanti, I., & Suryana, E. A. (2024). Strategi pengurangan kehilangan pascapanen produk hortikultura. *Analisis Kebijakan Pertanian*, 22(2), 183–194. <https://doi.org/10.21082/akp.v22i2.183-194>
- Nuryanti Khasanah. (2015). Analisis Penggunaan Varietas Atlantik Pada Usahatani Kentang (*Solanum tuberosum L.*) Ditinjau Dari Peningkatan Pendapatan Petani Di Kabupaten Wonosobo. *Riskesdas 2018*, 3, 103–111.
- Oktavia1, R., & Andjani2, I. Y. (2019). Analisis Komoditas Unggulan Sektor Pertanian Kecamatan Samigaluh Kabupaten Kulon Progo, Yogyakarta. *Jurnal Akuntansi, Ekonomi Dan Manajemen Bisnis*, 7(2), 160–169.
- Royadi Pratama, M., & Rahman Nugroho, A. (2020). Analisis Keunggulan Sektor Basis dan Non Basis Produktivitas Tanaman Pangan pada Komoditas Kelapa di Kalimantan Selatan Menggunakan Metode Location Quotients (LQ). *Jurnal Geografika (Geografi Lingkungan Lahan Basah)*, 1(2), 63–75. <https://ppjp.ulm.ac.id/journals/index.php/jgp/index>

- Sihombing, Y. (2023). Inovasi Kelembagaan Pertanian dalam Mewujudkan Ketahanan Pangan. *Proceedings Series on Physical & Formal Sciences*, 5, 83–90. <https://doi.org/10.30595/pspfs.v5i.707>
- Silvina, F., & Ramadhoni, R. (2025). *Insidensi Penyakit Layu Fusarium (Fusarium oxysporum f . sp . cepae) pada Daerah Pengembangan Bawang Merah di Provinsi Riau*. 36(2), 243–251.
- Subambhi, B. C., Mardiana, S., Faoeza, &, & Saragih, H. (n.d.). Jurnal Ilmiah Pertanian (JIPERTA) Analisis Location Quotient (LQ) Tanaman Cabai Besar (Capsicum annum L.) di Provinsi Sumatera Utara Location Quotient (LQ) Analysis of Large Chili Plant (Capsicum annum L.) in North Sumatera. In *Jurnal Ilmiah Pertanian (JIPERTA)* (Vol. 2, Issue 2). <http://jurnalmahasiswa.uma.ac.id/index.php/jiperta>
- Sulistiyowati, E., Wisudawati, T., & Saputro, W. A. (2022). Analisis Location Quotient Dan Shift Share Dalam Penentuan Sektor Unggulan Perekonomian Kabupaten Penyangga (Studi Kasus Di Kabupaten Sukoharjo Dan Karangnayar). *Jurnal Magisma*, X(1), 1–10.
- Surmaini, E., & Faqih, A. (2016). Kejadian Iklim Ekstrem dan Dampaknya Terhadap Pertanian Tanaman Pangan di Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 10(2), 115–128.
- Timur, B. P. J. (2015). *Dokumentasi Hasil Pelaksanaan Pembangunan Kabupaten dan Kota Se-Jawa Timur Tahun 2015*.
- Tsurayya, S., & Kartika, L. (2004). Kelembagaan Dan Strategi Peningkatan Daya Saing Komoditas Cabai Kabupaten garut. *Jurnal Manajemen Dan Agribisnis*, 12(1), 1–12. <https://doi.org/10.17358/jma.12.1.1>

Integrated Analysis of Microbiological, Physicochemical, Organoleptic, and Economic Aspects of Lontar Fruit-Based Food Products

Zakia Asrifah Ramly¹, Maipha Deapati Arief²

¹Analisis Kesehatan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia Timur

²Analisis Kimia, Akademi Komunitas Industri Manufaktur Bantaeng

Email: zakiaasrifah28@gmail.com

Abstrak

Indonesia memiliki potensi buah lontar (*Borassus flabellifer* L.) yang belum dimanfaatkan secara optimal. Penelitian ini bertujuan menganalisis aspek mikrobiologi, fisikokimia, organoleptik, dan ekonomi produk pangan olahan buah lontar di Desa Bulu-Bulu, Kabupaten Jeneponto. Penelitian menggunakan desain *pre-post evaluation* selama tiga bulan, melibatkan 20 rumah tangga peserta pelatihan pengolahan nata de lontar, selai lontar, dan *energy bar*. Uji fisikokimia dan mikrobiologi dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Balai Besar Laboratorium Kesehatan (BBLK) Makassar. Hasil uji fisikokimia menunjukkan penurunan pH selama penyimpanan 14 hari, dari 4,35 menjadi 3,80 pada nata dan dari 4,10 menjadi 3,70 pada selai. Nilai pH tersebut masih berada dalam kisaran aman ($<4,6$) untuk produk pangan asam. Uji *Total Plate Count* (TPC) menunjukkan seluruh produk aman dikonsumsi hingga hari ke-14, dengan jumlah mikroba masih di bawah ambang batas SNI ($<1 \times 10^5$ CFU/g): nata $8,5 \times 10^3$ CFU/g, selai $9,1 \times 10^3$ CFU/g, dan *energy bar* $3,1 \times 10^3$ CFU/g. Uji organoleptik menunjukkan selai unggul pada aroma dan rasa, nata unggul pada warna, sedangkan *energy bar* memiliki tekstur yang disukai. Secara ekonomi, pendapatan rumah tangga meningkat signifikan dari Rp0 menjadi Rp785.000 per bulan ($t = 170,60$; $p \approx 9,88 \times 10^{-32}$). Analisis korelasi Spearman menunjukkan hubungan positif kuat antara jumlah produk olahan dan pendapatan ($r_s = 0,79$; $p < 0,01$). Hasil ini menunjukkan bahwa inovasi olahan lontar berpotensi memperkuat ketahanan pangan dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat pedesaan.

Kata kunci: Lontar, Uji mikrobiologi, Fisikokimia, Organoleptik, Ekonomi rumah tangga, Ketahanan pangan

Abstract

Indonesia possesses great potential in utilizing the lontar fruit (*Borassus flabellifer* L.), which remains underexploited. This study aimed to analyze the microbiological, physicochemical, organoleptic, and economic aspects of lontar-based food products developed in Bulu-Bulu Village, Jeneponto Regency. The research employed a three-month *pre-post evaluation* design involving 20 households participating in training to produce nata de lontar, lontar jam, and lontar energy bars. Physicochemical and microbiological analyses were conducted at the Microbiology Laboratory of the Center for Health Laboratory (BBLK) Makassar. Physicochemical tests showed a gradual decrease in pH during 14 days of storage, from 4.35 to 3.80 in nata and from 4.10 to 3.70 in jam, indicating mild fermentation yet remaining within the safe acidic range (<4.6). Total Plate Count (TPC) results confirmed that all products were microbiologically safe up to day 14, remaining well below the SNI limit ($<1 \times 10^5$ CFU/g): nata 8.5×10^3 CFU/g, jam 9.1×10^3 CFU/g, and energy bar 3.1×10^3 CFU/g. Organoleptic evaluation revealed that lontar jam was preferred in aroma and taste, nata excelled in color, while the energy bar was appreciated for its texture. Economically, household income increased significantly from Rp0 to an average of Rp785,000 per month ($t = 170.60$; $p \approx 9.88 \times 10^{-32}$), with a strong positive correlation between product diversification and income ($r_s = 0.79$; $p < 0.01$). These findings demonstrate that lontar-based food innovations can enhance food security and promote rural household welfare.

Keywords: Lontar, Microbiological analysis, Physicochemical test, Organoleptic quality, Household economy, Food security

PENDAHULUAN

Ketahanan pangan global menghadapi tekanan serius akibat perubahan iklim, degradasi lahan, dan meningkatnya permintaan terhadap sumber daya alam. Laporan FAO (2021) menunjukkan bahwa lebih dari sepertiga wilayah pertanian dunia mengalami penurunan produktivitas akibat kekeringan dan perubahan pola musim, sehingga strategi diversifikasi pangan berbasis sumber daya lokal menjadi penting untuk menjaga keberlanjutan sistem pangan. Pendekatan ini sejalan dengan *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya tujuan ke-2 (*Zero Hunger*) dan tujuan ke-8 (*Decent Work and Economic Growth*), yang menekankan inovasi dalam pengelolaan sumber daya pangan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat.

Indonesia memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi yang berpotensi menjadi sumber pangan alternatif. Meski demikian, pemanfaatan bahan pangan lokal masih terbatas, sedangkan ketergantungan terhadap impor gandum dan gula rafinasi tetap tinggi (Kementerian Pertanian, 2022). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pengembangan pangan lokal dapat meningkatkan pendapatan rumah tangga sekaligus memperkuat ekonomi komunitas pedesaan (Gayatri dkk, 2022; Aslinda, 2024). Kegiatan pelatihan berbasis potensi lokal terbukti mampu meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan kemampuan masyarakat dalam mengolah bahan pangan menjadi produk bernilai tambah (Setiana, 2005; Mile dkk, 2025). Ramly *et al.* (2025) menegaskan bahwa inovasi produk olahan lontar dapat menjadi strategi pemberdayaan masyarakat khususnya di Deasa Bulu-Bulu sebagai upaya dalam meningkatkan perekonomian masyarakat dengan memanfaatkan sumber daya alam lokal. Sementara itu, Azis *et al.* (2024) menyoroti pemanfaatan branding digital, desain kemasan, dan strategi pemasaran online untuk produk hasil tangkapan lokal, yang terbukti meningkatkan nilai jual dan pendapatan masyarakat desa, sekaligus memperkuat citra produk lokal di pasar.

Kabupaten Jeneponto, Sulawesi Selatan, merupakan wilayah semi-kering dengan populasi pohon lontar yang melimpah. Selama ini, buah lontar hanya dimanfaatkan secara tradisional untuk gula lontar dan minuman musiman yang kadang disalahgunakan (Dewi & Yanuarto, 2024). Padahal, buah lontar memiliki potensi untuk diolah menjadi produk inovatif seperti nata de lontar, selai lontar, dan energy bar berbasis serat alami, yang dapat meningkatkan nilai tambah ekonomi, memperkuat ketahanan pangan rumah tangga, serta membuka peluang usaha mikro baru melalui penerapan inovasi kemasan dan pemasaran.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan menganalisis dampak pelatihan diversifikasi olahan buah lontar terhadap peningkatan pengetahuan, keterampilan, dan pendapatan masyarakat Desa Bulu-Bulu, Kabupaten Jeneponto, sebagai model pemberdayaan masyarakat berbasis potensi lokal.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan desain *pre-post evaluation* untuk menilai dampak pelatihan diversifikasi olahan buah lontar terhadap peningkatan pengetahuan, keterampilan, dan pendapatan masyarakat. Penelitian dilaksanakan di Desa Bulu-Bulu, Kabupaten Jeneponto, Provinsi Sulawesi Selatan, yang merupakan salah satu daerah semi-kering penghasil buah lontar (*Borassus flabellifer* L.). Waktu penelitian berlangsung selama tiga bulan, yaitu pada Juli hingga September 2025. Populasi dalam penelitian ini adalah 20 rumah tangga anggota kelompok PKK Desa Bulu-Bulu, dan melalui teknik *total sampling*, diperoleh seluruh rumah tangga aktif dijadikan sampel pada kegiatan ini.

Data dikumpulkan melalui observasi langsung terhadap kegiatan pelatihan dan produksi, wawancara semi-terstruktur untuk menggali persepsi peserta, serta kuesioner terstandar guna mengukur perubahan pengetahuan, keterampilan, dan aspek ekonomi sebelum dan sesudah pelatihan. Data kuantitatif dianalisis secara deskriptif-komparatif menggunakan uji *paired sample t-test* untuk melihat perbedaan rata-rata pendapatan sebelum dan sesudah pelatihan, uji korelasi *Spearman Rank* untuk menilai hubungan antara jumlah produk olahan dengan pendapatan, dan uji regresi linear sederhana untuk memprediksi pengaruh diversifikasi produk terhadap peningkatan ekonomi rumah tangga. Data kualitatif dianalisis secara tematik untuk memperkuat temuan kuantitatif. Keabsahan data diuji melalui triangulasi sumber dan metode, memastikan kesesuaian antara hasil observasi, wawancara, dan dokumen pendukung. Sebagai pelengkap analisis sosial-ekonomi, dilakukan pula uji kualitas mikrobiologis terhadap produk olahan lontar untuk menilai keamanan pangan hasil pelatihan. Pemeriksaan *Total Plate Count* (TPC) dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Balai Besar Laboratorium Kesehatan (BBLK) Makassar, guna memastikan validitas hasil serta kesesuaian produk dengan standar keamanan pangan nasional (SNI).

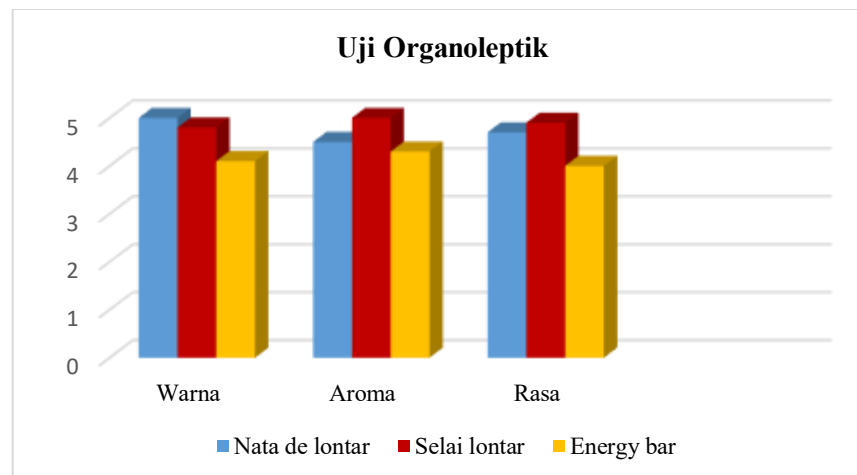
HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Subjek Penelitian

Penelitian melibatkan 20 rumah tangga peserta pelatihan diversifikasi olahan buah lontar di Desa Bulu-Bulu, Kabupaten Jenepono. Mayoritas peserta adalah ibu rumah tangga berusia 30–50 tahun. Sebelum pelatihan, tidak ada rumah tangga yang memiliki usaha olahan lontar, keterampilan pengolahan lanjut, atau strategi pemasaran produk berbasis nilai tambah. Sebagian besar rumah tangga hanya memanfaatkan lontar untuk gula tradisional tanpa variasi produk maupun pendapatan tambahan.

Uji Organoleptik Produk Olahan Lontar

Untuk menilai kualitas produk olahan lontar yang dihasilkan oleh rumah tangga setelah pelatihan, dilakukan uji organoleptik. Uji ini bertujuan mengevaluasi karakteristik sensoris seperti warna, aroma, rasa, tekstur, dan tingkat kemanisan dari berbagai produk olahan, termasuk nata de lontar, selai lontar, dan energy bar. Penilaian dilakukan oleh panelis terlatih maupun masyarakat lokal yang menjadi konsumen potensial, sehingga dapat memberikan gambaran yang objektif mengenai daya tarik dan kesesuaian produk olahan lontar dengan preferensi pasar. Hasil uji organoleptik ini akan membantu menilai keberhasilan pelatihan dalam meningkatkan kualitas produk sekaligus memberikan masukan untuk perbaikan dan diversifikasi produk di masa mendatang.



Gambar 1. Hasil analisis uji organoleptik pada ketiga olahan produk lontar

Hasil penilaian organoleptik menunjukkan bahwa ketiga produk olahan memiliki karakteristik yang berbeda pada masing-masing atribut. Nata menonjol pada aspek warna dengan skor tertinggi 5, menunjukkan penampilan produk yang paling disukai, sementara Selai mendapatkan skor warna 4,8 dan Energy Bar 4,1. Pada aroma, Selai memperoleh skor

tertinggi 5, diikuti Nata 4,5 dan Energy Bar 4,3, menandakan aroma Selai paling disukai. Untuk rasa, Selai kembali unggul dengan skor 4,9, diikuti Nata 4,7 dan Energy Bar 4,0. Dengan demikian, Selai memiliki kombinasi aroma dan rasa terbaik, Nata unggul pada warna, dan Energy Bar relatif memiliki penilaian terendah pada ketiga atribut tersebut.

Evaluasi Mutu Fisikokimia dan Mikrobiologis Selama Penyimpanan

Tabel 1. Total Plate Count (TPC) Mikroba (CFU/g)

Lama Simpan (hari)	Nata ($\times 10^3$)	Selai ($\times 10^3$)	Energy Bar ($\times 10^3$)
0	1.2	1.5	0.8
3	2.1	2.4	1.0
7	3.5	3.8	1.4
10	5.8	6.2	2.2
14	8.5	9.1	3.1

Sumber: (Data Primer, 2025)

Hasil uji Total Plate Count (TPC) menunjukkan bahwa seluruh produk masih aman dikonsumsi hingga hari ke-14 penyimpanan, dengan nilai TPC tetap di bawah ambang batas SNI ($<1 \times 10^5$ CFU/g). Untuk memperpanjang umur simpan, disarankan penyimpanan pada suhu dingin ($4-10^\circ\text{C}$) atau penambahan bahan pengawet alami yang memiliki aktivitas antimikroba, seperti asam sitrat, ekstrak daun pandan, atau kayu manis.

Tabel 2. Perubahan pH Selama Penyimpanan Produk Olahan Lontar

Lama Penyimpanan (hari)	Nata de Lontar	Selai Lontar
0	4.35	4.10
3	4.25	4.05
7	4.10	3.95
10	3.95	3.85
14	3.80	3.70

Sumber: (Data Primer, 2025)

Hasil pengujian pH menunjukkan adanya penurunan nilai pH seiring dengan bertambahnya waktu penyimpanan, baik pada nata de lontar maupun selai lontar. Penurunan pH ini mengindikasikan adanya aktivitas mikroba atau proses fermentatif ringan selama penyimpanan, terutama pada nata de lontar yang berbasis fermentasi alami. Namun, seluruh nilai pH masih berada dalam kisaran aman untuk produk pangan asam (<4.6), yang mampu menghambat pertumbuhan sebagian besar bakteri patogen. Hal ini menunjukkan bahwa kedua produk masih memenuhi standar keamanan pangan selama masa penyimpanan hingga 14 hari.

Evaluasi Ekonomi Rumah Tangga Sebelum dan Setelah Pelatihan

Tabel 3. Data Ekonomi Rumah Tangga Sebelum dan Sesudah Pelatihan

Indikator Ekonomi	Sebelum Pelatihan	Sesudah Pelatihan	Peningkatan/Perubahan
Pendapatan rata-rata dari olahan lontar (Rp/bln)	0	735.000	+100%*
Jumlah produk olahan yang dihasilkan per bulan	0	3 jenis (nata, selai, energy bar)	+100%
Pengeluaran pangan rumah tangga (Rp/bln)	1.250.000	1.100.000	-12%
Jumlah pelanggan aktif (rata-rata per RT)	0	11	+100%
Keuntungan bersih rata-rata per bulan (Rp)	0	785.000	+100%

Sumber: (Data Primer, 2025)

Hasil menunjukkan bahwa setelah pelatihan, rumah tangga mulai menghasilkan pendapatan nyata dari olahan lontar. Jumlah produk olahan meningkat menjadi lima jenis, jumlah pelanggan aktif bertambah signifikan, dan keuntungan bersih tercatat Rp785.000 per bulan. Penurunan pengeluaran pangan sebesar 12% menunjukkan efisiensi penggunaan bahan pangan lokal.

Tabel 4. Hasil Uji Statistik (t-test)

Variabel	t-statistik	df	p-value	Interpretasi
Pendapatan Sebelum vs Sesudah	170,60	19	$9,88 \times 10^{-32}$	Peningkatan pendapatan sangat signifikan

Sumber: (Data Primer, 2025)

Tabel 4, menunjukkan bahwa pendapatan rumah tangga meningkat secara signifikan setelah mengikuti pelatihan diversifikasi olahan lontar. Nilai t yang sangat tinggi dan p-value yang sangat kecil menegaskan bahwa perbedaan pendapatan sebelum dan sesudah pelatihan bukan kebetulan, melainkan akibat langsung dari pelatihan yang diberikan.

Tabel 5. Korelasi Spearman antara Diversifikasi Produk dan Pendapatan Rumah Tangga

Variabel	Koefisien Korelasi (r_s)	p-value	Interpretasi
Jumlah produk olahan – Pendapatan rumah tangga	0,79	<0,01	Hubungan positif kuat

Sumber: (Data Primer, 2025)

Tabel 4 dan 5 menunjukkan bahwa pendapatan rumah tangga meningkat secara signifikan setelah mengikuti pelatihan diversifikasi olahan lontar, terbukti dari uji paired sample t-test dengan nilai $t = 170,60$ dan $p\text{-value} \approx 9,88 \times 10^{-32}$, yang menegaskan bahwa

perbedaan pendapatan sebelum dan sesudah pelatihan bukan kebetulan. Selain itu, analisis korelasi Spearman menunjukkan hubungan positif kuat ($r_s = 0,79$, $p < 0,01$) antara jumlah produk olahan dan pendapatan rumah tangga, menandakan bahwa semakin banyak variasi produk yang dihasilkan, semakin tinggi pendapatan yang diperoleh. Kedua hasil ini secara bersamaan menunjukkan bahwa pelatihan tidak hanya meningkatkan pendapatan secara nyata, tetapi juga bahwa diversifikasi produk menjadi faktor utama yang mendorong peningkatan kesejahteraan ekonomi rumah tangga.

Aspek Ketahanan Pangan Rumah Tangga

Tabel 6. Hasil Analisis Ketahanan Pangan Rumah Tangga

No	Indikator Ketahanan Pangan	Sebelum (%)	Sesudah (%)	Perubahan
1	Rumah tangga dengan stok pangan ≥ 1 minggu	45	85	+40
2	Rumah tangga dengan konsumsi buah lokal ($\geq 3x/minggu$)	38	82	+44
3	Rumah tangga dengan sumber pangan alternatif (produk olahan lontar)	0	90	+90
4	Rumah tangga yang merasa lebih mandiri pangan	30	88	+58

Sumber: (Data Primer, 2025)

Tabel 6 menunjukkan perubahan ketahanan pangan rumah tangga sebelum dan sesudah intervensi. Terlihat adanya peningkatan signifikan pada semua indikator. Rumah tangga dengan stok pangan minimal satu minggu meningkat dari 45% menjadi 85%, menunjukkan ketersediaan pangan yang lebih stabil. Konsumsi buah lokal juga naik dari 38% menjadi 82%, menandakan pola makan yang lebih sehat. Selain itu, 90% rumah tangga kini memiliki sumber pangan alternatif berupa produk olahan lontar, sementara yang merasa lebih mandiri secara pangan meningkat dari 30% menjadi 88%. Secara keseluruhan, intervensi berhasil meningkatkan ketahanan pangan dan kemandirian rumah tangga secara signifikan.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pelatihan diversifikasi olahan buah lontar secara signifikan meningkatkan pendapatan rumah tangga, jumlah produk olahan, dan jumlah pelanggan. Peningkatan ini dapat dijelaskan oleh mekanisme pemberdayaan berbasis potensi lokal yang diterapkan dalam pelatihan. Diversifikasi produk memungkinkan masyarakat untuk memanfaatkan buah lontar secara maksimal, mengubah bahan baku tradisional menjadi produk bernilai

tambah seperti nata de lontar, selai lontar, dan energy bar. Dengan adanya variasi produk, rumah tangga memiliki daya saing lebih tinggi dan mampu menjangkau pasar yang lebih luas, termasuk pasar digital melalui media sosial.

Menurut hasil penelitian Ramly dkk (2025), kegiatan pelatihan yang dilakukan bagi masyarakat desa dalam mengolah lontar menunjukkan peningkatan rata-rata pengetahuan sebesar 61,6% dan keterampilan sebesar 60,4%. Masyarakat kini memahami manfaat gizi buah lontar dan mampu mengolahnya menjadi produk yang lebih menarik dan tahan lama. Selain peningkatan kapasitas individu, hasil lain yang dicapai mencakup perbaikan desain kemasan, munculnya strategi pemasaran sederhana, serta mulai dikenalnya produk olahan melalui media sosial lokal.

Hasil wawancara dengan peserta pelatihan menunjukkan bahwa sebagian besar rumah tangga mengalami peningkatan keterampilan pengolahan buah lontar menjadi berbagai produk bernilai tambah. Seorang peserta menyatakan, “Dulu hanya membuat gula lontar, sekarang bisa memproduksi beberapa jenis olahan sekaligus dan dijual ke tetangga maupun lewat media sosial. Rasanya lebih disukai pembeli karena ada variasi.” Hasil ini selaras dengan uji organoleptik, di mana selai lontar menonjol pada aroma dan rasa, sedangkan nata de lontar unggul pada warna, sehingga variasi produk menarik lebih banyak konsumen. Beberapa peserta juga menyampaikan bahwa mereka kini lebih percaya diri dalam membuat kemasan menarik dan mempromosikan produk mereka secara mandiri.

Pengujian laboratorium menunjukkan bahwa seluruh produk olahan lontar yang dihasilkan peserta memiliki mutu mikrobiologis yang aman untuk dikonsumsi. Hasil uji *Total Plate Count* (TPC) yang dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Balai Besar Laboratorium Kesehatan (BBLK) Makassar memperlihatkan bahwa jumlah mikroba pada semua produk masih jauh di bawah ambang batas SNI ($\leq 1 \times 10^5$ CFU/g) hingga hari ke-14 penyimpanan pada suhu ruang. Temuan ini menunjukkan bahwa teknik pengolahan, sanitasi bahan baku, serta kebersihan proses produksi yang diterapkan selama pelatihan telah efektif dalam menjaga keamanan dan kualitas produk olahan lontar.

Selain uji mikrobiologis, dilakukan pula analisis pH terhadap dua jenis produk olahan, yaitu nata de lontar dan selai lontar, untuk menilai kestabilan selama penyimpanan. Hasil pengujian menunjukkan penurunan pH berkisar antara 0,5–0,6 poin, masing-masing dari 4,35 menjadi 3,80 pada nata de lontar dan dari 4,10 menjadi 3,70 pada selai lontar selama 14 hari penyimpanan. Penurunan ini disebabkan oleh aktivitas mikroba asam laktat seperti *Lactobacillus* dan *Acetobacter* yang menghasilkan asam organik, namun seluruh nilai pH tetap berada di bawah 4,6 sehingga masih tergolong aman dan sesuai dengan kategori pangan asam stabil.

Sementara itu, pengujian pH tidak dilakukan pada produk energy bar lontar karena bentuk sediaannya yang padat dan kadar airnya yang sangat rendah, sehingga tidak memungkinkan pengukuran pH menggunakan metode konvensional berbasis larutan. Pada produk dengan kadar air di bawah 10%, pH bukan merupakan indikator utama keamanan pangan. Stabilitas energy bar lebih ditentukan oleh rendahnya aktivitas air (a_w), yang secara efektif menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen maupun pembusuk. Selain itu, proses pembuatan energy bar melibatkan pemanasan suhu tinggi selama tahap pencampuran dan pemanggangan, yang turut berperan dalam menonaktifkan mikroba kontaminan. Kombinasi antara kadar air rendah, tekstur padat, dan perlakuan panas menjadikan energy bar lontar relatif stabil secara mikrobiologis serta aman dikonsumsi selama disimpan dalam wadah tertutup rapat pada suhu ruang.

Wawancara mengenai pendapatan rumah tangga juga mengungkapkan peningkatan nyata. Seorang ibu rumah tangga menyampaikan, “Pendapatan dari olahan lontar sekarang bisa menutupi sebagian kebutuhan rumah tangga, bahkan ada sisa untuk tabungan. Kami merasa lebih mandiri.” Peserta lain menambahkan bahwa meningkatnya jumlah pelanggan dan variasi produk memungkinkan mereka menjangkau pasar lebih luas, termasuk penjualan secara daring melalui media sosial. Temuan ini mendukung hasil uji statistik *paired sample t-test* dan korelasi Spearman, yang menunjukkan peningkatan pendapatan signifikan dan hubungan positif antara jumlah produk olahan dengan pendapatan rumah tangga.

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Azis *et al.* (2025), yang menunjukkan bahwa diversifikasi produk berbasis sumber daya lokal dapat meningkatkan pendapatan rumah tangga dan memperkuat ketahanan pangan di desa. Penelitian tersebut menegaskan bahwa keterampilan produksi dan pemasaran yang diperoleh melalui pelatihan berperan penting dalam meningkatkan kesejahteraan ekonomi masyarakat. Selain itu, peningkatan partisipasi sosial dan keterlibatan remaja dalam usaha keluarga mendukung hasil penelitian Ramly *et al.* (2025), yang menekankan pentingnya regenerasi pelaku usaha lokal untuk keberlanjutan ekonomi desa.

Namun, beberapa aspek penelitian ini tidak sepenuhnya sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya. Misalnya, penelitian Setiana (2005) menunjukkan bahwa pelatihan pemberdayaan masyarakat tidak selalu meningkatkan ketahanan pangan secara langsung karena keterbatasan akses pasar dan modal usaha. Dalam konteks Desa Bulu-Bulu, hambatan tersebut berhasil diatasi melalui pendekatan kolaboratif, pendampingan berkelanjutan, dan pemanfaatan media sosial untuk pemasaran, yang memungkinkan peningkatan ketahanan pangan dan pendapatan secara simultan.

Selain itu, pemahaman gizi dan praktik konsumsi pangan lokal meningkat signifikan. Hal ini mendukung penelitian Dewi dan Yanuarto (2024), yang menyatakan bahwa pelatihan berbasis produk lokal dapat meningkatkan kesadaran gizi masyarakat. Peningkatan kemandirian pangan yang dicapai di Desa Bulu-Bulu juga sejalan dengan konsep *Sustainable Livelihood Approach*, di mana pengelolaan sumber daya lokal yang efektif dapat memperkuat ketahanan ekonomi dan pangan masyarakat.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menegaskan bahwa keberhasilan program pelatihan tidak hanya ditentukan oleh penyampaian materi, tetapi juga oleh pendekatan partisipatif, pendampingan berkelanjutan, dan inovasi dalam pemasaran. Meskipun terdapat perbedaan konteks dengan beberapa penelitian sebelumnya, strategi pemberdayaan berbasis potensi lokal yang diterapkan di Desa Bulu-Bulu terbukti mampu meningkatkan ekonomi, ketahanan pangan, dan

partisipasi sosial secara simultan, serta dapat dijadikan model bagi pengembangan masyarakat di wilayah semi-kering lainnya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pelatihan pengolahan buah lontar berhasil meningkatkan kualitas produk, pendapatan rumah tangga, dan ketahanan pangan masyarakat. Selai lontar paling disukai dari segi aroma dan rasa, nata unggul pada warna, sedangkan *energy bar* tetap diterima konsumen. Uji fisikokimia menunjukkan penurunan pH dari 4,35 menjadi 3,80 pada nata dan dari 4,10 menjadi 3,70 pada selai hingga hari ke-14 penyimpanan, masih dalam kisaran aman ($<4,6$). Hasil uji mikrobiologi di BBLK Makassar menunjukkan nilai TPC seluruh produk berada jauh di bawah ambang batas SNI ($<1 \times 10^5$ CFU/g), menandakan produk aman dikonsumsi. Secara ekonomi, pendapatan rumah tangga meningkat signifikan dari Rp0 menjadi rata-rata Rp785.000 per bulan, dengan korelasi positif kuat antara jumlah produk dan pendapatan ($r_s = 0,79$; $p < 0,01$). Selain itu, ketahanan pangan rumah tangga membaik melalui peningkatan stok pangan, konsumsi buah lokal, dan kemandirian sumber pangan. Diversifikasi olahan lontar terbukti efektif meningkatkan kesejahteraan dan keamanan pangan berbasis potensi lokal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Kementerian Pendidikan Tinggi Sains dan Teknologi (DPPM KEMDIKTISAINTEK) yang telah memfasilitasi dan memberikan dukungan penuh terhadap kegiatan ini. Selanjutnya Pemerintah Desa Bulu-Bulu, Kabupaten Jeneponto, atas kerja sama dan izin yang diberikan selama kegiatan berlangsung. Kemudian kepada Ibu-ibu kelompok PKK Desa Bulu-Bulu serta seluruh pihak yang telah membantu dan berpartisipasi dalam pelaksanaan kegiatan ini, sehingga kegiatan dapat berjalan dengan lancar dan memberikan manfaat bagi masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

Aslinda, A. (2024). Diversifikasi Buah Lontar dalam Mewujudkan Kemandirian Ekonomi Masyarakat di Kecamatan Bangkala Kabupaten Jeneponto. *Journal of Community Empowerment*, 3(1), 45–52.

- Azis, A. A., Hasyim, S. H., Pratiwi, A. C., Ramly, Z. A., Azzahra, F., & Thania, S. (2024). Pemanfaatan hasil tangkapan ikan laut menjadi produk bernilai jual tinggi di Desa Sokkolia, Kabupaten Gowa. *Panrannuangku Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(3), 172–178.
- Dewi, B., & Yanuarto, T. (2024). Pemanfaatan Buah Lontar (*Borassus Flabellifer*) Pada Olahan Puding Sebagai Pangan Fungsional Untuk Kesehatan Tubuh. *Jurnal Pengabdian*, 3(1), 1-6.
- FAO. (2021). *The state of food and agriculture 2021: Making agrifood systems more resilient to shocks and stresses*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Gayatri, A. M., Mulyani, D., Zainuddin, D., Widjajanto, T., & Alamsyah, M. (2022). Strategi Pengentasan Kemiskinan Dalam Meningkatkan Pendapatan Masyarakat Melalui Potensi Ketahanan Pangan Lokal Pada Kawasan Geopark Karangsambung-Karangbolong Kabupaten Kebumen. *JABE (Journal of Applied Business and Economic)*, 9(2), 234-246.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2022). *Laporan tahunan Kementerian Pertanian 2022*. Kementerian Pertanian RI.
- Mile, L., Naiu, A. S., & Nento, W. R. (2025). Inovasi Produk Keripik Daun Mangrove Di Desa Tabulo Selatan Mananggu, Boalemo. *Jurnal Abdi Insani*, 12(6), 2686-2692.
- Ramly, Z. A., Syarif, J., Hasin, A., & Arief, M. D. (2025). Innovation of processed lontar fruit (*Borassus flabellifer* L) products as a community empowerment strategy in Jeneponto Regency: Inovasi produk olahan buah lontar (*Borassus flabellifer* L) sebagai strategi pemberdayaan masyarakat Kabupaten Jeneponto. *Panrannuangku Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(3).
- Setiana, D. (2005). Pemberdayaan masyarakat melalui pelatihan pengolahan pangan lokal. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 3(1), 45–52.
- Tabbu, M. A. S., Fauziah, F., Stepani, F., Kartika, S. A., Purnama, D., Damayanti, N. D. A., Al-Ashari, M. I., Syahriadi, M., Muharram, R., Al Khairi, A., Basri, F., Adrian, A., Hasruddin, H., Ali, A., Qushayyi, M. F., & Kurniawan, I. (2024). Pelatihan Pemberdayaan Masyarakat Tonro Kassi Barat Kabupaten Jeneponto dalam Produksi dan Pengembangan Produk Kerupuk Buah Lontar Berbasis Ekonomi Kreatif. *Vokatek: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(3), 140–146.
- Yahya, W., K., M., Jam'an, A., Fadilla, N. N., & Khatimah, H. (2025). UMKM Level Up: Strategi Pengembangan Usaha Anyaman Lontar Sulawesi Di Bontokassi Kecamatan Galesong Selatan Kabupaten Takalar. *Jurnal Masyarakat Madani Indonesia*, 4(3), 639–648.

Uji Patogenisitas Jamur *Metarhizium anisopliae* sebagai Agen Hayati dalam Mengendalikan Hama Ulat Grayak (*Spodoptera frugiperda*) pada Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.)

Oktodika Ryando Sembirig^{1*}, Amelia Zuliyanti Siregar^{1*}

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara

Email: ameilia@usu.ac.id, oktodikar@gmail.com

Abstrak

Hama ulat grayak (*Spodoptera frugiperda*) merupakan hama dari golongan serangga yang dikenal sebagai polifag, memiliki kemampuan untuk menyerang tanaman padi dengan dampak yang bervariasi tergantung pada spesies dan kondisi lingkungan. Hama ini dapat mengganggu pertumbuhan tanaman padi sehingga dapat mempengaruhi kerugian hasil panen. Cendawan entomopatogen *Metarhizium anisopliae* merupakan salah satu agens hayati yang berpotensi untuk mengendalikan ulat grayak (*S. frugiperda*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas jamur *M. anisopliae* sebagai agen hayati dalam mengendalikan hama ulat grayak (*S. frugiperda*) pada tanaman padi. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman, Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara pada bulan Februari 2025 sampai Agustus 2025. Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial yang terdiri dari 6 perlakuan dan 4 ulangan yaitu: P0 = Kontrol (tanpa perlakuan), P1 = Kerapatan konidia *M. anisopliae* 10^5 konidia/mL, P2 = Kerapatan konidia *M. anisopliae* 10^6 konidia/mL, P3 = Kerapatan konidia *M. anisopliae* 10^7 konidia/mL, P4 = Kerapatan konidia *M. anisopliae* 10^8 konidia/mL, P5 = Kerapatan konidia *M. anisopliae* 10^9 konidia/mL. Hasil penelitian menunjukkan aplikasi *M. anisopliae* dapat meningkatkan mortalitas larva *S. frugiperda* dengan persentase mortalitas tertinggi (100%) terdapat pada perlakuan P3 dan P4 terdapat pada pengamatan 7 hari setelah aplikasi. Gejala infeksi pada larva ditandai dengan perubahan warna *S. frugiperda* menjadi hijau gelap, menghitam dan kaku diamati beberapa hari setelah terinfeksi.

Kata kunci: Cendawan entomopatogen, *Metarhizium anisopliae*, *Spodoptera frugiperda*

Abstract

The fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) is an insect pest known as a polyphagous pest, capable of attacking rice plants with impacts that vary depending on the species and environmental conditions. This pest can interfere with the growth of rice plants and can affect harvest losses. The entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* is one of the biological agents with potential to control the fall armyworm (*S. frugiperda*). This study aims to determine the effectiveness of the fungus *Metarhizium anisopliae* as a biological agent in controlling the fall armyworm (*S. frugiperda*) on rice plants. The research was conducted at the Plant Pest and Disease Laboratory, Agrotechnology Study Program, Faculty of Agriculture, Universitas Sumatera Utara, from February 2025 to August 2025. The research method used a Completely Randomized Design (CRD) non-factorial consisting of 6 treatments and 4 replications, namely: P0 = Control (no treatment), P1 = Conidial density of *M. anisopliae* 10^5 conidia/mL, P2 = Conidial density of *M. anisopliae* 10^6 conidia/mL, P3 = Conidial density of *M. anisopliae* 10^7 conidia/mL, P4 = Conidial density of *M. anisopliae* 10^8 conidia/mL, P5 = Conidial density of *M. anisopliae* 10^9 conidia/mL. The results showed that the application of *M. anisopliae* could increase the mortality of *S. frugiperda* larvae, with the highest mortality percentage (100%) observed in treatments P3 and P4 seven days after application. Infection symptoms in the larvae were indicated by a color change to dark green, which then turned black and rigid a few days after infection.

Keywords: Entomopathogenic fungus, *Metarhizium anisopliae*, *Spodoptera frugiperda*

PENDAHULUAN

Tanaman padi (*Oryza sativa* L.) mengandung karbohidrat sebagai bahan konsumsi bagi masyarakat populasi di Asia. Beras mengandung nutrisi penting, seperti protein, vitamin B, dan mineral yang berperan dalam mendukung kesehatan tubuh.(Kumalasari *et al.*, 2017). Pada masa sekarang ini, di Indonesia permintaan kebutuhan beras setiap tahunnya meningkat. Menurut data Badan Pusat Statistik (2024) mencatat produksi tanaman padi pada tahun 2021 sebanyak 54.41 juta ton dan pada tahun 2022 berkisar 54.74 juta ton. Namun pada tahun 2023 produksi tanaman padi mengalami penurunan yaitu menjadi 53.98 juta ton, dan tahun 2024 menjadi 52.65 juta ton.

Hama merupakan salah satu faktor penyebab terjadinya penurunan produksi padi. Jenis hama yang menyerang tanaman padi salah satunya adalah ulat grayak (*Spodoptera frugiperda*). Hama ulat grayak (*Spodoptera frugiperda*) merupakan hama dari golongan serangga yang dikenal sebagai polifag, memiliki kemampuan untuk menyerang berbagai jenis tanaman. Hama polifag dapat mempengaruhi banyak jenis tanaman lebih 100 spesies tanaman dengan dampak yang bervariasi tergantung pada spesies dan kondisi lingkungan. Hama ini dapat mengganggu pertumbuhan tanaman, menyebabkan kerusakan pada daun, batang, dan bagian tanaman lainnya, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi hasil panen (Sharanabasappa *et al.*, 2018).

Pada umumnya dalam pengendalian hama ini petani menggunakan insektisida kimia intensif dengan frekuensi dan dosis tinggi yang dapat mengakibatkan gejala resistensi, hilangnya musuh alami, meningkatnya residu pada hasil, mencemari lingkungan dan dapat mengakibatkan terganggunya kesehatan pengguna. Penggunaan insektisida kimia juga dapat menimbulkan dampak ekologis yang sangat serius. Dampak ekologis yang ditimbulkan di antaranya adalah timbulnya resurgensi hama, ledakan hama sekunder, matinya musuh alami dan timbulnya resistensi hama utama (Hastuti *et al.*, 2017).

Pengurangan penggunaan insektisida sintetis diareal pertanian dapat dilakukan dengan alternatif pengendalian lain yang ramah lingkungan misalnya penggunaan agensia hayati berupa jamur entomopatogen. Jamur entomopatogen merupakan jamur yang bersifat parasit terhadap serangga. Menurut Widariyanto *et al.* (2017) jamur entomopatogen ini dapat merusak sistem metabolisme struktur tubuh serangga dan menginfeksi serangga hama. Organel serta fungsi sel serangga terganggu, jaringan tubuh serangga rusak akibat racun dari jamur tersebut. Jamur entomopatogen yang sangat

potensial dalam mengendalikan serangga dari ordo *Lepidoptera*, *Hemiptera*, *Homoptera*, dan *Coleoptera* yaitu jamur *Metarhizium anisopliae*.

Jamur *Metarhizium anisopliae* sebagai agen pengendalian hayati yang bersifat parasit dan saprofit di dalam tanah dengan sisa-sisa tanaman. Jamur *M. anisopliae* banyak digunakan untuk mengatasi larva pada serangga dan ulat pengganggu tanaman. Adapun infeksi pada serangga oleh jamur entomopatogen *M. anisopliae* dapat dikenali dari kemunculan miselia jamur yang awalnya berwarna putih. Seiring waktu, miselia ini akan mengalami perubahan warna menjadi hijau gelap. Jamur *M. anisopliae* digunakan dalam pengendalian hama karena kemampuannya untuk menginfeksi dan membunuh serangga target (Suprayogi *et al.*, 2015).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas jamur *Metarhizium anisopliae* sebagai agen hayati dalam mengendalikan hama ulat grayak (*Spodoptera frugiperda*) pada tanaman padi.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman, Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara pada bulan Februari 2025 sampai Agustus 2025. Alat yang digunakan dalam penelitian meliputi *petridish*, *haemocytometer*, gelas ukur, *erlenmeyer*, bunsen, jarum ose, mikroskop, pinset, stoples, *handsprayer*, kain kasa, timbangan, kamera, kertas label, alat tulis dan pendukung lainnya. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah larva *Spodoptera frugiperda*, isolat jamur *Metarhizium anisopliae*, media *Potato Dextrose Agar* (PDA), air, alkohol 70%, aquades dan daun tanaman padi.

Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial yang terdiri dari 6 perlakuan dan 4 ulangan yaitu: P0 = Kontrol (tanpa perlakuan), P1 = Kerapatan konidia *M. anisopliae* 10^5 konidia/ML, P2 = Kerapatan konidia *M. anisopliae* 10^6 konidia/mL, P3 = Kerapatan konidia *M. anisopliae* 10^7 konidia/mL, P4 = Kerapatan konidia *M. anisopliae* 10^8 konidia/mL, P5 = Kerapatan konidia *M. anisopliae* 10^9 konidia/mL.

Pelaksanaan penelitian sebagai berikut: Sterilisasi alat seperti gelas ukur, *erlenmeyer*, dan cawan petri dilakukan dengan mencuci alat menggunakan detergen dan dibungkus menggunakan kertas, serta dimasukkan ke dalam plastik tahan panas. Setiap alat yang telah dibungkus dimasukkan ke dalam *autoclave* dengan tekanan 1,5 psi dan suhu 121°C selama 45 menit. Sterilisasi alat seperti scalpel dan pinset dilakukan dengan

menggunakan alkohol 70% dan bunsen. Sterilisasi bahan seperti media PDA dan aquades disterilkan menggunakan autoclave dengan tekanan 1,5 psi dan suhu 121°C selama 15-20 menit (Oratmangun *et al.*, 2017).

Media Potato Dextrose Agar (PDA) sebagai media pembiakan jamur *Metarhizium anisopliae*. Media PDA dibuat menggunakan kentang 200 g yang telah dikupas dan dibersihkan. Kentang dipotong-potong kecil seperti dadu dan direbus menggunakan aquades 1000 ml selama 20 menit. Setelah 20 menit air rebusan kentang disaring. Selanjutnya, air yang telah disaring ditambahkan aquades hingga mencapai 1000 ml. Setelah itu, air rebusan dipanaskan kembali dengan menambahkan 20 g dextrose dan 20 g agar agar, diaduk hingga homogen. Setelah homogen, media dituangkan ke dalam Erlenmeyer. Erlenmeyer ditutup menggunakan kapas dan aluminium foil. Setelah tertutup rapat, Erlenmeyer disterilkan dengan menggunakan autoclave tekanan 1,5 psi dan suhu 121°C selama 20 menit (Jamilatun *et al.*, 2020).

Jamur *Metarhizium anisopliae* didapat dari pemancingan jamur yang menggunakan *Tenebrio molitor* (ulat hongkong) sebagai media tumbuh jamur entomopatogen. Pemancingan dilakukan dengan pengambilan sampel tanah disekitar perakaran tanaman pisang. Eksplorasi dilakukan dengan metode umpan serangga (*baiting*), yaitu dengan menentukan lokasi pengambilan sampel tanah serta penentuan titik sampel tanah secara diagonal, kemudian masing-masing titik sampel tanah diambil sebanyak 100 gr pada kedalaman 10 cm. Setiap sampel tanah dimasukkan kedalam plastik tahan panas. Tanah dilembabkan menggunakan sprayer yang berisi air bersih. Setelah tanah lembab, dimasukkan 10 ekor larva *T. molitor* sebagai media tumbuh jamur entomopatogen. Setelah 7-14 hari dilakukan pengecekan pada larva yang terinfeksi. Isolasi *Metarhizium anisopliae* dilakukan dengan inokulasi jamur entomopatogen yang telah menginfeksi ulat hongkong. Ulat hongkong terinfeksi terlebih dahulu dicelupkan pada alkohol 70%, kemudian dicelupkan pada aquades sebanyak 2 kali untuk pembilasan. Setelah itu diletakkan diatas tisu steril dan dipotong menggunakan skalpel menjadi lima bagian. Masing-masing bagian kemudian diletakkan diatas media PDA dan dibiakan selama kurang lebih 2-3 hari. Cendawan yang tumbuh kemudian diremajakan hingga diperoleh biakan murni.

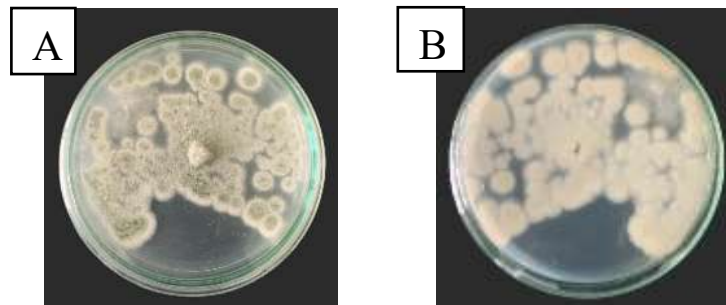
Ulat grayak sebagai bahan penelitian diperoleh dengan cara mengumpulkan larva ulat grayak (*S. frugiperda*) dari lahan padi di Desa Dalan Naman, Kabupaten Langkat. Kemudian larva instar 3 tersebut ditempatkan di dalam toples/ wadah baru, serta diberi pakan tanaman padi yang bebas pestisida. Pemeliharaan dilakukan selama 2 minggu

sebelum dilakukan pengujian untuk memilih serangga uji yang betul-betul sehat. Larva *S. frugiperda* instar 3 masing-masing diletakkan sebanyak 5 ekor ke dalam toples yang berisi pakan daun padi muda sebanyak 10 gr. Selanjutnya daun padi muda umur sekitar 3-4 minggu dan larva yang ada dalam toples disemprot dengan larutan *M. anisopliae* dengan kerapatan spora sesuai perlakuan sebanyak 10ml dengan memakai sprayer. Penyemprotan dilakukan pukul 15.00 WIB. Toples kemudian ditutup dengan kain kasa dan diamati keadaan serangga uji tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

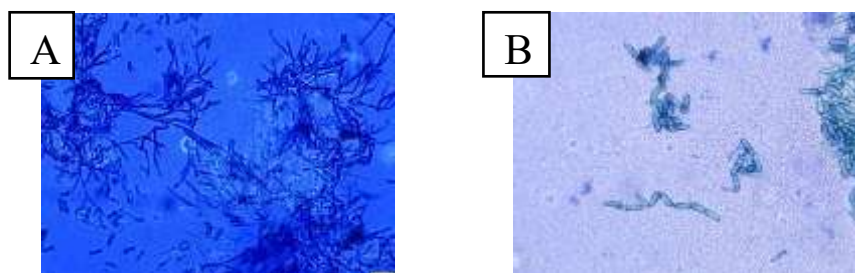
Karakteristik makroskopis dan mikroskopis *Metarhizium anisopliae*

Berdasarkan hasil pengamatan secara makroskopis dapat dilihat bahwa jamur *Metarhizium anisopliae* yang tumbuh pada media PDA memiliki ciri koloni berwarna putih di awal pertumbuhannya. Seiring bertambahnya umur koloni, warna koloni akan berubah menjadi hijau gelap dan menyebar rata hingga memenuhi cawan petri dapat dilihat pada Gambar 1. Hal ini sesuai dengan literatur Herlinda *et al.*, (2020b) isolat *Metarhizium sp.* yang tumbuh pada media PDA memiliki koloni berwarna putih kemudian berubah warna menjadi putih kekuningan, selanjutnya berubah menjadi hijau dengan bertambahnya umur koloni.



Gambar 1. Isolat jamur *Metarhizium anisopliae*, (A) Tampak depan (B) Tampak belakang

Berdasarkan hasil pengamatan secara mikroskopis dengan perbesaran 40x *Metarhizium sp.* memiliki ciri hifa bersekat, konidia berbentuk silindris bersel satu yang memanjang dengan konidiofor yang hialin tersusun tegak, berlapis, bercabang dan konidia membentuk rantai paralel yang berjumlah banyak dapat dilihat pada Gambar 2. Hal ini sesuai dengan literatur Sopialena *et al.*, (2020) yang mengemukakan bahwa cendawan *Metarhizium sp.* memiliki ciri hifa bersepta, konidiofor dan konidia hialin, konidianya bersel satu dan berbentuk bulat silinder.



Gambar 2. Mikroskopis jamur *Fusarium oxysporum*, (A) hifa (B) spora jamur perbesaran 40x

Persentase mortalitas (%)

Berdasarkan hasil uji lanjut DMRT pada taraf uji 5% memperlihatkan mortalitas larva *S. frugiperda* pada berbagai tingkat kepadatan konidia jamur *M. anisopliae* tampak berbeda nyata pada pengamatan hari yang ke 2 hingga ke-7 setelah aplikasi dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Rataan Persentase Mortalitas Larva *S. Frugiperda* (%)

Perlakuan	Persentase mortalitas (%)						
	1 HSA	2 HSA	3 HSA	4 HSA	5 HSA	6 HSA	7 HSA
P0	0a	0b	0c	0c	0b	0b	0d
P1	0a	5ab	20b	35b	55a	70a	75c
P2	0a	10ab	20b	40b	60a	90a	95ab
P3	0a	20a	35a	65a	80a	85a	100a
P4	0a	20a	30ab	50b	75a	90a	100a
P5	0a	5ab	30ab	45b	65a	80a	80bc

Keterangan: P0 = Kontrol (tanpa perlakuan), P1 = Kepadatan konidia *M. anisopliae* 10^5 konidia/ml, P2 = Kepadatan konidia *M. anisopliae* 10^6 konidia/ml, P3 = Kepadatan konidia *M. anisopliae* 10^7 konidia/ml, P4 = Kepadatan konidia *M. anisopliae* 10^8 konidia/ml, P5 = Kepadatan konidia *M. anisopliae* 10^9 konidia/ml. Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama, menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut DMRT taraf 5%

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan menggunakan jamur *M. anisopliae* mampu meningkatkan mortalitas larva *S. frugiperda* dibandingkan dengan perlakuan kontrol (P0) dengan nilai 0% yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan pada perlakuan P0 merupakan perlakuan tanpa pengaplikasian suspensi konidia jamur *M. anisopliae* sehingga mortalitas yang dihasilkan terbilang rendah, karena seluruh larva *S. frugiperda* masih dalam keadaan hidup. Kepadatan konidia yang lebih rendah akan mempengaruhi keefektifan jamur patogen dalam menginfeksi serangga. Menurut Hasnah *et al.*, (2012) keefektifan jamur patogen serangga untuk mengendalikan hama sasaran sangat tergantung pada kepadatan spora yang diaplikasikan.

Perlakuan dengan masing-masing kerapatan konidia *M. anisopliae* yaitu P1, P2, P3, P4, dan P5 secara konsisten meningkatkan mortalitas larva *S. frugiperda* yang tinggi. Pada pengamatan 2 HSA persentase mortalitas tertinggi terdapat pada perlakuan P3 dan P4 dengan nilai 20% yang tidak berbeda nyata pada perlakuan P1, P2, dan P5 namun berbeda nyata dengan perlakuan P0. Pada pengamatan 3 HSA persentase mortalitas larva *S. frugiperda* tertinggi terdapat pada perlakuan P3 dengan persentase 35% dimana tidak berbeda nyata dengan perlakuan P4 dan P5 namun berbeda nyata pada perlakuan P0, P1, dan P2. Pada hari ke-4 dan ke-6 setelah aplikasi persentase mortalitas mencapai 65-90% yang berbeda nyata dengan perlakuan kontrol.

Pada pengamatan selama 7 HSA persentase mortalitas tertinggi (100%) terdapat pada perlakuan (P3) Kerapatan konidia *M. anisopliae* 10^7 konidia/ml dan perlakuan (P4) Kerapatan konidia *M. anisopliae* 10^8 konidia/ml. Hal ini disebabkan oleh penggunaan jamur entomopatogen *M. anisopliae* dengan kerapatan konidia 10^7 /ml dan kerapatan konidia 10^8 /ml lebih efektif dari perlakuan lainnya dikarenakan spora yg dimilikinya lebih tinggi dan menjadi lebih efektif. Semakin tinggi kerapatan sebaran konidia, maka semakin banyak pula konidia yang menempel pada tubuh larva ulat *S. frugiperda*. Konidia jamur *M. anisopliae* yang menempel pada tubuh larva berkecambah dan membentuk *apresorium* (tabung kecambah). Kemudian akan menghasilkan enzim kitinase yang dapat menghancurkan kutikula larva uji. Menurut Ulya *et al.*, (2016) Hal ini dikarenakan *M. anisopliae* memiliki enzim yaitu lipase, kithinase, amylase, proteinase, pospatase dan esterase. Ketika jamur *M. anisopliae* berada dalam tubuh larva, jamur tersebut memproduksi toksin destruksin yang menyebabkan kematian akibat rusaknya jaringan tubuh larva (Budi *et al.*, 2013).

Jamur entomopatogen *Metarhizium anisopliae* menginfeksi larva *S. frugiperda* melalui kontak dan mulut. Jamur *M. anisopliae* yang diaplikasikan mengenai larva *S. frugiperda* dan daun tanaman padi yang mendukung proses infeksi. Kondisi lingkungan yang mendukung, membantu spora berkecambah dan menembus integument larva *S. frugiperda* yang mengakibatkan kematian pada larva. Hal ini sesuai dengan literatur Hasyim (2016) yang menyatakan bahwa *Metarhizium* sp. dapat menginfeksi dan menembus ke dalam lapisan kutikula serangga sasaran oleh karena adanya bantuan toksin dan tekanan mekanik yang ada. Proses infeksi dapat melalui berbagai macam cara, baik melalui celah atau segmen tubuh serangga, mulut, maupun melalui lapisan kutikula.

Gejala Infeksi jamur *M. anisopliae* pada larva *S. frugiperda*

Berdasarkan hasil penelitian perlakuan aplikasi cendawan *M. anisopliae* terhadap larva *S. frugiperda* mengalami proses perubahan morfologi. Hasil pengamatan pada larva yang mati terinfeksi jamur *M. anisopliae* ditandai dengan gejala awal tubuh larva akan mengeras dan adanya miselium tipis. Kemudian larva tersebut mulai mengalami perubahan warna menjadi hijau gelap yang menyelimuti tubuhnya. Hal ini menandakan konidia jamur tersebut telah berkecambah dan tumbuh secara langsung pada kutikula sampai sebagian dalam tubuh inangnya. Menurut Hendarjanti (2021) menyatakan bahwa tubuh larva terjadi perubahan warna menjadi lebih gelap diduga karena adanya proses melanisasi larva sebagai bentuk pertahanan tubuh serangga dalam melawan patogen.

Adapun gejala lainnya dari serangga uji sejak terpapar *M. anisopliae* yaitu dimulai dengan gerakan lambat, nafsu makan berkurang, berubah warna menjadi keputihan, kemudian beberapa hari selanjutnya kehitaman dan menjadi kaku. Hal ini diduga akibat dari mulai bekerjanya toksin yang diproduksi oleh jamur *M. anisopliae*. Toksin tersebut merusak jaringan dan menyerap cairan sel tubuh larva, sehingga menyebabkan larva mengering dan mati. Hal ini sesuai dengan literatur Kherb (2014) yang menyatakan bahwa jamur hidup dan tumbuh dengan memanfaatkan cairan di dalam tubuh serangga dan menghasilkan racun yang dapat membunuh serangga.

Menurut Hastuti *et al.* (2017) perubahan warna tubuh larva dari hijau muda menjadi coklat kekuningan, bertekstur lunak, kemudian menghitam dan kaku beberapa hari setelah terinfeksi. Hal ini disebabkan oleh spora cendawan *M. anisopliae* melekat pada kutikula larva uji dan menghasilkan enzim-enzim seperti protease, lipase, serta kitinase yang merusak struktur integument serangga. Spora berkembang menjadi hifa dan menyerap hemolimfa dan menghasilkan toksin destruktif yang dapat menyebabkan kematian.

KESIMPULAN DAN SARAN

Aplikasi cendawan entomopatogen *M. anisopliae* menunjukkan hasil mampu meningkatkan mortalitas larva *S. frugiperda* dibandingkan perlakuan kontrol, dengan puncak kematian terjadi pada 4 hari setelah aplikasi. Persentase mortalitas tertinggi (100%) terdapat pada perlakuan (P3) Kerapatan konidia *M. anisopliae* 10^7 konidia/ml dan perlakuan (P4) Kerapatan konidia *M. anisopliae* 10^8 konidia/ml pada pengamatan 7 hari setelah aplikasi. Hal ini menunjukkan efektivitas cendawan *M. anisopliae* dalam menekan populasi hama. Ciri khusus yang dimiliki cendawan *M. anisopliae* tersebut yaitu hifa berwarna putih hingga menjadi hijau gelap, memiliki konidia tegak bersel satu dan

berbentuk bulat silinder. Adapun gejala larva *S. frugiperda* yang terinfeksi jamur *M. anisopliae* ditandai dengan larva mengeras, perubahan warna menjadi hijau gelap yang menyelimuti tubuh, kemudian menghitam dan kaku beberapa hari setelah terinfeksi. Dalam strategi pengendalian hama ulat grayak *S. frugiperda* perlunya dilakukan pengujian lebih lanjut mengenai keefektifan jamur *M. anisopliae* dalam kondisi tingkat lapangan dengan variasi faktor lingkungan yang berbeda sehingga didapat rekomendasi yang lebih aplikatif dan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penghargaan yang tulus juga saya sampaikan kepada Terima kasih kepada Rektor Universitas Sumatera Utara, Ketua Program Studi, Laboratorium Hama dan Penyakit tanaman, petani di Desa Dalan Aman, Kec. Kuala, Kabupaten Langkat yang telah memberikan fasilitas dan dukungan penelitian, serta teman-teman yang turut membantu dalam pengumpulan data dan analisis.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2024). *Produksi, Luas Panen, dan Produktivitas Padi Indonesia*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Budi, A.S., Afandhi, A., Retno, D., & Puspitarini, D. (2013). "Patogenitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* balsamo (Deuteromycetes: moniliales) pada Larva *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: noctuidae)". *Jurnal HPT*, 1(1), 57-65.
- Hastuti, D., Rusbana, T. B., & Hidayatullah, D. N. (2017). Pengaruh Lama Penyimpanan Jamur *Metarhizium Anisopliae* Terhadap Mortalitas Ulat Grayak (*Spodoptera Litura* F.) Di Laboratorium. *Agroekoteknologi*, 9(1).
- Hasyim A, Setiawati W, Hudayya A, & Luthfy N. (2016). Sinergisme jamur entomopatogen *Metarhizium anisopliae* dengan insektisida kimia untuk meningkatkan mortalitas ulat bawang *Spodoptera exigua*. *Jurnal Hortikultura*, 26(2), 257-266.
- Hendarjanti, H. (2021). "Sustainable Urban Farming Guna Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat di Era Pandemi" *Potensi dan Upaya Mempertahankan Keefektifan Beberapa Entomopatogen dalam Mengendalikan Larva Oryctes rhinoceros Linn. di Perkebunan Kelapa Sawit (S. Herlinda, Ed.)*. Indralaya: Penerbit dan Percetakan Universitas Sriwijaya (UNSRI).
- Herlinda S, Effendi RA, Suharjo R, Hasbi, Setiawan A, Elfita, & Verawaty M. (2020) b. New emerging entomopathogenic fungi isolated from soil in South Sumatra (Indonesia) and their filtrate and conidial insecticidal activity against *Spodoptera litura*. *Biodiversitas*, 21(11), 5103-5113.

- Kherb W A A. (2014). Virulence Bio-Assay Efficiency of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* for the biological control of *Spodoptera exigua* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae) eggs and the 1st instar larvae. *Aust. J. Basic & Appl. Sci.* 8(3), 313-323.
- Kumalasari, S. N., Sudiarso, & Suryanto, A. (2017). Pengaruh Jarak Tanam dan Jumlah Bibit Pada Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) Hibrida Varietas PP3. *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(7), 1220–1227.
- Sari, W., & Rosmeita, C. N. (2020). Identifikasi molekuler cendawan entomopatogen *Beauveria Bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* asal isolat Cianjur. *Jurnal Pro-STek*, 1(1), 1-9.
- Sharanabassappa S, Kalleshwaraswamy, C M., & Maruthi, M S. (2018). Biology of invasive fall army worm *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) on maize. *Indian Journal of Entomology*, 80(3), 540-543.
- Sopialena MA, Mirza R, & Soraya. (2020). Influence of biopesticides on growth (*Colletotrichum capsici* Sydow) causes antraknosa in cayenne pepper (*Capsicum frutescens* L.). *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*, 2(2), 105-110.
- Suprayogi., Marheni., & S. Oemry. (2015). Uji Efektifitas Jamur Entomopatogen *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* Terhadap Kepik Hijau (*Nezara viridula* L.) (Hemiptera; Pentatomidae) Pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.) Di Rumah Kasa. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 3(1), 320-327.
- Ulya, Lia Ni'matul, Toto Himawan & Gatot Mudjiono. (2016). Uji Patogenesitas Jamur Entomopatogen *Metarhizium anisopliae* (Moniliales: Moniliaceae) terhadap Hama Uret *Lepidiota stigma* F. (Coleoptera: Scarabaeidae). Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Widariyanto, R., Pinem, M. I., & Azahra, F. (2017). Patogenitas Beberapa Cendawan Entomopatogen *anisopliae*, (*Lecanicillium lecanii*, *Metarhizium* dan *Beauveria bassiana*) Terhadap *Aphis glycines* Pada Tanaman Kedelai. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU*, 5(1), 8- 16.

Tinjauan Alat dan Mesin Produksi Jamur di Usaha Kelompok Budidaya Jamur Petani Desa Payakabung (Binaan PT PLN Indonesia Power Up Indralaya)

Mira Khairunnisa^{1*}, Puspitahati^{1*}, Fatria Resti Haryani¹

¹Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya

Email: mirakhairunnisa89@gmail.com, puspitahati@fp.unsri.ac.id

Abstrak

Budidaya jamur tiram merupakan salah satu bentuk usaha agribisnis yang semakin diminati karena tidak memerlukan lahan luas, memiliki siklus panen singkat, serta didukung oleh permintaan pasar yang terus meningkat. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penggunaan alat dan mesin produksi jamur tiram guna meningkatkan efisiensi serta kualitas hasil budidaya. Kegiatan dilakukan melalui metode wawancara, observasi lapangan, analisis SWOT, dan dokumentasi di Usaha Kelompok Budidaya Jamur Petani Desa Payakabung binaan PT PLN Indonesia Power UP Indralaya. Objek evaluasi meliputi mesin pengaduk media, mesin press baglog, dan alat sterilisasi (steamer). Hasil menunjukkan bahwa mesin press mampu menghasilkan 600–700 baglog per proses, sedangkan steamer mensterilkan 600–700 baglog dengan suhu 90–100°C selama 6–8 jam. Analisis SWOT menunjukkan kekuatan pada kapasitas mesin dan kualitas bahan baku, sementara kelemahan terletak pada biaya tinggi dan perawatan yang sulit. Peluang didukung oleh tingginya permintaan pasar serta dukungan dari PLN, sedangkan ancaman mencakup fluktuasi harga, kondisi lingkungan, dan tren konsumsi yang berubah. Berdasarkan hasil IFAS dan EFAS, posisi usaha berada pada Kuadran II (WO Strategy), yang berarti peluang eksternal dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki kelemahan internal. Disimpulkan bahwa penggunaan alat dan mesin produksi dapat meningkatkan efisiensi dan kualitas hasil budidaya jamur tiram, namun strategi pengembangan dan perawatan rutin diperlukan untuk menjaga keberlanjutan produksi.

Kata kunci: Jamur tiram, Mesin press baglog, Steamer sterilisasi, Efisiensi produksi, Analisis SWOT

Abstract

Oyster mushroom cultivation is one of the promising agribusiness enterprises as it requires a small area, has a short harvest cycle, and is supported by continuously increasing market demand. This study aims to evaluate the use of tools and machinery in oyster mushroom production to improve efficiency and product quality. The activities were carried out through interviews, field observations, SWOT analysis, and documentation at the Payakabung Village Mushroom Cultivation Farmers Group fostered by PT PLN Indonesia Power UP Indralaya. The evaluation focused on a media mixer, baglog press machine, and sterilization steamer. The results showed that the press machine could produce 600–700 baglogs per process, while the steamer sterilized 600–700 baglogs at 90–100°C for 6–8 hours. The SWOT analysis indicated strengths in machine capacity and raw material quality, while weaknesses were high costs and difficult maintenance. Opportunities arise from high market demand and PLN's support, while threats include price fluctuations, environmental conditions, and changing consumption trends. Based on the IFAS and EFAS results, the business is positioned in Quadrant II (WO Strategy), meaning that external opportunities can be utilized to overcome internal weaknesses. It can be concluded that the use of production tools and machines improves the efficiency and quality of oyster mushroom cultivation, but continuous development and regular maintenance strategies are needed to sustain production performance.

Keywords: Oyster mushroom, Baglog press machine, Sterilization steamer, Production efficiency, SWOT analysis

PENDAHULUAN

Pertanian merupakan sektor penting yang menopang ketahanan pangan global dan menjadi sumber penghidupan bagi lebih dari 60% penduduk di negara berkembang (FAO, 2022). Dalam konteks pertanian modern, muncul kebutuhan untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi melalui penerapan teknologi tepat guna. Salah satu subsektor yang mengalami perkembangan pesat adalah hortikultura dan budidaya jamur. Menurut laporan World Mushroom Report (2023), produksi jamur dunia mencapai lebih dari 42 juta ton per tahun, dengan permintaan yang terus meningkat seiring tren konsumsi pangan sehat dan tinggi protein nabati.

Potensi pengembangan budidaya jamur di Indonesia sangat besar seiring meningkatnya permintaan pasar terhadap produk pangan sehat, bernilai gizi tinggi, serta mudah dibudidayakan di berbagai kondisi lingkungan. Jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki prospek cerah karena dapat tumbuh baik di iklim tropis dan memiliki nilai ekonomi tinggi (Silva *et al.*, 2024). Pengembangan budidaya jamur ini akan semakin optimal apabila didukung dengan penerapan teknologi tepat guna yang mampu meningkatkan efisiensi produksi dan menjaga kualitas hasil panen (El-Ramady *et al.*, 2022). Selain itu, melalui inovasi peralatan seperti mesin pencampur media tanam, alat pengepres baglog, maupun pemanfaatan bahan alternatif seperti pelepah kelapa sawit sebagai media tanam, petani dapat menghemat waktu, meningkatkan produktivitas, serta memperluas pemanfaatan sumber daya lokal (Mardiana *et al.*, 2020).

Di tingkat nasional, Indonesia menunjukkan potensi besar dalam pengembangan budidaya jamur, terutama Jamur Tiram (*Pleurotus ostreatus*). Komoditas ini digemari masyarakat karena rasanya yang enak, mudah diolah, serta bernilai gizi tinggi. Selain itu, budidaya jamur tiram tidak memerlukan lahan luas dan dapat dilakukan pada berbagai kondisi lingkungan, menjadikannya alternatif usaha agribisnis yang menjanjikan (Sagaf & Setiyowati, 2019). Pemerintah melalui Kementerian Pertanian juga mendorong penerapan mekanisasi pertanian guna meningkatkan efisiensi produksi dan mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual. Penggunaan alat dan mesin produksi di sektor pertanian terbukti mampu menekan biaya, mempercepat proses kerja, dan meningkatkan daya saing produk lokal (Suharjo, 2022).

Di wilayah pedesaan, penerapan teknologi pertanian modern belum sepenuhnya berjalan optimal karena sebagian besar kelompok tani masih terbatas dalam penguasaan

alat dan mesin pertanian. Salah satu contohnya adalah kelompok budidaya jamur di Desa Payakabung, Kecamatan Indralaya Utara, Kabupaten Ogan Ilir, yang menjadi binaan PT PLN Indonesia Power UP Indralaya. Program ini merupakan bagian dari tanggung jawab sosial perusahaan melalui *INPOWER-CARE* yang berfokus pada pemberdayaan masyarakat. Melalui program ini, kelompok tani diberikan dukungan berupa alat dan mesin produksi seperti mesin pengaduk media, mesin press baglog, dan alat sterilisasi (*steamer*) untuk meningkatkan produktivitas (Rahayu *et al.*, 2024). Meski demikian, pemanfaatan dan efektivitas alat tersebut belum banyak dikaji secara sistematis.

Dengan demikian, evaluasi terhadap alat dan mesin produksi jamur di Desa Payakabung menjadi penting dilakukan. Evaluasi ini tidak hanya memberikan gambaran teknis mengenai efektivitas alat, tetapi juga dapat menjadi dasar pengembangan teknologi tepat guna yang lebih efisien, mudah dioperasikan, dan sesuai dengan kebutuhan petani lokal. Hasil kajian diharapkan dapat memperkuat sinergi antara perguruan tinggi, perusahaan, dan masyarakat dalam mendukung penerapan teknologi pertanian berkelanjutan di tingkat desa.

Penelitian ini bertujuan untuk meninjau dan mengevaluasi penggunaan alat serta mesin produksi jamur pada Usaha Kelompok Budidaya Jamur Petani Desa Payakabung, guna mengetahui efektivitas, efisiensi, serta kendala penggunaannya. Selain itu, penelitian ini bertujuan memberikan rekomendasi strategis dalam pengelolaan dan pengembangan teknologi produksi jamur yang lebih adaptif dan berdaya saing.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan jenis studi kasus yang bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas penggunaan alat dan mesin produksi pada kelompok budidaya jamur di Desa Payakabung, Kecamatan Indralaya Utara, Kabupaten Ogan Ilir. Kegiatan penelitian dilaksanakan pada tanggal 16 Juni 2025 hingga 30 Juli 2025 di Usaha Kelompok Budidaya Jamur Petani Desa Payakabung yang merupakan mitra binaan PT PLN Indonesia Power UP Indralaya.

Data diperoleh melalui beberapa teknik pengumpulan data, yaitu wawancara, observasi, analisis SWOT, dan dokumentasi. Wawancara dilakukan secara langsung maupun tidak langsung dengan pembimbing lapangan dan pihak terkait untuk menggali informasi tentang alur kerja, kendala, serta strategi pengelolaan alat dan mesin produksi. Observasi dilakukan untuk mengetahui metode kerja, penggunaan alat, dan pengelolaan lingkungan budidaya. Analisis SWOT digunakan untuk mengevaluasi faktor internal dan

eksternal yang memengaruhi efektivitas penggunaan alat dan mesin produksi. Dokumentasi berupa foto kegiatan magang, proses budidaya jamur dari persiapan media hingga panen, serta alat dan mesin produksi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mesin Pengaduk Media



Gambar 1. Mesin pengaduk

Mesin pengaduk media merupakan alat mekanis yang berfungsi untuk mencampur bahan penyusun media tanam jamur tiram agar tercampur secara merata. Mesin ini berbentuk tabung silinder horizontal berbahan logam yang di dalamnya terdapat bilah-bilah pengaduk (agitator). Tabung tersebut digerakkan oleh motor penggerak listrik atau mesin diesel sehingga dapat berputar dan mengaduk bahan di dalamnya. Komponen utama mesin pengaduk terdiri atas tabung silinder pengaduk yang terbuat dari besi tebal atau stainless steel agar tahan terhadap kelembapan, bilah pengaduk berupa baling-baling atau sirip besi yang berputar, motor penggerak, tuas kendali untuk mengatur arah serta kecepatan putaran, dan rangka penopang (Lictawa & Baglao, 2024).

Dalam proses penggunaannya, bahan penyusun media seperti serbuk gergaji kayu, bekatul atau dedak, kapur pertanian, serta air dimasukkan ke dalam tabung dengan komposisi tertentu. Adapun komposisi bahan dalam satu kali pengadukan yaitu: serbuk gergaji kayu sebanyak ± 3 wadah besar, dedak/bekatul $\pm 1,6$ kg, kapur pertanian $\pm 0,7$ kg, dan air sekitar ± 2 wadah kecil yang ditambahkan secara bertahap hingga kadar air mencapai 60–65 %. Setelah semua bahan dimasukkan, mesin dinyalakan sehingga agitator berputar dan mencampur bahan hingga homogen. Proses pengadukan berlangsung sekitar 10–15 menit sampai media tidak menggumpal dan memiliki tekstur lembap merata.

Mesin pengaduk memiliki peran penting dalam keberhasilan budidaya jamur tiram karena proses pencampuran media yang merata menjamin distribusi nutrisi dan kelembapan yang seragam, sehingga pertumbuhan miselium dapat berlangsung lebih cepat

dan merata pada seluruh bagian baglog. Penelitian menunjukkan bahwa metode pencampuran dan distribusi kelembapan dalam substrat sangat memengaruhi sifat fisiko-kimia serta performa pertumbuhan fungi/substrat (Dong *et al.*, 2025). Hal ini menunjukkan bahwa efisiensi pencampuran yang baik akan berpengaruh langsung terhadap kecepatan kolonisasi miselium dan kualitas media tanam. Berdasarkan hasil pengamatan selama kegiatan magang, mesin pengaduk ini bekerja dengan baik meskipun sesekali mengalami kendala seperti sabuk penggerak yang kendur, sehingga perlu dilakukan perbaikan kecil agar putaran tetap stabil. Keunggulan mesin ini adalah mampu menghasilkan adukan yang lebih homogen dan memiliki kapasitas besar, sedangkan kelemahannya adalah membutuhkan energi listrik atau bahan bakar serta memerlukan perawatan rutin agar tidak cepat mengalami kerusakan.

Mesin Press



Gambar 2. Mesin press

Mesin press baglog merupakan alat yang digunakan untuk mencetak dan memadatkan media tanam jamur ke dalam plastik polipropilen tahan panas sehingga terbentuk baglog dengan ukuran serta kepadatan yang seragam. Alat ini tersusun atas rangka besi kokoh, wadah penampung media di bagian atas, cetakan silinder yang tersusun melingkar, dan sistem pemadat yang bekerja secara bergantian pada setiap lubang cetakan. Mesin ini berfungsi mempercepat proses pencetakan baglog dalam jumlah besar, menghasilkan bentuk yang padat, rapat, dan seragam sehingga mendukung pertumbuhan miselium jamur secara optimal serta mempermudah proses sterilisasi dan penataan di kumbung (Arum *et al.*, 2023).

Secara umum, cara kerjanya adalah media hasil pengadukan dimasukkan ke wadah atas mesin, kemudian plastik khusus baglog dipasang pada cetakan. Media akan dialirkan secara otomatis ke dalam plastik hingga penuh, lalu mesin berputar (*rotary*) mengantarkan baglog ke posisi pengepresan. Pada tahap ini media dipadatkan dengan tekanan tertentu

hingga membentuk baglog silinder yang kuat dan seragam. Setelah itu, baglog dikeluarkan dari cetakan dan bagian mulut plastik diberi cincin (Sinambela & Ginting, 2022).

Berdasarkan hasil observasi selama magang, satu unit mesin press mampu menghasilkan sekitar 600–700 baglog per hari dengan 2–3 operator, tergantung pada ketersediaan media dan kondisi mesin. Mesin ini memiliki keunggulan dalam meningkatkan kapasitas dan efisiensi kerja, karena proses pengisian serta pengepresan berlangsung semi-otomatis (Damayanti, 2024). Namun, kelemahannya adalah membutuhkan perawatan rutin agar performa mesin tetap optimal dan memiliki risiko bahaya listrik bila terkena air. Selain itu, bahan media yang masih mengandung serpihan kayu besar dapat menghambat proses pengepresan hingga menyebabkan mesin macet. Oleh karena itu, pengendalian mutu bahan dan perawatan berkala sangat penting untuk menjaga stabilitas kinerja mesin press.

Mesin Steamer



Gambar 3. Mesin Steamer

Alat sterilisasi atau steamer media merupakan peralatan utama dalam proses budidaya jamur tiram yang berfungsi untuk mensterilkan baglog sebelum dilakukan inokulasi bibit (Chasanah *et al.*, 2025). Tujuan utamanya adalah membunuh mikroorganisme atau bakteri pengganggu yang dapat menyebabkan kontaminasi pada media (Shrestha *et al.*, 2021). Secara fisik, mesin steamer berbentuk tabung besar berbahan besi atau baja tahan panas dengan penutup rapat, pipa saluran uap, serta katup pengaman tekanan. Material yang digunakan harus kokoh agar mampu menahan suhu dan tekanan tinggi selama proses sterilisasi berlangsung.

Komponen utama alat steamer meliputi tabung sterilisasi sebagai ruang penempatan baglog, tungku pemanas (menggunakan bahan bakar kayu atau LPG) untuk menghasilkan uap air, saluran uap yang menyalurkan panas secara merata, serta alat pengaman seperti katup tekanan, thermometer, dan pressure gauge untuk memantau

kondisi sterilisasi. Kapasitas mesin steamer yang digunakan pada usaha budidaya jamur tiram di Desa Payakabung mampu mensterilkan sekitar 600–700 baglog dalam satu kali proses, dengan waktu sterilisasi sekitar 6–8 jam pada suhu 90–100°C.

Proses sterilisasi dilakukan dengan menata baglog dalam tabung steamer, mengisi air di bagian bawah tabung, menyalakan tungku pemanas hingga menghasilkan uap bertekanan tinggi, lalu mengalirkan uap ke seluruh bagian tabung hingga semua baglog terkena panas merata. Setelah proses selesai, baglog dibiarkan hingga suhu turun sebelum dikeluarkan untuk tahap inokulasi bibit. Alat ini memiliki keunggulan dalam efisiensi dan kualitas hasil sterilisasi karena mampu mensterilkan jumlah media yang besar sekaligus, namun masih memiliki kelemahan berupa kebutuhan energi yang tinggi serta pengawasan proses pemanasan secara manual (Grimm *et al.*, 2024)

Analisis SWOT

Analisis SWOT merupakan metode analisis strategis yang digunakan untuk mengidentifikasi kekuatan (*strengths*), kelemahan (*weaknesses*), peluang (*opportunities*), dan ancaman (*threats*) yang mempengaruhi suatu usaha (Suryadi, 2020). Faktor kekuatan dan kelemahan berasal dari lingkungan internal, sedangkan peluang dan ancaman berasal dari faktor eksternal (Subaktilah *et al.*, 2018).

Tabel 1. Matriks SWOT

		<i>Strength (S)</i>	<i>Weakness (W)</i>
IFAS	EFAS	1. Bahan baku yang digunakan berkualitas baik.	1. Harga mesin budidaya jamur terlalu mahal bagi petani kecil.
		2. Mesin press mencetak baglog lebih banyak dalam sekali proses produksi.	2. Kurangnya pemeliharaan mesin secara berkala.
		3. Peralatan berfungsi dengan baik.	3. Perawatan mesin budidaya jamur cukup sulit dilakukan.

Opportunities (O)	Strategi SO	Strategi WO
1. Adanya dukungan dari PLN untuk pengadaan mesin produksi budidaya jamur. 2. Tingginya permintaan pasar terhadap jamur. 3. Mesin produksi jamur berpotensi terhubung dengan sistem <i>smart farming</i>.	1. Mengoptimalkan mesin pengaduk, press baglog, dan <i>steamer</i> berkapasitas besar untuk memenuhi permintaan pasar jamur tiram yang terus meningkat. 2. Mengembangkan inovasi produksi berbasis <i>smart farming</i> dengan memanfaatkan	1. Memanfaatkan dukungan PLN untuk pengadaan alat. 2. Memanfaatkan tingginya permintaan pasar jamur untuk meningkatkan pendapatan, yang dapat digunakan untuk menutupi biaya perawatan.
4.	3. mesin yang sudah ada agar dapat terhubung ke sistem monitoring digital.	3. Menerapkan <i>smart farming</i> untuk mengurangi kesalahan operasional mesin.
Threats (T)	Strategi ST	Strategi WT
1. Fluktuasi harga jamur dipasaran dapat merugikan produsen jamur. 2. Perubahan tren konsumsi masyarakat dapat menurunkan permintaan jamur. 3. Faktor lingkungan (kelembaban, iklim, hama) dapat mempengaruhi produksi jamur.	1. Mengoptimalkan mesin berkapasitas besar untuk menjaga stok produksi tetap stabil dan mengurangi risiko kekurangan pasokan, meskipun ada fluktuasi permintaan akibat faktor lingkungan atau perubahan tren konsumsi. 2. Menjaga kualitas bahan baku serta standarisasi bahan baku dan kumbung jamur untuk memastikan ketahanan produk terhadap perubahan lingkungan. 3. Mengembangkan produk olahan jamur (seperti jamur <i>crispy</i>, abon jamur, dan nugget jamur) untuk mengurangi ketergantungan pada pasar utama dan mengurangi dampak fluktuasi harga serta	4. Membuat SOP penggunaan mesin agar tidak cepat rusak. 5. Mengadakan pemeliharaan mesin untuk mengurangi risiko kerusakan mesin yang dapat menghentikan produksi akibat faktor lingkungan dan fluktuasi harga. 6. Menjalin kerja sama/kemitraan dengan pihak pemerintah atau swasta agar petani kecil bisa mendapat subsidi mesin. 7. Mengadakan pelatihan terkait penggunaan mesin.

perubahan tren konsumsi.
4. Memperluas jaringan distribusi untuk mengurangi risiko penurunan permintaan.

Matriks IFE dan EFE

Matriks IFE (*Internal Factor Evaluation*) dan EFE (*External Factor Evaluation*) merupakan analisis yang digunakan untuk menilai kondisi internal dan eksternal suatu usaha secara lebih terukur (Ary & Sanjaya, 2020). Matriks IFE membantu mengidentifikasi dan mengevaluasi kekuatan serta kelemahan dari faktor internal yang dimiliki, sedangkan matriks EFE digunakan untuk menilai peluang dan ancaman dari faktor eksternal yang memengaruhi keberlangsungan usaha (Putri *et al.*, 2023).

Tabel 2. *Internal Factor Analisis Summary* (IFAS) Usaha Budidaya Jamur

No.	Faktor Internal	Bobot	Rating	Skor
<i>Strength</i>				
1	Bahan baku yang digunakan berkualitas baik.	0,39	2,13	0,83
2	Mesin press mencetak baglog lebih banyak dalam sekali proses produksi	0,33	3,38	1,13
3	Peralatan berfungsi dengan baik.	0,28	2,75	0,76
	Jumlah <i>Strength</i>	1,00	8,25	2,72
<i>Weakness</i>				
1	Harga mesin budidaya jamur terlalu mahal bagi petani kecil.	0,35	3,38	1,01
2	Kurangnya pemeliharaan mesin secara berkala.	0,35	3,50	1,23
3	Perawatan mesin budidaya jamur cukup sulit dilakukan.	0,30	3,25	1,14
	Jumlah <i>Weakness</i>	1,00	10,13	3,38

Tabel 3. *External Factor Analisis Summary* (EFAS) Usaha Budidaya Jamur

No	Faktor Eksternal	Bobot	Rating	Skor
<i>Opportunities</i>				
1	Adanya dukungan dari PLN untuk pengadaan mesin produksi budidaya jamur.	0,37	3,13	0,99
2	Tingginya permintaan pasar terhadap jamur.	0,32	3,13	1,15
3	Mesin produksi jamur berpotensi terhubung dengan sistem <i>smart farming</i>	0,32	3,13	0,99

No	Faktor External	Bobot	Rating	Skor
<i>Opportunities</i>				
	Jumlah <i>Opportunities</i>	1,00	9,38	3,13
<i>Threats</i>				
1	Fluktuasi harga jamur dipasaran dapat merugikan produsen jamur.	0,37	3,00	0,95
2	Perubahan tren konsumsi masyarakat dapat menurunkan permintaan jamur.	0,32	2,88	0,91
3	Faktor lingkungan (kelembaban, iklim, hama) dapat mempengaruhi produksi jamur.	0,32	3,13	1,15
	Jumlah <i>Threats</i>	1,00	9,00	3,01

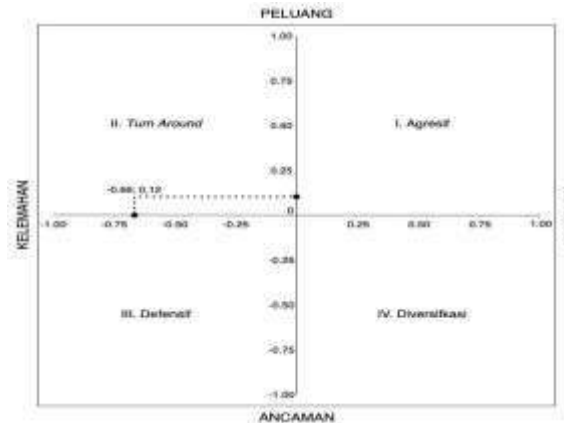
Berdasarkan hasil analisis faktor internal dan eksternal (IFAS dan EFAS), diperoleh gambaran menyeluruh mengenai kondisi usaha budidaya jamur tiram di Desa Payakabung. Pada faktor internal, total skor Strength (kekuatan) sebesar 2,72, sedangkan total skor Weakness (kelemahan) sebesar 3,38, dengan selisih -0,66. Nilai negatif tersebut menunjukkan bahwa kelemahan dalam pengelolaan alat dan mesin produksi masih lebih dominan dibandingkan kekuatan yang dimiliki. Kekuatan utama usaha terletak pada penggunaan bahan baku berkualitas, peralatan yang berfungsi baik, serta kemampuan mesin press dalam mencetak baglog dalam jumlah besar per siklus produksi. Kondisi ini membuat proses produksi menjadi lebih efisien dan meningkatkan kapasitas hasil panen.

Kelemahan usaha terlihat pada kurangnya pemeliharaan mesin, biaya mesin yang tinggi, dan perawatan alat yang sulit, serta risiko teknis seperti kerusakan mesin akibat media tanam kasar dan pengawasan steamer berbahan bakar kayu. Kondisi ini dapat menurunkan efisiensi dan meningkatkan biaya produksi, sehingga diperlukan strategi perawatan terjadwal, pelatihan teknis, dan dukungan lembaga terkait. Analisis faktor eksternal menunjukkan opportunities skor 3,13 dan Threats skor 3,01, dengan peluang utama berupa tingginya permintaan pasar, dukungan PLN, dan potensi smart farming, sementara ancaman meliputi fluktuasi harga, perubahan tren konsumsi, dan kondisi lingkungan. Secara keseluruhan, peluang eksternal masih lebih besar dan dapat dimanfaatkan untuk pengembangan usaha, asalkan kelemahan internal ditangani dengan baik.

Secara keseluruhan, kombinasi hasil IFAS dan EFAS menempatkan usaha budidaya jamur tiram Desa Payakabung pada posisi strategis yang masih memiliki tantangan internal tetapi juga peluang besar untuk berkembang. Fokus utama pengembangan usaha dapat diarahkan pada peningkatan kemampuan teknis, efisiensi alat,

dan penerapan teknologi digital agar lebih adaptif terhadap dinamika pasar dan lingkungan produksi.

Diagram Analisis SWOT



Gambar 4. Matriks kuadran SWOT Usaha Budidaya Jamur Payakabung

Berdasarkan gambar 4. hasil kuadran SWOT, usaha budidaya jamur tiram di Desa Payakabung berada pada kuadran II (*Turn Around/WO*), yang menunjukkan adanya peluang eksternal yang cukup besar, seperti tingginya permintaan pasar, dukungan pemerintah, dan potensi kemitraan dengan PLN, meskipun masih terdapat kelemahan internal pada pengelolaan alat, perawatan mesin, dan keterampilan teknis tenaga kerja. Berdasarkan kondisi tersebut, strategi yang tepat adalah memanfaatkan peluang eksternal untuk memperkuat aspek internal, misalnya melalui pelatihan teknis, kerja sama dengan lembaga terkait, serta penerapan teknologi lebih efisien seperti steamer berbahan gas atau listrik. Dengan strategi WO ini, usaha diharapkan dapat meningkatkan daya saing, produktivitas, efisiensi operasional, dan memperluas jangkauan pasar sekaligus mengurangi risiko yang muncul dari kelemahan internal.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penggunaan alat dan mesin produksi, seperti mesin pengaduk media, mesin press baglog, dan mesin steamer, pada budidaya jamur tiram di Desa Payakabung terbukti meningkatkan efisiensi operasional dan kualitas produksi. Mesin-mesin ini memastikan pencampuran media merata, pencetakan baglog seragam, serta sterilisasi media optimal, sehingga mendukung pertumbuhan miselium yang lebih cepat dan hasil panen yang lebih konsisten.

Dukungan eksternal, seperti tingginya permintaan pasar, kemitraan dengan PLN, dan potensi integrasi dengan sistem smart farming, dapat dimanfaatkan untuk memperkuat

aspek internal yang masih menjadi kelemahan, termasuk perawatan mesin dan keterampilan teknis tenaga kerja. Strategi ini memungkinkan pengelolaan usaha yang lebih efisien, adaptif terhadap perubahan pasar dan lingkungan, serta meningkatkan produktivitas dan daya saing budidaya jamur tiram secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arum, A. P., Setiyono, S., Subroto, G., & Muchlison, W. (2023). Peningkatan Kapasitas Produksi Petani Jamur Tiram Desa Karangpring Melalui Teknologi Alat Pengepres Baglog Dua Tuas. *PRIMA: Journal Of Community Empowering And Services*, 6(2), 93. <https://doi.org/10.20961/Prima.V6i2.57649>
- Ary, M., & Sanjaya, R. (2020). Strategi Perencanaan Dan Pengembangan Program Studi Menggunakan Analisis Swot (Studi Kasus Program Studi Sistem Informasi Ars University). *Jurnal Tekno Insentif*, 14(1), 1–8. <https://doi.org/10.36787/Jti.V14i1.198>
- Chasanah, U., Munzilin, A., & ... (2025). Peningkatan Produktivitas Budidaya Jamur Tiram Melalui Partisipasi Masyarakat Dan Penerapan Teknologi Tepat Guna. *Mumtaza* <https://journal.literasikhatulistiwa.org/index.php/mumtaza/article/view/281%0Ahttps://journal.literasikhatulistiwa.org/index.php/mumtaza/article/download/281/80>
- Damayanti, R. (2024). Application Of Two-Lever Baglog Pressing Machine Technology To Improve The Production Of Oyster Mushroom Cultivation. *Journal Of Innovation And Applied Technology*, 10(01), 48–52. <https://doi.org/10.21776/Ub.Jiat.2024.10.01.009>
- Dong, Z., Li, D., Li, Y., Xiao, S., & Han, X. (2025). The Influences Of Different Mixing Methods For Fungi And Substrates On The Mechanical And Physicochemical Properties Of Mycelium Composites. *Biology*, 14(4). <https://doi.org/10.3390/Biology14040322>
- El-Ramady, H., Abdalla, N., Fawzy, Z., Badgar, K., Llanaj, X., Törös, G., Hajdú, P., Eid, Y., & Prokisch, J. (2022). Green Biotechnology Of Oyster Mushroom (*Pleurotus Ostreatus* L.): A Sustainable Strategy For Myco-Remediation And Bio-Fermentation. *Sustainability (Switzerland)*, 14(6). <https://doi.org/10.3390/Su14063667>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2022). *The State of Food and Agriculture 2022: Leveraging Automation in Agriculture for Transforming Agrifood Systems*.
- Grimm, D., Sonntag, E., & Rahmann, G. (2024). Evaluation Of Different Pasteurization And Sterilization Methods For Oyster Mushroom Substrates. *Journal Of Microbiology, Biotechnology And Food Sciences*, 13(5), 1–6. <https://doi.org/10.55251/Jmbfs.10428>
- Lictawa, G. B., & Baglao, C. (2024). Development And Evaluation Of A Helical Ribbon-

Type Mixer For Mushroom Substrate. *Asian Journal Of Advances In Agricultural Research*, 24(11), 49–57. <https://doi.org/10.9734/Ajaar/2024/V24i11563>

- Mardiana, S., Panggabean, E. L., & Umroh, B. (2020). Alih Teknologi Pemanfaatan Pelepah Kelapa Sawit Sebagai Media Tanam Jamur Tiram Putih (*Pleurotus Ostreatus*) Pada Masyarakat Perkebunan. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (Indonesian Journal Of Community Engagement)*, 6(3), 170–179. <https://doi.org/10.22146/jpkm.49814>
- Putri, M. A., Rahayu, A., & Dirgantari, P. D. (2023). Analisis Strategi Pemasaran Menggunakan Matriks Swot, Matriks Ife, Matriks Efe, Dan Matriks Ie. *Scientific African*, 7(January), 224–234. <https://doi.org/10.1016/J.Sciaf.2019.E00146>
- Sagaf, M., & Setiyowati, D. (2019). Pembuatan Baglog Melalui Rancang Bangun Mesin Sterilisasi Baglog Otomatis Dan Budidaya Jamur Tiram Dengan Kontrol Suhu Dan Kelembaban Kumbung Jamur Otomatis. *Abdimas Unwahas*, 4(1). <https://doi.org/10.31942/Abd.V4i1.2693>
- Shrestha, S., Bhattarai, S., Shrestha, R. K., & Shrestha, J. (2021). Effect Of Different Substrate Sterilization Methods On Performance Of Oyster Mushroom (*Pleurotus Ostreatus*). *Agraarteadus*, 32(1), 127–132. <https://doi.org/10.15159/Jas.21.03>
- Silva, M., Ramos, A. C., Lidon, F. J., Reboredo, F. H., & Gonçalves, E. M. (2024). Pre- And Postharvest Strategies For *Pleurotus Ostreatus* Mushroom In A Circular Economy Approach. *Foods*, 13(10). <https://doi.org/10.3390/Foods13101464>
- Sinambela, G. Y., & Ginting, R. F. (2022). Analisis Tekanan Dan Kapasitas Produksi Pada Mesin Press Baglog 4 Silinder. *Prosiding Konferensi Nasional ...*, 1010–1019. <http://ojs.polmed.ac.id/index.php/KONSEP2021/Article/View/958%0Ahttp://ojs.polmed.ac.id/index.php/KONSEP2021/Article/Download/958/518>
- Subaktilah, Y., Kuswardani, N., & Yuwanti, S. (2018). Analisis SWOT: Faktor Internal Dan Eksternal Pada Pengembangan Usaha Gula Merah Tebu. *Jurnal Agroteknologi*, 12(02), 107–115.
- Suharjo. (2022). Penerapan Mekanisasi Dalam Meningkatkan Produktivitas Petani Di Kelurahan Unaasi Kecamatan Anggaberu Kabupaten Konawe. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(2), 16377–16382.
- Suryadi. (2020). Analisis SWOT Nestle - Analisis SWOT Nestle. *Affde.Com*, 19–24.
- World Mushroom Report. (2023). *Global mushroom production and consumption trends 2023*. Beijing: International Society for Mushroom Science (ISMS).

Palynological Studies and Genetic Compatibility Levels of Orchid through Intergeneric Crossing *Vanda* sp., *Phalaenopsis* sp., and *Dendrobium* sp.

Aswin Hendry Atmoko¹, Raikhan Dwi Prasetya², Annisa Nanda Oktavia^{2*}

¹Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Sebelas Maret University

²Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Tidar University

Email: annisanandaoktavia@students.untidar.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji viabilitas dan daya perkecambahan polen serta tingkat kompatibilitas genetik pada persilangan intergenerik antara *Vanda*, *Phalaenopsis*, dan *Dendrobium*. Sebanyak 14 spesies anggrek digunakan sebagai tetua jantan dan betina dengan 29 skema persilangan. Uji viabilitas dilakukan menggunakan larutan tetrazolium, sedangkan daya perkecambahan polen diuji secara *in vitro* pada media Brewbaker & Kwack. Hasil menunjukkan *Vanda tricolor* memiliki viabilitas polen tertinggi (82,5%) dan *Vanda* Dr Anek × Gordon Dillon daya perkecambahan tertinggi (67,2%). Viabilitas dan perkecambahan polen berkorelasi positif dengan keberhasilan persilangan. Kombinasi *Phalaenopsis* (jantan) × *Vanda* (betina) menunjukkan tingkat keberhasilan tertinggi (88,89%), sedangkan persilangan *Dendrobium* × *Vanda* menunjukkan kompatibilitas sedang (50%). Keberhasilan pembentukan buah menunjukkan adanya kompatibilitas genetik dan fisiologis yang memungkinkan pembuahan lintas genus dalam famili Orchidaceae. Hasil ini menegaskan bahwa hibridisasi intergenerik antar ketiga genus tersebut berpotensi menghasilkan varietas baru dengan karakter ornamental unggul, meskipun diperlukan uji viabilitas biji dan konfirmasi molekuler untuk memastikan kestabilan genetik hibrida.

Kata kunci: Anggrek, Intergenerik, Kompatibilitas genetik, Persilangan, Polen

Abstract

This study examined pollen viability, germination, and genetic compatibility in intergeneric hybridization among Vanda, Phalaenopsis, and Dendrobium. Fourteen orchid species were used as male and female parents in 29 crossing schemes. Pollen viability was tested using tetrazolium solution, and germination was evaluated in vitro on Brewbaker & Kwack medium. Vanda tricolor showed the highest pollen viability (82.5%), while Vanda Dr Anek × Gordon Dillon had the highest germination rate (67.2%). Pollen viability and germination were positively correlated with crossing success. The highest compatibility occurred in the Phalaenopsis (male) × Vanda (female) combination (88.89%), while Dendrobium × Vanda crosses showed moderate compatibility (50%). Successful fruit formation indicates genetic and physiological compatibility that allows cross-genus fertilization within Orchidaceae. These findings highlight the potential of intergeneric hybridization among the three genera to develop new hybrids with superior ornamental traits, though further seed viability and molecular analyses are needed to confirm hybrid stability.

Keywords: Crossbreeding, Genetic compatibility, Intergeneric, Orchid, Pollen

INTRODUCTION

Horticultural commodities are a major commodity that plays a variety of complex and important roles, particularly from an economic perspective (Yanuan Putra et al., 2025). One interesting horticultural commodity that is still being widely developed is ornamental plants. Ornamental plants have high economic and aesthetic value, making them popular among various groups. One example of a prospective ornamental plant commodity with high economic value is the orchid. Orchid flowers come in a variety of attractive shapes, colors, patterns, and aromas (Dormont et al., 2019), and they also have a long lasting bloom. With their stunning uniqueness, orchids have attracted the attention of ornamental plant enthusiasts and collectors. Market demand for orchids has also tended to increase year to year (Ardiyanti & Nuraini, 2024), with uses as ornamental cut flowers, whole ornamental plants, raw materials for the perfume and vanilla flavoring industries, traditional medicine, and for ritual purposes in several religious beliefs (Pant, 2013).

In terms of biodiversity and genetic resources, there are nearly $\pm 50,000$ wild orchid species in $\pm 1,200$ genera recognized worldwide (Fatmah Hiola et al., 2019), this is a diverse and important genetic resource for research purposes in the field of genetics and plant breeding. In Indonesia, there are around 5,000 orchid species spread across several islands (Handoyo & Prasetya, 2006). Orchids are included in the Orchidaceae family, which is one of the largest families of flowering plants in the world. The increasing number of new species and variations can be obtained through the natural cross-pollination process of various types in nature, natural mutations, and plant breeding processes (Mondragón-Palomino & Theißen, 2009). The activity of increasing variation in orchids is very important because it aims to meet market demand for orchids with certain characteristics and improve the desired properties of orchid plants.

There are three large genera of orchids with various species that are popular/widely cultivated by collectors and ornamental plant hobbyists, namely the genera *Vanda*, *Phalaenopsis*, and *Dendrobium*, all three orchid genera have unique flowers that are different each other. According to Hartati et al. (2017) orchids from the *Vanda* genera are more sought after by collectors, because they have the characteristics of large, round flowers and bold colors. However, the availability of *Vanda* orchids on the market is not as much as orchids from other genera, so the selling price is more expensive. The prospects for developing new orchid varieties are still wide open, so through plant breeding activities, orchid varieties with high market value and unique characteristics can be obtained.

Increasing orchid diversity can be achieved through cross-breeding between genera (Han et al., 2025), especially from the genera *Vanda*, *Phalaenopsis*, and *Dendrobium*, which have many species and variations, making them suitable for use as parent plants in hybridization.

There are several considerations before carrying out orchid breeding through hybridization. Crossbreeding in plants requires genetic compatibility. Genetic compatibility is the ability of two organisms to produce normal offspring, free from congenital diseases, and genetic harmony in carrying out reproductive functions to produce offspring (Andersson & Simmons, 2006). In the concept of plant breeding, genetic compatibility can be understood as the ability to carry out pollination/cross-pollination and demonstrate successful seed formation. Not all parent combinations can fertilize each other. Genetic incompatibility mechanisms (both self-incompatibility and cross-incompatibility) prevent fertilization even if pollination occurs.

Apart from genetic compatibility, the viability and germination of orchid pollen also determine the success of hybridization between genera in orchids (Bellusci et al., 2010). Pollen viability is the ability of pollen grains to remain alive, physiologically active, and able to fertilize egg cells in the ovules to produce embryos (Althiab-Almasaud et al., 2024). while pollen germination is the ability of viable pollen to germinate and form a pollen tube after falling on the surface of the stigma (W. Zhao et al., 2023). In orchids, pollen viability and germination are essential for the pollen tube to reach the ovule and form an embryo. Without this, even mechanical pollination will fail to produce normal seeds.

Based on previous research by Hartati et al. (2017) which only tested the compatibility of intergeneric crosses between *Vanda* sp. and *Phalaenopsis* sp., it appears that there are still limitations in scope to only two genera. In fact, a broader genetic compatibility study involving more genera is very necessary to open up opportunities for the formation of new hybrids with higher genetic diversity. Therefore, this study not only focuses on compatibility but also focuses on palynology studies and the level of genetic compatibility through intergeneric crosses of three orchid genera, namely *Vanda* sp., *Phalaenopsis* sp., and *Dendrobium* sp. Information regarding the level of compatibility between orchid genera, pollen viability, and pollen germination is important in orchid breeding to make it more efficient and precise in planning the determination of progeny.

so that it is expected to provide more comprehensive information and become a basis for more innovative orchid breeding efforts.

RESEARCH METHODS

The research was conducted in 2 locations, the first location is located in the orchid greenhouse located in Ngabeyan, Tegowanuh Village, Kaloran District, Temanggung, the second location is in the greenhouse and tissue culture room located in Tlogorejo, Temanggung. The research was conducted from September 6, 2025 to October 20, 2025. The materials used in this study were 14 orchid species.

Two orchids are from the genus *Vanda*, namely *Vanda* Dr Anek x Gordon Dillon and *Vanda tricolor* (species). Five orchids are from the genus *Phalaenopsis*, namely *P. amboinensis* var. common, *P. Lime Maroon*, *P. Tropic Wonderland*, *P. Tying Shin new*, and *P. violacea*. Seven orchids are from the genus *Dendrobium*, namely *D. anosmum* var. *huttoni*, *D. aphyllum*, *D. Blue Helga*, *D. Red Butterfly*, *D. Superbiens*, *D. Tanida Pink Stripe* x *Hawaii Stripe*, and *D. Thongchai Gold*. Also pollen from each orchid species, 5ml tubes, labels, string ropes, Gandasil foliar fertilizer (B and D), tween solution, tetrazolium solution, Brewbaker & Kwack media (Sucrose, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, H_3BO_2 , and KNO_3), and distilled water (H_2O) were also used. For tools, bent splinter tweezers, magnifying glass, markers, vortex, object glass, 90mm plastic pertrisid, pipettes, water sprayers, ocular microscopes, cameras with macro lenses, and counters were used.

Research was conducted by a survey to select the parent orchids that would be used in the crossbreeding. Then, after obtaining the orchids to be used, pollen samples were first taken to be tested for viability and germination. Pollen collection was carried out at 7:00 a.m., and was only taken from flowers that were 3 days old after blooming. This condition kept the pollen in optimal condition and function because it was estimated that it was still below the mid-flowering age and too close to the wilting age, so it was still optimal (Yuan et al., 2018). There were 10 samples/replications from 10 flowers taken from each species. The observations were pollen viability (%) and pollen germination (%). The amount of pollen viability can be calculated using the formula (number of viable pollen/observed pollen) x 100%, while the pollen germination power is calculated using (number of germinated pollen/total number of pollen) x 100%.

Crossings were performed in the morning, from 7:00 a.m. to 10:00 a.m. in both greenhouses. There were 29 crossbreeding schemes, each with three replicates, so that the total becomes 87 crosses. Crossings were performed by first collecting pollen and then

transferring it to the stigma of an orchid designated as the female parent/pollen recipient. Crossbreeding is only done on orchid plants that are already flowering, below is a list of crossbreeding codes and schemes:

Table 1. Crossing Codes and Parent Species of Orchids

No.	Code	Crossbreeding parents
1.	PPG X DKLR	♂ <i>P. Tropic Wonderland</i> X ♀ <i>D. Thongchai Gold</i>
2.	DKLR X PPG	♂ <i>D. Thongchai Gold</i> X ♀ <i>P. Tropic Wonderland</i>
3.	DALU X PPG	♂ <i>D. anosmum</i> var. <i>huttoni</i> X ♀ <i>P. Tropic Wonderland</i>
4.	DALU X DKLR	♂ <i>D. anosmum</i> var. <i>huttoni</i> X ♀ <i>D. Thongchai Gold</i>
5.	PPG X DALU	♂ <i>P. Tropic Wonderland</i> X ♀ <i>D. anosmum</i> var. <i>huttoni</i>
6.	DKLR X DALU	♂ <i>D. Thongchai Gold</i> X ♀ <i>D. anosmum</i> var. <i>huttoni</i>
7.	PPG X PVI	♂ <i>P. Tropic Wonderland</i> X ♀ <i>P. violacea</i>
8.	PAM X PVI	♂ <i>P. amboinensis</i> var. <i>common</i> X ♀ <i>P. violacea</i>
9.	DKLR X DAA	♂ <i>D. Thongchai Gold</i> X ♀ <i>D. aphyllum</i>
10.	PVI X PAM	♂ <i>P. violacea</i> X ♀ <i>P. amboinensis</i> var. <i>common</i>
11.	PPG X DAA	♂ <i>P. Tropic Wonderland</i> X ♀ <i>D. aphyllum</i>
12.	PVI X V.Ung	♂ <i>P. violacea</i> X ♀ <i>V. Dr Anek x Gordon Dillon</i>
13.	PPG X V.Ung	♂ <i>P. Tropic Wonderland</i> X ♀ <i>V. Dr Anek x Gordon Dillon</i>
14.	DAA X V.Ung	♂ <i>D. aphyllum</i> X ♀ <i>V. Dr Anek x Gordon Dillon</i>
15.	DUP X V.Ung	♂ <i>D. Blue Helga</i> X ♀ <i>V. Dr Anek x Gordon Dillon</i>
16.	V.Ung X DUP	♂ <i>V. Dr Anek x Gordon Dillon</i> X ♀ <i>D. Blue Helga</i>
17.	VT X PMU	♂ <i>V. tricolor</i> X ♀ <i>P. Lime Maroon</i>
18.	VT X DAA	♂ <i>V. tricolor</i> X ♀ <i>D. aphyllum</i>
19.	V.Ung X PMU	♂ <i>V. Dr Anek x Gordon Dillon</i> X ♀ <i>P. Lime Maroon</i>
20.	DUP X DUK	♂ <i>D. Blue Helga</i> X ♀ <i>D. Superbiens</i>
21.	DUK X DUP	♂ <i>D. Superbiens</i> X ♀ <i>D. Blue Helga</i>
22.	DUP X DMA	♂ <i>D. Blue Helga</i> X ♀ <i>D. Red Butterfly</i>
23.	DUP X DPG	♂ <i>D. Blue Helga</i> X ♀ <i>D. Tanida Pink Stripe x Hawaii Stripe</i>
24.	PMU X VT	♂ <i>P. Lime Maroon</i> X ♀ <i>V. tricolor</i>
25.	VT X PUPB	♂ <i>V. tricolor</i> X ♀ <i>P. Tying Shin new</i>
26.	DAA X VT	♂ <i>D. aphyllum</i> X ♀ <i>V. tricolor</i>
27.	DMA X VT	♂ <i>D. Red Butterfly</i> X ♀ <i>V. tricolor</i>
28.	VT X V.Ung	♂ <i>V. tricolor</i> X ♀ <i>V. Dr Anek x Gordon Dillon</i>
29.	V.Ung X VT	♂ <i>V. Dr Anek x Gordon Dillon</i> X ♀ <i>V. tricolor</i>

Notes: Each code/scheme is repeated 3 times, by adding a number at the end of the code as a repeat description

The variables observed in the cross were the age of flower bloom (weeks after blooming/WAB), success of the cross (SC), duration of flower wilting after pollination (days/FW), time of fruit formation (days after pollination/TFF), resistance of fruit to falling (days after success/FF), fruit condition (ready to harvest/falling/FC), and fruit formation (formed/not/FFR).

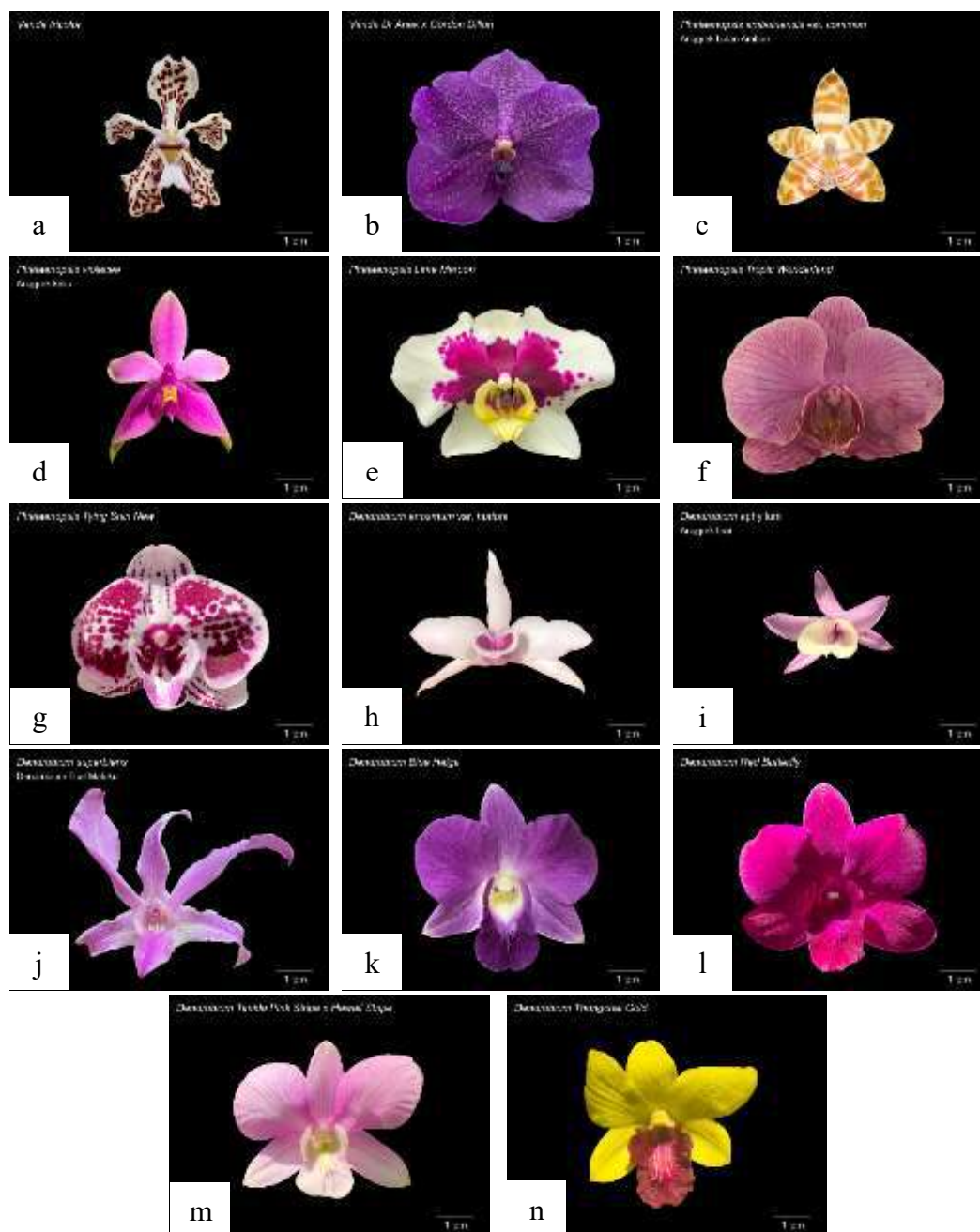


Figure 1. The appearance of each parent orchid flower, a : *Vanda tricolor*; b : *Vanda Dr Anek x Gordon Dillon*; c : *P. amboinensis* var. common, d : *P. violacea*; e : *P. Lime Maroon*, f : *P. Tropic Wonderland*, g : *P. Tying Shin new*; h : *D. anosmum* var. *huttoni*; i : *D. aphyllum*; j : *D. Superbiens*; k : *D. Blue Helga*; l : *D. Red Butterfly*; m : *D. Tanida Pink Stripe x Hawaii Stripe*; and n : *D. Thongchai Gold*

This research is exploratory using a mixed methods approach. This approach was chosen because the research aims not only to obtain quantitative data but also to explore

and describe the phenomenon of crosspollination in orchids. In the qualitative section, the research was conducted descriptively by observing the success of cross-pollination between species and between genera, as indicated by the formation of capsules or fruit. The results of these crosses were then analyzed descriptively to illustrate the level of compatibility between cross-pollination combinations. If the crossing scheme is viewed based on genus and crosses with the same genus as a comparison, the combination will be as in the table below.

Table 2. Number of Crosses by Genus

No.	Crossing scheme	Number of crosses	Number with replication
1.	♂ <i>Vanda</i> X ♀ <i>Phalaenopsis</i>	3	9
2.	♂ <i>Phalenopsis</i> X ♀ <i>Vanda</i>	3	9
3.	♂ <i>Vanda</i> X ♀ <i>Dendrobium</i>	2	6
4.	♂ <i>Dendrobium</i> X ♀ <i>Vanda</i>	4	12
5.	♂ <i>Phalenopsis</i> X ♀ <i>Dendrobium</i>	3	9
6.	♂ <i>Dendrobium</i> X ♀ <i>Phalaenopsis</i>	2	6

Table 3. Number of Crosses Based on the Same Genus as A Comparison

No.	Crossing scheme (same genera)	Number of crosses	Number with replication
1.	♂ <i>Vanda</i> X ♀ <i>Vanda</i>	2	6
2.	♂ <i>Phalenopsis</i> X ♀ <i>Phalaenopsis</i>	3	9
3.	♂ <i>Dendrobium</i> X ♀ <i>Dendrobium</i>	7	21

Meanwhile, in the quantitative part, the research focused on experimental testing of pollen viability and pollen germination. Pollen viability was measured using a tetrazolium solution to calculate the percentage of viable pollen grains, while pollen germination was tested through an in vitro method on Brewbaker & Kwack media by calculating the percentage of pollen that successfully germinated. The experiment was designed using a one-factor Completely Randomized Design (CRD), namely orchid species consisting of 14 species from three main genera (*Vanda*, *Phalaenopsis*, and *Dendrobium*). The data were then analyzed using analysis of variance with a test level of 1% ($\alpha = 0.01$) and then post hoc tests were carried out using Duncan's Multiple Range Test. data from intergeneric crossing (success rate, capsule formation, fruit set duration, and classification of compatibility) were analyzed descriptively by calculating percentages and comparing them with the classification of compatibility levels as proposed by Hartati (2017). Fully compatible if the cross produces more than 60% of the fruit, partially compatible if the fruit produced is between 30 and 60%, and fully incompatible if the cross yields less than 30%.

RESULTS AND DISCUSSION

Based on the research that has been conducted, several important data and information have been obtained that can be used as considerations for carrying out or just planning orchid plant breeding, especially through simple methods such as artificial crossing by transferring pollen from one orchid to another. Before reviewing the success of crosses between genera, a review of the quality of orchid pollen is first carried out, including pollen viability and pollen germination power. Pollen viability is important to know, especially to assess whether the plant used as a male is truly fertile or not, in other words it has the ability to fertilize the ovules of the female flower/parent (Impe et al., 2020), Low pollen viability will increase the chance of failure in the pollination process (Pascual et al., 2021), especially in the process of crossing between genera which takes into account genetic compatibility.

Pollen germination also determines the success of pollination (Tran et al., 2023), this aspect is important for understanding the ability of pollen to grow and fertilize the ovules/ovaries found in female flowers. The higher germination rate of pollen, the greater chance of the pollen forming a pollen tube capable of reaching ovule and fertilizing female gamete, thus producing viable seeds. Its correlation with pollen viability is that viability indicates whether the pollen is still alive and functional, while germination rate indicates the ability of the living pollen to grow actively and form a pollen tube. Therefore, pollen must be viable before it can germinate, and generally the two have a positive correlation (Sulusoglu & Cavusoglu, 2014). However, in several male orchid parents studied (Table 4.), the species with the highest pollen viability, *Vanda tricolor*, did not show the highest germination results either, but the highest pollen germination was in *Vanda* Dr Anek x Gordon Dillon, this could be due to physiological conditions, pollen maturity levels, and different genotypes.

If we review the data in Table 4, we can understand that in most species that have high viability also have quite high pollen germination, even in *D. superbiens*, the lowest viability also has an impact on the lowest pollen germination. This shows that pollen viability is correlated with pollen germination, although in a small number of orchid species in this study this did not occur. Although there is no direct standard that states what percentage of pollen viability is considered good in orchids, because it is very dependent on the species and genus, in many cases of orchid crossing, pollen viability of more than 50% is an average that indicates successful pollination (Bellusci et al., 2010), although this

is independent of genetic compatibility. In this study, there were only two orchid parents that had pollen viability below 50%, namely *D. anosmum* var. *huttoni* and *D. Superbiens*. Previous research conducted by Kahagalla et al. (2019) stated that orchids from *Dendrobium* are included in the orchid genus that has high pollen viability ranging from 77-94%. Low pollen viability can be caused by pollen maturity and genetic degradation in hybrid species that have been breeding for a long time.

Table 4. Results of Viability and Germination Tests of Orchid Pollen

Male parent species	Pollen viability (%)	Pollen germination (%)
DAA (<i>D. aphyllum</i>)	75,7±3,03 ^a	39,0±5,59 ^{ef}
DALU (<i>D. anosmum</i> var. <i>huttoni</i>)	46,9±6,83 ^c	36,5±6,70 ^f
DKLR (<i>D. Thongchai Gold</i>)	61,0±3,07 ^b	46,2±3,87 ^{cde}
DMA (<i>D. Red Butterfly</i>)	62,4±8,05 ^b	35,9±8,20 ^f
DPG (<i>D. Tanida Pink Stripe</i> x <i>Hawaii Stripe</i>)	63,5±6,00 ^b	34,6±9,07 ^f
DUK (<i>D. Superbiens</i>)	36,3±9,18 ^d	9,3±3,39 ^g
DUP (<i>D. Blue Helga</i>)	57,5±7,61 ^b	33,2±6,73 ^f
PAM (<i>P. amboinensis</i> var. <i>common</i>)	81,1±5,09 ^a	50,1±6,02 ^{bcd}
PMU (<i>P. Lime Maroon</i>)	77,6±7,06 ^a	48,7±4,00 ^{bcd}
PPG (<i>P. Tropic Wonderland</i>)	79,3±5,31 ^a	57,9±7,96 ^b
PUPB (<i>P. Tying Shin new</i>)	75,4±8,21 ^a	41,6±7,89 ^{def}
PVI (<i>P. violacea</i>)	81,2±3,63 ^a	54,3±9,96 ^{bc}
V.Ung (<i>V. Dr Anek</i> x <i>Gordon Dillon</i>)	78,5±4,52 ^a	67,2±8,49 ^a
VT (<i>V. tricolor</i>)	82,5±6,14 ^a	56,7±4,94 ^a
Mean	68,49	43,66
F	46,76 ^{**}	37,67 ^{**}
C/V	6,90%	11,97%

In orchids, normally, the pollen germination rate will be lower than the pollen viability percentage, this also occurs in other plants (Sudha et al., 2022), the reason is because viability is the ability to remain alive, while germination requires certain environmental conditions that are not always met especially in medium, and is also influenced by other factors such as genetic defects or inadequate vigor (R. Zhao et al., 2022). However, this number will really determine whether the pollination carried out can successfully form fruit and seeds, because pollen germination is the initial stage of fertilization in orchids. In this research, the parent with the lowest pollen germination power was *D. Superbiens* and the highest was *V. Dr Anek* x *Gordon Dillon*.

Table 6. Table of Crossing and Fruit Formation Success

No.	WAB ♂/♀ (week after blooming)	SC	FW (days)	TFF (days after pollination)	FF (days after success)	FC	FFR
1.	5/6	-	3	-	-	-	-
2.	6/5	-	2	-	-	-	-

No.	WAB ♂/♀ (week after blooming)	SC	FW (days)	TFF (days after pollination)	FF (days after success)	FC	FFR
3.	1/5	-	2	-	-	-	-
4.	1/6	-	3	-	-	-	-
5.	5/1	-	2	-	-	-	-
6.	6/1	-	3	-	-	-	-
7.	5/3	✓	2	7	✓	✓	✓
8.	4/3	✓	4	10	✓	✓	✓
9.	6/1	-	2	-	-	-	-
10.	3/4	✓	3	6	✓	✓	✓
11.	5/1	-	1	-	-	-	-
12.	3/2	✓	2	13	✓	✓	✓
13.	5/5	✓	2	12	✓	✓	✓
14.	1/2	-	2	10	(-) 17	-	✓
15.	5/2	-	2	9	(-) 13	-	✓
16.	2/5	✓	3	12	✓	✓	✓
17.	3/1	-	3	13	(-) 17	-	✓
18.	3/3	-	2	13	(-) 15	-	✓
19.	2/7	✓	1	10	✓	✓	✓
20.	5/6	-	2	-	-	-	-
21.	6/5	-	3	-	-	-	-
22.	5/4	-	3	-	-	-	-
23.	5/3	-	6	15	(-) 23	-	✓
24.	3/3	✓	2	10	✓	✓	✓
25.	3/2	-	4	12	(-) 20	-	✓
26.	1/3	✓	5	8	✓	✓	✓
27.	4/3	✓	3	6	✓	✓	✓
28.	3/2	✓	3	9	✓	✓	✓
29.	2/3	✓	3	6	✓	✓	✓

Note: The symbol (-) means no or not experiencing the process at all, while the symbol (✓) means yes or experiencing the process

From the crosses carried out, in Table 6, it can be understood that there are only 12 cross schemes that successfully produce fruit and do not fall off, this shows that in the 12 cross schemes there is suitability for crosses, while there are 18 crosses that successfully form fruit, but in the process of development and filling of the fruit, 6 cross schemes experienced fruit loss, namely schemes number 14, 15, 17, 18, 23, and 25, while the rest did not experience any formation at all. However, all crossing schemes indicated wilting in females after pollen transfer from another flower, with an average time of 2 and 3 days, and the longest 6 days in scheme number 23, It is thought that each species has a different response and cross breeding ability, therefore the wilting response in flowers also varies. Orchids will require more nutrients and energy to form fruit (Zhang et al., 2022), therefore

in this study, orchids/parent plants were still given fertilizer to ensure that fruit formation was not too affected by nutrient dynamics.

Orchids will wilt when their pollen is taken and pollination is carried out because the purpose of waiting and attracting pollinators is felt to be finished, this mechanism is also triggered by hormonal activity which signals the flower to divert all its energy and resources to developing a seed pod (Arditti et al., 1971). However, wilting is not always a sign that pollination was successful. This was proven in this study that in all crossing schemes, all female parents experienced wilting, but only 12 schemes showed success.

The phenomenon of fruit formation that occurs in schemes 14, 15, 17, 18, 23, and 25 which then fall off can be caused by the failure of the perfect fertilization process or physiological imbalance after pollination, as well as several causes such as imperfect fertilization, incompatibility, disturbed hormonal balance, unsuitable environment, and also physiological factors of the parent plant. However, in this study, the failure, the cause that is more highlighted is the existence of incompatibility, where this incompatibility does not only occur in different genus crossing schemes but also occurs within the same genus of different species. This happens because there is a genetic incompatibility between the two parents, so that the hybrid is formed imperfectly or even fails, so that the female parent will reject the fruit formation process until it is perfect and it will fall off (Szymajda et al., 2022).

The success rate of a cross-pollination is determined by counting the number of fruit formed from the total number of flowers crossed. Successful pollination occurs when the pollinarium can be inserted into the rostellum. The cross is considered successful if the orchid flowers show fresh, green ovaries, and the base of the flower stalk appears enlarged. A few days later, the perianth will appear to wilt (Hartati et al., 2017). If we look at the results of crosses based on genus (Table. 7), then it can be understood that, only the crossing scheme of *Phalaenopsis* as male with *Dendrobium* as female as well as *Dendrobium* as male with *Phalaenopsis* as female, showed 0% success in crossing.

Table 7. Success Rate of Intergeneric Crossing

No.	Crossing scheme	Number of crosses	Number with replication	Number of successful	Success rate (%)
1.	♂V X ♀P	3	9	3	33,33%
2.	♂P X ♀V	3	9	8	88,89%
3.	♂V X ♀D	2	6	3	50%
4.	♂D X ♀V	4	12	6	50%
5.	♂P X ♀D	3	9	0	0%
6.	♂D X ♀P	2	6	0	0%

Table 8. Success Rate of Crossing in Same Genus

No.	Crossing scheme	Number of crosses	Number with replication	Number of successful	Success rate (%)
1.	♂V X ♀V	2	6	6	100%
2.	♂P X ♀P	3	9	7	77,78%
3.	♂D X ♀D	7	21	0	0%

The highest success rate of intergenera crosses was in the *Phalaenopsis* scheme as a male with *Vanda* as a female at 88.89% and vice versa only 33.33%, which means that the highest compatibility in this study was only achieved when *Phalaenopsis* was used as a male and *Vanda* as a female in the cross. However, what is interesting in this study is the success of crosses between the *Vanda* and *Dendrobium* genera, both of which reciprocally showed a compatibility percentage of 50%. In previous studies, cross-breeding experiments between the *Vanda* and *Dendrobium* genera have almost always failed. These two orchids are not closely related and have many biological differences, for example, the *Vanda* is monopodial and the *Dendrobium* is sympodial. Large differences in many aspects, especially genetics, will further increase the chance of failure in cross-breeding because it will clearly be incompatible and cannot produce a clear hybrid. Ploidy and chromosomes also determine the success of crosses between genera. Incompatibility in both parents, especially in the number of chromosomes, will result in sterile offspring and fertilization will not occur perfectly (Sattler et al., 2016).

The successful cross between the *Dendrobium* and *Vanda* demonstrates the genetic and physiological compatibility that allows for cross-genus fertilization within the Orchidaceae family. This indicates that the mechanisms of pollen recognition, pollen tube growth, and embryo development can occur even though the two parents are from different genera and are distantly related. This success is significant for orchid breeding programs, as it opens up the possibility of developing intergeneric hybrids with a combination of superior traits, such as the resistance of *Dendrobium* and the attractive flower color or shape of *Vanda*. However, the success of fruit formation requires further study through viability and seed germination tests to ensure that fertilization occurs successfully and produces viable offspring. These findings also have scientific implications for understanding the kinship relationships and mechanisms of reproductive isolation between genera within the Orchidaceae.



Figure 2. Orchid crossbreeding that shows success with the formation of seed pods, a : $\sigma P. \text{Tropic Wonderland} \times \text{P. violacea}$; b : $\sigma P. \text{amboinensis var. common} \times \text{P. violacea}$; c : $\sigma P. \text{violacea} \times \text{P. amboinensis var. common}$, d : $\sigma P. \text{violacea} \times \text{V. Dr Anek x Gordon Dillon}$; e : $\sigma P. \text{Tropic Wonderland} \times \text{V. Dr Anek x Gordon Dillon}$, f : $\sigma \text{V. Dr Anek x Gordon Dillon} \times \text{D. Blue Helga}$, g : $\sigma \text{V. Dr Anek x Gordon Dillon} \times \text{P. Lime Maroon}$; h : $\sigma P. \text{Lime Maroon} \times \text{V. tricolor}$; i : $\sigma \text{D.aphyllum} \times \text{V. tricolor}$; j : $\sigma \text{D. Red Butterfly} \times \text{V. tricolor}$; k : $\sigma \text{V. tricolor} \times \text{V. Dr Anek x Gordon Dillon}$; and l : $\sigma \text{V. Dr Anek x Gordon Dillon} \times \text{V. tricolor}$

Overall, if we refer to the standards set by Hartati et al. (2017), the cross between V X P in this study is classified as partially compatible because the percentage of crosses is between 30-60%, while P X V is classified as fully compatible because it is above 60%, namely 88.89%. Then, the crosses between *Vanda* and *Dendrobium* are each in the partially

compatible category because they are between 30-60%. For comparison, as can be seen in Table 8, interspecific crosses between several species in the genera *Vanda* and *Phalaenopsis* both showed high levels of compatibility, each above 60%, except for the genus *Dendrobium* which showed 0% success. This proves that the level of incompatibility in orchid crosses will be higher in intergenera crosses than in interspecific crosses. This is because the genetic distance will be greater when they are in different genera, thus creating a more complex genetic barrier than when they are in different species but in the same genus (Kaneko & Bang, 2014).

Incompatibility occurs due to the inability of male and female organs to produce sexual seeds due to physiological factors, and the inability to produce pollen tubes quickly enough to reach the ovules. Incompatibility in cross-breeding is caused by incompatibilities between male and female organs. This incompatibility is controlled by environmental, genetic, and physiological factors. The success of crossing is indicated by the appearance of fruit that can survive until harvest and has a normal physical/appearance as in Figure 2. Each genus that is used as a female parent has a different fruit appearance, The fruit will later be used as planting material which will produce hybrid offspring from both parents. This intergeneric crossing is ideal for creating hybrids with more diverse characters, especially to bring out characters that do not exist in a genus.

The successful intergeneric hybridization between *Dendrobium* and *Vanda* indicates that certain species from these genera possess sufficient genetic and physiological compatibility to overcome reproductive barriers commonly observed in Orchidaceae. This finding highlights the potential for generating novel hybrids with desirable traits and provides an important reference for future orchid breeding strategies. However, further analyses, including seed viability tests and molecular confirmation of hybrid status, are necessary to ensure that fertilization was truly successful and that the offspring are genetically stable.

CONCLUSIONS AND SUGGESTIONS

The study revealed that pollen viability and germination significantly influenced the success of intergeneric hybridization among *Vanda*, *Phalaenopsis*, and *Dendrobium*. High pollen viability and germination were generally associated with greater crossing success, emphasizing their importance in determining male fertility and compatibility potential. The highest compatibility was observed when *Phalaenopsis* acted as the male parent and *Vanda* as the female, while crosses between *Dendrobium* and *Vanda* showed

moderate compatibility, indicating that both genera still share functional reproductive mechanisms despite their taxonomic differences. These findings confirm that intergeneric hybridization among these orchids is feasible and valuable for breeding programs aimed at developing novel hybrids with superior ornamental and adaptive traits. Further studies on seed viability and molecular verification are needed to confirm true hybrid formation and genetic stability.

ACKNOWLEDGMENT

We would like to thank several parties who contributed to this research. Thank you to Khairil Makhfud Nurrohim, Aland Hegmawan, and Siti Eliyah, S.Pd. for providing several species of orchids for this research.

REFERENCES

- Althiab-Almasaud, R., Teyssier, E., Chervin, C., Johnson, M. A., & Mollet, J.-C. (2024). Pollen viability, longevity, and function in angiosperms: Key drivers and prospects for improvement. *Plant Reproduction*, 37(3), 273–293. <https://doi.org/10.1007/s00497-023-00484-5>
- Andersson, M., & Simmons, L. W. (2006). Sexual selection and mate choice. *Trends in Ecology & Evolution*, 21(6), 296–302. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2006.03.015>
- Arditti, J., Jeffrey, D. C., & Flick, B. H. (1971). Post-Pollination Phenomena in Orchid Flowers. *New Phytologist*, 70(6), 1125–1141. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1971.tb04595.x>
- Ardiyanti, K. D., & Nuraini, L. (2024). *Opportunities and Challenges for Orchid Plant Cultivation and Development in Indonesia*. 04(01).
- Bellusci, F., Musacchio, A., Stabile, R., & Pellegrino, G. (2010a). Differences in pollen viability in relation to different deceptive pollination strategies in Mediterranean orchids. *Annals of Botany*, 106(5), 769–774. <https://doi.org/10.1093/aob/mcq164>
- Bellusci, F., Musacchio, A., Stabile, R., & Pellegrino, G. (2010b). Differences in pollen viability in relation to different deceptive pollination strategies in Mediterranean orchids. *Annals of Botany*, 106(5), 769–774. <https://doi.org/10.1093/aob/mcq164>
- Dormont, L., Joffard, N., & Schatz, B. (2019). Intraspecific Variation in Floral Color and Odor in Orchids. *International Journal of Plant Sciences*, 180(9), 1036–1058. <https://doi.org/10.1086/705589>
- Fatmah Hiola, S., Darma Dirawan, G., Wiharto, M., & Syamsiah. (2019). Characteristics of Wild Orchids in Mallawa Resort at Bantimurung Bulusaraung National Park, South Sulawesi, Indonesia. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 551(1), 012132. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/551/1/012132>
- Han, C., Dong, F., Qi, Y., Wang, Y., Zhu, J., Li, B., Zhang, L., Lv, X., & Wang, J. (2025). The Breeding, Cultivation, and Potential Applications of Ornamental Orchids with

- a Focus on Phalaenopsis—A Brief Review. *Plants*, 14(11), 1689. <https://doi.org/10.3390/plants14111689>
- Hartati, S., Cahyono, O., & Lestari, N. P. (2017). UJI TINGKAT KOMPATIBILITAS DAN UMUR MEKAR BUNGA PADA PERSILANGAN INTERGENERIK ANGGREK Vanda sp DAN Phalaenopsis sp. *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*, 32(1), 24–28. <https://doi.org/10.20961/carakatani.v32i1.15924>
- Impe, D., Reitz, J., Köpnick, C., Rolletschek, H., Börner, A., Senula, A., & Nagel, M. (2020). Assessment of Pollen Viability for Wheat. *Frontiers in Plant Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01588>
- Kahagalla, T. H., Herath, H. M., Attanayake, R. N., & Senanayake, S. P. (2019). Germinability and Viability of Pollen of Selected Commercial Dendrobium Hybrids. *International Postgraduate Research Conference 2019*, Faculty of Graduate Studies, University of Kelaniya, Sri Lanka.
- Kaneko, Y., & Bang, S. W. (2014). Interspecific and intergeneric hybridization and chromosomal engineering of Brassicaceae crops. *Breeding Science*, 64(1), 14–22. <https://doi.org/10.1270/jsbbs.64.14>
- Mondragón-Palomino, M., & Theißen, G. (2009). Why are orchid flowers so diverse? Reduction of evolutionary constraints by paralogues of class B floral homeotic genes. *Annals of Botany*, 104(3), 583–594. <https://doi.org/10.1093/aob/mcn258>
- Pant, B. (2013). Medicinal orchids and their uses: Tissue culture a potential alternative for conservation. *African Journal of Plant Science*, 7(10), 448–467. <https://doi.org/10.5897/AJPS2013.1031>
- Pascual, M. L. D., Ruiz, J. H., Posas, J. A., & Niño, M. C. (2021). Pollen viability and incompatibility in indigenous rice bean (*Vigna umbellata* (Thunb.) Ohwi & Ohashi). *Plant Science Today*. <https://doi.org/10.14719/pst.1375>
- Sattler, M., Carvalho, C., & Clarindo, W. (2016). The polyploidy and its key role in plant breeding. *Planta*, 243. <https://doi.org/10.1007/s00425-015-2450-x>
- Sudha, R., Niral, V., Samsudeen, K., Aparna, V., Selvamani, V., & Neema, M. (2022). An insight into pollen morphology and evaluation of pollen viability, germination and mineral composition of some coconut (*Cocos nucifera* L.) genotypes. *South African Journal of Botany*, 151, 485–494. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2022.10.025>
- Sulusoglu, M., & Cavusoglu, A. (2014). In Vitro Pollen Viability and Pollen Germination in Cherry Laurel (*Prunus laurocerasus* L.). *The Scientific World Journal*, 2014, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2014/657123>
- Szymajda, M., Studnicki, M., Kuras, A., & Żurawicz, E. (2022). Cross-compatibility in interspecific hybridization between three *Prunus* species. *South African Journal of Botany*, 146, 624–633. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.11.036>
- Tran, L. T., Sugimoto, K., Kasozi, M., Mitalo, O. W., & Ezura, H. (2023). Pollination, pollen tube growth, and fertilization independently contribute to fruit set and

development in tomato. *Frontiers in Plant Science*, 14.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1205816>

- Yanuan Putra, M. E., Mar'atus Sholihah, E. R., Al Ayyubi, W. U., Musi, N. A., Wardana, A., Firmansyah, A., & Dhandy, R. (2025). The Determinant of Excellent Horticulture Commodity in Ngawi Regency. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1446(1), 012052. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1446/1/012052>
- Yuan, S.-C., Chin, S.-W., Lee, C.-Y., & Chen, F.-C. (2018). Phalaenopsis pollinia storage at sub-zero temperature and its pollen viability assessment. *Botanical Studies*, 59(1), 1. <https://doi.org/10.1186/s40529-017-0218-2>
- Zhang, W., Zhang, S.-B., & Fan, Z.-X. (2022). Quantifying the nitrogen allocation and resorption for an orchid pseudobulb in relation to nitrogen supply. *Scientia Horticulturae*, 291, 110580. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110580>
- Zhao, R., Xu, L., Xu, X., Li, Y., Xiao, S., & Yuan, D. (2022). Comparative Study on Pollen Viability of *Camellia oleifera* at Four Ploidy Levels. *Agronomy*, 12(11), 2592. <https://doi.org/10.3390/agronomy12112592>
- Zhao, W., Hou, Q., Qi, Y., Wu, S., & Wan, X. (2023). Structural and molecular basis of pollen germination. *Plant Physiology and Biochemistry*, 203, 108042. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2023.108042>

Respons Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.) terhadap Konsentrasi Pupuk Organik Cair Daun Gamal (*Gliricidia sepium* L.)

Robiatul Adawiyah^{1*}, La Karimuna¹, Andi Nurmas¹, Tati Karmila¹

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Halu Oleo

Email: robiatuladal@gmail.com

Abstrak

Pupuk pada budidaya tanaman selada pada umumnya masih pupuk anorganik yang apabila secara terus menerus mengakibatkan pencemaran lingkungan, degradasi biodiversitas dan bahan organik tanah rendah. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan pupuk organik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respons pertumbuhan dan produksi tanaman selada terhadap konsentrasi pupuk organik cair (POC) daun gamal dan menentukan konsentrasi POC yang paling baik dalam pertumbuhan dan produksi tanaman selada. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Lapangan Lahan II dan Laboratorium Agroteknologi Unit Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Halu Oleo. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan konsentrasi pupuk organik cair (POC) daun gamal dengan 5 taraf yaitu: tanpa POC (K0), POC dengan konsentrasi 60 mL/L air (K1), 120 mL/L air (K2), 180 mL/L air (K3) dan 240 mL/L air (K4). Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali dan setiap ulangan terdapat 6 tanaman sehingga total 90 tanaman. Variabel yang diamati yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, panjang daun, lebar daun, luas daun dan berat basah per tanaman. Analisis data dengan sidik ragam, dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf kepercayaan 95 %. Hasil penelitian menunjukkan bahwa POC daun gamal berpengaruh tidak nyata terhadap jumlah daun, panjang daun, lebar daun dan luas daun pada umur 14 HST; berpengaruh sangat nyata dan nyata terhadap semua variabel yang diamati setelah tanaman selada berumur 21-35 HST. Konsentrasi POC daun gamal yang paling baik meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman selada adalah 120 mL/L air (K2).

Kata kunci: Dosis, Gamal, Pupuk organik cair, Selada

Abstract

Fertilizers used in lettuce cultivation are generally inorganic fertilizers which, if continuously used, cause environmental pollution, biodiversity degradation, and low soil organic matter. These problems can be overcome by using organic fertilizers. This study aims to determine the growth and production response of lettuce plants to the concentration of liquid organic fertilizer (LOF) of *Gliricidia sepium* leaf and to determine the best concentration of LOF of *Gliricidia sepium* leaf in increasing the growth and production of lettuce plants. This study was conducted at the Field Laboratory of Land II and the Agrotechnology Laboratory of the Agronomy Unit, Faculty of Agriculture, Halu Oleo University, Kendari. The design used was a Completely Randomized Design (CRD) with treatment concentrations of LOF consisting of 5 levels, namely: without LOF of *Gliricidia sepium* leaf (K0), LOF with concentrations of 60 mL/L of water (K1), 120 mL/L of water (K2), 180 mL/L of water (K3) and 240 mL/L of water (K4). Each treatment was repeated 3 times and each replication contained 6 plants for a total of 90 plants. The observed variables were plant height, number of leaves, leaf length, leaf width, leaf area and fresh weight per plant. The data were analyzed with analysis of variance, followed by the Honestly Significant Difference (HSD) test at a 95% confidence level. The results showed that LOF no significant effect on the number of leaves, leaf length, leaf width and leaf area at the age of 14 DAP; after that LOF had a very significant and significant effect on all observed variable. The best concentration of LOF of *Gliricidia sepium* to increase lettuce growth and yield was 120 mL/L of water (K2).

Keywords: Dosage, Fertilizer, *Gliricidia sepium*, Lettuce

PENDAHULUAN

Produk pertanian khususnya sayuran merupakan tanaman hortikultura yang mempunyai nilai gizi serta bermanfaat bagi kesehatan. Kandungan gizi pada sayuran terutama vitamin dan mineral tidak dapat disubstitusi oleh makanan pokok (Romalasari dan Sobari, 2019). Jika dalam mengkonsumsi sayuran tidak mencapai taraf Angka Kecukupan Gizi (AKG) dapat mempengaruhi kesehatan, kecerdasan serta produktivitas kerja (Hermina dan Prihatini, 2016). Salah satu sayuran yang dapat meningkatkan AKG dalam tubuh yaitu selada (*Lactuca sativa* L.). Selada merupakan jenis sayuran yang mempunyai nilai ekonomi menduduki urutan keempat setelah kubis krop, kubis bunga dan brokoli (Cahyono, 2014). Selada dikonsumsi sebagai lalapan, campuran *hamburger*, *hot dog*, dan jenis masakan lainnya. Kandungan gizi selada adalah serat, provitamin A (karotenoid), K, Ca, Fe, folat, vitamin C dan E, dan antioksidan (Sunarjono, 2007; Setyaningrum dan Saparinto, 2011; Sastradiharja, 2011; Cahyono, 2014; Supriati dan Herliana, 2014). Konsumsi masyarakat terhadap sayuran termasuk selada akan terus meningkat seiring dengan pertambahan penduduk dan kesadaran masyarakat akan gizi. Oleh karena itu selada menjadi tanaman sayuran yang prospektif untuk dikembangkan (Adawiyah *et al.*, 2022). Pupuk pada budidaya tanaman selada pada umumnya masih pupuk anorganik.

Budidaya selada masih menemui kendala yaitu penggunaan pupuk anorganik atau kimia yang apabila secara terus menerus diaplikasikan mengakibatkan pencemaran lingkungan, degradasi biodiversitas dan bahan organik tanah rendah. Hal ini penyebab menurunnya produktivitas tanaman selada. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan penggunaan pupuk organik.

Pupuk organik menurut bentuknya dibedakan menjadi dua yaitu pupuk organik padat (POP) dan pupuk organik cair (POC). Pupuk organik padat adalah pupuk dalam bentuk padat, yang sebagian besar atau seluruhnya terdiri dari zat organik yang berasal dari sisa tanaman dan kotoran hewan sedangkan pupuk organik cair adalah larutan yang mengandung satu atau lebih unsur hara yang penting bagi tanaman. Pupuk organik cair memiliki keunggulan yaitu kandungan unsur hara baik unsur hara makro dan mikro, penyerapan unsur hara lebih cepat saat dilarutkan, menyediakan unsur hara sesuai kebutuhan tanaman. Selain itu, aplikasi dapat terdistribusi lebih baik dan konsentrasi dapat disesuaikan dengan kebutuhan tanaman (Novriani, 2016). Pengaplikasian POC dapat

dilakukan dengan cara disiramkan maupun disemprotkan pada daun atau batang tanaman (Pardosi *et al.*, 2014).

Tanaman yang dapat menjadi salah satu sumber atau bahan baku utama dalam pembuatan POC yaitu gamal. Gamal merupakan tanaman yang tergolong dalam *Leguminosae*. Menurut Ibrahim (2002) dalam Triadiawarman dan Rudi (2016), daun gamal mengandung 3,15% N, 0,22% P, 2,65% K, 1,35% Ca dan 0,1% Mg. Gamal memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan legum lainnya yaitu mudah dan cepat tumbuh serta memberikan biomassa yang tinggi, kandungan nitrogen yang tinggi dengan C/N rasio yang rendah, sehingga biomassa tanaman ini mudah terurai (Syahriani, 2014). Daun gamal yang digunakan sebagai POC memiliki kandungan nitrogen yang lebih tinggi, sehingga sangat cocok untuk pemupukan tanaman vegetatif sebagai bagian tanaman yang dipanen. Pupuk organik cair daun gamal dengan konsentrasi 120 ml L⁻¹ air memberikan pengaruh yang paling optimum terhadap pertumbuhan tinggi, jumlah daun dan lebar daun tanaman sawi (Oviyanti *et al.*, 2016). Pada penelitian Wahyuningsih *et al.* (2017), penambahan daun gamal pada pembuatan POC limbah cair tahu memperkaya kandungan hara yaitu peningkatan kadar nitrogen, fosfor dan kalium dengan penambahan daun gamal 400 g lebih besar dibandingkan dengan penambahan daun gamal 200 g.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan dan produksi tanaman selada dengan pemberian berbagai konsentrasi POC daun gamal dan menentukan konsentrasi POC daun gamal yang memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman selada.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Lapangan Lahan Percobaan II dan Laboratorium Unit Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Halu Oleo Kendari pada bulan Mei hingga bulan Juli 2022. Alat yang digunakan meliputi polibag 15 cm x 30 cm, timbangan analitik, cangkul, pengaduk, baki, *hand sprayer*, parang, ember, gembor, mistar, meteran dan alat tulis. Bahan yang digunakan adalah benih selada *Grand Rapids* varietas F1, *top soil*, daun gamal, EM4, air cucian beras dan gula merah.

Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan konsentrasi pupuk organik cair (POC) daun gamal dengan 5 taraf yaitu: tanpa POC (K0), POC dengan konsentrasi 60 mL/L air (K1), 120 mL/L air (K2), 180 mL/L air (K3) dan 240 mL/L air (K4). Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali dan setiap ulangan terdapat 6 tanaman sehingga total 90 tanaman. Variabel yang diamati yaitu tinggi tanaman,

jumlah daun, panjang daun, lebar daun, luas daun total dihitung dengan menggunakan rumus: $p \times l \times k$ (konstanta) $\times j$; p = panjang daun, l = lebar daun, k = konstanta yaitu 0,759 (Chaudhary et al., 2012) dan j = jumlah daun dan berat basah per tanaman. Analisis data dengan sidik ragam, dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf kepercayaan 95 %.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Tinggi Tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi POC daun gamal berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman selada selama penelitian. Hasil uji BNJ rata-rata tinggi tanaman selada pada umur 14, 21, 28 dan 35 HST pada berbagai konsentrasi POC daun gamal disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji BNJ Rata-Rata Tinggi Tanaman Selada pada Berbagai Konsentrasi POC Daun Gamal pada Umur 14, 21, 28 dan 35 HST

Perlakuan POC	Tinggi Tanaman (cm)			
	14 HST	21 HST	28 HST	35 HST
Tanpa POC (K0)	5,47 a	8,67 a	13,28 a	18,95 a
60 mL/L air (K1)	7,38 a	11,42 b	15,29 ab	21,06 b
120 mL/L air (K2)	9,11 c	13,86 c	17,63 c	25,48 c
180 mL/L air (K3)	7,62 b	12,22 b	16,11 b	22,22 b
240 mL/L air (K4)	7,98 b	11,55 b	16,26 b	20,34 a
BNJ $\alpha = 0,05$	1,21	1,37	1,26	1,43

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama, berbeda nyata berdasarkan uji BNJ ($\alpha = 0,05$)

Tabel 1 menunjukkan bahwa tinggi tanaman selada meningkat dengan bertambahnya konsentrasi POC daun gamal sampai pada konsentrasi 120 mL/L air (K2), kemudian menurun seiring dengan meningkatnya pemberian konsentrasi POC daun gamal sampai konsentrasi 240 mL/L air (K4). Rata-rata tanaman selada tertinggi pada umur 14, 21, 28 dan 35 HST diperoleh pada konsentrasi 120 mL/L air (K2) dan terendah diperoleh pada perlakuan tanpa POC (K0).

Jumlah Daun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi POC daun gamal berpengaruh nyata terhadap jumlah daun tanaman selada selama penelitian. Hasil uji BNJ rata-rata jumlah daun tanaman selada umur 14, 21, 28 dan 35 HST pada berbagai konsentrasi POC daun gamal disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji BNJ Rata-Rata Jumlah Daun Tanaman Selada pada Berbagai Konsentrasi POC Daun Gamal pada Umur 14, 21, 28 dan 35 HST

Perlakuan POC	Jumlah Daun (Helai)			
	14 HST	21 HST	28 HST	35 HST
Tanpa POC (K0)	4,33	6,2 a	8,17 a	8,26 a
60 mL/L air (K1)	4,94	7,2 b	10,06 b	10,67 ab
120 mL/L air (K2)	6,29	7,8 c	10,61 c	11,83 c
180 mL/L air (K3)	4,72	7,2 b	9,72 b	11,44 b
240 mL/L air (K4)	4,72	7,0 ab	9,33 ab	11,36 b
BNJ $\alpha = 0,05$	tn	1,12	1,23	1,42

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama, berbeda nyata berdasarkan uji BNJ ($\alpha = 0,05$)

Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi POC daun gamal berpengaruh tidak nyata pada umur 14 HST, namun pada umur 21, 28 dan 35 HST berpengaruh sangat nyata. Pada umur 21, 28 dan 35 HST, jumlah daun tanaman selada meningkat dengan bertambahnya konsentrasi POC daun gamal sampai pada konsentrasi 120 mL/L air (K2), kemudian menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi POC daun gamal sampai konsentrasi 240 mL/L air (K4). Rata-rata jumlah daun tanaman selada tertinggi pada umur 21, 28 dan 35 HST diperoleh pada konsentrasi 120 mL/L air (K2) dan terendah diperoleh pada perlakuan tanpa POC (K0).

Panjang Daun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi POC daun gamal berpengaruh tidak nyata terhadap jumlah daun tanaman selada pada umur 14 HST, sedangkan pada umur 21, 28 dan 35 HST berpengaruh nyata. Hasil uji BNJ rata-rata panjang daun tanaman selada pada umur 14, 21, 28 dan 35 HST pada berbagai konsentrasi POC daun gamal disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji BNJ Rata-Rata Panjang Daun Tanaman Selada pada Berbagai Konsentrasi POC Daun Gamal pada Umur 14, 21, 28 dan 35 HST

Perlakuan POC	Panjang Daun (cm)			
	14 HST	21 HST	28 HST	35 HST
Tanpa POC (K0)	7,40	9,46 a	11,33 a	13,40 a
60 mL/L air (K1)	8,60	11,87 a	12,45 a	14,61 a
120 mL/L air (K2)	9,12	14,55 b	14,41 b	16,77 b
180 mL/L air (K3)	7,30	14,37 b	14,29 b	15,33 b
240 mL/L air (K4)	7,51	15,00 b	13,89 b	14,96 b
BNJ $\alpha = 0,05$	tn	2,47	2,55	2,45

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama, berbeda nyata berdasarkan uji BNJ ($\alpha = 0,05$)

Tabel 3 menunjukkan bahwa pengaruh konsentrasi POC daun gamal berpengaruh tidak nyata terhadap panjang daun selada pada umur 14 HST; namun pada umur 21, 28 dan 35 HST berpengaruh nyata. Panjang daun meningkat secara nyata sampai pada konsentrasi 120 mL/L air (K2), kemudian menurun dengan bertambahnya pemberian konsentrasi POC daun gamal. Rata-rata daun selada terpanjang diperoleh pada konsentrasi POC 120 mL/L air (K2), berbeda tidak nyata dengan perlakuan konsentrasi 180 mL/L air (K3) dan konsentrasi 240 mL/L air (K4). Rata-rata daun selada terpendek diperoleh pada perlakuan tanpa POC daun gamal berbeda tidak nyata dengan perlakuan konsentrasi 60 mL/L air (K1).

Lebar Daun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi POC daun gamal berpengaruh tidak nyata terhadap lebar daun pada umur 14 HST namun berpengaruh nyata pada umur 21, 28 dan 35 HST. Hasil uji BNJ rata-rata lebar daun tanaman selada pada umur 14, 21, 28 dan 35 HST pada berbagai konsentrasi POC daun gamal disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji BNJ Rata-Rata Lebar Daun Tanaman Selada pada Berbagai Konsentrasi POC Daun Gamal pada Umur 14, 21, 28 dan 35 HST

Perlakuan POC	Lebar Daun (cm)			
	14 HST	21 HST	28 HST	35 HST
Tanpa POC (K0)	4,00	6,34 a	7,64 a	10,73 a
60 mL/L air (K1)	4,48	8,41 b	8,76 b	15,67 b
120 mL/L air (K2)	4,07	8,71 b	9,22 b	15,86 b
180 mL/L air (K3)	4,50	8,62 b	8,81 b	12,87 b
240 mL/L air (K4)	4,89	6,44 ab	7,90 ab	9,86 ab
BNJ $\alpha = 0,05$	tn	1,93	1,74	2,45

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama, berbeda nyata berdasarkan uji BNJ ($\alpha = 0,05$)

Tabel 4 menunjukkan bahwa rata-rata daun tanaman selada terlebar terdapat pada konsentrasi POC 120 mL/L air (K2) berbeda tidak nyata dengan perlakuan POC lainnya kecuali terhadap perlakuan tanpa POC (K0). Lebar daun tersempit diperoleh pada perlakuan tanpa POC (K0) namun berbeda tidak nyata dengan perlakuan konsentrasi 240 mL/L air (K4).

Luas Daun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi POC daun gamal berpengaruh tidak nyata terhadap luas daun pada umur 14 HST, namun berpengaruh nyata pada umur 21, 28 dan 35 HST. Hasil uji BNJ rata-rata luas daun tanaman selada pada umur 14, 21, 28 dan 35 HST pada berbagai konsentrasi POC daun gamal disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji BNJ Rata-Rata Luas Daun Tanaman Selada pada Berbagai Konsentrasi POC Daun Gamal pada Umur 14, 21, 28 dan 35 HST

Perlakuan POC	Luas Daun (cm ²)			
	14 HST	21 HST	28 HST	35 HST
Tanpa POC (K0)	26,26	48,66 a	66,86 a	68,66 a
60 mL/L air (K1)	38,27	78,50 b	91,79 b	91,79 ab
120 mL/L air (K2)	42,66	89,10 b	93,26 b	93,26 b
180 mL/L air (K3)	37,05	70,67 b	80,63 ab	80,63 a
240 mL/L air (K4)	44,21	81,65 b	77,73 a	77,73 a
BNJ $\alpha = 0,05$	tn	21,23	20,12	20,12

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama, berbeda nyata berdasarkan uji BNJ ($\alpha = 0,05$)

Tabel 5 menunjukkan bahwa pada umur 14 HST perlakuan konsentrasi POC daun gamal berpengaruh tidak nyata meningkatkan luas daun selada. Pada umur 21 HST daun terluas diperoleh pada perlakuan konsentrasi 120 mL/L air (K2) namun berbeda tidak nyata dengan perlakuan lainnya kecuali terhadap perlakuan tanpa POC. Pada umur 28 dan 35 HST, luas daun meningkat dengan bertambahnya konsentrasi POC yang diberikan sampai pada konsentrasi 120 mL/L air (K2), setelah itu menurun dengan bertambahnya konsentrasi POC. Daun tersempit diperoleh pada perlakuan tanpa POC (K0) berbeda tidak nyata dengan perlakuan konsentrasi 180 mL/L air (K3) dan 240 mL/L air (K4).

Berat Basah Tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi POC daun gamal berpengaruh nyata terhadap berat basah tanaman selada. Hasil uji BNJ rata-rata berat basah tanaman selada pada berbagai konsentrasi POC daun gamal disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji BNJ Rata-Rata Berat Basah Tanaman Selada pada Berbagai Konsentrasi POC Daun Gamal

Perlakuan POC	Berat Basah (g)	BNJ $\alpha = 0,05$
Tanpa POC (K0)	193,69 a	
60 mL/L air (K1)	210,36 b	35,43
120 mL/L air (K2)	249,26 c	
180 mL/L air (K3)	214,67 bc	
240 mL/L air (K4)	205,16 ab	

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama, berbeda nyata berdasarkan uji BNJ ($\alpha = 0,05$)

Tabel 6 menunjukkan bahwa rata-rata berat basah tanaman selada paling tinggi diperoleh pada konsentrasi POC 120 mL/L air (K2) berbeda nyata dengan perlakuan POC

lainnya. Berat basah tanaman selada paling rendah diperoleh pada perlakuan tanpa POC (K0) namun berbeda tidak nyata dengan perlakuan konsentrasi 240 mL/L air (K4).

PEMBAHASAN

Pupuk organik cair memiliki beberapa keunggulan antara lain pemberiannya dapat lebih merata dan konsentrasinya dapat diatur sesuai kebutuhan tanaman, penyerapan haranya berjalan lebih cepat dan bisa langsung dimanfaatkan tanaman karena unsur hara di dalamnya sudah terurai sehingga pengaruhnya dapat dilihat langsung pada pertumbuhan dan produksi tanaman yang dihasilkan (Lingga dan Marsono, 2001).

Selada merupakan tanaman yang adaptif terhadap lingkungan. Penambahan perlakuan pupuk anorganik dalam budidaya tanaman selada menjadi salah satu faktor terbesar penyebab menurunnya produktivitas tanaman selada. Budidaya tanaman selada dengan pengaplikasian POC maka terbuka peluang untuk meningkatkan hasil dan mutu tanaman selada. Salah satu sumber POC yang dapat menyediakan unsur esensial bagi tanaman yaitu gamal. Menurut Jayadi (2009) daun gamal mengandung unsur hara 3,15% N, 0,22% P, 2,65% K, 1,35% Ca dan 0,4-0,41% Mg (Ibrahim (2002) dalam Triadiawarman dan Rudi, 2016; Jayadi, 2009). Gamal memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan legum lainnya yaitu mudah dan cepat tumbuh serta memberikan biomassa yang tinggi, kandungan nitrogen yang tinggi dengan C/N rasio yang rendah, sehingga biomassa tanaman ini mudah terurai (Syahriani, 2014).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman selada tertinggi pada umur 14, 21, 28 dan 35 HST diperoleh pada perlakuan konsentrasi POC daun gamal 120 mL/L air (K2) dan yang terendah diperoleh pada perlakuan tanpa POC (K0). Perlakuan konsentrasi POC daun gamal 120 mL/L air (K2) membuktikan mampu memperbaiki fase pertumbuhan tanaman selada. Menurut Hasmalina (2017), daun gamal mengandung berbagai hara esensial yang cukup tinggi bagi pemenuhan hara tanaman khususnya pada fase pertumbuhan vegetatif. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Oviyanti et al., (2016) yang menunjukkan bahwa pemberian POC daun gamal dengan konsentrasi 120 mL/L air memberikan pengaruh yang paling optimum terhadap pertumbuhan tinggi dan jumlah daun tanaman sawi. Sementara konsentrasi 180 mL/L air (K3) dan 240 mL/L air (K4) justru menurunkan tinggi tanaman pada umur 21, 28 dan 35 HST. Hal tersebut diduga karena pemberian POC dengan konsentrasi yang semakin meningkat membuat tanaman mengalami kejenuhan dalam suplai unsur hara atau telah melewati batas optimum. Hal ini

selaras dengan pernyataan Wijaya (2008) bahwa masing-masing tanaman memiliki batas suplai unsur hara optimal yang berbeda-beda.

Tanaman yang mengalami penyerapan unsur hara yang cukup baik maka pertumbuhannya pun akan optimal, mempengaruhi berat segar tanaman, jumlah daun serta panjang akar tanaman (Rao, 2015). Dosis POC yang tepat merupakan suatu besaran yang digunakan untuk menghasilkan pertumbuhan dan hasil tanaman yang optimal. Apabila dosis pupuk yang diberikan kurang dari kebutuhan hara tanaman, maka hasil yang dapat diperoleh pun tidak optimal. Hal ini karena metabolisme tanaman tidak berlangsung dengan baik, begitu pula sebaliknya, jika dosis POC melebihi batas toleransi tanaman maka pertumbuhan tanaman akan terhambat sehingga hasil yang diperoleh pun tidak optimal. Hal ini disebabkan berlebihnya unsur hara yang diberikan dapat menyebabkan terganggunya sistem metabolisme tanaman serta dapat mengakibatkan keracunan. Selain itu sistem penyerapan air dan unsur hara oleh akar di dalam tanah secara osmosis dapat terganggu karena adanya perbedaan konsentrasi yang cukup tinggi antara tanah dan akar tanaman (Pracaya, 2011).

Hasil uji BNJ (Tabel 1-5) menunjukkan bahwa pertumbuhan vegetatif tanaman selada terendah diperoleh pada perlakuan tanpa POC daun gamal; tertinggi diperoleh pada perlakuan konsentrasi POC daun gamal 120 mL/L air; kemudian menurun dengan bertambahnya konsentrasi POC daun gamal yang diaplikasikan. Pengaplikasian POC daun gamal berpengaruh nyata terhadap jumlah daun, panjang daun, lebar daun dan luas daun pada umur 21, 28 dan 35 HST tetapi tidak berpengaruh nyata pada umur 14 HST. Hal tersebut diduga karena pada umur 14 HST unsur hara dalam tanah sudah cukup untuk pertumbuhan vegetatif tanaman sehingga penambahan POC daun gamal tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan tanaman selada tersebut. Dengan bertambahnya umur tanaman tentunya kebutuhan akan unsur hara terutama nitrogen sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman yaitu pada komponen jumlah daun, panjang daun, lebar daun dan luas daun.

Pupuk organik cair dapat menyuplai unsur hara bagi tanaman. Tanaman dapat tumbuh dengan baik jika suplai nutrisi tersedia untuk pertumbuhannya. Selain itu juga, POC mengandung unsur nitrogen, fosfor dan kalium sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman (Adawiyah dan Afa, 2018). Kartika (2013) menyatakan bahwa unsur nitrogen berpengaruh terhadap pembentukan daun dengan helaian yang lebih luas serta bertambahnya panjang daun. Unsur nitrogen juga berperan dalam pembentukan

klorofil daun. Kandungan klorofil daun yang lebih tinggi mampu menghasilkan karbohidrat yang semakin banyak untuk pertumbuhan vegetatif tanaman. Menurut Warsono dan Kres (2010) faktor lain juga mempengaruhi pertumbuhan tanaman, selain faktor konsentrasi juga waktu pemberian yang tepat. Menurut Asraf (2020) adanya unsur hara yang tersedia membuat luas daun pada tanaman semakin tinggi. Hal tersebut terjadi karena adanya proses pengalokasian sebagian besar asimilat untuk membentuk daun yang membuat luas daun bertambah. Pada penelitian Wa Isa (2020), pemberian berbagai dosis kompos daun gamal dan sekam padi memberikan pengaruh terhadap tinggi tanaman, jumlah daun dan luas daun kacang tanah. Pertumbuhan panjang daun, lebar daun dan luas daun terendah diperoleh pada perlakuan tanpa POC (K0).

Pengaplikasian POC daun gamal berpengaruh sangat nyata terhadap produksi tanaman selada yaitu berat basah tanaman selada pada umur 35 HST. Hasil uji BNJ (Tabel 6) menunjukkan bahwa rata-rata berat basah tanaman selada pada umur 35 HST tertinggi diperoleh pada perlakuan konsentrasi POC daun gamal 120 mL/L air (K2). Rata-rata berat basah tanaman selada terendah diperoleh pada perlakuan tanpa POC (K0). Hal ini diduga karena kandungan unsur kalium yang terdapat dalam POC daun gamal dapat menunjang pertambahan bobot segar tanaman selada. Kandungan kalium yang mencukupi pada POC daun gamal juga menjadi salah satu peningkat berat basah tanaman karena kalium berfungsi mutlak pada proses metabolisme tanaman. Kalium membantu dalam mencegah terjadinya penguapan air dari daun, sehingga tanaman terutama sayuran akan terhindar dari kekeringan (Sari, 2015).

Daun gamal bila dijadikan POC mempunyai kandungan nitrogen lebih tinggi sehingga sangat cocok jika diaplikasikan pada tanaman yang menghasilkan bagian vegetatif sebagai bagian tanaman yang dipanen (Sunarjono, 2003 dalam Jusuf et al., 2007). Pemberian POC daun gamal secara umum memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan tanaman selada.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah diuraikan maka ditarik kesimpulan bahwa konsentrasi POC daun gamal berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman selada dan konsentrasi POC daun gamal 120 mL/L air (K2) memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap hasil tanaman selada dengan hasil 249,24 g per tanaman.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada Dekan Fakultas Pertanian Universitas Halu Oleo dan Kepala Kebun Percobaan Lahan 2 dan Kepala Laboratorium Unit Agronomi atas bantuan dan dukungannya sehingga terlaksana penelitian ini dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, R., & Afa, M. (2018). Pertumbuhan tanaman seledri (*Apium graveolens* L.) pada berbagai media tanam tanpa tanah dengan aplikasi pupuk organik cair (POC). *Jurnal Biowallacea*, 5(1), 750-760.
- Adawiyah, R., Safuan, L. D., Nurmas, A., Inal, Namriah, Pakki, T., & Yuswana, A. (2022). Potensi pasir pesisir sebagai media tumbuh pada budidaya tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) secara hidroponik substrat di polibeg. *Prosiding Seminar Nasional Politani Pangkep*, 3, 262-269.
- Ashraf, & Dewi, K. (2020). Efektifitas media tanam terhadap perkecambahan benih kacang tanah (*Arachis hypogea* L.). *Jurnal Agrotek Tropika*, 8(3), 503-510.
- Cahyono, B. (2014). *Budidaya Tanaman Sayuran*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Chaudhary, P., Godara, S., Cheeran, A. N., & Chaudhari, A. K. (2012). Fast and accurate method for leaf area measurement. *International Journal of Computer Applications*, 49(9), 22-25.
- Haryanto, E., Suhartini, T., & Rahayu, E. (2003). *Sawi dan Selada*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Hasmalina, N., Junaidi, H. D., Utami, L., & Wahyuningsih. (2017). Pemanfaatan limbah cair tahu dan daun gamal (*Gliricidia sepium*) sebagai pupuk organik cair dengan metoda fermentasi dengan activator EM4. *Jurnal Photon*, 8(1), 127-135.
- Hermina, & Prihatini, S. (2016). Gambaran konsumsi sayur dan buah penduduk Indonesia dalam konteks gizi seimbang: Analisis lanjut Survei Konsumsi Makanan Individu (SKMI) 2014. *Buletin Penelitian Kesehatan*, 44(3), 205–218.
- Ibrahim, B. (2002). *Integrasi jenis tanaman pohon Leguminosae dalam sistem budidaya pangan lahan kering dan pengaruhnya terhadap sifat tanah, erosi, produktivitas tanah* (Disertasi). Makassar: Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin.
- Jayadi, M. (2009). Pengaruh pupuk organik cair daun gamal dan pupuk anorganik terhadap pertumbuhan tanaman jagung. *Jurnal Agrisistem*, 5(2), 142-149.
- Jusuf, L. (2006). Potensi daun gamal sebagai bahan pupuk organik cair melalui perlakuan fermentasi. *Jurnal Agrisistem*, 2(1), 5-16.
- Kartika, A. (2013). Pertumbuhan dan hasil tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) dengan pemberian pupuk kandang dan abu sekam padi di inceptisol. *Jurnal Ilmiah Pertanian Indonesia (JIPI)*, 20(2), 46-50.

- Kuderi. (2011). *Selada Lactuca sativa*. Diakses dari <http://budidayaukm.jurnal.com/2011/11/selada-lactuca-sativa.html>
- Lingga, P., & Marsono. (2002). *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Novriani. (2016). Pemanfaatan daun gamal sebagai pupuk organik cair (POC) untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman kubis bunga (*Brassica oleracea* L.) pada tanah podsolik. *Jurnal Klorofil*, 11(1), 15-23.
- Oviyanti, F., Syarifah, & Hidayah, N. (2016). Pengaruh pemberian pupuk organik cair daun gamal (*Gliricidia sepium*) terhadap pertumbuhan tanaman sawi (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Biota*, 2(1), 61-67.
- Pardosi, A. H., Irianto, & Mukhsin. (2014). Respons tanaman sawi terhadap pupuk organik cair limbah sayuran pada lahan kering ultisol. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal*, 26-27. Jambi: Universitas Jambi.
- Pracaya. (2011). *Bertanam Sayur Organik*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Rao, K. I. (2013). *Peran bahan organik asal daun gamal (Gliricidia sepium L.) sebagai ameliorant pada tanah ultisol*. Malang: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Romalasari, A., & Sobari, E. (2019). Produksi selada (*Lactuca sativa* L.) menggunakan sistem hidroponik dengan perbedaan sumber nutrisi. *Agriprima: Journal of Applied Agricultural Sciences*, 3(1), 36-41.
- Rosadi, N. A., & Mappanganro, N. (2022). Pertumbuhan dan produksi tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) pada berbagai dosis pupuk kascing dan konsentrasi pupuk organik cair daun gamal. *Humantech: Jurnal Ilmiah Multidisplin Indonesia*, 1(2), 183-192.
- Sari, D. N. (2015). Pemberian nitrogen (urea) terhadap pertumbuhan dan hasil selada (*Lactuca sativa* L.). *Jurnal Hortikultura*, 17(6), 126-139.
- Sastradiharja, S. (2011). *Praktis Bertanam Selada dan Andewi Secara Organik*. Bandung: Angkasa.
- Setyaningrum, H. D., & Saporinto, C. (2011). *Panen Sayur Secara Rutin di Lahan Sempit*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Sunarjono, H. (2003). *Bertanam 36 Jenis Sayuran*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Supriati, Y., & Herliana, E. (2014). *15 Sayuran Organik dalam Pot*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Syahrani. (2014). Pengaruh konsentrasi nitrogen dan plant catalyst terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) secara hidroponik. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 15(2), 100-106.
- Triadiawarman, D., & Rudi. (2016). Pengaruh dosis dan interval waktu pemberian pupuk organik cair daun gamal terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Pertanian Terpadu*, 4(2), 166-172.

Warisno, & Dahana, K. (2010). *Buku Pintar Bertanam Buah Naga*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Wijaya, K. A. (2008). Nutrisi tanaman sebagai penentu kualitas hasil dan resistensi alami tanaman. *Agrosains*, 9(2), 12-15.

Inovasi Lilin Batik Ramah Lingkungan Berbasis Minyak Maggot (*Black Soldier Fly*)

Nurul Adelia Putri Amiruddin^{1*}, Inda Uswatun Hasanah¹, Ikhwanul Muhammad Nursalam¹, Andy Muhammad Zhafran L. ¹, Ahmad Zaky Haryanto¹, Dedi Rimantho¹, Aminah Hajah Thaha²

¹Madrasah Aliyah Negeri 2 Kota Makassar

²Jurusan Ilmu Peternakan, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar

Email: nuruladelia0608@gmail.com

Abstrak

Peningkatan jumlah penduduk Indonesia yang mencapai 270,20 juta jiwa pada tahun 2020 dan pertumbuhan ekonomi yang pesat menyebabkan meningkatnya kebutuhan energi khususnya bahan bakar fosil seperti minyak bumi dan parafin yang biasa digunakan dalam industri batik. Karena keterbatasan sumber daya fosil dan dampak negatif lingkungan, diperlukan pengembangan bahan alternatif yang lebih ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi minyak maggot (*Black Soldier Fly*) *Hermetia illucens* sebagai bahan baku lilin batik pengganti parafin konvensional. Minyak maggot diekstraksi dari maggot kering menggunakan pendekatan eksperimen laboratorium, dimulai dari proses ekstraksi minyak dari maggot kering melalui pemanasan dengan rendemen sebesar 30–35%. Minyak yang diperoleh diformulasikan menjadi lilin batik dengan penambahan *beeswax* dan damar sebagai bahan pelengkap. Selanjutnya, lilin tersebut diuji secara langsung pada kain kanvas menggunakan teknik membatik tradisional dan dibandingkan dengan lilin parafin komersial berdasarkan parameter warna, tekstur, daya lekat, dan kelenturan serta kualitas motif setelah proses pelorotan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lilin berbasis minyak maggot memiliki warna yang lebih cerah dan natural, tekstur yang lebih lentur dan homogen, serta daya rekat yang superior terhadap serat kain dibandingkan lilin parafin. Selain itu, lilin ini menunjukkan ketahanan yang baik terhadap retakan serta mampu menghasilkan motif batik yang bersih tanpa residu sisa lilin. Kesimpulannya, minyak maggot memiliki potensi besar sebagai bahan baku lilin batik alternatif yang berkelanjutan sekaligus memberikan kontribusi positif dalam pengelolaan limbah organik.

Kata kunci: Parafin, *Hermetia illucens*, Energi berkelanjutan

Abstract

The increase in Indonesia's population, which reached 270.2 million in 2020, and rapid economic growth have led to an increase in energy demand, particularly for fossil fuels such as petroleum and paraffin, which are commonly used in the batik industry. Due to the limited availability of fossil resources and their negative environmental impact, there is a need to develop more environmentally friendly alternative materials. This study aims to evaluate the potential of maggot oil (*Black Soldier Fly*) *Hermetia illucens* as a raw material for batik wax to replace conventional paraffin. Maggot oil is extracted from dried maggots using a laboratory experimental approach, starting from the process of extracting oil from dried maggots through heating with a yield of 30–35%. The oil obtained was formulated into batik wax with the addition of *beeswax* and resin as complementary ingredients. Furthermore, the wax was tested directly on shroud fabric using traditional batik techniques and compared with commercial paraffin wax based on the parameters of color, texture, adhesion, flexibility, and motif quality after the wax removal process. The results of the study show that maggot oil-based wax has a brighter and more natural color, a more flexible and homogeneous texture, and superior adhesion to fabric fibers compared to paraffin wax. In addition, this wax shows good resistance to cracking and is able to produce clean batik patterns without wax residue. In conclusion, maggot oil has great potential as a sustainable alternative raw material for batik wax while also contributing positively to organic waste management.

Keywords: Paraffin, *Hermetia illucens*, Sustainable energy

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki jumlah penduduk sebesar 270,20 juta jiwa, yang mengalami peningkatan dibandingkan jumlah penduduk pada tahun 2010 (Badan Pusat Statistik, 2020). Peningkatan pertumbuhan ekonomi serta populasi dengan segala aktivitasnya akan meningkatkan kebutuhan energi di semua sektor pengguna energi. Berdasarkan jenis energinya, konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM) merupakan konsumsi energi final terbesar. Pada tahun 2003 konsumsi BBM sebesar 329 juta SBM (67,7%), Bahan Bakar Gas (BBG) sebesar 63 juta SBM (13,0%), listrik sebesar 55 juta SBM (11,3%), batubara sebesar 31 juta SBM (6,4%), dan LPG sebesar 8 juta SBM (1,6%). Mengingat potensi sumber daya minyak bumi di dalam negeri yang terbatas maka perlu dicarikan bahan bakar alternatif untuk substitusi BBM sesuai dengan Instruksi Presiden No.1 Tahun 2006 tentang penyediaan dan pemanfaatan bahan bakar nabati sebagai bahan bakar lain (Sugiyono, n.d.) . Konsumsi bahan bakar fosil meningkat dari 8,1 miliar ton setara minyak (TOE) pada tahun 2000 menjadi 11,7 miliar TOE pada tahun 2018, ketergantungan terhadap bahan bakar fosil seperti minyak bumi, gas, dan batu bara. Sehingga diperlukan energi alternatif untuk mengurangi hal tersebut (Jung *et al.*, 2022).

Maggot merupakan larva dari jenis lalat *Black Soldier Fly* (BSF) sehingga sering disebut maggot *Black Soldier Fly* (BSF). Lalat BSF sendiri memiliki nama latin *Hermetia illucens*. Bentuknya mirip ulat, berbulu dengan ukuran larva dewasa 15-22 mm dan berwarna coklat. Siklus hidup lalat BSF hampir sama dengan waktu 40-43 hari. Larva/maggot BSF bertahan selama 14-18 hari sebelum bermetamorfosis menjadi pupa dan lalat dewasa. Lalat pada umumnya akan hinggap di tempat yang kotor, namun berbeda dengan lalat BSF, karena lalat ini hanya bersarang di tempat yang berbau fermentasi (Rianti, 2022). Maggot memiliki banyak kegunaan, terutama dalam pengelolaan limbah dan bioenergi. Larva ini mengandung kadar lemak yang tinggi, yang bisa diekstraksi sebagai minyak. Selain itu, dengan siklus hidup yang singkat, maggot dapat dibudidayakan dengan cepat dan dalam jumlah besar (Nguyen *et al.*, 2015).

Batik merupakan seni menghias kain dengan malam (lilin) untuk membentuk motif yang tidak terkena pewarna. Proses ini masih banyak menggunakan parafin, bahan turunan minyak bumi. Saat ini bahan baku yang digunakan dalam pembuatan lilin batik terdiri dari tujuh macam, yaitu damar mata kucing (getah pohon *Shorea sp.*), gondorukem/resina colophonium (residu destilasi getah Pinus merkusii), kote (lilin lebah), parafin (hasil samping dari pengolahan minyak mentah), microwax (hasil proses penyulingan minyak

bumi sejenis parafin) kendal (lemak hewan), dan lilin bekas (residu dalam proses pembatikan) (Haerudin & Atika, 2018).

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan energi dan terbatasnya sumber energi fosil, dibutuhkan alternatif yang lebih berkelanjutan. Penggunaan minyak maggot berpotensi menjadi substitusi parafin dalam pembuatan lilin batik. Inovasi ini tidak hanya menawarkan solusi yang lebih ramah lingkungan, tetapi juga mendukung pengurangan limbah organik melalui pemanfaatan larva serangga. Penelitian ini berfokus pada pencarian alternatif lilin batik yang tidak hanya memiliki kualitas setara dengan lilin parafin, tetapi juga lebih ramah lingkungan dan mendukung konsep keberlanjutan. Penelitian ini diharapkan memberikan gambaran proses pembuatan minyak dari maggot *Black soldier Fly* (*Hermetia illucens*) menjadi lilin batik, serta karakteristik lilin batik yang dihasilkan dibandingkan lilin batik konvensional.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli sampai dengan September tahun 2025 di Laboratorium Biokimia Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar untuk pembuatan minyak maggot, sedangkan uji coba membatik menggunakan lilin maggot dilaksanakan di BTN Minasaupa Kelurahan Minasa Upa Kecamatan Rappocini Kota Makassar. Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi panci pemanas, timbangan digital, saringan kain, wadah kaca, spatula, kompor listrik, cetakan lilin, serta peralatan batik seperti canting dan wajan. Semua alat ini berfungsi untuk membantu proses ekstraksi minyak, pencampuran bahan, hingga pembentukan lilin. Bahan utama yang digunakan adalah larva maggot BSF kering sebagai sumber minyak. Selain itu, damar dan malam digunakan sebagai bahan tambahan dalam proses formulasi lilin untuk memperoleh tekstur yang lebih padat dan mudah diaplikasikan. Sebagai pembanding, digunakan juga lilin parafin komersial yang biasa dipakai oleh pengrajin batik. Kain kafen digunakan sebagai media untuk menguji kemampuan lilin maggot dalam proses pembatikan.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen laboratorium dengan tujuan untuk mengetahui potensi minyak maggot sebagai bahan baku lilin batik ramah lingkungan. Penelitian eksperimen dipilih karena memungkinkan adanya pengujian langsung dan pengendalian variabel. Data primer diperoleh langsung dari pengamatan dan eksperimen yang dilakukan di laboratorium dan lapangan. Data ini mencakup hasil ekstraksi maggot, formulasi lilin, dan uji coba pada kain kafen. Data sekunder diperoleh dari literatur, jurnal,

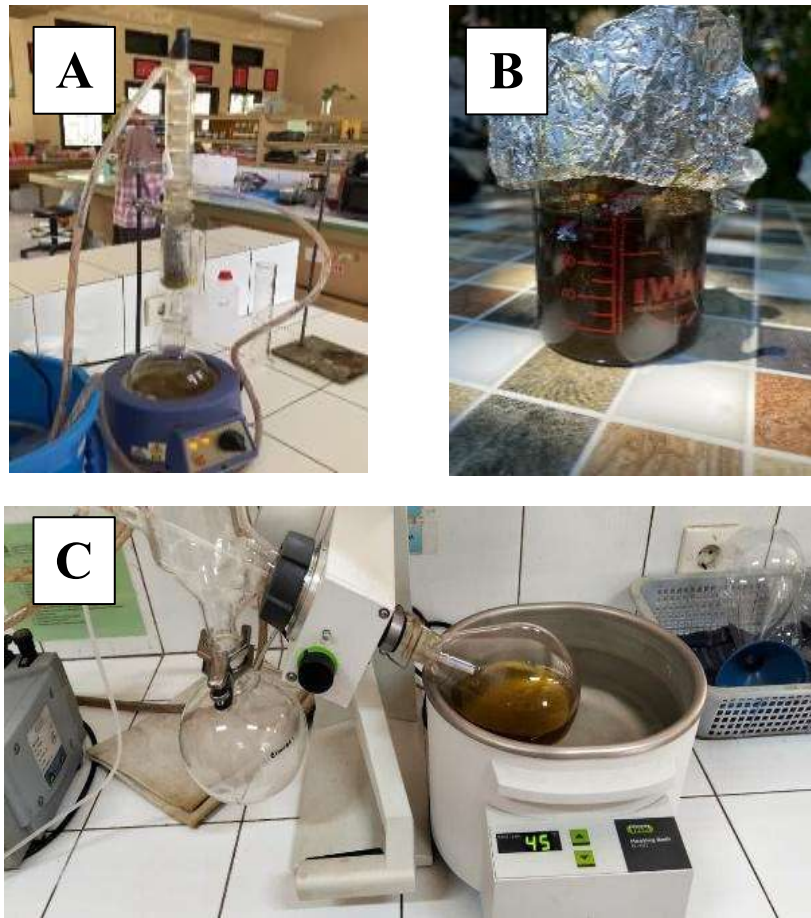
dan sumber-sumber lain yang relevan. Data ini mencakup: Penelitian sebelumnya mengenai pemanfaatan maggot dalam produksi biofuel. Statistik mengenai produksi biofuel dari sumber alternatif. Informasi tentang karakteristik larva *Black Soldier Fly* (*Hermetia illucens*).

Prosedur penelitian ini diawali dengan proses ekstraksi minyak maggot, dimana maggot kering ditimbang kemudian dipanaskan pada suhu tertentu hingga menghasilkan minyak. Minyak yang keluar disaring dengan kain untuk memisahkan kotoran, lalu ditampung dalam wadah kaca. Tahap kedua berupa pembuatan lilin batik dengan cara minyak maggot dicampurkan dengan damar dan malam dalam perbandingan tertentu. Campuran dipanaskan hingga homogen, kemudian didinginkan dan dicetak menjadi lilin padat. Tahap ketiga berupa uji coba lilin pada kain batik dengan cara lilin dipanaskan dan diaplikasikan pada kain kafan menggunakan canting batik. Dilakukan pewarnaan kain, lalu proses pelorodan untuk mengetahui daya lekat lilin dan kualitas motif batik. Tahap akhir penelitian yaitu membandingkan lilin maggot dengan lilin parafin dari aspek daya lekat, tingkat retakan, kemudahan pelorodan, dan kualitas motif batik.

Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan pendekatan deskriptif kualitatif. Data yang diperoleh dari hasil eksperimen dicatat dalam bentuk tabel dan catatan observasi, kemudian dianalisis dengan cara membandingkan kualitas lilin maggot terhadap lilin parafin. Perbandingan mencakup aspek fisik lilin (warna, tekstur, titik leleh), performa dalam proses membatik (daya lekat, kelenturan, hasil motif). Analisis ini digunakan untuk menarik kesimpulan mengenai keunggulan dan keterbatasan lilin maggot sebagai alternatif lilin batik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses ekstraksi minyak maggot dilakukan melalui metode pemanasan (rendering) yang memanfaatkan suhu tertentu untuk memisahkan minyak dari jaringan tubuh larva. Dari hasil percobaan, rendemen minyak yang diperoleh berkisar antara 30–35% dari berat kering larva. Minyak yang dihasilkan memiliki warna coklat kekuningan dengan aroma khas serta tekstur yang cukup kental. Minyak inilah yang kemudian dijadikan bahan dasar pembuatan lilin batik ramah lingkungan.



Gambar 1. (A); Proses Sokhletasi minyak maggot (B); Minyak Maggot Hasil Ekstra (C);
Proses Evaporasi

Penyusunan formulasi lilin batik berbasis minyak maggot pada penelitian ini merujuk pada prinsip formulasi lilin batik alami yang telah dikembangkan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Salah satu rujukan utama adalah penelitian oleh (Malik *et al.*, 2018) dalam jurnal MATEC Web of Conferences, yang menjelaskan bahwa komposisi lilin batik umumnya terdiri atas bahan utama berupa lemak atau minyak alami, serta bahan tambahan seperti damar dan *beeswax* untuk meningkatkan titik leleh dan kekentalan lilin. Selain itu, penelitian Arlina *et al.* (2021) tentang Eco-friendly Batik Painting Wax made from Tamarind Seed Powder (*Tamarindus indica* L.) menunjukkan bahwa bahan organik alami dapat dimanfaatkan sebagai sumber utama dalam pembuatan lilin batik ramah lingkungan, dengan menyesuaikan rasio minyak dan resin agar lilin mudah mencair namun tetap stabil saat diaplikasikan (Ariani & Pandanwangi, 2021).

Formulasi lilin batik dalam penelitian ini menggunakan minyak maggot murni sebagai bahan utama pengganti parafin. Kandungan minyak maggot memiliki komposisi asam lemak jenuh dan tak jenuh seperti asam laurat, asam palmitat, dan asam oleat yang berperan penting dalam menentukan daya lekat, titik leleh, dan fleksibilitas lilin. Berdasarkan penelitian oleh Putra *et al.* (2023) yang meneliti karakteristik fisik minyak larva *Black Soldier Fly*, kandungan asam lemaknya terbukti dapat memberikan tekstur yang lembut dan plastis, mirip dengan lemak hewani (Chang *et al.*, 2025). Adapun bahan tambahan yang digunakan adalah *beeswax* (malam lebah) dan damar. *Beeswax* berfungsi untuk meningkatkan titik leleh dan memperkuat struktur lilin agar tidak mudah retak saat digunakan untuk membatik. Sementara damar berfungsi sebagai resin alami yang memberikan sifat lengket serta mempercepat pembekuan lilin di permukaan kain. Formulasi bahan ini disesuaikan melalui pendekatan literatur dan uji coba awal hingga diperoleh komposisi yang paling stabil seperti pada tabel berikut:

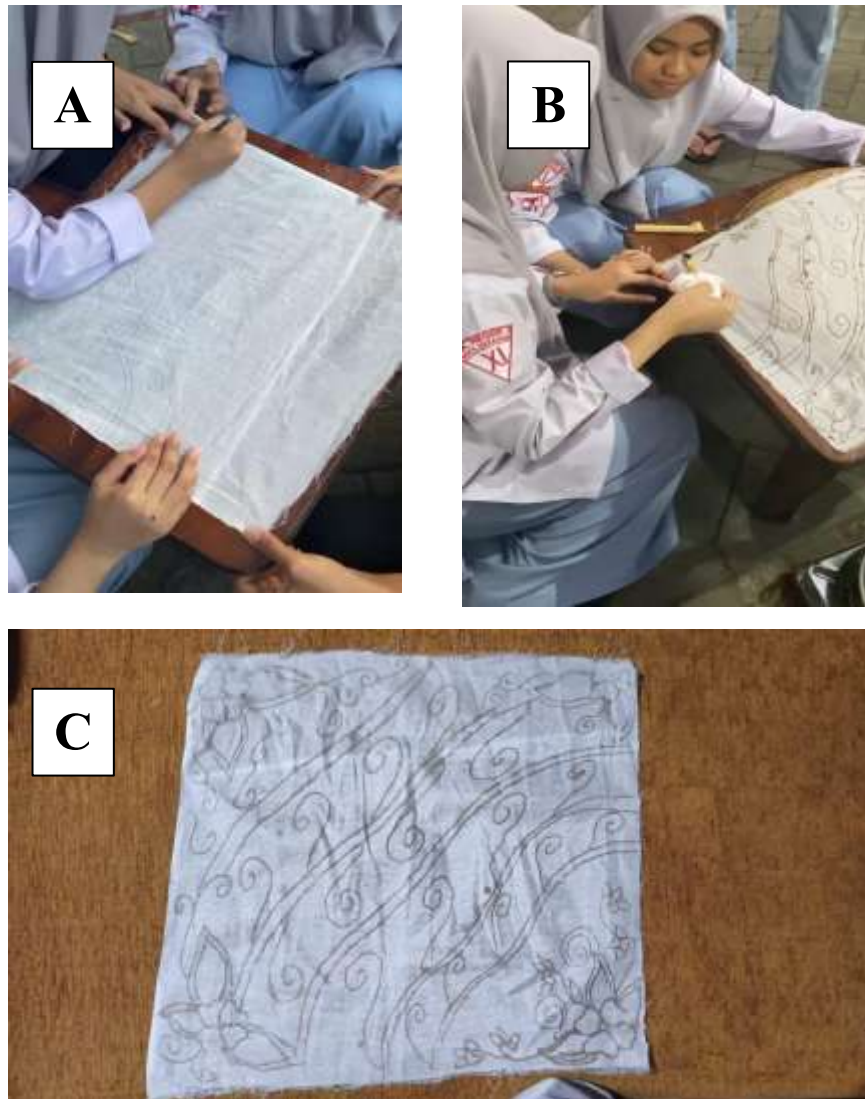
Tabel 1. Komposisi Lilin Batik

No	Nama Bahan	Jumlah
1	Minyak Maggot Murni	90 ml
2	<i>Beeswax</i>	49 gr
3	Damar	8 gr



Gambar 2. Pencairan *beeswax* dan damar (A); Mencampurkan minyak maggot (B); Hasil formulasi lilin batik minyak maggot (C)

Hasil formulasi lilin batik maggot diaplikasikan pada kain kafan untuk mengetahui karakteristik produk ini (Gambar 3).



Gambar 3. Proses sketsa pada kain kafan (A); Proses canting pada kain kafan (B); Hasil penerapan lilin dari minyak maggot (C)

Lilin batik yang dibuat dari minyak maggot *Black Soldier Fly* (BSF) memiliki karakteristik yang berbeda dengan lilin parafin konvensional yang umum digunakan oleh pengrajin batik. Perbedaan tersebut dapat diamati dari aspek fisik maupun performa lilin saat diaplikasikan pada proses membatik. Pengujian dilakukan melalui pengamatan langsung terhadap warna, tekstur, daya lekat, kelenturan, serta hasil motif batik yang dihasilkan (Tabel 2).

Tabel 2. Perbandingan Karakteristik Lilin batik Maggot, lilin konvensional, dan Lilin batik SNI

Variabel	Hasil Pengamatan		
	Lilin Batik Maggot	Lilin Parafin	SNI 08-2389-1991 Lilin Batik
Aspek Fisik			
Warna	Coklat muda, tanpa kotoran	Coklat tua, tanpa kotoran	Kuning pucat hingga coklat muda, jernih, tanpa kotoran
Tekstur	Lebih Cair, rapuh	Lebih Padat, rapuh	Padat, tidak rapuh, tidak terlalu lembek
Aspek Performa Membatik			
Daya lekat	Melekat kuat pada kain, tidak mudah terlepas sebelum pelorodan	Tidak merekat kuat, mudah terlepas sebelum pelorodan	Melekat baik pada kain, tidak mudah terlepas sebelum pelorodan
Kelenturan	Tidak mudah retak saat diaplikasikan	Lebih mudah retak saat kering	Tidak mudah retak, tetap fleksibel saat diaplikasikan
Hasil motif	Warna lembut dan bersih setelah pelorodan	Kadang meninggalkan noda halus	Motif rapi, bersih, tidak meninggalkan noda atau bekas lilin

Lilin batik maggot berwarna coklat muda yang tampak alami dan bersih tanpa kotoran. Warna ini muncul dari warna asli minyak maggot tanpa tambahan pewarna sintetis apa pun. Kalau dibandingkan dengan lilin parafin yang warnanya cenderung coklat tua, warna lilin maggot terlihat lebih lembut dan mendekati standar SNI, yaitu kuning pucat sampai coklat muda. Warna yang lebih muda ini juga memberi kesan alami dan menunjukkan bahwa proses pemanasan tidak merusak komponen organik di dalam minyak. Selain itu, warna lilin yang jernih membantu menghasilkan motif batik yang lebih bersih setelah pelorodan, karena tidak meninggalkan bekas noda di kain.

Secara tekstur, lilin maggot terasa sedikit lebih cair dan agak rapuh dibanding lilin parafin yang lebih padat dan keras. Tekstur seperti ini sebenarnya membuat lilin maggot lebih mudah mencair saat dipanaskan dan gampang diaplikasikan ke kain. Meski belum sepenuhnya sesuai standar SNI yang menyebut lilin batik ideal harus padat tapi tidak rapuh, tekstur lilin maggot justru memberi keuntungan saat membatik karena bisa menutup permukaan kain dengan lebih merata. Hanya saja, perlu sedikit penyesuaian supaya lilin ini bisa lebih stabil digunakan berulang tanpa terlalu lembek.

Kemampuan lilin maggot menempel di kain juga cukup baik. Saat digunakan, lilin ini bisa melekat kuat pada kain mori dan tidak mudah terlepas sebelum proses pelorodan. Hal ini terjadi karena minyak maggot mengandung asam lemak tak jenuh yang

meningkatkan kemampuan lilin untuk menempel di serat kain. Kalau dibandingkan dengan lilin parafin, lilin maggot jauh lebih baik dalam hal ini, karena parafin sering kali mudah terlepas saat kain digerakkan. Berdasarkan standar SNI, lilin batik yang bagus memang harus punya daya rekat tinggi agar motif tetap utuh selama proses pewarnaan dan lilin maggot sudah memenuhi kriteria itu.

Lilin batik maggot memiliki tingkat kelenturan yang baik saat diaplikasikan pada kain. Saat digunakan dalam proses membatik, lilin ini tidak mudah retak, bahkan setelah mengering. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan lemak dan minyak alami dalam lilin maggot membuatnya tetap lentur meskipun sudah melalui proses pemanasan dan pendinginan. Dibandingkan dengan lilin parafin yang cenderung lebih kaku dan mudah pecah setelah mengeras, lilin maggot terasa lebih elastis dan mudah menyesuaikan bentuk kain saat proses pembatikan berlangsung.

Motif batik yang dihasilkan dengan lilin maggot terlihat bersih dan warnanya lembut setelah pelorodan. Lilinnya mudah larut dalam air panas, jadi tidak meninggalkan sisa atau noda di kain. Berbeda dengan lilin parafin yang kadang meninggalkan noda halus, lilin maggot justru membuat hasil akhir batik tampak lebih rapi dan alami. Dari hasil ini bisa disimpulkan bahwa lilin maggot tidak hanya ramah lingkungan, tapi juga punya kualitas mendekati standar SNI karena menghasilkan motif yang bersih, tidak retak, dan tetap tajam warnanya. Lilin batik minyak maggot dapat dikategorikan layak dan potensial sebagai bahan baku alternatif sesuai standar SNI 08-2389-1991, dengan tetap melakukan penyesuaian pada aspek tekstur untuk memastikan konsistensi dalam berbagai teknik membatik. Lilin batik minyak maggot memiliki keunggulan dalam kelenturan, daya lekat, dan kebersihan motif.

KESIMPULAN DAN SARAN

Minyak maggot *Black soldier Fly* (*Hermetia illucens*) dapat dijadikan sebagai lilin batik melalui proses ekstraksi sokhletasi dengan larutan n-Hexane dan evaporasi. Karakteristik lilin batik yang dihasilkan menggunakan minyak maggot antara lain berwarna coklat muda, tekstur lebih cair, daya lekat lebih kuat pada kain kafan, tidak mudah retak saat diaplikasikan, dan hasil motif batik lebih lembut dan bersih. Dengan demikian lilin batik dapat direkomendasikan sebagai salah satu alternatif lilin batik yang ramah lingkungan. Lilin batik minyak maggot dapat dikategorikan layak dan potensial sebagai bahan baku alternatif sesuai standar SNI 08-2389-1991, dengan tetap melakukan penyesuaian pada aspek tekstur untuk memastikan konsistensi dalam berbagai teknik

membatik. Lilin batik minyak maggot memiliki keunggulan dalam kelenturan, daya lekat, dan kebersihan motif. Dibutuhkan penelitian lebih lanjut mengenai pengembangan lilin batik berbasis minyak maggot *Black Soldier Fly* (BSF) yang diarahkan pada penambahan variasi warna dan daya tahan lilin dalam jangka waktu yang lebih panjang. Selain itu, perlu diperhatikan pengolahan minyak agar aroma khas maggot dapat diminimalkan sehingga kenyamanan pengguna tetap terjaga.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Biokimia, Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar atas fasilitas dan pendampingan selama proses penelitian ini berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Qazzaz, M. F. A., Ismail, D., Akit, H., & Idris, L. H. (2016). Effect of using insect larvae meal as a complete protein source on quality and productivity characteristics of laying hens. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 45(9), 518–523. <https://doi.org/10.1590/s1806-92902016000900003>
- Ariani, A., & Pandanwangi, A. (2021). Eco-friendly batik painting wax made from tamarind seed powder (*Tamarindus indica* L). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 737(1), 012069. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/737/1/012069>
- Azir, A., Harris, H., Bayu, R., & Haris, K. (2017). PRODUKSI DAN KANDUNGAN NUTRISI MAGGOT (*Chrysomya Megacephala*) MENGGUNAKAN KOMPOSISI MEDIA KULTUR BERBEDA Production and Nutrition Maggot (*Chrysomya Megacephala*) Using Different Culture Media Composition. In *Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan* (Vol. 12, Issue 1).
- Badan Pusat Statistik. (2020, January 19). *Jumlah Penduduk dan Distribusi penduduk*.
- Biondić, M., & Marinović, S. (n.d.). *Paraffin wax in petroleum industry: A review on formation, experimentation, prevention, and removal techniques*.
- Chang, K. A., Leong, S. Y., Chew, L. Y., Lim, C. Q., Lim, M. J., Ong, Z., & Chan, S. W. (2025). Physicochemical and Perceived Olfactory Changes in Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Larvae Oil Under Domestic Cooking Temperatures. *Foods*, 14(13), 2333. <https://doi.org/10.3390/foods14132333>
- Čičková, H., Newton, G. L., Lacy, R. C., & Kozánek, M. (2015). The use of fly larvae for organic waste treatment. *Waste Management*, 35, 68–80. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.09.026>
- Dulmalik, A Chafid, Z., Setiadi, H., & Khaliq, F. N. (2020). The Effect of Olive Oil Composition on The Staining Quality of Klowong Batik Wax. *IOP Conference*

Series: Materials Science and Engineering, 771(1), 012038.
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/771/1/012038>

- Fischer, H., & Romano, N. (2021). Fruit, vegetable, and starch mixtures on the nutritional quality of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae and resulting frass. *Journal of Insects as Food and Feed*, 7(3), 319–328. <https://doi.org/10.3920/JIFF2020.0100>
- Franco, J. R., Cecchi, G., Paone, M., Diarra, A., Grout, L., Kadima Ebeja, A., Simarro, P. P., Zhao, W., & Argaw, D. (2022). The elimination of human African trypanosomiasis: Achievements in relation to WHO road map targets for 2020. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 16(1), e0010047. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0010047>
- Haerudin, A., & Atika, V. (2018). KOMPOSISI LILIN BATIK (MALAM) BIRON UNTUK BATIK WARNA ALAM PADA KAIN KATUN DAN SUTERA. *Dinamika Kerajinan Dan Batik: Majalah Ilmiah*, 35(1), 25. <https://doi.org/10.22322/dkb.v35i1.3744>
- Hosseindoust, A., Ha, S. H., Mun, J. Y., & Kim, J. S. (2023). Quality Characteristics of Black Soldier Flies Produced by Different Substrates. *Insects*, 14(6). <https://doi.org/10.3390/insects14060500>
- Jung, S., Jung, J.-M., Tsang, Y. F., Bhatnagar, A., Chen, W.-H., Lin, K.-Y. A., & Kwon, E. E. (2022). Biodiesel production from black soldier fly larvae derived from food waste by non-catalytic transesterification. *Energy*, 238, 121700. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121700>
- Karyawati, D., Supriyatun, S., & Mirlana, D. E. (2023). EFISIENSI BIAYA PERSEDIAAN BAHAN BAKU DENGAN METODE JUST IN TIME PADA WISMA BATIK PRING SEDAPUR. *CAPITAL: Jurnal Ekonomi Dan Manajemen*, 6(2), 338. <https://doi.org/10.25273/capital.v6i2.15799>
- Li, Q., Zheng, L., Qiu, N., Cai, H., Tomberlin, J. K., & Yu, Z. (2011). Bioconversion of dairy manure by black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) for biodiesel and sugar production. *Waste Management*, 31(6), 1316–1320. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2011.01.005>
- Malik, A., Rahmillah, F. I., Atmaja, B. D., & Ihsan, B. F. (2018). The effect of microwax composition on the staining quality of Klowong Batik Wax. *MATEC Web of Conferences*, 154, 01118. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201815401118>
- Mohan, K., Sathishkumar, P., Rajan, D. K., Rajarajeswaran, J., & Ganesan, A. R. (2023). Black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae as potential feedstock for the biodiesel production: Recent advances and challenges. *Science of The Total Environment*, 859, 160235. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.160235>
- Newton, L., Burtle, G., & Dove, R. (2005). *Using the Black Soldier Fly, Hermetia Illucens, as a Value-Added Tool for the Management of Swine Manure*. <https://www.researchgate.net/publication/267377822>

- Nguyen, T. T. X., Tomberlin, J. K., & Vanlaerhoven, S. (2015). Ability of Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae) Larvae to Recycle Food Waste. *Environmental Entomology*, 44(2), 406–410. <https://doi.org/10.1093/ee/nvv002>
- Nugroho, R. A., Aryani, R., Hardi, E. H., Manurung, H., Rudianto, R., & Jati, W. N. (2024). Global Journal of Environmental Science and Management Fermented palm kernel waste with different sugars as substrate for black soldier fly larvae. *Global J. Environ. Sci. Manage*, 10(2), 503–516. <https://doi.org/10.22034/gjesm.2024.02.06>
- Sugiyono, A. (n.d.). *PEMANFAATAN BIOFUEL DALAM PENYEDIAAN ENERGI NASIONAL JANGKA PANJANG*.
- Syed Shaharuddin, S. I., Mansor, M. A., Abdul Rashid, M., Shaffiar, N., & Ahmad, Z. (2023). The Effects of Beeswax Additions on the Structural, Thermal, Mechanical and Mass Loss Properties of Soy Wax Blends. *Journal of Mechanical Engineering*, 20(1), 61–75. <https://doi.org/10.24191/jmeche.v20i1.21079>
- van Huis, A., Oonincx, D. G. A. B., Rojo, S., & Tomberlin, J. K. (2020). Insects as feed: house fly or black soldier fly? *Journal of Insects as Food and Feed*, 6(3), 221–229. <https://doi.org/10.3920/JIFF2020.x003>

Kuantifikasi Mutu Kimia Pupuk Organik Padat Berbasis Cangkang Kelapa Sawit-Abu Boiler dengan Fortifikasi Konsorsium Bakteri Penambat Nitrogen dan Pelarut Fosfat

Nova Tribuyana^{1*}, Yuliantina², Nasir³, Faridatul Mukminah⁴, G. I. S. Putra⁵, M. Jumadi⁶

^{1,2}Departemen Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Tridinanti, Indonesia

³Departemen Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Tridinanti, Indonesia

⁴Departemen Biokimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, IPB, Indonesia

^{5,6}Divisi Penelitian dan Pengembangan PT. Agrinas Palma Nusantara (Persero), Jakarta Indonesia

Email: nova@univ-tridinanti.ac.id

Abstrak

Limbah padat dari industri pengolahan kelapa sawit merupakan potensi biomassa yang belum dimanfaatkan secara optimal. Salah satu biomassa limbah kelapa sawit yang kaya akan hara makro dan mikro serta berpotensi dijadikan pupuk organik padat yaitu cangkang kelapa sawit dan abu boiler. Cangkang sawit kaya akan kandungan karbon organik (C) sementara itu abu boiler kaya akan kalium (K). Untuk lebih memperkaya kandungan dan efikasinya terhadap kesuburan tanah dan tanaman maka dapat dilakukan fortifikasi Bakteri Penambat Nitrogen (BPN) dan Bakteri Pelarut Fosfat (BPF). Penelitian ini bertujuan untuk mengkuantifikasi mutu kimia pupuk organik padat cangkang kelapa sawit - abu boiler yang difortifikasi konsorsium BPN dan BPF berdasarkan SNI 7763:2024. Percobaan ini meliputi formulasi komposisi dan analisis kuantifikasi mutu kimia dan hara. Hasil analisis menunjukkan bahwa pupuk organik padat dengan fortifikasi BPN dan BPF mengandung senyawa yang bervariasi. Kandungan Nitrogen (N): 0,97%, Fosfor (P): 4,87%, Kalium (K₂O): 3,17%, Magnesium (MgO): 3,36%, Karbon Organik (C): 17,64%, Besi (Fe): 6919,8 ppm dan Seng (Zn): 629 ppm. Hasil tersebut telah memenuhi SNI 7763:2024. Hasil ini memberikan gambaran bahwa limbah biomassa minyak sawit memiliki potensi besar untuk digunakan sebagai produk pupuk organik padat yang berkelanjutan.

Kata kunci: Abu boiler, Bakteri penambat nitrogen, Bakteri pelarut fosfat, Cangkang sawit

Abstract

Solid waste from the palm oil processing industry is a biomass potential that has not been optimally utilized. One of the palm oil waste biomasses that is rich in macro- and micro-nutrients and has the potential to be used as a solid organic fertilizer is palm kernel shells and boiler ash. Palm kernel shells are rich in organic carbon (C) while boiler ash is rich in potassium (K). To further enrich the content and efficacy of soil and plant fertility, fortification with nitrogen-fixing and phosphate-solubilizing bacteria can be carried out. This study aims to quantify the chemical quality of solid organic fertilizer, palm kernel shells - boiler ash fortified with a consortium of nitrogen-fixing and phosphate-solvent bacteria based on SNI 7763:2024. This experiment includes composition formulation and quantification analysis of chemical and nutrient quality. The results of the analysis show that solid organic fertilizer with nitrogen-fixing and phosphate-solubilizing bacteria fortification contains various compounds. Nitrogen (N): 0.97%, Phosphorus (P): 4.87%, Potassium (K₂O): 3.17%, Magnesium (MgO): 3.36% Organic Carbon (C): 17.64%, Iron (Fe): 6919.8 ppm, and Zinc (Zn): 629 ppm. These results have met SNI 7763:2024. These results provide an overview that palm oil biomass waste has great potential to be used as a sustainable solid organic fertilizer product.

Keywords: Boiler ash, Nitrogen-fixing bacteria, Palm shell, Phosphate-solubilizing bacteria

PENDAHULUAN

Sektor pertanian merupakan salah satu elemen kunci dalam menjamin ketahanan pangan global, seiring dengan meningkatnya kebutuhan pangan akibat pertumbuhan populasi dunia yang diproyeksikan mencapai 9,7 miliar jiwa pada tahun 2050. Pasokan pangan harus meningkat hingga 70% untuk memenuhi kebutuhan tersebut (McDonald *et al.*, 2019). Pupuk merupakan input eksternal penting dalam produksi tanaman, dengan rata-rata peningkatan permintaan sebesar 1,3% per tahun antara 2019 hingga 2023, mencapai 203 juta metrik ton unsur hara pada tahun 2023 (El Idrissi *et al.*, 2022). Pupuk yang banyak digunakan dalam sektor pertanian adalah pupuk kimia. Pupuk kimia mampu meningkatkan produktivitas tanaman dengan menyesuaikan pH tanah dan menyediakan unsur hara secara cepat. Namun, penggunaan berlebihan dapat menyebabkan degradasi tanah, peningkatan keasaman, serta penurunan efisiensi penyerapan unsur hara. Inefisiensi penggunaan pupuk nitrogen tidak hanya menurunkan hasil panen dan meningkatkan biaya produksi, tetapi juga menimbulkan dampak lingkungan (V. Kumar *et al.*, 2023). Penggunaan pupuk organik menjadi solusi alternatif yang ramah lingkungan karena mampu memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah sekaligus memanfaatkan limbah biomassa pertanian sebagai bahan baku pupuk.

Industri kelapa sawit menghasilkan limbah biomassa dalam jumlah besar, termasuk cangkang kelapa sawit (*palm kernel shell*) dan abu boiler kelapa sawit (*palm oil boiler ash*). Metode pengelolaan limbah di industri kelapa sawit dilakukan melalui pembakaran dalam boiler untuk menghasilkan uap di pabrik kelapa sawit (Acquah *et al.*, 2016). Namun, proses ini menghasilkan jelaga dan abu dalam jumlah besar yang berpotensi mencemari lingkungan. Pada tahun 2021, total produksi limbah biomassa di Indonesia mencapai 22 juta ton, termasuk sekitar 1,1 juta ton abu boiler kelapa sawit (Nabila *et al.*, 2023). Hal ini menunjukkan adanya peluang besar untuk pengembangan pemanfaatan limbah abu boiler kelapa sawit.

Tandan buah segar (*fresh fruit bunches*) menghasilkan sekitar 6–7% cangkang kelapa sawit (Abdulrazik *et al.*, 2017). Cangkang kelapa sawit sebagian besar tersusun atas karbon (48,06–57,91%), hidrogen (4,77–12,6%), nitrogen (0,04–1,89%), sulfur (0,05–0,2%), dan oksigen (34,10–49,99%) (Abnisa *et al.*, 2013; Idris *et al.*, 2012). Biochar merupakan bahan kaya karbon yang dihasilkan melalui pirolisis biomassa dalam kondisi oksigen terbatas, biochar telah banyak dikenal karena kemampuannya dalam memperbaiki sifat tanah, termasuk meningkatkan retensi air, porositas, dan aktivitas mikroba (Jiang *et*

al., 2025). Biochar dari cangkang kelapa sawit juga dilaporkan mengandung unsur hara seperti K (2 wt%), Mg (1 wt%), dan Ca (2 wt%) yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman (Dominguez *et al.*, 2020).

Berdasarkan uraian data diatas dapat diketahui bahwa limbah kelapa sawit dalam bentuk cangkang sawit dan abu boiler memiliki potensi yang besar dijadikan bahan pembuatan pupuk organik karena kandungan haranya yang lengkap serta manfaatnya terhadap perbaikan kondisi tanah. Dalam penelitian ini, konsorsium bakteri digunakan untuk lebih memperkaya produk pupuk organik padat yang dihasilkan. Bakteri Penambat Nitrogen (BPN) berfungsi mengikat nitrogen atmosfer (N₂) dan hidup pada jaringan tanaman serta pada antarmuka tanah–rizosfer, sehingga mampu menyediakan nitrogen mineral dalam jumlah signifikan yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman (Lazali & Bargaz, 2017; Timmusk *et al.*, 2017). Semetara itu, Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) diketahui dapat meningkatkan ketersediaan fosfor dari tanah ke tanaman (Zhu *et al.*, 2011) dengan cara melarutkan fosfat anorganik serta memineralisasi bentuk fosfor organik yang tidak larut (Sharma *et al.*, 2013).

Integrasi biochar dengan bahan dan lain menjadi strategi yang menjanjikan untuk meningkatkan kinerja serta mengoptimalkan ketersediaan unsur hara (Li *et al.*, 2025). Hingga saat ini masih terbatas penelitian yang mengkaji sinergi antara biochar cangkang kelapa sawit, abu boiler kelapa sawit, dan konsorsium bakteri sebagai bahan komposit untuk pupuk organik. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melakukan karakterisasi mutu kimia pupuk organik padat yaitu cangkang kelapa sawit dan abu boiler yang difortifikasi konsorsium BPN dan BPF berdasarkan SNI 7763:2024 (Badan Standardisasi Nasional, 2024).

METODE

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu oven Memmert UN 55, *crusher*, *sieve shaker*, ayakan, reaktor pirolisis sederhana, cetakan pelet, timbangan duduk, kjeldahl term, labu kjeldahl, gelas ukur 10 mL, labu ukur 100 mL, kaca arloji, pemanas listrik, neraca analitik Ohaus Pioneer PX22, pH meter Mettler Toledo, serta spektrofotometer Agilent Cary 60-UV-Vis, wadah kaca, wadah plastik tertutup untuk penyimpanan sampel, peralatan gelas laboratorium seperti gelas ukur, pipet, dan erlenmeyer yang digunakan dalam proses analisis kimia.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu cangkang kelapa sawit yang diperoleh dari salah satu perkebunan kelapa sawit di daerah Kalimantan Selatan. Sementara itu, abu boiler kelapa sawit yang diperoleh dari salah satu pabrik pengolahan kelapa sawit (PKS) di daerah Kalimantan Selatan. Konsorsium bakteri penambat nitrogen dan pelarut fosfat dengan kepadatan 10^9CFU mL^{-1} , bahan campuran pupuk lainnya yaitu molase, bentonite-clay, humik acid, serta bahan kimia standar analisis seperti larutan HCl, NaOH, dan indikator yang digunakan dalam pengujian kualitas pupuk sesuai dengan standar SNI 7763:2024 tentang Pupuk Organik Padat.

Prosedur Penelitian

Preparasi Cangkang Kelapa Sawit

Cangkang kelapa sawit terlebih dahulu dibersihkan dari kotoran, kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 110°C selama 1,5 jam untuk menghilangkan kadar air. Setelah proses pengeringan, cangkang kelapa sawit dihancurkan menggunakan crusher hingga berukuran lebih kecil dan seragam. Selanjutnya, dilakukan proses pengayakan menggunakan sieve shaker untuk memperoleh ukuran partikel dengan diameter antara 300–600 μm . Proses pirolisis cangkang kelapa sawit dilakukan menggunakan reaktor pirolisis sederhana dengan kapasitas 20 Kg untuk menghasilkan biochar. Produk biochar hasil pirolisis kemudian didinginkan hingga suhu ruang sebelum digunakan pada tahap formulasi pupuk (Ibrahim *et al.*, 2023).

Pembuatan Pupuk Organik Padat

Pupuk organik padat diformulasikan dengan memanfaatkan biochar hasil pirolisis cangkang kelapa sawit dan abu boiler kelapa sawit sebagai bahan utama. Kedua bahan tersebut dicampurkan dengan rasio perbandingan tertentu 1:3 (b/b) hingga homogen. Campuran tersebut kemudian ditambahkan bahan filler lain yaitu bentonite-clay 30% (b/b) dan aditif molase 5% (b/v), humik acid 10% (b/v). Untuk mengkaji pengaruh penambahan mikroba terhadap mutu pupuk, dilakukan variasi perlakuan berupa: (1) pupuk organik padat dengan penambahan konsorsium BPN dan BPF, dan (2) pupuk organik padat tanpa penambahan konsorsium bakteri (sebagai kontrol). Bakteri yang digunakan terdiri atas konsorsium BPN dan BPF dengan kepadatan 10^9CFU mL^{-1} yang kemudian difortifikasi ke dalam campuran bahan padat dengan konsentrasi yaitu 5% dari bobot total formulasi (b/v). Proses pencampuran dilakukan secara merata hingga bahan mencapai homogenitas optimal. Selanjutnya, campuran tersebut dicetak dalam cetakan pelet. Pupuk yang dihasilkan kemudian dikeringanginkan pada suhu ruang selama 3-5 hari untuk menurunkan

kadar air tanpa mengganggu aktivitas mikroba. Setelah kering, pupuk organik padat disimpan dalam wadah tertutup untuk tahap analisis selanjutnya.

Analisa Mutu Pupuk Organik Padat

Pengujian kualitas mutu pupuk organik padat mengacu pada prosedur SNI 7763:2024 tentang Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik Padat. Adapun parameter yang dianalisa meliputi parameter: Kadar air, C-organik (%), C/N ratio, pH, Hara makro (N + P₂O₅, K₂O, MgO) dan Hara mikro (Fe- total dan Zn Total).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisik Pupuk Organik Padat

Sifat fisik pupuk organik padat merupakan karakteristik fisik yang dapat diukur dan diamati, parameter fisik penting untuk ditentukan karena berpengaruh terhadap penyimpanan, penanganan, dan aplikasi pupuk ke tanah. Parameter fisik yang dapat dinilai yaitu kadar air, tekstur, dan warna pupuk. Kadar air merupakan persentase kandungan air dalam suatu bahan berdasarkan berat basah atau berat kering (Widarti *et al.*, 2015). Berdasarkan Tabel 1, kadar air pupuk organik padat bervariasi dengan nilai terendah pada pupuk organik padat tanpa fortifikasi bakteri yaitu 3,56% sementara pada pupuk organik padat dengan fortifikasi bakteri sebesar 5,54%. Berdasarkan persyaratan SNI 7763:2024, kadar air yang dipersyaratkan untuk pupuk organik padat adalah 8-25%. Kadar air suatu produk berpengaruh pada daya simpan produk tersebut. Kadar air akan sangat berpengaruh dalam mempercepat terjadinya perubahan dan penguraian bahan-bahan organik yang digunakan pada pupuk (Widarti *et al.*, 2015). Kadar air yang rendah dapat memperlambat proses penguraian bahan organik dalam pupuk selama penyimpanan. Ketika pupuk digunakan di tanah dan terjadi peningkatan kelembapan di tanah, maka dapat terjadi metabolisme mikroba serta pelarutan bahan organik (Widarti *et al.*, 2015).

Parameter lain yang dievaluasi pada sifat fisik pupuk organik padat adalah tekstur dan warna. Fortifikasi bakteri penambat nitrogen (BPN) dan bakteri pelarut fosfat (BPP) berpengaruh terhadap tekstur pupuk organik padat yang dihasilkan. Pada pupuk organik padat yang difortifikasi bakteri, tekstur pupuk sedikit rapuh dibandingkan dengan pupuk yang tidak difortifikasi. Evaluasi parameter warna didapati warna pupuk yang hitam keabuan, tidak terjadi pengaruh antara pupuk tanpa bakteri dengan pupuk fortifikasi bakteri. Hasil sifat fisik pupuk organik dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat Fisik Pupuk Organik Padat

Parameter	Tanpa Bakteri	Fortifikasi Bakteri
Kadar Air (%)	3,56	5,54
Tekstur	Keras	Sedikit Rapuh
Warna	Hitam keabuan	Hitam keabuan

Mutu Kimia Pupuk Organik Padat

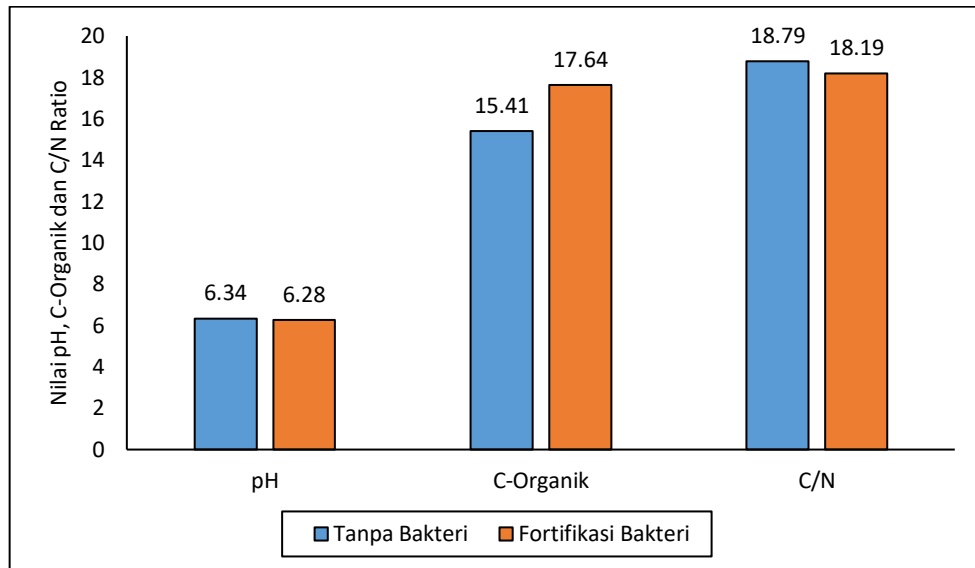
Penentuan mutu kimia pupuk organik padat dilakukan berdasarkan standar SNI 7763:2024, dilakukan evaluasi nilai derajat keasaman (pH), C-organik dan C/N ratio. Perbandingan mutu kimia pupuk organik padat dibandingkan antara formula tanpa fortifikasi bakteri dan dengan fortifikasi bakteri. Perlakuan fortifikasi bakteri penambat nitrogen (BPN) dan bakteri pelarut fosfat (BPP) memberikan pengaruh terhadap kualitas mutu kimia pupuk organik padat yang dihasilkan (Gambar 1).

Berdasarkan hasil pengujian nilai pH didapati pH pupuk organik padat tanpa fortifikasi bakteri dan dengan fortifikasi bakteri sebesar 6,34 dan 6,28 berturut-turut. Hal ini sudah sesuai dengan standar SNI 7763:2024 yaitu nilai 4-9. Berdasarkan penelitian (Widarti *et al.*, 2015), kisaran pH optimal untuk pengomposan adalah 6,5 hingga 7,5. Proses pengomposan akan mentransformasi bahan organik dan mengubah pH bahannya. Pada akhir proses, kompos yang matang umumnya memiliki pH yang mendekati netral.

Penentuan kandungan bahan organik dilakukan dengan menentukan jumlah C-organik. Berdasarkan hasil pengujian persentase C-organik didapati C-organik pupuk organik padat tanpa fortifikasi bakteri dan dengan fortifikasi bakteri sebesar 15,41% dan 17,64% berturut-turut. Hal ini sudah sesuai dengan standar SNI 7763:2024 yaitu minimal 15%. Berdasarkan hasil pengujian, fortifikasi BPN dan BPP dapat meningkatkan persentase C-organik pada pupuk organik yang dihasilkan. Pupuk organik dengan kandungan C-organik tinggi akan berpengaruh terhadap peningkatan layanan siklus hara pada tanah (J. Li *et al.*, 2018).

Berdasarkan hasil pengujian rasio C/N didapati rasio C/N pada pupuk organik padat tanpa fortifikasi bakteri dan dengan fortifikasi bakteri sebesar 18,79 dan 18,19 berturut-turut. Hal ini sudah sesuai dengan standar SNI 7763:2024 yaitu maksimal rasio C/N sebesar 25. Rasio C/N yang sesuai penting dalam mendukung proses dekomposisi komponen organik pupuk. Menurut Pandebesie (Pandebesie & Rayuanti, 2013), efektivitas proses pembusukan sangat bergantung pada rasio C/N. Apabila rasio ini terlalu tinggi, dekomposisi akan berlangsung lambat. Sebaliknya, rasio yang terlalu rendah hanya

mendorong pembusukan yang cepat pada tahap awal, yang kemudian akan melambat akibat keterbatasan karbon (C) untuk energi mikroorganisme.



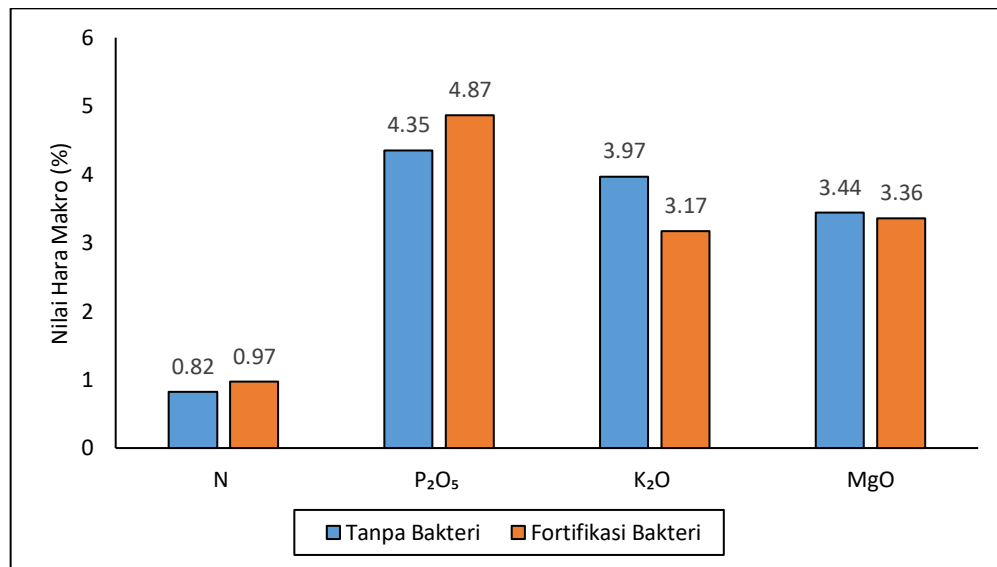
Gambar 1. pH, C-Organik dan C/N Ratio pupuk organik padat

Kandungan Unsur Hara Makro Pupuk Organik Padat

Penentuan nilai hara makro pada pupuk organik padat dilakukan dengan menentukan persentase hara makro N, P_2O_5 , K_2O , dan MgO sesuai dengan prosedur pada SNI 7763:2024. Hara makro merupakan unsur esensial yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah besar karena berperan sebagai penyusun utama jaringan tanaman serta penentu produktivitas tanah. Unsur hara makro utama meliputi nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), yang dikenal sebagai unsur NPK (Agrahari *et al.*, 2021). Berdasarkan hasil pengujian dapat diketahui bahwa kandungan nitrogen (N) pada pupuk sebesar 0,82% dan 0,97% pada pupuk tanpa bakteri dan pupuk dengan fortifikasi bakteri berturut-turut. Kandungan fosfor dalam bentuk P_2O_5 pada pupuk sebesar 4,35% dan 4,87% pada pupuk tanpa bakteri dan pupuk dengan fortifikasi bakteri berturut-turut. Kandungan kalium dalam bentuk K_2O pada pupuk sebesar 3,97% dan 3,17% pada pupuk tanpa bakteri dan pupuk dengan fortifikasi bakteri berturut-turut. Selain NPK, unsur hara makro sekunder seperti magnesium (Mg) juga penting bagi tanaman. Kandungan magnesium (Mg) pada pupuk sebesar 3,44% dan 3,36% pada pupuk tanpa bakteri dan pupuk dengan fortifikasi bakteri berturut-turut (Gambar 2).

Nitrogen berfungsi sebagai komponen utama dalam sintesis klorofil, asam amino, asam nukleat, dan protein, yang secara langsung mendorong pertumbuhan vegetatif

tanaman yang kuat dan hijau. Kekurangan nitrogen akan menyebabkan daun menguning dan pertumbuhan terhambat, sedangkan kelebihan nitrogen dapat menurunkan efisiensi penyerapan unsur lainnya. Fosfor berperan penting dalam pembentukan akar, transfer energi, fotosintesis, serta proses pembungaan dan pembuahan tanaman (Dikr, 2022). Kalium berfungsi dalam pengaturan keseimbangan air di jaringan tanaman, aktivasi enzim, serta peningkatan daya tahan tanaman terhadap stres lingkungan dan penyakit (Kumar *et al.*, 2024). Magnesium merupakan unsur pusat molekul klorofil yang berperan penting dalam proses fotosintesis dan transfer energi di dalam tanaman (Kirkby, 2023).

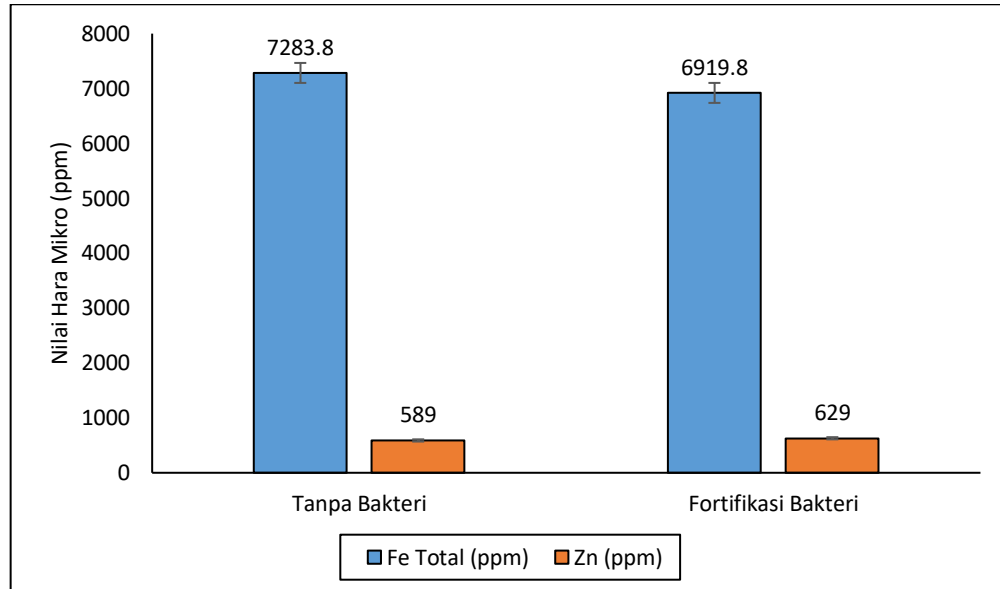


Gambar 2. Nilai Hara Makro pupuk organik padat

Kandungan Unsur Hara Mikro Pupuk Organik Padat

Penentuan nilai hara mikro pada pupuk organik padat dilakukan dengan menentukan persentase hara mikro Fe total dan Zn sesuai dengan prosedur pada SNI 7763:2024. Unsur hara mikro atau trace elements merupakan unsur hara yang walaupun dibutuhkan dalam jumlah kecil, memiliki fungsi vital dalam mendukung pertumbuhan dan metabolisme tanaman. Unsur hara mikro meliputi seng (Zn), tembaga (Cu), besi (Fe), boron (B), mangan (Mn), molibdenum (Mo), klorin (Cl), dan nikel (Ni) (Cakmak *et al.*, 2023; Kabiri *et al.*, 2017). Berdasarkan hasil pengujian dapat diketahui bahwa kandungan besi (Fe) total pada pupuk sebesar 7283,8 ppm dan 6919,8 ppm pada pupuk tanpa bakteri dan pupuk dengan fortifikasi bakteri berturut-turut. Sementara itu, kandungan seng (Zn) pada pupuk sebesar 589 ppm dan 629 ppm pada pupuk tanpa bakteri dan pupuk dengan fortifikasi bakteri berturut-turut (Gambar 3). Unsur hara mikro besi (Fe) dan seng (Zn) sangat penting bagi pertumbuhan tanaman. Besi (Fe) diperlukan untuk sintesis klorofil dan

proses respirasi (Cakmak *et al.*, 2023). Seng (Zn) berperan dalam pembentukan hormon pertumbuhan dan pemeliharaan sistem perakaran serta meningkatkan toleransi tanaman terhadap cekaman lingkungan (Cakmak *et al.*, 2023).



Gambar 3. Nilai Hara Mikro pupuk organik padat

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian pembuatan pupuk organik padat dengan fortifikasi bakteri penambat nitrogen dan pelarut fosfat diperoleh kandungan produk antara lain: Nitrogen (N): 0,97%, Fosfor (P): 4,87%, Kalium (K_2O): 3,17%, Magnesium (MgO): 3,36% Karbon Organik (C): 17,64%, Besi (Fe): 6919,8 ppm dan Seng (Zn): 629 ppm. Nilai mutu kimia untuk parameter Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Karbon Organik (C) lebih tinggi jika dibandingkan dengan formulasi tanpa fortifikasi bakteri penambat nitrogen dan pelarut fosfat. Kandungan tersebut memenuhi persyaratan mutu pupuk organik berdasarkan SNI 7763:2024. Saran pengembangan pada penelitian lanjutan yaitu perlu dilakukan pengujian produk pupuk organik terhadap respon tanaman serta perubahan hara dan mikrofauna tanah setelah aplikasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Yayasan Nasional Pendidikan Tridinanti dan LPPM Universitas Tridinanti Yang telah memberikan pendanaan untuk kegiatan Penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulrazik, A., Elsholkami, M., Elkamel, A., & Simon, L. (2017). Multi-products productions from Malaysian oil palm empty fruit bunch (EFB): Analyzing economic potentials from the optimal biomass supply chain. *Journal of Cleaner Production*, 168, 131–148. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.08.088>
- Abnisa, F., Arami-Niya, A., Wan Daud, W. M. A., Sahu, J. N., & Noor, I. M. (2013). Utilization of oil palm tree residues to produce bio-oil and bio-char via pyrolysis. *Energy Conversion and Management*, 76, 1073–1082. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2013.08.038>
- Acquah, C., Sie Yon, L., Tuah, Z., Ling Ngee, N., & Danquah, M. K. (2016). Synthesis and performance analysis of oil palm ash (OPA) based adsorbent as a palm oil bleaching material. *Journal of Cleaner Production*, 139, 1098–1104. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.004>
- Agrahari, R. K., Kobayashi, Y., Tanaka, T. S. T., Panda, S. K., & Koyama, H. (2021). Smart fertilizer management: the progress of imaging technologies and possible implementation of plant biomarkers in agriculture. *Soil Science and Plant Nutrition*, 67(3), 248–258. <https://doi.org/10.1080/00380768.2021.1897479>
- Badan Standardisasi Nasional. (2024). *SNI 7763-2024 Pupuk Organik Padat*.
- Cakmak, I., Brown, P., Colmenero-Flores, J. M., Husted, S., Kutman, B. Y., Nikolic, M., Rengel, Z., Schmidt, S. B., & Zhao, F.-J. (2023). Micronutrients. In *Marschner's Mineral Nutrition of Plants* (pp. 283–385). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819773-8.00017-4>
- Dikr, W. (2022). Effects of Phosphorus Fertilizer on Agronomic, Grain Yield and Other Physiological Traits of Some Selected Legume Crops. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*. <https://doi.org/10.7176/JBAH/12-12-01>
- Dominguez, E. L., Uttran, A., Loh, S. K., Manero, M.-H., Upperton, R., Idris Tanimu, M., & Thomas Bachmann, R. (2020). Characterisation of industrially produced oil palm kernel shell biochar and its potential as slow release nitrogen-phosphate fertilizer and carbon sink. *Materials Today: Proceedings*, 31, 221–227. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.05.143>
- El Idrissi, A., El Gharrak, A., Achagri, G., Essamlali, Y., Amadine, O., Akil, A., Sair, S., & Zahouily, M. (2022). Synthesis of urea-containing sodium alginate-g-poly(acrylic acid-co-acrylamide) superabsorbent-fertilizer hydrogel reinforced with carboxylated cellulose nanocrystals for efficient water and nitrogen utilization. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 10(5), 108282. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2022.108282>
- Ibrahim, N. R., Ahmad, R., Wan Ahmad, W. A. A., Vikneswaran, V., Santiagoo, R., Mohammed, S. A., Khalid, A. F., & Ani, A. Y. (2023). Bio-Char And Bio-Oil Production From Pyrolysis of Palm Kernel Shell And Polyethylene. *International Journal of Conservation Science*, 14(2), 705–712. <https://doi.org/10.36868/IJCS.2023.02.22>

- Idris, S. S., Rahman, N. A., & Ismail, K. (2012). Combustion characteristics of Malaysian oil palm biomass, sub-bituminous coal and their respective blends via thermogravimetric analysis (TGA). *Bioresource Technology*, 123, 581–591. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.07.065>
- Jiang, Z., Vancov, T., Fang, Y., Tang, C., Zhang, W., Xiao, M., Song, X., Zhou, J., Ge, T., Cai, Y., Yu, B., White, J. C., & Li, Y. (2025). Sustained superiority of biochar over straw for enhancing soil biological-phosphorus via the mediation of phoD-harboring bacteria in subtropical Moso bamboo forests. *Forest Ecology and Management*, 584, 122606. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2025.122606>
- Kabiri, S., Degryse, F., Tran, D. N. H., da Silva, R. C., McLaughlin, M. J., & Losic, D. (2017). Graphene Oxide: A New Carrier for Slow Release of Plant Micronutrients. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 9(49), 43325–43335. <https://doi.org/10.1021/acsami.7b07890>
- Kirkby, E. A. (2023). Introduction, definition, and classification of nutrients. In *Marschner's Mineral Nutrition of Plants* (pp. 3–9). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819773-8.00016-2>
- Kumar, S. A., Kaniganti, S., Hima Kumari, P., Sudhakar Reddy, P., Suravajhala, P., P, S., & Kishor, P. B. K. (2024). Functional and biotechnological cues of potassium homeostasis for stress tolerance and plant development. *Biotechnology and Genetic Engineering Reviews*, 40(4), 3527–3570. <https://doi.org/10.1080/02648725.2022.2143317>
- Kumar, V., Maity, A., Kumar, A., Saha, S., Kay, P., Singh, B., & Mukherjee, T. (2023). Critical review on uranium and arsenic content and their chemical mobilization in groundwater: A case study of the Malwa region Punjab, India. *Science of The Total Environment*, 885, 163885. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.163885>
- Lazali, M., & Bargaz, A. (2017). Examples of Belowground Mechanisms Enabling Legumes to Mitigate Phosphorus Deficiency. In *Legume Nitrogen Fixation in Soils with Low Phosphorus Availability* (pp. 135–152). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-55729-8_7
- Li, J., Wen, Y., Li, X., Li, Y., Yang, X., Lin, Z., Song, Z., Cooper, J. M., & Zhao, B. (2018). Soil labile organic carbon fractions and soil organic carbon stocks as affected by long-term organic and mineral fertilization regimes in the North China Plain. *Soil and Tillage Research*, 175, 281–290. <https://doi.org/10.1016/j.still.2017.08.008>
- Li, M., Zhao, X., Cheng, Y., Wu, M., Dong, C., Xiang, H., Li, Y., Cai, Y., Zhang, Z., & Yu, B. (2025). Zinc oxide nanoparticles coupled biochar-based slow-release fertilizer for enhanced nutrient efficiency and sustainable agriculture. *Industrial Crops and Products*, 232, 121265. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2025.121265>
- McDonald, R. I., Mansur, A. V., Ascensão, F., Colbert, M., Crossman, K., Elmqvist, T., Gonzalez, A., Güneralp, B., Haase, D., Hamann, M., Hillel, O., Huang, K., Kahnt, B., Maddox, D., Pacheco, A., Pereira, H. M., Seto, K. C., Simkin, R., Walsh, B., ... Ziter, C. (2019). Research gaps in knowledge of the impact of urban growth on biodiversity. *Nature Sustainability*, 3(1), 16–24. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0436-6>

- Nabila, R., Hidayat, W., Haryanto, A., Hasanudin, U., Iryani, D. A., Lee, S., Kim, S., Kim, S., Chun, D., Choi, H., Im, H., Lim, J., Kim, K., Jun, D., Moon, J., & Yoo, J. (2023). Oil palm biomass in Indonesia: Thermochemical upgrading and its utilization. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 176, 113193. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113193>
- Pandebesie, E. S., & Rayuanti, D. (2013). Pengaruh Penambahan Sekam Pada Proses Pengomposan Sampah Domestik. *Jurnal Lingkungan Tropis. Jurnal Lingkungan Tropis*, 6(1), 31–40.
- Sharma, S. B., Sayyed, R. Z., Trivedi, M. H., & Gobi, T. A. (2013). Phosphate solubilizing microbes: sustainable approach for managing phosphorus deficiency in agricultural soils. *SpringerPlus*, 2(1), 587. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-2-587>
- Timmusk, S., Behers, L., Muthoni, J., Muraya, A., & Aronsson, A.-C. (2017). Perspectives and Challenges of Microbial Application for Crop Improvement. *Frontiers in Plant Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00049>
- Widarti, B. N., Wardhini, W. K., & Sarwono, E. (2015). PENGARUH RASIO C/N BAHAN BAKU PADA PEMBUATAN KOMPOS DARI KUBIS DAN KULIT PISANG. *Jurnal Integrasi Proses*, 5, 75–80.
- Zhu, F., Qu, L., Hong, X., & Sun, X. (2011). Isolation and Characterization of a Phosphate-Solubilizing Halophilic Bacterium *Kushneria* sp. YCWA18 from Daqiao Saltern on the Coast of Yellow Sea of China. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2011(1). <https://doi.org/10.1155/2011/615032>

Uji Konsentrasi Metabolit Sekunder *Trichoderma* sp. terhadap *Alternaria porri* Penyebab Penyakit Bercak Ungu pada Bawang Merah

Faista Agri^{1*}, Tunjung Pamekas¹, Yenny Sariasih¹, Priyatiningsih¹, Hendri Bustamam¹

¹Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu

Email: faistaagris@gmail.com

Abstrak

Penyakit bercak ungu yang disebabkan oleh *Alternaria porri* merupakan salah satu kendala utama dalam budidaya bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) karena dapat menurunkan hasil panen hingga lebih dari 50%. Penggunaan pestisida kimia yang berlebihan berpotensi menimbulkan resistensi patogen dan pencemaran lingkungan, sehingga diperlukan alternatif pengendalian yang ramah lingkungan seperti pemanfaatan metabolit sekunder *Trichoderma* sp. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh berbagai konsentrasi metabolit sekunder *Trichoderma* sp. terhadap pertumbuhan *A. porri* secara *in vitro* dan menentukan konsentrasi yang paling efektif dalam menghambat pertumbuhan patogen. Penelitian dilakukan di Laboratorium Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu menggunakan metode kultur gelas objek (*slide culture method*) pada media *Potato Dextrose Agar* (PDA). Perlakuan terdiri atas empat taraf konsentrasi metabolit sekunder, yaitu 0 ppm (kontrol), 100 ppm, 200 ppm, dan 300 ppm, dengan dua ulangan. Parameter yang diamati adalah daya hambat pertumbuhan koloni *A. porri*, terhadap ekstrak metabolit sekunder *Trichoderma* sp. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh perlakuan metabolit sekunder mampu menghambat pertumbuhan *A. porri* dibanding kontrol, dan tingkat penghambatan meningkat seiring peningkatan konsentrasi. Perlakuan 300 ppm memberikan persentase hambatan tertinggi serta pertumbuhan koloni terendah, menunjukkan efektivitas optimal dalam menekan patogen. Dengan demikian, metabolit sekunder *Trichoderma* sp. pada konsentrasi 300 ppm berpotensi dikembangkan sebagai agen pengendali hayati ramah lingkungan untuk penyakit bercak ungu pada bawang merah.

Kata kunci: *Alternaria porri*, Bawang merah, *In vitro*, Metabolit sekunder, *Trichoderma* sp.

Abstract

Purple blotch disease caused by *Alternaria porri* is one of the major constraints in shallot (*Allium ascalonicum* L.) cultivation, as it can reduce yield by more than 50%. Excessive use of chemical pesticides may lead to pathogen resistance and environmental pollution; therefore, an environmentally friendly alternative control method is needed, such as the use of secondary metabolites of *Trichoderma* sp. This study aimed to determine the effect of various concentrations of *Trichoderma* sp. secondary metabolites on the growth of *A. porri* under *in vitro* conditions and to identify the most effective concentration in inhibiting pathogen growth. The research was conducted at the Plant Protection Laboratory, Faculty of Agriculture, University of Bengkulu, using the slide culture method on *Potato Dextrose Agar* (PDA) medium. The treatments consisted of four concentration levels of *Trichoderma* sp. secondary metabolites, namely 0 ppm (control), 100 ppm, 200 ppm, and 300 ppm, with two replications. The observed parameter was the of growth inhibition of *A. porri* colonies against the *Trichoderma* sp. metabolite extract. The results showed that all metabolite treatments inhibited *A. porri* growth compared to the control, and the inhibition level increased with higher concentrations. The 300 ppm treatment produced the highest inhibition percentage and the lowest colony growth, indicating optimal effectiveness in suppressing the pathogen. Therefore, *Trichoderma* sp. secondary metabolites at a concentration of 300 ppm have great potential to be developed as an environmentally friendly biocontrol agent against purple blotch disease in shallots.

Keywords: *Alternaria porri*, *In vitro*, Secondary metabolites, Shallot, *Trichoderma* sp.

PENDAHULUAN

Bawang merah merupakan salah satu komoditas sayuran yang mempunyai arti penting bagi masyarakat baik dari nilai ekonominya yang tinggi maupun kandungan gizinya. Bawang merah mengandung kalori, karbohidrat, lemak, protein, vitamin, dan mineral. Bawang merah juga mengandung senyawa allicin dan minyak atsiri yang bersifat bakterisida dan fungisida terhadap bakteri dan jamur (Wibowo, 2009).

Banyak kendala dalam meningkatkan produksi tanaman bawang merah salah satu kendala yang sangat penting dan sering kita jumpai yaitu adanya penyakit bercak ungu yang disebabkan oleh jamur patogen *Alternaria porri*. Penyakit bercak ungu pada tanaman bawang merah ini mengakibatkan kerugian yang cukup tinggi bagi para petani. Jamur *A. porri* biasanya menyerang pada bagian daun tanaman bawang merah namun pada kondisi tertentu jamur tersebut juga dapat menyerang batang maupun umbi (Ruswandari *et al.*, 2020). Risdiyanti (2023) menyatakan penyakit bercak ungu diketahui sebagai penyakit utama pada pertanaman bawang dan telah menjadi endemik di pusat-pusat pertanaman sehingga mengakibatkan kerugian yang cukup besar bagi petani. Persentase kehilangan hasil panen yang diakibatkan *A. porri* dapat mencapai 3-57%.

Jamur *A. porri* merupakan salah satu penyebab penyakit penting dalam budidaya bawang merah karena dapat menurunkan produksi bawang merah. Menurut Semangun (2004), *A. porri* menyebabkan penyakit bercak ungu pada tanaman bawang merah dengan gejala bercak warna kelabu keunguan pada daun, di dalamnya tampak garis melingkar seperti cincin, bercak membesar membentuk cekungan.

Trichoderma sp. adalah salah satu alternatif yang relatif aman bagi lingkungan. Jamur ini diketahui memiliki kemampuan antagonis terhadap jamur patogen. Biasanya mudah ditemukan pada ekosistem tanah dan akar tanaman (Harman *et al.*, 2004). *Trichoderma* sp. adalah jamur saprofit tanah yang secara alami merupakan parasit yang menyerang banyak jenis jamur penyebab penyakit tanaman

Penggunaan jamur *Trichoderma* sp. dalam menghambat pertumbuhan patogen dapat dilakukan dengan pemberian formula cair berupa filtrat (Triasih *et al.*, 2022). Hal ini disebabkan karena filtrat *Trichoderma* sp. mampu menghasilkan enzim dan metabolit sekunder berupa kitinase, β -1,3- glukanase, polyketides, peptaibols, isonitriles serta antibiotik yang mampu menghambat pertumbuhan spora jamur dengan merusak dinding sel patogen (Dewi *et al.*, 2015; Antari *et al.*, 2020).

Hasil penelitian Wardana (2023) melaporkan bahwa kultur filtrat *Trichoderma* sp. mampu mengendalikan penyakit busuk pangkal batang pada tanaman kelapa sawit melalui mekanisme antagonisme kompetisi, antibiotis, hiperparasitisme, dan produksi enzim litik sehingga mampu menghambat pertumbuhan patogen. Konsentrasi metabolit *Trichoderma* sp. 300 ppm merupakan konsentrasi yang efektif dalam menghambat pertumbuhan *Ganoderma boninense* dibanding konsentrasi 100 ppm dan 200 ppm.

Metabolit sekunder yang dihasilkan oleh *Trichoderma* sp. mengandung senyawa viridin dan trikomidin yang memiliki sifat antibiosis. Menurut Susandi *et al.*, (2018) berdasarkan persentase daya hambat dengan menggunakan *Trichoderma* sp. terhadap pertumbuhan penyakit *A. porri*, menyatakan bahwa *Trichoderma* sp. memiliki kemampuan menekan perkembangan *A. porri*. Mekanisme penghambatan ini diduga terjadi melalui berbagai cara yang dimiliki jamur antagonis *Trichoderma* sp. dalam mengendalikan pertumbuhan patogen. Oleh karena itu, berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan upaya pengendalian pada tanaman bawang merah yang terinfeksi penyakit bercak ungu oleh *A. porri* dengan vaksinasi metabolit sekunder *Trichoderma* sp.

Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh berbagai konsentrasi metabolit sekunder *Trichoderma* sp. terhadap pertumbuhan *Alternaria porri* dan menentukan konsentrasi yang paling efektif dalam menghambat pertumbuhan patogen.

METODE

Penelitian dilaksanakan pada September–Oktober 2025 di Laboratorium Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu. Penelitian ini menggunakan konsentrasi metabolit sekunder *Trichoderma* sp. yang terdiri dari empat taraf perlakuan, yaitu P0 = 0 ppm (kontrol), P1 = 100 ppm, P2 = 200 ppm, dan P3 = 300 ppm, masing-masing diulang sebanyak dua kali.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi mikropipet dan tip, tabung reaksi, erlenmeyer, cawan petri, gelas objek, autoklaf, *laminar air flow* (LAF), shaker inkubator, sentrifuge, timbangan analitik, cork borer (5–7 mm), bunsen, jarum ose, pipet tetes, inkubator, gunting steril, serta alat dokumentasi pengamatan. Bahan penelitian terdiri atas sampel daun bawang merah yang menunjukkan gejala bercak ungu, isolat cendawan *Alternaria porri* dan *Trichoderma* sp., medium *Potato Dextrose Agar* (PDA) dan *Potato Dextrose Broth* (PDB), aquades steril, NaOCl 1%, dextrose, nutrient broth, kentang, alkohol 70%, kertas tisu steril, serta ekstrak metabolit sekunder *Trichoderma* sp.

dengan konsentrasi 0 ppm (kontrol), 100 ppm, 200 ppm, dan 300 ppm yang digunakan sebagai perlakuan pada pengujian in vitro.

Penelitian ini diawali dengan pengambilan sampel daun bawang merah yang menunjukkan gejala bercak ungu dari lahan petani di Kabupaten Curup. Sampel dibersihkan, dipotong bagian yang terinfeksi, dan diisolasi pada medium *Potato Dextrose Agar* (PDA) untuk mendapatkan koloni patogen *Alternaria porri*. Setelah koloni tumbuh, identifikasi dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis. Cendawan *Trichoderma* sp. diisolasi dari tanah perakaran tanaman bawang sehat menggunakan metode pengenceran bertingkat pada medium PDA, kemudian koloni yang tumbuh dimurnikan dan diidentifikasi. Medium *Potato Dextrose Broth* (PDB) disiapkan dengan merebus 200 g kentang dalam 1000 ml aquades, lalu ditambahkan *dextrose*, *nutrient broth*, dan aquades hingga volume satu liter, kemudian disterilkan menggunakan autoklaf.

Kultur *Trichoderma* sp. ditumbuhkan pada medium PDB dan diinkubasi menggunakan shaker dengan kecepatan 90 rpm pada suhu kamar selama dua minggu. Setelah inkubasi, kultur disentrifugasi pada kecepatan 6000 rpm selama lima menit untuk memperoleh supernatan yang berisi metabolit sekunder, yang kemudian disimpan pada suhu 4°C. Pengujian in vitro dilakukan menggunakan metode kultur gelas objek dengan menumbuhkan *Alternaria porri* pada medium PDA dan menambahkan metabolit sekunder *Trichoderma* sp. sesuai perlakuan konsentrasi, yaitu 0 ppm, 100 ppm, 200 ppm, dan 300 ppm. Pengamatan dilakukan terhadap pertumbuhan patogen untuk mengetahui pengaruh masing-masing konsentrasi metabolit sekunder *Trichoderma* sp. terhadap *Alternaria porri*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil penelitian yang meliputi proses isolasi, identifikasi, serta pengujian efektivitas berbagai konsentrasi metabolit sekunder *Trichoderma* sp. terhadap pertumbuhan *Alternaria porri* secara in vitro. Hasil yang diperoleh kemudian dibahas dengan mengaitkannya pada teori dan penelitian sebelumnya untuk menjelaskan mekanisme penghambatan yang terjadi.



Gambar 1. Isolasi penyakit bercak ungu

Proses isolasi dilakukan untuk memperoleh koloni murni *Alternaria porri* dari jaringan daun bawang merah yang memperlihatkan gejala khas bercak ungu. Secara visual, gejala awal pada daun tampak berupa bercak kecil berwarna kuning keunguan yang kemudian melebar, membentuk lingkaran konsentris menyerupai cincin dan menyebabkan jaringan daun mengering. Terlihat koloni jamur tumbuh dengan warna putih dan tekstur agak berbulu. Keberhasilan isolasi ini menunjukkan bahwa teknik sterilisasi dan pemilihan bagian jaringan terinfeksi telah tepat, karena menghasilkan pertumbuhan koloni jamur patogen tanpa adanya kontaminasi mikroorganisme lain. Tahap isolasi ini merupakan langkah penting untuk memastikan sumber inokulum yang digunakan pada tahap pengujian berasal dari patogen target, yaitu *A. porri*, penyebab utama penyakit bercak ungu pada bawang merah.



Gambar 2. Cendawan *Alternaria porri* secara makroskopis dan mikroskopis

Hasil pengamatan makroskopis terhadap koloni *A. porri* memperlihatkan pertumbuhan yang relatif cepat pada medium PDA dengan koloni berwarna putih. Bagian tepi koloni tampak tidak beraturan dengan permukaan sedikit berbulu dan bagian bawah koloni berwarna keunguan. Ciri morfologi ini sesuai dengan deskripsi *A. porri* oleh Semangun (2004), yang menegaskan bahwa warna koloni dapat menjadi indikator kuat dalam identifikasi awal jamur. Sementara itu, pengamatan mikroskopis menunjukkan bahwa konidiofor *A. porri* tegak, bersekat, dan berwarna coklat gelap, sedangkan konidia berbentuk lonjong hingga gada (*clavate*), bersekat melintang 6–10 buah, serta tersusun seperti rantai di ujung konidiofor. Struktur konidia ini merupakan ciri diagnostik

kelas genus *A. porri*. Morfologi tersebut mengonfirmasi bahwa isolat yang diperoleh merupakan *A. porri*, patogen utama penyebab penyakit bercak ungu pada bawang merah. Identifikasi ini menjadi dasar yang kuat untuk melanjutkan tahap pengujian antagonisme dengan metabolit sekunder *Trichoderma sp.*



Gambar 3. Cendawan *Trichoderma sp.* makroskopis dan mikroskopis

Koloni *Trichoderma sp.* yang diperoleh dari isolasi tanah perakaran tanaman bawang merah sehat menunjukkan pertumbuhan sangat cepat dan menyebar merata pada medium PDA. Secara makroskopis, koloni berwarna putih pada fase awal pertumbuhan dan kemudian berubah menjadi hijau muda hingga hijau tua pada fase sporulasi. Tekstur koloni tampak halus dan padat dengan bagian tepi tidak rata. Warna hijau khas ini dihasilkan oleh konidia *Trichoderma sp.* yang melimpah, menandakan kemampuan sporulasi tinggi dan vitalitas jamur yang baik.

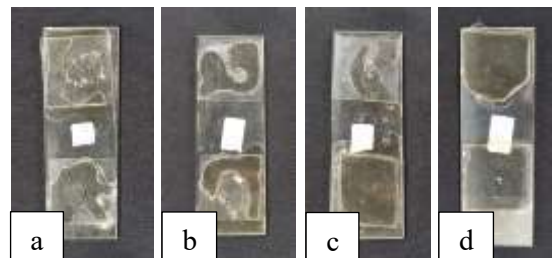
Pada pengamatan mikroskopis, terlihat konidiofor bercabang banyak, hialin, serta menghasilkan konidia bulat berukuran kecil yang membentuk kumpulan (massa konidia) di ujung cabang. Morfologi ini sejalan dengan karakteristik *Trichoderma* sebagaimana dijelaskan oleh Harman *et al.*, (2004), yakni jamur antagonis yang dikenal menghasilkan enzim litik seperti kitinase dan glukonase, serta senyawa metabolit sekunder seperti viridin dan trikomidin. Kemampuan ini menjadikan *Trichoderma sp.* efektif sebagai agen pengendali hayati (biokontrol) terhadap berbagai patogen tular tanah maupun tular udara.



Gambar 4. Metabolit sekunder *Trichoderma sp.*

Metabolit sekunder *Trichoderma sp.* diperoleh melalui proses fermentasi pada medium cair *Potato Dextrose Broth* (PDB) selama dua minggu menggunakan shaker.

Setelah masa inkubasi, suspensi kultur disentrifugasi untuk memisahkan supernatan yang mengandung senyawa metabolit. Secara visual, filtrat yang diperoleh tampak berwarna kekuningan, menunjukkan adanya akumulasi senyawa bioaktif hasil metabolisme sekunder. Metabolit sekunder ini diketahui mengandung berbagai senyawa antibiotik seperti gliotoksin, viridin, trikomidin, serta peptaibol yang memiliki aktivitas antifungi tinggi. Menurut Vinale *et al.*, (2008), senyawa-senyawa tersebut bekerja dengan cara mengganggu integritas membran sel patogen, menghambat pembentukan dinding sel, serta menekan aktivitas enzim patogen. Oleh karena itu, ekstrak metabolit ini memiliki potensi besar untuk digunakan sebagai bahan pengendali hayati yang ramah lingkungan, menggantikan sebagian fungsi fungisida kimia sintetik.



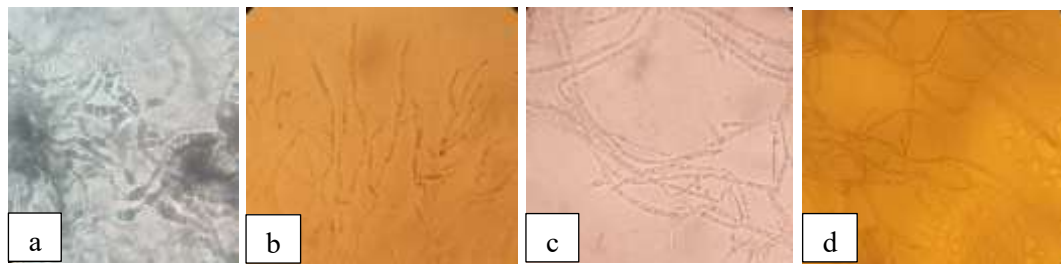
Gambar 5. Uji *in vitro* *Alternaria porri* dengan metabolit sekunder *Trichoderma* sp. a) Kontrol; b) Konsentrasi 100 ppm; c) Konsentrasi 200 ppm; d) Konsentrasi 300 ppm

Uji *in vitro* dilakukan untuk menilai efektivitas berbagai konsentrasi metabolit sekunder *Trichoderma* sp. dalam menghambat pertumbuhan koloni *A. porri* pada medium PDA. Hasil pengamatan menunjukkan adanya perbedaan nyata antar perlakuan.

Pada perlakuan kontrol (0 ppm), koloni *A. porri* tumbuh cepat dan menutupi hampir seluruh permukaan media setelah beberapa hari inkubasi, menunjukkan tidak adanya hambatan. Pada konsentrasi 100 ppm, pertumbuhan koloni mulai terhambat, ditandai dengan diameter koloni yang lebih kecil dibandingkan kontrol. Selanjutnya, pada konsentrasi 200 ppm, hambatan semakin jelas dengan area pertumbuhan yang jauh berkurang. Sedangkan pada konsentrasi 300 ppm, pertumbuhan koloni *A. porri* hampir sepenuhnya terhenti, bahkan pada beberapa gelas objek tidak tampak pertumbuhan hifa baru.

Peningkatan daya hambat seiring bertambahnya konsentrasi metabolit menunjukkan adanya hubungan linear antara jumlah senyawa aktif dan intensitas penghambatan. Hal ini sejalan dengan penelitian Wardana (2023) yang menyatakan

bahwa konsentrasi metabolit *Trichoderma* sebesar 300 ppm memberikan penghambatan maksimal terhadap *Ganoderma boninense* pada tanaman kelapa sawit. Mekanisme penghambatan yang terjadi diduga melalui aktivitas antibiosis, yaitu pelepasan senyawa toksik yang mampu merusak struktur membran dan dinding sel *A. porri*, menyebabkan kebocoran sitoplasma, dan akhirnya menghambat pertumbuhan jamur. Selain itu, kemungkinan terdapat efek enzimatis dari senyawa seperti kitinase dan β -1,3-glukanase yang turut mempercepat degradasi dinding sel patogen.



Gambar 6. Pengamatan mikroskopis kelebatan hifa *Alternaria porri* a) Kontrol; b) Konsentrasi 100 ppm; c) Konsentrasi 200 ppm; d) Konsentrasi 300 ppm

Hasil pengamatan mikroskopis terhadap *Alternaria porri* setelah diberi perlakuan berbagai konsentrasi metabolit sekunder *Trichoderma sp.* menunjukkan adanya perbedaan morfologi hifa yang sangat jelas antarperlakuan. Perbedaan tampak pada tingkat kerapatan, ketebalan, dan bentuk hifa yang terbentuk. Secara umum, semakin tinggi konsentrasi metabolit yang diberikan, semakin rendah kelebatan serta kualitas pertumbuhan hifa.

Pada perlakuan kontrol (0 ppm), pengamatan mikroskopis memperlihatkan struktur hifa yang normal, tebal, dan bercabang banyak. Hifa tampak hialin hingga kecokelatan dengan permukaan halus dan percabangan yang teratur. Pertumbuhan hifa terlihat sangat padat dan membentuk anyaman rapat, menandakan bahwa pada kondisi tanpa perlakuan metabolit, *A. porri* mampu tumbuh secara optimal. Aktivitas metabolisme sel berlangsung baik karena tidak ada gangguan dari senyawa antibiosis, sehingga pembentukan dinding sel dan sintesis kitin berlangsung sempurna.

Pada perlakuan 100 ppm, mulai terlihat perubahan struktur hifa. Hifa masih tampak tumbuh dengan cukup baik, namun percabangan mulai berkurang dan diameter hifa sedikit mengecil. Beberapa ujung hifa tampak mengalami pembengkakan (*swelling*) dan tidak lagi tumbuh lurus seperti pada kontrol. Fenomena ini menunjukkan adanya gangguan awal pada aktivitas pertumbuhan ujung hifa akibat paparan senyawa bioaktif

dalam metabolit sekunder *Trichoderma sp.* yang mulai menghambat proses pembelahan sel.

Pada perlakuan 200 ppm, kelembatan hifa menurun tajam. Di bawah mikroskop, hifa tampak lebih tipis, rapuh, dan sebagian besar tidak beraturan. Percabangan menjadi jarang dan beberapa segmen hifa menunjukkan tanda-tanda vakuolisasi atau kerusakan internal. Perubahan morfologi ini diduga disebabkan oleh adanya senyawa antibiosis seperti viridin dan trikomidin yang mengganggu integritas membran plasma dan dinding sel jamur. Gangguan ini menyebabkan hilangnya keseimbangan osmotik dan kebocoran isi sel, yang pada akhirnya menghambat pembentukan hifa baru.

Perlakuan dengan konsentrasi 300 ppm memperlihatkan efek paling kuat terhadap morfologi *A. porri*. Hifa tampak sangat jarang, banyak yang mengalami fragmentasi atau pecah menjadi bagian-bagian kecil, dan tidak lagi membentuk jaringan hifa yang utuh. Beberapa hifa tampak mengalami lisis (pecah) dan kehilangan bentuk silindrisnya. Warna hifa juga menjadi lebih pucat, menunjukkan berkurangnya kandungan sitoplasma akibat kerusakan membran. Keadaan ini menandakan bahwa pada konsentrasi tinggi, metabolit sekunder *Trichoderma sp.* mampu menimbulkan efek sitotoksik kuat terhadap sel *A. porri*, yang secara efektif menghambat pertumbuhan vegetatifnya.

Secara fisiologis, perubahan morfologi dan penurunan kelembatan hifa ini menggambarkan mekanisme kerja senyawa metabolit sekunder *Trichoderma sp.* yang bersifat antibiosis dan enzimatis. Menurut Vinale *et al.* (2008), senyawa metabolit seperti gliotoksin, peptaibol, dan trikomidin dapat menghambat sintesis protein, mengganggu struktur dinding sel, serta menurunkan permeabilitas membran. Selain itu, *Trichoderma sp.* juga menghasilkan enzim litik seperti kitinase, β -1,3-glukanase, dan protease yang dapat mendegradasi komponen utama dinding sel patogen, terutama kitin, sehingga struktur hifa menjadi lemah dan mudah rusak.

Penurunan kelembatan hifa secara mikroskopis juga menunjukkan bahwa metabolit *Trichoderma sp.* berpotensi menghambat pembentukan konidia, karena proses pembentukan spora pada jamur umumnya diawali dari ujung hifa yang aktif tumbuh. Dengan terhambatnya pertumbuhan hifa, siklus reproduksi patogen ikut terhambat, sehingga dapat menurunkan tingkat penyebaran penyakit di lapangan.

Hasil ini sejalan dengan temuan Susandi *et al.* (2018) yang melaporkan bahwa pemberian metabolit *Trichoderma sp.* dapat menyebabkan perubahan morfologi hifa patogen, meliputi penipisan, pengerutan, dan kerusakan pada ujung hifa. Fenomena

serupa juga dilaporkan oleh Wardana (2023) bahwa filtrat kultur *Trichoderma sp.* pada konsentrasi tinggi menyebabkan deformasi hifa dan penurunan densitas pertumbuhan pada patogen *Ganoderma boninense*. Hal ini menegaskan potensi metabolit sekunder *Trichoderma sp.* sebagai sumber senyawa antifungi alami yang dapat dimanfaatkan dalam strategi pengendalian hayati penyakit bercak ungu pada bawang merah secara ramah lingkungan dan berkelanjutan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa metabolit sekunder *Trichoderma sp.* mampu menghambat pertumbuhan dan menurunkan kelembatan hifa *Alternaria porri* secara signifikan, dengan tingkat efektivitas yang meningkat seiring bertambahnya konsentrasi. Perlakuan 300 ppm menunjukkan hasil paling optimal, ditandai dengan hifa yang tipis, tidak teratur, dan mengalami kerusakan struktur. Hal ini menunjukkan bahwa metabolit sekunder *Trichoderma sp.* berpotensi besar sebagai agen pengendali hayati ramah lingkungan terhadap penyakit bercak ungu pada bawang merah. Saran Perlu dilakukan penelitian lanjutan secara *in vivo* di lahan pertanaman bawang merah untuk menguji efektivitas metabolit sekunder *Trichoderma sp.* dalam kondisi lingkungan nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- Antari, N. M., Darmayasa, I. B. G., & Hardini, J. (2020). Efektivitas *Trichoderma asperellum* TKD dengan mediator pupuk kandang untuk mengendalikan penyakit layu Fusarium pada tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.). *Simbiosis*, 8(2), 63–71.
- Dewi, I. P., Maryono, T., Aeny, T. N., & Ratih, S. (2015). Kemampuan *Trichoderma sp.* dan filtratnya dalam menekan pertumbuhan *Sclerotium rolfsii* secara *in vitro*. *Jurnal Agrotek Tropika*, 3(1), 130–133.
- Harman, G. E., Howell, C. R., Viterbo, A., Chet, I., & Lorito, M. (2004). *Trichoderma* species—Opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Reviews Microbiology*, 2(1), 43–56.
- Risdiyanti, R. L. (2023). *Antagonisme Streptomyces spp. terhadap Alternaria porri penyebab penyakit bercak ungu pada tanaman bawang merah (Allium ascalonicum L.)* (Skripsi). Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Surabaya.
- Ruswandi, V. R., Syauqi, A., & Rahayu, T. (2020). Uji antagonis jamur *Trichoderma viride* dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen *Alternaria porri* penyebab penyakit bercak ungu pada tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Ilmiah Biosaintropis*, 5(2), 84–90.

- Semangun, H. (2004). *Penyakit-penyakit tanaman hortikultura di Indonesia*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Susandi, Y. N. K., Sualang, D. S., & Paruntu, M. H. B. (2018). Antagonisme *Trichoderma* sp. terhadap *Alternaria porri* patogen penyakit bercak ungu tanaman bawang merah pada beberapa media. *Cocos*, 9(14), 1–11.
- Triasih, U., Wuryantini, S., & Agustini, D. (2022). Karakterisasi cendawan rizosfer kebun jeruk organik dan potensinya dalam menghambat pertumbuhan *Botryodiplodia theobromae* dan *Colletotrichum gloeosporioides*. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 18(5), 205–212.
- Vinale, F., Sivasithamparam, K., Ghisalberti, E. L., Woo, S. L., & Lorito, M. (2008). *Trichoderma*–plant–pathogen interactions. *Soil Biology and Biochemistry*, 40(1), 1–10.
- Wardana, S. (2023). *Uji konsentrasi metabolit sekunder Trichoderma sp. terhadap penyakit busuk pangkal batang (BPB) Ganoderma boninense pada tanaman kelapa sawit (Elaeis guineensis Jacq.) Main Nursery* (Skripsi). Universitas Bengkulu, Bengkulu.
- Wibowo, S. (2009). *Budidaya bawang putih, bawang merah, dan bawang bombay*. Jakarta: Penebar Swadaya.

Uji Kemampuan Ekstrak Daun Kemangi (*Ocimum basilicum* L.) sebagai Fungisida Nabati terhadap *Colletotrichum gloeosporioides* secara *in vitro*

Chalvin Jhosant Ferdiansyah^{1*}, Tunjung Pamekas¹, Agustin Zarkani¹, Hendri Bustamam¹,
Ilmi Hamidi¹

¹Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu

Email: chalvinjfl@gmail.com

Abstrak

Kualitas jeruk lokal di Indonesia masih rendah dan sulit bersaing dengan jeruk impor. Salah satu penyebab utama penurunan mutu adalah serangan cendawan *Colletotrichum gloeosporioides* pada fase pascapanen yang menyebabkan penyakit antraknosa. Penelitian ini bertujuan menguji kemampuan ekstrak daun kemangi (*Ocimum basilicum* L.) sebagai fungisida nabati terhadap pertumbuhan *C. gloeosporioides* pada buah jeruk siam. Penelitian dilakukan di Laboratorium Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu, menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan, yaitu kontrol, konsentrasi ekstrak daun kemangi 1%, 1,5%, dan 2%, masing-masing enam ulangan. Ekstrak daun kemangi diperoleh melalui proses maserasi menggunakan etanol 96% selama enam hari, kemudian diuapkan hingga menghasilkan ekstrak kental. Pengujian dilakukan secara *in vitro* dengan metode biakan ganda untuk mengamati daya hambat terhadap pertumbuhan koloni *C. gloeosporioides*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak daun kemangi mampu menghambat pertumbuhan *C. gloeosporioides*, dan peningkatan konsentrasi ekstrak berbanding lurus dengan peningkatan daya hambat. Konsentrasi 2% memberikan penghambatan tertinggi terhadap pertumbuhan hifa dan perkecambahan konidia. Dengan demikian, ekstrak daun kemangi berpotensi dikembangkan sebagai fungisida nabati ramah lingkungan dalam pengendalian penyakit antraknosa pada buah jeruk siam pascapanen.

Kata kunci: Jeruk siam, *Colletotrichum gloeosporioides*, Daun kemangi, Fungisida nabati

Abstract

The quality of local citrus fruits in Indonesia remains low and less competitive compared to imported products. One of the main factors contributing to quality deterioration is infection by the fungus *Colletotrichum gloeosporioides*, which causes anthracnose disease during the postharvest stage. This study aimed to examine the effectiveness of basil leaf (*Ocimum basilicum* L.) extract as a botanical fungicide against the growth of *C. gloeosporioides* on Siam citrus fruits. The research was conducted at the Plant Protection Laboratory, Faculty of Agriculture, University of Bengkulu, using a Completely Randomized Design (CRD) with four treatments: control, and basil leaf extract concentrations of 1%, 1.5%, and 2%, each replicated six times. The basil leaf extract was prepared by maceration using 96% ethanol for six days and evaporated to obtain a concentrated extract. The antifungal activity was tested *in vitro* using the dual culture method to observe inhibition on fungal colony growth. The results showed that basil leaf extract significantly inhibited *C. gloeosporioides* growth, and the inhibition rate increased with higher extract concentrations. The 2% concentration provided the highest inhibition of hyphal growth and conidial germination. Therefore, basil leaf extract has potential as an eco-friendly botanical fungicide for controlling anthracnose disease in postharvest Siam citrus fruits.

Keywords: Siam citrus, *Colletotrichum gloeosporioides*, Basil leaf, Botanical fungicide

PENDAHULUAN

Produksi jeruk di Indonesia memiliki potensi besar, namun kualitas buah jeruk lokal secara umum masih tergolong rendah sehingga sulit bersaing dengan produk jeruk impor. Kondisi tersebut menyebabkan harga jual jeruk dalam negeri cenderung lebih murah. Salah satu faktor utama penyebab rendahnya mutu buah jeruk adalah serangan organisme patogen, terutama pada fase pascapanen. Dari berbagai jenis patogen yang menyerang buah jeruk, kelompok cendawan menjadi penyebab yang paling sering dijumpai dan berperan penting dalam menurunkan kualitas hasil panen.

Banyak jenis jeruk telah dikembangkan di Provinsi Bengkulu, salah satunya adalah jeruk siam (*Citrus nobilis* var. *macrocarpa*). Provinsi ini memiliki beberapa sentra produksi jeruk siam, di antaranya Kabupaten Lebong, Kepahiang, Rejang Lebong, Bengkulu Utara, dan Bengkulu Selatan. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS, 2020), produksi jeruk siam di Provinsi Bengkulu meningkat dari 14.070,4 ton pada tahun 2019 menjadi 16.215,3 ton pada tahun 2020 atau naik sebesar 15,24%. Kabupaten Lebong merupakan sentra utama dengan kontribusi hampir 55% dari total produksi provinsi. Namun, beberapa daerah seperti Bengkulu Tengah mengalami penurunan produksi tajam hingga -84,17%. Penurunan tersebut menunjukkan adanya permasalahan serius, salah satunya akibat serangan cendawan pascapanen yang menurunkan mutu dan menyebabkan kehilangan hasil. Tanpa pengendalian patogen yang efektif, peningkatan produksi secara kuantitas tidak akan diiringi dengan peningkatan kualitas dan daya saing jeruk di pasaran.

Jeruk siam merupakan buah yang digemari oleh masyarakat dari berbagai kalangan karena rasanya yang manis, mudah dikupas, ekonomis, dan bergizi tinggi. Kandungan vitamin C dalam jeruk siam mencapai 32,50 mg/100 g (Soelarlo, 1996). Namun demikian, komoditas hortikultura ini masih menghadapi masalah besar pada tahap pascapanen akibat infeksi patogen. Menurut Turang dan Tuju (2004) banyak mikroorganisme terutama jamur yang menyerang buah jeruk, antara lain *Colletotrichum* sp., *Penicillium* sp., dan beberapa jamur lainnya. Suhardi (2009) menambahkan bahwa penyakit pascapanen pada komoditas hortikultura di negara berkembang belum mendapat perhatian yang memadai, sementara fasilitas penanganan pascapanen masih minim sehingga kehilangan hasil bisa mencapai 50% atau lebih.

Upaya pengendalian patogen pascapanen perlu segera dioptimalkan agar produksi buah jeruk tidak hanya tinggi secara kuantitas, tetapi juga bermutu baik. Salah

satu alternatif ramah lingkungan yang dapat digunakan adalah pemanfaatan fungisida nabati dari bahan alami, seperti ekstrak daun kemangi (*Ocimum basilicum* L.). Daun kemangi diketahui mengandung berbagai konstituen fitokimia, antara lain alkaloid, flavonoid, fenol, saponin, tanin, terpenoid, karbohidrat, glikosida jantung, kolesterol, glikosida, dan phlobatannin (Gebrehiwot *et al.*, 2015; Nguyen *et al.*, 2021). Senyawa-senyawa tersebut memiliki aktivitas biologis yang luas, termasuk antiinflamasi, antimikroba, antivirus, antikanker, antijamur, antidiabetes, antialergi, analgesik, kardioprotektif, dan imunomodulator (Eftekhar *et al.*, 2019; De Martino *et al.*, 2021; Nadeem *et al.*, 2022).

Menurut penelitian Suryaningsih *et al.* (2015), pengendalian penyakit antraknosa (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) pada buah jeruk siam dapat dilakukan dengan memanfaatkan minyak atsiri dari cengkeh dan sereh dapur. Uji pendahuluan menunjukkan bahwa penggunaan konsentrasi minyak atsiri 1%, 2%, 5%, dan 10% mampu menghambat pertumbuhan jamur *C. gloeosporioides* hingga 100%. Senyawa aktif dalam minyak atsiri dan ekstrak tanaman diketahui dapat merusak membran sel cendawan, menghambat pertumbuhan hifa, serta menekan sporulasi, sehingga efektif dalam mengendalikan patogen pascapanen. Cendawan *C. gloeosporioides* sendiri merupakan patogen utama penyebab penyakit antraknosa pada buah jeruk, yang menimbulkan kerugian besar terutama pada fase penyimpanan. Infeksi biasanya dimulai sejak buah di lapangan dalam kondisi laten, kemudian gejala berupa bercak cokelat kehitaman hingga busuk baru muncul setelah panen (Tang *et al.*, 2023). Oleh karena itu, penelitian mengenai potensi ekstrak daun kemangi sebagai fungisida nabati terhadap *C. gloeosporioides* pada buah jeruk siam pascapanen sangat penting untuk dilakukan dalam rangka mendukung peningkatan mutu dan daya saing jeruk lokal di pasar nasional maupun internasional.

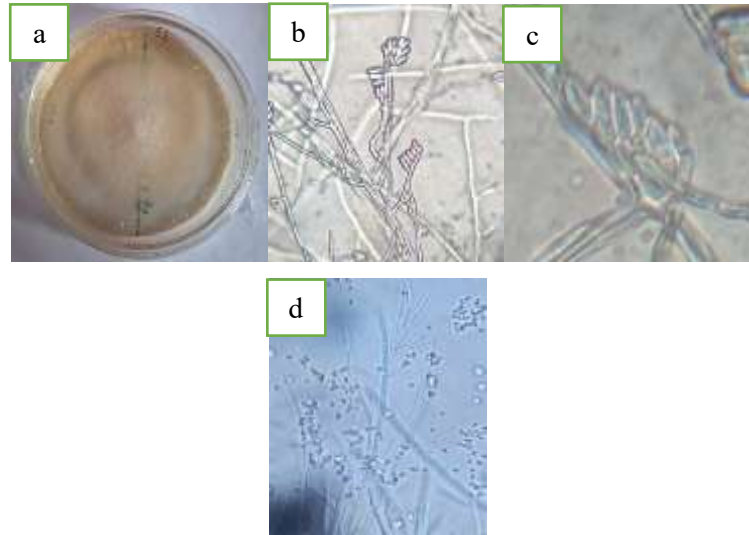
METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu, pada bulan September 2025 hingga Januari 2026. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat taraf perlakuan yaitu kontrol (tanpa ekstrak), ekstrak daun kemangi 1%, 1,5%, dan 2%. Ekstrak daun kemangi dibuat dengan metode maserasi menggunakan etanol 96% selama 6 hari, lalu di filtrasi menggunakan alat *separatory funnel*, kemudian diuapkan selama 6 hari hingga diperoleh ekstrak kental. Uji daya hambat dilakukan menggunakan metode biakan

ganda (*dual culture*) dengan mengukur persentase hambatan pertumbuhan koloni *C. gloeosporioides* setelah inkubasi selama 18 jam pada suhu kamar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Cendawan *Colletotrichum gloeosporioides*



Gambar 1. Koloni, konidiofor, konidia, dan hifa *C. gloeosporioides* umur 7 hsi pada media *Potato Dextrose Agar* (PDA)

Keterangan: a= Koloni *C. gloeosporioides* pada PDA; b= Konidiofor, c= Konidia dan d= hifa *C. gloeosporioides* (perbesaran mikroskopis 400x)

Cendawan *C. gloeosporioides* secara makroskopis pada media PDA menunjukkan koloni berwarna keputihan hingga abu-abu muda pada awal pertumbuhan, kemudian berubah menjadi keabu-abuan hingga kehitaman seiring bertambahnya umur koloni. Pertumbuhan koloni bersifat melingkar dan menyebar ke segala arah, dengan permukaan halus hingga sedikit berbeludru, serta bagian tengah koloni biasanya lebih gelap. Pada tahap awal, koloni tumbuh dengan tepi rata, kemudian berkembang membentuk zona konsentris yang khas, sebagaimana dijelaskan oleh Prihastuti *et al.* (2009) bahwa *C. gloeosporioides* memiliki koloni dengan tepi halus dan pusat koloni yang lebih padat serta berwarna gelap.

Secara mikroskopis, *C. gloeosporioides* memiliki hifa bersekat (septat), hialin (tidak berwarna), dan bercabang halus. Hifa tersebut membentuk konidiofor pendek dan tidak bersekat yang muncul dari struktur khas berbentuk bantal kecil yang disebut acervulus. Konidia berbentuk silindris hingga lonjong (oval), hialin, berdinding tipis, dengan ukuran berkisar antara $10\text{--}20\text{ }\mu\text{m} \times 4\text{--}6\text{ }\mu\text{m}$, serta sering ditemukan dalam massa

berlendir pada permukaan koloni. Selain itu, pada pengamatan mikroskopis juga terlihat adanya seta, yaitu rambut steril berwarna coklat kehitaman yang muncul di sekitar acervulus dan berfungsi sebagai pelindung konidia dari kerusakan lingkungan (Photita *et al.*, 2005).

Isolat *C. gloeosporioides* yang diperoleh dari buah jeruk siam pascapanen menunjukkan gejala bercak coklat kehitaman hingga busuk melingkar pada permukaan kulit buah. Ketika bagian buah yang terinfeksi diisolasi pada media PDA, koloni mulai tumbuh setelah 2–3 hari inkubasi, dan pada umur 7 hari koloni tampak padat dengan miselium yang menyebar ke seluruh permukaan media (Gambar 1). Hasil pengamatan ini sejalan dengan penelitian Suryaningsih *et al.* (2015) yang menyatakan bahwa koloni *C. gloeosporioides* pada PDA tumbuh cepat dengan warna keabu-abuan dan menghasilkan konidia hialin berbentuk lonjong.

Ekstraksi dan Kandungan Senyawa Daun Kemangi

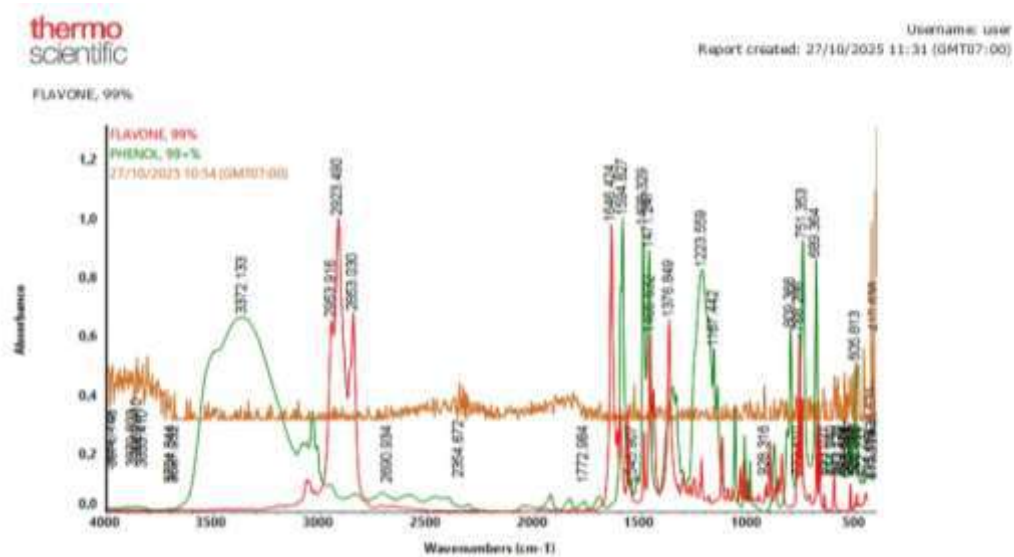
Pembuatan ekstrak daun kemangi dilakukan dengan cara sebagai berikut:



Gambar 2. Bagan pembuatan ekstraksi daun kemangi

Prosedur pembuatan ekstrak kemangi dilakukan dengan menimbang berat awal daun kemangi yang baru diambil dari kebun warga Bengkulu Selatan. Berat awal daun babadotan segar yaitu 2 kg kemudian dikeringanginkan selama 1 minggu menjadi 726 g. Kemudian setelah kering, daun kemangi tersebut diblender hingga halus dan ditimbang kembali untuk diperoleh berat akhirnya. Berat akhir daun kemangi setelah dihaluskan yaitu 250 g. Bubuk kemangi inilah yang akan digunakan sebagai perlakuan konsentrasi ekstrak daun kemangi. Setelah daun kemangi berbentuk bubuk halus, kemudian bubuk tersebut diambil sebanyak 10 g dan direndam dengan menggunakan etanol 96% sebanyak 1000 ml kemudian ditunggu selama 6 x 24 jam dengan ditutup rapat. Selanjutnya rendaman yang sudah dicampurkan difiltrasi Menggunakan alat *separatory funnel*. Kemudian campuran ekstrak diuapkan kembali selama 6 hari, maka diperoleh ekstrak kental sebanyak 10 ml. Dari seluruh bubuk kemangi diperoleh ekstrak kental sebanyak 1 liter ekstrak kental.

Uji senyawa yang terkandung di dalam ekstrak daun babadotan dilakukan uji FTIR di Laboratorium Perikanan. Hasil FTIR menunjukkan ada 2 senyawa pada ekstrak daun kemangi yang dapat dilihat pada Gambar 3.



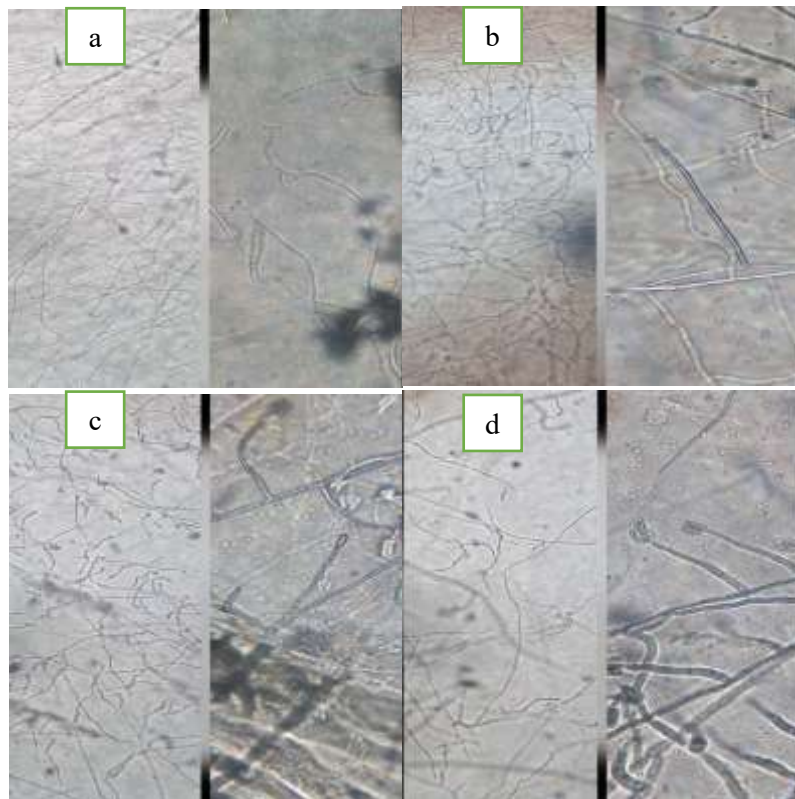
Gambar 3. Hasil uji FTIR ekstrak daun kemangi

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa terdapat 2 senyawa kimia dominan di dalam ekstrak daun kemangi. Menurut hasil FTIR dengan melihat seluruh spektrum yang tajam dan stretching seluruh struktur senyawa kimia yang diperoleh maka crude ekstrak daun kemangi mengandung senyawa kimia precocene. Berdasarkan hasil uji FTIR di atas

telah didapatkan bahwa pada daerah 2923,490 cm⁻¹ merupakan puncak spektrum terdapat O-H (fenol), pada daerah 1594,827 cm⁻¹ menunjukkan senyawa C=C (Aromatik) yang menandakan adanya senyawa aromatik seperti flavonoid dalam ekstrak daun kemangi.

Daun kemangi (*Ocimum basilicum*) diketahui mengandung berbagai senyawa metabolit sekunder seperti fenol, terpenoid, tanin, saponin, dan flavonoid yang berperan penting dalam aktivitas biologis tanaman, termasuk sebagai antimikroba dan antioksidan alami (Zhakipbekov *et al.*, 2024). Kandungan flavonoid pada daun kemangi berfungsi melindungi tanaman dari serangan mikroorganisme patogen serta memberikan efek fisiologis yang bermanfaat bagi kesehatan manusia (Ghasemzadeh *et al.*, 2016).

Uji Ekstrak Daun Kemangi Terhadap Pertumbuhan *C. gloeosporioides* Secara *in vitro*



Gambar 4. Hifa dan konidiofor *C. gloeosporioides* dengan beberapa konsentrasi ekstrak daun kemangi

Keterangan: a= Konsternasi 0% (control); b= Konsternasi 1%; c= Konsternasi 1,5%; d= Konsternasi 2%,

Berdasarkan Gambar 4, dapat diamati bahwa ekstrak daun kemangi memberikan pengaruh inhibisi yang signifikan terhadap pertumbuhan koloni dan perkecambahan konidia *C. gloeosporioides* secara *in vitro*. Hasil pengamatan menunjukkan adanya

perbedaan yang jelas antara perlakuan kontrol dan berbagai konsentrasi ekstrak yang diujikan. Perbedaan ini menunjukkan bahwa kandungan senyawa aktif dalam ekstrak daun kemangi memiliki potensi sebagai agen antifungal yang mampu menghambat aktivitas fisiologis cendawan patogen.

Pada perlakuan kontrol (0%), pertumbuhan hifa *C. gloeosporioides* tampak sangat lebat dan memanjang dengan ukuran kecambah mencapai $\pm 5-6 \mu\text{m}$. Kondisi tersebut menggambarkan bahwa tanpa adanya senyawa penghambat, patogen dapat tumbuh secara optimal dan membentuk jaringan hifa yang padat. Pertumbuhan hifa yang ekstensif menunjukkan bahwa kondisi lingkungan media sangat mendukung aktivitas metabolisme dan reproduksi cendawan.

Namun, seiring dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak daun kemangi, tampak adanya penurunan bertahap pada kelebatan hifa serta panjang kecambah konidia. Pada konsentrasi 1% (b), hifa masih terlihat cukup banyak, tetapi panjang kecambah menurun menjadi $\pm 3-3,5 \mu\text{m}$. Hal ini menunjukkan bahwa senyawa bioaktif dalam ekstrak mulai memberikan efek penghambatan terhadap pertumbuhan cendawan. Pada konsentrasi 1,5% (c), kelebatan hifa semakin berkurang dengan panjang kecambah sekitar $\pm 2-3 \mu\text{m}$. Fenomena ini menunjukkan adanya peningkatan aktivitas antifungal seiring dengan peningkatan dosis ekstrak yang diberikan.

Efek penghambatan paling kuat terlihat pada konsentrasi 2% (d), di mana kelebatan hifa sangat sedikit dan panjang kecambah hanya mencapai $\pm 1-1,5 \mu\text{m}$. Hal ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi tinggi, senyawa antifungal dalam daun kemangi bekerja secara optimal dalam menghambat pertumbuhan dan perkembangan cendawan. Mekanisme penghambatan ini kemungkinan disebabkan oleh kandungan flavonoid, fenol, dan terpenoid dalam daun kemangi yang mampu merusak integritas dinding sel dan membran plasma cendawan, sehingga mengganggu proses penyerapan nutrisi dan pembelahan sel (Sari & Rahmi, 2020).

Menurut Purnamasari *et al.* (2021), flavonoid dan fenolik memiliki kemampuan untuk mengganggu fungsi enzim dan struktur membran mikroba melalui mekanisme denaturasi protein dan oksidasi senyawa penting dalam sel. Dengan demikian, semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang diberikan, semakin banyak senyawa aktif yang berinteraksi dengan komponen seluler cendawan, sehingga menghambat proses pertumbuhan hifa maupun perkecambahan konidia secara efektif.

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Satwika & Nuraini (2020) yang

melaporkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak etanol daun kemangi berbanding lurus dengan peningkatan daya hambat terhadap pertumbuhan *C. gloeosporioides*. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa ekstrak daun kemangi berpotensi digunakan sebagai fungisida nabati alami dalam pengendalian penyakit antraknosa pada buah jeruk yang disebabkan oleh *C. gloeosporioides*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa ekstrak daun kemangi (*Ocimum basilicum* L.) memiliki kemampuan efektif dalam menghambat pertumbuhan cendawan *Colletotrichum gloeosporioides* secara *in vitro*. Peningkatan konsentrasi ekstrak berpengaruh nyata terhadap penurunan panjang hifa dan tingkat perkecambahan konidia. Konsentrasi 2% merupakan dosis paling optimal dalam menekan pertumbuhan patogen penyebab penyakit antraknosa pada buah jeruk siam. Dengan demikian, ekstrak daun kemangi berpotensi dikembangkan sebagai alternatif fungisida nabati yang ramah lingkungan dan berkelanjutan untuk pengendalian penyakit pascapanen pada komoditas jeruk. Penelitian lanjutan disarankan untuk dilakukan secara *in vivo* guna menguji efektivitas ekstrak daun kemangi (*Ocimum basilicum* L.) terhadap *Colletotrichum gloeosporioides* langsung pada buah jeruk siam pascapanen.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Provinsi Bengkulu. (2020). *Produksi jeruk siam/keprok menurut kabupaten/kota di Provinsi Bengkulu*. Diakses dari <https://bengkulu.bps.go.id/id/statistics-table/1/NzY3IzE=/produksi-jeruk-siam-keprok-menurut-kabupaten-kota-di-provinsi-bengkulu-tahun-2019-2020.html>
- De Martino, L., Amato, G., Caputo, L., Nazzaro, F., Scognamiglio, M., & De Feo, V. (2021). Variations in composition and bioactivity of *Ocimum basilicum* cv 'Aroma 2' essential oils. *Industrial Crops and Products*, 172, 114068.
- Eftekhari, N., Moghimi, A., Roshan, M. N., Saadat, S., & Boskabady, M. H. (2019). Immunomodulatory and anti-inflammatory effects of hydro-ethanolic extract of *Ocimum basilicum* leaves and its effect on lung pathological changes in an ovalbumin-induced rat model of asthma. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 19, 349.
- Gebrehiwot, H., Bachetti, R., & Dekebo, A. (2015). Chemical composition and antimicrobial activities of leaves of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) herb. *International Journal of Basic & Clinical Pharmacology*, 4(5), 869–875.
- Ghasemzadeh, A., Jaafar, H. Z., & Rahmat, A. (2016). Improvement in flavonoids and phenolic acids production and antioxidant activity in basil (*Ocimum basilicum* L.) plants. *Molecules*, 21(3), 1–14.

- Nadeem, H. R., Akhtar, S., Sestili, P., Ismail, T., Neugart, S., Qamar, M., & Esatbeyoglu, T. (2022). Toxicity, antioxidant activity, and phytochemicals of basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves cultivated in Southern Punjab, Pakistan. *Foods*, 11, 1239.
- Nguyen, T. T., Nguyen, N. Q., Thi, N. Q. N., Thi, C. Q. N., Truc, T. T., & Nghi, P. T. B. (2021). Studies on chemical, polyphenol content, flavonoid content, and antioxidant activity of sweet basil leaves (*Ocimum basilicum* L.). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1092, 012083.
- Photita, W., Taylor, P. W. J., Ford, R., Hyde, K. D., & Lumyong, S. (2005). Morphological and molecular characterization of *Colletotrichum* species from tropical fruits in Thailand. *Fungal Diversity*, 24, 163–186.
- Prihastuti, H., Cai, L., Chen, H., McKenzie, E. H. C., & Hyde, K. D. (2009). Characterization of *Colletotrichum gloeosporioides* species complex associated with coffee berries in northern Thailand. *Fungal Diversity*, 39, 89–109.
- Purnamasari, D., Nuraini, L., & Rahmawati, I. (2021). Identifikasi senyawa aktif daun kemangi (*Ocimum basilicum*) menggunakan metode FTIR dan GC-MS. *Jurnal Kimia Riset*, 6(2), 87–93.
- Sari, N. P., & Rahmi, A. (2020). Analisis spektrum FTIR ekstrak daun kemangi sebagai sumber senyawa bioaktif alami. *Jurnal Sains Terapan*, 8(1), 15–21.
- Satwika, D., & Nuraini, S. (2020). Phytochemical analysis and antibacterial activity of basil (*Ocimum basilicum*) extract. *Indonesian Journal of Biological Research*, 10(2), 45–52.
- Soelarso, R. B. (1996). *Budidaya jeruk bebas penyakit*. Yogyakarta: Kanisius.
- Suhardi. (2009). Ekobiologi patogen: Perspektif dan penerapannya dalam pengendalian penyakit. *Jurnal Pengembangan Inovasi Pertanian*, 2(2), 111–130.
- Suryaningsih, K. I., Sudana, I. M., & Suada, I. K. (2015). Pengendalian penyakit antraknosa (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz) pada buah jeruk siam (*Citrus nobilis* var. microcarpa) dengan menggunakan minyak atsiri cengkeh dan sereh dapur. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 4(1), 1–7.
- Tang, Y., Wang, Y., Wang, L., & Zhang, X. (2023). Pathogenicity and latent infection of *Colletotrichum gloeosporioides* on citrus fruits. *Journal of Plant Pathology*, 105(2), 345–356.
- Turang, D. A. S., & Tuju, M. J. (2004). Postharvest disease of papaya fruit caused by fungi during storage and marketing and its control. *Eugenia*, 10(2), 168–175.
- Zhakupbekov, K., Nurpeisov, A., Kidir, T., Isakova, B., & Ibragimov, Z. (2024). Antimicrobial and other pharmacological properties of *Ocimum basilicum* (basil): A review. *Frontiers in Pharmacology*, 15, 1447–1463.

Pengaruh Aplikasi Kitosan terhadap Perkembangan Penyakit Bercak Ungu (*Alternaria porri*) pada Bawang Merah

Emy Maria Sianipar^{1*}, Tunjung Pamekas¹, Ilmi Hamidi¹, Djamilah¹, Mimi Sutrawati¹

¹Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu

Email: emymaria2004@gmail.com

Abstrak

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan komoditas hortikultura bernilai tinggi yang rentan terhadap penyakit bercak ungu yang disebabkan oleh *Alternaria porri*. Penggunaan kitosan, hasil deasetilasi kitin dari cangkang kepiting, menjadi alternatif pengendalian ramah lingkungan karena memiliki aktivitas antimikroba dan mampu meningkatkan ketahanan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi kitosan terhadap perkembangan penyakit bercak ungu pada bawang merah serta menentukan konsentrasi yang paling efektif. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu, menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan konsentrasi kitosan, yaitu 0%, 2%, 3%, 4%, dan 5%, masing-masing diulang dua kali. Perlakuan kitosan 4% memberikan hasil terbaik dengan menekan intensitas penyakit hingga 65,7%. Dengan demikian, kitosan cangkang kepiting berpotensi sebagai pengendali hayati efektif dan ramah lingkungan dalam menekan penyakit bercak ungu serta meningkatkan produktivitas bawang merah.

Kata kunci: *Alternaria porri*, Bawang merah, Bercak ungu, Kitosan

Abstract

Shallot (*Allium ascalonicum* L.) is a high-value horticultural commodity that is susceptible to purple blotch disease caused by *Alternaria porri*. The use of chitosan, a derivative of chitin obtained from crab shells, offers an environmentally friendly alternative for disease management due to its antimicrobial properties and ability to enhance plant resistance. This study aimed to determine the effect of chitosan application on the development of purple blotch disease in shallots and to identify the most effective concentration. The research was conducted at the Plant Protection Laboratory, Faculty of Agriculture, University of Bengkulu, using a Completely Randomized Design (CRD) with five chitosan concentrations—0%, 2%, 3%, 4%, and 5%—each replicated two times. The 4% chitosan treatment produced the best results by reducing disease intensity by up to 65.7%. Therefore, crab shell-derived chitosan has the potential to serve as an effective and environmentally friendly biocontrol agent to suppress purple blotch disease and enhance shallot productivity.

Keywords: *Alternaria porri*, Shallot, Purple blotch, Chitosan

PENDAHULUAN

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) adalah produk hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Bawang merah tergolong rempah-rempah penting yang tidak dapat digantikan, dimanfaatkan sebagai bumbu masakan dan bahan dalam pengobatan tradisional. Produk ini juga memiliki peran penting dalam meningkatkan pendapatan dan kesempatan kerja, yang berkontribusi pada perkembangan ekonomi di berbagai daerah (Aliudin *et al.*, 2022).

Tanaman ini diminati karena memiliki kandungan gizi yang tinggi, setiap 100 gram bawang merah terdapat sekitar 79,80 gram air, 0,290 mg vitamin B5, 60 mg fosfor, 334 mg kalium, dan 37 mg kalsium. Bawang merah sebagai sayuran yang digunakan dalam berbagai produk olahan seperti bawang goreng, dan juga merupakan sumber senyawa biofarmaka yang menguntungkan bagi kesehatan manusia (Sittisart *et al.*, 2017). Menurut data Badan Pusat Statistik (2024), produksi bawang merah secara nasional tahun 2021 mencapai 2.004.590 ton, tahun 2022 mengalami penurunan menjadi 1.982.360 ton, dan pada tahun 2023 mengalami peningkatan menjadi 1.985.233 ton.

Penyakit yang sering menyerang tanaman bawang merah adalah jamur *A.porri*, dengan gejala awal ditandai dengan munculnya bercak kecil melekok, berwarna putih sampai kelabu. Jika membesar, bercak tampak bercincin-cincin dan warnanya agak keunguan. Pada cuaca lembab, permukaan bercak tertutup oleh konidiofor dan konidium jamur yang berwarna coklat sampai hitam. Ujung daun yang terserang menjadi kuning, ditularkan melaui udara dan berkembang dengan baik bila kelembaban udara tinggi dengan suhu rata-rata di atas 260C (Semangun, 2007).

Pengaplikasian kitosan dapat meningkatkan kandungan klorofil sehingga aktivitas fotosintesis yang dilakukan oleh tanaman lebih efektif (Subiksa, 2013). Menurut (Sasmita *et al.* 2020), kitosan mengandung hormon-hormon pertumbuhan seperti auksin (IAA), sitokinin (zeatin), dan giberelin (GA3). Sasmita *et al.* (2020), tanaman yang diberi kitosan 30 ml memiliki jumlah cabang sekunder dan lebar tajuk daun yang lebih besar dibandingkan dengan tanaman yang tidak diberi perlakuan kitosan. Lebih lanjut dilaporkan pula oleh Ji *et al.* (2022) bahwa terdapat peningkatan kandungan klorofil, gula dan asam amino pada tanaman teh yang diperlakukan dengan kitosan.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengkaji pengaruh aplikasi kitosan dalam menekan intensitas penyakit bercak ungu (*A. porri*) pada tanaman bawang merah (*Allium*

ascalonicum L.) serta menentukan konsentrasi kitosan yang paling berpengaruh dalam mendukung ketahanan dan produktivitas bawang merah.

METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan September 2025 hingga Januari 2026 di Laboratorium Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan konsentrasi kitosan, yaitu 0%, 2%, 3%, 4%, dan 5%, masing-masing diulang dua kali.

Alternaria porri diisolasi dari daun tanaman yang menunjukkan gejala bercak coklat keunguan. Jaringan daun terinfeksi dicuci dengan air mengalir, dipotong berukuran ± 5 mm, kemudian dikering-anginkan dan diletakkan pada cawan petri berisi media PDA. Isolat diinkubasi selama 7 hari pada suhu 25–30°C (Istifadah *et al.*, 2020). Koloni yang tumbuh selanjutnya diperbanyak kembali pada media PDA sebagai inokulum uji.

Pembuatan kitosan dilakukan dari cangkang kepiting melalui tiga tahap utama, yakni deproteinasi, demineralisasi, dan deasetilasi, hingga diperoleh kitosan murni. Kitosan yang dihasilkan kemudian diuji efektivitasnya terhadap cendawan *Alternaria porri* melalui dua pendekatan, yaitu uji *in vitro*.

Uji *in vitro* dilakukan menggunakan metode preparat yang diberi media Potato Dextrose Agar (PDA) untuk mengukur daya hambat kitosan terhadap pertumbuhan koloni *A. porri*.

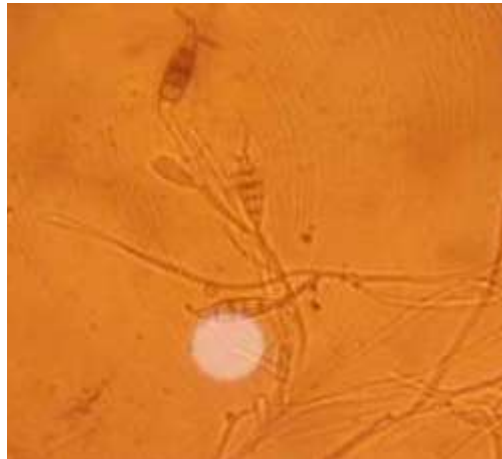
HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 1. Gejala patogen *A. porri*



Gambar 2. Makroskopis *A. porri*



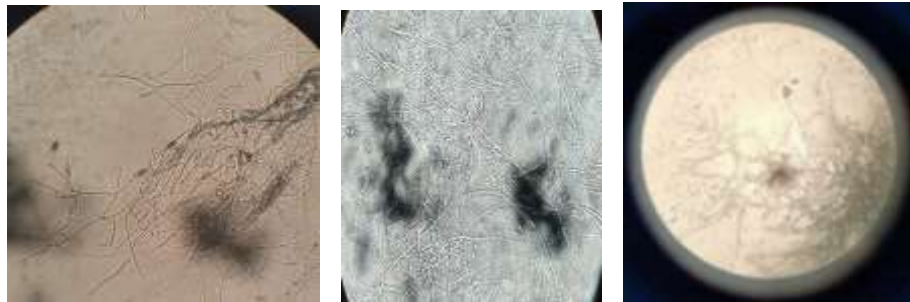
Gambar 3. Mikroskopis *A. porri*

Jamur ini umumnya menyerang tanaman genus *Allium* pada saat tanaman membentuk umbi, namun pada keadaan yang dapat mendukung perkembangan penyakit, seperti saat musim hujan, tanaman yang masih muda pun dapat terserang (Nirwanto, 2008).

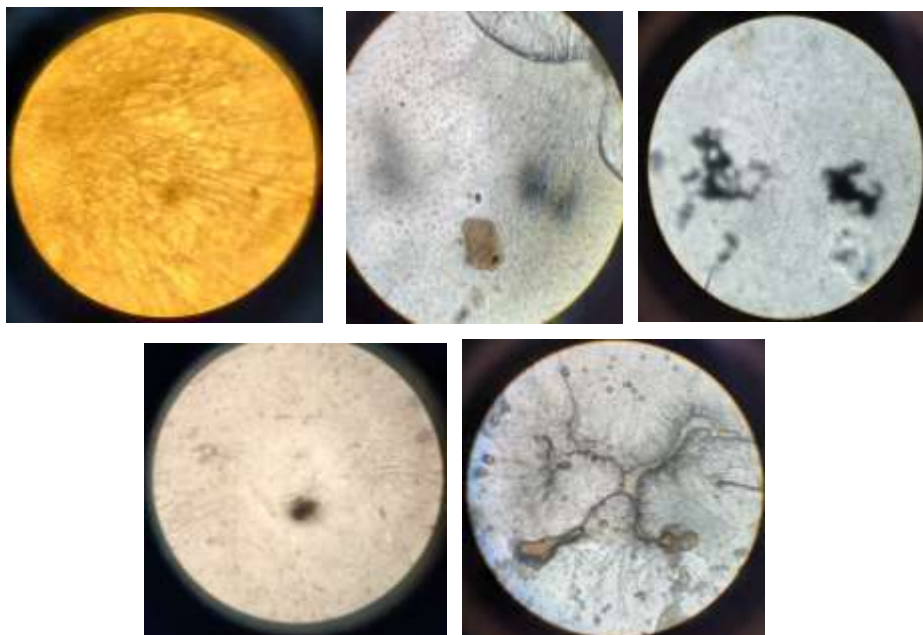
Gejala Penyakit Gejala serangan *A. Porri* yaitu diawali dengan terjadinya bercak kecil, melekok, berwarna putih sampai kelabu. Jika membesar, bercak tampak bercincincin, dan warnanya agak keunguan. Tepinya agak kemerahan atau keunguan dan dikelilingi oleh zona yang berwarna kuning, yang dapat meluas agak jauh diatas atau dibawah bercak, pada cuaca lembab permukaan bercak tertutup oleh konidiofor dan konidium jamur yang berwarna coklat sampai hitam. Ujungnya daun yang sakit mengering.

Bercak lebih banyak terdapat pada daun tua. Bercak terjadi pada daun, tangkai bunga, dan bagian-bagian bunga bibit bawang (Semangun, 2000).

Pada mulanya cendawan terbang terbawa angin atau air menempel pada bagian tanaman, termasuk daun. Kemudian pada bagian yang terinfeksi terjadi suatu perubahan warna berupa bercak kecil putih sampai keabu-abuan. Pada bercak yang membesar, tampak lingkaran membentuk cincin berwarna keunguan yang dikelilingi warna kuning.



Gambar 4. Mikroskopis kontrol tanpa kitosan



Gambar 5. Konsentrasi 2%, konsentrasi 3%, konsentrasi 4% dan konsentrasi 5%

Gambar 2 dan 3 menunjukkan pengaruh berbagai konsentrasi kitosan terhadap pertumbuhan koloni *Alternaria porri* secara *in vitro*. Pada perlakuan kontrol (tanpa kitosan), koloni jamur tampak tumbuh dengan cepat, membentuk miselium berwarna keabu-abuan hingga kehitaman dan teksturnya padat. Hal ini menunjukkan bahwa pada

kondisi tanpa perlakuan, *A. porri* memiliki kemampuan tumbuh yang tinggi serta dapat berkembang dengan baik pada media PDA.

Pemberian kitosan mulai menunjukkan efek penghambatan pada konsentrasi 2% dan 3%. Koloni jamur yang tumbuh pada kedua perlakuan ini terlihat lebih kecil dibandingkan kontrol, dengan miselium yang lebih tipis dan pertumbuhan yang lebih lambat. Hal ini menunjukkan bahwa kitosan mulai memberikan tekanan terhadap aktivitas metabolisme jamur. Pada perlakuan kitosan 4%, pertumbuhan koloni *A. porri* tampak sangat terhambat. Miselium terlihat jarang dan tidak menutupi seluruh permukaan media, menandakan bahwa konsentrasi ini memberikan pengaruh paling efektif dalam menghambat pertumbuhan jamur.

Perlakuan dengan konsentrasi 5% juga menunjukkan penghambatan terhadap pertumbuhan *A. porri*, meskipun pada beberapa pengulangan masih ditemukan sedikit pertumbuhan miselium. Kondisi ini diduga disebabkan oleh kemampuan adaptasi jamur terhadap kandungan kitosan yang tinggi dalam media. Secara umum, semakin tinggi konsentrasi kitosan yang diberikan, semakin besar pula daya hambat terhadap pertumbuhan jamur patogen tersebut.

Kitosan diketahui mampu berinteraksi dengan komponen bermuatan negatif pada permukaan spora atau konidia jamur, menyebabkan peningkatan permeabilitas membran dan kebocoran isi sel (Badawy & Rabea, 2011). Sementara itu, silika nano bekerja dengan cara merusak struktur luar sel dan menginduksi stres oksidatif melalui pembentukan spesies oksigen reaktif (ROS), yang pada akhirnya menghambat pertumbuhan dan perkembangan patogen (Wang et al., 2022). Efektivitas kombinasi keduanya dalam menghambat perkecambahan konidia juga telah dilaporkan oleh Fitriani *et al.* (2023), yang menunjukkan bahwa perlakuan ini dapat menurunkan viabilitas spora dan mengganggu proses germinasi secara signifikan.

Sifat bakteriostatik kitosan juga mampu menghambat bakteri patogen dan mikroorganisme pembusuk misalnya jamur, bakteri gram positif, dan negatif (Magani *et al.*, 2020). Pembuatan kitosan diperoleh melalui tiga tahap yaitu deproteinasi, demineralisasi, dan deasetilasi. Proses deproteinasi dilakukan dengan melarutkan cangkang kepiting ke dalam larutan NaOH dan demineralisasi dengan cara penghilangan mineral menggunakan HCl, sehingga terbentuklah kitin. Ekstraksi kitin yang dihasilkan kemudian dilanjutkan ke tahap deasetilasi sehingga diperoleh kitosan. Proses penghilangan gugus asetil pada kitin menjadi kitosan dapat dilakukan dengan larutan basa pekat (Yoshida *et al.*,

2009). Melihat banyaknya manfaat dari kitosan, maka perlu dihasilkan kitosan yang berkualitas.

Mekanisme kerja kitosan dalam menekan pertumbuhan *A. porri* diduga berkaitan dengan sifat antimikrobanya. Gugus amina bermuatan positif pada kitosan dapat berinteraksi dengan komponen bermuatan negatif pada dinding sel jamur, sehingga menyebabkan kerusakan membran sel, kebocoran isi sel, dan terganggunya proses metabolisme. Selain itu, kitosan juga mampu merangsang pertahanan tanaman dengan meningkatkan aktivitas enzim pertahanan seperti kitinase dan β -1,3-glukanase yang berperan dalam mendegradasi dinding sel patogen.

Berdasarkan hasil pengamatan, dapat disimpulkan bahwa konsentrasi kitosan 4% merupakan perlakuan yang paling efektif dalam menghambat pertumbuhan *Alternaria porri*. Temuan ini menunjukkan bahwa kitosan berpotensi besar sebagai bahan pengendali hayati yang ramah lingkungan untuk menekan perkembangan penyakit bercak ungu pada bawang merah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kitosan terbukti efektif dalam menghambat pertumbuhan *Alternaria porri*, dengan tingkat penghambatan yang meningkat seiring bertambahnya konsentrasi. Konsentrasi kitosan 4% merupakan perlakuan paling optimal dalam menekan pertumbuhan jamur, sehingga berpotensi digunakan sebagai pengendali hayati ramah lingkungan untuk mengurangi penyakit bercak ungu pada bawang merah.

Disarankan agar penelitian ini dilanjutkan dengan uji *in vivo* untuk mengetahui efektivitas kitosan secara langsung pada tanaman bawang merah dalam kondisi lapangan atau rumah kaca. Penelitian lanjutan ini penting untuk menilai sejauh mana kitosan mampu menekan perkembangan *A. porri* pada tanaman hidup, sekaligus mengamati pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman. Selain itu, uji *in vivo* juga dapat memberikan informasi mengenai konsentrasi dan metode aplikasi kitosan yang paling efektif serta potensi penggunaannya sebagai pengendali hayati ramah lingkungan dalam sistem budidaya bawang merah secara berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini, khususnya kepada pihak yang telah menyediakan fasilitas laboratorium dan sarana penelitian di Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu. Penghargaan juga disampaikan kepada para dosen pembimbing atas bimbingan,

saran, serta bantuan yang berharga selama proses penelitian dan penyusunan laporan ini, sehingga penelitian dapat terlaksana dan terselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Aliudin, A., Wibowo, A. S., Sariyoga, S., & Meutia, M. (2022). Model Pemberdayaan Petani Bawang Merah Melalui Sistem Bank Benih Untuk Peningkatan Kapasitas Petani (Suatu Kasus Pada Kelompok Tani Mekar Jaya Desa Tonjong). *Jurnal Penyuluhan Dan Pemberdayaan Masyarakat*, 1(3), 62-70.
- Badan Pusat Statistik 2024. Produksi Tanaman Sayuran Menurut Provinsi dan Jenis Tanaman. <https://www.bps.go.id/id>. Diakses pada 30 Mei 2024.
- Ji, D., Ou, L., Ren, X., Yang, X., Tan, Y., Zhou, X., & Jin, L. (2022). Transcriptomic and metabolomic analysis reveal possible molecular mechanisms regulating tea plant growth elicited by chitosan oligosaccharide. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(10), 5469.
- Sasmita, E. R., Suryawati, A., & Irawati, E. B. (2020). Effectiveness of Giving NPK Fertilizer and Chitosan for the Growth of Sunan Candlenut Plant on Marginal Land. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Series II: Forestry• Wood Industry• Agricultural Food Engineering*, 49-60.
- Semangun, H. (2007). Penyakit-Penyakit Tanaman Hortikultura Di Indonesia (Edisi Kedua). *Gadjah Mada University Press. Yogyakarta*.
- Sittisart, P., Yossan, S., & Prasertsan, P. (2017). Antifungal property of chili, shallot and garlic extracts against pathogenic fungi, *Phomopsis* spp., isolated from infected leaves of para rubber (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). *Agriculture and Natural Resources*, 51(6), 485-491.
- Subiksa, I. G. M. (2013). Pengaruh Pupuk Pelengkap Cair Poodaeng Chitosan Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Brokoli. *Bogor: Balitbang*.

Identifikasi Morfologi Cendawan yang Berasosiasi dengan Bawang Bombai (*Allium cepa* L.) Impor di Bengkulu

Tentarti^{1*}, Tunjung Pamekas¹, Yenny Sariasih¹, Hendri Bustamam¹, Imi Hamidi¹

¹Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu

Email: tentarti49@gmail.com

Abstrak

Bawang bombai (*Allium cepa* L.) merupakan komoditas hortikultura bernilai ekonomi tinggi dengan produksi global mencapai 88,5 juta ton per tahun. Namun produksi bawang bombai menurun, salah satunya disebabkan oleh cendawan patogen yang menyebabkan kerugian pascapanen mencapai 40-60%. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi jenis-jenis cendawan yang berasosiasi dengan bawang bombai (*Allium cepa* L.) impor di Bengkulu melalui pendekatan morfologi. Penelitian ini dilaksanakan dari bulan September 2025 – Oktober 2025 di Pasar Panorama dan Laboratorium Poteksi Tanaman, Jurusan Perlindungan Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu. Survei dilakukan di Pasar Panorama, Kota Bengkulu, dengan mencari gudang penyimpanan bawang bombai impor, dan dilaksanakan dengan cara mengamati gejala serta tanda cendawan yang berasosiasi dengan bawang bombai. Isolasi cendawan dilakukan dengan metode penanaman jaringan. Identifikasi dilakukan dengan 2 metode yaitu secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan secara makroskopis dilakukan dengan mengamati hasil isolasi berupa isolat murni yang meliputi: warna koloni (miselium), bentuk koloni dan pertumbuhan diameter. Pengamatan secara mikroskopis dilakukan di bawah mikroskop dengan mengamati bentuk spora dan bagian-bagiannya. Identifikasi dilakukan berdasarkan referensi jurnal dan buku *Illustrated Genera of Imperfect Fungi* karya Barnett dan Hunter (1998). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ditemukan 3 jenis cendawan pada umbi bawang bombai yaitu *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp., dan *Penicillium* sp., yang berpotensi menyebabkan kerusakan pada umbi bawang bombai selama penyimpanan.

Kata kunci: *Aspergillus* sp., Bawang bombai, *Fusarium* sp., *Penicillium* sp.

Abstract

Onions (*Allium cepa* L.) are a horticultural commodity with high economic value with global production reaching 88.5 million tons per year. However, onion production has decreased, one of which is caused by pathogenic fungi which cause post-harvest losses of up to 40-60%. The purpose of this study is to identify the types of mushrooms associated with imported onions (*Allium cepa* L.) in Bengkulu through a morphological approach. This research was carried out from September 2025 – October 2025 at the Panorama Market and Plant Protection Laboratory, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Bengkulu. The survey was conducted at Panorama Market, Bengkulu City, by looking for a warehouse for storing imported onions, and was carried out by observing the symptoms and signs of mushrooms associated with onions. Isolation of mushrooms is carried out by the method of tissue implantation. Identification was carried out by 2 methods, namely macroscopic and microscopic. Macroscopic observation was carried out by observing the results of isolation in the form of pure isolate which included: colony color (mycelium), colony shape and diameter growth. Microscopic observation is carried out under a microscope by observing the shape of the spores and their parts. Identification was made based on references to journals and the book *Illustrated Genera of Imperfect Fungi* by Barnett and Hunter (1998). The results of the study showed that 3 types of fungi were found in onion tubers, namely *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp., and *Penicillium* sp., which have the potential to cause damage to onion tubers during storage.

Keywords: *Aspergillus* sp., Onion, *Fusarium* sp., *Penicillium* sp.

PENDAHULUAN

Bawang bombai (*Allium cepa* L.) merupakan komoditas hortikultura bernilai ekonomi tinggi dengan produksi global mencapai 88,5 juta ton per tahun. Komoditas ini dikenal karena cita rasa, aroma khas, serta kandungan nutrisinya yang bermanfaat bagi kesehatan (Doring, 2022; Anggraeni, 2024; Diabankana *et al.*, 2024). Namun, produktivitas bawang bombai menghadapi tantangan serius akibat serangan cendawan patogen yang menyebabkan kerugian pascapanen mencapai 40–60%. Infeksi laten sering kali muncul pada umbi yang tampak sehat di awal, namun berkembang menjadi penyakit selama penyimpanan jangka panjang dan mengakibatkan kerugian besar bagi petani serta mengancam ketahanan pangan global (Diabankana *et al.*, 2024).

Perkembangan penyakit cendawan pada bawang bombai diawali dari infeksi patogen pada fase lapangan yang dapat bersifat laten, kemudian berkembang progresif selama penyimpanan. Umbi bawang bombai sangat rentan terhadap berbagai genus cendawan patogen seperti *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Botrytis* sp., *Colletotrichum* sp. *Rhizopus* sp., dan *Alternaria* sp. yang menyebabkan penyakit busuk basal, busuk leher, busuk umbi, dan antraknosa (Ozer & Koycu, 2004; Dutta *et al.*, 2022; Shin *et al.*, 2023). Di antara patogen tersebut, *Fusarium* sp. merupakan genus yang paling dominan karena sering menimbulkan busuk basal pada berbagai daerah produksi, diikuti oleh *Aspergillus niger* penyebab busuk umbi dan *Botrytis aclada* penyebab busuk leher. Keparahan infeksi umumnya meningkat pada kondisi kelembaban tinggi, luka mekanis, serta penyimpanan yang kurang higienis.

Asosiasi cendawan dengan bawang bombai dapat berupa interaksi patogenik, saprotofik, maupun endofitik. Interaksi patogenik terjadi ketika cendawan seperti *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* menginfeksi jaringan tanaman dan menimbulkan busuk umbi. Sementara itu, *Aspergillus* sp. dan *Rhizopus* sp. bersifat saprotofik karena mengkolonisasi jaringan mati atau lemah pada umbi selama penyimpanan (Sang *et al.*, 2014). Beberapa cendawan endofit bahkan dapat hidup di jaringan sehat tanpa menimbulkan gejala penyakit, serta berpotensi sebagai agen antagonis terhadap patogen (Sayed *et al.*, 2021; Muvea *et al.*, 2014). Namun, interaksi tersebut dapat berubah menjadi patogenik apabila kondisi lingkungan tidak mendukung, misalnya karena luka mekanis atau stres fisiologis tanaman (Photita *et al.*, 2001; Akram *et al.*, 2023).

Identifikasi morfologi cendawan menjadi pendekatan penting untuk mengenali karakteristik koloni, miselium, dan spora yang membedakan antarspesies (Dutta *et al.*,

2022). Meskipun memiliki keterbatasan karena kemiripan morfologi, metode ini tetap relevan sebagai dasar dalam mendeskripsikan keragaman mikoflora pada komoditas hortikultura seperti bawang bombai. Dengan pengamatan morfologi yang cermat, dapat diketahui jenis cendawan dominan serta hubungan asosiasinya terhadap jaringan umbi selama penyimpanan.

Penelitian mengenai identifikasi morfologi cendawan yang berasosiasi dengan bawang bombai impor di Indonesia, khususnya di Bengkulu, masih sangat terbatas. Padahal, perdagangan internasional produk hortikultura berpotensi membawa patogen eksotik yang dapat menimbulkan risiko baru bagi ekosistem pertanian lokal. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi morfologi cendawan yang berasosiasi dengan bawang bombai (*Allium cepa* L.) impor di Bengkulu. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi dasar dalam upaya pengelolaan pascapanen yang lebih efektif serta pencegahan penyebaran patogen baru di wilayah tersebut.

Tujuan dari penelitian adalah untuk mengidentifikasi jenis-jenis cendawan yang berasosiasi dengan bawang bombai (*Allium cepa* L.) impor di Bengkulu melalui pendekatan morfologi.

METODE

Penelitian dilaksanakan pada September - Oktober 2025 di Pasar Panorama Kota Bengkulu dan Laboratorium Poteksi Tanaman, Jurusan Perlindungan Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu. Pengambilan sampel dilakukan dengan cara mengamati gejala serta tanda cendawan yang berasosiasi dengan bawang bombai. Jumlah sampel yang diambil adalah 10 sampel umbi yang terdiri atas 5 umbi sehat dan 5 umbi bergejala. Lalu sampel diisolasi dengan metode penanaman jaringan, dengan membersihkan permukaan kulit luar bawang bombai menggunakan alkohol 70%. Selanjutnya bagian umbi seperti calon akar, plumula, kulit luar, dan lapisan umbi dipotong berukuran $\pm 0,5 \times 0,5$ cm, lalu disterilisasi dengan NaOCl 1% selama 3 menit, dibilas dengan air steril, dan dikeringkan. Potongan jaringan kemudian ditanam pada media PDA dalam cawan petri. Kultur diinkubasi selama 4–7 hari, dan hifa cendawan yang tumbuh dimurnikan kembali menggunakan cork borer.

Identifikasi dilakukan dengan 2 metode yaitu secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan secara makroskopis dilakukan dengan mengamati hasil isolasi berupa isolat murni yang meliputi: warna koloni (miselium), bentuk koloni dan pertumbuhan diameter. Pengamatan secara mikroskopis dilakukan di bawah mikroskop

dengan mengamati bentuk spora dan bagian-bagiannya. Identifikasi dilakukan berdasarkan referensi jurnal dan buku *Illustrated Genera of Imperfect Fungi* karya Barnett dan Hunter (1998).

Semua data kuantitatif dan kualitatif yang diperoleh dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel dan gambar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil identifikasi ditemukan 3 spesies cendawan pada umbi bawang bombai yaitu *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., dan *Fusarium* sp. Morfologi merupakan bentuk fisik yang terdiri atas keragaman hifa, miselium dan konidia. Pengamatan pertumbuhan diameter koloni setelah masa inkubasi 7×24 jam menunjukkan bahwa *Aspergillus* sp. memiliki pertumbuhan koloni paling cepat dengan diameter mencapai 40 mm, diikuti *Fusarium* sp. sebesar 36 mm, dan *Penicillium* sp. sebesar 20 mm. Data tersebut disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Pertumbuhan Diameter Koloni Cendawan

Jenis isolat cendawan	Inkubasi (Jam)	Diameter koloni (mm)
<i>Fusarium</i> sp.	7x24	36
<i>Aspergillus</i> sp.	7x24	40
<i>Penicillium</i> sp.	7x24	20

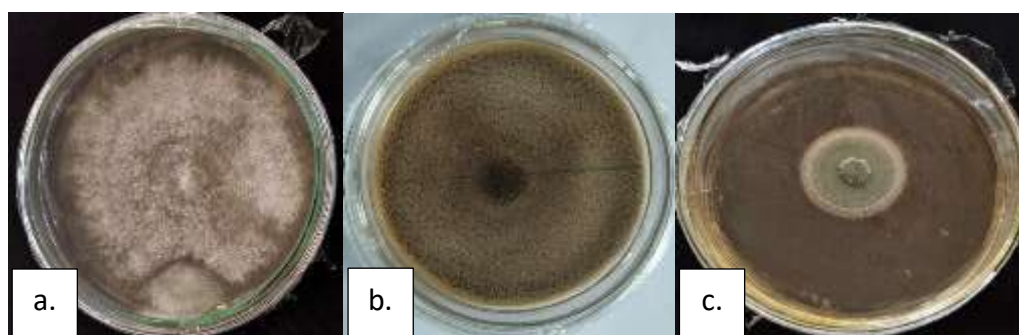
Pertumbuhan koloni yang berbeda pada masing-masing isolat mencerminkan kemampuan fisiologis dan adaptasi cendawan terhadap substrat umbi bawang bombai. *Aspergillus* sp. diketahui mampu tumbuh cepat pada media kaya karbohidrat dan memiliki enzim hidrolitik tinggi yang memecah polisakarida pada jaringan tanaman, sehingga menghasilkan pertumbuhan miselium yang lebih luas (Rheisa, 2021). Sebaliknya, *Penicillium* sp. menunjukkan pertumbuhan koloni lebih lambat yang dapat dipengaruhi oleh kebutuhan nutrisi spesifik dan toleransi terhadap kelembapan lingkungan. Variasi diameter koloni ini juga menunjukkan adanya perbedaan kecepatan metabolisme antar genus cendawan dalam memanfaatkan substrat umbi sebagai sumber energi utama (Malathi & Mohan, 2012).

Selain kecepatan pertumbuhan, karakteristik makroskopis juga diamati untuk mendukung identifikasi. Ciri morfologi koloni seperti bentuk, warna, elevasi, dan tepian koloni merupakan parameter penting dalam penentuan genus cendawan. Hasil pengamatan makroskopis dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Ciri-Ciri Makroskopis Cendawan

Jenis isolat cendawan	Bentuk	Warna	Elevasi	Tepian
<i>Fusarium</i> sp.	<i>Filamentous</i>	Putih	<i>Raised</i>	<i>Filamentous</i>
<i>Aspergillus</i> sp.	<i>Circular</i>	Hitam	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>
<i>Penicillium</i> sp.	<i>Circular</i>	Hijau keabuan	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>

Ciri makroskopis ini sesuai dengan deskripsi Barnett dan Hunter (1998) yang menjelaskan bahwa koloni *Fusarium* umumnya berwarna putih hingga merah muda dengan permukaan kapas, *Aspergillus* membentuk koloni bulat berwarna hitam, hijau, atau kuning tergantung spesiesnya dengan tekstur halus, sedangkan *Penicillium* memiliki koloni berwarna hijau kebiruan hingga abu-abu dengan tepi halus dan permukaan datar. Deskripsi tersebut sejalan dengan hasil pengamatan pada penelitian ini. *Fusarium* sp. (Gambar 1a) menunjukkan koloni berwarna putih dengan elevasi raised yang menandakan pertumbuhan miselium udara padat, *Aspergillus* sp. (Gambar 1b) berwarna hitam pekat dengan tepi entire dan bentuk circular khas genus ini, sementara *Penicillium* sp. (Gambar 1c) memperlihatkan koloni hijau keabuan berbentuk circular dengan permukaan datar yang umum dijumpai pada spesies *P. expansum* atau *P. digitatum* (Larasati, 2024).



Gambar 1. Koloni cendawan *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp. Keterangan: a = *Fusarium* sp., b = *Aspergillus* sp., dan c = *Penicillium* sp

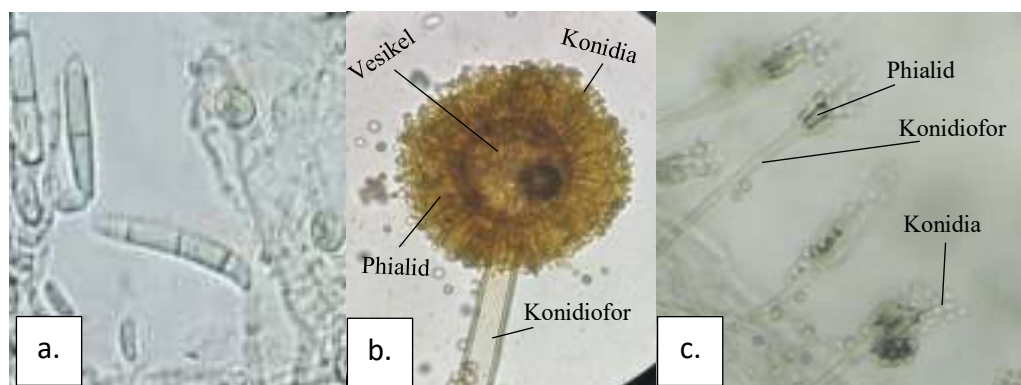
Dari hasil pengamatan mikroskopis, diperoleh ciri hifa dan konidia yang memperkuat identifikasi spesies cendawan. Hifa pada ketiga isolat umumnya bersekat, bercabang, dan berwarna hialin, namun bentuk serta pola pembentukan konidia menunjukkan perbedaan signifikan antar spesies sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Ciri-Ciri Mikroskopis Cendawan

Jenis isolat cendawan	Hifa	Konidia
<i>Fusarium</i> sp.	a. Bersekat b. Bercabang c. warna hifa hialin	a. Tidak beraturan

Jenis isolat cendawan	Hifa	Konidia
<i>Aspergillus</i> sp.	a. Bersekat b. Bercabang c. warna hifa hialin	a. Berantai b. Beraturan
<i>Penicillium</i> sp.	a. Bersekat b. Bercabang c. warna hifa hialin	a. Berantai b. Beraturan

Hasil pengamatan mikroskopis menguatkan hasil identifikasi makroskopis. *Fusarium* sp. (Gambar 1a) memperlihatkan konidia berbentuk tidak beraturan dengan hifa bercabang halus, sesuai dengan deskripsi Barnett & Hunter (1998) bahwa genus *Fusarium* dicirikan oleh makrokonidia berbentuk sabit dan mikrokonidia oval. *Aspergillus* sp. (Gambar 1b) menunjukkan struktur konidiofor tegak dengan vesikel di ujung yang mendukung rantai konidia beraturan, sedangkan *Penicillium* sp. (Gambar 1c) menampilkan konidiofor bercabang menyerupai sikat (*penicillus*) dengan konidia berantai, sesuai dengan ciri khas genusnya dalam literatur tersebut. Pengamatan ini juga sejalan dengan deskripsi morfologi yang dilaporkan oleh Samson *et al.* (2014) mengenai struktur konidia pada cendawan penyebab busuk pascapanen.



Gambar 2. Konidiofor dan konidia. Ket: a = *Fusarium* sp., b = *Aspergillus* sp., dan c = *Penicillium* sp.

Keberadaan *Fusarium*, *Aspergillus*, dan *Penicillium* pada umbi bawang bombai menunjukkan potensi penurunan kualitas dan daya simpan akibat aktivitas enzimatis yang merusak jaringan umbi. Ketiga cendawan ini diketahui menghasilkan enzim pektinase, selulase, dan amilase yang mempercepat pelunakan jaringan serta menyebabkan pembusukan Raji & Farajpour (2021). Selain itu, *Aspergillus* dan *Penicillium* berpotensi menghasilkan mikotoksin seperti aflatoksin dan ochratoksin yang berisiko terhadap kesehatan konsumen (Niu *et al.*, 2021). Faktor lingkungan seperti suhu

dan kelembapan selama penyimpanan bawang bombai di pasar-pasar Bengkulu dapat mempercepat kolonisasi spora dan perkembangan miselium cendawan tersebut.

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Dissanayake *et al.* (2009) yang melaporkan bahwa *Aspergillus niger* dan *Penicillium digitatum* merupakan patogen dominan pada penyimpanan bawang bombai di daerah tropis dengan kelembapan tinggi. Oleh karena itu, upaya pengendalian pascapanen seperti pengeringan optimal dan penyimpanan dengan ventilasi baik direkomendasikan untuk menekan infeksi cendawan pada umbi bawang bombai. Temuan ini memperkuat pentingnya identifikasi morfologi secara akurat berdasarkan panduan Barnett & Hunter (1998) dan referensi jurnal sebagai dasar pengelolaan penyakit pascapanen berbasis ekologi mikroorganisme penyebabnya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, ditemukan tiga spesies cendawan yang berasosiasi dengan umbi bawang bombai (*Allium cepa* L.) impor di Bengkulu, yaitu *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., dan *Fusarium* sp., sesuai dengan deskripsi Barnett dan Hunter (1998). *Aspergillus* sp. menunjukkan pertumbuhan koloni tercepat (40 mm), diikuti *Fusarium* sp. (36 mm) dan *Penicillium* sp. (20 mm) setelah inkubasi 7×24 jam. Perbedaan pertumbuhan dan morfologi mencerminkan variasi kemampuan fisiologis dalam memanfaatkan substrat umbi. Ketiga cendawan tersebut berpotensi menurunkan kualitas dan daya simpan bawang bombai, sehingga disarankan pengendalian dilakukan dengan menjaga suhu dan kelembapan stabil, pengeringan optimal, serta penyimpanan menggunakan wadah berventilasi baik untuk menghambat pertumbuhan cendawan penyebab kerusakan pascapanen.

DAFTAR PUSTAKA

- Akram, S., Ahmed, A., He, P., He, P., Liu, Y., Wu, Y., ... & He, Y. (2023). Uniting the role of endophytic fungi against plant pathogens and their interaction. *Journal of Fungi*, 9(1), 72.
- Anggraeni, R. R. (2024). *Analisis risiko pascapanen komoditas bawang bombai (allium cepa l.) Di minami agrisystem co. ltd., Hokkaido, Jepang* (Bachelor's thesis, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta).
- Barnett, H. L. & B. B. Hunter. (1998). *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. 4th Edition. APS Press, St. Paul, Minnesota.
- Diabankana, R. G. C., Frolov, M., Islamov, B., Shulga, E., Filimonova, M. N., Afordoanyi, D. M., & Validov, S. (2024). Identification and aggressiveness of *Fusarium* species associated with onion bulb (*Allium cepa* L.) during storage. *Journal of Fungi*, 10(2), 161.

- Dissanayake, M. L. M. C., Kashima, R., Tanaka, S., & Ito, S. I. (2009). Pathogenic variation and molecular characterization of *Fusarium* species isolated from wilted Welsh onion in Japan. *Journal of General Plant Pathology*, 75(1), 37-45.
- Dutta, R., K. J., Nadig, S. M., Manjunathagowda, D. C., Gurav, V. S., & Singh, M. (2022). Anthracnose of onion (*Allium cepa* L.): A twister disease. *Pathogens*, 11(8), 884.
- Larasati, D. M. (2024). *Potensi jamur endofit pada kulit jeruk siam (Citrus Nobilis) sebagai antijamur penicillium digitatum penyebab penyakit green mold* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Malathi, S., & S. Mohan. (2012). Pathogenicity and Morphological Variabilities of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* Isolates in Onion. *Madras Agric. J.*, 99(September), 626–628.
- Muvea, A. M., Meyhöfer, R., Subramanian, S., Poehling, H. M., Ekesi, S., & Maniania, N. K. (2014). Colonization of onions by endophytic fungi and their impacts on the biology of Thrips tabaci. *PloS one*, 9(9), e108242.
- Niu, P., Wang, F., Yuan, K., Li, X., Yang, X., & Guo, Y. (2021). Alkaline-extracted thinned young apple polyphenols as an effective scavenger against nitrite in pickles: A comparative study with ethanol-extracted polyphenols. *Food Control*, 130, 108387.
- Özer, N., & Köycü, N. D. (2004). Seed-borne fungal diseases of onion, and their control. In *Fruit and vegetable diseases* (pp. 281-306). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Photita, W., Lumyong, S., Lumyong, P., & Hyde, K. D. (2001). Endophytic fungi of wild banana (*Musa acuminata*) at doi Suthep Pui National Park, Thailand. *Mycological Research*, 105(12), 1508-1513.
- Raji, M. R., & Farajpour, M. (2021). Genetic fidelity of regenerated plants via shoot regeneration of muskmelon by inter simple sequence repeat and flow cytometry. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 20(2), 88-93.
- Rheisa Mutiara Diarrukmi, R. M. D. (2021). *Efektivitas Hasil Pertumbuhan Jamur Aspergillus Flavus Pada Media Sda (Sabouraud Dextrose Agar) Dan Mea (Malt Extract Agar) Yang Dibandingkan Dengan Media Pda (Potato Dextrose Agar)* (Doctoral dissertation, Poltekkes Kemenkes Yogyakarta).
- Samson, R. A., Visagie, C. M., Houbraken, J., Hong, S. B., Hubka, V., Klaassen, C. H., ... & Frisvad, J. (2014). Phylogeny, identification and nomenclature of the genus *Aspergillus*. *Studies in mycology*, 78(1), 141-173.
- Sang, M. K., Han, G. D., Oh, J. Y., Chun, S. C., & Kim, K. D. (2014). *Penicillium brasilianum* as a novel pathogen of onion (*Allium cepa* L.) and other fungi predominant on market onion in Korea. *Crop protection*, 65, 138-142.
- Sayed, A. A., Eraky, A. M., Abd-El-Rahman, T. M., & Abd-El-Razik, A. A. (2021). Endophytic fungi associated with *Allium* Plants and their antagonistic activity

against *Fusarium oxysporum* f. sp. *Cepae*. *Journal of Sohag Agriscience (JSAS)*, 6(1), 1-7.

Shin, J. H., Lee, H. K., Back, C. G., Kang, S. H., Han, J. W., Lee, S. C., & Han, Y. K. (2023). Identification of *Fusarium* basal rot pathogens of onion and evaluation of fungicides against the pathogens. *Mycobiology*, 51(4), 264-272.

Pengaruh Aplikasi Ekstrak Daun Sirih (*Piper bettle* L.) terhadap Pengendalian *Alternaria porri* Secara *In Vitro*

Yeni Belina Januari^{1*}, Tunjung Pamekas¹, Mimi Sutrawati¹, Djamilah¹, Hendri Bustamam¹

¹Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu

Email: belinayeni@gmail.com

Abstrak

Penyakit bercak ungu yang disebabkan oleh *Alternaria porri* merupakan salah satu masalah utama pada bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) dan dapat mengurangi hasil panen hingga 57%. (Laksono *et al.*, 2021). Penggunaan fungisida sintetis untuk mengatasi penyakit ini dapat membahayakan lingkungan dan kesehatan manusia. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari seberapa efektif ekstrak daun sirih (*Piper bettle* L.) dalam menghambat pertumbuhan *A. porri* secara *in vitro*, serta untuk menentukan konsentrasi terbaik yang bisa berfungsi sebagai biofungisida alami. Penelitian dilaksanakan di Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu dengan Rancangan Acak Lengkap dan lima perlakuan konsentrasi ekstrak daun sirih yaitu 0% (kontrol), 2%, 4%, 6%, dan 8% serta lima kali ulangan. Ekstrak daun sirih diperoleh melalui metode maserasi menggunakan etanol 96%, kemudian diuapkan hingga menjadi ekstrak kental. Uji daya hambat dilakukan pada media PDA dengan mengamati panjang tabung kecambah dan kerapatan hifa *A. porri* setelah inkubasi selama 18 jam. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak daun sirih mampu menekan pertumbuhan miselium dan memperpendek tabung kecambah jamur. Konsentrasi 8% memberikan daya hambat tertinggi terhadap pertumbuhan *A. porri*. Berdasarkan hasil tersebut, ekstrak daun sirih berpotensi digunakan sebagai biofungisida alami yang efektif untuk mengendalikan *A. porri* penyebab penyakit bercak ungu pada bawang merah secara *in vitro*.

Kata kunci: *Alternaria porri*, Bawang merah, Biofungisida, Daun sirih

Abstract

Purple spot disease caused by *Alternaria porri* is one of the main problems affecting shallots (*Allium ascalonicum* L.) and can reduce yields by up to 57% (Laksono *et al.*, 2021). The use of synthetic fungicides to control this disease can damage the environment and human health. This study aims to investigate the effectiveness of betel leaf extract (*Piper betle* L.) in inhibiting the growth of *A. porri* *in vitro*, as well as to determine the optimal concentration that can function as a natural biofungicide. This study was conducted at the Faculty of Agriculture, Bengkulu University, using a completely randomized design with five treatments of betel leaf extract concentrations, namely 0% (control), 2%, 4%, 6%, and 8%, and five replicates. Betel leaf extract was obtained through a maceration process using 96% ethanol, then evaporated to become a thick extract. The inhibition test was conducted on PDA medium by observing the length of the bud tubes and the density of *A. porri* hyphae after incubation for 18 hours. The results showed that increasing the concentration of betel leaf extract inhibited mycelium growth and shortened the fungal shoot tubes. The 8% concentration provided the highest inhibition of *A. porri* growth. Based on these results, betel leaf extract has the potential to be used as an effective natural biofungicide to control *A. porri*, the cause of purple spot disease in shallots, *in vitro*.

Keywords: *Alternaria porri*, Shallots, Biofungicide, Betel leaf

PENDAHULUAN

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan salah satu komoditas utama sayuran di Indonesia dan mempunyai banyak manfaat. Bawang merah termasuk ke dalam kelompok rempah yang dibutuhkan oleh konsumen rumah tangga sebagai bumbu penyedap masakan dan bahan baku industri makanan serta bahan obat tradisional. Berdasarkan data dari the National Nutrient Database bawang merah memiliki kandungan karbohidrat, gula, asam lemak, protein dan mineral lainnya yang dibutuhkan oleh tubuh manusia (Waluyo. & Rismawati, 2015). Dalam usaha meningkatkan produksi tanaman bawang merah ternyata banyak kendala yang harus dihadapi. Salah satunya kendala budidaya bawang merah adalah adanya serangan jamur patogen yang menyebabkan penyakit dan bahkan kematian tanaman. (Mahmud & Monjil, 2015).

Serangan patogen merupakan salah satu kendala yang dihadapi dalam budidaya bawang merah seperti penyakit yang disebabkan oleh jamur yang mampu menurunkan hasil produksi bawang merah. Beberapa penyakit yang umum terdapat bawang merah antara lain adalah penyakit bercak ungu yang disebabkan oleh *Alternaria porri*, penyakit moler yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum*, busuk daun (*Antraknosa*) yang disebabkan oleh *Collectotricum gloeosporioides*, penyakit mati pucuk yang disebabkan oleh *Phytophthora infestans*, penyakit hawar yang disebabkan oleh *Stemphylium vesicarium*. (BPTPH, 2018).

Penyakit bercak ungu yang disebabkan oleh jamur *Alternaria porri* dapat mengakibatkan kehilangan hasil panen bawang merah hingga 57% (Laksono *et al.*, 2021). Jamur ini umumnya menyerang tanaman genus *Allium* pada saat tanaman membentuk umbi, namun pada keadaan yang dapat mendukung perkembangan penyakit, seperti saat musim hujan, tanaman yang masih muda pun dapat terserang (Nirwanto, 2008).

Pengendalian penyakit bercak ungu dapat dilakukan dengan menggunakan fungisida sintetis. Namun, penggunaan fungisida sintetis dapat menyebabkan tercemarnya lingkungan, residu yang tertinggal pada tanaman akan berbahaya bagi manusia dan makhluk hidup lainnya (Fahrudin *et al.*, 2018). Fungisida nabati berasal dari tumbuh-tumbuhan yang diproses dalam bentuk ekstrak atau dibuat menjadi konsentrat namun tidak mengubah struktur kimia, sehingga residu fungisida nabati lebih cepat terurai. Tumbuhan yang dapat dimanfaatkan sebagai fungisida nabati antara lain yaitu tanaman sirih (*Piper betle* L.). Daun sirih mengandung beberapa senyawa seperti flavonoid, saponin, dan tannin. Senyawa-senyawa tersebut bersifat anti mikroba karena dapat menghambat pertumbuhan

jamur (Apriani *et al.*, 2014). Menurut Azlan *et al.*, (2023) terdapat beberapa senyawa metabolit sekunder pada daun sirih diantaranya saponin, flavonoid, dan minyak atsiri. Senyawa-senyawa tersebut dapat bersifat sebagai antimikroba sehingga mampu menghambat perkembangan patogen.

Ekstrak daun sirih telah terbukti memiliki efek antimikroba yang signifikan. Senyawa-senyawa seperti eugenol dan kavikol dalam ekstrak memiliki sifat antimikroba yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri, patogen dan mikroorganisme lainnya (Hossain *et al.*, 2019). Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan konsentrasi ekstrak daun sirih dalam menghambat pertumbuhan patogen *Alternaria porri* yang menyebabkan penyakit bercak ungu pada tanaman bawang merah secara *in vitro*.

METODE

Penelitian ini dilakukan di rumah kaca Proteksi Tanaman Laboratorium Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu. Penelitian ini dilaksanakan mulai dari bulan Agustus-Oktober 2025. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode RAL (Rancangan Acak Lengkap) dengan lima perlakuan konsentrasi ekstrak daun sirih, terdiri dari 2%, 4%, 6%, 8% dan kontrol negatif tanpa perlakuan dengan masing-masing 5 ulangan.

Pembuatan Ekstrak Daun Sirih

Daun sirih segar yang sudah diambil dicuci hingga bersih, Kemudian ditimbang terlebih dahulu untuk mengetahui berat pertama daun. Selanjutnya daun sirih dikeringanginkan selama lebih kurang 3 minggu di suhu ruang tanpa terkena sinar matahari langsung, agar senyawa bioaktif yang terdapat di dalam daun tidak rusak. Setelah daun kering kemudian daun ditimbang kembali untuk mengetahui bobot kering daun. Setelah itu daun digiling hingga halus menggunakan blender. Kemudian bubuk halus atau simplisia ditimbang kembali untuk mengetahui berapa banyak simplisia yang diperoleh Selanjutnya diekstraksi dengan metode dimaserasi dengan etanol 96% selama 48 jam. Hasil maserasi disaring menggunakan kertas saring Whatman No. 1, kemudian pelarut diuapkan dengan rotary evaporator hingga diperoleh ekstrak daun sirih kental. Ekstrak kental ini dipakai sebagai larutan stok dengan konsentrasi 100%. Dari larutan stok tersebut, dibuat konsentrasi kerja 2%, 4%, 6%, dan 8% sesuai perlakuan dengan menambahkan Tween-20 0,05% sebagai surfaktan agar larutan homogen dan mudah diaplikasikan (Andriyani & Purwantisari, 2019). Untuk mengetahui senyawa aktif yang terkandung di dalam ekstrak daun mimba, dilakukan analisis *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR). Analisis

ini bertujuan mengidentifikasi gugus fungsi utama senyawa bioaktif, seperti senyawa fenol, flavonoid, alkaloid, dan terpenoid yang berperan dalam aktivitas antifungi terhadap *A. porri*.

Isolasi dan perbanyakan jamur *Aternaria porri*

Bawang merah yang digunakan merupakan bawang yang diambil dari Kec. Muara Bangka Hulu, Bengkulu. Bawang merah yang terserang *A. porri* diisolasi dengan memotong bagian yang terserang 1 cm (jaringan yang sehat berbatas dengan jaringan yang sakit). Selanjutnya disterilisasi permukaan dengan cara dicelupkan beberapa detik ke dalam aquades steril, alkohol 96%, dan aquades, kemudian diinokulasikan ke dalam cawan petri yang berisi media PDA, dan diinkubasi selama 2 x 24 jam, lalu diamati selama 4 -7 hari setelah tumbuh kemudian cendawan dimurnikan.

Uji daya hambat ekstrak daun sirih terhadap pertumbuhan *Alternaria porri* secara *in vitro*

Pengujian dilakukan dengan cara menuangkan PDA ke preparate di kedua sisinya, Kemudian diamkan sampai PDA mengering, Setelah itu ambil *A. porri* yang sudah dimurnikan dari cawan petri dengan menggunakan *cork borer* yang sudah dipanaskan lalu masukan kedalam tabung reaksi yang sudah berisi aquades steril, *Vortex* beberapa saat kemudian ambil *A. Porri* menggunakan pipit tetes dan teteskan ke preparate yang sudah berisi PDA, Setelah cendawan di teteskan lapisi dengan Ekstrak daun sirih sebanyak 20 mikro dari setiap konsentrasi 2%, 4%, 6%, dan 8% sedangkan kontrol tidak diberi ekstrak langsung tutup menggunakan cover glass, Tunggu selama 18 jam kemudian amati dibawah mikroskop.

Variabel pengamatan

Panjang tabung kecambah

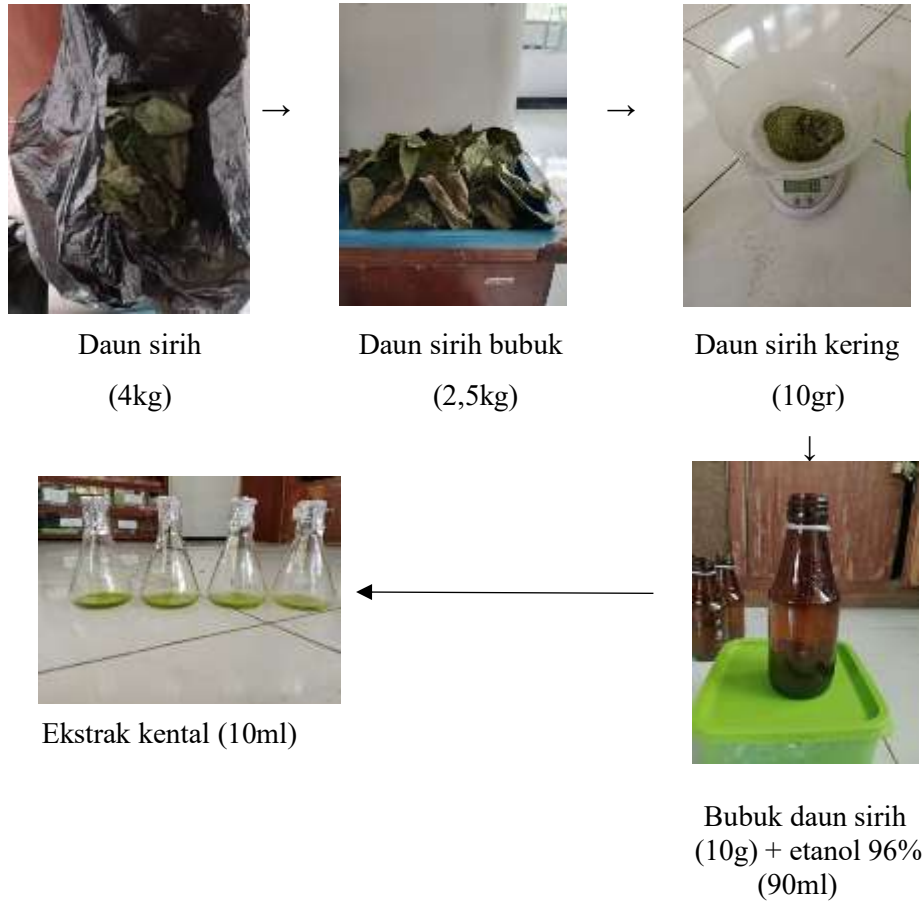
Panjang tabung kecambah pada semua perlakuan diukur, dicatat dan diamati setiap hari sampai koloni kontrol memenuhi preparate.

Kelebatan hifa

Kelebatan hifa pada semua perlakuan diamati dan dicatat setiap hari sampai koloni kontrol memenuhi preparate.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi dan kandungan senyawa daun sirih

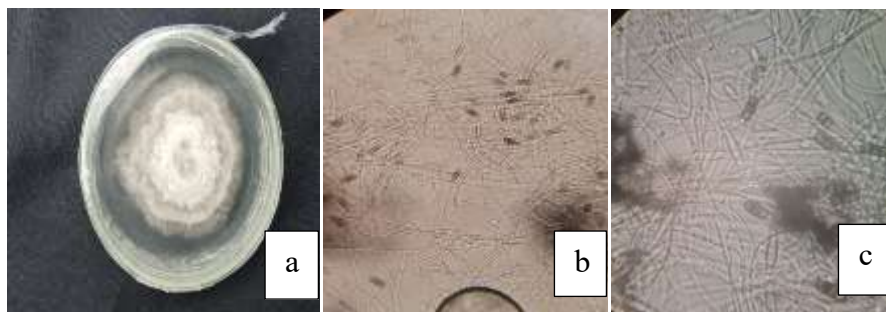


Gambar 1. Bagian pembuatan ekstrak daun sirih

Prosedur pembuatan ekstrak daun sirih dimulai dengan menimbang berat awal daun sirih yang baru diambil lahan agroteknologi universitas Bengkulu dan beberapa tanaman warga di Kec. Muara Bangka Hulu, kota Bengkulu, Bengkulu. Berat awal daun sirih segar yaitu 4 kg kemudian dikeringanginkan selama 2 minggu menjadi 2,5 kg. Kemudian setelah kering, daun sirih tersebut diblender hingga halus dan ditimbang kembali untuk diperoleh berat akhirnya. Berat akhir daun sirih setelah dihaluskan yaitu 400g. Bubuk daun sirih inilah yang akan digunakan sebagai perlakuan konsentrasi ekstrak daun sirih. Setelah daun sirih berbentuk bubuk halus, kemudian bubuk tersebut diambil sebanyak 10 g dan direndam dengan menggunakan etanol 96% sebanyak 90 ml kemudian ditunggu selama 6 x 24 jam dengan ditutup rapat. Kemudian campuran ekstrak diuapkan kembali selama 6 hari dengan membuka tutup wadah.

Karakteristik Cendawan *A. porri*

Secara makroskopis awal pertumbuhan koloni berwarna putih, sifat koloni seperti kapas berwarna hijau keabuan dan tepi berwarna kecoklatan dan memenuhi cawan petri pada 7 HSI (hari setelah isolasi) berdiameter 9 cm. Hasil pengamatan karakteristik secara mikroskopis menunjukkan bahwa jamur *Alternaria porri* secara mikroskopis memiliki miselium dan konidiofornya tegak dan berwarna coklat, konidia yang berbentuk seperti gada dan bersekat. Menurut Burnett & Hunter (1972), secara mikroskopis *Alternaria* sp. Memiliki konidiofor berwarna gelap, berbentuk bulat atau simpodial, agak pendek tetapi ada juga yang memanjang.

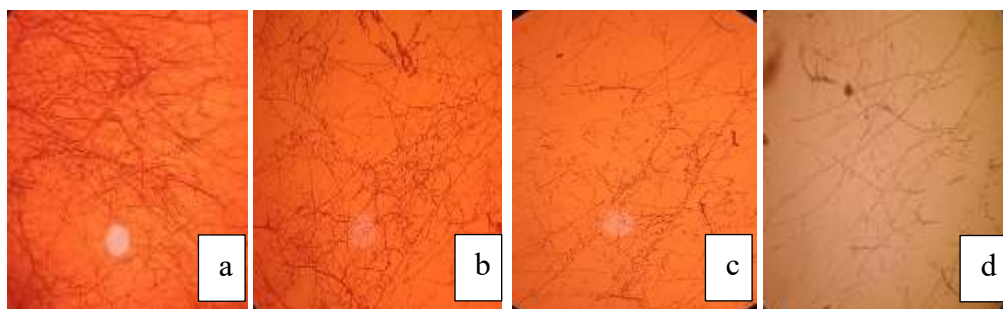


Gambar 2. Koloni, Konidia dan Hifa *A. porri*

Keterangan: a. Koloni *A. porri* b. Konidia *A. porri* dan c. Hifa *A. porri*

Uji daya hambat ekstrak daun sirih terhadap pertumbuhan *Alternaria porri* secara *in vitro*

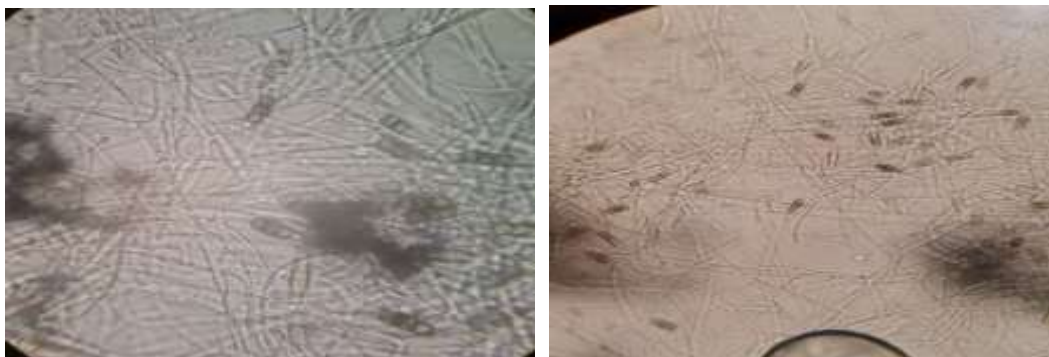
Berdasarkan hasil Uji anova dapat diketahui bahwa pemberian ekstrak daun sirih tidak memberikan perbedaan nyata terhadap koloni *A. porri* di hari pertama sampai hari ke-5 kecuali hari ke-4.



Gambar 3. Mikroskopis konsentrasi 2%, 4%, 6% dan 8% hari ke-5

Keterangan: Mikroskopis a). konsentrasi 2%, b). konsentrasi 4%, c). konsentrasi 6% dan d). konsentrasi 8%

Uji daya hambat ekstrak terhadap pertumbuhan *A. porri* menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak memberikan efek penghambatan yang semakin kuat terhadap pertumbuhan hifa jamur. Berdasarkan pengamatan mikroskopis pada konsentrasi 2%, 4%, 6%, dan 8%, terlihat perbedaan yang jelas pada kerapatan, panjang, dan struktur hifa jamur. Pada konsentrasi 2%, hifa *A. porri* masih tampak tumbuh dengan cukup rapat dan panjang. Struktur hifa terlihat masih utuh, halus, dan bercabang, menunjukkan bahwa konsentrasi ini belum cukup efektif menghambat pertumbuhan *A. porri* secara signifikan. Hambatan yang terjadi hanya bersifat awal, dengan beberapa bagian hifa menunjukkan sedikit penipisan dan gangguan pada ujungnya. Pada Perlakuan 4% mulai menunjukkan efek penghambatan yang lebih nyata. Hifa tampak lebih sedikit, beberapa di antaranya mengalami penyusutan dan kehilangan bentuk yang sempurna. Percabangan hifa mulai berkurang, dan terlihat adanya bagian yang terputus atau menggumpal. Hal ini menunjukkan bahwa senyawa aktif dalam ekstrak mulai bekerja merusak dinding sel atau mengganggu metabolisme hifa *A. porri*. Pada konsentrasi 6%, penghambatan semakin kuat. Hifa terlihat semakin pendek, tidak merata, dan mulai mengalami lisis atau kerusakan struktural. Tampak adanya area yang kosong pada bidang pandang mikroskop, menandakan bahwa pertumbuhan miselium berkurang drastis. Efek antijamur pada konsentrasi ini cukup efektif dalam menekan perkembangan *A. porri*, kemungkinan akibat meningkatnya aktivitas senyawa bioaktif dalam ekstrak. Sedangkan pada Konsentrasi 8% sudah menunjukkan penghambatan tertinggi terhadap pertumbuhan *A. porri*. Hifa hampir tidak tampak jelas dan cenderung terfragmentasi menjadi potongan-potongan kecil. Struktur hifa tampak rusak total dengan banyak bagian yang mengalami pembengkakan atau pecah. Hal ini mengindikasikan bahwa konsentrasi tersebut mampu merusak integritas dinding sel jamur secara signifikan sehingga menghambat pertumbuhan dan menyebabkan kematian sel.



Gambar 4. Mikroskopis perlakuan kontrol pada *A. porri*

Pada perlakuan kontrol yang saya amati di mana jamur *A. porri* tidak diberi perlakuan ekstrak daun sirih seperti diatas, pertumbuhan koloni terlihat sangat cepat dan menyebar merata pada seluruh permukaan media. Warna koloni tampak normal, dan dari pengamatan mikroskopis terlihat bahwa hifa tumbuh sangat rapat, panjang, serta bercabang banyak. menunjukkan bahwa jamur dapat tumbuh dengan optimal karena tidak ada senyawa penghambat yang memengaruhi proses pertumbuhannya. Selain itu, kecambah konidia juga tampak berkembang dengan jelas dan berdekatan satu sama lain. Tabung kecambah yang terbentuk terlihat panjang dan kuat, menandakan bahwa proses perkecambahan berjalan secara aktif. Kondisi ini memperlihatkan bahwa media kontrol memberikan lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan dan perkembangan jamur tanpa adanya tekanan dari konsentrasi ekstrak daun sirih. Pertumbuhan yang padat dan jelas pada kontrol ini menjadi pembanding penting terhadap perlakuan ekstrak daun sirih dengan berbagai konsentrasi. Jika pada kontrol hifa tumbuh rapat dan kecambah konidia tampak banyak, maka setiap penurunan jumlah atau ukuran hifa pada perlakuan ekstrak dapat dianggap sebagai efek nyata dari daya hambat ekstrak daun sirih yang saya gunakan tersebut atau juga hasil pada kontrol menggambarkan kondisi pertumbuhan *A. porri* secara alami dan menjadi dasar untuk menilai seberapa besar pengaruh ekstrak dalam menekan pertumbuhannya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pengendalian *A. porri* Menggunakan ekstrak daun sirih merupakan salah satu pengendalian yang efektif karena tidak memberikan dampak bagi lingkungan dan makhluk hidup disekitarnya, dan juga penggunaan ekstrak daun sirih terbukti efektif untuk menghambat pertumbuhan dengan konsentrasi 2 masih sudah mulai menghambat namun belum terlalu efektif tetapi konsentrasi 4-6% sudah mampu menghambat dengan efektif. Dimana pada hasil pengamatan yang dilakukan konsentrasi ekstrak daun sirih mampu menghambat pertumbuhan kecambah serta hifa pada *A. porri* sangat kuat, semakin tinggi konsentrasi semakin kuat pula daya hambat pada konsentrasi.

Saran

Harus ada penelitian lanjutan terkait penggunaan ekstrak daun sirih di laboratorium yang lebih mendalam dan di lapangan secara skala besar agar dapat di pergunakan oleh petani dan Masyarakat secara lebih luas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya sebagai pemakalah berterimakasih kepada seluruh pihak yang terlibat dalam pelaksanaan seminar nasional ini, karena sudah menerima dan memberikan saya kesempatan dan waktu untuk ikut serta dalam seminar ini dan juga memberikan pengarahan selama saya melakukan proses pembuatan materi presentasi sebelum pelaksanaan seminar semoga kedepannya semakin banyak kesempatan lainnya yang lebih baik lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Azlan, M. (2023). Efektifitas Berbagai Ekstrak Nabati untuk Menekan Pertumbuhan Cendawan Penyebab Penyakit Blas (*Pyricularia oryzae*) Pada Tanaman Padi secara In Vitro. *Tarjih Agriculture System Journal*, 3(1), 171-176.
- Barnet, HL, & Barry BH. (1972). *Illustrated Genera of Imperfect Fungi, Third Edition*. Burgess Publishing Company, Minneapolis Minnesota.
- BPTPH Sumatera Barat. (2018). Laporan Evaluasi Serangan OPT Utama pada Tanaman Padi di Sumatera Barat Selama 5 Tahun (2009-2013). Balai Perlindungan Tanaman Pangan dan Hortikultura. Sumatera Barat, Padang.
- Fahrur, M. J, Panggeso, & Rosmini. (2018). Efikasi Ekstrak Daun Sirih Terhadap *Alternaria porri* Penyebab Penyakit Bercak Ungu Pada Bawang Merah Secara In vitro. *Jurnal Agrotekbis*, 6(6), 757–763.
- Fahrur, M., Panggeso, J., & Rosmini, R. (2018). Efikasi ekstrak daun sirih terhadap alternaria porri penyebab penyakit bercak ungu pada bawang merah secara in vitro. *AGROTEKBIS: Jurnal Ilmu Pertanian (e-journal)*, 6(6), 757-763.
- Gurusinga, R. E., Retnowati, L., Wiyono, S., & Tondok, E. T. (2020). Dampak penggunaan fungisida sintetik pada kelimpahan cendawan endofit tanaman padi. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(3), 432-439. <https://doi.org/10.18343/jipi.25.3.432>
- Hossain, M. A., Lee, S. J., Park, N. H., & Paik, H. D. (2019). Antimicrobial potential of Piper betle extracts against oral bacteria. *BioMed Research International*. 10. <https://doi.org/10.1155/2019/9816860>
- Laksono, A., Sunaryono, J. J., & Despita, R. (2021). Uji antagonis *Pseudomonas fluorescens* untuk mengendalikan penyakit bercak ungu pada tanaman bawang merah. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 14 (1), 35-40. DOI: 10.21107/agrovigor.v14i1.8327.
- Mahmud, MS, Monjil. (2015) Storege Diseases Of Onin Under Variabel Condition. *Progressive Agric*. 26:4550. DOI: <http://doi.org/10.3329/Pa.v26i1.24515>
- Nirwanto, H. (2008). Kajian Aspek Spasial Penyakit Bercak Ungu (a Lternaria Porri Cif.(Ell) Pada Tanaman Bawang Merah. *Mapeta*, 10(3).
- Waluyo, N dan Rismawita, S. (2015). Bawang Merah yang di Rilis oleh Balai Penelitian Sayuran. *Iptek Tanaman Sayuran* No. 004, Januari 2015. Tanggal diunggah 21 Januari 2015.

Evaluasi Potensi Pertanian Perkotaan Berdasarkan Karakteristik Fisik Tanah di Wilayah Samarinda Ulu dan Samarinda Utara, Kalimantan Timur

**Arum Sekar Kedhaton^{1*}, Hizwatin Maulidya¹, Yuliana Devina Angela Jane¹, Juwari¹
Prince Clinton Immanuel Christian Damanik²**

¹Departemen Pendidikan Geografi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Kependidikan, Universitas Mulawarman

²Departemen Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Negeri Jakarta

Email: arumsekar@fkip.unmul.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan karakteristik fisik tanah di dua wilayah Kota Samarinda, yaitu Kecamatan Samarinda Ulu dan Samarinda Utara sebagai dasar evaluasi potensi pertanian perkotaan. Parameter fisik tanah yang diamati meliputi tekstur, struktur, warna, dan konsistensi tanah. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif-komparatif untuk menganalisis perbedaan karakteristik fisik tanah di Kecamatan Samarinda Ulu dan Samarinda Utara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanah di Kecamatan Samarinda Ulu memiliki tekstur lempung berpasir halus, struktur remah kecil, dan warna *olive brown* (2.5Y 4/4), sedangkan tanah di Samarinda Utara bertekstur agak kasar, struktur gumpal bersudut, dan warna *reddish brown* (5YR 4/4). Perbedaan karakteristik ini menunjukkan variasi kemampuan retensi air dan drainase yang memengaruhi kesesuaian tanaman. Tanah di Kecamatan Samarinda Ulu lebih sesuai untuk tanaman hortikultura, sementara tanah di Kecamatan Samarinda Utara cocok untuk tanaman tahan kering. Kajian ini memberikan informasi penting bagi pengembangan pertanian perkotaan berkelanjutan di wilayah tropis lembab.

Kata kunci: Fisik Tanah, Kalimantan Timur, Pertanian Perkotaan, Samarinda Ulu, Samarinda Utara

Abstract

This study aims to analyze and compare the physical characteristics of soils in two districts of Samarinda City, Samarinda Ulu and Samarinda Utara as a basis for evaluating urban agricultural potential. The observed soil physical parameters include texture, structure, color, and consistency. A descriptive-comparative approach was employed to examine the differences in soil physical characteristics between the two locations. The results showed that soils in Samarinda Ulu have a fine sandy loam texture, small crumb structure, and olive brown color (2.5Y 4/4), whereas soils in Samarinda Utara exhibit a slightly coarser texture, angular blocky structure, and reddish brown color (5YR 4/4). These differences indicate variations in water retention and drainage capacity that affect crop suitability. Soils in Samarinda Ulu are more suitable for horticultural crops, while those in Samarinda Utara are better suited for drought-tolerant plants. This study provides essential information for the development of sustainable urban agriculture in humid tropical regions.

Keywords: Physical Soil, East Kalimantan, Urban Agriculture, Samarinda Ulu, Samarinda Utara

PENDAHULUAN

Pertanian perkotaan menjadi strategi krusial dalam memenuhi kebutuhan pangan di tengah pesatnya urbanisasi dan keterbatasan lahan (Cahyanto & Murwanti, 2022). Fenomena ini mendorong pengembangan sistem pertanian yang adaptif terhadap lingkungan perkotaan, termasuk pemanfaatan lahan sempit dan tidak produktif (Kamaruddin, 2023; Lukmanul, 2021). Dalam konteks ini, kota-kota besar seperti Samarinda, yang mengalami pertumbuhan populasi signifikan, menghadapi tantangan serius terkait ketahanan pangan dan pengelolaan sumber daya lahan (Wulandari *et al.*, 2023). Urbanisasi di Indonesia telah meningkat pesat, dengan prediksi mencapai 77.1% pada tahun 2045 dan mencapai 57.9% pada tahun 2022 (Giyarsih *et al.*, 2024).

Pertumbuhan populasi perkotaan ini memicu peningkatan permintaan pangan (Putra *et al.*, 2020) dan transformasi pola konsumsi dari sereal ke produk hewani, sayuran, dan buah-buahan (Colozza *et al.*, 2023; Putra *et al.*, 2020). Urbanisasi yang pesat dan alih fungsi lahan pertanian secara signifikan telah mengubah kondisi tanah di perkotaan, menimbulkan urgensi untuk memahami sifat fisik tanah guna menjamin produktivitas dan keberlanjutan sistem pertanian (Paradelo *et al.*, 2024; Pratomo & Wijayanti, 2023; Yurike *et al.*, 2022). Tekstur tanah, sebagai contoh, secara langsung memengaruhi kapasitas retensi air dan aerasi tanah, yang merupakan faktor penentu utama pertumbuhan tanaman (Solekhah *et al.*, 2024). Struktur tanah, di sisi lain, memengaruhi permeabilitas, drainase, dan stabilitas agregat tanah, yang esensial untuk perkembangan akar dan aktivitas mikroorganisme (Pane *et al.*, 2023; Setyanto *et al.*, 2023).

Mengingat peran fundamental sifat fisik tanah ini, penelitian ini berfokus pada komparasi karakteristik fisik tanah di dua wilayah perkotaan Samarinda, yaitu Kecamatan Samarinda Ulu dan Samarinda Utara untuk menyajikan data dasar yang komprehensif bagi perencanaan pertanian perkotaan yang berkelanjutan (Bachtiar *et al.*, 2020; Saida *et al.*, 2023). Peningkatan alih fungsi lahan pertanian menjadi non-pertanian akibat urbanisasi yang pesat semakin mempertegas urgensi studi karakteristik tanah untuk pertanian berkelanjutan (Pratomo & Wijayanti, 2023; Yurike *et al.*, 2022). Isu ini menjadi sangat relevan mengingat tantangan swasembada pangan yang dihadapi Indonesia, dengan pengurangan lahan pertanian produktif yang terus berlangsung (Adhitya *et al.*, 2013; Mulyono, 2023). Kajian ini berupaya mengisi kesenjangan pengetahuan dengan menyediakan kerangka kerja holistik untuk penilaian kualitas tanah sub-regional yang mempertimbangkan dinamika perubahan lahan di perkotaan. Melalui pemetaan sifat tanah

dan karakteristik biofisik lainnya, informasi penting dapat dihasilkan untuk mengarahkan penggunaan lahan pertanian berkelanjutan dan menjaga ekonomi teritorial (Richiedei *et al.*, 2024). Studi ini diharapkan dapat memberikan landasan ilmiah bagi pemerintah kota Samarinda dalam merumuskan kebijakan tata ruang yang mendukung pengembangan pertanian perkotaan, sejalan dengan upaya perlindungan lahan pertanian berkelanjutan (Baihaqi *et al.*, 2025; Miranti *et al.*, 2020).

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif-komparatif untuk menganalisis perbedaan karakteristik fisik tanah di dua wilayah dengan kondisi morfologi berbeda di Kota Samarinda, yaitu Kecamatan Samarinda Ulu dan Samarinda Utara. Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus-September 2025 dengan mempertimbangkan perbedaan topografi kedua lokasi. Pengambilan sampel tanah dilakukan secara *purposive sampling* pada lapisan atas untuk memastikan data yang representatif. Alat yang digunakan meliputi sekop tanah, plastik sampel, *Munsell Soil Color Chart*, serta kamera dan GPS untuk dokumentasi lapangan.

Parameter karakteristik fisik tanah yang diamati mencakup tekstur tanah, struktur tanah, warna tanah, dan konsistensi tanah. Tekstur tanah diidentifikasi melalui uji sentuh dan visual untuk menentukan proporsi fraksi pasir, debu, dan liat (Ungaro *et al.*, 2025). Struktur tanah diamati berdasarkan bentuk dan ukuran agregat. Warna tanah diidentifikasi menggunakan *Munsell Soil Color Chart* pada kondisi lembab (Baek *et al.*, 2023). Konsistensi tanah diuji pada kondisi basah, lembab, dan kering untuk menilai plastisitas dan kelekatan (Zheng *et al.*, 2021). Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif komparatif melalui perbandingan hasil antar lokasi dan interpretasi faktor pembentuk tanah, meliputi bahan induk, iklim, topografi, organisme, dan waktu. Kombinasi faktor-faktor tersebut digunakan untuk menjelaskan variasi karakteristik fisik tanah (Paradelo *et al.*, 2025) serta mengevaluasi potensi kesesuaian lahan bagi pengembangan pertanian perkotaan di Kota Samarinda.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Fisik Tanah di Kecamatan Samarinda Ulu dan Samarinda Utara

Hasil pengamatan lapangan menunjukkan adanya variasi karakteristik fisik tanah antara Kecamatan Samarinda Ulu dan Kecamatan Samarinda Utara. Secara umum, perbedaan kondisi topografi, bahan induk, dan drainase menyebabkan variasi nyata dalam

warna, tekstur, struktur, dan konsistensi tanah di kedua wilayah seperti yang disajikan pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Komparasi Karakteristik Fisik Tanah di Kecamatan Samarinda Ulu dan Samarinda Utara

Kecamatan	Parameter Fisik Tanah					
	Warna	Tekstur	Struktur	Konsistensi		
				Basah	Lembab	Kering
Samarinda Ulu	<i>Olive brown</i> (2.5Y 4/4)	Lempung berpasir	Gumpal bersudut	Lekat	Sedang	Lemah
Samarinda Utara	<i>Reddish brown</i> (5YR 4/4)	Debu berpasir	Remah	Lekat	Sedang	Kuat

Sumber: Data primer, 2025

Tanah di Samarinda Ulu cenderung diasosiasikan dengan kandungan bahan organik yang lebih tinggi dan drainase yang baik, mengindikasikan potensi kesuburan tanah yang lebih baik (Ghimire et al., 2024). Sebaliknya, tanah di Samarinda Utara umumnya menunjukkan dominasi oksida besi, yang walaupun bisa mengindikasikan kondisi teroksidasi yang baik, juga dapat bervariasi dalam kandungan bahan organiknya (Dotto et al., 2020; Holdridge et al., 2022). Tekstur tanah di Samarinda Ulu menunjukkan keseimbangan antara retensi air dan drainase yang baik, menjadikannya ideal untuk pertumbuhan berbagai tanaman karena ketersediaan air yang memadai dan aerasi yang optimal (Eyong & Ofem, 2020; Perera et al., 2020). Sementara itu, tekstur tanah di Samarinda Utara memiliki kapasitas menahan air yang baik karena partikel debu yang lebih kecil (Green et al., 2022; Ponzoni et al., 2021). Namun, tanah dengan tekstur dominan debu atau pasir cenderung memiliki kandungan bahan organik yang lebih rendah dan stabilitas agregat yang rendah, yang dapat memengaruhi kesuburan dan produktivitas (Alghamdi et al., 2023; Hohenbrink et al., 2023; Sharifi et al., 2021).

Struktur tanah di Samarinda Ulu dapat memengaruhi permeabilitas air dan penetrasi akar, seringkali mengindikasikan pemadatan atau kandungan lempung yang lebih tinggi yang dapat membatasi pertumbuhan tanaman (Frene et al., 2024). Struktur tanah di Samarinda Utara sangat baik dalam pertanian karena berkontribusi pada aerasi yang sangat baik, infiltrasi air yang optimal, dan lingkungan yang kondusif bagi perkembangan akar dan aktivitas mikroorganisme tanah (Bodner et al., 2021; Ngolo et al., 2023). Konsistensi tanah di Samarinda Ulu menunjukkan sifat lekat, sedang, lemah pada kondisi basah, lembab, dan kering. Analisis ini mengindikasikan bahwa tanah mudah melekat saat jenuh air, menunjukkan stabilitas menengah saat lembab, dan relatif lunak ketika kering.

Karakteristik ini secara kolektif menandakan plastisitas sedang dan kemudahan dalam pengolahan tanah, yang diinginkan untuk aktivitas pertanian karena berkorelasi dengan friabilitas dan workabilitas tanah yang baik (Ketena *et al.*, 2025). Sebaliknya, tanah di Samarinda Utara memiliki konsistensi lekat, sedang, kuat, di mana kondisi kuat saat kering menunjukkan ketahanan agregat tanah terhadap gaya eksternal (Paradelo *et al.*, 2024). Tingkat kekompakan yang lebih tinggi ini, kemungkinan diakibatkan oleh dominasi fraksi debu dan pasir, dapat menyebabkan penurunan porositas signifikan saat kehilangan kadar air (Yu *et al.*, 2023). Kondisi tanah yang padat dan berkurangnya porositas membatasi penetrasi dan perkembangan akar tanaman karena peningkatan resistensi mekanik dan hambatan difusi gas (Frene *et al.*, 2024; Zhu *et al.*, 2024).

Implikasi Kondisi Fisik Tanah Terhadap Potensi Pertanian Perkotaan

Hasil komparasi karakteristik fisik tanah antara Kecamatan Samarinda Ulu dan Samarinda Utara menunjukkan bahwa kondisi fisik tanah memiliki pengaruh langsung terhadap potensi pengembangan pertanian perkotaan. Berdasarkan analisis kesesuaian lahan, Kecamatan Samarinda Ulu dapat dikategorikan sebagai area dengan kesesuaian tinggi–sedang. Adapun, Kecamatan Samarinda Utara termasuk kesesuaian sedang–rendah untuk pertanian perkotaan.

Kondisi tanah di Kecamatan Samarinda Ulu sesuai untuk tanaman menjadikannya cocok untuk tanaman berumur pendek seperti sawi, kangkung, bayam, cabai, dan tomat. Kondisi tersebut juga menguntungkan untuk pengembangan sistem pertanian *urban farming* berbasis media tanah, seperti *raised bed garden* dan *rooftop farming* yang mulai banyak diterapkan di wilayah perkotaan (Drottberger *et al.*, 2023; Song *et al.*, 2022). Sebaliknya, Samarinda Utara memiliki keterbatasan dari segi kemampuan menahan air dan ketebalan horizon atas, sehingga lebih sesuai untuk sistem pertanian ekstensif dengan tanaman tahan kekeringan seperti singkong, jagung, dan kacang tanah (Gómez-Villarino & Briz, 2022; Pichakum & Pichakum, 2021), serta membutuhkan strategi pengelolaan air agar tetap produktif.

Perbedaan struktur dan konsistensi memberikan arah praktis bagi strategi konservasi. Struktur tanah di Kecamatan Samarinda Ulu cenderung menyebabkan pemadatan jika sering diinjak atau diolah tanpa penambahan bahan organik, sehingga dianjurkan penerapan pengolahan minimum disertai penggunaan pembenah fisik tanah seperti kompos dan arang sekam untuk meningkatkan aerasi dan stabilitas agregat (Negiş *et al.*, 2019; Obalum *et al.*, 2019). Sementara itu, struktur remah di Samarinda Utara

bersifat mudah hancur saat kering, sehingga diperlukan perlindungan permukaan tanah melalui penerapan mulsa organik untuk menjaga kelembapan dan mengurangi erosi permukaan (Jiang *et al.*, 2023; Li *et al.*, 2024; Musei *et al.*, 2024). Strategi adaptif ini memungkinkan setiap wilayah mengoptimalkan potensi tanah tanpa mengubah karakteristik alaminya.

Kondisi tanah di Kecamatan Samarinda Utara memerlukan inovasi berbasis konservasi air dan pengelolaan kelembapan mikro. Tanah bertekstur kasar dengan drainase cepat dapat diperbaiki melalui penerapan mulsa organik (Wang *et al.*, 2021), penggunaan arang sekam (Upadhyay *et al.*, 2024), dan sistem irigasi tetes yang efisien (Farah *et al.*, 2021). Penelitian menunjukkan bahwa penambahan bahan pembenah fisik pada tanah berpasir, seperti biochar, dapat meningkatkan kapasitas air tersedia hingga 30% (Gluba *et al.*, 2021), serta menurunkan kehilangan air permukaan (Wang *et al.*, 2021).

Implikasi praktis dari hasil penelitian ini menegaskan pentingnya pengelolaan tanah berbasis kesesuaian lokasi (*site-specific soil management*) untuk mewujudkan pertanian perkotaan berkelanjutan. Pemerintah Kota Samarinda bersama akademisi dapat berperan dalam menyusun peta kesesuaian lahan pertanian perkotaan berbasis data karakteristik fisik tanah, sehingga pengambilan keputusan pembangunan lebih terarah. Selain itu, kolaborasi dengan masyarakat melalui edukasi urban farming perlu diperluas agar pemanfaatan tanah di pekarangan, taman, dan lahan kosong dapat dilakukan secara produktif namun tetap memperhatikan kapasitas fisik tanah setempat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa karakteristik fisik tanah antara Kecamatan Samarinda Ulu dan Samarinda Utara memiliki variasi akibat perbedaan morfologi, topografi, dan kondisi drainase. Tanah di Samarinda Ulu berwarna *olive brown* (2.5Y 4/4) dengan tekstur lempung berpasir dan struktur gumpal bersudut, yang menunjukkan keseimbangan antara kemampuan retensi air dan aerasi yang baik. Sebaliknya, tanah di Samarinda Utara berwarna *reddish brown* (5YR 4/4), bertekstur debu berpasir, dan berstruktur remah, yang menunjukkan drainase cepat dan kelembapan rendah. Kondisi ini berimplikasi terhadap kemampuan tanah dalam mendukung jenis tanaman yang berbeda. Samarinda Ulu lebih sesuai untuk tanaman hortikultura berumur pendek seperti sawi, kangkung, dan cabai, sementara Samarinda Utara lebih potensial untuk tanaman tahan kekeringan seperti singkong, jagung, dan kacang tanah.

Hasil ini menegaskan bahwa pengembangan pertanian perkotaan di Kota Samarinda harus mempertimbangkan kesesuaian lahan berbasis karakteristik fisik tanah untuk menjamin produktivitas dan keberlanjutan lingkungan. Diperlukan strategi pengelolaan tanah spesifik lokasi (*site-specific soil management*) untuk mengoptimalkan fungsi agronomis kedua wilayah. Penyusunan peta kesesuaian lahan pertanian perkotaan dibutuhkan sebagai dasar perencanaan zonasi produktif dan konservatif. Kolaborasi lintas sektor antara pemerintah, akademisi, dan masyarakat akan memperkuat ketahanan pangan lokal sekaligus mewujudkan pertanian perkotaan berkelanjutan di wilayah tropis lembap seperti Kota Samarinda.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhitya, F. W., Hartono, D., & Awirya, A. A. (2013). Determinan Produktivitas Lahan Pertanian Subsektor Tanaman Pangan Di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Pembangunan Kajian Masalah Ekonomi Dan Pembangunan*, 14(1), 110. <https://doi.org/10.23917/jep.v14i1.165>
- Alghamdi, A. G., Majrashi, M. A., & Ibrahim, H. M. (2023). Improving the Physical Properties and Water Retention of Sandy Soils by the Synergistic Utilization of Natural Clay Deposits and Wheat Straw. *Sustainability*, 16(1), 46. <https://doi.org/10.3390/su16010046>
- Bachtiar, T., Nurrobifahmi, N., Citraresmini, A., & Flatian, A. N. (2020). Teknik Isotop ¹⁵N untuk Mengevaluasi Pengaruh Biochar dan Bakteri Penambat Nitrogen terhadap Serapan Nitrogen Tanaman Padi Sawah. *Jurnal Tanah Dan Iklim*, 43(2), 139. <https://doi.org/10.21082/jti.v43n2.2019.139-145>
- Baek, S.-H., Park, K.-H., Jeon, J.-S., & Kwak, T.-Y. (2023). A Novel Method for Calibration of Digital Soil Images Captured under Irregular Lighting Conditions. In *Sensors* (Vol. 23, Issue 1). <https://doi.org/10.3390/s23010296>
- Baihaqi, M. G., Kusuma, R. S. B. G., Ozora, F. A., & Ajesbiah, T. R. (2025). Transformasi Penataan Ruang Daerah: Tantangan Dan Peluang Menuju Pembangunan Berkelanjutan. *Deleted Journal*, 7(2), 82–91. <https://doi.org/10.36985/mf19e110>
- Bodner, G., Mentler, A., & Keiblinger, K. (2021). Plant Roots for Sustainable Soil Structure Management in Cropping Systems. *The Root Systems in Sustainable Agricultural Intensification*, 45–90. <https://doi.org/10.1002/9781119525417.ch3>
- Cahyanto, T. A., & Murwanti, R. (2022). Pembinaan Budidaya Pertanian Berbasis Smart Vertical Farming Untuk Pemanfaatan Lahan Sempit Di Daerah Perumahan. *INTEGRITAS Jurnal Pengabdian*, 6(1), 155. <https://doi.org/10.36841/integritas.v6i1.1533>
- Colozza, D., Wang, Y., & Avendaño, M. (2023). Does urbanisation lead to unhealthy diets? Longitudinal evidence from Indonesia. *Health & Place*, 83, 103091. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2023.103091>
- Dotto, A. C., Demattê, J. A. M., Rossel, R. A. V., & Rizzo, R. (2020). Soil environment grouping system based on spectral, climate, and terrain data: a quantitative branch

- of soil series. *SOIL*, 6(1), 163–177. <https://doi.org/10.5194/soil-6-163-2020>
- Drottberger, A., Zhang, Y., Yong, J. W. H., & Dubois, M.-C. (2023). Urban farming with rooftop greenhouses: A systematic literature review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 188, 113884. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113884>
- Eyong, M. O., & Ofem, K. I. (2020). Soil Mechanical Composition and Texture as Indices for On-site and Field Precise Choice of Land Use Type to Adopt. *Asian Soil Research Journal*, 28–43. <https://doi.org/10.9734/asrj/2020/v4i330094>
- Farah, A. H., Al-Ghobari, H. M., El-Abedin, T. K. Z., Alrasasimah, M. S., & El-Shafei, A. A. (2021). Impact of Partial Root Drying and Soil Mulching on Squash Yield and Water Use Efficiency in Arid. *Agronomy*, 11(4), 706. <https://doi.org/10.3390/agronomy11040706>
- Frene, J. P., Pandey, B. K., & Castrillo, G. (2024). Under pressure: elucidating soil compaction and its effect on soil functions. *Plant and Soil*. <https://doi.org/10.1007/s11104-024-06573-2>
- Ghimire, S., Ojha, R. B., Shrivastav, C., Bhatta, S., & Panday, D. (2024). Profile distribution and edaphic controls of soil organic carbon in dominant soil orders of Chitwan, Nepal. *Carbon Research*, 3(1). <https://doi.org/10.1007/s44246-024-00139-8>
- Giyarsih, S. R., Armansyah, A., Zaelany, A. A., Latifa, A., Setiawan, B., Saputra, D. N., Haqi, M., Lamijo, L., & Fathurohman, A. (2024). Interrelation of urban farming and urbanization: an alternative solution to urban food and environmental problems due to urbanization in Indonesia. *Frontiers in Built Environment*, 9. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2023.1192130>
- Gluba, Ł., Rafalska-Przysucha, A., Szewczak, K., Łukowski, M., Szlązak, R., Vitková, J., Kobyłecki, R., Bis, Z., Wichliński, M., Zarzycki, R., Kacprzak, A., & Usowicz, B. (2021). Effect of Fine Size-Fractionated Sunflower Husk Biochar on Water Retention Properties of Arable Sandy Soil. *Materials*, 14(6), 1335. <https://doi.org/10.3390/ma14061335>
- Gómez-Villarino, M. T., & Briz, T. (2022). With sustainable use of local inputs, urban agriculture delivers community benefits beyond food. *California Agriculture*, 1–10. <https://doi.org/10.3733/ca.2022a0013>
- Green, D., Rezanezhad, F., Jordan, S. F., Wagner-Riddle, C., Henry, H. A. L., Slowinski, S., & Cappellen, P. Van. (2022). Effects of winter pulsed warming and snowmelt on soil nitrogen cycling in agricultural soils: A lysimeter study. *Frontiers in Environmental Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.1020099>
- Hohenbrink, T. L., Jackisch, C., Durner, W., Germer, K., Iden, S. C., Kreiselmeier, J., Leuther, F., Metzger, J. C., Naseri, M., & Peters, A. (2023). Soil water retention and hydraulic conductivity measured in a wide saturation range. *Earth System Science Data*, 15(10), 4417–4432. <https://doi.org/10.5194/essd-15-4417-2023>
- Holdridge, G., Simpson, I. A., Lichtenberger, A., Raja, R., Kinnaird, T., Sanderson, D. C. W., & Kristiansen, S. M. (2022). Urban gardens in Antiquity. *Journal of Archaeological Science Reports*, 46, 103633. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2022.103633>
- Jiang, H., Guo, H., Sun, Z., Yan, X., Zha, J., Zhang, H., & Li, S. (2023). Urban-rural

- disparities of carbon storage dynamics in China's human settlements driven by population and economic growth. *Science of the Total Environment*, 871(February), 162092. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162092>
- Kamaruddin, C. A. (2023). Pemberdayaan Lahan Sempit Bagi Masyarakat Perkotaan dalam Meningkatkan Minat Berwirausaha pada Subsektor Usaha Tani Perkotaan. *Journal of Economic Education and Entrepreneurship Studies*, 4(2), 565–583. <https://doi.org/10.26858/je3s.v4i2.1154>
- Ketena, S., Gebresenbet, G., Kolhe, K. P., Mathewos, M., & Seifu, Y. (2025). Soil tillage interactions study based on workability and draft power efficiency. *Discover Agriculture*, 3(1), 182. <https://doi.org/10.1007/s44279-025-00350-0>
- Li, J., Li, J., Nassani, A. A., Naseem, I., & Zaman, K. (2024). The impact of women's empowerment and access to finance on greenhouse gas emissions: A framework for securing environmental tranquility. *Borsa Istanbul Review*, 24(2), 341–351. <https://doi.org/10.1016/j.bir.2024.01.008>
- Lukmanul, A. (2021). Urban Farming Metode Teknologi Dan Inovasi Baru Pada Pertanian Perkotaan (Urban Farming Technology And Methods New Innovations In Urban Agriculture). *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3782290>
- Miranti, S. A., Setiadi, H., & Erthalia, M. (2020). Mapping Potential Area of Sustainable Food Agriculture Area in Somba Opu Sub-District, Gowa Regency. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, 436(1), 12009. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/436/1/012009>
- Mulyono, J. (2023). Implementasi Program Pengembangan Food Estate Di Kalimantan Tengah. *Jurnal Analis Kebijakan*, 7(1), 13–28. <https://doi.org/10.37145/jak.v7i1.599>
- Musei, S. K., Kuyah, S., Nyawira, S. S., Ng'ang'a, S. K., Karugu, W., Smucker, A. J. M., & Nkurunziza, L. (2024). Sandy soil reclamation technologies to improve crop productivity and soil health: a review. In *Frontiers in Soil Science* (Vol. 4). Frontiers Media. <https://doi.org/10.3389/fsoil.2024.1345895>
- Negiş, H., Şeker, C., Gümüş, İ., Manirakiza, N., & Mücevher, O. (2019). Effects of Biochar and Compost Applications on Penetration Resistance and Physical Quality of a Sandy Clay Loam Soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 51(1), 38–44. <https://doi.org/10.1080/00103624.2019.1695819>
- Ngolo, A. O., de Oliveira, F. S., de Oliveira, M. F., & Fernandes, R. B. A. (2023). Microstructural changes in Oxisols under long-term different management systems. *Revista Brasileira de Ciência Do Solo*, 47. <https://doi.org/10.36783/18069657rbcs20230051>
- Obalum, S. E., Uteau, D., & Peth, S. (2019). Reduced tillage and compost effects on soil aggregate stability of a silt-loam Luvisol using different aggregate stability tests. *Soil and Tillage Research*, 189, 217–228. <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.02.002>
- Pane, K. N., Walida, H., Saragih, S. H. Y., & Dalimunthe, B. A. (2023). Analisis Karakteristik Sifat Biologi Tanah Ultisol Setelah Di Inkubasi Dengan Kompos Limbah Buah Dan Sayuran. *Jurnal Al Ulum LPPM Universitas Al Washliyah Medan*, 11(2), 85–90. <https://doi.org/10.47662/alulum.v11i2.466>

- Paradelo, R., Herbón, C., & Barral, M. T. (2024). Physical properties of the urban soils of Santiago de Compostela (Spain). *Journal of Soils and Sediments*. <https://doi.org/10.1007/s11368-024-03833-7>
- Paradelo, R., Herbón, C., & Barral, M. T. (2025). Physical properties of the urban soils of Santiago de Compostela (Spain). *Journal of Soils and Sediments*, 25(2), 462–471. <https://doi.org/10.1007/s11368-024-03833-7>
- Perera, K. H. K., Udeshani, C., Piyathilake, I. D. U. H., Wimalasiri, G. E. M., Kadupitiya, H. K., Udayakumara, E. P. N., & Gunatilake, S. K. (2020). Assessing soil quality and soil erosion hazards in the Moneragala District, Sri Lanka. *SN Applied Sciences*, 2(12). <https://doi.org/10.1007/s42452-020-03926-1>
- Pichakum, N., & Pichakum, A. (2021). Evaluating the Drought Endurance of Landscaping Ground Cover Plants in a Roof Top Model. *Horticulturae*, 7(2), 31. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7020031>
- Ponzoni, E., Nocilla, A., & Jommi, C. (2021). Determination of Water Retention Properties of Silty Sands by Means of Combined Commercial Techniques. *Geosciences*, 11(8), 315. <https://doi.org/10.3390/geosciences11080315>
- Pratomo, R. A., & Wijayanti, E. (2023). Strategi Pengendalian Alih Fungsi Lahan Pertanian Tanaman Pangan di Kabupaten Kutai Kartanegara. *Jurnal Pembangunan Wilayah Dan Kota*, 19(3). <https://doi.org/10.14710/pwk.v19i3.44533>
- Putra, A. S., Tong, G., & Pribadi, D. O. (2020). Food Security Challenges in Rapidly Urbanizing Developing Countries: Insight from Indonesia. *Sustainability*, 12(22), 9550. <https://doi.org/10.3390/su12229550>
- Richiedei, A., Giuliani, M. V., & Pezzagno, M. (2024). Unveiling the Soil beyond Definitions: A Holistic Framework for Sub-Regional Soil Quality Assessment and Spatial Planning. *Sustainability*, 16(14), 6075. <https://doi.org/10.3390/su16146075>
- Saida, S., Putra, A., & Ibrahim, B. (2023). Analisis Sifat Kimia dan Evaluasi Kesuburan Tanah Pada Lahan Kering Di Kecamatan Eremerasa Kabupaten Bantaeng. *Savana Cendana*, 8(3), 84–91. <https://doi.org/10.32938/sc.v8i3.2107>
- Setyanto, D. P., Susanto, S., Setyawan, C., & Zaki, M. K. (2023). GIS-Based Analysis of Land Suitability for Rice Production in Food Buffer Area of New Capital City Indonesia. *E3S Web of Conferences*, 468, 8004. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202346808004>
- Sharifi, A., Shirani, H., Besalatpour, A. A., Esfandiarpour-Boroujeni, I., & Hajabbasi, M. A. (2021). High-energy moisture characteristics of various low organic matter sandy soils in different land uses. *Geoderma*, 398, 115104. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115104>
- Solekhah, B. A., Priyadarshini, R., & Maroeto, M. (2024). Kajian Pola Distribusi Tekstur terhadap Bahan Organik pada Berbagai Penggunaan Lahan. *Agro Bali Agricultural Journal*, 7(1), 256–265. <https://doi.org/10.37637/ab.v7i1.1571>
- Song, S., Cheong, J. C., Lee, J. S. H., Tan, J. K. N., Chiam, Z., Arora, S., Png, K. J. Q., Seow, J. W. C., Leong, F. W. S., Palliwal, A., Biljecki, F., Tablada, A., & Tan, H. T. W. (2022). Home gardening in Singapore: A feasibility study on the utilization of the vertical space of retrofitted high-rise public housing apartment buildings to increase urban vegetable self-sufficiency. *Urban Forestry & Urban Greening*, 78,

127755. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127755>

- Ungaro, F., Tarocco, P., Aprea, A., Bazzocchi, S., & Calzolari, C. (2025). From Fertile Grounds to Sealed Fields: Assessing and Mapping Soil Ecosystem Services in Forlì's Urban Landscape (NE Italy). In *Land* (Vol. 14, Issue 4). <https://doi.org/10.3390/land14040719>
- Upadhyay, V. K., Choudhary, K. K., & Agrawal, S. B. (2024). Use of biochar as a sustainable agronomic tool, its limitations and impact on environment: a review. In *Discover Agriculture* (Vol. 2, Issue 1). Springer Science+Business Media. <https://doi.org/10.1007/s44279-024-00033-2>
- Wang, B., Niu, J., Berndtsson, R., Zhang, L., Chen, X., Li, X., & Zhu, Z. (2021). Efficient organic mulch thickness for soil and water conservation in urban areas. *Scientific Reports*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-85343-x>
- Wulandari, R., Fahriddho, M., & Tjale, M. M. (2023). The Potential for Development of Urban Farming in Supporting Agriculture Sustainability. *E3S Web of Conferences*, 444, 2044. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202344402044>
- Yu, C., Mawodza, T., Atkinson, B. S., Atkinson, J. A., Sturrock, C. J., Whalley, W. R., Hawkesford, M. J., Cooper, H. V., Zhang, X., Zhou, H., & Mooney, S. J. (2023). The effects of soil compaction on wheat seedling root growth are specific to soil texture and soil moisture status. *Rhizosphere*, 29, 100838. <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2023.100838>
- Yurike, Y., Sugara, A., & Putri, A. D. (2022). Kajian Kesesuaian Alih Fungsi Lahan Pertanian Dalam Upaya Mendukung Ketahanan Pangan Di Kecamatan Muara Bangkahulu Kota Bengkulu. *Naturalis Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumber Daya Alam Dan Lingkungan*, 11(2), 171–176. <https://doi.org/10.31186/naturalis.11.2.24254>
- Zheng, K., Cheng, J., Xia, J., Liu, G., & Xu, L. (2021). Effects of Soil Bulk Density and Moisture Content on the Physico-Mechanical Properties of Paddy Soil in Plough Layer. In *Water* (Vol. 13, Issue 16). <https://doi.org/10.3390/w13162290>
- Zhu, X., Peng, W., Xie, Q., & Ran, E. (2024). Effects of Soil Compaction Stress Combined with Drought on Soil Pore Structure, Root System Development, and Maize Growth in Early Stage. In *Plants* (Vol. 13, Issue 22). <https://doi.org/10.3390/plants13223185>

Respon Fisiologis Beberapa Varietas Padi Lokal Gorontalo terhadap Cekaman Kekeringan yang Disimulasikan dengan PEG-6000 pada Fase Perkecambahan

Ria Megasari^{1*}

¹Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan Ilmu Perikanan, Universitas Pohuwato

Email: elfega406@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon fisiologis beberapa genotipe padi lokal Gorontalo terhadap cekaman kekeringan yang disimulasikan menggunakan larutan *Polyethylene Glycol* (PEG-6000) pada fase perkecambahan. Penelitian dilaksanakan di laboratorium dengan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial, terdiri atas dua faktor, yaitu genotipe padi (Temo, Maraya, Pulo Kuku, Pulo Merah, Sonu, Ponda, dan Sina) serta konsentrasi PEG-6000 (0, 12,5, dan 25 g L⁻¹), masing-masing diulang tiga kali. Parameter yang diamati meliputi daya kecambah, laju perkecambahan, indeks kecepatan perkecambahan, indeks vigor, panjang plumula, panjang akar, dan indeks sensitivitas stres (SSI). Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi PEG berpengaruh nyata terhadap seluruh parameter pertumbuhan awal benih. Penurunan potensial air akibat PEG menghambat proses imbibisi dan aktivitas metabolik benih, sehingga menurunkan daya kecambah dan vigor. Respons antar genotipe bervariasi, yang mencerminkan perbedaan kemampuan adaptasi fisiologis terhadap cekaman osmotik. Berdasarkan nilai SSI, genotipe Maraya dan Ponda dikategorikan sebagai toleran terhadap kekeringan, Pulo Kuku tergolong sedang, sedangkan Temo, Sonu, Pulo Merah, dan Sina termasuk sensitif. Hasil ini menunjukkan adanya keragaman genetik yang potensial untuk digunakan sebagai bahan dasar dalam program pemuliaan padi lokal toleran kekeringan di wilayah Gorontalo.

Kata kunci: Cekaman kekeringan, Padi Lokal Gorontalo, PEG-6000, Vigor benih

Abstract

This study aimed to evaluate the physiological responses of several local rice genotypes from Gorontalo under drought stress simulated using Polyethylene Glycol (PEG-6000) during the germination stage. The experiment was conducted in a laboratory using a completely randomized factorial design with two factors: rice genotypes (Temo, Maraya, Pulo Kuku, Pulo Merah, Sonu, Ponda, and Sina) and PEG-6000 concentrations (0, 12.5, and 25 g L⁻¹), each with three replications. Observed parameters included germination percentage, germination rate, germination speed index, vigor index, plumule length, root length, and stress sensitivity index (SSI). The results showed that increasing PEG concentration significantly affected all early growth parameters. Reduced water potential due to PEG inhibited water imbibition and seed metabolic activity, resulting in lower germination percentage and vigor. The genotypes exhibited varying responses, indicating differences in their physiological adaptation mechanisms under osmotic stress. Based on SSI values, Maraya and Ponda were classified as drought-tolerant, Pulo Kuku as moderately tolerant, while Temo, Sonu, Pulo Merah, and Sina were sensitive. These findings highlight the existence of genetic variability among Gorontalo local rice genotypes, which can be utilized as a basis for breeding programs aimed at developing drought-tolerant rice varieties.

Keywords: Drought Stress, Gorontalo local rice, PEG-6000, Seed Vigor

PENDAHULUAN

Padi (*oryza sativa* L.) merupakan komoditas pangan utama bagi lebih dari setengah populasi dunia dan memiliki peran strategis dalam ketahanan pangan global (FAO, 2023). Produksi pangan dunia sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, terutama ketersediaan air. Perubahan iklim global yang ditandai dengan peningkatan suhu dan ketidakstabilan curah hujan menyebabkan menurunnya produktivitas padi di banyak negara produsen utama seperti India, Tiongkok dan Indonesia (IPCC, 2021). Kondisi kekeringan telah dilaporkan menyebabkan penurunan hasil padi hingga 20-70% tergantung pada fase pertumbuhan dan Tingkat keparahan cekaman (Serraj *et al.*, 2011). Hal ini menunjukkan bahwa kekeringan merupakan faktor pembatas utama produksi padi, termasuk pada wilayah beriklim kering seperti Gorontalo.

Secara nasional, Indonesia menghadapi tantangan serupa di sektor pertanian akibat variabilitas iklim yang tinggi. Data dari Kementerian Pertanian (2022) menunjukkan bahwa sekitar 60% lahan sawah di Indonesia tergantung pada curah hujan, sehingga rentan terhadap kekeringan musiman. Provinsi-provinsi di kawasan timur Indonesia, termasuk Sulawesi sering mengalami priode kering yang cukup panjang, yang berdampak pada penurunan produksi padi. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk mengidentifikasi dan mengembangkann genotype padi yang toleran terhadap kondisi kekeringan guna mendukung keberlanjutan produksi pangan nasional.

Data Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Gorontalo (2025) menunjukkan bahwa produksi padi pada tahun 2024 menurun menjadi 234,86 ribu ton gabah kering giling (GKG) dengan luas panen 46,95 ribu hektare, atau turun 6,59% dibandingkan tahun 2023. Penurunan ini diduga berkaitan dengan fluktuasi iklim dan keterbatasan ketersediaan air pada lahan pertanian, yang mengindikasikan perlunya pengembangan varietas padi yang adaptif terhadap kondisi cekaman kekeringan. Salah satu pendekatan yang efektif untuk menilai respon genotype terhadap kekeringan adalah melalui simulasi cekaman osmotik menggunakan Polietilen Glikol (PEG-6000) (Michel & Kaufmann, 1973). Perlakuan PEG-6000 menurunkan potensial air medium tanpa menyebabkan toksisitas pada tanaman, sehingga dapat meniru kondisi kekeringan secara in vitro dan menjadi metode yang relevan untuk menilai toleransi fisiologis pada fase awal pertumbuhan atau perkecambahan (Blum, 2011). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pemberian PEG-6000 dengan konsentrasi tinggi dapat menurunkan laju dan persentase perkecambahan benih padi akibat berkurangnya kemampuan biji dalam menyerap air (Megasari *et al.*, 2025).

Perkecambahan merupakan tahapan awal yang krusial dalam perkembangan tanaman. Penilaian karakteristik tanaman sebagai respon terhadap cekaman dapat dilakukan selama fase perkecambahan, pembibitan atau vegetatif tanaman melalui eksperimen lapangan (Chutia & Borah, 2012).

Aplikasi larutan polietilen glikol (PEG) berfungsi sebagai metodologi alternatif yang sering digunakan untuk mengidentifikasi ketahanan tanaman terhadap cekaman kekeringan. Polietilen glikol adalah makromolekul inert yang dicirikan oleh struktur polimer yang ekstensif, yang telah banyak digunakan dalam penelitian ilmiah (Kylyshbayeva *et al.*, 2025). PEG dikenal sebagai senyawa yang relevan untuk tujuan penyaringan, mengingat kemampuannya untuk mengatur proses imbibisi dan hidrasi benih. Selain itu, PEG digunakan dalam mengevaluasi ketahanan benih terhadap kekeringan dengan mempertimbangkan indeks kekeringan (Nemoto *et al.*, 1995). PEG berfungsi sebagai agen *in vitro* untuk menginduksi cekaman kekeringan karena kemampuannya untuk mengurangi potensial osmotik air tanpa menimbulkan toksisitas, sehingga secara efektif mensimulasikan kondisi kekeringan pada tanaman. PEG telah digunakan untuk periode yang luas untuk memfasilitasi pemilihan varietas tanaman toleran kekeringan dalam pengaturan laboratorium selama fase perkecambahan (Chutia & Borah, 2012). Pemanfaatan konsentrasi 20% PEG 6000 dapat menggambarkan varietas padi yang menunjukkan ketahanan terhadap cekaman kekeringan berdasarkan metrik panjang plumula, panjang akar, dan indeks toleransi kekeringan, yang diinformasikan oleh panjang plumula dan akar (Maisura *et al.*, 2016). Ketika konsentrasi PEG meningkat, pengikatan air oleh subunit etilen meningkat, sehingga menghambat kapasitas benih untuk menyerap air, yang berpuncak pada tanaman yang mengalami cekaman kekeringan (Verslues *et al.*, 2006). PEG memicu penghambatan perkecambahan karena terkait erat dengan fenomena stres osmotik (Sidari *et al.*, 2008).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ketahanan kekeringan enam varietas padi lokal Gorontalo melalui pemberian berbagai konsentrasi polietilen glikol (PEG). Hasil penelitian ini diharapkan akan memberikan manfaat serta wawasan berharga mengenai varietas padi lokal yang menunjukkan toleransi kekeringan, yang selanjutnya dapat digunakan dalam pemuliaan padi yang bertujuan menghasilkan kultivar unggul yang beradaptasi dengan baik terhadap lingkungan kering atau wilayah yang sering mengalami kelangkaan air. Melalui uji toleransi genotipe yang memiliki ketahanan kekeringan yang kuat, sehingga ketahanan pangan di Gorontalo dan wilayah lain yang menghadapi

tantangan serupa diharapkan dapat ditingkatkan. Lebih lanjut, penelitian ini berperan penting dalam memperkuat konservasi varietas lokal yang berpotensi untuk ditingkatkan lebih lanjut, sejalan dengan upaya diversifikasi sumber pangan dan optimalisasi pemanfaatan sumber daya genetik lokal.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Pertanian dan Ilmu Pertanian Universitas Pohuwato, Desa Palopo, Kecamatan Marisa, Kabupaten Pohuwato, Provinsi Gorontalo. Penelitian ini berlangsung pada Januari – April 2025. Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas: cawan petri, kertas merang, alcohol 70%, pinset, gelas ukur, timbangan analitik, germinator, sprayer, penggaris dan alat tulis menulis. Adapun bahan yang digunakan adalah 7 varietas padi lokal (temo, maraya, pulo kuku, pulo merah, sonu, ponda, sina), *Polyethylene Glycol* (PEG-6000) dan Akuades.

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial dua faktor. Faktor pertama yaitu V1 = Temo, V2 = Maraya, V3 = Pulo Kuku, V4 = Pulo Merah, V5 = Sonu, V6 = Ponda, V7 = Sina. Factor kedua adalah perlakuan priming PEG 0 g L⁻¹ (P0), priming PEG 12,5 g L⁻¹ (P1), dan priming PEG 25 g L⁻¹ (P2) dengan lama pemeraman benih selama 12 jam. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 63 unit percobaan. Benih padi lokal Gorontalo diperoleh dari petani di Desa Sigaso, Kecamatan Atinggola, Kabupaten Gorontalo Utara.

Uji perkecambahan dilakukan dengan cawan petri yang dilapisi kertas saring (Šerá, 2023). Cawan petri berukuran 90 mm digunakan dan dilapisi kertas saring. Kertas saring dibasahi hingga jenuh dengan air suling untuk kontrol dan PEG 6000 untuk uji kekeringan, masing-masing sekitar 10 mL; kemudian, benih diletakkan secara merata di atasnya. Setiap cawan petri berisi 25 benih, kemudian diulang tiga kali. Cawan petri kemudian ditempatkan di lingkungan bersuhu ruangan, dan kelembapan kertas saring diperiksa setiap hari. Pengamatan dilakukan selama 14 hari. Parameter yang diamati dari perkecambahan meliputi daya kecambahan (%) (DB), Laju Perkecambahan (LP), Indeks Kecepatan Perkecambahan (IKP), dan Indeks Vigor (IV) Semua sifat perkecambahan dihitung berdasarkan jumlah keberhasilan biji untuk tumbuh (> 2 mm radikula) setiap hari. Parameter sifat kecambah meliputi plumula Panjang (cm), panjang radikula (cm). Sifat kecambah dihitung dengan mengukur sampel kecambah pada akhir pengamatan. Perhitungan indeks sensitivitas stres (SSI) dilakukan berdasarkan rumus:

$$SSI = \frac{1 - \left(\frac{Y_s}{Y_p}\right)}{1 - \left(\frac{\hat{Y}_s}{\hat{Y}_p}\right)}$$

Nilai SSI dihitung menurut rumus Fischer dan Maurer (1978) untuk menentukan tingkat toleransi genotipe terhadap stres kekeringan, dimana SSI = Tolerance index (Indeks Toleransi); Y_s = nilai perlakuan pada kondisi bebas cekaman; Y_p = nilai perlakuan pada kondisi cekaman; $\hat{Y}_s$ = nilai rata-rata seluruh perlakuan pada kondisi bebas cekaman dan $\hat{Y}_p$ = rata-rata seluruh perlakuan pada kondisi cekaman. Apabila indeks toleransi genotipe suatu genotipe jika nilainya $\leq 0,5$ (toleran), $0,5 < \text{nilai} \leq 1,0$ (sedang), dan $> 1,0$ (sensitif). Data hasil penelitian selanjutnya dianalisis secara statistic menggunakan analisis ragam (ANOVA). Selanjutnya, dilakukan uji lanjut BNT pada taraf uji $\alpha=0,01$ apabila pada uji F menunjukkan nyata atau sangat nyata, untuk menentukan perlakuan konsentrasi priming yang terbaik terhadap peningkatan adaptasi pada padi cekaman kekeringan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis ragam, terlihat bahwa interaksi antara varietas dan konsentrasi PEG berpengaruh nyata terhadap daya kecambah, laju perkecambahan, indeks kecepatan perkecambahan, indeks vigor, panjang tunas dan panjang akar.

Daya Kecambah

Pada tabel 1, dijelaskan bahwa terdapat interaksi antara varietas dan konsenrasi PEG terhadap daya kecambah. Secara umum, daya kecambah berkisar 74% hingga 100%. Peningkatan konsentrasi PEG menyebabkan penurunan daya tumbuh benih. Perlakuan PEG pada konsentrasi 25 g L⁻¹ menyebabkan pertumbuhan benih menurun pada semua varietas kecuali varietas Temo. Khusus untuk varietas Pulo Merah pertumbuhan mengalami penurunan paling besar yaitu 20,6% dibandingkan kontrol.

Tabel 1. Daya Kecambah (%) Beberapa Varietas Padi Lokal Gorontalo pada Berbagai Konsentrasi PEG-6000

Varietas	Perlakuan PEG (g L ⁻¹)		
	0	12.5	25
Temo	100.0 ^a	100.0 ^a	100.0 ^a
Maraya	97.3 ^{ab}	100.0 ^a	88.7 ^{bcd}
Pulo Kuku	96.0 ^{ab}	98.7 ^a	85.0 ^d
Pulo Merah	94.7 ^{abc}	94.7 ^{abc}	74.0 ^e
Sonu	96.0 ^{ab}	95.3 ^{abc}	82.3 ^{de}
Ponda	96.0 ^{ab}	97.3 ^{ab}	87.0 ^{cd}
Sina	98.7 ^a	97.3 ^{ab}	93.0 ^{abcd}

Laju Perkecambahan

Parameter laju perkecambahan yang disajikan pada tabel 2 menunjukkan bahwa ada interaksi antara varietas dan konsentrasi PEG. Secara umum, semua perlakuan berhasil menumbuhkan benih mulai hari ke-2. Namun, interaksi antara varietas Sonu dengan konsentrasi PEG 8 g L⁻¹ mencatat perkecambahan rata-rata tercepat 2,39 hari. Kemudian, interaksi antara varietas temo dengan konsentrasi PEG 25 g L⁻¹ mencatat perkecambahan rata-rata terpanjang, yaitu 4,67 hari.

Tabel 2. Laju Perkecambahan Beberapa Varietas Padi Lokal Gorontalo pada Berbagai Konsentrasi PEG-6000

Varietas	Perlakuan PEG (g L ⁻¹)		
	0	12.5	25
Temo	2.75 cd	3.08 cd	4.67 a
Maraya	3.40 cd	2.60 cd	3.67 b
Pulo Kuku	2.88 cd	2.95 cd	2.85 cd
Pulo Merah	2.91 cd	2.92 cd	2.77 cd
Sonu	2.69 d	2.39 cd	2.56 cd
Ponda	2.57 cd	2.73 bc	3.64 b
Sina	2.81 cd	2.92 cd	2.93 bc

Keterangan: rata-rata yang diikuti dengan huruf yang sama berarti tidak berbeda berdasarkan uji Tukey ($\alpha = 0,01$)

Indeks Kecepatan Perkecambahan

Parameter indeks kecepatan perkecambahan (tabel 3) menunjukkan adanya interaksi antara varietas dengan konsentrasi PEG. Varietas Sonu dengan konsentrasi PEG 25 g L⁻¹ mencatat nilai indeks kecepatan perkecambahan tertinggi yaitu 6,62, sedangkan nilai terendah terdapat pada varietas Temo dan Maraya (3,22 – 3,72).

Tabel 3. Indeks Kecepatan Perkecambahan Beberapa Varietas Padi Lokal Gorontalo pada Berbagai Konsentrasi PEG-6000

Varietas	Perlakuan PEG (g L ⁻¹)		
	0	12.5	25
Temo	3.44 f	6.42 ab	3.72 ef
Maraya	6.00 abc	6.33 ab	3.22 f
Pulo Kuku	5.17 cd	5.44 bcd	5.42 bcd
Pulo Merah	4.92 d	4.75 de	4.69 de
Sonu	6.03 abc	6.28 ab	6.62 a
Ponda	6.28 ab	6.33 ab	3.61 f
Sina	5.92 abcd	5.67 abcd	5.57 bcd

Keterangan: rata-rata yang diikuti dengan huruf yang sama berarti tidak berbeda berdasarkan uji Tukey ($\alpha = 0,01$)

Indeks Vigor

Berdasarkan Tabel 4, terlihat bahwa terjadi interaksi perlakuan PEG dan varietas terhadap nilai indeks vigor. Pada kondisi tanpa cekaman (PEG 0 g L⁻¹), varietas Pulo Kuku menunjukkan nilai indeks vigor tertinggi (16,70), diikuti oleh Pulo Merah (13,41) dan Maraya (12,56). Hal ini mengindikasikan bahwa ketiga varietas tersebut memiliki vigor awal benih yang lebih baik dibanding varietas lainnya. Sebaliknya, varietas Ponda memperlihatkan nilai indeks vigor terendah (8,06), yang menunjukkan kemampuan awal tumbuh yang relatif lemah meskipun dalam kondisi tanpa cekaman.

Ketika diberikan perlakuan PEG 12,5 g L⁻¹, pola yang sama masih terlihat, di mana Pulo Kuku (15,97) dan Maraya (13,16) tetap menunjukkan nilai vigor relatif tinggi dibanding varietas lainnya. Sedangkan pada perlakuan PEG 25 g L⁻¹, seluruh varietas mengalami penurunan tajam pada indeks vigor, menunjukkan bahwa cekaman osmotik berat secara nyata menghambat pertumbuhan awal benih. Nilai indeks vigor tertinggi pada kondisi ini masih ditunjukkan oleh Pulo Kuku (8,92) dan Maraya (8,69), sedangkan nilai terendah dicatat pada Temo (4,59) dan Sonu (4,57).

Tabel 4. Indek Vigor Beberapa Varietas Padi Lokal Gorontalo pada Berbagai Konsentrasi PEG-6000

Varietas	Perlakuan PEG (g L ⁻¹)		
	0	12.5	25
Temo	10.07 cdefg	9.77 defg	4.59 i
Maraya	12.56 bcde	13.16 bcd	8.69 fg
Pulo Kuku	16.70 a	15.97 ab	8.92 fg
Pulo Merah	13.41 abc	10.94 cdef	5.23 hi
Sonu	10.28 cdef	9.61 efg	4.57 i
Ponda	8.06 fgh	8.58 fgh	6.75 ghi
Sina	11.16 cdef	11.20 cdef	11.34 cdef

Keterangan: rata-rata yang diikuti dengan huruf yang sama berarti tidak berbeda berdasarkan uji Tukey ($\alpha = 0,01$).

Panjang Plumula

Panjang Plumula (Tabel 5) berkurang signifikan pada PEG 25 g L⁻¹, terutama pada Temo, Sonu dan Pulo Merah yang hanya mencapai sekitar 3 cm. varietas Sonu mencatat plumula terpanjang yaitu 9,30 cm pada perlakuan control dan tidak berbeda nyata dengan varietas Sonu (9,30 cm) dan Varietas Pulo Kuku (9,13 cm) pada perlakuan control. Sedangkan varietas Ponda menunjukkan pertumbuhan relatif stabil.

Tabel 5. Panjang Plumula Beberapa Varietas Padi Lokal Gorontalo pada Berbagai Konsentrasi PEG-6000

Varietas	Perlakuan PEG (g L ⁻¹)		
	0	12.5	25
Temo	8.67 ab	8.57 ab	3.60 e
Maraya	5.23 cde	5.03 cd	5.13 cde
Pulo Kuku	9.13 ab	7.10 abc	6.53 bcd
Pulo Merah	9.60 a	8.73 ab	3.70 e
Sonu	9.30 ab	8.57 ab	3.73 de
Ponda	8.13 ab	8.13 ab	8.80 ab
Sina	8.97 ab	8.83 ab	3.87 de

Keterangan: rata-rata yang diikuti dengan huruf yang sama berarti tidak berbeda berdasarkan uji Tukey ($\alpha = 0,01$).

Panjang Akar

Parameter panjang akar menunjukkan variasi respon. Pada beberapa varietas seperti Pulo Merah (10,13 cm) dan Sina (9,00 cm), akar tetap tumbuh baik pada perlakuan PEG 12,5 g L⁻¹. Sedangkan panjang akar terpendek terdapat pada varietas Sina dengan PEG 25 g L⁻¹ yaitu (4,93 cm).

Tabel 6. Panjang Akar Beberapa Varietas Padi Lokal Gorontalo pada Berbagai Konsentrasi PEG-6000

Varietas	Perlakuan PEG (g L ⁻¹)		
	0	12.5	25
Temo	7.40 bcd	8.63 abcd	5.03 f
Maraya	6.77 df	5.87 ef	6.93 cdf
Pulo Kuku	8.67 abcd	8.37 abcde	5.20 f
Pulo Merah	9.60 ab	10.13 a	4.97 f
Sonu	10.50 a	8.47 abcd	6.23 def
Ponda	7.37 bcd	8.53 abcd	6.23 def
Sina	9.97 ab	9.00 abc	4.93 f

Keterangan: rata-rata yang diikuti dengan huruf yang sama berarti tidak berbeda berdasarkan uji Tukey ($\alpha = 0,01$).

Tabel 7. Indeks Sensivitas Stres (SSI)

Varietas	Panjang Plumula	Pajang Radikula
Temo	2.10	0.90
Maraya	0.03	-0.05
Pulo Kuku	0.59	1.27
Pulo Merah	2.38	1.78
Sonu	2.23	1.31
Ponda	-0.11	0.35
Sina	1.97	1.95

Keterangan: jika nilainya $\leq 0,5$ (toleran), $0,5 < \text{nilai} \leq 1,0$ (sedang), dan $> 1,0$ (sensitif).

Pada parameter panjang plumula, varietas Ponda (-0,11) dan Maraya (0,03) menunjukkan nilai SSI paling rendah, bahkan mendekati atau di bawah nol, yang menandakan bahwa kedua varietas tersebut sangat toleran terhadap cekaman kekeringan. Nilai negatif SSI mengindikasikan bahwa pertumbuhan plumula relatif tidak terganggu, bahkan sedikit lebih baik dibandingkan kondisi kontrol. Sementara itu, varietas Pulo Merah (2,38), Sonu (2,23), dan Temo (2,10) memiliki nilai SSI > 1,0, sehingga dikategorikan sensitif terhadap stres kekeringan, dengan penurunan pertumbuhan pucuk yang cukup signifikan di bawah kondisi osmotik rendah. Varietas Pulo Kuku (0,59) dan Sina (1,97) menunjukkan tingkat sensitivitas sedang hingga tinggi, menandakan bahwa responnya terhadap stres air masih bervariasi. Varietas temo tergolong kategori sedang pada parameter Panjang akar dengan nilai.

Pada parameter panjang radikula, varietas Maraya (-0,05) juga memperlihatkan nilai SSI negatif, yang berarti toleran dan mampu mempertahankan pertumbuhan akar meskipun berada pada kondisi kekeringan buatan menggunakan PEG-6000. Sebaliknya, varietas Sina (1,95), Pulo Merah (1,78), dan Sonu (1,31) memperlihatkan nilai SSI yang cukup tinggi (>1), menunjukkan bahwa ketiga varietas tersebut sensitif terhadap penurunan ketersediaan air, yang ditandai dengan berkurangnya panjang radikula secara signifikan. Varietas Pulo Kuku (1,27) dan Ponda (0,35) berada pada kategori sedang hingga toleran, sedangkan Temo (0,90) menunjukkan sensitivitas moderat terhadap cekaman air.

Berdasarkan hasil pengamatan, terlihat bahwa peningkatan konsentrasi PEG-6000 berpengaruh nyata terhadap daya kecambah dan pertumbuhan awal beberapa varietas padi local Gorontalo. Pada perlakuan tanpa PEG (0 g L⁻¹), semua varietas memperlihatkan daya kecambah tinggi (94-100%), menandakan benih memiliki viabilitas dan vigor yang baik. Namun, pemberian PEG hingga 25 g L⁻¹ menyebabkan penurunan daya kecambah secara signifikan, terutama pada varietas Pulo Merah dan Pulo Kuku. Penurunan ini menunjukkan indikasi awal adanya gangguan fisiologis yang berdampak pada proses perkecambahan dan pertumbuhan awal kedua varietas tersebut. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Siddique *et al.* (2023) yang melaporkan bahwa peningkatan konsentrasi PEG berbanding lurus dengan penurunan daya kecambah benih padi. Demikian pula, Purbajati *et al.* (2019) melaporkan bahwa peningkatan konsentrasi PEG dalam simulasi cekaman kekeringan dapat menurunkan kemampuan perkecambahan benih secara signifikan akibat penurunan potensial air di media tumbuh.

Parameter laju perkecambahan dan indeks kecepatan perkecambahan juga menunjukkan variasi respons antar genotipe terhadap cekaman osmotik. Varietas Temo dan Ponda memperlihatkan laju perkecambahan lebih cepat pada kondisi stres sedang hingga berat, sedangkan varietas Sonu menampilkan nilai indeks kecepatan tertinggi pada perlakuan PEG 25 g L⁻¹. Hal ini mengindikasikan adanya perbedaan mekanisme adaptasi antar genotipe dalam merespons penurunan potensial air akibat PEG-6000. Menurut Bewley & Black (1994), kecepatan perkecambahan menggambarkan efisiensi proses metabolik benih dalam mengonversi cadangan makanan menjadi energi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan embrio. Genotipe yang mampu mempertahankan kecepatan perkecambahan di bawah cekaman air memiliki vigor fisiologis tinggi yang didukung oleh aktivitas enzim hidrolitik, seperti α -amilase, lipase, dan protease, yang berperan dalam mobilisasi cadangan pati dan protein dari endosperma ke embrio. Aktivitas enzim ini umumnya menurun pada benih sensitif akibat gangguan hidrasi dan penurunan tekanan turgor (Khajeh-Hosseini *et al.*, 2003).

Selain itu, genotipe toleran cenderung mampu mengakumulasi osmolit kompatibel seperti prolin, glisin betain, dan gula terlarut yang berfungsi mempertahankan keseimbangan osmotik internal, melindungi struktur protein, serta menstabilkan membran sel dari kerusakan oksidatif (Farooq *et al.*, 2009; Bhandari *et al.*, 2023). Akumulasi osmolit ini merupakan respon fisiologis penting dalam mempertahankan imbibisi air dan aktivitas metabolik selama perkecambahan di bawah tekanan osmotik tinggi.

Nilai indeks vigor tertinggi diperoleh pada varietas Pulo Kuku (16,70) pada perlakuan kontrol (PEG 0 g L⁻¹), dan masih menunjukkan vigor relatif tinggi pada perlakuan PEG 12,5 g L⁻¹. Hal ini menandakan bahwa benih varietas tersebut memiliki stabilitas fisiologis dan kemampuan adaptasi osmotik yang baik, meskipun terjadi penurunan potensial air di media perkecambahan. Kondisi ini mencerminkan kemampuan benih dalam mempertahankan integritas membran plasma dan aktivitas enzim antioksidan seperti *superoxide dismutase* (SOD), *katalase* (CAT), dan *peroksidase* (POD) yang bekerja menetralkan radikal bebas akibat stres air (Abid *et al.*, 2018). Aktivitas antioksidan yang tinggi berperan penting dalam melindungi sistem membran dan organel sel dari kerusakan oksidatif yang sering muncul selama kondisi dehidrasi.

Menurut Hampton & TeKrony (1995), vigor benih merupakan indikator penting keberhasilan pertumbuhan awal tanaman, karena menentukan kekuatan dan keseragaman kecambah yang dihasilkan. Copeland & McDonald (2001) menegaskan bahwa benih

dengan vigor tinggi tidak hanya mampu berkecambah lebih cepat dan seragam, tetapi juga menghasilkan kecambah yang kuat dan sehat. Vigor benih yang tinggi mencerminkan efisiensi fisiologis dalam penggunaan cadangan makanan selama tahap awal perkecambahan, sehingga sangat berpengaruh terhadap pembentukan tanaman muda yang tangguh dan toleran terhadap kondisi kekeringan.

Pemberian PEG pada konsentrasi tertentu terbukti mampu menghambat proses perkecambahan benih padi, yang tercermin dari penurunan nilai indeks perkecambahan, melambatnya laju perkecambahan, serta menurunnya persentase kecambah normal. Hal ini menunjukkan bahwa stres osmotik akibat penurunan potensial air berpengaruh langsung terhadap aktivitas fisiologis benih selama tahap awal pertumbuhan. Tingkat sensitivitas terhadap cekaman kekeringan bervariasi antar kultivar, tergantung pada sifat genetik dan kemampuan fisiologis masing-masing genotipe (Cabello *et al.*, 2013). Tanaman padi menunjukkan beragam mekanisme respons terhadap kelangkaan air, di mana beberapa genotipe menampilkan tingkat toleransi yang tinggi, sementara yang lain cenderung mengadopsi strategi penghindaran kekeringan untuk mempertahankan kelangsungan hidup (Nazar *et al.*, 2015). Perbedaan tersebut mencerminkan keragaman genetik dan fisiologis yang mendasari mekanisme adaptasi tanaman terhadap stres air. Dengan demikian, variasi antar genotipe padi menghasilkan respons yang berbeda terhadap cekaman kekeringan, baik pada tingkat morfologi, fisiologi, maupun biokimia (Bhandari *et al.*, 2023). Lebih lanjut, kemampuan tanaman untuk bertahan dan pulih dari kondisi kekeringan sangat dipengaruhi oleh interaksi antara faktor genetik, tingkat keparahan cekaman, serta fase pertumbuhan saat stres terjadi (Abid *et al.*, 2018). Hal ini menunjukkan bahwa keberhasilan adaptasi padi terhadap kekeringan merupakan hasil dari kombinasi kompleks antara karakter fisiologis, mekanisme biokimia, dan strategi pertumbuhan yang spesifik pada setiap genotipe.

Berdasarkan nilai indeks sensitivitas stres (SSI), varietas Maraya dan Ponda dikategorikan sebagai genotipe dengan tingkat toleransi yang lebih baik terhadap cekaman kekeringan dibanding varietas lainnya, baik ditinjau dari pertumbuhan plumula maupun radikula. Kemampuan kedua varietas tersebut dalam mempertahankan aktivitas pertumbuhan awal di bawah tekanan osmotik diduga berkaitan dengan mekanisme penyesuaian fisiologis, seperti peningkatan kandungan prolin, efisiensi penggunaan air yang tinggi, dan aktivitas enzim antioksidan yang stabil. Menurut Farooq *et al.* (2009), varietas yang toleran terhadap kekeringan umumnya mampu menjaga stabilitas

pertumbuhan akar dan pucuk melalui mekanisme fisiologis seperti akumulasi osmolit, peningkatan efisiensi fotosintesis, dan stabilitas membran sel. Dengan demikian, Maraya dan Ponda dapat dikategorikan sebagai genotipe potensial untuk pengembangan varietas padi lokal Gorontalo yang toleran terhadap kekeringan pada fase perkecambahan, baik melalui mekanisme morfologis maupun fisiologis.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi PEG-6000 berpengaruh nyata terhadap daya kecambah, laju perkecambahan, indeks kecepatan perkecambahan, indeks vigor, panjang plumula, dan panjang akar pada beberapa genotipe padi lokal Gorontalo. Peningkatan konsentrasi PEG menyebabkan penurunan potensial air media perkecambahan yang berdampak pada penurunan kemampuan fisiologis benih dalam proses imbibisi dan pertumbuhan awal. Respons setiap genotipe terhadap cekaman kekeringan bervariasi, yang mencerminkan adanya perbedaan mekanisme fisiologis dan genetik dalam menghadapi tekanan osmotik. Berdasarkan nilai indeks sensitivitas stres (SSI), genotipe Maraya dan Ponda menunjukkan kemampuan terbaik dalam mempertahankan pertumbuhan plumula dan akar di bawah kondisi cekaman PEG, sehingga dikategorikan sebagai toleran terhadap kekeringan. Genotipe Pulo Kuku berada pada kategori sedang, sedangkan Temo, Sonu, Pulo Merah, dan Sina termasuk sensitif terhadap kekeringan.

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya adalah Genotipe Maraya dan Ponda direkomendasikan sebagai sumber genetik untuk program pemuliaan padi toleran kekeringan di Gorontalo. Uji lanjutan pada fase vegetatif dan generatif perlu dilakukan untuk memastikan stabilitas sifat toleransi di lapangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian Universitas Pohuwato atas dukungan dana yang diberikan melalui skema Riset Kompetitif.

DAFTAR PUSTAKA

- Abid, M., Ali, S., Qi, L. K., Zahoor, R., Tian, Z., Jiang, D., ... & Dai, T. (2018). Physiological and biochemical changes during drought and recovery periods at tillering and jointing stages in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Scientific reports*, 8(1), 4615.

- Bewley, J. D., & Black, M. (1994). *Seeds: Physiology of Development and Germination* (2nd ed.). Plenum Press.
- Bhandari, U., Gajurel, A., Khadka, B., Thapa, I., Chand, I., Bhatta, D., ... & Shrestha, J. (2023). Morpho-physiological and biochemical response of rice (*Oryza sativa* L.) to drought stress: A review. *Heliyon*, 9(3).
- BPS Gorontalo. (2025). Luas panen dan produksi padi di Provinsi Gorontalo tahun 2024. BPS Provinsi Gorontalo.
- Blum, A. (2011). *Plant Breeding for Water-Limited Environments*. Springer.
- Cabello, J. V., Lodeyro, A. F., & Zurbriggen, M. D. (2014). Novel perspectives for the engineering of abiotic stress tolerance in plants. *Current Opinion in Biotechnology*, 26, 62-70.
- Chutia, J., Borah, S. P. (2012). Water stress effects on leaf growth and chlorophyll content but not the grain yield in traditional rice (*Oryza sativa* Linn.) genotypes of Assam, India II. Protein and prolin status in seedlings under PEG induced water stress. *American Journal of Plant Sciences*. 3: 971-980.
- Copeland, L.O., & McDonald, M.B. (2001). *Principles of Seed Science and Technology* (4th ed.). Springer.
- FAO. (2023). *The State of Food Security and Nutrition in the World 2021*. FAO, Rome.
- Farooq, M., Wahid, A., & Siddique, K.H.M. (2019). Seed priming improves drought tolerance in wheat by modulating physiological and biochemical changes. *Acta Physiologiae Plantarum*, 41, 1–14.
- Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., & Basra, S. M. A. (2009). Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agronomy for Sustainable Development*. 29, 185–212.
- Hampton, J.G., and D.M. TeKrony. (1995). *Handbook of Vigor Test Methods*. The international Seed Testing Association. Zurich.
- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report.
- Kementan. (2023). *Statistik Lahan Pertanian 2023*. Kementerian Pertanian RI, Jakarta.
- Kylyshbayeva, G., Bishimbayeva, N., Jatayev, S., Eliby, S., & Shavrukov, Y. (2024). Polyethylene Glycol (PEG) Application Triggers Plant Dehydration but Does Not Accurately Simulate Drought. *Plants*, 14(1), 92. <https://doi.org/10.3390/plants14010092>.
- Maisura. (2016). Penggunaan Polyethylene Glycol untuk Mengevaluasi Tanaman Padi pada Fase Vegetatif terhadap Cekaman Kekeringan. *Seminar Nasional BKS PTN Wilayah Barat Bidang Ilmu Pertanian 2016*, 5-6 Agustus 2016, Fakultas Pertanian UNIMAL.
- Megasari, R., Darmawan, M., Rasyid, A., & Faried, M. (2025). Identification of drought stress tolerance of several local Indonesian rice (*Oryza sativa* L.) varieties from Gorontalo at various concentrations of polyethylene glycol (PEG). *Aust J Crop Sci*. 19(06):633-639

- Michel, B. E., & Kaufmann, M. R. (1973). The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant Physiology*, 51, 914–916.
- Nazar, R., Umar, S., Khan, N. A., & Sareer, O. (2015). Salicylic acid supplementation improves photosynthesis and growth in mustard through changes in proline accumulation and ethylene formation under drought stress. *South African Journal of Botany*, 98, 84-94.
- Nemoto, K., Morita, S., & Baba, T. (1995). Shoot and root development in rice related to the phyllochron. *Crop Science*, 35(1), 24-29.
- Purbajanti, E. D., Kusmiyati, F., Fuskhah, E., Rosyida, R., Adinurani, P. G., & Vincēviča-Gaile, Z. (2019, June). Selection for drought-resistant rice (*Oryza sativa* L.) using polyethylene glycol. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 293, No. 1, p. 012014). IOP Publishing.
- Sidari, M., Mallamaci, C., & Muscolo, A. (2008). Drought, salinity and heat differently affect seed germination of *Pinus pinea*. *Journal of forest research*, 13(5), 326-330.
- Siddique, F., Ahmed, M. S., Javaid, R. A., Hanif, A., Rabnawaz, M., Arshad, M., & Majeed, I. R. A. (2023). Screening of elite coarse rice lines for drought stress simulated by polyethylene glycol (PEG) at seedling stage. *Pakistan J. Agric. Res*, 36, 71-79.
- Verslues, P. E., Agarwal, M., Katiyar-Agarwal, S., Zhu, J., & Zhu, J. K. (2006). Methods and concepts in quantifying resistance to drought, salt and freezing, abiotic stresses that affect plant water status. *The Plant Journal*, 45(4), 523-539.

Pengelolaan Air Tanaman Komoditas Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Skala *Food Estate* di Dramaga Bogor

Ardian Ramadhan¹, Fairuz Syauqi Wafa¹, Rahma Nadia Saleha¹, Eka Nur 'Aida Febriani^{1*}

¹Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, IPB University

Email: 177ardian@apps.ipb.ac.id

Abstrak

Pasokan air sangat penting untuk budidaya bawang merah di lahan food estate seluas 1000 hektar. Tata letak yang ada pada lahan food estate bawang mencakup lahan budidaya, irigasi tetes di bawah permukaan, drainase permukaan, waduk, gudang, lantai jemur, perumahan, dan lain-lain. Populasi tanaman bawang merah diperkirakan sekitar 243.478.710, dengan perkiraan panen 16.605 ton. Air disimpan dalam sebuah waduk dengan kapasitas 60.000.000 liter, yang bersumber dari sungai terdekat dan curah hujan. Listrik yang dibutuhkan untuk food estate ini dihasilkan dari pembangkit listrik tenaga air yang berada di kawasan food estate dan memanfaatkan waduk yang ada. Budidaya bawang merah dilakukan dengan menggunakan teknik pertanian cerdas dan mesin pertanian modern untuk mengoptimalkan efisiensi.

Kata kunci: Bawang merah, Drainase, *Food estate*, Irigasi tetes, Pertanian cerdas, Waduk

Abstract

Water supply is essential for shallots cultivation in a 1000-hectare food estate. The existing layout of the shallots food estate includes cultivated land, subsurface drip irrigation, surface drainage, reservoirs, warehouses, drying floors, housing, and others. The shallots crop population is estimated to be around 243,478,710, with an estimated harvest of 16,605 tons. Water is stored in a reservoir with a capacity of 60,000,000 liters, sourced from nearby rivers and rainfall. The electricity required for the food estate is generated from a hydroelectric power plant located in the food estate area and utilizing the existing reservoir. shallots cultivation is carried out using smart farming techniques and modern agricultural machinery to optimize efficiency.

Keywords: Drainage, Drip irrigation, Food estate, Shallots, Reservoirs, Smart farming

PENDAHULUAN

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan salah satu komoditas yang populer di Indonesia, Bawang merah termasuk komoditas sayuran unggulan yang telah lama diusahakan oleh petani secara intensif karena memiliki arti penting bagi masyarakat baik dilihat dari nilai ekonomi yang tinggi maupun dari kandungan gizi (Permana *et al.*, 2021). Dalam segi ekonomi berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa permintaan bawang merah di Indonesia cenderung meningkat dan signifikan sebesar 45.798 ton/tahun. Hal ini mengindikasikan bahwa permintaan bawang merah di Indonesia selama periode 2020-2024 meningkat sebesar 45.798 ton/tahun (Arista, 2020). Bawang merah seringkali dimanfaatkan sebagai bumbu masakan. Selain itu, tidak jarang pula masyarakat yang memanfaatkannya sebagai bahan baku obat tradisional dan bahan farmasi (Narsa *et al.*, 2022). Bawang merah memiliki kandungan senyawa kimia seperti quercetin, flavonoid, saponin, tanin, glikosida, polifenol, dan alkaloid. Beberapa senyawa ini memiliki efek antibakteri dan antioksidan (Edy *et al.*, 2022).

Badan Pusat Statistik (BPS) 2022 mencatat, produksi bawang merah Indonesia mencapai 2 juta ton pada 2021. Jumlah itu meningkat 10,42% dari tahun 2020 yang sebesar 1,82 juta ton. Peningkatan produksi bawang merah terlihat setiap tahunnya sejak 2017, dimana saat itu Indonesia hanya memproduksi 1,47 juta ton. Jumlahnya terus meningkat dengan rata-rata kenaikan 8% tiap tahun (Nurbaiti, 2023). Bawang merah memiliki aroma dan rasa yang sangat khas sehingga banyak digunakan sebagai bahan atau bumbu masakan. Usaha produksi dan bisnis bawang merah bisa memberikan kontribusi terhadap perkembangan ekonomi suatu wilayah, hal ini dikarenakan usaha produksi dan bisnis bawang merah bisa memperluas lapangan kerja dan peningkatan pendapatan (Badan Litbang Pertanian, 2006).

Ditinjau dari pohon industri, Bagian yang paling umum dimanfaatkan dari bawang merah adalah umbinya. Umbi bawang merah digunakan sebagai bumbu masakan karena memiliki rasa dan aroma yang khas. Selain umbi, daun bawang merah juga dapat dimanfaatkan, Daun ini biasanya digunakan sebagai penyedap masakan. Kulit bawang merah juga dapat dimanfaatkan menjadi ekstrak kulit bawang merah karena mengandung senyawa kimia yang berpotensi sebagai antioksidan yaitu flavonoid yang dapat mencegah berkembangnya radikal bebas di dalam tubuh sekaligus memperbaiki sel-sel tubuh yang rusak (Tutik *et al.*, 2021). Kulit bawang merah juga banyak dimanfaatkan sebagai pestisida nabati untuk membasmi organisme pengganggu pertanian (OPT) karena

mengandung senyawa acetoganins yang dapat mengganggu pencernaan hama (Wulandari *et al.*, 2023). Bawang merah diperlukan juga untuk Penelitian tentang keragaman genetiknya, karena Pengembangan varietas bawang merah memerlukan variasi genetik dari plasma nutfah bawang merah (Moeljani *et al.*, 2021).

Di Indonesia kebutuhan terhadap bawang merah selalu mengalami peningkatan dari tahun ketahun mengingat angka penduduk Indonesia yang juga semakin bertambah. Hal ini berpengaruh terhadap pangan yang dikonsumsi karena hampir semua jenis masakan Indonesia membutuhkan bawang merah sebagai bumbunya (Sanakh *et al.*, 2020). Tak hanya untuk bumbu masakan, bawang merah juga dimanfaatkan untuk obat, industri, dan ekstrak untuk bahan kimia aktif. Banyaknya kebutuhan akan bawang merah di Indonesia yang ditinjau dari fungsinya yang banyak dan beragam, maka budidaya tanaman bawang skala *food estate* sangat perlu dilakukan.

Budidaya tanaman bawang merah memerlukan tanah yang memiliki struktur remah, dengan tekstur sedang sampai liat, mengandung bahan organik tinggi, memiliki drainase dan aerasi yang baik serta memiliki pH 5.6-6.5 (Kurnianingsih *et al.*, 2018). Ketersediaan air pada pertanaman bawang juga merupakan syarat penting untuk mendapatkan kuantitas dan kualitas umbi yang baik. Normalnya, kondisi air tanah untuk tanaman bawang merah yaitu diatas 26%. Defisit pengairan pada sistem pertanian akan meningkatkan efisiensi dalam penggunaan air, sehingga optimalisasi penggunaan air tercapai sepanjang musim tanam (Tolossa, 2021), namun defisit secara berlebihan atau kekurangan air akan mengakibatkan kematian pada tanaman bawang merah.

Rendahnya produktivitas bawang merah tergantung dari faktor lingkungan, beberapa faktor penyebab rendahnya produktivitas antara lain adanya tingkat kesuburan tanah yang rendah, adanya peningkatan serangan organisme pengganggu tanaman, adanya perubahan iklim mikro serta bibit yang digunakan bermutu rendah (Triharyanto *et al.*, 2013). Salah satu upaya untuk meningkatkan hasil bawang merah adalah dengan menggunakan media tanam yang tepat, yaitu media tanam yang mempunyai sifat fisik tanah yang ringan, gembur dan subur serta memiliki kandungan bahan organik yang tinggi. (Dandi & Rauf, 2022).

Dalam proses produksi bawang merah sendiri seringkali petani bawang merah mengeluh akan biaya pra produksi yang terhitung cukup mahal. Kemudian selain biaya produksi yang terhitung cukup mahal, kendala yang sering dialami oleh Petani adalah hama atau penyakit yang seringkali menyerang tanaman bawang merah, sehingga mempengaruhi

akan kualitas, pun berdampak pada penambahan biaya produksi seperti obat-obatan penangkal hama atau penyakit (Anggraini *et al.*, 2021). Faktor musim juga sangat mempengaruhi akan hasil produktivitas dan kualitas bawang merah itu sendiri, masalah kekurangan air pada musim kemarau seringkali menjadi salah satu kendala yang ada dalam proses produksi bawang merah (Maulana, 2021).

Air pada komoditas bawang sangat mempengaruhi hasil dari pertumbuhan dan perkembangan tanaman bawang. Berdasarkan penelitian Sumarianti *et al.* 2022 bahwa Perlakuan frekuensi pemberian air untuk tanaman bawang berpengaruh nyata hingga sangat nyata pada parameter tinggi tanaman 4 dan 5 MST, jumlah daun pada 5 MST, bobot basah umbi, dan persentase susut bobot pada bawang merah. Oleh sebab itu, pemberian air pada *food estate* komoditas bawang sangat diperlukan.

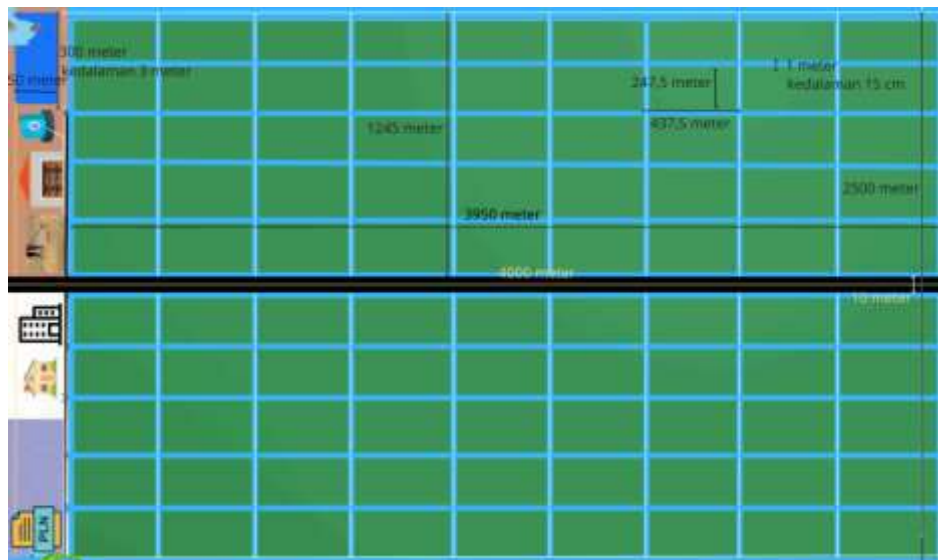
METODE

Bagian Metode penelitian dalam pengambilan data menggunakan pendekatan kuantitatif, bertujuan untuk mengevaluasi pengelolaan air dalam budi daya bawang merah skala *food estate*. Perencanaan penelitian melibatkan pengumpulan data primer yang didapatkan melalui pengujian langsung di lapangan dan data sekunder yang didapatkan dari tinjauan penelitian yang telah ada. Data utama yang diukur mencakup hasil panen bawang merah dan curah hujan. Uji coba secara langsung juga bertujuan untuk mengetahui hubungan antara ketersediaan air, curah hujan, dan pertumbuhan serta produktivitas tanaman bawang merah, Uji coba lapangan dilakukan di Kebun Percobaan Cikarawang, IPB University yang dipilih berdasarkan kesesuaian tanah dan iklim. Penanaman bawang merah dilakukan dalam beberapa petak percobaan dengan pengaturan sistem pengairan irigasi bawah permukaan (*sub-surface irrigation*). Data curah hujan dikumpulkan secara sistematis menggunakan alat *tipping bucket* yang terpasang di lokasi uji coba, sementara hasil panen diukur berdasarkan berat basah umbi bawang merah.

Analisis data dilakukan dengan menggunakan metode statistik deskriptif dan inferensial untuk menilai pengaruh pengelolaan air terhadap hasil panen bawang merah. Data curah hujan, frekuensi penyiraman, dan hasil panen dibandingkan untuk mengidentifikasi pola dan faktor-faktor kritis yang memengaruhi produktivitas. Hasil analisis ini digunakan untuk memberikan rekomendasi pengelolaan air yang optimal bagi budidaya bawang merah di skala *food estate*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembangunan *food estate* dilakukan pada lahan seluas 1000 hektar. Lahan seluas 4000×2500 meter tersebut dibagi menjadi empat bagian yaitu untuk lahan budidaya, penampungan air (waduk), pembangkit listrik, dan bangunan operasional lainnya. Lahan yang digunakan untuk budidaya totalnya seluas 9.745.312,5 m² yang terbagi menjadi 90 petakan yang lebih kecil dengan luas tiap petakan 437,5 m $\times$ 247,5 m. Dalam satu petakan diasumsikan seluruh bagiannya akan ditanami bawang merah dengan jarak tanam 20 cm $\times$ 20 cm, masing-masing petak dikurangi setengah jarak tanam di setiap sisinya. Dengan asumsi seperti itu, maka populasi total tanaman bawang sekitar 243.478.710 tanaman, dengan total hasil panen yang diharapkan sebesar 16.605 ton dalam bobot basah, dan keuntungan kotor sebesar Rp581.175.000.000.- dalam satu periode tanam.

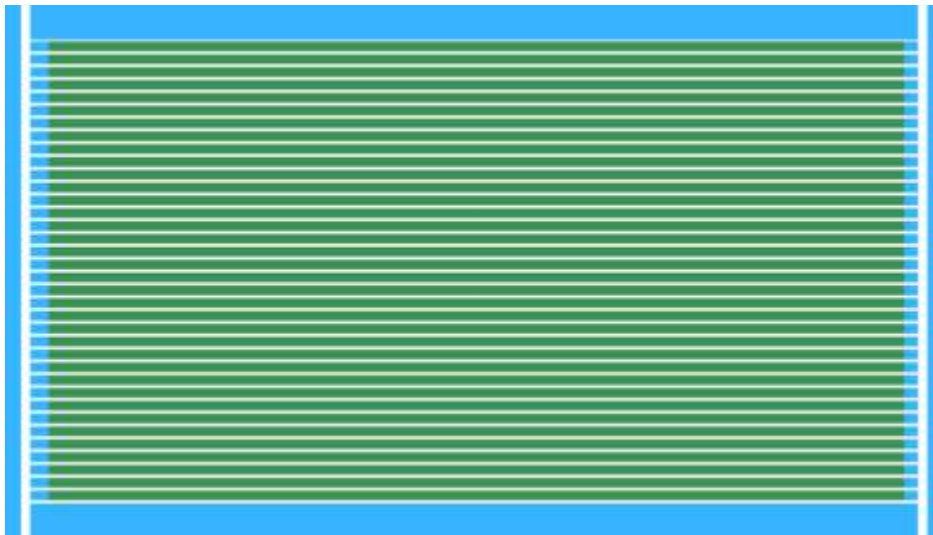


Gambar 1. Desain lanskap *food estate* bawang merah

Penampungan air pada food estate ini dilakukan dengan membendung air berupa waduk berukuran 300 m $\times$ 50 m dengan kedalaman 5,25 meter yang dapat menampung air hingga 77.518.750 liter air. Sumber air waduk utama 80% diambil dari situ gede yang dialirkan dari Sungai Ciapus untuk pasokan tetap air waduk dan sumber lainnya dari presipitasi atau hujan. Waduk yang ketinggiannya hampir 6 meter ini hanya 2 meter dibawah permukaan tanah dan 3 meter lebih sisanya berada diatas permukaan tanah sehingga untuk pengaliran irigasi mengandalkan gaya gravitasi. Waduk dilengkapi dengan pintu air yang dapat dibuka tutup untuk diarahkan ke generator pembangkit listrik tenaga air serta toren fertigasi dan waduk tersambung dengan pipa untuk irigasi tetes dalam tanah

bawah permukaan. Penggunaan listrik lahan *food estate* komoditas bawang merah ini memanfaatkan dari sumber energi listrik yang dihasilkan dari PLTA ini dan sisanya dialokasi ke warga sekitar.

Budidaya komoditas bawang merah *food estate* ini dilakukan dengan sistem smart farming sehingga penggunaan tenaga manusia hanya sebatas operator alat-alat pertanian modern dan monitoring. Pengolahan lahan, penanaman, dan pemanenan sudah menggunakan traktor pertanian sehingga waktu yang digunakan lebih efisien. Irigasi dilakukan dengan sistem *Internet of Things* (IoT) sehingga tetesan air baru akan keluar jika sudah waktunya. Pemupukan dilakukan dengan sistem kocor tetes menggunakan IoT juga dengan pipa yang sama namun penampungannya terpisah. Pemeliharaan berupa pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) dan pengendalian gulma menggunakan insektisida dan herbisida yang disemprotkan dalam waktu tertentu menggunakan drone.



Gambar 2. Desain irigasi tiap petak

Lahan bawang dilengkapi dengan irigasi *drip* bawah tanah dan drainase atas permukaan berupa parit dalam bedeng yang kedalamannya 15 cm dan parit ujung lahan dengan kedalam 30 cm. Irigasi *drip* bawah tanah yang digunakan menggunakan pipa paralon dengan *nozzle* tetes diujung berukuran ½ inch pada irigasi dalam bedeng dengan kedalam 15 cm dan pipa 4 inch pada ujung lahan yang terhubung dengan waduk untuk irigasi dan terhubung dengan toren untuk fertigasi dengan kedalaman 10 cm. Drainase dibuat berbentuk persegi panjang dilengkapi dengan *roof drain* dari besi berongga

berbentuk persegi sehingga tanah yang berada di samping dan atas tidak terjatuh namun pada sisi paling bawah tidak tertutup namun hanya pada bagian penghubung lahan dengan lahan yang berada di sisi kanan atau kiri *main road*. Sisa air berlebih pada drainase akan dibuang secara otomatis ke tempat sebelah pembangkit listrik tenaga air dan dibuang ke sungai. Posisi tempat untuk pembangkit listrik tenaga air (PLTA) letaknya berada dibawah lahan, sehingga gravitasi air dapat menggerakkan generator dan menghasilkan listrik yang dapat digunakan untuk sumber energi untuk pengolahan lahan dan untuk warga sekitar.

Tanaman bawang merah memiliki siklus pertumbuhan sekitar 70 hari yang terbagi dalam empat fase utama, yaitu fase pertumbuhan awal, fase pertumbuhan akhir, fase pembungaan, dan fase pemasakan. Setiap fase memiliki nilai koefisien tanaman (K_c) yang berbeda, mencerminkan tingkat kebutuhan air yang bervariasi sepanjang pertumbuhan. Pada fase pertumbuhan awal, nilai K_c adalah 0,5; fase pertumbuhan akhir sebesar 0,7; fase pembungaan sebesar 1; dan fase pemasakan sebesar 1. Variasi ini menunjukkan bahwa kebutuhan air meningkat seiring dengan perkembangan tanaman hingga mencapai puncaknya pada fase pembungaan dan pemasakan sebelum akhirnya menurun menjelang panen.

Perhitungan kebutuhan air tanaman (ET_c) didasarkan pada persamaan $ET_c = K_c \times ET_0$, dengan ET_0 diperoleh dari $ET_0 = K_p \times E_0$. Berdasarkan data yang digunakan, nilai K_p sebesar 0,8 dan E_0 sebesar 1,88 mm, sehingga diperoleh ET_0 sebesar 1,5 mm/hari. Nilai ini menjadi dasar dalam menentukan kebutuhan air pada setiap fase pertumbuhan. Dengan demikian, pengelolaan air yang efisien sangat penting untuk menghindari kekurangan atau kelebihan air selama periode pertumbuhan, terutama dalam penerapan sistem irigasi presisi seperti *drip irrigation* bawah permukaan.

Pada fase pertumbuhan awal ($K_c = 0,5$, selama 20 hari), kebutuhan air tanaman dihitung sebesar 0,75 mm/hari atau setara dengan 7,5 m³ per hektar per hari. Dalam satu fase penuh, kebutuhan air mencapai 150.000 liter per hektar. Sementara itu, pada fase pertumbuhan akhir dengan K_c sebesar 0,7 selama 30 hari, kebutuhan air meningkat menjadi 1,05 mm/hari atau setara dengan 10,5 m³ per hektar per hari. Total kebutuhan air pada fase ini mencapai 315.000 liter per hektar. Kenaikan ini mencerminkan pertumbuhan vegetatif tanaman yang lebih intensif pada fase tersebut.

Fase pembungaan dan pemasakan merupakan tahap kritis yang membutuhkan air dalam jumlah tinggi untuk mendukung proses fisiologis tanaman. Pada fase pembungaan ($K_c = 1$; 10 hari), ET_c mencapai 1,5 mm/hari atau sekitar 15.000 liter per hektar per hari,

dengan total kebutuhan sebesar 150.000 liter. Fase pemasakan yang berlangsung selama 5 hari juga memiliki kebutuhan serupa, yaitu 1,5 mm/hari dengan total 75.000 liter. Ketersediaan air pada tahap ini berpengaruh langsung terhadap ukuran umbi dan kualitas hasil panen, sehingga pengelolaan air harus lebih presisi dan stabil.

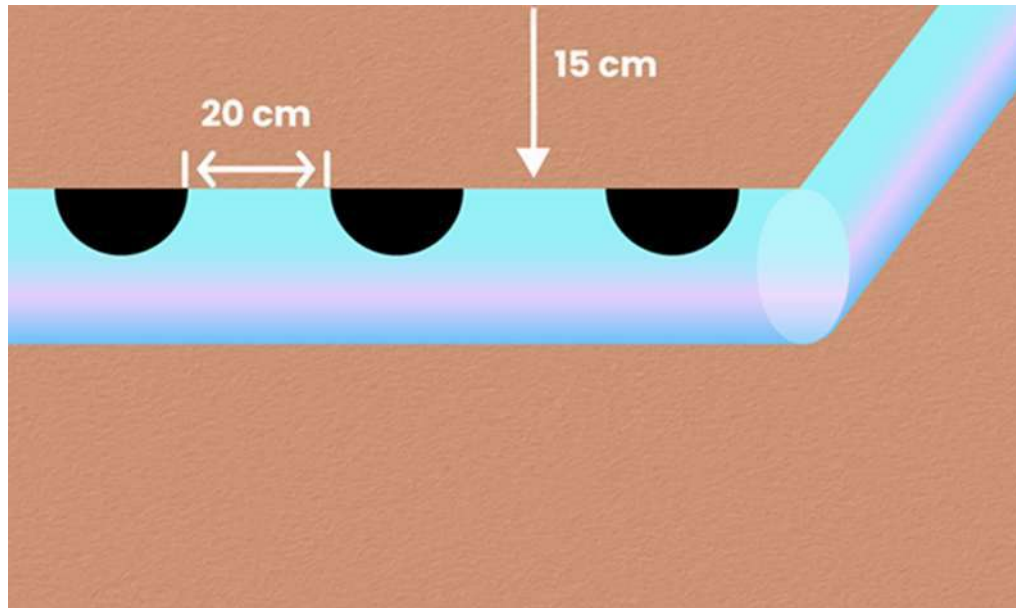
Jika dijumlahkan, total kebutuhan air tanaman bawang merah selama satu musim tanam mencapai 690.000 liter per hektar. Dengan total luas lahan *food estate* sebesar 672 hektar, maka kebutuhan air total mencapai sekitar 672.060.000 liter per musim tanam, atau setara 9.600.857 liter per hari. Dengan sistem drip irrigation bawah permukaan, kebutuhan air tiap tanaman dapat dihitung berdasarkan populasi tanaman per hektar, yaitu 243.478.710 tanaman. Maka, setiap tanaman membutuhkan sekitar 0,039 liter air per hari. Nilai ini menunjukkan efisiensi tinggi dari sistem irigasi tetes dalam menjaga kelembaban tanah secara optimal di sekitar akar tanaman.

Asumsi kebutuhan air irigasi diperoleh dengan mempertimbangkan curah hujan dan sumber air permukaan dari Situ Gede dan Situ Burung. Berdasarkan data rata-rata curah hujan selama bulan Mei hingga Juli, didapatkan total curah hujan sekitar 809 mm. Namun, karena nilai evapotranspirasi potensial tertinggi mencapai 1,5 mm/hari selama 70 hari atau 105 mm per musim, kebutuhan air irigasi masih relatif tinggi untuk menjamin produktivitas tanaman. Situ Gede memiliki kapasitas 92.778.000 liter, sedangkan Situ Burung berkapasitas 70.525.000 liter, sehingga kedua sumber air tersebut dapat memenuhi sebagian besar kebutuhan air untuk lahan *food estate*.

Perhitungan Rain Catchment Area menunjukkan bahwa area tangkapan hujan dengan luas efektif 9.740.000 m² dan rata-rata curah hujan 270 mm mampu menghasilkan potensi air sebesar 2.629.800 m³ atau 2.629.800.000 liter. Angka ini jauh lebih besar dari kebutuhan air irigasi total lahan *food estate*, yang berarti pembangunan embung baru sebenarnya tidak mendesak dari sisi ketersediaan air. Namun, secara teknis embung tetap dibutuhkan sebagai tampungan pengatur distribusi air dan fertigasi, serta untuk menjaga kestabilan pasokan pada musim kering.

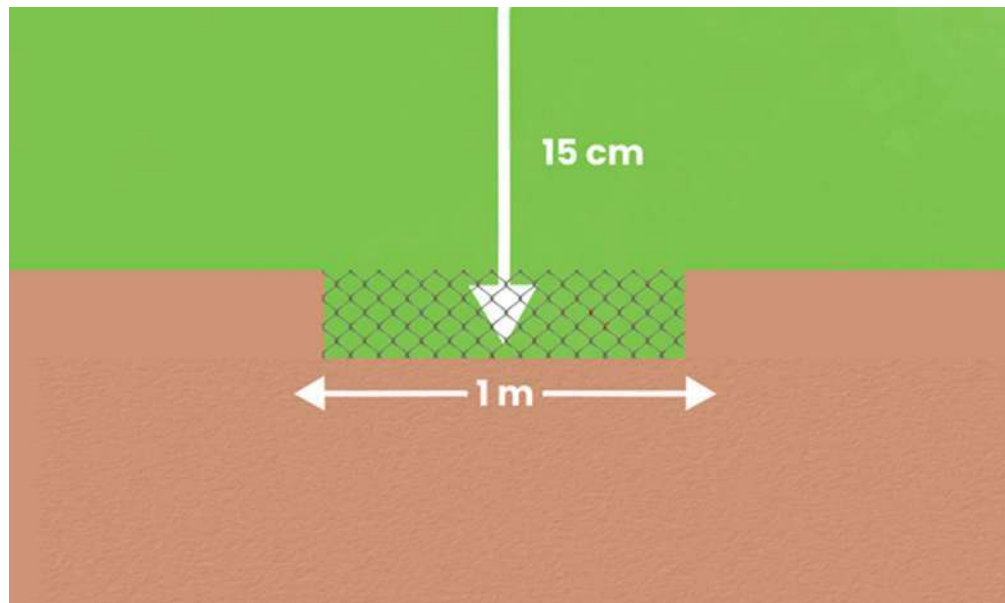
Dengan mempertimbangkan kebutuhan air per musim sebesar 1.022.700.000 liter, direncanakan pembangunan embung dengan volume tampung sekitar 14.610 m³ per hari. Berdasarkan dimensi panjang 60 meter dan lebar 50 meter, diperoleh tinggi atau kedalaman embung sekitar 5 meter. Air dari embung disalurkan melalui pipa saluran primer berukuran 4 inci dengan total panjang 9.775 meter, yang mampu menampung sekitar 319.335 liter air. Sistem ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan irigasi tetes, fertigasi, serta pembangkit

listrik tenaga air, menjadikan infrastruktur irigasi ini multifungsi dan efisien untuk mendukung keberlanjutan produksi bawang merah di kawasan *food estate*.



Gambar 3. Desain letak irigasi utama dan bedeng

Sistem saluran sekunder pada lahan *food estate* dirancang menggunakan pipa berukuran $\frac{1}{2}$ inci yang terhubung langsung dengan pipa primer berukuran 4 inci. Setiap pipa sekunder dilengkapi dengan nozzle tetes yang menyalurkan air langsung ke akar tanaman melalui sistem irigasi bawah permukaan. Panjang total pipa sekunder mencapai 49.207.500 meter dengan kapasitas tampung sekitar 39.554,9 liter air. Karena kapasitas pipa primer dan sekunder terbatas, distribusi air dilakukan secara bertahap menggunakan gaya gravitasi dan dukungan sistem berbasis *Internet of Things* (IoT), sehingga kebutuhan air sebesar 319.335 liter dapat terpenuhi hanya dalam waktu 5 menit. Dengan total kebutuhan air harian mencapai 9.600.857 liter, waktu yang dibutuhkan untuk memenuhi irigasi seluruh lahan *food estate* adalah sekitar 2,5 jam. Dari hasil perhitungan, setiap tanaman menerima sekitar 158 tetes air selama periode irigasi tersebut, dengan asumsi satu liter air setara dengan 4.000 tetes. Hal ini menunjukkan efisiensi tinggi dari sistem irigasi tetes bawah permukaan yang mampu menghemat air sekaligus menjaga kelembaban tanah secara optimal.



Gambar 4. Desain bentuk drainase

Sementara itu, sistem drainase dirancang untuk menjaga keseimbangan air di lahan, terutama saat curah hujan tinggi. Drainase menggunakan saluran terbuka berbentuk persegi panjang dari bahan besi berongga dengan lebar 1 meter, tinggi 15–20 cm, dan panjang bervariasi antara 1.245 hingga 3.950 meter. Volume total saluran drainase mencapai 6.097,8 m³ atau setara 6.097.800 liter air. Pada kondisi bulan kering, debit drainase diperkirakan sekitar 73.785 m³ per hari, sedangkan pada bulan basah dapat mencapai 915.428 m³ per hari. Fungsi utama drainase ini adalah mencegah genangan yang dapat menyebabkan pembusukan umbi dan kematian tanaman akibat kelebihan air. Air limpasan akan dialirkan ke area di bawah Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) dan kemudian ke Sungai Ciapus, sehingga sistem irigasi dan drainase bekerja terpadu untuk menjaga keberlanjutan dan efisiensi produksi di kawasan *food estate* bawang merah.

Tabel 1. Kebutuhan Investasi

Uraian	Quantity (Q)	Satuan	Harga satuan Rp	Jumlah (QxH) Rp
Embung 300 m x 50 m				
Bahan				
Semen	150	Ton	64,500/sak	193.500.000
Batu kerikil	3.036	1 truk	1.850.000	5.616.600.000
Pasir halus	2.400	Ton	3.760.750/ton	9.025.800.000

Pintu air	4	Buah	20.000.000	80.000.000
Besi batangan ulir	2.100	Batang	75.000	157.500.000
Total				15.073.400.000
Alat				
Pompa air	2	Buah	13.000.000	26.000.000
Sewa bulldozer	20 (7 jam)	Jam	250.000	35.000.000
Sewa ekskavator	15 (341 jam)	Jam	350.000	1.790.250.000
Total				1.851.250.000
Tenaga kerja				
Tenaga kerja keseluruhan	1000	HOK	100.000	
	330.655.680	1 HOK/ ha	180.000	59.518.022.400.000
Sub total A				59.534.947.050.000
Irigasi Tetes (Drip Water Irrigation)				
Bahan				
Pipa pvc 0.5 inc	12.067.344	4 meter	27.000	325.818.288.000
Pipa pvc 4 inc	79.833	4 meter	100.000	7.983.375.000
Tandon air	4	buah	17.500.000	70.000.000
Total				333.871.663.000
Alat				
Flowmeter (Propeller Meter)	2	buah	500.000	1.000.000
Pompa air sentrifugal	2	buah	13.000.000	26.000.000
Filter layar	2	buah	600.000	1.200.000
Total				28.200.000
Sub total B				333.899.863.000
Alat produksi				
Drone	3	buah	144.000.000	432.000.000
Traktor brand new massey ferguson	4	buah	274.379.000	1.097.516.000
Implemen traktor pengolah tanah	4	buah	24.420.000	97.680.000
Implemen traktor penanam bawang	4	buah	24.581.000	98.324.000
Implemen traktor pemanen	4	buah	33.300.000	133.200.000

bawang				
Sub total C				1.858.720.000
Kebutuhan Bahan 1 Masa Tanam				
Benih bawang Brebes bima unggul	2.000	ton	10.000	20.000.000
Herbsida	600.000	ml	1.000	600.000.000
Insektisida	600.000	ml	1.000	600.000.000
Pupuk NPK	755.237	kg	2.500	1.888.093.750
Sub total D				3.108.093.750
Total Sebelum Pajak				59.873.813.726.750
Pajak				
PPN 11%				6.586.119.509.942,5
PPH 1.5%				898.107.205.901,25
Sub total pajak				7.484.226.715.843,75
GRAND TOTAL termasuk pajak				67.358.040.442.593,75

Rancangan biaya pembangunan proyek *food estate* ini mencakup komponen investasi yang cukup besar, dengan total keseluruhan mencapai Rp67.358.040.442.593,75 termasuk pajak. Komponen utama biaya berada pada pembangunan embung berukuran 300 m × 50 m, yang memerlukan total investasi bahan sebesar 15,07 miliar, terdiri atas semen, batu kerikil, pasir halus, pintu air, dan besi ulir. Selain itu, biaya alat berat seperti pompa air, bulldozer, dan ekskavator mencapai sekitar 1,85 miliar, sementara kebutuhan tenaga kerja dengan total 1.000 HOK menambah nilai hingga puluhan miliar rupiah. Keseluruhan sub-total embung menjadi bagian terbesar dari struktur pembiayaan, mengingat skala konstruksi yang luas dan penggunaan material volume besar. Biaya lain yang turut diperhitungkan meliputi instalasi irigasi tetes (333,9 miliar), alat produksi pertanian (1,85 miliar), serta kebutuhan bahan satu musim tanam (3,1 miliar). Setelah ditambahkan pajak PPN 11% dan PPh 1,5%, total anggaran meningkat menjadi lebih dari Rp67,3 triliun, mencerminkan besarnya investasi yang diperlukan untuk membangun infrastruktur irigasi terpadu, waduk, dan sarana pendukung dalam pengembangan kawasan *food estate* bawang merah secara berkelanjutan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Budidaya komoditas tanaman bawang merah secara *food estate* cukup menggiurkan karena keuntungannya yang cukup besar, walaupun kebutuhan investasi yang tinggi untuk budidaya bawang merah secara *food estate* dengan luas lahan hampir 10.000 Ha baru akan mendapatkan modal kembali dan keuntungan setelah beberapa kali musim tanam dan panen. Penggunaan smart farming dengan alat-alat pertanian yang lengkap dan canggih sangat membantu dalam proses produksi bawang merah. Lahan yang terletak di kota dengan curah hujan tinggi sebetulnya cukup dengan mengandalkan curah hujan tanpa harus menggunakan waduk lagi. Namun, jika hanya mengandalkan hujan yang tidak menentu ditambah panas yang cukup tinggi dapat menyebabkan kegagalan panen bahkan tumbuh. Oleh sebab itu, perhitungan akan kebutuhan air tanaman, waduk, irigasi, drainase, dan investasi sangat perlu untuk diperhitungkan dengan hasil yang telah didapat pada tabel 1 sehingga dapat menghitung hasil yang akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, I., Fauzi, M., & Rifiana, R. (2021). Analisis Risiko Produksi Bawang Merah (*Allium Ascalonicum* L.) di Desa Suato Lama Kecamatan Salam Babaris Kabupaten Tapin. *Frontier Agribisnis*, 5(1), 247-254. <https://doi.org/10.20527/frontbiz.v5i1.6027>
- Arista, D. Prayuningsih, H. Hadi, S. (2020). Analisis Permintaan dan Penawaran Bawang Merah di Indonesia.
- Ayu, K.P. (2022). Kebijakan Perubahan Lahan dalam Pembangunan Food Estate di Kalimantan Tengah. *Jurnal Ilmu Sosial Politik dan Pemerintahan*, 11(1), 24-36. <https://doi.org/10.37304/jispar.v11i1.4203>
- Badan litbang Pertanian. (2006). Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis Bawang Merah. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Kementerian Pertanian.
- Badan Pusat Statistika (BPS). (2023). Produksi Bawang Merah (Kuintal). <https://blorakab.bps.go.id/id/statistics-table/2/ODkjMg==/produksi-bawang-merah.html> Diakses pada 17 Juni 2024.
- Dandi, D., & Rauf, A. (2022). Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) pada Berbagai Komposisi Media Tanam. *AGROTEKBIS: Jurnal Ilmu Pertanian (e-journal)*, 10(3), 590-599.
- Edy H.J., & Jayanti M. (2022). Pemanfaatan Bawang Merah (*Allium cepa* L) sebagai Antibakteri di Indonesia. *Jurnal Farmasi Medica/Pharmacy Medical Journal (PMJ)*. 5(1), 27-35. <https://doi.org/10.35799/pmj.v5i1.41894>
- Jahung, K.F., Udayana, I.G.B., & Wirajaya, A.A.N.M. (2022). Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam dan Pupuk KCl Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum*, L). *Gema Agro*, 27(2), 121-126.

<https://doi.org/10.22225/ga.27.2.5667.121-126>

- Jamaludin, J., Krisnarini, K., & Rakhmiati, R. (2021). Pertumbuhan dan hasil bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) dalam polybag akibat pemberian pupuk KNO₃ berbagai dosis. *J-Plantasimbiosa*, 3(2), 19-26. <https://doi.org/10.25181/jplantasimbiosa.v3i2.2250>
- Kartini, T., & Permana, S., (2016). Analisis Operasional Waduk Ir. H. Djuanda. *Jurnal Konstruksi*, 14(1), 13-24. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.14-1.330>
- Kurnianingsih, A., Susilawati, & Sefrila, M. (2018). Growth Characteristics of Shallot on Various Planting Media Composition. *Jurnal Hortikultura Indonesia (JHI)*, 9(3), 167-173. <https://doi.org/10.29244/jhi.9.3.167-173>
- Maulana, D. (2021). *Faktor-Faktor Penghambat dan Resiko Pertanian Bawang Merah Terhadap Hasil Panen Para Petani di Desa Kecipir Kecamatan Losari Kabupaten Brebes* (Doctoral dissertation, IAIN Syekh Nurjati Cirebon).
- Moeljani, I.R., Mazkiah, & Wahyuni, E. (2021). Estimation of Genetic Diversity and Ld50 Determination of Red Onion (*Allium cepa* var *ascalonicum*. Linn) Variety of Bauji Results In Gamma Irradiation 60Co. *Jurnal Hortikultura Indonesia (JHI)*, 12(3), 183-190. <https://doi.org/10.29244/jhi.12.3.183-190>
- Mulyono, J. (2023). Implementasi Program Pengembangan Food Estate di Kalimantan Tengah. *Jurnal Analis Kebijakan*, 7(1), 13-28. <https://doi.org/10.37145/jak.v7i1.599>
- Narsa, A.C., Salman, A.A., & Prabowo, W.C. (2022). Identifikasi Metabolit Sekunder dan Profil Farmakognosi Kulit Bawang Merah (*Allium cepa* L) Sebagai Bahan Baku Farmasi Terbaru. *Jurnal sains dan kesehatan*, 4(6), 645-653. <https://orcid.org/0000-0003-4698-6541>
- Nurbaiti, R. 2023. *Pengaruh Biochar Sekam Padi dan Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Merah (Allium ascalonicum L.)* (Doctor al dissertation, UNIVERSITAS JAMBI).
- Olabu, R., Bakari, Y., & Moonti, A. (2022). Analisis Saluran Pemasaran Komoditas Bawang Merah di Provinsi Gorontalo. *AGRINESIA: Jurnal Ilmiah Agribisnis*, 6(2), 112-117. <https://doi.org/10.37046/agr.v6i2.15912>
- Permana, D.F.W., Mustofa, A.H., Nuryani, L., Kristia, Putra, P.S., & Alamudin, Y. (2021). Budidaya bawang merah di Kabupaten Brebes. *Jurnal Bina Desa*, 3(2), 125-132. <https://doi.org/10.15294/jbd.v3i2.31916>
- Sanakh, E., Nampa, I.W., & Surayasa, M.T. (2020). Pemasaran Bawang Merah Di Kecamatan Kuanfatu Kabupaten Timur Tengah Selatan. *Jurnal Excellentia*, 9(1), 73-83.
- Sumarianti, A., Jayanti, K.D., & Tanari, Y. (2022). Pengaruh Frekuensi Penyiraman Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah (*Allium cepa* L.). *Jurnal Agroekoteknologi*, 15(1), 39-43. <https://doi.org/10.21107/agrovigor.v15i1.13381>
- Takwa, I., Agusman, & Efendi, A. (2023). Studi Uji Kelayakan Debit Air Irigasi Liabuku Kota Baubau. *SCEJ (Shell Civil Engineering Journal)*, 8(1), 37-50. <https://doi.org/10.35326/scej.v8i1.5143>
- Tolossa, T.T. (2021). Onion Yield Response to Irrigation Level During Low and High

Sensitive Growth Stages and Bulb Quality Under Semi-arid Climate Conditions of Western Ethiopia. *Cogent Food & Agriculture*, 7(1), 1859665. <https://doi.org/10.1080/23311932.2020.1859665>

- Triharyanto, E., Samanhudi, B., Pujiasmanto, D., & Purnomo. (2013). Kajian pembibitan dan budidaya bawang merah (*Allium Ascalonicum* L) melalui biji botani (True Shallot Seed). *Seminar Nasional Fakultas Pertanian UNS Surakarta*. UNS. Solo.
- Tutik, T., Junova, H., & Anatasia, I. (2021). Formulasi Sediaan Gel Moisturizer Anti-Aging Ekstrak Kulit Bawang Merah (*Allium cepa* L.) Sebagai Antioksidan. *Jurnal Farmasi Malahayati*, 4(1), 93-106. <https://doi.org/10.33024/jfm.v4i1.4420>
- Wulandari, D., Rani, I.D., Sandi, K., Shabrina, D.N., & Gunita, G. (2023). Pengaruh Pestisida Nabati Ekstrak Kulit Bawang Merah (*Allium cepa* L.) Terhadap Mortalitas Hama Kutu Daun (*Aphis gossypi*). *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*, 25(2), 88-93. <https://doi.org/10.14710/bioma.2023.55491>

Identifikasi Morfologi Cendawan Penyebab Penyakit Pascapanen pada Buah Naga (*Hylocereus* spp.) di Kota Bengkulu

Syarvina Alfiyani^{1*}, Tunjung Pamekas¹, Yenny Sariasih¹, Mimi Sutrawati¹, Ilmih Hamidi¹

¹Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu
Email: syarvina1807@gmail.com

Abstrak

Buah naga (*Hylocereus* spp.) merupakan salah satu komoditas hortikultura unggulan yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Namun, penurunan kualitas dan kuantitas buah naga sering terjadi akibat serangan cendawan penyebab penyakit pascapanen. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi cendawan penyebab penyakit pascapanen pada buah naga di Kota Bengkulu secara morfologi. Penelitian dilaksanakan pada bulan September – Oktober 2025 di Laboratorium Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu. Sampel buah naga yang menunjukkan gejala penyakit seperti bercak, busuk, atau perubahan warna diambil secara *purposive sampling* dari pasar tradisional di Kota Bengkulu, yaitu Pasar Kaget. Isolasi cendawan dilakukan dengan metode penanaman jaringan pada media PDA dan diinkubasi pada suhu ruang selama tujuh hari. Identifikasi dilakukan berdasarkan karakter morfologi makroskopis dan mikroskopis. Dari hasil penelitian didapatkan jenis-jenis cendawan penyebab penyakit pascapanen pada buah naga yang ditemukan meliputi *Fusarium* sp. dan *Neoscytalidium* sp.

Kata kunci: Buah naga, Cendawan patogen, Identifikasi morfologi, Penyakit pascapanen

Abstract

Dragon fruit (*Hylocereus* spp.) is one of the leading horticultural commodities with high economic value. However, a decline in both the quality and quantity of dragon fruit often occurs due to fungal infections that cause postharvest diseases. This study aimed to identify the fungi responsible for postharvest diseases in dragon fruit in Bengkulu City based on morphological characteristics. The research was conducted from September to October 2025 at the Plant Protection Laboratory, Faculty of Agriculture, University of Bengkulu. Dragon fruit samples showing symptoms such as spots, rot, or discoloration were collected purposively from a traditional market in Bengkulu City, namely Market Kaget. Fungal isolation was carried out using the tissue planting method on Potato Dextrose Agar (PDA) medium and incubated at room temperature for seven days. Identification was performed based on macroscopic and microscopic morphological characteristics. The results showed that the fungal species causing postharvest diseases in dragon fruit included *Fusarium* sp. and *Neoscytalidium* sp.

Keywords: Dragon fruit, Pathogenic fungi, Morphological identification, Postharvest disease

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara tropis yang kaya akan keanekaragaman hayati termasuk berbagai jenis buah-buahan tropis yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Di antara komoditas hortikultura unggulan tersebut adalah buah naga (*Hylocereus* spp.) buah ini tidak hanya digemari oleh masyarakat lokal karena rasa dan kandungan nutrisinya, tetapi juga memiliki potensi besar untuk pasar ekspor. Buah naga merupakan tanaman sejenis kaktus yang dibudidayakan di Indonesia. Tanaman buah naga termasuk dalam tanaman tahunan karena hanya bisa berbuah pada saat musim penghujan. Buah ini juga memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi total produksi naga pada tahun 2024 mencapai sekitar 2.760.095 kuintal (BPS, 2025).

Penurunan produksi buah naga di Indonesia salah satunya diakibatkan oleh serangan patogen terutama cendawan. Keberadaan cendawan pascapanen menyebabkan penurunan kuantitas dan kualitas buah naga yang berpengaruh pada nilai jual. Cendawan penyebab penyakit pascapanen yang ditemukan pada buah naga telah diidentifikasi, seperti *Neoscytalidium dimidiatum* yang menyebabkan busuk batang dan buah (Sulaiman *et al.*, 2021), *Alternaria alternata* sebagai agen utama busuk hitam pascapanen (Liu *et al.*, 2022), serta *Fusarium proliferatum* yang menimbulkan busuk lunak dan potensi bahaya mikotoksin (Wang *et al.*, 2015), bercak coklat (*Fusarium* sp.) dan antraknose oleh *Colletotrichum* sp. (Wibowo *et al.*, 2011).

Penyakit pasca panen pada komoditas hortikultura masih belum mendapat perhatian yang maksimal. Di negara berkembang, fasilitas penanganan pasca panen masih sangat minim dengan tuntutan mutu pada komoditas hortikultura yang masih rendah sehingga diduga kehilangan hasil dapat mencapai 50% atau bahkan lebih. Aktivitas patogen pasca panen pada komoditas hortikultura dapat menyebabkan kerugian dan penurunan kualitas produk. Hal ini disebabkan karena aktivitas metabolisme patogen pascapanen dapat menghasilkan racun yang berbahaya bagi kesehatan manusia sehingga produk hortikultura tidak layak dikonsumsi dan diperdagangkan. Meskipun penanganan pascapanen sudah dilakukan dengan baik, tetapi beberapa faktor yang dapat memengaruhi perkembangan patogen pascapanen seperti lingkungan dan kemampuan patogen dalam menyerang produk selama fase penyimpanan yang mendukung maka patogen tetap dapat berkembang (Deciana *et al.*, 2014).

Identifikasi cendawan adalah proses untuk mengetahui spesies cendawan. Identifikasi cendawan dapat dilakukan secara konvensional atau mikrobiologis. Identifikasi

dengan cara konvensional mengkaji mengenai karakteristik morfologi dari cendawan tersebut (Maryam *et al.*, 2022). Tujuan penelitian ini yaitu mengidentifikasi cendawan patogen penyebab penyakit pascapanen pada buah naga yang diperoleh dari pasar tradisional di Kota Bengkulu dengan pendekatan morfologi.

METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan September – Oktober 2025. Kegiatan ini dilaksanakan di laboratorium Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu. Sampel buah naga diambil dari pasar tradisional yang ada di Kota Bengkulu.

Penelitian diawali dengan survey lokasi di Pasar Kaget, Kota Bengkulu sebagai tempat pengambilan sampel buah naga yang dijual di lapak pedagang buah. Sampel buah naga diambil secara *purposive sampling*, yaitu memilih buah yang menunjukkan gejala serangan cendawan seperti bercak, busuk, atau perubahan warna pada kulit dan daging buah, serta buah sehat sebagai pembanding. Sebanyak lima sampel buah naga diambil, dimasukkan ke dalam kantong kertas steril, dan dibawa ke laboratorium untuk analisis lebih lanjut.

Isolasi cendawan patogen dilakukan dengan metode penanaman jaringan (*tissue planting*). Potongan jaringan bergejala berukuran $\pm 0,5 \times 0,5$ cm (setengah bagian sakit dan setengah bagian sehat) disterilisasi dengan larutan klorin 1% selama tiga menit, dibilas dua kali menggunakan air steril, lalu dikeringkan pada tisu steril. Bagian jaringan tanaman dipotong sebanyak 4 potong dan disusun secara teratur pada media PDA steril dalam cawan petri, kemudian diinkubasi selama 7 hari pada suhu ruang ($25-27^{\circ}\text{C}$). Kegiatan ini dilakukan di dalam laminar air flow cabinet. Koloni cendawan yang tumbuh dari hasil penanaman jaringan pada media PDA dengan karakteristik yang berbeda, diambil menggunakan cork borer dan dipindahkan pada media PDA steril yang baru untuk mendapatkan kultur cendawan yang murni.

Identifikasi cendawan dilakukan secara konvensional berdasarkan makrokopis dan mikrokopis. Identifikasi secara makrokopis dilakukan secara visual dengan menggunakan mata secara langsung sedangkan identifikasi mikrokopis dilakukan dengan membuat preparat basah dengan cara mengambil miselium dengan jarum ose steril dan meletakkannya pada objek glass yang telah dibersihkan dengan alkohol 70%, lalu ditetesi dengan aquades sebanyak 1 tetes. Preparat ditutup dengan kaca penutup dan diamati menggunakan mikroskop binokuler. Data dianalisis secara deskriptif untuk

mengidentifikasi cendawan pascapanen pada buah naga berdasarkan ciri morfologi cendawan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan awal terhadap buah naga yang terinfeksi menunjukkan adanya gejala khas akibat serangan cendawan pascapanen. Buah menunjukkan gejala awal berupa bercak kecil berwarna coklat muda hingga keabu-abuan pada permukaan kulit. Seiring perkembangan penyakit, bercak meluas menjadi area busuk berair disertai perubahan warna kulit menjadi kekuningan atau kecokelatan. Pada kondisi lanjut jaringan buah melunak dan mengeluarkan cairan. Menurut Wang *et al.*, (2017) *Fusarium proliferatum* yang menimbulkan busuk lunak dan potensi bahaya mikotoksin. *Neoscytalidium dimidiatum* yang menyebabkan busuk batang dan buah (Sulaiman, 2021), bercak coklat (*Fusarium* sp.) dan antraknose oleh *Colletotrichum* sp. (Wibowo *et al.*, 2011).



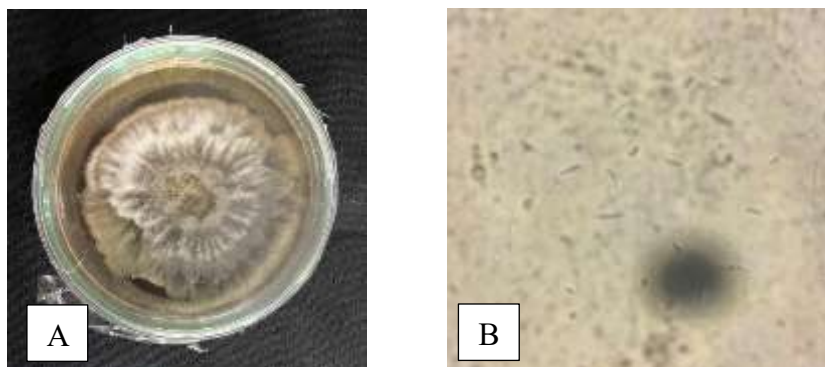
Gambar 1. Gejala pada buah naga

Hasil identifikasi cendawan mikroskopis yang terdapat pada buah naga merah (*Hylocereus* spp.) di peroleh dua jenis cendawan. Adapun karakter morfologi dari cendawan makroskopis dan mikroskopis tersebut dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut.

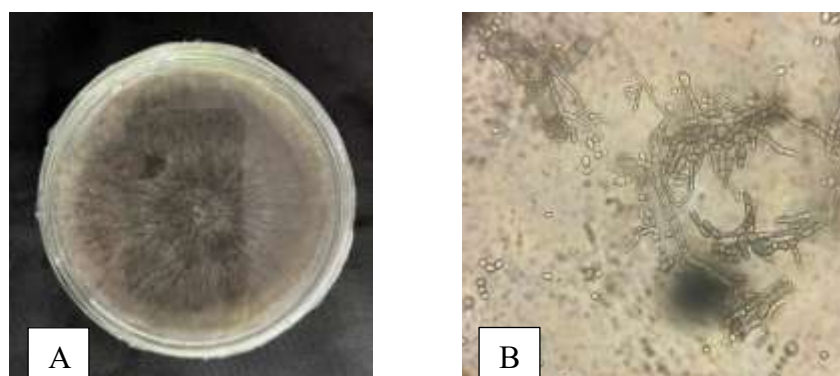
Tabel 1. Karakter Morfologi Cendawan Pada Buah Naga

Karakter morfologi	Jenis Isolat Cendawan	
	<i>Fusarium</i> sp.	<i>Neoscytalidium</i> sp.
Pengamatan makroskopik		
Koloni pada media PDA:		
Warna	Putih kelabu	Putih atau hialin, berubah menjadi abu-abu gelap hingga hitam
Bentuk	Tidak beraturan	Bulat
Elevasi	Datar	Cembung
Pigmentasi	Kuning	Abu-abu tua sampai hitam
Diameter koloni (mm)	29	45

Karakter morfologi	Jenis Isolat Cendawan	
	<i>Fusarium sp.</i>	<i>Neoscytalidium sp.</i>
Pengamatan mikroskopik		
Morfologi konidia	Silindris dan ramping	Elipsoidal hingga oval
Morfologi sel apikal	Meruncing	Melebar
Morfologi sel basal	Meruncing	Tumpul
Septa konidia	3- 5 sekat	2–3 sekat



Gambar 2. Ciri morfologi dari *Fusarium sp.* (a) Morfologi koloni pada media PDA (*Potato Dextrose Agar*) setelah 7 hari (b) Konidia cendawan *Fusarium sp.*



Gambar 3. Ciri morfologi dari *Neoscytalidium sp.* (a) Morfologi koloni pada media PDA (*Potato Dextrose Agar*) setelah 7 hari (b) Mikroskopis piknidia *Neoscytalidium sp.*

Penyakit pascapanen yang banyak menyerang buah naga antara lain disebabkan oleh cendawan, seperti *Neoscytalidium dimidiatum* yang menyebabkan busuk batang dan buah (Sulaiman, 2021), *Alternaria alternata* sebagai agen utama busuk hitam pascapanen (Liu *et al.*, 2022), serta *Fusarium proliferatum* yang menimbulkan busuk lunak dan potensi bahaya mikotoksin (Wang *et al.*, 2015), bercak coklat (*Fusarium sp.*) dan antraknose oleh *Colletotrichum sp.* (Wibowo *et al.*, 2011).

Dari hasil isolasi patogen penyebab penyakit busuk buah naga dengan gejala kulit

buah naga yang menguning/klorosis dan busuk buah. Kemudian diidentifikasi cendawan penyebab penyakit pada buah naga secara morfologi. Proses identifikasi ini dilakukan setelah proses isolasi dan pemurnian selama tujuh hari, dengan hasil empat isolat. Hasil identifikasi secara morfologi terhadap isolat cendawan penyebab penyakit pascapanen pada buah naga yang diperoleh dari Pasar Kaget, Kota Bengkulu menunjukkan adanya dua jenis cendawan penyebab penyakit pada buah naga yaitu *Fusarium sp.* dan *Neoscytalidium sp.*. Kedua jenis cendawan tersebut memiliki perbedaan yang jelas baik secara makroskopis maupun mikroskopis.

Pada isolat cendawan pertama memiliki ciri-ciri pada media PDA koloni awalnya berwarna putih dengan *tekstur cottony* (berserat menyerupai kapas), berbentuk tidak beraturan, dengan permukaan datar dan pigmentasi kekuningan. Pola pertumbuhan menyebar dan tergolong sedang dengan diameter 29 mm setelah 7 hari inkubasi. Penyakit ini disebabkan oleh jamur *Fusarium sp.* (Wibowo *et al.*, 2011). Hasil pengamatan ini sesuai dengan laporan Leslie & Summerell (2006) yang menyatakan bahwa koloni *Fusarium* umumnya berwarna putih hingga keabu-abuan, memiliki miselium halus dan membentuk pigmentasi kuning hingga kehitaman di bagian bawah media.

Fusarium sp. merupakan cendawan yang memiliki hifa bersekat (septat) serta mampu menghasilkan spora aseksual berupa mikrokonidium dan makrokonidium. Mikrokonidium terbentuk secara berkelompok pada ujung konidiofor. Bentuknya melengkung, hialin (tidak berwarna), dengan ujung apikal meruncing memanjang (*filamentous apex*) dan ujung basal berbentuk foot-shaped yang jelas. Secara mikroskopis terlihat bentuk makrokonidia dari cendawan *Fusarium sp.* yaitu bening, berbentuk bulan sabit agak pipih yang ujung agak membengkok, makrokonidia umumnya memiliki 3-5 sekat, ujung makrokonidium tampak tumpul, sedangkan bagian pangkalnya meruncing. Berdasarkan karakter morfologi mikrokonidium dan makrokonidium tersebut, isolat yang diamati dapat diidentifikasi sebagai *Fusarium sp.*

Klasifikasi *Fusarium sp.* berdasarkan taksonominya adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Fungi
Divisi	: Ascomycota
Kelas	: Sordariomycetes
Ordo	: Hypocreales
Famili	: Nectriaceae
Genus	: <i>Fusarium</i>

Pada isolat cendawan kedua memiliki ciri-ciri koloni menunjukkan koloni berbulu dan koloni berwarna putih hingga keabu-abuan dengan pigmentasi abu-abu tua hingga hitam pada PDA, berbentuk bulat dengan elevasi cembung dan pigmentasi yang kuat pada bagian bawah koloni. Pertumbuhan koloninya lebih cepat dibanding pada isolat pertama dengan diameter mencapai 45 mm setelah 4 hari inkubasi. Pada pengamatan mikroskopis memiliki konidia berbentuk elipsoidal hingga oval, dengan sel apikal dan sel basal meruncing serta bersekat 3–5. Hifanya berwarna coklat, bercabang, bersepta, dan menyempit menjadi rantai spora sebelum disartikulasi menjadi artrokonidia. Arthroconidia berbentuk elipsoid hingga ovoid dan berwarna hialin hingga coklat tua dengan dinding tebal dan arthrospora bersepta. Bentuk piknidia tidak beraturan hingga bulat telur, tunggal atau agregat. Berdasarkan morfologi yang diamati dalam penelitian ini dan deskripsi oleh (Crous et al., 2006), cendawan tersebut diidentifikasi sebagai *Neoscytalidium* sp.

Neoscytalidium sp. telah dilaporkan sebagai cendawan yang tumbuh cepat yang umumnya mencapai diameter 9 cm pada cawan Petri dalam waktu 3 hari setelah inkubasi, seperti yang dijelaskan sebelumnya (Mohd et al., 2013). Klasifikasi *Neoscytalidium* sp. berdasarkan taksonominya adalah sebagai berikut:

Kerajaan	: Fungi
Divisi	: Ascomycota
Kelas	: Sordariomycetes
Ordo	: Diaporthales
Famili	: Botryosphaeriaceae
Genus	: <i>Neoscytalidium</i>

Menurut Sulaiman et al., (2021) dan Wonglom et al., (2023) melaporkan bahwa *Neoscytalidium* sp. menjadi penyebab utama penyakit busuk batang (*stem canker*) dan busuk buah pada tanaman *Hylocereus polyrhizus* di Malaysia dan Thailand. Cendawan ini bersifat nekrotrofik dan mampu bertahan pada jaringan inang mati atau sisa tanaman, sehingga infeksi dapat berlanjut pada fase pascapanen. Selain itu, penelitian di Vietnam menunjukkan bahwa *Neoscytalidium* juga dapat diisolasi dari buah naga yang mengalami busuk saat penyimpanan membuktikan bahwa patogen ini mampu bertahan hingga tahap distribusi dan penyimpanan buah (Ngoc et al., 2018).

Secara umum kedua cendawan tersebut merupakan patogen penting pada komoditas buah naga, baik pada fase prapanen maupun pascapanen. *Fusarium* sp. cenderung menginfeksi jaringan buah yang luka atau mengalami kelembapan tinggi selama

penyimpanan, sedangkan *Neoscytalidium* sp. sering kali berasal dari infeksi laten pada tanaman di lapangan yang kemudian berkembang setelah panen. Kondisi lingkungan pascapanen seperti suhu dan kelembapan yang tinggi menjadi faktor yang mempercepat pertumbuhan kedua cendawan tersebut (Deciana *et al.*, 2014). Oleh karena itu hasil penelitian ini menegaskan bahwa pengendalian penyakit pascapanen harus dilakukan secara menyeluruh mulai dari kebun hingga pascapanen, termasuk penerapan sanitasi, penanganan buah secara hati-hati, dan penyimpanan pada suhu rendah sebagaimana disarankan oleh penelitian di Vietnam yang menunjukkan suhu 6 °C dapat menekan perkembangan cendawan pada buah naga (Ngoc *et al.*, 2018).

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian mengidentifikasi cendawan patogen penyebab penyakit pascapanen pada buah naga yang diperoleh dari pasar tradisional di Kota Bengkulu dapat disimpulkan bahwa terdapat dua jenis cendawan yaitu *Fusarium* sp. dan *Neoscytalidium* sp.. *Fusarium* sp. memiliki koloni putih kelabu dengan konidia berbentuk bulan sabit bersekat 3–5, sedangkan *Neoscytalidium* sp. memiliki ciri koloni putih atau hialin, berubah menjadi abu-abu gelap hingga hitam dan pertumbuhan yang cepat dengan bentuk piknidia tidak beraturan hingga bulat telur, tunggal atau agregat. Kedua cendawan tersebut berperan sebagai patogen utama penyebab busuk dan penurunan mutu buah naga pascapanen.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS. (2025). *Produksi Tanaman Buah–Buahan dan Sayuran Tahunan Menurut Jenis Tanaman, 2024*. <https://www.bps.go.id/id/statistics->
- Crous, P. W., Slippers, B., Wingfield, M. J., Rheeder, J., Marasas, W. F. O., Philips, A. J. L., Alves, A., Burgess, T., Barber, P., & Groenewald, J. Z. (2006). Phylogenetic lineages in the Botryosphaeriaceae. *Studies in Mycology*, 55, 235–253. <https://doi.org/10.3114/sim.55.1.235>
- Deciana, M., Nurdin, T. Maryono, & S.H.Ratih. (2014). Inventarisasi jamur-jamur patogen pada buah jeruk (Citrus Sp.) di beberapa pasar di Bandar Lampung. *Jurnal Agrotek Tropika*, 2(2), 193–196.
- Leslie, J. F., & Summerell, B. A. (2006). *Fusarium laboratory workshops - A recent history*. *Mycotoxin Research*, 22(2), 73–74. <https://doi.org/10.1007/BF02956766>
- Liu, P, J.Yang, J. Zhu, W.Ye, & J.Dong. (2022). First report of postharvest black rot caused by *Alternaria alternata* on dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) in China. *Plant Disease*, 106(7). <https://doi.org/10.1094/PDIS-10-21-2161-PDN>

- Maryam. S., S. Nuryanti, & K. E. F. Rahbuddin. (2022). Karakterisasi makroskopik dan mikroskopik serta isolasi DNA isolat fungi endofit daun ekor naga (*Rhaphidophora pinnata* LF Schott). *As-Syifaa J Farm*, 14, 139–147.
- Mohd, M. H., Salleh, B., & Zakaria, L. (2013). Identification and molecular characterizations of neoscytalidium dimidiatum causing stem canker of red-fleshed dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) in Malaysia. *Journal of Phytopathology*, 161(11–12), 841–849. <https://doi.org/10.1111/jph.12146>
- Ngoc, N. K., Nguyen, N. V, An, P. T. M., Woolf, A., & Fullerton, R. (2018). Effect of storage temperatures on postharvest diseases of dragon fruit (*Hylocereus undatus* Haw.) in the Mekong Delta Region, Vietnam. *Acta Horticulturae*, 453–460. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1213.67>
- Sulaiman, M. R., A.Yahya, & A.A.M. Aziz. (2021). Neosycetalidium dimididiatum as the causal agent of stem canker in red-flesh dragon fruit (*Hylocereus polyrhizur*) in Malaysia. *Crop Protection*, 143. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2021.105496>
- Wibowo. A, A. Widiastuti, & W. Agustina. (2011). Penyakit-penyakit penting buah naga di Tiga Sentra Pertanaman di Jawa Tengah. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 17(2), 66–72.

Uji *In Vitro* Ekstrak Daun Mimba (*Azadirachta indica*) terhadap *Alternaria porri*

Yolanda Kristina Tampubolon^{1*}, Tunjung Pamekas¹, Mimi Sutrawati¹, Djamilah¹, Ilmi Hamidi¹

¹Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu
Email: yolandakristinatampubolon@gmail.com

Abstrak

Penyakit bercak ungu, yang disebabkan oleh jamur *Alternaria porri*, menyebabkan kerugian hasil signifikan pada bawang merah. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi potensi ekstrak daun mimba sebagai biofungisida ramah lingkungan untuk pengendalian penyakit tersebut melalui uji *in vitro*. Daun mimba mengandung senyawa antifungi seperti Azadirachtin, Nimbin, dan Nimbidin. Konsentrasi ekstrak yang diuji adalah 2%, 4%, 6%, dan 8%. Hasil analisis FTIR mengkonfirmasi adanya gugus fungsi utama senyawa bioaktif (fenolik, terpenoid, metil/metilen). Hasil uji daya hambat menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak berkorelasi positif dengan peningkatan persentase daya hambat terhadap *A. porri*. Konsentrasi 8% terbukti paling efektif (Optimal). Pengamatan mikroskopis pada 8% menunjukkan penghambatan paling optimal dengan hifa hampir tidak terlihat atau menunjukkan kerusakan morfologi parah (lisis/fragmentasi). Kerusakan ini disebabkan Azadirachtin yang merusak integritas membran sel jamur. Ekstrak daun mimba prospektif sebagai alternatif bio-fungisida untuk pengendalian bercak ungu.

Kata kunci: *Alternaria porri*, Daun mimba, *In vitro*, *In vivo*, Pestisida nabati

Abstract

Purple blotch disease, caused by the fungus *Alternaria porri*, results in significant yield loss in shallots. This study aimed to evaluate the potential of neem leaf extract as an environmentally friendly bio-fungicide for controlling this disease via an *in vitro* assay. Neem leaves contain antifungal compounds such as Azadirachtin, Nimbin, and Nimbidin. Extract concentrations of 2%, 4%, 6%, and 8% were tested. FTIR analysis confirmed the presence of major bioactive compound functional groups (phenolics, terpenoids, methyl/methylene). Inhibition test results demonstrated a strong positive correlation between increasing extract concentration and the percentage of inhibition against *A. porri*. The 8% concentration proved to be the most effective (Optimal). Microscopic observation at 8% showed the most optimal inhibition, with hyphae barely visible or displaying severe morphological damage (lysis/fragmentation). This damage is attributed to Azadirachtin disrupting fungal cell membrane integrity. Neem leaf extract is a prospective alternative bio-fungicide for purple blotch control.

Keywords: Shallot, *Alternaria porri*, Neem leaves, *In vitro*, *In vivo*, Botanical pesticide

PENDAHULUAN

Penyakit bercak ungu telah dilaporkan terjadi di berbagai daerah pertanian, dengan tingkat kerugian yang signifikan. Di Jawa Barat, penyakit bercak ungu mampu menyebabkan kehilangan hasil hingga 57 % pada kondisi serangan berat (Laksono *et al.*, 2021). Selain itu, pada penelitian yang dilaksanakan di Riau, intensitas serangan bercak ungu tercatat sebesar 2,85 % dari keseluruhan populasi tanaman bawang merah (Irfandri *et al.*, 2022). Serangan penyakit bercak ungu disebabkan oleh jamur *Alternaria porri*. Patogen ini menginfeksi daun dan menyebabkan bercak berwarna ungu hingga coklat tua, yang semakin lama akan melebar dan menyebabkan jaringan daun nekrosis. Infeksi berat dapat menurunkan luas permukaan fotosintesis, mempercepat pengeringan daun, dan akhirnya menurunkan hasil panen secara signifikan (Muliani *et al.*, 2020). Menurut Agustin *et al.*, (2016), *A. porri* dapat menyebabkan kerusakan daun hingga 100% pada kondisi lingkungan yang mendukung, terutama kelembaban tinggi dan curah hujan yang sering. Penelitian lain juga menyebutkan bahwa serangan bercak ungu dapat menurunkan produksi hingga 30–60% bila tidak dikendalikan dengan baik (Sumarni *et al.*, 2011). Oleh karena itu, pengendalian penyakit bercak ungu menjadi fokus penting dalam sistem budidaya.

Pengendalian bercak ungu umumnya dilakukan dengan penggunaan fungisida sintesis. Meskipun efektif, penggunaan fungisida secara terus menerus berpotensi menimbulkan masalah baru, seperti residu pada hasil panen, resistensi patogen dan pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan alternatif pengendalian yang lebih ramah lingkungan. Salah satu alternatif yang potensial adalah pemanfaatan pestisida nabati, berdasarkan kutipan Muliani *et al.*, (2020) ekstrak daun mimba (*Azadirachta indica*) dengan konsentrasi 15-25% secara *in vivo* mampu menghambat pertumbuhan *A. porri*. Daun mimba mengandung senyawa bioaktif seperti azadirachtin, nimbin dan nimbidin yang diketahui bersifat antifungi. Penelitian Agustin *et al.*, (2016 a) menunjukkan bahwa ekstrak daun mimba dengan konsentrasi 1% mampu menghambat pertumbuhan koloni *A. porri* sebesar 43,33% secara *in vitro*. Temuan ini memperkuat dugaan bahwa mimba berpotensi digunakan sebagai pengendali hayati penyakit bercak ungu.

Konsentrasi ekstrak mimba 0,4–1% mampu menghambat pertumbuhan *A. porri* hingga 43,33% secara *in vitro*, meskipun efektivitasnya belum optimal (Agustin *et al.*, 2016 b). Sementara itu, penelitian lapang oleh Muliani *et al.*, (2020) menunjukkan bahwa

ekstrak mimba pada kisaran konsentrasi tinggi, yakni 15–25%, dapat menekan intensitas penyakit secara signifikan, namun beresiko menimbulkan dampak negatif pada tanaman. Hal ini diperkuat oleh uji toksisitas menggunakan metode *Allium cepa* yang menemukan bahwa beberapa ekstrak tanaman obat, termasuk ekstrak mimba pada konsentrasi di atas 10% dapat menimbulkan efek toksik pada jaringan tanaman (Akinboro *et al.*, 2007). Berdasarkan perbandingan hasil penelitian tersebut, konsentrasi 2%, 4%, 6%, dan 8% dipilih dalam penelitian ini dengan pertimbangan bahwa rentang ini berada di atas efektivitas 1% namun tetap di bawah batas toksisitas, sehingga diharapkan mampu memberikan daya hambat optimal tanpa mengganggu pertumbuhan tanaman.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian mengenai uji *in vitro* ekstrak daun mimba terhadap *A. porri* pada bawang merah perlu dilakukan. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar ilmiah dalam pengembangan pengendalian penyakit bercak ungu yang lebih ramah lingkungan dan tidak mengganggu pertumbuhan tanaman serta berkelanjutan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penghambatan ekstrak daun mimba terhadap *A. porri* penyebab bercak ungu pada bawang merah melalui uji *in vitro* sebagai upaya pengendalian penyakit yang ramah lingkungan.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Rumah Kasa Proteksi Tanaman dan Laboratorium Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu. Penelitian dilaksanakan mulai bulan September 2025 hingga bulan November 2025.

Isolasi dan Perbanyakan Cendawan *Alternaria porri*

Patogen *A. porri* diisolasi dari daun bawang merah yang terserang penyakit bercak ungu yang diperoleh dari pasar dan lahan petani di kabupaten curup. Bagian daun yang bergejala dipotong (± 5 mm), disterilkan dengan menggunakan bahan aktif Sodium Hypochlorite 5,25% dengan konsentrasi yang dibutuhkan untuk sterilisasi yaitu 1%, dicelupkan selama 10 detik kemudian dibilas dengan aquades steril sebanyak 2 kali kemudian dikeringkan pada kertas saring steril atau tisu. Potongan jaringan diinokulasikan pada media *Potato Dextrose Agar* (PDA) dengan masing-masing petri berisikan 4 potongan daun dengan 4 titik berbeda dan diinkubasi pada suhu ruang (25–28 °C) selama 5–7 hari hingga koloni jamur tumbuh. Koloni murni diperoleh dengan teknik hifa ujung (*tip culture*), kemudian diperbanyak kembali pada PDA untuk digunakan sebagai inokulum uji (Agustin *et.al*, 2016).

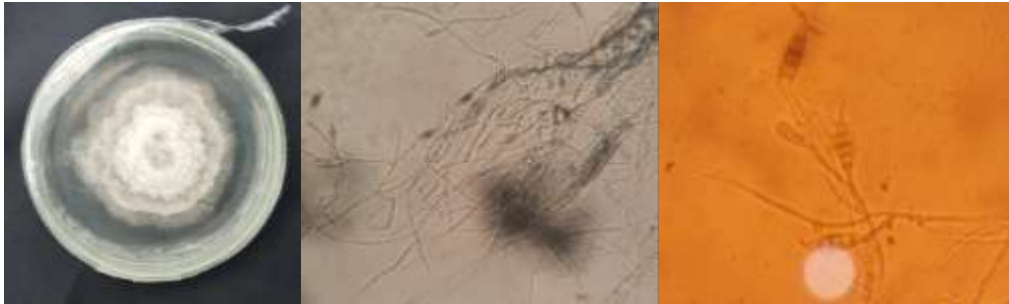
Pembuatan Ekstrak Daun Mimba

Daun mimba segar terlebih dahulu ditimbang kemudian dikeringanginkan ± 4 minggu pada suhu ruang tanpa terkena sinar matahari langsung hingga kadar air berkurang (Ismiyati & Nurhaeni, 2016). Daun kering digiling hingga menjadi serbuk halus, lalu diekstraksi dengan metode maserasi menggunakan etanol 96% selama 6 hari. Hasil maserasi disaring menggunakan *sepatory funell glass* 100 ml, kemudian pelarut diuapkan dengan membuka wadah ekstrak hingga diperoleh ekstrak kental. Ekstrak kental ini dipakai sebagai larutan stok dengan konsentrasi 100%. Dari larutan stok tersebut, dibuat konsentrasi kerja 2%, 4%, 6%, dan 8% sesuai perlakuan dengan menambahkan Tween-20 0,05% sebagai surfaktan agar larutan homogen dan mudah diaplikasikan (Andriyani & Purwantisari, 2019). Untuk mengetahui senyawa aktif yang terkandung di dalam ekstrak daun mimba, dilakukan analisis *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR). Analisis ini bertujuan mengidentifikasi gugus fungsi utama senyawa bioaktif, seperti senyawa fenol, flavonoid, alkaloid, dan terpenoid yang berperan dalam aktivitas antifungi terhadap *A. porri*

Uji Daya Hambat Ekstrak Daun Mimba Terhadap *Alternaria porri* secara *In Vitro*

Uji *in vitro* dilakukan pada medium PDA untuk mengetahui kemampuan ekstrak daun mimba dalam menghambat pertumbuhan *A. porri*. Medium PDA dituangkan ke dalam preparat steril sebanyak ± 1 ml per preparat. Suspensi spora *A. porri* diinokulasikan secara merata pada permukaan medium agar pertumbuhan koloni jamur seragam (Rahmawati *et.al*, 2019). Larutan ekstrak mimba dengan konsentrasi 2%, 4%, 6%, dan 8% ditetaskan ke dalam masing-masing PDA sebanyak 15 μ L. Kontrol hanya mengaplikasikan cendawan *A. porri*. Petri diinkubasi pada suhu 25–28 °C selama 3–7 hari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

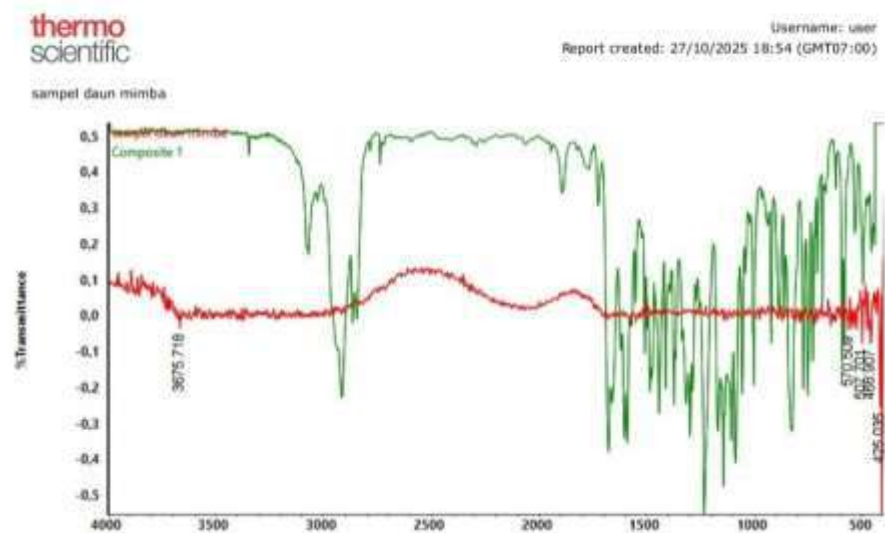


Gambar 1. *Alternaria porri*

Alternaria porri memiliki hifa bersepta yang awalnya hialin lalu berubah menjadi coklat hingga olivaceous, dengan percabangan tidak teratur (Phytojournal, 2023). Konidiofor muncul tunggal atau berkelompok, berwarna coklat muda, lurus hingga sedikit melengkung, dan bersespta (MaxaPress, 2023). Konidia berbentuk obclavate hingga ellipsoid dengan ujung runcing (beak), berdinding tebal, berwarna coklat, memiliki 3–6 sekat transversal dan 0–2 sekat longitudinal (Notulae Botanicae, 2018). Ukuran konidia bervariasi antar isolat: umumnya $11\text{--}39\ \mu\text{m} \times 4\text{--}11\ \mu\text{m}$, dan dapat mencapai $98\text{--}112\ \mu\text{m} \times 26\text{--}39\ \mu\text{m}$ termasuk beak (ACS Publisher, 2022). Variasi morfologi dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan asal isolat (Arsi, 2023)

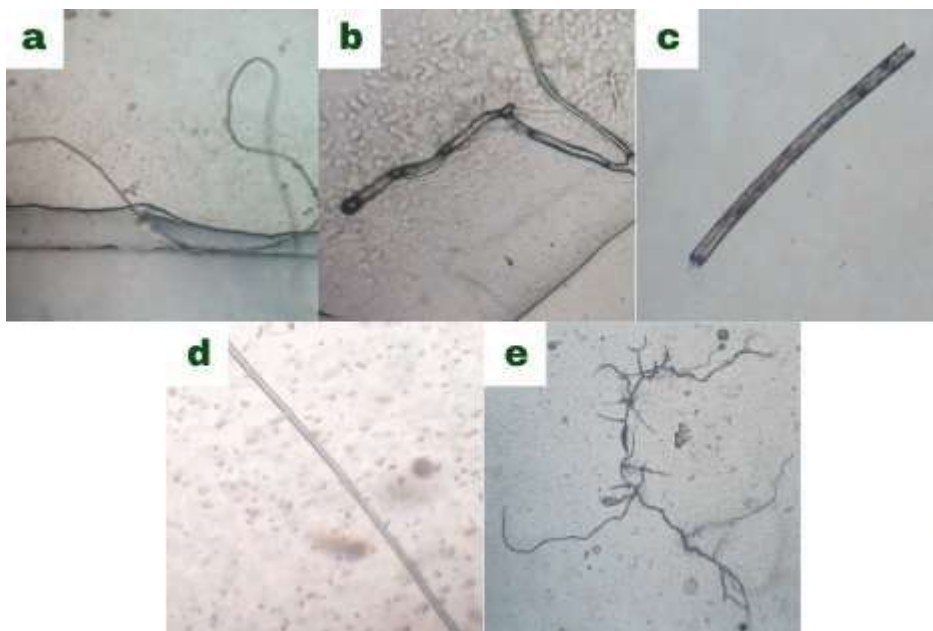
sampel daun mimba

Page 1 of 2



Gambar 2. Uji FTIR kandungan daun mimba

Hasil analisis spektrum FTIR daun *Azadirachta indica* menunjukkan pita serapan kuat pada 3465 cm^{-1} yang mengindikasikan gugus hidroksil (O–H) dari senyawa fenolik dan alkohol. Serapan pada 1638 cm^{-1} menunjukkan keberadaan gugus karbonil (C=O) dari senyawa terpenoid seperti azadirachtin dan nimbidin, sedangkan daerah sekitar $2850\text{--}2920\text{ cm}^{-1}$ menandakan gugus metil dan metilen (C–H) yang umum terdapat pada nimbin dan salannin. Puncak pada $500\text{--}540\text{ cm}^{-1}$ mengindikasikan adanya gugus logam–oksida alami dalam ekstrak daun mimba (Zambri *et al.*, 2019).



Gambar 3. Hasil uji mikroskopis uji daya hambat

Kode Gambar	Konsentrasi Ekstrak	Deskripsi Visual Mikroskopis	Tingkat Daya Hambat
a	Kontrol (0%)	Hifa tumbuh subur, panjang, dan normal.	Tidak ada Hambatan
b	2%	Pertumbuhan hifa mulai terhambat, namun masih terlihat cukup signifikan.	Rendah
c	4%	Hifa/spora terlihat lebih pendek dan menunjukkan tanda-tanda kerusakan awal (lisis).	Sedang
d	6%	Pertumbuhan tertekan; hifa sangat sedikit, pendek, atau berupa fragmen.	Tinggi
e	8%	Penghambatan paling optimal. Hifa hampir tidak terlihat atau menunjukkan kerusakan morfologi (abnormalitas) yang parah.	Sangat Tinggi/Optimal

Gambar 4. Data Deskripsi

Hasil pengujian daya hambat ekstrak daun mimba terhadap pertumbuhan jamur patogen *A. porri* menunjukkan temuan yang sangat meyakinkan. Terdapat korelasi positif

yang kuat antara peningkatan konsentrasi ekstrak daun mimba dengan peningkatan persentase daya hambat yang dihasilkan. Pada perlakuan kontrol (0%), terlihat pertumbuhan hifa yang optimal, ditandai dengan hifa yang panjang, subur, dan morfologi yang normal, mencerminkan kondisi ideal bagi pertumbuhan jamur. Seiring peningkatan konsentrasi ekstrak dari 2% hingga 8%, terjadi penekanan progresif terhadap pertumbuhan jamur. Konsentrasi 8% terbukti menjadi perlakuan yang paling efektif, menunjukkan efek fungisida yang superior. Hal ini dikonfirmasi melalui pengamatan mikroskopis pada lampiran, di mana pada konsentrasi 8% (e), hifa hampir tidak terlihat atau menunjukkan kerusakan morfologi yang parah seperti fragmentasi, lisis (pecahnya sel), dan bentuk-bentuk abnormal yang mengindikasikan gangguan serius pada integritas sel dan proses metabolisme jamur. Penemuan ini menegaskan bahwa terdapat ambang batas konsentrasi tertentu (di atas 6%) di mana senyawa aktif mimba mampu memberikan efek letal pada sel *A. porri*.

Tingginya daya hambat ekstrak daun mimba ini merupakan hasil dari kandungan fitokimia, khususnya metabolit sekunder dari golongan limonoid triterpenoid, seperti Azadirachtin, Nimbin, dan Salanin. Azadirachtin, sebagai senyawa paling dominan, diyakini menjadi agen utama yang merusak sel jamur.

Mekanisme penghambatan Azadirachtin adalah dengan mengganggu fungsi selular vital, yang mencakup: merusak Integritas Membran Sel: Azadirachtin disinyalir menyebabkan permeabilitas membran sel jamur, yang mengakibatkan kebocoran sitoplasma, lisis sel, dan pada akhirnya kematian jamur, sesuai dengan gambaran visual hifa yang pecah pada konsentrasi 8%. Menghambat Biosintesis: Senyawa ini juga dapat mengganggu jalur biosintesis esensial, seperti sintesis protein dan DNA/RNA, serta menghambat aktivitas enzim vital yang diperlukan jamur untuk pertumbuhan dan pembelahan sel (fungistatik).

Agustin *et al.*, (2016) menegaskan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak mimba berbanding lurus dengan peningkatan daya hambat pada patogen yang sama. Konsistensi hasil ini memberikan dukungan kuat bahwa ekstrak daun mimba merupakan alternatif yang prospektif dan ramah lingkungan sebagai bio-fungisida untuk mengendalikan penyakit bercak ungu pada tanaman bawang-bawangan, sekaligus mengurangi ketergantungan pada fungisida sintetik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji daya hambat *in vitro* ekstrak daun mimba terhadap jamur patogen *A.porri*, dapat disimpulkan bahwa terdapat korelasi positif yang kuat antara peningkatan konsentrasi ekstrak dengan peningkatan persentase daya hambat yang dihasilkan. Konsentrasi ekstrak daun mimba 8% terbukti menjadi perlakuan yang paling efektif dan memberikan daya hambat optimal terhadap pertumbuhan jamur. Efektivitas ini dikonfirmasi melalui pengamatan mikroskopis, yang menunjukkan kerusakan morfologi parah pada hifa, seperti lisis (pecahnya sel) dan fragmentasi. Tingginya daya hambat ini disebabkan oleh senyawa fitokimia dalam mimba, terutama Azadirachtin, yang bekerja dengan mengganggu fungsi selular vital, seperti merusak integritas membran sel dan menghambat biosintesis esensial pada jamur. Dengan demikian, ekstrak daun mimba pada konsentrasi 8% memiliki potensi yang sangat prospektif dan dapat menjadi dasar ilmiah dalam pengembangan pengendalian penyakit bercak ungu yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan, sekaligus mengurangi ketergantungan pada fungisida sintesis.

DAFTAR PUSTAKA

- ACS Publisher (2022). Cultural and morphological variability of *Alternaria porri* isolates from India.
- Agustin. R, E. Suryaningsih & A. Handayani. (2016). Efektivitas ekstrak pada uji daun Mimba Terhadap Pertumbuhan *Alternaria porri* Penyebab Bercak Ungu pada Bawang Merah secara In Vitro. *Jurnal HPT Tropika*, 16(2), 23–131.
- Agustin, L., E. S. Rahayu & K. H. Mutaqin (2016). Uji *In Vitro* Beberapa Ekstrak Tanaman Terhadap pertumbuhan *Alternaria porri* penyebab bercak ungu pada bawang merah. *Jurnal HPT Tropika*, 16(2), 159–166.
- Akinboro. A, & A.A. Bakare. (2007). Cytotoxic and genotoxic effects of Aqueous Extracts Five and medicinal plants on *Allium cepa* Linn. *Journal of Ethnopharmacology*, 122, 470-475.
- Andriyani. R & S. Purwantisari. (2019). Uji potensi ekstrak daun suren terhadap menghambat pertumbuhan pada jamur *Colletotrichum capsici* secara *in vitro*. *Jurnal Akademika Biologi*, 8(1), 24–28.
- Arsi University Journal (2023). Morphological identification of *Alternaria* species from Ethiopia.
- Irfandri, M. Ali & A. Khavifah. (2022). Identification the Causes of Diseases and Caused by Fungi and the intensity of their attacks on shallots (*Allium ascalonicum* L.) in Bungaraya Village, Bungaraya Sub-district, Siak District. *Jurnal Pertanian Tropik*, 9(1), 75–90.
- Ismiyati. N & F. Nurhaeni. (2016). Efek Ekstrak Etanol Daun Kemangi (*Ocimum sanctum* L.) Sebagai agen kemopreventif pada sel kanker leher rahim HeLa

melalui aktivitas sitotoksik dan induksi apoptosis. *Media Farmasi: Jurnal Ilmu Farmasi*, 13(1).

- Laksono, A, J. G. Sunaryono & R. Despita. 2021. Uji antagonis pada perlakuan *Pseudomonas fluorescens* untuk mengendalikan penyakit bercak ungu tanaman bawang merah. *Agrovigor*, 14(1), 54–60.
- MaxaPress (2023). Phylogenetic analysis and morphological of variation in fungi *Alternaria* sect. *Porri*.
- Muliani, Y, E. R. Ria, T. Turmuktini, E. Kantikowati & Wawan. S. 2020. Test of Extracted Neem Leaf and (*Azadirachta indica* A. Juss) to Control *Alternaria porri* in Shallot Plants (*Allium ascalonicum* L.). *Journal of Agricultural Science*, 12(3), 1–10.
- Notulae Botanicae (2018). Morphological variability of *Alternaria porri* isolates I from onion.
- Rahmawati, R, T. Wahyudi & Nurbailis. (2019). Uji daya hambat beberapa jenis ekstrak tanaman terhadap pertumbuhan *Colletotrichum capsici* penyebab antraknosa pada cabai merah (*Capsicum annuum* L.) secara in vitro. 10(2), 128–136.
- Sumarni, N, & G. A. Sopha. 2011. Pengendalian Penyakit Penting pada Bawang Merah. *Jurnal Litbang Pertanian*, 30(3), 123–131.
- Zambri, N. D. S, N. A. Ibrahim, Z. Abidin, & Z. Ariffin. 2019. Utilization of and Neem Leaf Extract on Biosynthesis of Iron Oxide Nanoparticles. *Molecules*, 24 (20).

Kajian Ukuran Butir Pumice sebagai Isi Netpot Hidroponik

Ahmad Fathoni¹, Erni Romansyah¹, Adi Gunawan¹, Roviatul Zohriah^{1*}

¹Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Mataram

Email: fath_drj@yahoo.com

Abstrak

Meningkatnya kebutuhan akan sistem pertanian yang efisien dan berkelanjutan mendorong pengembangan teknologi hidroponik yang tidak memerlukan tanah sebagai media tanam. Salah satu komponen penting dalam sistem ini adalah media tanam yang berfungsi menopang tanaman serta menjaga kelembapan dan aerasi optimal. Pumice (batu apung) merupakan media tanam anorganik yang bersifat porous, ringan, dan mampu mengikat air serta udara dengan baik. Namun, ukuran partikel pumice yang digunakan sebagai netpot dapat memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman hidroponik. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh ukuran pumice, yaitu P1 (2-5 mm), P2 (6-9 mm), dan P3 (10-13 mm), terhadap efektivitasnya sebagai netpot pada sistem hidroponik. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Rumah Kaca Universitas Muhammadiyah Mataram, Kelurahan Tanjung Karang, Kecamatan Sekarbela, Kota Mataram, dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri atas tiga perlakuan ukuran pumice dan tiga ulangan. Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, dan berat basah tanaman, yang dianalisis menggunakan ANOVA dan uji BNJ. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan P1 (pumice berukuran 2–4 mm) memberikan hasil terbaik pada sebagian besar parameter, terutama jumlah daun (12,67 helai), panjang daun (14,70 cm), dan lebar daun (7,60 cm), yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan kontrol tanpa pumice. Hal ini menunjukkan bahwa ukuran partikel pumice yang lebih kecil mampu menyediakan keseimbangan ideal antara aerasi dan kapasitas menahan air, sehingga mendukung penyerapan nutrisi dan aktivitas fotosintesis tanaman. Penelitian selanjutnya disarankan untuk membandingkan efektivitas pumice ukuran 2–5 mm dengan serabut kelapa atau bahan lain dengan ukuran serupa.

Kata kunci: Hidroponik, Isi Netpot, Pumice

Abstract

The increasing need for efficient and sustainable agricultural systems has driven the development of hydroponic technology that does not require soil as a growing medium. One important component in this system is the growing medium, which functions to support the plants and maintain optimal humidity and aeration. Pumice is an inorganic growing medium that is porous, lightweight, and able to bind water and air well. However, the size of pumice particles used as netpots can affect the growth and development of hydroponic plants. This study aims to examine the effect of pumice size, namely P1, P2, and P3, on its effectiveness as a netpot in hydroponic systems. The study was conducted at the Greenhouse Laboratory of the University of Muhammadiyah Mataram, Mataram City using a Randomized Block Design (RBD) consisting of three pumice size treatments and three replications. The parameters observed included plant height, number of leaves, root length, and fresh weight of plants, which were analyzed using ANOVA and BNJ test. The results showed that treatment P1 (pumice measuring 2–4 mm) gave the best results in most parameters, especially the number of leaves, leaf length, and leaf width, which were significantly higher than the control without pumice. This indicates that the smaller pumice particle size is able to provide an ideal balance between aeration and water holding capacity, thus supporting nutrient absorption and plant photosynthetic activity. Further research is recommended to compare the effectiveness of 2–5 mm pumice with coconut fiber or other materials with similar sizes.

Keywords: Hydroponics, Netpot Content, Pumice

PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk dunia yang terus meningkat menyebabkan peningkatan signifikan terhadap kebutuhan pangan global. Menurut Food and Agriculture Organization (FAO, 2022), populasi dunia diperkirakan mencapai lebih dari 9,7 miliar jiwa pada tahun 2050, sehingga produksi pangan harus meningkat sekitar 60% untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Namun, laju ekspansi lahan pertanian global semakin terbatas akibat urbanisasi, degradasi tanah, dan perubahan iklim yang menurunkan produktivitas lahan. Kondisi ini menuntut inovasi sistem budidaya yang mampu menghasilkan pangan secara efisien dengan sumber daya yang terbatas, salah satunya melalui teknologi pertanian tanpa tanah seperti hidroponik (Resh, 2022).

Di tingkat nasional, pemerintah Indonesia berupaya mencapai kemandirian dan ketahanan pangan melalui strategi optimalisasi lahan dan inovasi teknologi pertanian. Program ketahanan pangan diarahkan tidak hanya pada pencetakan sawah baru, tetapi juga penerapan sistem budidaya hemat air dan ramah lingkungan yang dapat diintegrasikan dalam kawasan perkotaan (Kementerian Pertanian RI, 2023). Strategi ini sejalan dengan agenda *Sustainable Development Goals* (SDGs) khususnya tujuan ke-2, yaitu *Zero Hunger*, serta mendukung pengembangan sistem pertanian cerdas dan efisien berbasis inovasi teknologi. Dalam konteks ini, teknologi hidroponik menjadi alternatif potensial untuk mendukung produksi pangan berkelanjutan di tengah keterbatasan lahan pertanian produktif (Rahman *et al.*, 2021).

Teknologi hidroponik merupakan bentuk pertanian modern yang banyak dikembangkan dalam sistem *urban farming*, di mana tanaman dibudidayakan menggunakan larutan nutrisi tanpa media tanah. Sistem ini dinilai mampu menghasilkan sayuran segar dan higienis dengan efisiensi penggunaan air hingga 90% dibandingkan pertanian konvensional (Putra & Yuliana, 2020). Selain itu, hidroponik dapat diterapkan di lingkungan perkotaan seperti pekarangan rumah, gedung, dan lahan sempit, sehingga mendukung konsep ketahanan pangan keluarga perkotaan. Inovasi dalam teknologi ini terus berkembang, baik dari segi desain sistem, pengaturan nutrisi, maupun pemilihan media tanam yang berperan penting dalam menunjang pertumbuhan tanaman.

Meskipun memiliki banyak keunggulan, pengembangan sistem hidroponik di Indonesia masih menghadapi berbagai kendala, terutama dalam hal stabilitas pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Penelitian menunjukkan bahwa jenis dan sifat fisik media tanam, termasuk porositas, daya serap air, dan aerasi, sangat berpengaruh terhadap

pertumbuhan tanaman (Kusuma *et al.*, 2022). Beberapa media yang umum digunakan seperti rockwool, cocopeat, dan perlite memiliki keterbatasan dari sisi ketersediaan, harga, dan dampak lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan alternatif media tanam anorganik yang murah, mudah diperoleh, dan memiliki performa fisik yang optimal bagi sistem perakaran tanaman hidroponik.

Salah satu inovasi yang berpotensi adalah penggunaan pumice (batu apung) sebagai isi netpot pada sistem hidroponik. Pumice merupakan batuan vulkanik berpori tinggi yang mampu menahan air dan udara secara seimbang, sehingga mendukung respirasi akar dan penyerapan nutrisi (Susilawati *et al.*, 2020). Ukuran butir pumice diperkirakan berpengaruh terhadap karakteristik aerasi, kelembapan, dan ruang akar tanaman hidroponik. Namun, penelitian yang mengkaji secara spesifik pengaruh ukuran butir pumice terhadap efektivitasnya sebagai isi netpot hidroponik masih sangat terbatas, terutama pada konteks tanaman sayuran daun seperti sawi hijau (*Brassica juncea*).

Selain potensinya untuk meningkatkan efisiensi budidaya, pumice juga memiliki keunggulan ekologis dibandingkan media anorganik lain. Bahan ini bersifat alami, tidak mencemari lingkungan, dapat digunakan berulang, serta memiliki berat jenis ringan dan porositas tinggi yang mendukung sirkulasi udara dalam sistem akar (Hartati & Rahayu, 2021). Keunggulan tersebut menjadikan pumice sebagai media tanam yang ramah lingkungan dan berpotensi menggantikan media impor seperti rockwool atau perlite. Penggunaan pumice sebagai isi netpot juga membuka peluang pengembangan ekonomi lokal di wilayah yang memiliki sumber daya batu apung melimpah seperti Nusa Tenggara Barat.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas penggunaan pumice sebagai isi netpot hidroponik dengan berbagai ukuran butir terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan media tanam alternatif yang efisien, ramah lingkungan, dan sesuai dengan kondisi sumber daya lokal Indonesia.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimen yang bertujuan untuk menguji pengaruh ukuran butir pumice terhadap pertumbuhan tanaman hidroponik jenis pakcoy (*Brassica rapa L.*). Penelitian eksperimental digunakan untuk melihat hubungan sebab-akibat antara variabel bebas berupa ukuran butir pumice dan variabel terikat berupa parameter pertumbuhan tanaman. Pendekatan ini

memungkinkan peneliti untuk mengontrol variabel luar serta membandingkan hasil perlakuan secara terukur dan objektif (Sugiyono, 2021).

Penelitian dilaksanakan di Rumah Kaca Universitas Muhammadiyah Mataram yang berlokasi di Kelurahan Tanjung Karang, Kecamatan Sekarbela, Kota Mataram, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Waktu penelitian direncanakan berlangsung selama dua bulan, yaitu mulai Agustus hingga September 2025. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada ketersediaan fasilitas hidroponik, kondisi lingkungan yang terkontrol, dan kedekatan dengan sumber pumice alami. Kondisi lingkungan rumah kaca dikendalikan untuk menjaga suhu, intensitas cahaya, dan kelembapan sesuai kebutuhan tanaman hidroponik (Kusuma *et al.*, 2022).

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan tiga perlakuan ukuran butir pumice, yaitu P1 (2-5 mm), P2 (5-9 cm), dan P3 (10-13 mm), masing-masing dilakukan tiga kali ulangan sehingga diperoleh sembilan satuan percobaan. Setiap satuan percobaan menggunakan sistem hidroponik dengan ukuran pipa PVC berdiameter 4 inci dan jarak antar lubang netpot 20 cm. Bibit pakcoy ditanam dalam netpot yang telah diisi pumice sesuai ukuran perlakuan dan dialiri larutan nutrisi hidroponik standar (Rahman *et al.*, 2021).

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi saringan pumice (2 mm, 6 mm dan 10 mm), instalasi hidroponik, pipa PVC 4 inci, pompa air, netpot, timbangan digital, mistar ukur, dan alat pencatat data pertumbuhan tanaman. Bahan yang digunakan terdiri atas benih pakcoy varietas hijau, batu apung (pumice) dengan tiga variasi ukuran butir, larutan nutrisi AB Mix, serta air bersih yang digunakan sebagai pelarut. Semua bahan diuji kebersihannya dan disterilkan sebelum digunakan untuk menghindari kontaminasi mikroorganisme yang dapat memengaruhi hasil percobaan (Susilawati *et al.*, 2020).

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini meliputi beberapa parameter pertumbuhan tanaman, yaitu jumlah daun, panjang daun, lebar daun, panjang akar, dan berat basah tanaman. Pengamatan dilakukan setiap minggu hingga tanaman mencapai fase panen, kemudian rata-rata dari setiap parameter dianalisis secara statistik. Teknik pengumpulan data dilakukan secara langsung dengan pengukuran morfometrik dan pencatatan hasil pertumbuhan secara manual menggunakan lembar observasi yang terstandar. Data hasil pengukuran disusun dalam bentuk tabel dan grafik untuk memudahkan interpretasi dan analisis perbandingan antar perlakuan (Hartati & Rahayu, 2021).

Analisis data dilakukan menggunakan analisis varians (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap parameter pertumbuhan tanaman hidroponik. Jika hasil ANOVA menunjukkan pengaruh yang nyata, maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) untuk menentukan perbedaan antar perlakuan secara spesifik. Selain itu, uji *t* digunakan untuk membandingkan rata-rata dua perlakuan tertentu, khususnya untuk menilai efektivitas pumice ukuran optimal terhadap perlakuan kontrol atau ukuran lainnya (Gomez & Gomez, 1984). Analisis statistik dilakukan dengan tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$) menggunakan perangkat lunak statistik SPSS atau Excel.

Pendekatan ini diharapkan menghasilkan pemahaman yang mendalam mengenai pengaruh ukuran butir pumice terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy dalam sistem hidroponik. Hasil penelitian ini juga akan menjadi dasar ilmiah dalam menentukan ukuran pumice yang paling efektif digunakan sebagai isi netpot untuk meningkatkan produktivitas hidroponik secara efisien dan berkelanjutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh ukuran butir batu apung (*pumice*) terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa L.*) pada sistem hidroponik. Hasil pengamatan pada parameter pertumbuhan yang diamati yaitu jumlah daun, panjang daun, lebar daun dan panjang akar tanaman disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Rata-Rata Pertumbuhan Tanaman Pakcoy pada Berbagai Perlakuan

Paramater	P1 (2-5 mm)	P2 (6-9 mm)	P3 (10-13 mm)	P0 (kontrol)
Jumlah Daun	12,67	11,33	10,00	9,00
Panjang Daun	14,70	13,90	11,30	10,90
Lebar Daun	7,60	7,20	5,83	5,73
Panjang Akar	36,97	32,73	31,47	32,80

Pembahasan

Pengaruh Ukuran Pumice terhadap Jumlah Daun

Hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa ukuran pumice berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah daun ($p = 0.0029$). Perlakuan P1 (pumice ukuran 2–5 mm) menghasilkan jumlah daun tertinggi rata-rata 12,67 helai, diikuti oleh P2 11,33 helai, P3 10,00 helai, dan kontrol tanpa pumice 9,00 helai. Hasil uji BNJ memperkuat bahwa P1 berbeda nyata dengan P0 dan P3, sedangkan P2 menunjukkan perbedaan sedang terhadap kontrol.

Kondisi ini menunjukkan bahwa pumice berukuran kecil (2–5 mm) mampu menyediakan keseimbangan aerasi dan kelembapan optimal bagi perakaran tanaman. Struktur pori mikro yang lebih rapat pada ukuran kecil meningkatkan kapasitas menahan air dan unsur hara, sehingga mendukung pertumbuhan vegetatif seperti pembentukan daun (Rahman *et al.*, 2022). Sebaliknya, ukuran yang terlalu besar (10–13 mm) memiliki pori makro dominan, menyebabkan penurunan retensi air dan ketersediaan nutrisi, sehingga pertumbuhan daun berkurang (Putri & Wicaksono, 2021).

Pengaruh Ukuran Pumice terhadap Panjang Daun

Analisis ANOVA memperlihatkan pengaruh nyata ukuran pumice terhadap panjang daun ($p = 0.0425$). Perlakuan terbaik juga terdapat pada P1 dengan panjang daun rata-rata 14,70 cm, sedangkan kontrol (P0) menghasilkan daun terpendek yaitu 10,90 cm. Uji t memperkuat bahwa perbedaan antara P1 dan P0 signifikan ($p = 0.0422$).

Daun yang lebih panjang pada perlakuan P1 menandakan bahwa retensi air dan ketersediaan oksigen di media mendukung aktivitas fotosintesis dan pembelahan sel daun. Media dengan ukuran partikel kecil memungkinkan sistem akar menyerap air dan unsur hara lebih efisien, sehingga pertumbuhan jaringan daun meningkat (Suryani *et al.*, 2020). Ukuran partikel pumice yang terlalu besar atau tanpa pumice menyebabkan distribusi air tidak merata dan nutrisi mudah tercuci, menghambat pertumbuhan daun (Budiarto *et al.*, 2019).

Pengaruh Ukuran Pumice terhadap Lebar Daun

Hasil uji ANOVA dan BNJ menunjukkan bahwa ukuran pumice juga berpengaruh nyata terhadap lebar daun ($p = 0.0264$). Perlakuan P1 memiliki lebar daun rata-rata 7,60 cm berbeda nyata dengan kontrol P0 dengan lebar daun 5,73 cm, sedangkan P2 dan P3 tidak berbeda signifikan.

Lebar daun yang meningkat pada perlakuan P1 mencerminkan peningkatan turgor dan efisiensi fotosintesis, yang berkorelasi dengan ketersediaan air dan hara di zona akar (Arifin *et al.*, 2023). Media pumice halus meningkatkan kelembapan, sedangkan aerasi yang baik mencegah stres akar akibat kekurangan oksigen. Fenomena ini mendukung luas permukaan fotosintesis yang lebih besar, meningkatkan kapasitas tanaman untuk memproduksi asimilat (Pratama *et al.*, 2021).

Pengaruh Ukuran Pumice terhadap Panjang Akar

Berbeda dengan parameter lainnya, panjang akar tidak menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan ($p = 0.4414$). Nilai rata-rata panjang akar berkisar antara 31,47–36,97

cm. Meskipun P1 memiliki nilai tertinggi, perbedaan tersebut tidak signifikan secara statistik. Hal ini dapat disebabkan oleh sifat pumice yang pada dasarnya memiliki aerasi dan drainase tinggi, sehingga perbedaan ukuran partikel tidak banyak memengaruhi pemanjangan akar. Penyerapan oksigen dan air relatif stabil pada seluruh perlakuan karena pumice tidak bersifat memadat seperti tanah (Soeparno *et al.*, 2020). Selain itu, pada sistem hidroponik, akar cenderung tumbuh mengikuti larutan nutrisi dan bukan bergantung pada struktur media, sehingga efek ukuran partikel menjadi lebih kecil (Yunita *et al.*, 2021).

Secara keseluruhan, ukuran pumice 2–5 mm (P1) merupakan media paling optimal untuk pertumbuhan vegetatif tanaman hidroponik, ditandai oleh peningkatan jumlah daun, panjang daun, dan lebar daun yang signifikan dibanding kontrol. Media berpartikel halus mendukung keseimbangan air–udara–hara di zona perakaran, faktor penting dalam produktivitas sistem hidroponik (Kurniawan *et al.*, 2022). Hasil ini mendukung prinsip pemilihan ukuran partikel media tanam sebagai faktor kritis dalam sistem hidroponik berbasis substrat, terutama bagi tanaman daun yang mengandalkan luas fotosintesis optimal untuk pertumbuhan (Nurjanah & Puspitasari, 2023).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis statistik (ANOVA, BNJ, dan Uji t) terhadap empat parameter pertumbuhan tanaman hidroponik, yaitu jumlah daun, panjang daun, lebar daun, dan panjang akar, dapat disimpulkan bahwa ukuran pumice berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman pakcoy. Perlakuan P1 pumice berukuran 2–5 mm, memberikan hasil terbaik pada sebagian besar parameter, terutama jumlah daun (12,67 helai), panjang daun (14,70 cm), dan lebar daun (7,60 cm), yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan kontrol tanpa pumice. Hal ini menunjukkan bahwa ukuran partikel pumice yang lebih kecil mampu menyediakan keseimbangan ideal antara aerasi dan kapasitas menahan air, sehingga mendukung penyerapan nutrisi dan aktivitas fotosintesis tanaman.

Sebaliknya, perlakuan dengan ukuran pumice lebih besar P3 ukuran 10–13 mm dan atau tanpa pumice (P0) menunjukkan pertumbuhan lebih rendah, kemungkinan akibat penurunan retensi air dan nutrisi di zona akar. Parameter panjang akar tidak menunjukkan perbedaan signifikan antar perlakuan, yang mengindikasikan bahwa sistem akar tanaman hidroponik cenderung beradaptasi terhadap kondisi larutan nutrisi yang homogen, bukan sepenuhnya terhadap variasi ukuran media. Dengan demikian, media pumice berukuran 2–

4 mm direkomendasikan sebagai ukuran optimal untuk sistem hidroponik substrat dalam mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman daun.

Saran

Untuk mendukung hasil penelitian ini, disarankan agar penelitian lanjutan dilakukan dengan menambah jumlah ulangan dan variasi tanaman untuk memperkuat validitas hasil dan mengetahui respons morfologis yang berbeda terhadap ukuran pumice. Bisa pula menguji kombinasi media pumice dengan bahan lain seperti cocopeat atau arang sekam, agar diperoleh formulasi substrat hidroponik yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Bapak Rektor dan ,Ketua LPPM Universitas Muhammadiyah Mataram atas hibah internal pada kategori hibah doctor atas bantuan pendanaannya. Begitu pula terima kasih kami sampaikan kepada rekan dosen peneliti dan para mahasiswa yang telah membantu rancang bangun dan uji kinerja hidroponik isi net pot pumice.

DAFTAR PUSTAKA

- FAO. (2022). *The Future of Food and Agriculture: Drivers and Triggers for Transformation*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Gomez, K. A., & Gomez, A. A. (1984). *Statistical Procedures for Agricultural Research* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Hartati, E., & Rahayu, S. (2021). Potensi batu apung sebagai media tanam ramah lingkungan untuk sistem pertanian berkelanjutan. *Jurnal Agroteknologi*, 15(1), 73–81.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2023). *Strategi Ketahanan Pangan Nasional Menuju Swasembada Pangan 2045*. Jakarta: Kementan RI.
- Kusuma, A., Dewi, T., & Nurlaili, H. (2022). Pengaruh jenis media tanam terhadap pertumbuhan tanaman selada hidroponik. *Jurnal Hortikultura Tropika*, 9(1), 45–54.
- Masturi, A., Hasanah, N., & Rini, D. (2021). Karakteristik Porositas dan Kemampuan Simpan Air berbagai Ukuran Pumice Sebagai Media Hidroponik. *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 10(2), 115–123.
- Putra, A., & Yuliana, D. (2020). Efisiensi penggunaan air pada sistem hidroponik modern. *Jurnal Agroteknologi dan Lingkungan*, 14(2), 112–119.
- Rahman, M., Suryani, N., & Harahap, D. (2021). Inovasi teknologi hidroponik untuk mendukung urban farming di Indonesia. *Jurnal Teknologi Pertanian Indonesia*, 12(2), 101–110.

- Rahmawati, E., Fadillah, M., & Lestari, H. (2022). Pengaruh Ukuran Butir Media Tanam terhadap Pertumbuhan Tanaman Selada Hidroponik. *Jurnal Pertanian Modern*, 8(1), 55–63.
- Setiawan, B., & Kurnia, A. (2023). Sifat Fisik Pumice dan Aplikasinya pada Sistem Hidroponik Vertikal. *Agrosains*, 14(3), 201–209.
- Sugiarto, P., Handayani, D., & Yusuf, R. (2021). Pemanfaatan Batu Apung sebagai Media Hidroponik Alternatif untuk Tanaman Daun. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 12(4), 310–318.
- Sugiyono. (2021). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Susilawati, E., Lestari, D., & Aini, N. (2020). Karakteristik pumice sebagai media tanam alternatif sistem hidroponik. *Agrivita Journal of Agricultural Science*, 42(3), 257–265.
- Utami, T., Darmawan, H., & Ningsih, F. (2020). Aerasi dan Penyerapan Nutrisi pada Media Berpori Berbeda dalam Sistem NFT. *Jurnal Tanaman Pangan*, 15(2), 89–98.
- Arifin, H., Suryanto, A., & Hidayat, R. (2023). Pengaruh Aerasi Media terhadap Pertumbuhan Daun Tanaman Sayuran Hidroponik. *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 11(2), 155–164.
- Budiarto, R., Sumarno, D., & Astuti, L. (2019). Efektivitas Ukuran Partikel Media terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Sawi (*Brassica Juncea*) Secara Hidroponik. *Jurnal Pertanian Modern*, 7(1), 22–29.
- Kurniawan, A., Rahman, I., & Lestari, D. (2022). Optimasi Media Tanam pada Sistem Hidroponik Substrat Berbasis Pumice dan Zeolit. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 27(3), 301–312.
- Nurjanah, E., & Puspitasari, N. (2023). Pemilihan Media Tanam untuk Efisiensi Pertumbuhan Tanaman Hidroponik Daun. *Jurnal Sains Hortikultura*, 9(1), 45–54.
- Pratama, G., Santoso, D., & Liana, S. (2021). Hubungan Luas Daun dengan Intensitas Fotosintesis Tanaman Sawi Hidroponik. *Jurnal Biologi Lingkungan*, 8(3), 189–197.
- Putri, S., & Wicaksono, T. (2021). Pengaruh Ukuran Pori Media Terhadap Retensi Air dan Pertumbuhan Tanaman Selada. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 12(4), 210–218.
- Rahman, F., Widodo, B., & Amelia, R. (2022). Karakteristik Fisik Media Pumice dan Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sayur Hidroponik. *Agroviva Journal of Sustainable Agriculture*, 14(1), 70–79.
- Soeparno, S., Hartati, S., & Yuliani, N. (2020). Peranan Aerasi Media Tanam dalam Mendukung Pertumbuhan Akar Tanaman Hidroponik. *Jurnal Ilmu Pertanian Tropika*, 6(2), 95–104.
- Suryani, D., Nur, A., & Handayani, F. (2020). Efisiensi Penyerapan Air dan Nutrien pada Media Berpori Halus Dalam Sistem Hidroponik. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 8(2), 143–152.

Yunita, P., Rahmadani, E., & Putra, M. (2021). Respons Panjang Akar Tanaman Kangkung terhadap Berbagai Jenis Media Hidroponik. *Jurnal Agrosains dan Teknologi*, 10(2), 112–119.

Peningkatan Serapan N, P, dan K pada Mentimun (*Cucumis sativus* L.) di Ultisols melalui Pemberian Bakteri Endofit (*Serratia marcescens* AR1) dan Pupuk Kandang Ayam

Rony Rahmat Hidayat Hasibuan^{1*}, Tsamarah Nur Rahmah², Irham Maulana¹, Ovanny Thalia³

¹Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Teuku Umar

²Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Teuku Umar

³Politeknik Pembangunan Pertanian Manokwari

Email: ronyrahmat@utu.ac.id

Abstrak

Mentimun (*Cucumis sativus* L.) merupakan komoditas hortikultura utama di Indonesia dengan permintaan konsumen yang tinggi sebagai sayuran segar. Namun, produktivitasnya sering kali dibatasi oleh tanah Ultisol, yang ditandai dengan pH rendah, saturasi basa rendah, dan kadar Al dan Fe yang tinggi, menyebabkan kekurangan nutrisi dan penyerapan akar yang terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efek bakteri endofit *Serratia marcescens* AR1 dalam kombinasi dengan dosis berbeda pupuk ayam terhadap penyerapan nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) pada mentimun yang ditanam di tanah Ultisol. Eksperimen disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan enam perlakuan dan tiga ulangan, termasuk kontrol, inokulasi bakteri saja, dan inokulasi bakteri dikombinasikan dengan pupuk ayam pada dosis 100–400 g per tanaman. Hasil menunjukkan bahwa kombinasi 25 ml inokulum bakteri dan 400 g pupuk ayam secara signifikan meningkatkan penyerapan nutrisi, mencapai 25,04 mg/tanaman untuk N, 22,34 mg/tanaman untuk P, dan 133,16 mg/tanaman untuk K dibandingkan dengan kontrol. Sinergi ini mencerminkan peran pupuk ayam sebagai sumber nutrisi organik dan aktivitas bakteri dalam melarutkan fosfat, memobilisasi kalium, dan meningkatkan ketersediaan nitrogen. Penerapan terpadu input organik-biologis meningkatkan kesuburan Ultisol, mempercepat pertumbuhan vegetatif, dan mendorong produktivitas mentimun yang berkelanjutan, memberikan dasar ilmiah untuk strategi pemupukan ramah lingkungan dan efisien biaya dalam sistem hortikultura tropis.

Kata kunci: Kotoran ayam, Mentimun, Penyerapan nutrisi, *Serratia marcescens*, Ultisol

Abstract

Cucumber (*Cucumis sativus* L.) is a major horticultural crop in Indonesia with high consumer demand as a fresh vegetable. However, its productivity is often limited by Ultisol soils, which are characterized by low pH, low base saturation, and high levels of Al and Fe, leading to nutrient deficiencies and restricted root absorption. This study aimed to evaluate the effects of endophytic bacteria *Serratia marcescens* AR1 in combination with different doses of chicken manure on nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K) uptake in cucumber cultivated in Ultisol. The experiment was arranged in a Completely Randomized Design (CRD) with six treatments and three replications, including control, bacterial inoculation alone, and bacterial inoculation combined with chicken manure at 100–400 g per. Results showed that the combination of 25 ml bacterial inoculum and 400 g chicken manure significantly enhanced nutrient uptake, reaching 25.04 mg/plant of N, 22.34 mg/plant of P, and 133.16 mg/plant of K compared with the control. This synergy reflected the role of chicken manure as an organic nutrient source and bacterial activity in solubilizing phosphate, mobilizing potassium, and improving nitrogen availability. The integrative application of organic–biological inputs improved Ultisol fertility, enhanced vegetative growth, and promoted sustainable cucumber productivity, offering a scientific basis for eco-friendly and cost-effective fertilization strategies in tropical horticultural systems.

Keywords: Chicken manure, Cucumber, Nutrient uptake, *Serratia marcescens*, Ultisol

PENDAHULUAN

Mentimun (*Cucumis sativus* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura penting di Indonesia yang memiliki nilai ekonomi dan permintaan pasar yang tinggi sepanjang tahun (Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2024). Namun demikian, produktivitas mentimun di tingkat nasional masih menghadapi berbagai kendala, salah satunya terkait kondisi lahan tanam. Sebagian besar lahan potensial untuk hortikultura di Indonesia didominasi oleh tanah masam tropika (Ultisol), yang dikenal memiliki sifat kimia kurang menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman.

Ultisol dicirikan oleh pH rendah, kejenuhan basa yang rendah, kapasitas tukaran kation (KTK) terbatas, serta tingginya kandungan aluminium (Al) dan besi (Fe) yang bersifat toksik. Kondisi tersebut menyebabkan ketersediaan unsur hara makro, khususnya nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), menjadi sangat terbatas sehingga menghambat pertumbuhan dan hasil tanaman hortikultura termasuk mentimun (Arifin *et al.*, 2021) (Kaharuddin & Dahlan, 2025). Kekurangan hara akibat keterbatasan kesuburan tanah ini menjadi salah satu faktor utama rendahnya produktivitas mentimun pada lahan Ultisol. Diperlukan strategi ameliorasi tanah yang ramah lingkungan untuk meningkatkan ketersediaan hara dan memperbaiki sifat kimia tanah. Pendekatan tersebut diharapkan mampu mendukung pertumbuhan optimal tanaman mentimun dan menjaga keberlanjutan sistem produksi hortikultura di lahan masam tropika Indonesia.

Upaya perbaikan sifat Ultisol umumnya dilakukan melalui pemanfaatan pupuk organik. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa pupuk kandang ayam berperan penting dalam meningkatkan ketersediaan P, memperbaiki KTK, dan menambah cadangan bahan organik, sehingga mampu memperbaiki kualitas kimia Ultisol (Chen *et al.*, 2023) (Agbede *et al.*, 2024) (Agbede *et al.*, 2025). Namun, aplikasi pupuk organik saja sering belum cukup untuk mempertahankan kesuburan tanah dalam jangka panjang. Oleh karena itu, diperlukan strategi yang mengintegrasikan input organik dengan teknologi biologi tanah sebagai solusi yang lebih berkelanjutan.

Dalam beberapa tahun terakhir, pemanfaatan *plant growth-promoting bacteria* (PGPB) berkembang sebagai pendekatan inovatif dalam sistem budidaya berkelanjutan. Misalnya, *Bacillus subtilis* dilaporkan mampu meningkatkan serapan fosfor sekaligus mendorong pertumbuhan tomat pada tanah masam (Dita *et al.*, 2023). Penelitian lain menunjukkan peran *Pseudomonas fluorescens* dalam menekan penyakit akar serta meningkatkan serapan nutrisi pada tanaman cabai (Kumar *et al.*, 2024). Selain itu, inokulasi

Azospirillum brasilense yang dikombinasikan dengan pupuk kandang terbukti dapat meningkatkan produktivitas jagung di Ultisol melalui optimalisasi ketersediaan N dan P (Mwangi *et al.*, 2023).

Secara khusus, bakteri endofit *Serratia marcescens* mendapat perhatian luas karena fungsinya ganda sebagai PGPB dan agens biokontrol. Bakteri ini mampu menghasilkan indole-3-acetic acid (IAA), siderofor, ACC-deaminase, serta memiliki kemampuan melarutkan fosfat dan kalium yang bermanfaat bagi peningkatan vigor tanaman (Kulkova *et al.*, 2024) (Zhang *et al.*, 2024). Lebih jauh, strain lokal *S. marcescens* AR1 telah terbukti meningkatkan pertumbuhan dan hasil beberapa komoditas hortikultura yang ditanam pada Ultisol (Hasibuan, 2020). Integrasi antara pupuk organik dan bakteri endofit semacam ini berpotensi menjadi strategi efektif dalam mengatasi keterbatasan kesuburan Ultisol sekaligus mendorong produktivitas mentimun secara berkelanjutan.

Meskipun demikian, kajian yang secara spesifik mengevaluasi interaksi antara peningkatan dosis pupuk kandang ayam dan aplikasi *S. marcescens* AR1 pada tanaman mentimun di Ultisol masih sangat terbatas. Padahal, pendekatan organik-hayati berpotensi memperbaiki kualitas tanah, meningkatkan serapan hara, dan mendukung produktivitas tanaman secara berkelanjutan (Rahma *et al.*, 2014). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh aplikasi *S. marcescens* AR1 dengan variasi dosis pupuk kandang ayam terhadap kandungan hara N, P, dan K pada tanaman mentimun di Ultisol, serta menentukan kombinasi perlakuan terbaik yang dapat diadopsi dalam sistem budidaya hortikultura tropika.

METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari hingga Juli 2019 di Laboratorium Tanah dan rumah kaca Fakultas Pertanian, Universitas Andalas. Referensi dan Data sudah Diperbaharui dengan yang Terbaru. Lokasi ini dipilih karena memiliki fasilitas untuk penelitian tanah masam (Ultisol) dan pendukung budidaya hortikultura.

Metode yang digunakan adalah percobaan lapangan dengan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri atas enam perlakuan dan tiga ulangan, sehingga diperoleh total 18 unit percobaan. Perlakuan yang diberikan merupakan kombinasi antara inokulasi bakteri endofit *Serratia marcescens* AR1 dengan pupuk kandang ayam, yaitu: (A) kontrol tanpa inokulasi dan pupuk kandang ayam, (B) inokulasi AR1 25 ml, (C) AR1 25 ml + pupuk kandang ayam 100 g/polybag, (D) AR1 25 ml + pupuk kandang ayam 200 g/polybag, (E) AR1 25 ml + pupuk kandang ayam 300 g/polybag, dan (F) AR1 25 ml + pupuk kandang

ayam 400 g/polybag. Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan Microsoft Excel 2007. Analisis ragam (ANOVA) dilakukan pada taraf 5% dan dilanjutkan dengan uji Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) 5% apabila terdapat perbedaan nyata.

Pelaksanaan Penelitian

Tanah Ultisol diambil secara komposit dari Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Andalas pada kedalaman 0–20 cm. Sampel dikering-anginkan, diayak, dan dihomogenkan, kemudian dimasukkan ke dalam polybag setara 8,9 kg kering mutlak/polybag. Untuk menekan kemasaman tanah, ditambahkan kapur dolomit sebanyak 1,5 kali nilai Al-dd. Pupuk kandang ayam diaplikasikan sekali sebelum tanam sesuai dosis perlakuan dan dicampurkan merata dengan tanah.

Peremajaan dan Perbanyakan Isolat Bakteri Endofit (*Serratia marcescens* AR1)

Isolat *S. marcescens* AR1 dipelihara pada media tryptic soy agar (TSA) dan diperbanyak pada media air kelapa steril yang diautoklaf 120 °C, kemudian diinkubasi 4 × 24 jam hingga populasi mencapai $\pm 10^{12}$ sel/ml. Populasi dihitung menggunakan haemocytometer. Benih mentimun direndam dalam suspensi bakteri dengan kerapatan $\pm 10^8$ sel/ml sebanyak 25 ml selama enam jam, kemudian disemai pada tray berisi campuran tanah dan pupuk kandang (1:1). Bibit berumur 12 hari dengan dua helai daun sejati dipindahkan ke polybag (dua bibit per polybag). Penanaman dilakukan pada sore hari untuk mengurangi stres tanaman.

Pemeliharaan Tanaman

Pemupukan anorganik dilakukan dengan dosis rekomendasi setara budidaya mentimun, yaitu 225 kg Urea/ha, 150 kg SP-36/ha, dan 100 kg KCl/ha. Dosis disesuaikan dengan jumlah tanaman per polybag ($\pm 4,5$ g SP-36, 3 g KCl, serta campuran 6,7 g Urea + 9 g ZA per tanaman). Pemupukan diberikan dua kali, yaitu setengah dosis sebelum tanam dan sisanya pada fase vegetatif. Ajir bambu setinggi 2 m dipasang pada hari ke-7 setelah tanam. Pengendalian gulma dilakukan manual pada umur 2–4 minggu atau sebelum pemupukan kedua. Penyiraman dilakukan dua kali sehari (pagi dan sore) sesuai kebutuhan hingga mendekati kapasitas lapang. Apabila muncul hama dan penyakit, dilakukan penyemprotan pestisida sesuai tingkat serangan.

Analisis Angkutan Hara Tanaman Nitrogen (N), Fosfor (P) dan Kalium (K)

Bagian tanaman yang di analisis adalah batang, daun, dan akar. Batang, daun dan akar tanaman kemudian dipotong-potong dan dimasukkan ke dalam kantung kertas yang sudah diberi lubang, dikeringkan dalam oven dengan suhu 70° C selama 24 jam, dan

digiling. Tanaman yang dianalisis angkutan hara N (Nitrogen), P (Fosfor) dan K (Kalium) dengan pengabuan basah H_2SO_4 .

Angkutan N tanaman (mg/pot) = Kandungan N tanaman (%) x Bobot kering tanaman

Angkutan P tanaman (mg/pot) = Kandungan P tanaman (%) x Bobot kering tanaman

Angkutan K tanaman (mg/pot) = Kandungan K tanaman (%) x Bobot kering tanaman

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Angkutan Hara N, P dan K Pada Tanaman Mentimun (*Cucumis sativus* L.)

Hasil analisis angkutan Hara N,P dan K Pada Bagian tanaman yang dianalisis Adalah akar, batang, daun dan buah.

Tabel 1. Hasil Angkutan Hara N,P dan K Pada Tanaman Mentimun (*Cucumis sativus* L.)

Perlakuan	N (mg/tanaman)	P (mg/tanaman)	K (mg/tanaman)
Kontrol	6.75 a	5.10 a	20.47 a
25ml Bakteri Endofit	9.61 b	9.03 b	36.18 b
Bakteri Endofit 25 ml + 100g Pupuk Kandang ayam	13.22 c	12.14 c	48.09 c
Bakteri Endofit 25 ml + 200g Pupuk Kandang ayam	11.14 d	9.37d	69.26 d
Bakteri Endofit 25 ml + 300g Pupuk Kandang ayam	17.28 e	16.25 e	80.81 e
Bakteri Endofit 25 ml + 400g Pupuk Kandang ayam	25.04 f	22.34 f	134.42 f
KK	19.63 %	20.43%	15.37%

Masing-masing bagian tanaman dipotong-potong dan dimasukkan kedalam kantung kertas yang sudah diberi lubang lalu dikeringkan dengan oven dengan suhu 70 °C selama 24 jam, dan digiling. Tanaman yang dianalisis angkutan hara N, P, dan K dengan pengabuan basah H_2SO_4 . Prosedur analisis angkutan hara N, P, dan K tanaman sebagai berikut:

Angkutan N tanaman (mg/pot) = Kandungan N tanaman (%) x Bobot kering tanaman

Angkutan P tanaman (mg/pot) = Kandungan P tanaman (%) x Bobot kering tanaman

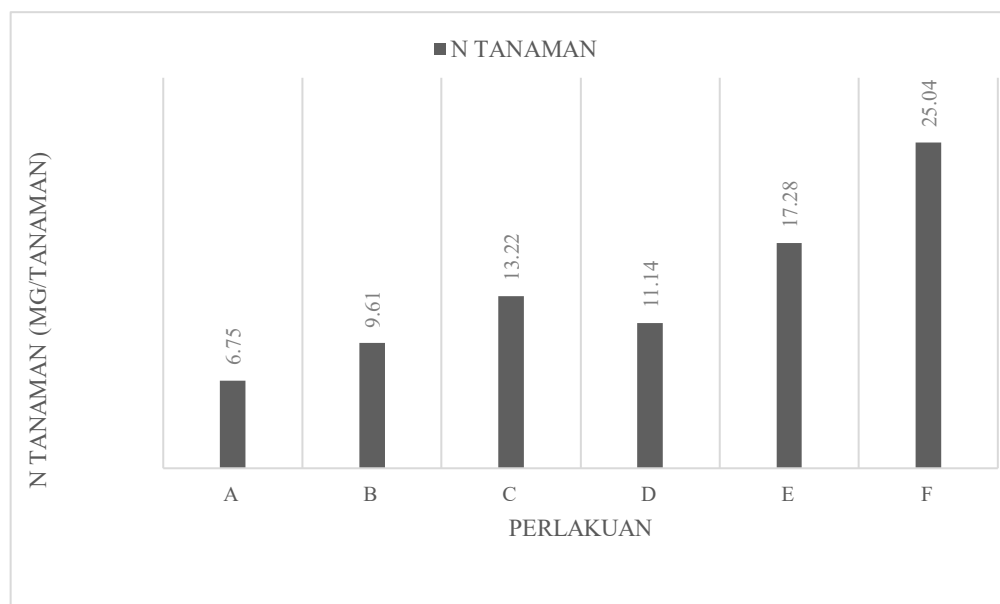
Angkutan K tanaman (mg/pot) = Kandungan K tanaman (%) x Bobot kering tanaman

Pada Tabel 1. Dapat dilihat bahwa pemberian pupuk kandang ayam dengan dosis yang berbeda pada aplikasi bakteri endofit (*Serratia marcescens* AR1) tidak terlalu

berpengaruh nyata terhadap unsur hara N dan P pada tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.). Sedangkan pada unsur hara K memberikan pengaruh yang nyata setelah pemberian pupuk kandang ayam dengan dosis yang berbeda yang diaplikasikan pada bakteri endofit (*Serratia marcescens* AR1) memberikan pengaruh yang signifikan. Fungsi unsur hara N, P, dan K berkaitan erat dalam mendukung proses fotosintesis dan produksi fotosintat yang dihasilkan oleh unsur hara N, P, dan K tidak dapat digantikan dengan unsur hara lain sehingga unsur hara tanaman dapat memenuhi siklus hidup (Firmansyah *et al.*, 2017).

Angkutan Hara N Tanaman Mentimun (*Cucumis sativus* L.)

Berdasarkan hasil pengamatan angkutan hara N pada bagian daun, batang dan akar pada tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.) yang ditanaman pada Ultisol dapat dilihat pada Gambar 1. Terlihat pada Gambar 1. Pengaruh peningkatan dosis pupuk organik pada aplikasi bakteri endofit (*Serratia Marcescens* AR1) terhadap tanaman mentimun memberikan pengaruh yang baik terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.) pada Ultisol. Terlihat dari Gambar 1. Semakin tinggi pemberian dosis pupuk organik kandang ayam unsur hara N semakin banyak yang dihasilkan terhadap tanaman mentimun pada Ultisol.



Gambar 1. Grafik Pengaruh peningkatan dosis pupuk organik pada aplikasi bakteri endofit (*Serratia marcescens* AR1) terhadap angkutan hara N tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.) umur 8 MST, A. Kontrol; B. Bakteri Endofit 25 ml; C. Bakteri Endofit 25 ml + 100 g Pupuk Kandang Ayam; D. Endofit 25 ml + 200g Pupuk Kandang Ayam; E. Endofit 25 ml + 300 g Pupuk Kandang Ayam; F. Endofit 25 ml + 400g Pupuk Kandang Ayam

Berdasarkan data, perlakuan F (25 ml bakteri endofit + 400 g pupuk kandang ayam) menunjukkan hasil terbaik, dengan nilai angkutan hara N sebesar 25,04 mg/tanaman, jauh lebih tinggi dibandingkan kontrol (6,75 mg/tanaman). Hal ini menunjukkan bahwa sinergi antara pupuk kandang ayam dengan bakteri endofit berperan dalam memperbaiki ketersediaan hara, mempercepat mineralisasi bahan organik, serta meningkatkan daya serap akar terhadap nitrogen.

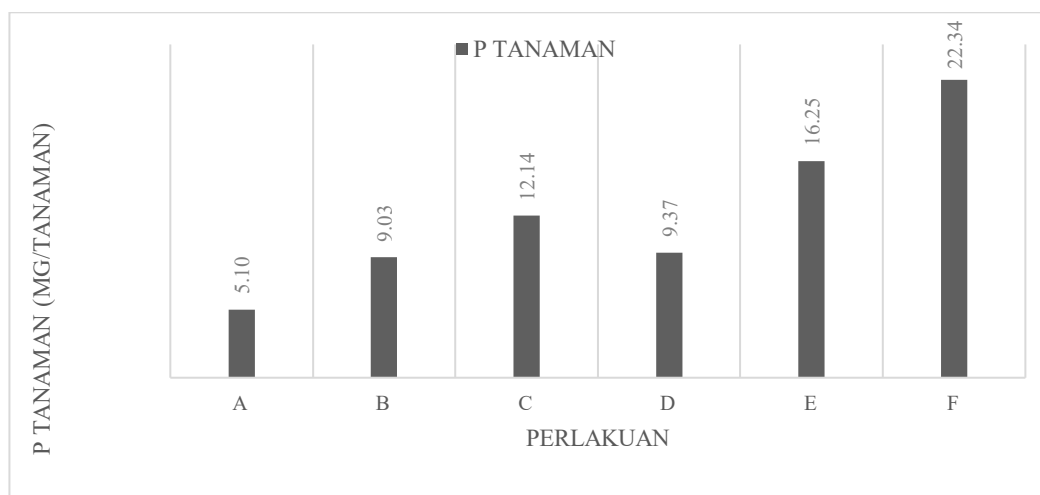
Tabel 2. Hasil Anova terhadap Perlakuan N Tanaman Mentimun

Sumber Variasi	Sum sq	Df	F	PR(>F)
C-Perlakuan	603.4	5.0	645.7	3.7662
Residual	2.25	12.0	-	-

Berdasarkan hasil analisis ragam (ANOVA), perlakuan aplikasi bakteri endofit *Serratia marcescens* AR1 dengan berbagai dosis pupuk kandang ayam berpengaruh nyata terhadap kandungan hara N pada tanaman mentimun ($p < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa variasi dosis pupuk kandang ayam yang dikombinasikan dengan bakteri endofit memberikan efek berbeda dalam meningkatkan serapan nitrogen.

Angkutan Hara P Tanaman Mentimun (*Cucumis sativus* L.)

Berdasarkan hasil pengamatan angkutan hara P pada tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.) pada Gambar 2. pemberian pupuk organik kandang ayam memberikan pengaruh yang baik sesuai dengan kenaikan dosis terhadap aplikasi bakteri endofit (*Serratia marcescens* AR1) pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman mentimun di Ultisol. Terlihat pada Gambar 2. semakin banyak dosis pupuk organik kandang ayam yang diberikan terhadap aplikasi bakteri endofit (*Serratia marcescens* AR1), semakin banyak pula unsur hara yang disumbangkan untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.).



Gambar 2. Grafik Pengaruh peningkatan dosis pupuk organik pada aplikasi bakteri endofit(*Serratia marcescens* AR1) terhadap angkutan hara P tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.) umur 8 MST (Diperbaharui:2025). A. Kontrol B. Bakteri Endofit 25 ml C. Bakteri Endofit 25 ml + 100g Pupuk Kandang Ayam D. Endofit 25 ml + 200g Pupuk Kandang Ayam E. Endofit 25 ml + 300g Pupuk Kandang Ayam F. Endofit 25 ml + 400g Pupuk Kandang Ayam

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi 25 ml bakteri endofit *Serratia marcescens* AR1 dengan 400 g pupuk kandang ayam (perlakuan F) memberikan nilai angkutan hara P tertinggi sebesar 22,34 mg/tanaman, melampaui perlakuan lain maupun kontrol.

Tabel 3. Hasil Anova terhadap Perlakuan P Tanaman Mentimun

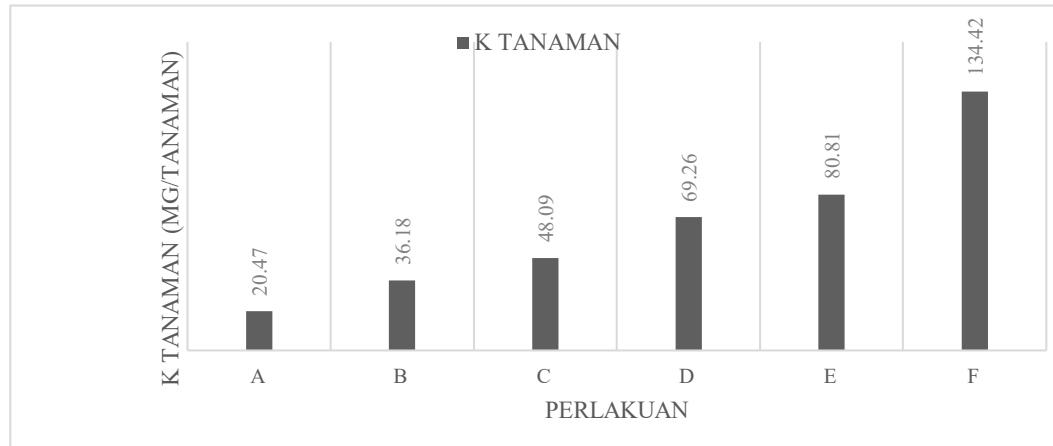
Sumber Variasi	Sum sq	Df	F	PR(>F)
C-Perlakuan	573.4	5.0	958.62	3.5456
Residual	1.45	12.0	-	-

Hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa peningkatan dosis pupuk kandang ayam pada aplikasi bakteri endofit *Serratia marcescens* AR1 berpengaruh nyata terhadap angkutan hara P pada tanaman mentimun ($p < 0,05$). Perlakuan F (25 ml AR1 + 400 g pupuk kandang ayam) menghasilkan kandungan P tertinggi (22,17 mg/tanaman) dan berbeda signifikan dengan semua perlakuan lainnya.

Angkutan Hara K Tanaman Mentimun (*Cucumis sativus* L.)

Berdasarkan hasil pengamatan pada unsur Hara K pada tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.) dapat dilihat pada Gambar 3. Pemberian pupuk organik kandang ayam terhadap aplikasi bakteri endofit sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman mentimun, dilihat dari Gambar 3. Semakin besar dosis pupuk

organik kandang ayam terhadap pengaplikasian bakteri endofit semakin besar unsur hara K yang diperoleh untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman mentimun pada ultisol.



Gambar 3. Grafik Pengaruh peningkatan dosis pupuk organik pada aplikasi bakteri endofit (*Serratia marcescens* AR1) terhadap angkutan hara K tanaman mentimun (*Cucumis sativus*L.) umur 8 MST, A. Kontrol B. Bakteri Endofit 25 ml C. Bakteri Endofit 25 ml + 100g Pupuk Kandang Ayam D. Endofit 25 ml + 200g Pupuk Kandang Ayam E. Endofit 25 ml + 300g Pupuk Kandang Ayam F. Endofit 25 ml + 400g Pupuk Kandang Ayam

Berdasarkan Gambar 3, terlihat bahwa pemberian pupuk kandang ayam yang dikombinasikan dengan aplikasi bakteri endofit *Serratia marcescens* AR1 mampu meningkatkan angkutan hara K pada tanaman mentimun secara signifikan. Peningkatan ini menunjukkan hubungan yang sejalan dengan peningkatan dosis pupuk kandang ayam yang diberikan, di mana perlakuan F (25 ml AR1 + 400 g pupuk kandang ayam) memberikan hasil tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Temuan ini menandakan bahwa ketersediaan unsur K di tanah Ultisol dapat ditingkatkan melalui sinergi antara input organik dan agen hayati. Pupuk kandang ayam tidak hanya berperan sebagai sumber utama K, tetapi juga menyediakan bahan organik yang memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas tukar kation, serta mendukung aktivitas mikroba tanah. Sementara itu, *Serratia marcescens* AR1 berperan dalam mempercepat proses mineralisasi bahan organik dan memobilisasi unsur K dari bentuk tidak tersedia menjadi bentuk yang mudah diserap oleh akar tanaman, sehingga efisiensi penyerapan hara dan pertumbuhan tanaman meningkat.

Tabel 4. Hasil Uji Anova terhadap Unsur Hara K Tanaman Mentimun

Sumber Variasi	Sum sq	Df	F	PR(>F)
C-Perlakuan	23116.2	5.0	687.07	2.5966
Residual	80.74	12.0	-	-

Hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang ayam yang dikombinasikan dengan aplikasi bakteri endofit *Serratia marcescens* AR1 berpengaruh signifikan terhadap angkutan hara K pada tanaman mentimun ($p < 0,05$). Perlakuan F (25 ml AR1 + 400 g pupuk kandang ayam) memberikan nilai angkutan K tertinggi (133,16 mg/tanaman), berbeda nyata dengan semua perlakuan lainnya menurut uji Tukey HSD.

PEMBAHASAN

Pemberian pupuk kandang ayam terbukti mampu meningkatkan ketersediaan nitrogen (N) dalam tanah melalui proses mineralisasi bahan organik, sekaligus memperbaiki struktur tanah dan aktivitas mikroba. Temuan ini sejalan dengan laporan (Agegnehu *et al.*, 2016) yang menekankan peran pupuk organik dalam memperbaiki kesuburan tanah dengan kesuburan rendah, serta relevan dengan hasil penelitian ini yang menunjukkan peningkatan signifikan angkutan hara N pada tanaman mentimun. Selanjutnya, (Rondon *et al.*, 2007) juga mengemukakan bahwa pupuk kandang ayam dapat mengurangi kehilangan nitrogen akibat pencucian sekaligus mendukung pembentukan struktur tanah yang lebih baik, sehingga penyerapan hara oleh tanaman menjadi lebih efisien.

Hasil penelitian lain yang dilakukan oleh (Salsabila, 2024) menegaskan bahwa total nitrogen dalam jaringan tanaman sangat dipengaruhi oleh ketersediaan ion NO_3^- dan NH_4^+ , yang berhubungan erat dengan bobot kering tanaman (Senatama *et al.*, 2019) juga menambahkan bahwa unsur hara N memiliki hubungan langsung dengan peningkatan bobot kering karena berperan penting dalam pembentukan klorofil serta mendukung fase vegetatif tanaman. Dengan demikian, hasil penelitian ini menguatkan bahwa peningkatan dosis pupuk kandang ayam dapat meningkatkan angkutan hara N pada mentimun, yang berdampak pada pertumbuhan vegetatif lebih optimal.

Selain itu, hasil penelitian (Amir *et al.*, 2015) menunjukkan bahwa nitrogen hasil fiksasi oleh bakteri pengikat N pada legum mampu meningkatkan kandungan N jaringan tanaman dan biomassa secara signifikan. Hal ini paralel dengan peran bakteri endofit *Serratia marcescens* AR1 dalam penelitian ini, yang berfungsi memperbesar serapan N saat dikombinasikan dengan pupuk kandang ayam. Penjelasan (Ahmad, 2013) bahwa nitrogen merupakan unsur esensial untuk pembentukan protoplasma, enzim, dan protein juga relevan, sebab kombinasi pupuk kandang ayam dan bakteri endofit membantu mencegah defisiensi N, yang biasanya ditandai dengan daun menguning dan pertumbuhan lambat.

Angkutan fosfor (P) pada tanaman mentimun meningkat seiring dengan penambahan dosis pupuk kandang ayam yang dikombinasikan dengan aplikasi bakteri endofit *Serratia marcescens* AR1. Perlakuan terbaik terdapat pada dosis 400 g pupuk kandang ayam + 25 ml *S. marcescens* AR1 dengan nilai 22,34 mg/tanaman. Peningkatan ini menandakan adanya sinergi antara ketersediaan bahan organik dari pupuk kandang dengan aktivitas mikroba endofit yang mampu memobilisasi fosfor. Tanah Ultisol umumnya memiliki ketersediaan P rendah karena sebagian besar P terikat dengan Al dan Fe. Peran bakteri endofit dalam melarutkan fosfat melalui sekresi asam organik dan enzim fosfatase penting untuk meningkatkan P tersedia, sebagaimana dilaporkan oleh (Solihin et al., 2019). (Akasah et al., 2018) juga menegaskan bahwa distribusi akar dan kapasitas serapan menentukan akumulasi P pada jaringan tanaman. (Prawira, 2019) menambahkan bahwa kadar P tanaman dipengaruhi oleh efisiensi akar dalam menyerap P tersedia di tanah. Selain itu, (H. Maisa & Yetti, 2010) melaporkan bahwa pupuk kandang ayam efektif meningkatkan hasil tanaman, namun pengaruhnya lebih besar ketika dikombinasikan dengan biofertilizer. Dengan demikian, kombinasi pupuk kandang ayam dan *S. marcescens* AR1 terbukti meningkatkan ketersediaan P di Ultisol secara optimal dan ramah lingkungan.

Di sisi lain, angkutan kalium (K) menunjukkan kecenderungan meningkat seiring dosis pupuk kandang ayam. Unsur K dalam pupuk kandang ayam sekaligus bahan organik yang terkandung di dalamnya berperan penting dalam meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah Ultisol. Kombinasi dengan bakteri endofit *S. marcescens* AR1 mempercepat mineralisasi bahan organik dan mobilisasi K ke daerah perakaran. Temuan ini menguatkan laporan (Silahoy, 2008) yang menyatakan bahwa K penting dalam aktivasi enzim, pembentukan ATP, serta transportasi gula. Hal ini juga konsisten dengan pandangan (Taiz & Zeiger, 2002), bahwa kalium mendukung translokasi gula sehingga meningkatkan kualitas buah mentimun.

Dari perspektif fisiologi tanaman, *S. marcescens* AR1 berperan dalam mempercepat dekomposisi bahan organik serta meningkatkan ketersediaan mineral termasuk K melalui sekresi enzim dan metabolit. Efek sinergis ini tidak hanya terjadi pada unsur K, tetapi juga pada N dan P, sehingga penggunaan biofertilizer terbukti mengoptimalkan serapan hara makro secara menyeluruh. Hal ini konsisten dengan hasil penelitian (Prawira, 2019) yang menekankan bahwa ketersediaan K sangat dipengaruhi oleh kandungan K tanah dan kemampuan akar dalam menyerapnya, yang erat kaitannya dengan aktivitas mikroba dan bahan organik.

Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, temuan ini memperluas laporan (A. Maisa & Yetti, 2010) yang hanya mengevaluasi pengaruh pupuk kandang ayam pada bawang daun tanpa integrasi agen hayati. Penelitian ini membuktikan bahwa kombinasi pupuk kandang ayam dengan *S. marcescens* AR1 memberikan dampak lebih signifikan melalui peran ganda, yakni pupuk kandang sebagai penyedia K sekaligus bahan organik, dan bakteri endofit sebagai pemacu mobilisasi hara di zona perakaran. Dengan demikian, strategi penggunaan pupuk organik yang dipadukan dengan biofertilizer terbukti lebih efektif dan berkelanjutan dibandingkan aplikasi pupuk anorganik tunggal dalam meningkatkan produktivitas mentimun di tanah Ultisol.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian ini membuktikan bahwa kombinasi bakteri endofit *Serratia marcescens* AR1 dengan pupuk kandang ayam secara signifikan meningkatkan serapan hara N, P, dan K pada tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.) di tanah Ultisol. Perlakuan terbaik diperoleh pada dosis 25 ml AR1 ditambah 400 g pupuk kandang ayam, dengan hasil angkutan N sebesar 25,04 mg/tanaman, P sebesar 22,34 mg/tanaman, dan K sebesar 133,16 mg/tanaman. Sinergi keduanya memperbaiki sifat fisik-kimia tanah masam, meningkatkan ketersediaan hara, serta mendukung pertumbuhan vegetatif dan produktivitas tanaman. Temuan ini menegaskan bahwa pendekatan organik-hayati berbasis pupuk kandang ayam dan *S. marcescens* AR1 dapat menjadi teknologi ramah lingkungan, efisien, dan berkelanjutan dalam budidaya hortikultura di lahan Ultisol.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan agar penggunaan kombinasi bakteri endofit *Serratia marcescens* AR1 dan pupuk kandang ayam diterapkan secara lebih luas pada sistem budidaya hortikultura di lahan masam seperti Ultisol. Dosis terbaik, yaitu 25 ml *S. marcescens* AR1 yang dikombinasikan dengan 400 g pupuk kandang ayam per tanaman, dapat dijadikan acuan dalam formulasi paket teknologi pemupukan organik-hayati yang efisien dan ramah lingkungan.

Penelitian lanjutan perlu dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas kombinasi ini pada berbagai jenis tanaman hortikultura dan kondisi agroekosistem yang berbeda, termasuk variasi musim dan tingkat kemasaman tanah. Selain itu, perlu dilakukan kajian lebih mendalam terhadap dinamika mikroba tanah, ketersediaan hara jangka panjang, serta dampak ekonominya terhadap produktivitas dan keuntungan petani. Integrasi teknologi ini

dengan praktik pertanian berkelanjutan, seperti penggunaan biochar atau kompos campuran, juga direkomendasikan untuk meningkatkan stabilitas dan efisiensi pemanfaatan hara dalam jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Agbede TM, Adekiya AO, Aboyeji CM, & Dunsin O. (2024). Impacts of poultry manure and biochar amendments on the dynamics of soil chemical properties. *Scientific Reports*, 14(1), 5651. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-64684-5>
- Agbede TM, Adekiya AO, & Ojeniyi SO. (2025). Soil fertility restoration and sustainable crop yield improvement through poultry manure application in tropical soils. *Scientific African*, 20, e02114. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2025.e02114>
- Agegnehu G, Nelson PN, & Bird MI. (2016). Crop yield, plant nutrient uptake and soil physicochemical properties under organic soil amendments and nitrogen fertilization on Nitisols. *Soil and Tillage Research*, 160, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.still.2016.02.003>
- Akasah F, Yetti H, & Siregar M. (2018). Pengaruh pemberian pupuk fosfor terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung pada tanah Ultisol. *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 7(1), 15–22.
- Arifin M, Suryani E, & Nugroho W. (2021). Karakterisasi dan klasifikasi Ultisols di Indonesia. *SoilRens Journal*, 9(2), 45–54.
- Chen X, Zhang H, Li Y, & Wang Q. (2023). Effects of chicken manure application on soil fertility and crop yield in acidic soils: A meta-analysis. *Agronomy*, 13(6), 1523. <https://doi.org/10.3390/agronomy13061523>
- Dita M, Castro L, & Hernandez R. (2023). Phosphate solubilization and growth promotion of tomato by *Bacillus subtilis* in acidic soils. *Rhizosphere*, 25, 100661. <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2023.100661>
- Firmansyah M, Sari DM, & Rahayu E. (2017). Peran hara NPK dalam mendukung fotosintesis dan hasil tanaman. *Jurnal Agroteknologi*, 11(1), 20–28.
- Kaharuddin, & Dahlan M. (2025). *Management of Ultisols for sustainable horticultural production systems*. Springer Nature Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-99-6720-5>
- Kulkova I, Nováková J, & Černý M. (2024). *Serratia* spp. as plant growth-promoting bacteria alleviating salinity, drought, and nutrient imbalance stresses. *Microorganisms*, 12(2), 457. <https://doi.org/10.3390/microorganisms12020457>
- Kumar R, Patel D, & Singh S. (2024). Biocontrol and nutrient enhancement by *Pseudomonas fluorescens* in chili cultivation. *Journal of Plant Growth Regulation*, 43(1), 127–139. <https://doi.org/10.1007/s00344-023-11072-5>
- Maisa A, & Yetti H. (2010). Pengaruh dosis pupuk kandang ayam terhadap pertumbuhan dan hasil bawang daun (*Allium fistulosum* L.). *Jurnal Agronomi Indonesia*, 38(3), 225–231.
- Maisa H, & Yetti H. (2010). Pengaruh dosis pupuk kandang ayam terhadap pertumbuhan dan produksi bawang daun. *Jurnal Floratek*, 5(2), 45–53.

- Mwangi J, Otieno P, & Karanja N. (2023). Integration of Azospirillum inoculation and poultry manure improves maize yield in Ultisols. *Soil Use and Management*, 39(4), 1248–1260. <https://doi.org/10.1111/sum.12899>
- Prawira R. (2019). Hubungan ketersediaan P dan K tanah dengan serapan hara pada tanaman hortikultura. *Jurnal Agroteknologi*, 8(2), 45–56.
- Rahma H, Suryani A, & Ramadhan Y. (2014). Potensi bakteri endofit dalam menekan penyakit tanaman: Studi kasus pada mentimun. *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 14(2), 120–128.
- Rondon MA, Lehmann J, Ramírez J, & Hurtado M. (2007). Biological nitrogen fixation by common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) increases with bio-char additions. *Biology and Fertility of Soils*, 43(6), 699–708.
- Salsabila A. (2024). Hubungan kandungan nitrogen brangkasan dengan bobot kering tanaman buncis dan mentimun. *Jurnal Agroindonesia*, 9(1), 25–33.
- Senatama G, Ningsih R, & Pratama A. (2019). Korelasi antara kandungan hara N dengan pertumbuhan vegetatif tanaman. *Jurnal Agroindonesia*, 5(2), 45–52.
- Silahoy M. (2008). Peran kalium dalam metabolisme tanaman dan resistensi terhadap cekaman lingkungan. *Buletin Agronomi*, 36(2), 125–131.
- Solihin A, Prasetyo Y, & Hadi S. (2019). Peran fosfor dalam proses fisiologis tanaman. *Jurnal Agrotek*, 7(1), 41–50.
- Taiz L, & Zeiger E. (2002). *Plant physiology* (3rd ed.). Sinauer Associates.
- Zhang L, Wu H, & Li Y. (2024). Endophytic *Serratia marcescens* LYGN1 enhances cucumber seedling growth under greenhouse conditions. *Plants*, 13(5), 1121. <https://doi.org/10.3390/plants13051121>

Evaluasi Kesesuaian Lahan Komoditas Padi Sawah Tadah Hujan di Kabupaten Bangkalan

Dawam Gumilang A.H.¹, Fahmi Arief Rahman¹, Erick Yuhardi¹, Slamet Supriyadi^{1*}

¹Agroecotechnology, Agriculture Faculty, University of Trunojoyo Madura

Email: dawamgum028@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kesesuaian lahan bagi empat komoditas padi sawah tadah hujan di Kabupaten Bangkalan. Metode evaluasi dilakukan dengan pendekatan matching berdasarkan parameter iklim (curah hujan dan temperatur), sifat fisik dan kimia tanah (tekstur, pH, KTK, C-organik, P₂O₅, dan K₂O), serta faktor topografi (kemiringan lereng) dan bahaya lingkungan (erosi dan banjir). Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar lahan berada pada kelas kesesuaian marginal (S3) dengan beberapa wilayah tergolong tidak sesuai (N), terutama disebabkan oleh keterbatasan curah hujan berlebih, drainase cepat, rendahnya retensi dan ketersediaan hara, serta risiko erosi dan banjir. Komoditas padi relatif lebih adaptif terhadap kondisi agroklimat setempat dibandingkan jagung, kacang tanah, dan kedelai. Faktor pembatas dominan seperti rendahnya C-organik, pH masam, serta P dan K rendah masih dapat diperbaiki melalui strategi ameliorasi dan pemupukan berimbang. Beberapa wilayah berpotensi ditingkatkan kelas kesesuaiannya melalui pengelolaan teknis seperti konservasi tanah, pengendalian drainase, dan perbaikan sistem irigasi. Hasil studi ini memberikan dasar ilmiah untuk perencanaan pertanian berkelanjutan dan optimalisasi penggunaan lahan dalam mendukung ketahanan pangan di Kabupaten Bangkalan.

Kata kunci: Bangkalan, Evaluasi kesesuaian lahan, Komoditas pangan utama

Abstract

This study aims to evaluate land suitability for four major food crops—rainfed lowland rice, maize, groundnut, and soybean—in Bangkalan Regency. The evaluation method was based on matching approaches using parameters such as annual rainfall, temperature, soil texture, cation exchange capacity (CEC), pH (H₂O), organic carbon (C-organic), available phosphorus (P₂O₅), potassium (K₂O), slope, drainage, erosion hazard, and flood risk. The results indicate that most areas fall into marginally suitable (S3) and not suitable (N) categories due to limiting factors such as excessive rainfall, poor nutrient retention (low CEC, low pH, low organic matter), rapid drainage, nutrient deficiency (low P and K), steep slopes, and high erosion or flood risks. However, these constraints can be improved through soil amelioration strategies including liming, organic matter enrichment, fertilization, and the implementation of soil and water conservation practices. This land suitability assessment provides a scientific basis for optimizing land use planning and improving agricultural productivity under sustainable land management practices in Bangkalan Regency.

Keywords: Bangkalan, Land suitability evaluation, Major food crops

PENDAHULUAN

Sebagai salah satu wilayah penghasil komoditas pangan utama di Provinsi Jawa Timur, Kabupaten Bangkalan memiliki peran strategis dalam mendukung ketahanan pangan nasional. Komoditas utama yang dibudidayakan di Bangkalan meliputi padi, jagung, kacang tanah, kacang hijau, dan kedelai. Komoditas pangan utama adalah pangan yang memiliki peran sentral dalam memenuhi kebutuhan gizi masyarakat dan menjadi acuan dalam perumusan kebijakan ketahanan pangan yang merupakan sumber pangan pokok bagi masyarakat Indonesia (Pujiati *et al.*, 2020). Berdasarkan data Open Data Kabupaten Bangkalan bulan Januari-Desember tahun 2024, produksi padi mencapai 258.900,53 ton (Pemerintah Kabupaten Bangkalan, 2024). Data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Bangkalan tahun 2024 menunjukkan bahwa luas lahan pertanian untuk tanaman pangan mencapai sekitar 34.676,6 hektar (BPS Bangkalan, 2024).

Produktivitas pangan di Bangkalan belum optimal akibat alih fungsi lahan, degradasi tanah, dan perubahan iklim. Pembangunan Jembatan Suramadu mempercepat urbanisasi dan mengurangi lahan pertanian dari 30.000 hektar menjadi 29.000 hektar pada 2008–2015 (Arifin, 2021). Penurunan hutan pertanian 4.707 ha dan vegetasi 8.130 ha, serta peningkatan lahan terbangun 9.383 ha juga tercatat (Sugiarto, 2018). Dalam konteks tersebut, evaluasi kesesuaian lahan menjadi langkah strategis untuk menjamin keberlanjutan produksi pangan melalui pemanfaatan lahan secara optimal sesuai karakteristik biofisiknya (Killa, 2021). Analisis ini terbantu oleh teknologi SIG dan penginderaan jauh dengan QGIS yang mana perangkat open source ini andal dalam pengolahan data spasial (Purnamasari *et al.*, 2019).

Evaluasi kesesuaian lahan merupakan salah satu aspek penting dalam penentuan potensi lahan pertanian, yang umumnya dilakukan dengan memadukan kebutuhan tumbuh tanaman dengan karakteristik biofisik lahan. Pendekatan yang paling umum digunakan adalah metode matching, yakni mencocokkan parameter fisik dan kimia tanah seperti pH, tekstur, serta suhu dengan syarat tumbuh tanaman tertentu (Apriliani, 2024). Selain metode matching, analisis overlay juga berperan penting dalam proses penilaian kesesuaian lahan karena memungkinkan penggabungan berbagai lapisan peta tematik, seperti jenis tanah, kemiringan, curah hujan, dan drainase untuk menghasilkan peta spasial kesesuaian lahan yang lebih komprehensif (Darsiti *et al.*, 2024). Oleh karena itu, penelitian ini penting yang bertujuan untuk: (1) menganalisis distribusi spasial kesesuaian lahan komoditas pangan

utama padi sawah tadah hujan, dan (2) menentukan usaha perbaikan dari faktor pembatas yang mempengaruhi kesesuaian lahan untuk komoditas tersebut di Kabupaten Bangkalan.

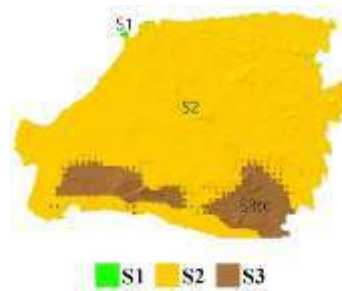
METODE

Penelitian ini merupakan studi berbasis analisis spasial yang dilaksanakan di Kabupaten Bangkalan, Provinsi Jawa Timur, pada Mei–Juli 2025 menggunakan data sekunder dari berbagai sumber penginderaan jauh dan basis data spasial global. Analisis mencakup tujuh belas parameter biofisik dan kimia tanah, meliputi temperatur rata-rata tahunan, curah hujan, kelembaban udara, drainase, tekstur tanah, kedalaman efektif, bahan kasar, KTK, pH H₂O, C-organik, nitrogen total, P₂O₅, K₂O, salinitas, kemiringan lereng, bahaya erosi, dan lama genangan. Data diperoleh dari MODIS, CHIRPS, ERA5-Land, OpenLandMap, SoilGrids 250 m v2.0, DEM SRTM 30 m, serta SIGAP KLHK, dan diolah menggunakan Google Earth Engine serta QGIS Desktop 3.34.1 (Firenze). Proses analisis meliputi tahapan pra-pemrosesan, interpolasi, klasifikasi, dan tumpang susun (overlay). Data iklim diinterpolasi dengan metode Inverse Distance Weighting (IDW), kemudian diklasifikasikan berdasarkan pedoman Ritung *et al.*, (2011) ke dalam kelas S1, S2, S3, dan N. Hasil raster dikonversi ke vektor menggunakan fungsi Raster to Polygon dan digabung melalui overlay (fitur Intersection di QGIS). Penentuan kelas akhir dilakukan berdasarkan prinsip faktor pembatas (limiting factor) sesuai Hukum Minimum Liebig, dengan mempertimbangkan parameter lingkungan dominan yang memengaruhi pertumbuhan tanaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Temperatur

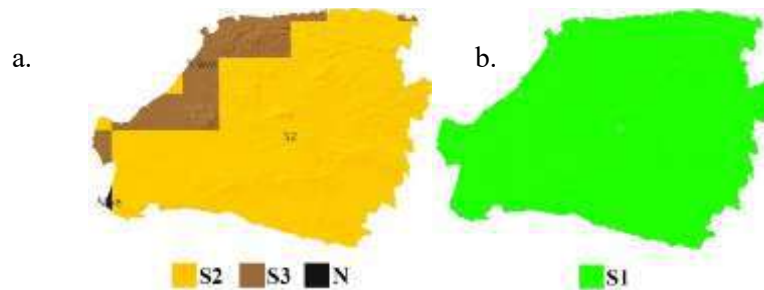
Temperatur wilayah Kabupaten Bangkalan tergolong kelas S2 (29–32 °C), dengan zona S1 (24-29°C) di bagian utara dan S3 (32-35°C) di wilayah selatan hingga barat daya. Kondisi suhu tinggi ini berpotensi menimbulkan stres panas pada tanaman padi sawah tadah hujan. Menurut Choudhary & Muthamilarasan (2022), stres panas dapat menyebabkan penurunan hasil hingga 86%, menurunkan potensi perkecambahan, memperlambat pertumbuhan bibit, serta menghambat pembentukan dan perkembangan organ reproduktif yang berdampak langsung pada pembentukan biji dan endosperma.



Gambar 1. Analisa Temperatur

Ketersediaan Air

Sebagian besar wilayah Kabupaten Bangkalan termasuk dalam zona B1 (~1.500 mm/tahun) dengan kelas S2 (sesuai), sedangkan bagian utara dan barat laut tergolong C3 (<1.000 mm/tahun; S3), serta wilayah barat daya berada pada zona E3 (<750 mm/tahun; N) (Gambar 2 a). Variasi tersebut menunjukkan di mana curah hujan rendah yang dapat menyebabkan defisit air pada fase pembungaan dan pengisian bulir. Kelembaban udara tahunan tergolong sangat sesuai (S1) dengan kisaran 33–90% (Gambar 2 b). Setiawan (2015) menyatakan bahwa tanaman padi memerlukan curah hujan sekitar 200 mm/bulan atau setara 2.400 mm/tahun untuk pertumbuhan optimal, sedangkan Ramadhan *et al.*, (2024) menegaskan bahwa suhu dan kelembaban memiliki keterkaitan erat dalam mengatur proses fisiologis tanaman, termasuk pembentukan bunga dan pengisian biji.

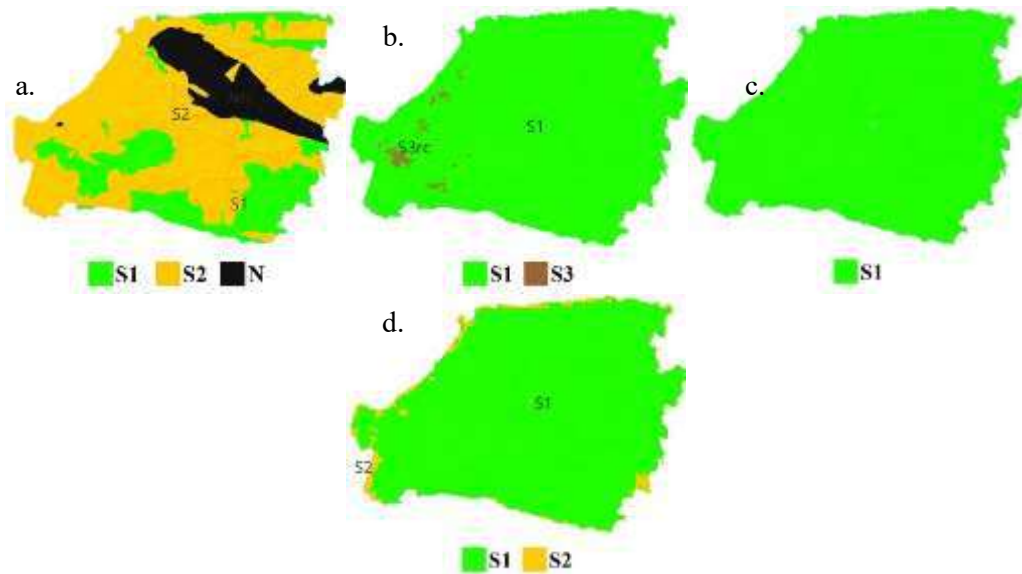


Gambar 2 Analisa Ketersediaan Air

Media Perakaran

Sebagian besar wilayah Kabupaten Bangkalan memiliki kondisi drainase agak terhambat yang tergolong sangat sesuai (S1) untuk padi sawah tadah hujan (Gambar 3 a), dengan sebagian kecil berada pada kategori baik (S2) dan area terbatas menunjukkan drainase cepat (N). Kondisi ini berkaitan erat dengan tekstur tanah yang umumnya halus hingga agak halus (S1), sedangkan tekstur sangat halus (S3) hanya dijumpai di wilayah barat daya dengan luasan terbatas (Gambar 3 b). Selain itu, kedalaman tanah di seluruh wilayah lebih dari 50 cm (S1) (Gambar 3 c). Kandungan bahan kasar yang rendah ($\leq 3\%$) juga memperkuat kualitas media perakaran karena meningkatkan kapasitas tanah menahan

air dan hara (Gambar 3 d). Murtala (2021) menegaskan pentingnya pengelolaan air dalam menjaga produktivitas padi, sementara Robbo dan Galib (2023) menjelaskan bahwa tekstur tanah yang terlalu halus dapat menghambat aerasi dan pergerakan air. Asril *et al.*, (2022) menyatakan bahwa kedalaman tanah yang memadai mampu meningkatkan efisiensi penyerapan hara, dan Killa (2021) menambahkan bahwa kadar bahan kasar yang tinggi dapat menjadi pembatas sistem perakaran tanaman pada lahan tropis.

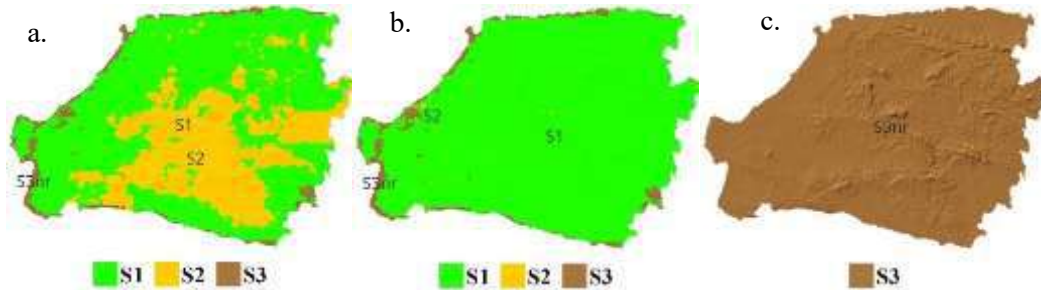


Gambar 3. Analisa Media Perakaran

Retensi Hara

Sebagian besar wilayah Kabupaten Bangkalan memiliki nilai KTK >16 cmol(+)/kg (S1), dengan sebagian area tengah dan selatan tergolong S2 (5–16 cmol(+)/kg), serta wilayah terbatas di barat daya dan pesisir utara termasuk S3 (<5 cmol(+)/kg) (Gambar 4 a). Nilai pH tanah berkisar 5,5–8,2 (S1), menunjukkan kondisi relatif netral yang mendukung aktivitas mikroorganisme dan ketersediaan hara (Gambar 4 b). Namun, kandungan C-organik umumnya rendah ($<0,8\%$; S3) (Gambar 4 c), yang berpotensi menurunkan produktivitas padi sawah tadah hujan. Sinaga *et al.*, (2014) menjelaskan bahwa nilai KTK yang rendah akan menghambat kemampuan tanah dalam menyimpan dan menyediakan unsur hara penting seperti K^+ , Ca^{2+} , dan Mg^{2+} , yang berdampak negatif terhadap fase vegetatif dan pengisian malai padi. Sementara itu, Sari *et al.*, (2022) menemukan bahwa pH tanah mendekati netral (6,0–7,0) mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara, mempercepat pembentukan anakan, serta memperbaiki efisiensi pengisian bulir padi secara optimal. Di sisi lain, Putri *et al.*, (2024) menegaskan bahwa kandungan C-organik tinggi berperan besar dalam memperbaiki struktur tanah,

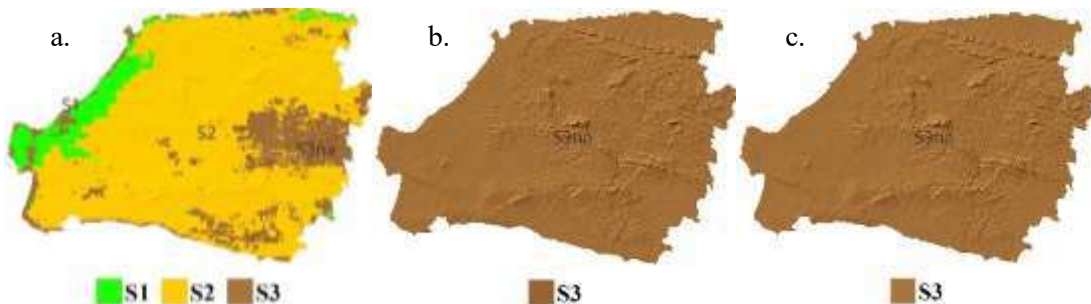
meningkatkan kapasitas penyerapan air, serta menstimulasi aktivitas mikroba tanah yang mendukung peningkatan kesuburan dan produktivitas lahan.



Gambar 4. Analisa Retensi Hara

Ketersediaan Hara

Kabupaten Bangkalan tergolong cukup sesuai (S2) dengan kandungan nitrogen (N) 0,10–0,20%, kelas S1 (0,21–0,50%), dan kelas S3 (<0,10%) (Gambar 5 a). Kandungan fosfor tersedia (P_2O_5) berkisar 10–25 ppm dan kalium (K_2O) <10 mg/100 g (Gambar 4 a & b). Menurut Pitaloka *et al.*, (2025), kekurangan nitrogen menyebabkan daun menguning, pertumbuhan terhambat, serta menurunkan hasil gabah. Ritung *et al.*, (2011) menyatakan bahwa kadar P_2O_5 ideal bagi padi berkisar >46–60 ppm karena berperan dalam fotosintesis, sintesis protein, respirasi, dan pembentukan akar serta biji (Darma, 2022). Margenda (2020) menyatakan bahwa kecukupan kalium juga meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman lingkungan dan menjaga stabilitas hasil, memperkuat batang, meningkatkan efisiensi fotosintesis, serta mendukung pengisian biji.

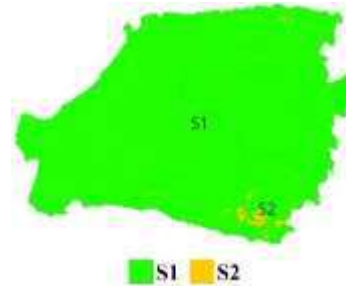


Gambar 5. Analisa Ketersediaan Hara

Salinitas (dS/m)

Sebagian besar wilayah Kabupaten Bangkalan tergolong sangat sesuai (S1) dengan tingkat salinitas <2 dS/m, sedangkan beberapa area terbatas termasuk kelas cukup sesuai (S2) pada kisaran 2–4 dS/m. Masganti *et al.*, (2022) menjelaskan bahwa peningkatan kadar garam di

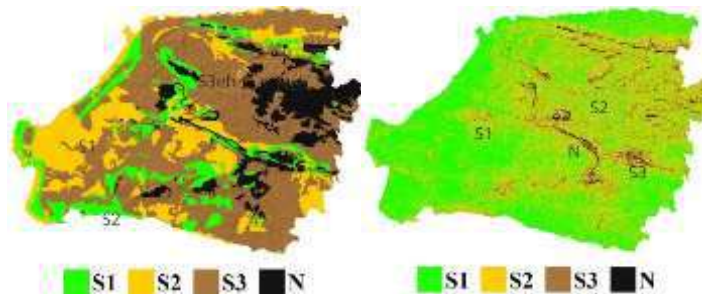
atas ambang toleransi tanaman dapat menghambat penyerapan air dan unsur hara, menimbulkan stres osmotik, serta menurunkan aktivitas fotosintesis dan perkembangan akar, yang pada akhirnya berdampak pada penurunan pertumbuhan dan hasil padi.



Gambar 6. Analisa Salinitas

Lereng (%) dan Bahaya Erosi

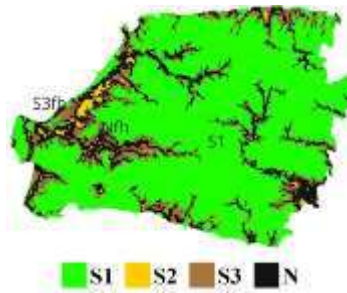
Kabupaten Bangkalan tergolong sangat sesuai (S1) dengan kemiringan lereng $<3\%$, kelas S2 (3–8%) dan S3 (8–15%), dan lereng curam ($>15\%$; N). Tingkat bahaya erosi didominasi kelas S2 (ringan: 15–60 ton/ha/tahun) dan S3 (sedang: 60–180 ton/ha/tahun). Prasetya dan Wibowo (2024) menjelaskan bahwa semakin besar kemiringan lereng, semakin tinggi risiko erosi yang dapat menurunkan kapasitas tanah dalam mendukung pertumbuhan dan hasil tanaman.



Gambar 7. Analisa Lereng dan Bahaya Erosi

Bahaya Banjir

Kabupaten Bangkalan termasuk kelas S1 (tidak berisiko banjir), sedangkan risiko ringan hingga sedang (S2–S3) terdapat di sepanjang aliran sungai dan cekungan, dan zona berisiko tinggi (N) terbatas di dataran rendah dekat muara sungai. Kondisi ini menunjukkan bahwa daerah dengan potensi genangan perlu pengaturan tata air yang baik agar tidak mengganggu fase awal pertumbuhan padi. Poluan *et al.*, (2017) menyatakan bahwa genangan air pada fase vegetatif awal dapat menurunkan laju fotosintesis, mempercepat klorosis daun, serta merusak jaringan tanaman.



Gambar 8. Analisa Bahaya Banjir

Penilaian Kesesuaian Lahan

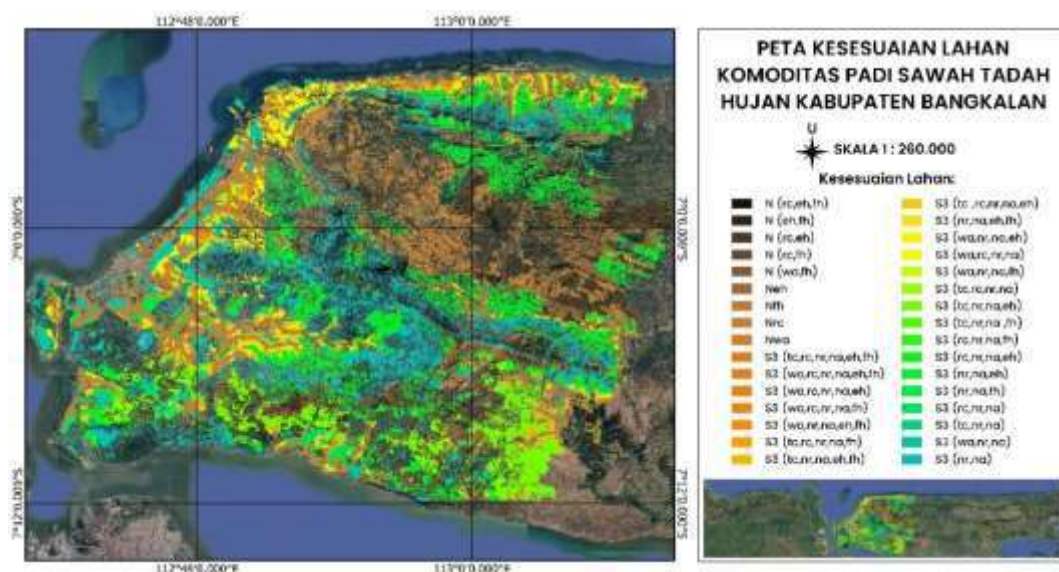
Berdasarkan hasil penilaian kesesuaian aktual lahan padi sawah tadah hujan di Kabupaten Bangkalan didominasi oleh kelas S3 (sesuai marginal) dengan total luas 42.563,54 ha (62,21%) dan untuk N (tidak sesuai) 25.837,22 ha (37,78%) (Tabel 4.5). Pada kondisi aktual kelas S3 yang bisa dinaikkan kelas satu tingkat ke S2 seluas 33.973,29 ha (49,68%), kelas N yang bisa dinaikkan kelas satu tingkat ke S3 seluas 25.837,22 ha (37,78%), terdapat pula kelas S3 yang tidak dapat ditingkatkan kelas kesesuaian yang lebih baik, dengan luas sebesar 8.570,26 ha (12,53%).

Pada kondisi potensial, terjadi peningkatan kelas kesesuaian lahan setelah mempertimbangkan pengelolaan tingkat sedang. Faktor pembatas yang dapat dinaikkan satu tingkat meliputi curah hujan (wa), drainase (rc), retensi hara (nr), toksisitas (xc), bahaya erosi (eh), dan genangan atau banjir (fh). Faktor pembatas yang dapat dinaikkan dua tingkat yaitu ketersediaan hara (na). Madani dan Wahid (2022) menyatakan bahwa distribusi curah hujan optimal bagi padi berada pada zona C3, dengan kisaran 800–1.000 mm selama 3–4 bulan masa tanam. Pada wilayah beriklim kering, penyesuaian waktu tanam menjadi strategi utama agar kebutuhan air tetap tercukupi sepanjang periode pertumbuhan. Naspendra (2023) menambahkan bahwa meskipun curah hujan tinggi tergolong pembatas permanen dalam evaluasi lahan, dampaknya dapat ditekan melalui perbaikan sistem drainase permukaan dan penataan kalender tanam yang adaptif terhadap pola hujan musiman. Menurut Killa (2021), masalah drainase cepat dapat diatasi melalui pengaturan aliran air dengan pembangunan saluran pembuangan dan irigasi terkontrol. Selain itu, penambahan bahan organik terbukti efektif memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas menahan air, serta menstabilkan kondisi aerasi.

Upaya perbaikan pada tingkat pengelolaan sedang dapat dilakukan melalui pengapuran menggunakan dolomit untuk meningkatkan pH dan KTK sekaligus menurunkan kemasaman tanah (Nugroho *et al.*, 2019). Mangera *et al.*, (2024) juga

menunjukkan bahwa pemberian dolomit pada tanah masam (pH 4,9–5,1) mampu meningkatkan kejenuhan basa dan efisiensi serapan hara oleh akar. Selain itu, Sulakhudin & Sunarminto (2015) melakukan pengaplikasian pupuk organik seperti pupuk kandang, kompos jerami, dan biofertilizer yang dapat meningkatkan kandungan C-organik, memperbaiki struktur serta agregasi tanah, sehingga memperkuat retensi hara. Upaya perbaikan dapat dilakukan melalui aplikasi pupuk organik hasil fermentasi kotoran sapi dan jerami padi menggunakan bioaktivator M-DEC. Pupuk ini terbukti meningkatkan kadar N dari 0,85% menjadi 1,23%, P_2O_5 dari 0,27% menjadi 0,42%, dan K_2O dari 0,39% menjadi 0,67%, dengan penurunan rasio C/N dari 36,4 menjadi 25,7, yang menunjukkan kematangan bahan dan peningkatan kualitas hara tanah (Shobib, 2020). Menurut Suparno *et al.*, (2017), teknik konservasi mekanik seperti terasering, guludan, dan saluran kontur, serta metode vegetatif seperti penggunaan tanaman penutup tanah dan mulsa, terbukti efektif dalam menekan laju erosi, meningkatkan infiltrasi, dan mempertahankan stabilitas lapisan topsoil. Sujud *et al.*, (2023) menegaskan bahwa pembangunan dam, talud, dan tanggul sungai, disertai sistem drainase teknis seperti saluran terbuka maupun tertutup, efektif mengurangi genangan pada lahan pertanian. Selain itu, pendekatan struktural berupa pelebaran, normalisasi, dan penguatan infrastruktur pengendali banjir juga berperan penting dalam menekan durasi genangan dan menjaga kestabilan produktivitas tanaman (Danil, 2021).

Meskipun peningkatan kelas kesesuaian cukup signifikan, masih terdapat sekitar 8.570,26 ha (12,53%) lahan yang tetap berada pada kelas S3 karena adanya pembatas permanen yaitu suhu rata-rata tahunan (tc), yang tidak dapat diperbaiki melalui pengelolaan. Dengan demikian, faktor pembatas tc menjadi salah satu faktor pembatas permanen yang menghalangi peningkatan kelas kesesuaian lahan. Secara keseluruhan, hasil evaluasi menunjukkan bahwa peluang peningkatan produktivitas masih terbuka melalui pengelolaan yang tepat, terutama pada unit lahan dengan pembatas yang bersifat dapat diperbaiki.



Gambar 9. Peta Evaluasi Kesesuaian Lahan

Tabel 1. Penilaian Kesesuaian Lahan

Aktual	Luas (ha)	Luas (%)	Potensial	Keterangan
S3 (nr,na,eh)	13548.75	19.814	S2 (nr,eh)	nr(+),na(++), eh(+)
Nfh	10599.08	15.500	S3fh	fh(+)
S3 (nr,na)	8567.14	12.529	S2nr	nr(+),na(++)
S3 (tc,nr,na,eh)	6321.46	9.245	S3 (tc,nr,na,eh)	-
Nrc	6039.40	8.832	S3rc	rc(+)
Neh	5447.72	7.967	S3eh	eh(+)
S3 (nr,na,eh,fh)	3449.43	5.044	S2 (nr,eh,fh)	nr(+),eh(+), fh(+)
N (rc,eh)	2586.16	3.782	S3 (rc,eh)	rc(+),eh(+)
S3 (wa,nr,na)	2462.07	3.601	S2 (wa,nr)	wa(+),nr(+)
S3 (wa,nr,na,eh)	2326.82	3.403	S2 (wa,nr,eh)	wa(+),nr(+), eh(+)
S3 (nr,na,fh)	1507.38	2.204	S2 (nr,fh)	nr(+),fh(+)
S3 (tc,nr,na)	1320.47	1.931	S3 (tc,nr,na)	-
S3 (wa,nr,na,fh)	937.80	1.371	S2 (wa,nr,fh)	wa(+),nr(+), fh(+)
S3 (wa,nr,na,eh,fh)	840.04	1.228	S2 (wa,nr,eh,fh)	wa(+),nr(+), eh(+),fh(+)
N (rc,fh)	758.28	1.109	S3 (rc,fh)	rc(+),fh(+)
S3 (tc,nr,na,eh,fh)	658.25	0.963	S3 (tc,nr,na,eh,fh)	-
N (eh,fh)	267.20	0.391	S3 (eh,fh)	eh(+),fh(+)
S3 (tc,nr,na,fh)	157.06	0.230	S3 (tc,nr,na,fh)	-
N (rc,eh,fh)	135.50	0.198	S2 (rc,eh,fh)	rc(+),eh(+),fh(+)
S3 (rc,nr,na)	116.18	0.170	S2 (rc,nr)	rc(+),nr(+)

Aktual	Luas (ha)	Luas (%)	Potensial	Keterangan
S3 (wa,rc,nr,na)	68.31	0.100	S2 (wa,rc,nr)	wa(+),rc(+),nr(+)
S3 (wa,rc,nr,na,fh)	47.67	0.070	S2 (wa,rc,nr,fh)	wa(+),rc(+),nr(+),fh(+)
S3 (tc,rc,nr,na)	45.56	0.067	S3 (tc,rc,nr,na)	-
S3 (rc,nr,na,fh)	38.53	0.056	S2 (rc,nr,fh)	rc(+),nr(+),eh(+)
S3 (tc,rc,nr,na,eh)	27.78	0.041	S3 (tc,rc,nr,na,eh)	-
S3 (wa,rc,nr,na,eh,fh)	24.53	0.036	S2 (wa,rc,nr,eh,fh)	wa(+),rc(+),nr(+)
S3 (rc,nr,na,eh)	22.17	0.032	S2 (rc,nr,eh)	rc(+),nr(+),eh(+)
S3 (tc,rc,nr,na,eh,fh)	20.59	0.030	S3 (tc,rc,nr,na,eh,fh)	-
S3 (tc,rc,nr,na,fh)	19.08	0.028	S3 (tc,rc,nr,na,fh)	-
S3 (wa,rc,nr,na,eh)	16.47	0.024	S2 (wa,rc,nr,eh)	wa(+),rc(+),nr(+),eh(+)
N (wa,fh)	1.98	0.003	S3 (wa,fh)	wa(+),fh(+)
Nwa	1.91	0.003	S3wa	wa(+)
Total	68.380,77	100		
Keterangan				
(+)	Perbaikan dapat dilakukan dan akan dihasilkan kenaikan kelas satu tingkat lebih tinggi			
(++)	Kenaikan kelas dua tingkat lebih tinggi			
(-)	Perbaikan tidak dapat dilakukan karena terdapat faktor pembatas			

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil evaluasi kesesuaian lahan aktual di Kabupaten Bangkalan, komoditas padi sawah tadah hujan didominasi oleh kelas S3 (62,21%; 42.563,54 ha) dan N (37,78%; 25.837,22 ha). Lahan S3 yang berpotensi meningkat ke S2 mencapai 33.973,29 ha (49,68%), sedangkan lahan N yang dapat naik ke S3 seluas 25.837,22 ha (37,78%), dengan 8.570,26 ha (12,53%) tetap S3 karena pembatas permanen. Faktor pembatas utama meliputi ketersediaan air, drainase, bahaya banjir, serta rendahnya retensi dan ketersediaan hara makro. Upaya perbaikan dapat dilakukan melalui pengaturan waktu tanam, pembangunan jaringan irigasi sederhana, penerapan sistem drainase teknis, serta penambahan bahan organik, pengapuran, dan pemupukan berimbang untuk meningkatkan kesuburan tanah. Penerapan teknik konservasi tanah seperti terasering dan vegetasi penutup juga efektif menekan erosi dan menjaga stabilitas lereng. Sementara itu, faktor permanen seperti suhu, tekstur, bahan kasar, dan kedalaman tanah memerlukan pendekatan adaptif

melalui pemilihan varietas unggul serta pengelolaan spesifik lokasi. Optimalisasi lahan perlu difokuskan pada wilayah dengan pembatas nonpermanen yang memiliki peluang peningkatan kelas kesesuaian, sehingga pengembangan padi sawah tadah hujan di Kabupaten Bangkalan dapat berlangsung secara adaptif, produktif, dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriliani, D. (2024). Evaluasi Kelas Kesesuaian Lahan Untuk Tanaman Jati (*Tectona Grandis*) dan Tanaman Alpukat (*Persea Americana Mill*) pada Lahan Bekas Tambang Tanah Urug PT BMW Kabupaten Bojonegoro Jawa Timur. (*Doctoral dissertation, UPN" Veteran" Yogyakarta*).
- Arifin, S. (2021). Kajian Perubahan Penggunaan Tanah Pasca Pembangunan Jembatan Suramadu di Kecamatan Bangkalan Kabupaten Bangkalan Propinsi Jawa Timur. (*Doctoral dissertation, Sekolah Tinggi Pertanian Nasional*).
- Asril, M., Nirwanto, Y., Purba, T., Hanif, L., Rohman, F., Siahaan, A., & Mahyati, M. (2022). *Ilmu Tanah*. Jakarta: Bumi Aksara.
- BPS Bangkalan. (2024). *Kabupaten Bangkalan dalam Angka 2024*. Bangkalan: Badan Pusat Statistik Kabupaten Bangkalan.
- Choudhary, P., & Muthamilarasan, M. (2022). Modulating Physiological and Transcriptional Regulatory Mechanisms for Enhanced Climate Resilience in Cereal Crops. *Journal of Plant Physiology*, 278, 1-11.
- Danil, M. (2021). Manajemen Bencana. *Prosiding Universitas Dhamawangsa*, 1, 7-14.
- Darma, S. (2022). Kesesuaian Lahan Padi Sawah di Desa Bumi Rapak dan Desa Selangkau Kabupaten Kutai Timur. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 24(1), 32-38.
- Darsiti, T., Suriadikusumah, A., & Arifin, M. (2024). Evaluasi Kesesuaian Lahan untuk Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum*) di Kecamatan Cibeureum Kota Sukabumi. *Media Agribisnis*, 8(1), 1-17.
- Faizin, N. (2016). Evaluasi Kesesuaian Lahan Tanaman Padi Jagung dan Jeruk Pada Tanah Sawah Di Kecamatan Kencong Jombang Dan Umbulsari Kabupaten Jember. *TA. Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember*.
- Killa, Y. (2021). Identifikasi Kesesuaian Lahan Tanaman Pangan di Kecamatan Ngaha Ori Anggu Kabupaten Sumba Timur. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 14(2), 138-144.
- Killa, Y. (2021). Identifikasi Kesesuaian Lahan Tanaman Pangan di Kecamatan Ngaha Ori Anggu, Kabupaten Sumba Timur. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 14(2), 138-144.
- Madani, I., & Wahid, K. (2022). Pemetaan Zona Agroklimat Oldeman di Provinsi Jawa Tengah Menggunakan Data Climate Hazards Group Infrared Precipitation With Station (CHIRPS). *Jurnal Geosains dan Remote Sensing*, 3(2), 92-102.
- Margenda, E. (2020). Respons Tanaman Kacang Tanah (*Arachis Hyopogaea L.*) Terhadap Pemberian Pupuk Fosfor dan Kalium. *Agriculture*, 1, 1-9.

- Masganti, M., Abduh, A. M., Noor, M., & Agustina, R. (2022). Pengelolaan Lahan dan Tanaman Padi di Lahan Salin. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 19(2), 83-95.
- Maulidiya, L. (2015). Studi Karakteristik Pertumbuhan Empat Varietas Padi (*Oryza sativa* L.) Pada Tiga Ketinggian Tempat Berbeda. *Program Studi Agroekoteknologi, Universitas Jember*.
- Naspendra, Z. (2023). Analisis Kesesuaian Lahan Untuk Pengembangan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). *Agrifarm: Jurnal Ilmu Pertanian*, 11(2), 127-136.
- Nugroho, A., Gusmara, H., & Simanihuruk, B. W. (2019). Dampak Residu Lumpur Sawit dan Dolomit Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Kacang Tanah (*Arachis Hypogaea* L.) Di Ultisol. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 21(2), 91-98.
- Pemerintah, K. B. (2024). *Jumlah Produksi Tanaman Pangan Menurut Kecamatan*. Bangkalan: Open Data Kabupaten Bangkalan. Retrieved Oktober 2, 2025, from <https://data.bangkalankab.go.id/eu/dataset/jumlah-produksi-tanaman-pangan-menurut-kecamatan>
- Pitaloka, D., Fahmi, I., Hakim, A., Pratiwi, A., Abidin, Z., & Cahyani, D. (2025). Pendugaan Nitrogen Padi Inpari 32 dengan Bagan Warna Daun dan Herbarium Kering pada Kondisi Aerob dan Anaerob. *RADIKULA: Jurnal Ilmu Pertanian*, 4(1), 41-51.
- Poluan, R. H., Nio, A. S., & Mantiri, F. R. (2017). Evaluasi Tahan Banjir Padi Lokal Sulawesi Utara Pada Fase Vegetatif Dengan Variasi Waktu Perendaman. *Jurnal Ilmiah Sains*, 17(1), 1-6.
- Prasetya, F. A., & Wibowo, A. (2024). Analisis Spasial Tingkat Kesesuaian Lahan Permukiman Berdasarkan Kemiringan Tanah di Kota Tangerang. *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu dan Pendidikan Geografi*, 8(2), 136-146.
- Pujiati, S., Pertiwi, A., Silfia, C. C., Ibrahim, D. M., & Hafida, S. H. (2020). Analisis Ketersediaan, Keterjangkauan dan Pemanfaatan Pangan Dalam Mendukung Tercapainya Ketahanan Pangan Masyarakat di Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*, 16(2), 123-133.
- Purnamasari, R., Ahamed, T., & Noguchi, R. (2019). Land Suistability Assessment for Cassava Production in Indonesia using GIS, Remote Sensing and Multi-criteria Analysis. *Asia-Pasific Journal of Regional Science*, 3, 1-32.
- Putri, T. J., Sule, M., & Fitriatin, B. (2024). Analisis Korelasi Karakteristik Tanah (P Tersedia, Bakteri Pelarut Fosfat, C Organik, dan Kapasitas Tukar Kation) Terhadap Produktivitas Jagung Di Kecamatan Cibugel, Kabupaten Sumedang. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 11(1), 81-86.
- Republik, I. (2012). *Undang Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan (Lembaran Negara Tahun 2012 Nomor 227)*. Jakarta: Badan Pemeriksa Keuangan. Retrieved Oktober 7, 2025, from <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/39100>
- Ritung, S., Nugroho, K., Mulyani, A., & Suryani, E. (2011). *Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan untuk Komoditas Pertanian*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Litbang Pertanian.

- Robbo, A., & Galib, M. (2023). Evaluasi Kesesuaian Lahan Padi Sawah (*Oryza sativa* L.) di Kabupaten Luwu. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 10, 319-325.
- Rosalina, E., & Nirwanto, Y. (2021). Pengaruh Takaran Pupuk Fosfor (P) Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Varietas Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.). *Media Pertanian*, 6(1), 45-59.
- Sari, A. N., Muliana, M., Yusra, Y., Khusrizal, K., & Akbar, H. (2022). Evaluasi Status Kesuburan Tanah Sawah Tadah Hujan dan Irigasi di Kecamatan Nisam Kabupaten Aceh Utara. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agroekoteknologi*, 1(2), 49-57.
- Setiawan, K. (2015). Pengaruh Curah Hujan Terhadap Produktivitas Pangan di Jawa Timur. *Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (STMKG): Tangerang Selatan*, 1-9.
- Shobib, A. (2020). Pembuatan Pupuk Organik dari Kotoran Sapi dan Jerami Padi dengan Proses Fermentasi Menggunakan Bioaktivator M-De. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 5(1), 32-37.
- Sinaga, Y., Razali, & Sembiring, M. (2014). Evaluasi Kesesuaian Lahan Untuk Padi Sawah Tadah Hujan (*Oryza Sativa* L.) di Kecamatan Muara Kabupaten Tapanuli Utara. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 2(3), 1042-1048.
- Sudjud, S., Hadun, R., & Teapon, A. (2020). Analisis potensi Pengembangan Tanaman Pangan di Kecamatan Wasile Timur Kabupaten Halmahera Timur. In *Prosiding Seminar Nasional Agribisnis 2020. Fakultas Pertanian Universitas Khairun*, 170-176.
- Sugiarto, B. (2018). Prediksi Perubahan Tutupan Lahan Akibat Dampak Pembangunan Jembatan Suramadu di Kabupaten Bangkalan. *Jurnal Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.
- Sulakhudin, S., & Sunarminto, B. H. (2015). Pengaruh Pengkayaan Pupuk Organik Dengan Bfa Dan Zeolit Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Jagung Manis. *Jurnal Pedontropika: Jurnal Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan*, 1(1), 25-36.
- Suparno, S., Akbar, H., & Rafli, M. (2017). Pemetaan dan Kesesuaian Lahan Tanaman Pangan di DAS Krueng Pasee Kabupaten Aceh Utara. *Jurnal Agrium*, 14(2), 26-36.

Perbandingan Metode dalam Pengembangan Permen Cabe Jamu

Laha Nuriyana¹, Khoirul Hidayat¹, R. Arief Firmansyah^{1*}

¹Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo Madura

Email: lahanuriyana@gmail.com

Abstrak

Kabupaten Sumenep merupakan daerah penghasil cabe jamu terbanyak 939.150 ton. Cabe jamu memiliki kandungan minyak atsiri sebesar 1% dan piperin kurang lebih sebesar 2%. Zat piperin menghasilkan rasa pedas yang dapat meningkatkan stamina dan nafsu makan. Penurunan nafsu makan merupakan salah satu masalah yang sering dialami anak-anak. Penurunan nafsu makan biasanya akan berdampak pada kesehatan dan tumbuh kembang anak. Upaya yang sering dilakukan orang tua untuk mengembalikan nafsu makan anak biasanya melalui pemberian vitamin maupun obat tradisional. Namun tidak semua anak mau mengkonsumsi obat tradisional secara langsung karena rasa yang pahit. Permen cabe jamu menjadi salah satu inovasi dalam menangani masalah nafsu makan pada anak. Tujuan penelitian ini adalah membandingkan metode dalam pengembangan permen cabe jamu. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah membandingkan antara metode *Value Engineering*, *Quality Function Deployment*, dan *Kansei Engineering*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode *Value Engineering* merupakan metode yang cocok dalam pengembangan permen cabe jamu karena metode *Value Engineering* bersifat kreatif dan sistematis dengan tujuan untuk mengurangi atau menghilangkan biaya-biaya yang tidak diperlukan. Selain itu metode *Value Engineering* juga memiliki lima tahapan yaitu tahap informasi, kreatif, analisis, pengembangan, dan rekomendasi untuk menghasilkan produk permen cabe jamu dengan biaya yang paling ekonomis.

Kata kunci: *Kansei engineering*, *Quality function deployment*, *Value engineering*

Abstract

Sumenep Regency is the largest producing area for *Piper retrofractum* Vahl, with 939,150 tons. *Piper retrofractum* Vahl contains 1% essential oil and approximately 2% piperine. The piperine substance produces a spicy taste, which can increase stamina and appetite. Decreased appetite is one of the problems that children often experience. A decreased appetite usually impacts a child's health, growth, and development. Parents frequently try to restore their children's appetite by giving them vitamins or traditional medicine. However, not all children want to consume traditional medicine directly because of the bitter taste. *Piper retrofractum* Vahl candy is one of the innovations in dealing with appetite problems in children. This research aims to compare methods for developing *Piper retrofractum* Vahl candy. The technique used in this research is to compare the *Quality Function Deployment*, *Value Engineering*, and *Kansei Engineering* methods. This research indicates that the value engineering method is suitable for developing *Piper retrofractum* Vahl candy because it is creative and systematically reduces or eliminates unnecessary costs. In addition, the *Value Engineering* method also has five stages, namely the information, creative, analysis, development, and recommendation stages to produce *Piper retrofractum* Vahl candy products at the most economical cost.

Keywords: *Kansei engineering*, *Quality function deployment*, *Value engineering*

PENDAHULUAN

Cabe jamu dengan nama latin *Piper retrofractum Vahl* adalah komoditi pertanian yang memiliki peluang usaha yang cukup menjanjikan dan banyak ditemui di Indonesia yang meliputi Jawa, Sumatera, Bali, Nusa Tenggara, dan Kalimantan (Kristiana dan Abdurrahman, 2021). Cabe jamu salah satu tumbuhan yang dapat berkembang dan bertahan hidup di lingkungan yang memiliki struktur tanah kering dan memiliki cuaca yang ekstrim contohnya pulau madura. Penghasil utama cabe jamu bertempat dipulau paling timur yaitu kabupaten sumenep (Faizah *et al.*, 2022). Menurut Badan Pusat Statistika kabupaten Sumenep (2023) produksi cabe jamu terbanyak yaitu mencapai 9.391,50 ton dengan luas areal sebesar 446,726 Kg/Ha/Tahun.

Cabe jamu mengandung beberapa senyawa diantaranya alkaloid, piperin, kevisin, piperidin, isobutildeka-trans-2-4-dienamika; saponin, polifenol (Lumowa & Nurbayah, 2017). Selain kandungan tersebut cabe jamu juga memiliki kandungan lain seperti piperidin, saponin, polifenol, asam palmitat dan asam tetrahidropiperat (Hidayat *et al.*, 2023). Kandungan utama yang terdapat di dalam cabe jamu yaitu minyak atsiri dan piperin. Kandungan minyak atsiri di dalam cabe jamu sekitar 1% yang bermanfaat sebagai antibakteri dan piperin sekitar 2% bermanfaat untuk menurunkan panas, menambah stamina dan meningkatkan nafsu makan (Evizal, 2013).

Penurunan nafsu makan pada anak merupakan masalah yang sering dijumpai dan dikeluhkan oleh orang tua. Nafsu makan yang menurun pada anak memberikan dampak kurang baik pada anak, dampak tersebut tidak saja pada kesehatan, melainkan juga akan berdampak pada aktivitas sehari-hari dan tumbuh kembang anak (Pintautami & Susyanto, 2011). Setiap orang tua selalu berupaya agar anaknya memiliki nafsu makan yang tinggi dengan melakukan berbagai cara agar dapat meningkatkan nafsu makan dan kebutuhan nutrisi anak terpenuhi. Berbagai cara telah dilakukan orang tua seperti membuat variasi makanan mulai dari bentuk dan menu makan supaya terlihat lebih menarik, memberikan vitamin atau bahkan memberikan ramuan obat tradisional seperti jamu (Puspitasari, 2020).

Jamu merupakan obat tradisional yang diyakini sebagai warisan budaya bangsa yang sudah digunakan secara turun-temurun. Jamu biasanya dibuat dari bahan-bahan alami berupa bagian tumbuhan seperti rimpang (akar-akaran), daun-daunan, kulit batang dan buah (Lavenia *et al.*, 2019). Jamu dipercaya dapat memelihara, dan meningkatkan kesehatan serta mencegah dan mengobati berbagai penyakit (Solehah *et al.*, 2022). Jamu sering dikonsumsi karena memiliki efek samping yang rendah dibanding dengan obat-

obatan yang mengandung bahan kimia dan menyebabkan ketergantungan (Kusuma *et al.*, 2020). Selain itu, jamu menjadi obat tradisional masyarakat karena dapat dibuat dan dibeli dengan harga yang relatif murah. Salah satu contoh obat tradisional yang berbahan dasar cabe jamu dengan penambahan kunyit, temulawak dan kencur yang memiliki kandungan untuk meningkatkan stamina dan nafsu makan sehingga biasa diolah dan dijadikan obat tradisional (Abdul *et al.*, 2021). Namun, tidak semua masyarakat dan anak-anak mau mengkonsumsi langsung obat tradisional karena identik dengan rasa yang pahit. Oleh karena itu perlu adanya pengembangan jamu agar dapat meningkatkan minat masyarakat maupun anak-anak untuk mengkonsumsi jamu.

Pengembangan jamu atau obat tradisional yang berbahan dasar rempah seperti cabe jamu dapat dilakukan dengan mengolah jamu menjadi bentuk permen. Permen menjadi salah satu makanan ringan yang diminati semua kalangan khususnya anak-anak karena memiliki rasa yang manis, mudah ditemukan dan dikonsumsi. Pengembangan jamu menjadi produk permen perlu dilakukan analisis dengan membandingkan berbagai macam metode. Tujuan penelitian ini adalah membandingkan metode dalam pengembangan permen cabe jamu.

METODE

Metode penelitian ini termasuk ke dalam metode penelitian kualitatif karena hanya membandingkan tiga metode yaitu metode *Value Engineering*, *Quality Function Deployment* dan *Kansei Engineering*. Pembandingan ketiga metode ini digunakan untuk mengembangkan produk permen yang sesuai keinginan konsumen dan preferensi konsumen. Metode ini dilakukan untuk mencari kelebihan dan kekurangan metode *Value Engineering*, *Quality Function Deployment* dan *Kansei Engineering*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rempah merupakan komponen aromatik tanaman yang banyak digunakan untuk pengobatan, wewangian, pewarna maupun pengawet makanan. Rempah dikenal sebagai tanaman yang memiliki khasiat untuk kesehatan tubuh. Rempah seringkali dijadikan bumbu kering, rempah yang sering kita jumpai sehari-hari seperti cabe jamu, kunyit, temulawak, jahe, kencur dan lain sebagainya. Cabe jamu mengandung minyak atsiri 1% dan piperin sekitar 2%. Kandungan piperin di dalam cabe jamu berkhasiat untuk meningkatkan nafsu makan dan menambah stamina (Evizal, 2013).

Kunyit (*Curcuma domestica*) mengandung senyawa kurkuminoid yang terdapat pada rimpang tanaman. Kurkuminoid pada kunyit sebagai komponen yang memberikan warna kuning dan bersifat sebagai antioksidan. Temulawak mengandung minyak atsiri 3,81%, *curcumin* 2,29, serat 12,62. Jamu yang berbahan dasar temulawak sangat bermanfaat bagi kesehatan seperti untuk menambah nafsu makan, sebagai antioksidan dan anti inflamasi. Kencur (*Kaempferia galanga L.*) dimanfaatkan sebagai penyedap masakan maupun minuman. Kencur biasanya dijadikan minuman penyegar dengan paduan sari pati beras yang biasanya disebut minuman beras kencur (Zarwinda *et al.*, 2021). Rempah-rempah seringkali digunakan sebagai bahan baku pembuatan obat tradisional atau jamu.

Jamu tidak banyak disukai oleh masyarakat terutama anak-anak, jamu tradisional yang beredar dimasyarakat perlu adanya pengembangan agar memiliki peminat banyak. Pengembangan yang banyak dilakukan yaitu mencampurkan rempah ke dalam kopi, menjadi ramuan teh jamu celup, hingga diinovasikan dalam bentuk permen. Permen merupakan salah satu produk pengembangan yang banyak diminati masyarakat khususnya kalangan anak-anak karena memiliki rasa yang manis. Permen hadir dalam berbagai macam varian rasa, bentuk dan warna yang sangat populer dikalangan anak-anak (Bactiar *et al.*, 2017). Permen memiliki jenis yang lumayan banyak yang meliputi permen kunyah (*chewy candy*), permen kenyal (*jelly*). Permen keras (*hard candy*), permen berbahan dasar coklat, permen herbal, permen jahe dan lain sebagainya (Mandei, 2014).

Permen umumnya yang beredar dikalangan masyarakat dikelompokkan menjadi 2 yaitu permen keras (*hard candy*) dan permen lunak (*soft candy*). Kedua jenis permen tersebut merupakan permen yang paling banyak dikonsumsi oleh masyarakat umum (Wiguna *et al.*, 2023). Pengembangan jamu menjadi produk permen akan berpengaruh pada peningkatan konsumsi jamu sehingga jamu akan mudah diterima oleh konsumen. Dalam proses pengembangan ini perlu dilakukan analisis beberapa metode pengembangan produk seperti *Value Engineering*, *Quality Function Deployment*, dan *Kansei Engineering* agar memperoleh produk yang berkualitas tinggi namun biaya yang dibutuhkan seminimal mungkin.

Metode *Quality Function Deployment* (QFD) yaitu metode terstruktur yang digunakan dalam proses perencanaan atau pengembangan produk dengan menetapkan spesifikasi kebutuhan dan keinginan pelanggan, menghasilkan produk yang sesuai dengan kebutuhan dan keinginan pelanggan serta bespekulasi dengan kapabilitas sistematis suatu produk atau jasa dalam memenuhi kebutuhan dan keinginan pelanggan (Nurochim *et al.*,

2021). Metode QFD memiliki kelebihan yaitu memberikan kemudahan dalam mengidentifikasi perubahan dengan memperbaiki suatu proses, perbaikan proses tersebut diharapkan dapat menghasilkan performa bisnis yang konsisten dari sudut pandang para konsumen atau pelanggan. Kekurangan metode QFD yaitu sulitnya menemukan perbedaan antar beragam kebutuhan konsumen, tidak hanya itu pada metode QFD membutuhkan ukuran matriks yang cukup besar (Lestari *et al.*, 2020).

Metode *Kansei Engineering* yaitu metode yang digunakan untuk pendekatan dengan mempertimbangkan aspek psikologi emosional, perasaan, maupun keinginan konsumen terhadap produk dengan spesifikasi desain untuk dilakukan pengembangan atau perbaikan (Isna *et al.*, 2024). Kelebihan metode ini mampu menciptakan produk yang lebih sesuai dengan harapan konsumen melalui perasaan dan harapan emosional konsumen, mampu mengidentifikasi *item* dan kategori yang sesuai dengan keinginan konsumen dan mampu memberikan informasi yang lebih *valid* terhadap keinginan konsumen akan suatu produk (Faisal *et al.*, 2021). Kekurangan metode ini memerlukan bantuan sistem yang dapat mendukung perasaan juga citra (*image*) konsumen yang masuk dalam kategori elemen desain fisik (Mu'alim dan Hidayat, 2014).

Metode *Value Engineering* merupakan suatu pendekatan yang bersifat kreatif dan sistematis dengan tujuan untuk mengurangi atau menghilangkan biaya-biaya yang tidak diperlukan. Biaya yang tidak perlu ini adalah biaya yang tidak memberikan kualitas, kegunaan, atau sesuatu yang tidak menghidupkan penampilan yang baik ataupun sifat yang tidak diperlukan (Saputra, 2023). Kelebihan metode ini dapat mengendalikan biaya dengan cara yang mudah, yaitu dengan menganalisis nilai pada fungsinya, namun tanpa menghapus kualitas juga reliabilitas yang diinginkan. Tidak hanya itu, metode ini juga memiliki tahapan yang rapi, sistematis dan terencana dalam menganalisis nilai dari pokok masalah terhadap fungsi dan kegunaan yang tetap konsisten terhadap kualitas, mutu, tampilan, serta perawatan suatu produk (Diputera *et al.*, 2018). Kekurangan metode ini yaitu *value engineering* sering kali melibatkan proses yang kompleks dan memerlukan pemahaman yang mendalam tentang fungsi dan biaya, jika proses implementasi yang dilakukan tidak tepat atau kurang optimal maka akan menimbulkan masalah baru. Penggunaan metode *value engineering* juga harus dilakukan diawal waktu penerapan, jika penerapan dilakukan di tengah maupun di akhir proses mungkin akan lebih sulit dan mahal pada saat mengimplementasikan perubahan yang diusulkan (Rahmawan, 2021).

Berdasarkan dari ketiga metode yang digunakan dalam proses pengembangan produk metode yang dipilih dan dianggap paling sesuai serta paling baik untuk digunakan analisis pengembangan produk permen cabe jamu ialah menggunakan metode *Value Engineering*, karena metode ini bersifat kreatif dan sistematis dengan tujuan untuk mengurangi atau menghilangkan biaya-biaya yang tidak diperlukan. Biaya yang tidak perlu ini adalah biaya yang tidak memberikan kualitas, kegunaan, atau sesuatu yang tidak menghidupkan penampilan yang baik ataupun sifat yang tidak diperlukan. Metode *Value Engineering* ini memiliki 5 tahapan penting yang harus dilakukan yang meliputi tahap informasi, tahap kreatif, tahap analisis, tahap pengembangan dan tahap rekomendasi. Berikut merupakan tahapan-tahapan metode *Value Engineering* yang digunakan untuk pengembangan produk.

Tahap informasi merupakan tahap awal dengan mengumpulkan semua informasi terkait dengan desain awal dari data awal sampai dengan batasan yang diinginkan. Tahapan informasi ini dapat diperoleh dengan meminta informasi kepada pedagang atau *owner*, yang kemudian melakukan identifikasi mengenai item-item produk yang memiliki biaya yang tinggi. Tahap kreatif yang dilakukan untuk memunculkan alternatif-alternatif yang digunakan sebagai pembandingan desain yang sudah ada sebelumnya. Dalam tahapan ini harus menuangkan ide-ide kreatif yang sudah muncul agar dapat mencapai solusi untuk meningkatkan nilai, menghemat biaya, kualitas dan waktu pelaksanaan dan bahan baku atau material. Tahap analisis yaitu melakukan analisis fungsi-fungsi yang dibutuhkan yang nantinya akan memperoleh biaya terendah untuk mengetahui fungsi-fungsi utama maupun fungsi pendukung, serta mengidentifikasi biaya-biaya yang dapat dikurangi atau bahkan dihilangkan tanpa menghilangkan kualitas produk.

Tahap Pengembangan yaitu melakukan kegiatan dengan membandingkan kesimpulan dari studi yang telah ditetapkan sebelumnya. Tahapan ini berguna untuk mempersiapkan alternatif ide-ide yang terpilih untuk dilakukan pengembangan lebih lanjut, mengendalikan resiko dan biaya yang sesuai, menganalisis biaya manfaat dan melakukan pengembangan suatu rencana dengan menindaklanjuti dan mengidentifikasi langkah-langkah pelaksanaan, jadwal, serta tanggung jawab pada setiap alternatif yang terpilih. Dalam tahapan ini diperlukan juga analisis teknis dan perhitungan biaya siklus hidup yang berguna untuk mendapatkan biaya yang paling rendah.

Tahap rekomendasi digunakan untuk melaporkan atau menyajikan hasil analisis yang telah dilakukan. Penyajian ditujukan kepada pedagang, *owner* atau pihak

pengembang lain yang memiliki peran dalam pengambilan keputusan yang berupa data alternatif yang sudah terpilih disertai alasan pemilihannya, selisih antara rencana awal setelah dilakukan analisis *value engineering*, keuntungan dan kerugian dari alternatif yang terpilih, pengamatan siklus hidup dari rencana awal hingga setelah melakukan analisis *value engineering*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa pengembangan produk dengan membandingkan tiga metode yaitu *Value Engineering*, *Quality Function Deployment* dan *Kansei Engineering*. Metode yang terpilih dan paling sesuai untuk digunakan pengembangan produk permen cabe jamu yaitu metode *Value Engineering* karena bersifat sistematis dengan tujuan untuk mengurangi dan menghilangkan biaya-biaya yang tidak diperlukan. Metode ini memiliki 5 tahapan penting yang harus dilakukan yang meliputi tahap informasi, tahap kreatif, tahap analisis tahap pengembangan dan tahap rekomendasi.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, penulis memberikan saran terhadap penelitian selanjutnya yaitu perlu adanya penelitian secara kuantitatif agar menghasilkan data yang lebih objektif, terstruktur dan dapat digeneralisasikan ke populasi yang lebih luas melalui analisis statistik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Politeknik Pembangunan Pertanian Manokwari

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, A., Musta'an, M., & Suwarni, A. (2021). Penyuluhan pembuatan jamu dalam upaya meningkatkan imunitas masyarakat di Desa Sidoharjo Kecamatan Susukan Kabupaten Semarang. *Abdi Implementasi Pancasila: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 1–6. <https://doi.org/10.35814/abdi.v1i1.2013>
- Bactiar, A., Ali, A., & Rossi, E. (2017). Pembuatan permen jelly ekstrak jahe merah dengan penambahan karagenan. *JOM Faperta UR*, 4(1), 1–13.
- BPS. (2023). Data Luas Areal, Produksi, Dan Produktivitas Tanaman Perkebunan Per Komoditi Kabupaten Sumenep. In *Badan Pusat Statistik Kabupaten Sumenep*. <https://sumenepkab.bps.go.id/statictable/2024/05/20/109/data-luas-areal-produksi-dan-produktivitas-tanaman-perkebunan-per-komoditi-kabupaten-sumenep-tahun-2023.html>
- Diputera, I. G. A., Putera, I. G. A. A., & Dharmayanti, G. A. P. C. (2018). Penerapan value engineering (VE) pada proyek pembangunan Taman Sari Apartement. *Jurnal Spektran*, 6(2), 210-216. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jsn/article/view/42315>

- Evizal, R. (2013). Status fitofarmaka dan perkembangan agroteknologi cabe jawa (*Piper Retrofractum* Vahl.). *Jurnal Agrotropika*, 18(1), 34-40.
- Faisal, D., Fathimahhayati, L. D., & Sitania, F. D. (2021). Penerapan Metode Kansei Engineering Sebagai Upaya Perancangan ulang Kemasan Takoyaki (Studi Kasus: Takoyakiku Samarinda). *Jurnal Tekno*, 18(1), 92-109.
- Faizah, R. U., Hidayat, K., & Mu'tamar, M. F. F. (2022). Pengembangan Industri Cabe Jamu Madura. In *Prosiding Seminar Nasional Wijayakusuma National Conference* (Vol. 3, No. 1, pp. 83-87).
- Isna, A., Sari, N. P., Maharani, D., & Fadhillah, F. (2024). Implementasi Kansei Engineering dalam Menentukan Konsep Pengembangan Kemasan Rujak Buah Potong. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 10(1), 9–18. <https://doi.org/10.30656/intech.v10i1.7832>
- Kristiana, L., & Abdurrahman, R. (2021). Strategi Pengembangan Kopi Jahe Cabe Jamu. *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 21(3), 134–139. <https://doi.org/10.25047/jii.v21i3.2924>
- Kusuma, T. M., Wulandari, E., Widiyanto, T., & Kartika, D. (2020). Hubungan tingkat pengetahuan dan sikap terhadap kebiasaan konsumsi jamu pada masyarakat Magelang tahun 2019. *Pharmakon: Jurnal Farmasi Indonesia*, 37-42. <https://doi.org/10.23917/pharmakon.v0i0.10857>
- Lavenia, C., Adam, A. R., Dyasti, J. A., & Ferbianti, N. (2019). Tumbuhan Herbal dan Kandungan Senyawa pada Jamu sebagai Obat Tradisional di Desa Kayumas, Situbondo (Studi Ethnobotani). *Jurnal KSM Eka Prasetya UI*, 1(5), 1–9. <https://ksm.ui.ac.id/wp-content/uploads/2019/10/Tumbuhan-Herbal-dan-Kandungan-Senyawa-pada-Jamu-sebagai-Obat-Tradisional-di-Desa-Kayumas-Situbondo.pdf>
- Lestari, R., Wardah, S., & Ihwan, K. (2020). Analisis Pengembangan Pelayanan Jasa Tv Kabel Menggunakan Metode Quality Function Deployment (Qfd). *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 7(1), 57-63. <https://doi.org/10.24853/jisi.7.1.57-63>
- Lumowa, S. V. T., & Nurbayah, N. (2017). Kombinasi Ekstrak Cabe Jawa (*Piper Retrofractum* Vahl.) dan Jahe Merah (*Zingiber Officinale* Var. *Amarum*) sebagai Insektisida Nabati pada Tanaman Sawi (*Brassica Juncea* L.). *Bioedukasi UNS*, 10(1), 65-70.
- Mandei, J. H. (2014). Komposisi beberapa senyawa gula dalam pembuatan permen keras dari buah Pala. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*, 6(2), 1-10.
- Mu'alim, M., & Hidayat, R. (2014). Re-desain kemasan dengan metode Kansei engineering. *Jurnal Al-azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi*, 2(4), 215-223. <https://doi.org/10.36722/sst.v2i4.156>
- Nurochim, S., & Rukmana, A. N. (2021). Perancangan Produk Waistbag dengan Menggunakan Metode Quality Function Deployment (QFD). *Jurnal Riset Teknik Industri*, 1-13. <https://doi.org/10.29313/jrti.v1i1.91>
- Pintautami, J., & Susyanto, B. E. (2011). Pengaruh Supplementasi Zink terhadap Nafsu

- Makan pada Anak. *Mutiara Medika: Jurnal Kedokteran dan Kesehatan*, 11(3), 144-149. <https://doi.org/10.18196/mmjkk.v11i3.948>
- Puspitasari, L. (2020). Kreasi dan inovasi COMUT (coklat temulawak imut) penambah nafsu makan. *Jurnal ABDIMAS-HIP Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(2), 88-93. <https://doi.org/10.37402/abdimaaship.vol1.iss2.106>
- Rahmawan, A. M., & HS, M. S. (2021). Analisa penerapan rekayasa nilai (value engineering) pada proyek pembangunan dormitory Airlangga Surabaya. *Jurnal teknik sipil*, 3(4), 1-11.
- Sadikin, J. Y., Suryandono, A., & Jumeri, J. (2015). Pengembangan tortila berkalsium sebagai alternatif pangan diet casein free-gluten free pada industri kecil dengan metode Value Engineering. *agriTECH*, 35(2), 212-222. <https://doi.org/10.22146/agritech.13830>
- Sari, A. N. (2016). Berbagai tanaman rempah sebagai sumber antioksidan alami. *Elkawnie: Journal of Islamic Science and Technology*, 2(2), 203-212. <https://doi.org/10.22373/ekw.v2i2.2695>
- Solehah, R., Destiarni, R. P., & Muti'ah, D. (2022). Strategi Pengembangan Bisnis UMKM Jamu Tradisional Madura Melalui Pendekatan Analisis SWOT (Studi Kasus: UMKM Jamu Tradisional Madura di Kabupaten Pamekasan). *Mimbar Agribisnis: Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis*, 8(1), 480-489.
- Wiguna, M. A., Lubis, M. S., Dalimunhe, G. I., & Yuliarti, R. (2023). Pemanfaatan Sari Lidah Buaya (Aloe vera (L.) Burm.f.) Dalam Sediaan Hard Candy. *Cross-Border*, 6(2), 879-883.
- Zarwinda, I., Elfariyanti, E., Hardiana, H., & Safrida, Y. D. (2021). Sosialisasi Minuman Rempah Penambah Imunitas Tubuh Dalam Upaya Mencegah Terpapar Virus Corona (Covid-19). *BAKTIMAS: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 3(1), 22-29. <https://doi.org/10.32672/btm.v3i1.3024>
- Zulfiati, R., Handayani, E., & Saputra, A. R. (2023). Penerapan Value Engineering pada Proyek Konstruksi di Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Civronlit Unbari*, 8(2), 74-82. <http://dx.doi.org/10.33087/civronlit.v8i2.118>

Aplikasi *Edible Coating* dari Pektin Kulit Kakao dengan Penambahan Berbagai Konsentrasi *Carboxy Metil Cellulose* (CMC) dan Gliserol untuk Mempertahankan Kualitas Buah Tomat Selama Penyimpanan

Mulyadi^{1*}, Siti Mardiana², Ellen Lumisar Panggabean², Muhammad Antony Jefri Pratama³,
Risna Rusdan³

¹Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya

²Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Medan Area

³Program Studi Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya

Email: mulyadi@fp.unsri.ac.id

Abstrak

Tomat (*Solanum lycopersicum* L.) merupakan komoditas hortikultura yang sangat berguna sebagai bahan pangan, tetapi memiliki umur simpan yang relatif pendek karena mudah mengalami kerusakan pascapanen. Salah satu solusi untuk memperpanjang umur simpan tomat adalah dengan menggunakan edible coating, yaitu pelapisan buah dengan bahan yang dapat dimakan untuk mengurangi laju respirasi dan transpirasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji aplikasi edible coating dari pektin kulit kakao dengan penambahan berbagai konsentrasi Carboxymethyl Cellulose (CMC) dan gliserol untuk mempertahankan kualitas buah tomat selama penyimpanan. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Non-Faktorial, dengan perlakuan yang terdiri dari berbagai kombinasi konsentrasi pektin, CMC, dan gliserol. Buah tomat yang telah dilapisi dengan larutan edible coating disimpan pada suhu ruang selama 21 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi edible coating dari pektin kulit kakao dengan penambahan CMC dan gliserol dapat mengurangi susut bobot buah tomat, memperbaiki tekstur, dan mempertahankan warna buah selama penyimpanan. Perlakuan dengan kombinasi 3 g pektin, 3% CMC, dan 2% gliserol memberikan hasil terbaik dalam mempertahankan kualitas buah tomat. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pemanfaatan limbah kulit kakao sebagai bahan alami untuk memperpanjang umur simpan tomat dan meningkatkan kualitas pascapanen buah.

Kata kunci: Tomat, *Edible coating*, Pektin, Kulit kakao

Abstract

Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) is a horticultural commodity that is very useful as a food ingredient but has a relatively short shelf life due to its susceptibility to postharvest damage. One solution to extend the shelf life of tomatoes is the use of edible coating, which involves coating the fruit with an edible material to reduce respiration and transpiration rates. This study aims to examine the application of an edible coating made from cocoa peel pectin with the addition of various concentrations of Carboxymethyl Cellulose (CMC) and glycerol to maintain the quality of tomatoes during storage. The study used an experimental method with a Non-Factorial Randomized Completely Design (RAL), with treatments consisting of different combinations of pectin, CMC, and glycerol concentrations. The tomatoes coated with the edible coating solution were stored at room temperature for 21 days. The results showed that the application of an edible coating made from cocoa peel pectin with the addition of CMC and glycerol could reduce weight loss, improve texture, and maintain the color of the tomatoes during storage. The treatment with a combination of 3 g pectin, 3% CMC, and 2% glycerol gave the best results in maintaining the quality of the tomatoes. This study contributes to the utilization of cocoa peel waste as a natural material to extend the shelf life of tomatoes and improve postharvest fruit quality.

Keywords: Tomato, *Edible coating*, Pectin, Cocoa peel

PENDAHULUAN

Tomat (*Solanum lycopersicum* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang penting di Indonesia dan banyak digunakan dalam industri pangan. Sebagai buah yang kaya akan vitamin C dan antioksidan, tomat memiliki berbagai manfaat bagi kesehatan manusia (Wardana & Alzarliani, 2019). Namun, kendala utama dalam pengelolaan tomat adalah umur simpan yang relatif pendek. Proses pembusukan yang cepat, perubahan warna, serta penurunan kualitas fisik dan gizi akibat kehilangan air seringkali mengakibatkan kerugian bagi petani dan pedagang (Sugiarti et al, 2021). Oleh karena itu, penting untuk mencari solusi yang efektif dalam mempertahankan kualitas tomat selama penyimpanan. Salah satu solusi yang dapat diimplementasikan adalah dengan menggunakan edible coating, yaitu lapisan tipis yang dapat dimakan yang berfungsi sebagai pelindung pada permukaan buah.

Edible coating bersifat ramah lingkungan, terutama edible coating yang memang terbuat dari bahan alami (Yousuf et al, 2018). Edible coating merupakan lapisan tipis yang terbuat dari bahan yang dapat dikonsumsi, dibentuk untuk melapisi produk pangan yang bertujuan untuk menghalangi perpindahan massa seperti, kelembaban, oksigen (O_2), karbondioksida (CO_2), lipid, zat terlarut serta mencegah serta mencegah pertumbuhan mikroba (Harmely et al, 2014; Bourtoom, 2008). Pektin adalah salah satu bahan alami yang digunakan untuk membuat edible coating, memiliki potensi besar karena kemampuannya dalam membentuk lapisan pelindung yang dapat memperpanjang umur simpan buah (Miskiyah et al, 2011). Salah satu bahan organik yang mengandung pektin adalah kulit kakao, namun kulit kakao masih belum termanfaatkan menjadi pektin, bahkan kulit kakao seringkali dibuang sebagai limbah, padahal memiliki potensial menjadi alternatif pektin yang ramah lingkungan dan ekonomis (Jusmiati et al, 2015).

Buah kakao terdiri dari tiga bagian, yaitu kulit buah 75,67%, plasenta 2,59% dan biji kakao 21,74%. Selama ini bagian buah kakao yang dianggap mempunyai nilai ekonomis adalah bijinya. Kulit kakao merupakan limbah terbesar dari pengolahan buah kakao dan selama ini belum dimanfaatkan secara optimal. Dengan meningkatnya produksi biji kakao mengakibatkan semakin meningkatnya jumlah kulit buah kakao yang terbuang. Padahal jika dilihat dari kandungannya, kulit buah kakao mengandung pektin 16,27%, air 11,67% dan serat kasar 78,33% yang berpotensi di jadikan sebagai edible coating (Edahwati et al, 2011). Selain pektin, bahan lain yang biasa digunakan dalam

pembuatan edible coating adalah Carboxymethyl Cellulose (CMC), sebuah polisakarida yang berfungsi sebagai bahan pengental (Faizin et al, 2023). CMC dapat meningkatkan viskositas larutan coating sehingga memudahkan pembentukan lapisan pelindung yang lebih kuat dan tahan lama (Herdiana et al, 2023). Selain itu, gliserol sering ditambahkan dalam komposisi edible coating untuk meningkatkan fleksibilitas dan kelembutan lapisan tersebut, yang berfungsi untuk menjaga kualitas fisik buah selama penyimpanan (Hayati et al, 2023).

Seiring dengan meningkatnya perhatian terhadap pengurangan limbah industri, penggunaan pektin dari kulit kakao sebagai bahan baku edible coating memberikan keuntungan ganda, yakni mengurangi limbah dan menciptakan produk yang berguna bagi masyarakat (Pasaru et al, 2020). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengkaji efektivitas edible coating dari pektin kulit kakao yang diperkaya dengan berbagai konsentrasi CMC dan gliserol dalam mempertahankan kualitas buah tomat selama penyimpanan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi industri pertanian, khususnya dalam pengelolaan buah tomat yang lebih efisien, serta membuka peluang baru dalam pemanfaatan limbah kulit kakao sebagai bahan baku yang bernilai tinggi. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan informasi yang berguna bagi pengembangan teknologi pangan yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

METODE PENELITIAN

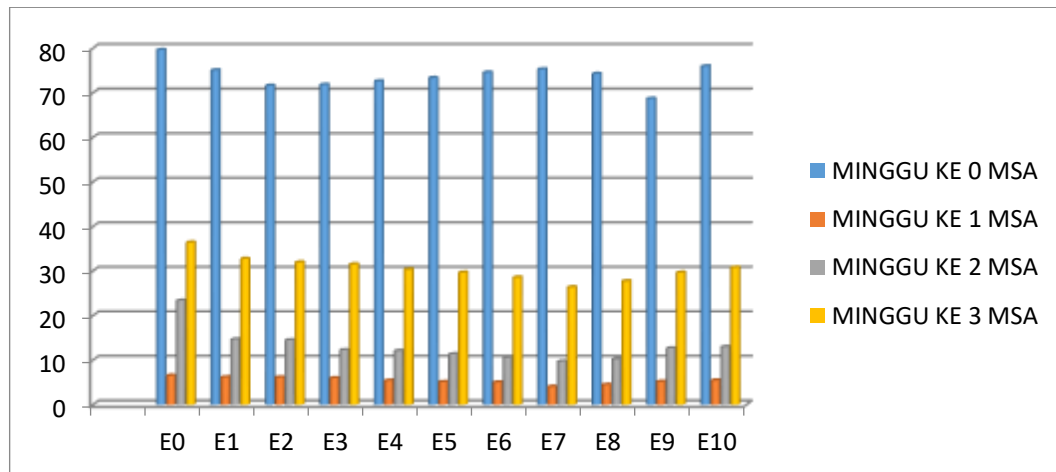
Penelitian ini dilakukan pada Februari-April 2018 di Laboratorium Pertanian Universitas Medan Area. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Non-Faktorial untuk mengevaluasi pengaruh aplikasi edible coating dari pektin kulit kakao yang diperkaya dengan berbagai konsentrasi Carboxymethyl Cellulose (CMC) dan gliserol terhadap kualitas buah tomat selama penyimpanan. Perlakuan yang diuji terdiri dari berbagai kombinasi konsentrasi pektin (3 g/100 ml aquades), CMC (1,5%, 3%, dan 4,5%), serta gliserol (1%, 2%, dan 3%). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi kulit kakao sebagai sumber pektin, gliserol, CMC, dan buah tomat yang dipanen dari daerah Brastagi, Sumatera Utara. Prosedur penelitian dimulai dengan pembuatan pektin dari kulit kakao melalui proses isolasi menggunakan HCl, diikuti dengan pembuatan larutan edible coating dengan mencampurkan pektin, CMC, dan gliserol dalam aquades. Buah tomat yang telah dibersihkan kemudian dicelupkan dalam larutan coating selama satu menit dan ditiriskan.

Adapun formula perlakuan adalah sebagai berikut: E₀: Tanpa perlakuan (kontrol), E₁: 3 gr pektin, E₂: 3 gr pektin dan 1,5 % CMC, E₃: 3 gr pektin dan 3 % CMC, E₄: 3 gr pektin dan 4,5 % CMC, E₅: 3 gr pektin dan 1 % gliserol, E₆: 3 gr pektin dan 2 % gliserol, E₇ : 3 gr pektin dan 3 % gliserol, E₈: 3 gr pektin, 1,5% CMC dan 1 % gliserol, E₉: 3 gr pektin, 3 % CMC dan 2 % gliserol, E₁₀: 3 gr pektin, 4,5% CMC dan 3 % gliserol. Selanjutnya, buah tomat disimpan pada suhu ruang (26-30°C) selama 21 hari untuk diamati susut bobot, tekstur, warna, kadar vitamin C, dan total asam buah. Setiap perlakuan memiliki tiga buah sampel dan tiga ulangan. Pengukuran dilakukan setiap minggu selama penyimpanan, dan data yang diperoleh untuk menentukan perbedaan data antar perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh edible coating dari pektin kulit kakao dengan penambahan berbagai konsentrasi Carboxymethyl Cellulose (CMC) dan gliserol terhadap bobot buah tomat.

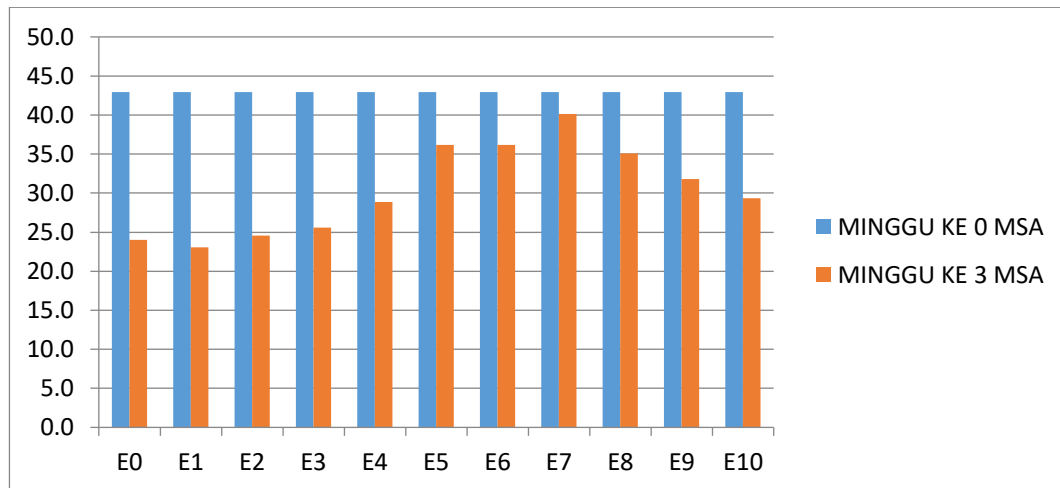
Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi edible coating dari pektin kulit kakao dengan penambahan berbagai konsentrasi CMC dan gliserol sebelum aplikasi sampai tiga minggu menunjukkan bahwa susut bobot buah tomat mengalami penurunan terendah pada perlakuan E₇ yaitu 26,36 gr dari bobot awal 75,29 dan penurunan tertinggi pada perlakuan E₀ yaitu 36,41 gr dari bobot awal 79,61 gr (Gambar 1). Perlakuan E₉ dapat dikatakan memiliki kemampuan untuk mempertahankan susut bobot pada buah tomat. Kombinasi pektin kulit kakao, CMC dan gliserol memiliki kemampuan pelapis yang mampu menghambat laju respirasi dan transpirasi sehingga laju respirasi tomat yang dilapisi dengan penambahan pektin, CMC dan gliserol pada perlakuan E₉ memiliki susut bobot yang lebih kecil, sesuai dengan Henriette (2010) yang menyatakan bahwa CMC dan gliserol digunakan sebagai pelapis guna menghalangi oksigen masuk dengan baik dan sebagai pelapis yang dapat dimakan langsung karena tidak berbahaya terhadap kesehatan. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi edible coating dari pektin kulit kakao dengan penambahan berbagai konsentrasi CMC dan gliserol sebelum aplikasi sampai tiga minggu selama penyimpanan dapat mempertahankan susut bobot buah tomat karena pelapisan memberikan perlindungan terhadap kehilangan air pada buah, sehingga buah yang dikemas masih terlihat segar (Rochman, 2007).



Gambar 1. Pengaruh edible coating dari pektin kulit kakao dengan penambahan berbagai konsentrasi Carboxymethyl Cellulose (CMC) dan gliserol terhadap bobot buah tomat

Pengaruh edible coating dari pektin kulit kakao dengan penambahan berbagai konsentrasi Carboxymethyl Cellulose (CMC) dan gliserol terhadap kandungan buah tomat.

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi edible coating dari pektin kulit kakao dengan penambahan berbagai konsentrasi CMC dan gliserol sebelum aplikasi sampai tiga minggu menunjukkan bahwa kadar vitamin C tertinggi adalah perlakuan E7 dengan kadar vitamin C 40,1% dari kadar vitamin C awal sebelum aplikasi 42,9%. Sedangkan perlakuan yang paling rendah vitamin C nya adalah E1 dan E0 dengan kadar vitamin C nya 23,03 dan 24,01% dari kadar vitamin C awal sebelum aplikasi adalah 42,9%. Rendahnya kadar vitamin C setelah tiga minggu penyimpanan disebabkan karena vitamin C larut dalam air yang terdapat dalam buah dan vitamin C juga mudah teroksidasi sehingga mudah sekali hilang akibat evapotranspirasi (Winarno et al, 1997; Novita et al, 2012). Perlakuan pelapisan E7 memiliki nilai degradasi vitamin C yang paling rendah dibanding perlakuan lainnya terutama perlakuan kontrol (E0). Hal tersebut dikarenakan edible coating kulit kakao mampu menghambat proses transpirasi yang juga sesuai pada parameter susut bobot, dimana air yang menguap ditekan sehingga susut bobot dan degradasi vitamin C nya lebih rendah. Selain itu menurut Rudito (2005) dan Lathifa (2013), adanya pelapisan pada buah tomat dapat menghambat laju respirasi. Menurut Anggareni (2012) tomat mengandung banyak vitamin C, namun kadar vitamin C akan terus berkurang seiring pemasakan buah.



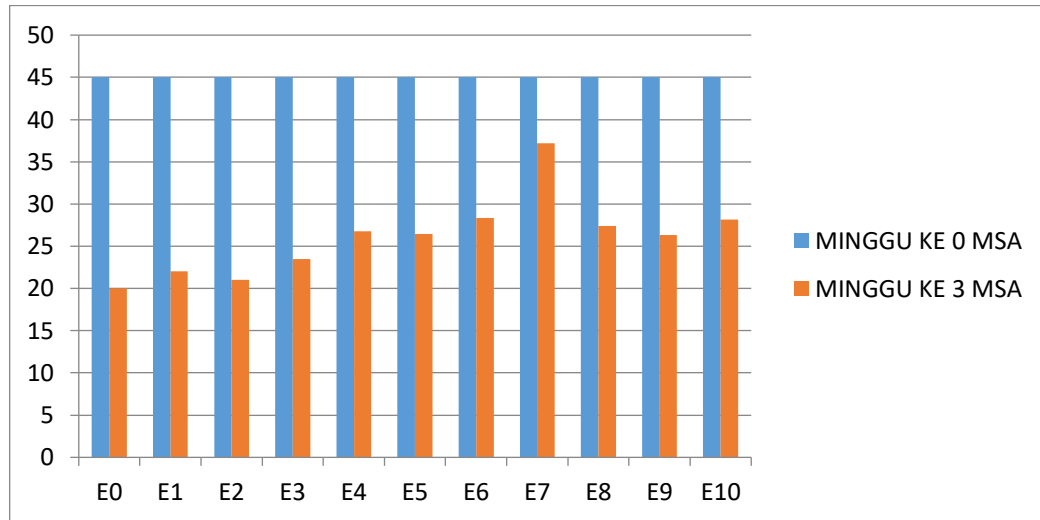
Gambar 2. Pengaruh edible coating dari pektin kulit kakao dengan penambahan berbagai konsentrasi Carboxymethyl Cellulose (CMC) dan gliserol terhadap kandungan buah tomat

Berdasarkan data rata-rata parameter uji vitamin C perlakuan yang paling baik didapat dari perlakuan kombinasi pektin kulit kakao dan gliserol. Pektin kulit kakao layak dijadikan sebagai *edible coating* karena pektin bermetoksil rendah yaitu 6,324%. Pektin yang bermetoksil rendah sifatnya mudah membentuk gel dengan ion kalsium, tanpa penambahan gula dan bisa melapisi permukaan secara menyeluruh (Susilowati et al, 2013). Sementara gliserol mempunyai sifat mudah larut dalam air, meningkatkan kekentalan larutan, mengikat air dan menurunkan tekanan air (Lindsay, 1985).

Pengaruh edible coating dari pektin kulit kakao dengan penambahan berbagai konsentrasi Carboxymethyl Cellulose (CMC) dan gliserol terhadap kandungan total asam buah tomat.

Berdasarkan hasil penelitian kami menunjukkan bahwa aplikasi *edible coating* dari pektin kulit kakao dengan penambahan berbagai konsentrasi CMC dan gliserol sebelum aplikasi sampai tiga minggu menunjukkan bahwa kadar total asam tertinggi adalah perlakuan E7 dengan kadar total asam C 37,2 % dari kadar total asam awal sebelum aplikasi 45%. Sedangkan perlakuan yang paling rendah total asam adalah E0 dengan kadar total asam 20% dari kadar total asam awal sebelum aplikasi adalah 45%. Perlakuan tanpa pelapisan (E0) memiliki nilai degradasi asam yang tinggi dibanding yang diberi pelapis, hal tersebut dikarenakan perlakuan tanpa pelapisan tidak memiliki lapisan yang mampu menekan transpirasi dan respirasi pada permukaan kulit buah. Menurut pendapat Hofman et al, (1997) dan Novita et al, (2012) yang menyatakan bahwa penurunan total asam selama

penyimpanan diduga karena adanya penggunaan asam-asam organik yang terdapat di dalam buah sebagai substrat sumber energi dalam proses respirasi.



Gambar 3. Pengaruh edible coating dari pektin kulit kakao dengan penambahan berbagai konsentrasi Carboxymethyl Cellulose (CMC) dan gliserol terhadap kandungan total asam buah tomat

Menurut Hofman *et al.* (1997) dan Novita *et al.* (2012), secara keseluruhan pada buah klimakterik jumlah asam organik akan menurun secara cepat selama penyimpanan, terjadi peningkatan laju respirasi yang membutuhkan banyak energi sehingga terjadilah penggunaan asam-asam organik yang tersedia di dalam buah sebagai substrat sumber energi. Perlakuan pelapisan E7 memiliki nilai degradasi total asam yang paling rendah dibanding perlakuan lainnya terutama perlakuan kontrol (E0). Hal tersebut sesuai dengan laju respirasi tomat yang merupakan buah klimakterik, dimana pola respirasinya meningkat dan mendadak (*respiration burst*) yang menyertai atau mendahului pemasakan, melalui peningkatan CO₂ dan etilen (Widodo *et al.*, 2013).

KESIMPULAN DAN SARAN

Perlakuan yang paling baik diantara seluruh perlakuan adalah E7 (3 gr pektin + 3% gliserol) untuk parameter diantaranya susut bobot, uji kadar vitamin C, dan total asam. Sementara perlakuan yang paling baik pada parameter uji kekerasan adalah E6 (3 gr pektin + 2% gliserol), E7 (3 gr pektin + 3% gliserol) dan E8 (3 gr pektin + 1,5% CMC + 1% gliserol) dan perlakuan yang paling baik pada parameter uji organoleptik warna adalah perlakuan E5 (3 gr pektin + 1% gliserol) dan E7 (3 gr pektin + 3% gliserol). Perlu adanya penelitian mengenai aplikasi edible coating dari pektin kulit kakao dengan penambahan

berbagai konsentrasi CMC dan gliserol pada buah tomat dengan mengkombinasikan antara suhu dingin dan suhu ruang.

DAFTAR PUSTAKA

- Bourtoom, T. (2008). Edible films and coatings: characteristics and properties. *International food research journal*, 15(3), 237-248.
- Faizin, N. A. H., Moentamaria, D., & Irfan, Z. (2023). Pembuatan Edible Film Berbasis Glukomanan. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 9(1), 29-41. <https://doi.org/10.33795/distilat.v9i1.510>
- Harmely, F., Deviarny, C., & Yenni, W. S. (2014). Formulasi dan evaluasi sediaan edible film dari ekstrak daun kemangi (*Ocimum americanum* L.) sebagai penyegar mulut. *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*, 1(1), 38-47.
- Hayati, R., Hasanuddin, H., & Nasution, U. K. (2023). Aplikasi edible coating gel lidah buaya (*Aloe vera* L.) dengan gliserol dan tingkat kematangan terhadap kualitas cabai (*Capsicum annum* L.) Pasca Panen. *Journal of Tropical Agricultural Engineering and Biosystems-Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, 11(3), 275-285. <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2023.011.03.05>
- Herdiana, N., Suharyono, S., Utomo, T., & Afifah, N. (2023). Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Carboxymethyl Cellulose (CMC) Terhadap Edible Coating Berbasis Glukomanan Umbi Porang Pada Produk Bakso Sapi. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, 11(3), 286-295. <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2023.011.03.06>
- Jusmiati, J., Rusli, R., & Rijai, L. (2015). Aktivitas antioksidan kulit buah kakao masak dan kulit buah kakao muda. *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 1(1), 34-39. <https://doi.org/10.25026/jsk.v1i1.13>
- Miskiyah, M., Widaningrum, W., & Winarti, C. (2011). Aplikasi edible coating berbasis pati sagu dengan penambahan vitamin C pada paprika: preferensi konsumen dan mutu mikrobiologi. *Jurnal Hortikultura*, 21(1), 68-76.
- Pasaru, F., Patadungan, Y., & Toana, M. H. (2020). Ppdm Desa Sarumana sebagai Pusat Pengembangan Kakao Rakyat di Sulawesi Tengah. *Jurnal Abditani*, 3(1), 27-37. <https://doi.org/10.31970/abditani.v2i0.40>
- Sugiarti, L., Mubarak, S., & Kusumiyati, K. (2021). Pengaruh Kombinasi Konsentrasi 1-Methylcyclopropene dan Asam Askorbat terhadap Kualitas Ketahanan Simpan Pascapanen Buah Tomat Beef 'Valoasis RZ'. *Agrikultura*, 32(1), 1-6. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v32i1.30475>
- Wardana, W. & Alzarliani, W. O. (2019). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Minat Petani Menerapkan Teknologi Pengolahan Buah Tomat di Desa Wakuli Kecamatan Kapontori Kabupaten Buton. *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 12(1), 145-151. <https://doi.org/10.29239/j.agrikan.12.1.145-151>

Yousuf, B., Qadri, O. S., & Srivastava, A. K. (2018). Recent developments in shelf-life extension of fresh-cut fruits and vegetables by application of different edible coatings: A review. *Lwt*, 89, 198-209. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.10.051>

Pengaruh Pemberian Limbah Cair Kelapa Sawit dan dua Varietas terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa*. L)

Yoyon Riono^{1*}

¹Program studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Indragiri
Email: yoyonriono353@gmail.com

Abstrak

Pengaruh Pemberian Limbah Cair Kelapa Sawit dan dua Varietas Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Padi Sawah" (*oryza sativa*. L) Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dan interaksi dari pemberian Limbah Cair Kelapa Sawit dan dua Varietas Padi, dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 2 faktor, yaitu: faktor L (pemberian limbah cair kelapa sawit) dan faktor V (varietas tanaman padi) faktor L terdiri dari 4 taraf / kolam: L0 cc/plot (kontrol), kolam L1 200 cc/plot, kolam L2 200cc/plot, Kolam L3 200 cc/plot. dan faktor V terdiri dari 2 varietas, V1 Cisokan, V2 batang piaman. Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah: tinggi tanaman, umur panen, berat gabah/ rumpun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh pemberian limbah cair kelapa sawit berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, berat gabah/ rumpun. Sedangkan untuk perlakuan varietas padi adalah tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, umur panen. Tetapi berpengaruh nyata terhadap dan berat gabah/ rumpun.

Kata kunci: Limbah, Varietas, Padi

Abstract

The Effect of Palm Oil Liquid Waste and Two Varieties on the Growth and Production of Lowland Rice Plants" (oryza sativa. L) The purpose of this study was to determine the effect and interaction of the administration of Palm Oil Liquid Waste and two Rice Varieties, using a completely randomized design (CRD) with 2 factors, namely: factor L (administration of palm oil liquid waste) and factor V (rice plant varieties) factor L consists of 4 levels / ponds: L0 cc / plot (control), pond L1 200 cc / plot, pond L2 200cc / plot, Pond L3 200 cc / plot. and factor V consists of 2 varieties, V2 Cisokan, V3 batang piaman. The parameters observed in this study were: plant height, number of productive tillers, flowering age, harvest age, grain weight / clump. The results showed that the effect of palm oil liquid waste significantly affected plant height, number of tillers, flowering age, grain weight / clump. While for the treatment of rice varieties was not significantly affected plant height, flower emergence age, harvest age. However, it has a significant effect on the number of tillers and the weight of the grain/clump.

Keywords: Rice plant, Varietes, Waste

PENDAHULUAN

Dalam upaya mempertahankan kelangsungan hidupnya, manusia berusaha memenuhi kebutuhan primernya. dan salah satu kebutuhan primer tersebut adalah makanan. kita maklum bahwa kebutuhan makanan pokok setiap penduduk di seluruh penjuru dunia ini satu sama lain berbeda, tetapi salah satu kebutuhan makanan pokok adalah beras atau nasi, dan sebagian besar penduduk Indonesia makanan pokoknya adalah nasi (beras). Beras adalah tumbuhan padi, berasal dari tumbuh-tumbuhan golongan rumput-rumputan (gramineae) yang sudah banyak dibudi dayakan di Indonesia semenjak lama (Ezward, *et.,al* 2019).

Dalam sejarah, hidup manusia dari tahun ke tahun mengalami perubahan yang diikuti pula oleh perubahan kebutuhan bahan makanan pokok. Hal ini bisa di buktikan di beberapa daerah di Indonesia ini. Yang semula makanan pokok nya adalah ketela, sagu, jagung, akhirnya berpindah makan nasi. Perubahan kebutuhan makanan pokok ini disamping karena kemajuan teknologi di bidang pertanian seperti pengairan dan teknis dan lain sebagai nya, juga disebabkan adanya perubahan atau peningkatan status ekonomi penduduk, atau karena alasan lain misalnya kandungan karbohidrat yang tinggi, kandungan energi dan lain sebagainya (Rusmawan & Ahmadi, 2014).

Tingkat produksi beras masih sangat rendah sehingga belum dapat memenuhi kebutuhan didalam negeri. Menurut Data Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Holtikultura Riau. Kebutuhan beras di daerah Riau mencapai 431.351 ton gabah kering giling (GKG) selama tahun 2002. Tal ini berkurang sebesar 6,6% dari produksi tahun sebelumnya 1999 yang mencapai 461.630 ton gabah kering giling. Hal ini selain disebabkan oleh berkurangnya luas areal lahan. Teknik budidaya yang sederhana, tidak menggunakan varietas tahan terhadap lingkungan yang berbeda, selain itu juga kurang tepatnya pemberian unsur hara, dimana kondisi tanah yang tidak menguntungkan dan tingginya serangan hama dan penyakit (Kurniawan, *et.,al* 2019).

Pemupukan adalah setiap usaha untuk menambah atau mencukupi unsur- unsur hara yang dibutuh kan tanaman, agar tanaman dapat tumbuh dan berkembang serta berproduksi seperti yang diharapkan. Salah satunya adalah penggunaan pupuk organik, pupuk organik mengandung bahan organik yang sangat penting karena mempunyai peranan diantaranya: dapat mengatur berbagai sifat tanah, sebagai penyangga. persediaan unsur hara bagi tanaman dan dapat memperbaiki struktur tanah (Misran, 2014).

Sedangkan persyaratan pengolahan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) menurut Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan No. Kep-03/Bapedal/09/1995 tanggal 5 September 1995 mempunyai Baku Mutu Limbah Cair Kegiatan Pengolahan Limbah Industri B3 sebagai berikut : pH (6-9), Cu (2 mg/l), Zn (5 mg/l), Cd (0,05 mg/l), Pb (0,01 mg/l), Amoniak bebas (NH₃-N) (1 mg/l), BOD₅ (50 mg/l), COD (100 mg/l), Minyak dan Lemak (10 mg/l) (Tumewu, *et., al* 2019).

Limbah kelapa sawit cair dapat mencemari lingkungan khususnya pada tanah dan air. Tetapi disamping itu limbah cair kelapa sawit mempunyai sisi positif dan prospek yang cerah untuk masa yang akan datang karena dapat di jadikan pupuk organik yang ramah lingkungan. Analisa lainnya pada limbah yaitu N, P, K, Mg dan lain-lain mempunyai potensi untuk dipakai sebagai pupuk tanaman. Akan diperoleh masing-masing sebanyak 70 kg N, 12 kg P, 150 kg K, 27 kg Mg, dan 32,5 Ca, dari tiap 100 ton limbah (Riyani, *et., al* 2013).

Bahan organik memiliki fungsi-fungsi penting dalam tanah yaitu: fungsi fisika yang dapat memperbaiki sifat fisika tanah seperti memperbaiki agregasi dan permeabilitas tanah; fungsi kimia dapat meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah. Meningkatkan daya sangga tanah dan meningkatkan ketersediaan beberapa unsur hara serta meningkatkan efisiensi penyerapan p; dan fungsi biologi sebagai sumber energi utama bagi aktifitas jasad renik tanah. Mengingat begitu penting peranan bahan organik, maka penggunaannya pada lahan-lahan yang kesuburannya mulai menurun menjadi amat penting untuk menjaga kelestarian sumberdaya lahan tersebut.(Lestari, *et al.*, 2024).

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Pulau Palas Tembilahan Hulu Riau, penelitian ini dilaksanakan selama 5 bulan. Dimulai Januari sampai Mei 2024. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair kelapa sawit, benih padi varietas PB-42, Cisokan, BTP. pupuk kandang, Dithan M-45, Decis. Sedangkan alat yang digunakan adalah Ember ukuran 30 cm, Baskom, Kayu, Paku, Kawat, Cangkul, Sabit, Kamera Digital, Handsprayer, Meteran, dan Alat Tulis Lainnya.

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) Secara faktorial terdiri dari 2 faktor, faktor pertama adalah faktor (L) Pemberian Limbah cair kelapa Sawit yang terdiri dari 4 taraf dan faktor kedua adalah faktor (V) varietas tanaman padi yang terdiri dari 3 taraf.

Faktor L (Pemberian pupuk limbah cair sawit) terdiri dari 4 taraf

L0 = Tanpa perlakuan / kontrol

L1 = limbah cair sawit kolam 1 (200 cc/ Plot)

L2 = limbah cair sawit kolam 2 (200 cc/ Plot)

L3 = limbah cair sawit kolam 3 (200 cc/ Plot)

Faktor V (varietas tanaman padi) terdiri dari 3 taraf :

V1 = Varietas PB-42

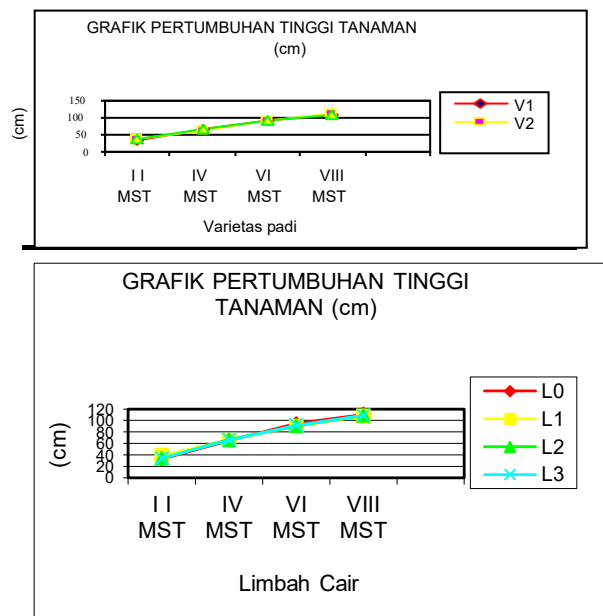
V2 = Varietas Cisokan

Data hasil pengamatan masing-masing perlakuan dianalisis secara statistik, bila f hitung lebih besar dari f tabel 5%, maka dilanjutkan dengan uji lanjut beda nyata jujur (BNJ) 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman merupakan ukuran bibit yang diamati sebagai parameter maupun sebagai indikator pertumbuhan rumput odot yang digunakan untuk mengukur pengaruh perlakuan yang diterapkan ataupun untuk mengukur pengaruh lingkungan terhadap produksi tinggi tanaman (Musyarofah & Wibowo, 2016).



Grafik 1. Rata-rata perhitungan tinggi tanaman Padi

Grafik: V1 = Varietas Cisokan, V2 = Varietas PB-42, L0 = (Tanpa Perlakuan/Kontrol) L1 = (Limbah Cair Kolam 1) L2 = (Limbah Cair Kolam 2) L3 = (Limbah Cair Kolam 3).

Hasil analisis sidik ragam (ansira) Pengaruh Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit dan dua varietas padi terhadap tinggi tanaman grafik 1 diatas menunjukkan bahwa tinggi tanaman pada perlakuan L0 (110 cm) tidak berbeda dengan perlakuan L3 (108 cm) dan perlakuan L3 (109 cm) tidak berbeda dengan perlakuan L2 (107) sedangkan perlakuan L2 tidak berbeda dengan perlakuan L1,(107 cm). Pengukuran tinggi tanaman perlakuan limbah kelapa sawit berbeda sangat nyata perbedaan tinggi tanaman karena pada penelitian ini limbah kelapa sawit yang dipakai mempunyai kandungan N,P,K,Mg dan Ca, sehingga sangat bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman, dalam ketersediaan unsur hara yang dibutuhkan telah terpenuhi. Selain itu perlakuan pada masing-masing limbah kelapa sawit cocok untuk membudidayakan tanaman padi sawah. Demikian pula dalam hal pemupukan Urea dan KCl berguna untuk merangsang pembentukan akar, dan mempertinggi tanaman (Saputra & Badal, 2022).

Menurut AAK (2006) tinggi batang tanaman padi tergantung pada jenis varietas yang digunakan padi jenis unggul biasanya berbatang pendek atau lebih pendek dari pada jenis lokal. Sedangkan jenis padi yang tumbuh di tanah rawa dapat lebih panjang lagi yaitu 2-6 meter. Menurut Ismail (1984) bahwa suatu tanaman tumbuh dan berkembang di daerah yang baru, dimana tanaman tersebut berusaha menyesuaikan diri sesuai dengan kemampuan fisiologis dan morfologis dengan keadaan sekeliling, berarti tanaman sudah dapat beradaptasi secara keseluruhan pada tempat yang baru. Selanjut nya Bittner (1988) menjelaskan adaptasi dapat berlangsung karena sebagian besar dari kebutuhan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman terpenuhi (Muvidah, & Sutiknjo, 2021).

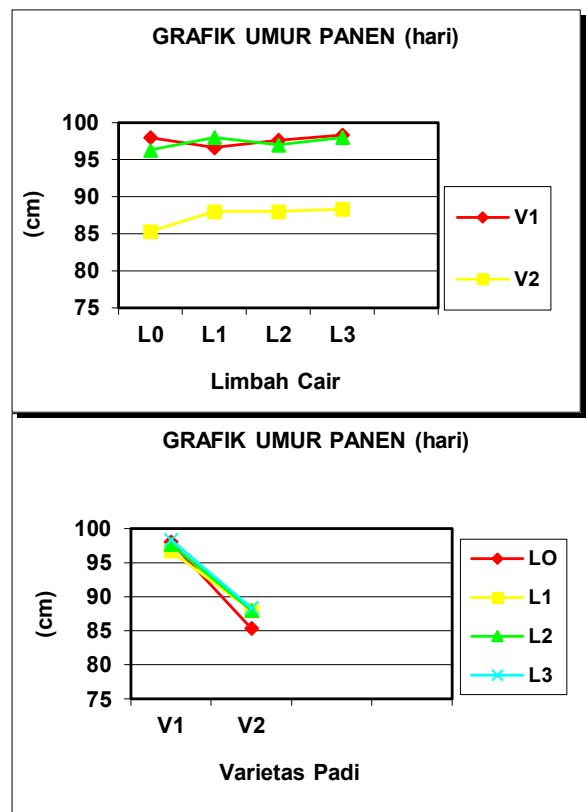
Pertumbuhan tinggi tanaman, terlihat bahwa setelah tanaman memasuki periode reproduktif ternyata pertumbuhan tinggi tanaman tidak terlihat, tetapi berjalan dengan lambat. Hal ini sesuai dengan pendapat yang dikemukakan oleh Amir dkk (1983) yang menyatakan bahwa pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi melalui tiga fase, yaitu fase vegetatif, generatif, dan reproduktif, walaupun pada periode reproduktif terjadi pertumbuhan dan perkembangan kuncup, bunga, dan buah, tetapi pertumbuhan vegetatif tetap berlangsung walaupun sangat lambat (Deshadiawarman, et al., 2018).

Perlakuan berbagai varietas padi tidak memberikan pengaruh, hal ini diduga karena varietas padi yang digunakan dianggap belum bisa beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang baru untuk mengeluarkan malai. Hal ini dimungkinkan karena sifat genetik atau keturunan lebih menonjol untuk tinggi tanaman. Adapun faktor lingkungan yang mempengaruhi tinggi tanaman tersebut seperti tanah, pemupukan, jarak tanam, dan

iklim. Selanjutnya semua varietas menunjukkan ketanggapan yang berbeda-beda untuk tinggi tanaman. Hal ini didukung oleh Kasno. A dan Sofyan (1999) ketersediaan P pada tanah masam dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satu diantaranya adalah kelarutan atau ketersediaan hara lain didalam tanah. Lahan masam merupakan lahan dimana ketersediaan atau kelarutan Al- dd tinggi, sehingga hara P yang ditambah kan maupun yang ada didalam tanah difiksasi menjadi Al-p dan tidak tersedi bagi tanaman. Kelarutan Al perlu di tekan untuk meningkatkan ketersediaan atau efesiensi penggunaan pupuk P. Kapur dan bahan organik merupakan bahan emelioran yang di kenal cukup baik untuk menekan kelarutan Al pada tanah masam, P alam dengan kandungan Ca cukup tinggi juga merupakan pupuk yang baik untuk menekan kelarutan Al dan meningkatkan ketersediaan hara (Jauhari, 2021).

Umur Panen (hari)

Umur panen di hitung berdasarkan HST (Hari Setelah Tanam), yang merujuk pada usia tanaman dalam satuan hari yang dihitung sejak benih atau bibit ditanam di lahan/media tanam



Grafik 2. Rata-rata perhitungan umur panen tanaman Padi

Grafik 2 menunjukkan bahwa umur panen pada perlakuan L3 (93,88 hari) tidak berbeda nyata dengan perlakuan. L2 (92,88 hari) L2 tidak berbeda nyata dengan perlakuan, L1 (93.22 hari) dan L1 tidak berbeda nyata dengan perlakuan L0 (92.22 hari).

Laju pertumbuhan relatif menunjukkan kemampuan tanaman untuk menumpuk bahan kering (biomasa) yang mengakibatkan pertambahan berat. Pembentukan biomasa tanaman meliputi semua bahan tanaman yang berasal dari hasil fotosintesis dan serapan unsur hara dan air yang diolah dalam proses biosintesis (Salisbury dan Ross,1995). Penyerapan unsur hara dan air sangat berkaitan dengan media tanam, dimana media tanam tanah campur bokasi dan limbah sawit dapat memperbaiki sifat fisik tanah berupa peningkatan ruang pori, perbaikan aerasi tanah, pori air tersedia permeabilitas tanah dan menurunkan ketahanan penetrasi (Ardian & Syafrinal, 2018).

Penggunaan bokasi kotoran sapi maupun mikroorganisme efektif telah banyak diteliti dan pada umumnya hasilnya positif. Menurut Higa (1995) hasil fermentasi bahan organik yang dilakukan oleh mikroorganisme efektif (EM) adalah asam laktat, asam amino, yang dapat diserap langsung oleh tanaman sebagai antibiotik yang mampu menekan pertumbuhan mikroorganisme yang merugikan. Pupuk bokasi kotoran sapi merupakan salah satu alternatif dalam penerapan teknologi pertanian organik yang berwawasan lingkungan dan berkelanjutan (Artini, 2017).

Pada grafik diatas memperlihatkan umur panen padi dari dua varietas. Dimana varietas V1 cisokan menunjukan umur saat malai keluar lebih cepat oleh karena itu merupakan pertanda bahwa umur panen lebih cepat. Hal ini berkaitan dengan faktor genetik yang menunjukan umur panen yang berlainan. Faktor genetik mengontrol umur tanaman melalui susunan gen dalam cromosomnya, disamping itu faktor lingkungan seperti tanah dan iklim yang mengatur proses-proses fisiologis. Selama penelitian ini setiap varietas memperoleh perlakuan yang sama karena ditanam pada lingkungan yang relatif sama (Mukarromah & Widodo, 2022).

Menurut (Supandi & Junaidi, 2019) mengataakan lamanya pertumbuhan vegetatif memberikan kesempatan pada tanaman untuk menumpuk hasil fotosintesis lebih besar, dan kemungkinan untuk memperpanjang umur saat panen, bila faktor kesuburan tanah dan faktor lingkungan seperti cahaya, suhu dan air menunjang. Jumin (1987) juga menjelaskan umur suatu tanaman ditentukan oleh faktor genetik dan lingkungan.

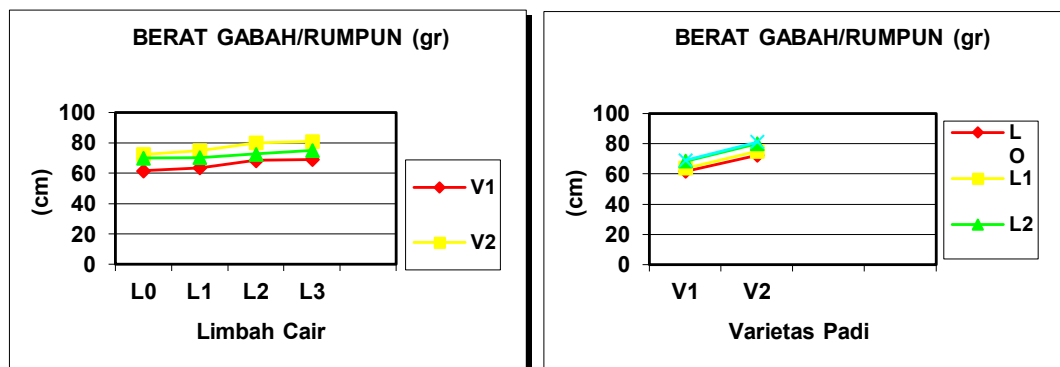
Setelah melalui fase vegetatif dan generatif tanaman padi sawah memasuki fase pemasakan yang lamanya berkisar antara 25 sampai 35 hari setelah keluar malai. Menurut Soemartono (1984) setelah terjadinya persarian maka perkembangan gabah memasuki fase pemasakan secara berurutan terdiri dari fase masak susu, masak kuning, masak penuh, dan masak mati (Adrianto, et.,al 2016).

Berdasarkan hasil parameter pengamatan perlakuan berbagai varietas padi tidak memberikan pengaruh, hal ini diduga karena berbagai varietas padi saling melihatkan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman padi, lain varietas lainpula sifat genetik masing-masing varietas dan berbeda pula kemampuannya untuk menyerap unsur hara. Dengan unsur hara yang cukup akan mempengaruhi kadar air gabah masing-masing varietas. Maka dengan demikian dapat ditarik hubungan yaitu apabila unsur dalam biji tinggi yang merupakan bahan padat karena pengaruh SiO_2 yang dapat meningkatkan fotosintesis berarti meningkatkan karbohidrat didalam biji, sehingga semakin cepat masa pemasakan biji dan akan mempercepat waktu panen.

Menurut Putra (2012) mengatakan bahwa pematangan buah adalah suatu proses fisiologis yaitu suatu proses perubahan dari kondisi yang tidak menguntungkan menjadi kondisi yang menguntungkan yang ditandai dengan perubahan tekstur, warna, rasa, dan aroma dari buah tersebut termasuk biji padi.

Berat Gabah (gram)

Berat gabah merupakan salah satu faktor utama yang menentukan produksi hasil panen tunggal padi dan tanaman



Grafik 3. Rata-rata Perhitungan Berat Gabah (gram) tanaman padi

Pada grafik 3 memperlihatkan berat gabah per rumpun masing-masing varietas padi dan limbah cair kelapa sawit berbeda nyata. Hal ini disebabkan oleh faktor genetik dari masing masing varietas tidak sama ketanggapannya tanaman terhadap lingkungan

abiotik. Bagian dari tanaman yang mengandung produksi seperti jumlah anakan menunjukkan berbeda nyata dari masing-masing varietas yang diuji.

Berdasarkan grafik diatas memperlihatkan berat gabah/ rumpun perlakuan limbah kelapa sawit berbeda sangat nyata perbedaan berat gabah karena pada penelitian ini limbah kelapa sawit yang dipakai mempunyai kandungan N, P, K, Mg dan Ca, sehingga sangat bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman, dalam ketersediaan unsur hara yang dibutuhkan telah terpenuhi. Selain itu perlakuan pada masing-masing limbah kelapa sawit cocok untuk membudidayakan tanamn padi sawah. Demikian pula dalam hal pemupukan Urea dan KCl berguna untuk merangsang pembentukan akar, dan mempertinggi tanaman.

Persaingan antar tanaman menyebabkan masing-masing tanaman harus tumbuh lebih tinggi agar memperoleh cahaya lebih banyak (Salisbury dan Ross, 1995). Pemanjangan batang pada tanaman sering menguntungkan dalam persaingan memperebutkan cahaya matahari, tetapi tidak demikian halnya pada pertanaman bebijian yang seragam. Peningkatan hasil biji diperoleh pada kultivar kerdil atau semi-kerdil yang mengalokasikan lebih banyak fotosintat ke biji daripada ke batang. Keuntungan lain ialah kultivar ini tidak akan rebah dibandingkan kultivar yang jangkung terutama jika dipupuk banyak nitrogen (Anhar, et., al 2016).

Suhaidi (1978) mengatakan produksi suatu tanaman dapat dilihatselama pertumbuhan vegetatif dan generatif, kalau pertumbuhanya tidak menunjukkan adanya penyimpangan kemungkinan untuk berproduksi sangat besar. Produksi berat gabah per rumpun sangat berkaitan dengan jumlah gabah bernas, menurut Tohari (1992) sebagian besar bahan kering biji padi-padian berasal dari asimilasi yang dihasilkan setelah pembungaan. Jadi produksi berat gabah per rumpun tergantung pada ukuran dan efesiensi permukaan asimilat yang ada setelah pembungaan, bagian bahan kering yang dihasilkan dan disimpan dalam biji relatif sedikit dan keneikan berat biji berikutnya merupakan pembesaran sel dan penimbunan pati atau lemak.walaupun demikian, hal ini sangat ditentukan pula oleh pertumbuhan tanaman, dan jumlah biji permalai karena walaupun tanamn pada saat memasuki fase generatif terjadi gangguan pertumbuhan, maka tetap juga jumlah gabah yang terbentuk tidak banyak, disini kembali faktir lingkungan dan genetik yang mempengaruhi berat gabah per rumpun.

Berat rata-rata tiap buah terus bertambah sampai saat panen (Lakshminarayana,1980). Pada tingkat permulaan pertumbuhan buah, biji mempunyai persentase berat buah tertinggi dibanding dengan kulit dan daging buahnya. Dengan

semakin masakny buah, sumbangan biji terhadap berat buah relatif berkurang dengan bertambah beratnya daging buah. Persentase sumbangan kulit terhadap berat buah bertambah sedikit dan setelah itu perlahan-lahan berkurang. Pada waktu masak berat kulit berkurang dengan mendadak disertai dengan terhentinya kenaikan berat daging buah. Penurunan berat ini disebabkan proses transpirasi dan respirasi sehingga mengakibatkan buah mengalami susut berat. Kehilangan berat dapat juga disebabkan oleh kehilangan karbon selama respirasi, namun hal ini ternyata kurang penting (Muchtadi, 1991). Hal ini didukung oleh Coursey (1979) yang menyatakan bahwa indeks panen suatu tanaman dipengaruhi oleh faktor genetisnya dan juga lingkungan tempat dimana tumbuh.

Gultom (1996) menjelaskan hubungan antara iklim dan pertumbuhan serta produksi tanamn padi sebagai berikut: tanaman padi menghendaki lingkungan yang terbuka yang banyak mendapat sinar matahari, bila waktu musim hujan langit sering berawan terutama pada pagi hari tanaman padi kurang pertumbuhan, srta kurang mengeluarkan anakan. Intensitas matahari besar besar pangaruhnya terhadap hasil gabah, terutama tanaman pada saat primordia bunga (30-45 hari)sebelum panen, karena 75-80% kandungan tepung pada gabah adalah hasil potosintesis pada masa berbunga. Berat gabah per rumpun dapat di tentukan persentase biji bernas, apabila bernas lebih baik maka berat gabah per rumpun akan menunjukan pula peningkatanya. Berat gabah per rumpun dapat dipengaruhi oleh 2 faktor, yaitu faktor genetik dan faktor lingkungan seperti jarak tanam, pemupukan dan iklim.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukan bahwa pengaruh pemberian limbah cair kelapa sawit berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, berat gabah/rumpun. Sedangkan untuk perlakuan varietas padi adalah tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, umur panen. Tetapi berpengaruh nyata terhadap dan berat gabah/rumpun.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrianto, J., Harianto, H., & Hutagaol, M. P. (2016). Peningkatan produksi padi melalui penerapan SRI (System of Rice Intensification) di kabupaten Solok Selatan. *Jurnal Agribisnis Indonesia (Journal of Indonesian Agribusiness)*, 4(2), 107-122. <https://doi.org/10.29244/jai.2016.4.2.107-122>
- Anhar, R., Hayati, E., & Efendi, E. (2016). Pengaruh dosis pupuk urea terhadap pertumbuhan dan produksi plasma nutfah padi lokal asal Aceh. *Jurnal Kawista Agroteknologi*, 1(1), 30-36.
- Ardian, A., & Syafrinal, S. (2018). Uji beberapa varietas dan tinggi muka air tanah

- terhadap pertumbuhan dan produksi padi (*Oryza sativa* L.) di lahan pasang surut. In *PROSIDING SEMINAR NASIONAL LINGKUNGAN LAHAN BASAH* (Vol. 3, No. 1, pp. 227-230).
- Artini, W. (2017). Kebutuhan Petani Untuk Pengembangan Usahatani Padi Organik (Studi Kasus Terhadap Kelompok Petani Padi Organik di Kabupaten Kediri). *Jurnal Agrinika: Jurnal Agroteknologi dan Agribisnis*, 1(1), 12-26.
- Deshadiawarman,, Aktrinisia, M., & SP MP dan Zinatal Hayati, S. P. (2018). Pengaruh pemberian pupuk organik cair terhadap pertumbuhan dan produksi padi (*Oryza sativa* l) di lahan gambut. *Jurnal Agro Indragiri*, 3(2), 285–291. <https://doi.org/10.32520/jai.v3i2.1019>
- Ezward, C., Kurniawan, D., & Susanto, H. (2019). Pengaruh Pemberian Berbagai Dosis Limbah Padat Kelapa Sawit (Sludge) Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Padi (*Oryza Sativa*. L) Dengan Metode Jajar Legowo 4: 1. *Jurnal sains agro*, 4(1). <https://doi.org/10.36355/jsa.v4i1.247>
- Jauhari, S. (2021). Keragaan pertumbuhan dan hasil tiga varietas padi pada rekomendasi pemupukan yang berbeda. *Jurnal Pangan*, 30(1), 1-12. <https://doi.org/10.33964/jp.v30i1.525>
- Kurniawan, O., Wahyudi, W. & Indrawanis, E. (2019). Uji perbandingan media tanam menggunakan limbah padat (sludge) kelapa sawit pada tanaman terung (*Solanum melongena* L.). *Green Swarnadwipa: Jurnal Pengembangan Ilmu Pertanian*, 1(1), 23–31.
- Lestari, C. A., Setiawan, A., Putri, A. M., Khairunnisa, F. D., Rahmadi, R., & Rochman, F. (2024). Efektivitas Pemberian Pupuk Organik, Anorganik, dan Hayati terhadap Produktivitas Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.). *J-Plantasimbiosa*, 6(2), 169-179.
- Misran, M. (2014). Studi sistem tanam jajar legowo terhadap peningkatan produktivitas padi sawah. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 14(2), 106–110.
- Mukarromah, W., & Widodo, S. (2022). Adopsi Sistem Tanam Jajar Legowo pada Usahatani Padi di Pulau Bawean. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agroinfo Galuh*, 9(2), 748-766.
- Musyarofah, N., & Wibowo, S. (2016). Pengaruh pemberian pupuk daun terhadap produktivitas padi sawah (*Oryza sativa* l.) melalui pendekatan ptt dan non ptt: the effect of foliar fertilizer to rice productivity (*Oryza sativa* l.) Through of ptt and non ptt approaches. *Jurnal Agrisistem*, 12(1), 1-9.
- Muvidah, V. I. & Sutiknjo, I. T. D. (2021). Analisis pengaruh dosis pupuk urea terhadap produksi padi di Desa Cerme Kecamatan Pace Kabupaten Nganjuk. *JINTAN: Jurnal Ilmiah Pertanian Nasional*, 1(1), 11-18.
- Putra, S. (2012). Pengaruh pupuk NPK tunggal, majemuk, dan pupuk daun terhadap peningkatan produksi padi gogo varietas Situ Patenggang. *Agrotrop. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Barat*, 2(1), 55-61.
- Riyani, R., Radian, R., & Budi, S. (2013). Pengaruh berbagai pupuk organik terhadap

pertumbuhan dan hasil padi di lahan pasang surut. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 2(2), 1-11. <https://doi.org/10.26418/jspe.v2i2.2669>

Rusmawan, D., & Ahmadi, A. (2014). Pengaruh Sistem Tanam Terhadap Peningkatan Produksi Padi dan Pendapatan Petani di Kabupaten Bangka. In *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian*. <https://doi.org/10.25181/prosemnas.v0i0.363>

Saputra, K. H., & Badal, B. (2022). Pengaruh Dosis Pupuk Npk (15: 15: 15) Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa* L.) Dengan Metode Sri (System Of Rice Intensification). *Jurnal Research Ilmu Pertanian*, 2(1), 78-87. <https://doi.org/10.31933/32xs4e80>

Supandji, S., & Junaidi, J. (2019). Pengaruh pupuk urea dan pupuk organik sapi terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman padi varietas IR. 64 (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Agrinika: Jurnal Agroteknologi Dan Agribisnis*, 3(2), 107-119.

Tumewu, P., Nangoi, R., Walingkas, S. A., Porong, V. J., Tulungen, A. G., & Sumayku, B. R. (2019). Pengaruh pupuk organik kirinyu untuk efisiensi penggunaan pupuk urea pada pertumbuhan tanaman padi (*Oryza sativa* L.). *Eugenia*, 25(3), 98-104. <https://doi.org/10.35791/eug.25.3.2019.33863>

Aklimatisasi Planlet Pisang (*Musa paradisiaca* L.) pada Sistem NFT dengan Variasi Media Tanam dan Inokulasi Mikoriza Arbuskular

Bayu Syahputra¹, Abdul Rahman¹, Gusmeizal¹, Raudha Anggraini Tarigan^{1*}

¹Departemen Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Medan Area

Email: raudha@staff.uma.ac.id

Abstrak

Aklimatisasi merupakan tahapan krusial dalam perbanyakan tanaman secara kultur jaringan, di mana planlet harus beradaptasi dari kondisi lingkungan aseptik ke lingkungan eksternal yang fluktuatif. Permasalahan utama pada tahap aklimatisasi adalah rendahnya tingkat kelangsungan hidup planlet yang dipengaruhi oleh faktor eksternal, terutama media tanam yang berperan dalam menyediakan unsur hara, aerasi, serta menjaga kelembapan di sekitar perakaran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh berbagai media tanam dan inokulasi mikoriza arbuskular terhadap keberhasilan aklimatisasi planlet pisang Cavendish (*Musa paradisiaca* L.) berbasis sistem hidroponik NFT (Nutrient Film Technique). Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor, yaitu komposisi media tanam dan dosis mikoriza arbuskular. Faktor pertama adalah perbandingan kompos kotoran kambing dengan media tanam (K), terdiri atas tiga taraf perlakuan, yaitu: K1 = pupuk kandang kotoran kambing + cocopeat + arang sekam (1:1:1), K2 = pupuk kandang kotoran kambing + cocopeat + arang sekam (2:1:1), dan K3 = pupuk kandang kotoran kambing + cocopeat + arang sekam (3:1:1). Faktor kedua adalah pemberian fungi mikoriza arbuskular (M), terdiri atas empat taraf perlakuan, yaitu: M0 = tanpa mikoriza, M1 = 5 g/tanaman, M2 = 10 g/tanaman, dan M3 = 15 g/tanaman. Parameter yang diamati meliputi persentase tumbuh, jumlah daun, luas daun, tinggi tanaman, diameter batang, panjang akar, dan bobot basah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi media tanam berpengaruh sangat nyata terhadap seluruh parameter pertumbuhan planlet pisang. Sementara itu, pemberian mikoriza arbuskular baik secara tunggal maupun dalam kombinasi dengan media tanam menunjukkan pengaruh yang tidak nyata terhadap pertumbuhan bibit pisang Cavendish selama masa aklimatisasi.

Kata kunci: Aklimatisasi, *Musa paradisiaca* L., Media tanam, Mikoriza arbuskular, NFT

Abstract

*Acclimatization is a crucial stage in plant propagation through tissue culture, during which plantlets must adapt from aseptic environmental conditions to a more fluctuating external environment. The major challenge during acclimatization is the low survival rate of plantlets, which is influenced by external factors, particularly the growing media that play an important role in supplying nutrients, ensuring adequate aeration, and maintaining moisture around the root zone. This study aimed to determine the effect of various growing media and arbuscular mycorrhizal inoculation on the success of Cavendish banana (*Musa paradisiaca* L.) plantlet acclimatization based on the NFT (Nutrient Film Technique) hydroponic system. The research employed a factorial Completely Randomized Design (CRD) with two factors, namely growing media composition and arbuscular mycorrhiza dosage. The first factor was the composition ratio of goat manure compost with growing media (K), consisting of three treatment levels: K1 = goat manure compost + cocopeat + rice husk charcoal (1:1:1), K2 = goat manure compost + cocopeat + rice husk charcoal (2:1:1), and K3 = goat manure compost + cocopeat + rice husk charcoal (3:1:1). The second factor was the application of arbuscular mycorrhizal fungi (M), consisting of four treatment levels: M0 = without mycorrhiza, M1 = 5 g/plant, M2 = 10 g/plant, and M3 = 15 g/plant. The observed parameters included survival percentage, number of leaves, leaf area, plant height, stem diameter, root length, and fresh weight. The results showed that variations in growing media had a highly significant effect on all growth parameters of the banana plantlets. Meanwhile, the application of arbuscular mycorrhiza, either individually or in combination with the growing media, did not show a significant effect on the growth of Cavendish banana plantlets during the acclimatization phase.*

Keywords: *Acclimatization, Musa paradisiaca* L., Growing media, Arbuscular mycorrhiza, NFT

PENDAHULUAN

Pisang (*Musa paradisiaca* L.) merupakan komoditas hortikultura penting yang berperan besar dalam ketahanan pangan dan ekonomi pertanian tropis. Produksi bibit yang seragam dan bebas penyakit menjadi salah satu tantangan utama untuk mendukung budidaya pisang skala besar. Teknik kultur jaringan (micropropagation) memungkinkan produksi massal planlet yang seragam, namun fase aklimatisasi *ex vitro* menempati tahap kritis yang menentukan tingkat keberhasilan pembibitan karena plantlet harus menyesuaikan diri dari kondisi aseptik *in vitro* menuju lingkungan eksternal yang lebih variabel (Toyosumi *et al.*, 2021).

Aklimatisasi yang sukses sangat dipengaruhi oleh kualitas media tanam dan pengelolaan lingkungan. Media yang ideal harus menyediakan ketersediaan hara, kapasitas menahan air, aerasi yang baik, serta bebas dari patogen—faktor-faktor tersebut mendukung perkembangan sistem perakaran dan pengambilan nutrisi planlet (Vernando, 2024; Eliyanti, 2023). Kombinasi bahan organik seperti kompos kotoran kambing, cocopeat, dan arang sekam banyak diteliti karena kemampuannya menciptakan profil fisik–kimia media yang seimbang (mis. porositas, retensi air, dan suplai hara organik) sehingga sering direkomendasikan untuk fase aklimatisasi bibit pisang. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Augustien *et al.*, (2019) menunjukkan bahwa hasil persentase bibit tumbuh pada media tanam cocopeat+arang sekam+tanah (1:1:2) dan media tanam cocopeat+arang sekam+pasir (1:1:2) memiliki kemampuan yang sama yaitu 96% sedangkan pada media tanam cocopeat+arang sekam+kompos (1:1:2) menunjukkan nilai yang rendah dari media yang lain yaitu 80%.

Beberapa studi modern menemukan bahwa aplikasi AMF dapat mempercepat pemulihan fisiologis plantlet dan berkontribusi pada parameter pertumbuhan tertentu, meskipun efeknya sering bergantung pada kondisi inokulum, waktu aplikasi, dan kualitas media (Dewir *et al.*, 2024; Akib *et al.*, 2024). Hasil penelitian yang dilakukan Herawan (2018) menunjukkan bahwa perlakuan 5 gram mikoriza pada planlet cendana dapat meningkatkan pertumbuhan akar dan menurunkan mortalitas pada aklimatisasi kultur jaringan.

Penggunaan sistem hidroponik tipe Nutrient Film Technique (NFT) sebagai media aklimatisasi merupakan pendekatan alternatif yang bertujuan mengurangi waktu, biaya, dan risiko penyakit yang biasa muncul pada media tanah. NFT memungkinkan kontrol nutrisi dan kelembapan yang lebih baik sehingga berpotensi meningkatkan rasio hidup dan

kualitas bibit hasil kultur jaringan (Toyosumi *et al.*, 2021). Namun, studi tentang kombinasi variasi media tanam (sebagai isi polybag/medium penyangga akar) dan inokulasi AMF pada NFT khususnya untuk tanaman pisang masih relatif terbatas dan memerlukan pengujian empiris untuk mengetahui kombinasi yang paling efektif

Berdasarkan penjabarannya tersebut diperlukan studi komprehensif yang menguji kombinasi variasi media (arang sekam, cocopeat, kompos kotoran kambing) dan dosis mikoriza dalam konteks sistem NFT untuk mendapatkan rekomendasi aplikasi praktis bagi pembibitan pisang Cavendish. Sehingga tujuan penelitian ini untuk Mengetahui efektifitas pemberian berbagai komposisi media tanam dan inokulasi mikoriza arbuskular untuk aklimatisasi dan adaptasi planlet pisang cavendish serta mendapatkan media tanam yang paling baik untuk aklimatisasi dan adaptasi planlet pisang cavendish.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di bulan Agustus hingga Desember 2022. Penelitian ini menggunakan metode rancangan acak lengkap factorial yang terdiri dari dua perlakuan yaitu perbandingan kompos kotoran kambing (K) dengan media taman dan pemberian FMA (Fungi Mikoriza Arbuskular) (M). Faktor pertama terdiri dari tiga taraf perlakuan, yaitu: K1 = pupuk kandang kotoran kambing + cocopeat + arang sekam (1:1:1), K2 = pupuk kandang kotoran kambing + cocopeat + arang sekam (2:1:1), dan K3 = pupuk kandang kotoran kambing + cocopeat + arang sekam (3:1:1). Faktor kedua terdiri atas empat taraf perlakuan, yaitu: M0 = tanpa mikoriza, M1 = 5 g/tanaman, M2 = 10 g/tanaman, dan M3 = 15 g/tanaman. Masing – masing perlakuan dilakukan sebanyak dua ulangan sehingga seluruh perlakuan menghasilkan total 36 plot percobaan. Data dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) pada taraf $\alpha = 5\%$. Apabila terdapat pengaruh nyata atau sangat nyata, maka dilakukan uji lanjut menggunakan Uji Jarak Berganda Duncan (DMRT) pada taraf $\alpha = 5\%$ untuk membedakan respons antar perlakuan.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yakni planlet pisang cavendish, Fungi Mikoriza Arbuskular (FMA), kompos kotoran kambing, fungisida Dithane M-45 (2 g/l) bakterisida Agrept arang sekam, cocopeat, air, nutrisi AB mix, dan polybag yang berukuran 15x17 cm. Alat yang digunakan dalam penelitian ini berupa instalasi hidroponik (Gambar 1), alat ukur tinggi tanaman, alat tulis, TDS, pH meter, jangka sorong, nampan, pinset, kompor, panci, dan timbangan analitik, serta kamera sebagai alat dokumentasi.

Pelaksanaan penelitian ini diawali dengan tahap persiapan alat dan bahan, persiapan media tanam, Hardening, Aklimatisasi Planlet Cavendish serta pemeliharaan.

Pada tahap persiapan, meliputi persiapan bahan dan alat yang akan digunakan. Pada tahap persiapan media tanam menunjukkan media tanam yang digunakan dalam aklimatisasi ini terdiri atas cocopeat dan arang sekam yang terlebih dahulu disterilkan. Setelah proses sterilisasi, media tersebut dicampurkan dengan pupuk kandang kotoran kambing dan FMA secara merata sesuai dengan perlakuan yang ditetapkan. Polybag yang digunakan diberi lubang pada bagian bawah sebagai jalur aerasi akar dan aliran larutan nutrisi pada sistem NFT. Selanjutnya, campuran media tanam dimasukkan ke dalam polybag hingga siap digunakan untuk proses aklimatisasi planlet. Tahap Hardening menunjukkan bahwa planlet pisang harus terlebih dahulu melakukan proses adaptasi sebelum dipindahkan ke fase aklimatisasi. Proses ini dilakukan dengan meletakkan botol yang berisi planlet pada lingkungan bersuhu ruang dan terhindar dari paparan cahaya matahari langsung selama 1–2 minggu (Aflamara, 2010). Selanjutnya, planlet pisang Cavendish dipindahkan ke tahap aklimatisasi. Proses pemindahan dilakukan dengan menyiapkan air bersih untuk membantu melepaskan planlet dari media agar. Planlet kemudian dikeluarkan secara hati-hati menggunakan pinset dan dicuci di bawah air mengalir hingga bebas dari sisa agar untuk mencegah pertumbuhan patogen. Selanjutnya, planlet direndam dalam larutan fungisida Dithane M-45 (2 g/L) selama 15 menit dan bakterisida Agrept (1 g/L) selama 30 menit. Setelah ditiriskan di atas kertas hingga kering, setiap planlet ditanam ke dalam satu polybag berisi media sesuai perlakuan, kemudian dipindahkan ke instalasi hidroponik NFT sesuai rancangan penelitian. Pada tahap pemeliharaan, beberapa kegiatan dilakukan untuk mendukung pertumbuhan planlet adalah penyiraman yang dilakukan sehari sekali pada sore hari untuk mencegah pembusukan batang. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan dengan aplikasi Dithane M-45 serta segera membuang bibit yang menunjukkan gejala busuk. Pemupukan menggunakan AB mix diberikan melalui aliran air seminggu sekali setelah akar tanaman mulai keluar dari polybag.

Parameter pengamatan yang dilakukan dalam penelitian ini yakni persentase hidup planlet pada minggu ke-4, 8, dan 12. Selanjutnya adalah parameter pertumbuhan tanaman yang terdiri dari jumlah daun, luas daun, tinggi tanaman, dan diameter batang yang diukur pada minggu 2 hingga 12. Parameter lainnya adalah panjang akar dan berat segar pada minggu 12.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase Hidup Planlet

Hasil uji sidik ragam persentase hidup planlet pisang cavendish dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Uji Sidik Ragam Persentase Hidup Planlet Pisang Cavendish

Sk	Fhit	Ftab	
		0,05	0,01
K	21,17 **	3,40	5,61
M	1,25 ^{tn}	3,01	4,72
KM	1,25 ^{tn}	2,51	3,67

Keterangan : tn = tidak nyata, * = berbeda nyata pada taraf 95 %, ** = berbeda sangat nyata pada taraf 99%.

Berdasarkan hasil uji sidik ragam pada Tabel 1, diketahui bahwa perlakuan berbagai kombinasi media tanam memberikan pengaruh sangat nyata terhadap persentase hidup planlet pisang Cavendish. Hal ini diduga karena media tanam yang digunakan mampu menyediakan unsur hara, memiliki daya ikat air yang baik, aerasi optimal, porositas memadai, serta tidak menjadi sumber patogen. Putri (2022) menyatakan bahwa media tanam yang baik harus memenuhi kriteria tidak mudah melapuk, bebas patogen, memiliki aerasi yang baik, serta mampu mengikat air dan unsur hara secara optimal.

Sebaliknya, hasil penelitian menunjukkan pengaruh yang tidak nyata pada perlakuan mikoriza dan interaksi antar komposisi media tanam dengan mikoriza. Interaksi antara media tanam dan mikoriza juga menunjukkan hasil tidak nyata terhadap persentase hidup planlet pisang Cavendish. Kondisi ini diduga karena planlet yang baru keluar dari kultur in vitro belum memiliki sistem perakaran dan jaringan vaskuler yang berkembang sempurna sehingga proses kolonisasi mikoriza pada akar belum optimal. Menurut Sastrahidayat (2010), fungi mikoriza arbuskular baru mampu berperan efektif setelah terdapat akar muda yang aktif melakukan pemanjangan dan pembentukan rambut akar sebagai tempat infeksi hifa mikoriza.

Selain itu, pada tahap awal aklimatisasi, planlet masih mengalami stres transisi lingkungan dari kondisi aseptik ke lingkungan eksternal yang cenderung fluktuatif. Akibatnya, energi tanaman lebih diprioritaskan untuk penyesuaian fisiologis daripada pembentukan simbiosis dengan mikoriza (Gunawan *et al.*, 2017). Hal ini diperkuat oleh Novianti *et al.* (2020) yang menyatakan bahwa penggunaan mikoriza pada tanaman kultur jaringan biasanya baru memberikan pengaruh nyata setelah tanaman memiliki sistem fotosintesis dan perakaran yang stabil pasca aklimatisasi.

Jumlah Daun

Hasil uji sidik ragam jumlah daun (helai) tanaman pisang cavendish dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rangkuman Uji Sidik Ragam Jumlah Daun (Helai) Tanaman Pisang Cavendish

SK	F. Hitung Jumlah Daun (Helai) pada 2 MSTP - 12 MSTP											Ftab	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	0,05	0,01
K	1,71 tn	0,14 tn	23,81 **	17,10 **	10,30 **	5,47 *	3,59 *	1,21 tn	6,15 **	3,85 *	2,00 tn	3,4	5,61
M	0,16 tn	2,85 tn	2,06 tn	2,39 tn	0,94 tn	0,32 tn	0,33 tn	0,58 tn	4,72 **	0,50 tn	1,51 tn	3,01	4,72
KM	1,34 tn	1,09 tn	3,26 *	3,63 *	1,73 tn	1,03 tn	0,79 tn	0,68 tn	1,95 tn	3,30 *	1,08 tn	2,51	3,67

Keterangan : tn = tidak nyata, * = berbeda nyata pada taraf 95 %, ** = berbeda sangat nyata pada taraf 99%.

Berdasarkan Tabel 2, perlakuan komposisi media tanam memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap jumlah daun pada umur 4, 5, 6, dan 10 MSPT, serta berpengaruh nyata pada umur 7, 8, dan 11 MSPT. Hal ini menegaskan bahwa kombinasi media tanam seperti arang sekam, cocopeat, dan kompos kotoran kambing mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara serta mendukung kondisi fisik media yang optimal bagi pertumbuhan daun. Sebagai tambahan, media tersebut memiliki porositas dan aerasi yang baik sehingga akar dapat berkembang lebih optimal dan penyerapan hara lebih efisien. Selain itu, kandungan bahan organik dari kompos kotoran kambing juga berperan dalam menyediakan unsur hara makro, terutama nitrogen yang berfungsi merangsang pertumbuhan daun secara aktif. Pernyataan ini sejalan dengan Wardani (2013) bahwa media tanam yang baik harus mampu mengikat air dan unsur hara, memiliki aerasi yang cukup, serta tidak menjadi sumber patogen. Temuan ini juga didukung oleh penelitian Kania (2018) yang menunjukkan bahwa kompos kotoran kambing mengandung unsur hara makro seperti N, P, dan K yang penting dalam pembentukan daun. Penelitian terbaru oleh Dewi et al. (2022) menambahkan bahwa cocopeat dan arang sekam memiliki kemampuan mempertahankan kelembapan dan meningkatkan respirasi akar, sehingga pertumbuhan daun pada fase aklimatisasi dapat berlangsung lebih optimal.

Perlakuan mikoriza arbuskular (FMA) dan interaksi antar komposisi media tanam dengan FMA pada penelitian ini tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun tanaman pisang Cavendish pada seluruh waktu pengamatan. Hal ini diduga karena proses kolonisasi FMA memerlukan sistem perakaran yang lebih berkembang sebelum simbiosis mampu meningkatkan penyerapan hara secara optimal, sedangkan planlet hasil kultur jaringan umumnya masih memiliki akar yang belum matang pada fase awal aklimatisasi (Hartmann

et al., 2021). Selain itu, media tanam yang kaya unsur hara seperti campuran cocopeat, arang sekam, dan kompos kambing dapat mengurangi ketergantungan tanaman terhadap FMA dalam memperoleh nutrisi, sehingga respons pertumbuhan daun antara tanaman bermikoriza dan tanpa mikoriza menjadi tidak berbeda nyata (Sutanto et al., 2022). Penggunaan fungisida untuk mencegah serangan patogen selama aklimatisasi juga berpotensi menekan viabilitas propagul FMA, sehingga kolonisasi yang terjadi rendah dan belum mampu memberikan pengaruh fisiologis yang berarti (Rahman & Widodo, 2020). Beberapa penelitian juga melaporkan bahwa efek FMA lebih sering terlihat pada fase pertumbuhan lanjut atau pada variabel pertumbuhan tertentu seperti biomassa akar, serapan fosfor, serta ketahanan terhadap cekaman lingkungan, bukan pada jumlah daun selama fase aklimatisasi awal (Suparno et al., 2023). Dengan demikian, ketidakterlihatan pengaruh nyata FMA terhadap jumlah daun dalam penelitian ini dapat dikaitkan dengan kondisi akar awal, kecukupan nutrisi pada media, serta faktor teknis aplikasinya yang berpotensi memengaruhi keberhasilan kolonisasi.

Luas Daun

Hasil uji sidik ragam luas daun tanaman (cm²) pisang cavendish dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rangkuman Uji Sidik Ragam Luas Daun Tanaman (cm²) Pisang Cavendish

SK	F. Hitung Jumlah Daun (Helai) pada 2 MSTP - 12 MSTP											F _{tab}	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	0,05	0,01
K	5,28 *	8,89 **	11,35 **	12,72 **	14,46 **	21,34 **	19,90 **	14,89 **	26,51 **	23,75 **	18,98 **	3,4	5,61
M	2,64 tn	2,89 tn	1,66 tn	1,02 tn	2,56 tn	3,23 *	1,99 tn	1,31 tn	0,82 tn	1,47 tn	0,83 tn	3,01	4,72
KM	0,92 tn	1,79 tn	1,68 **	1,49 tn	1,23 tn	2,85 *	1,78 tn	1,90 tn	2,30 tn	2,03 tn	2,05 tn	2,51	3,67

Keterangan : tn = tidak nyata, * = berbeda nyata pada taraf 95 %, ** = berbeda sangat nyata pada taraf 99%.

Berdasarkan hasil analisis statistik pada Tabel 3, perlakuan komposisi media tanam memberikan pengaruh nyata (2 MSPT) hingga sangat nyata (3 – 12 MSPT) terhadap pertambahan luas daun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan terbaik terdapat pada K1 yaitu 888,43 cm² dan perlakuan terendah terdapat pada K3 yaitu 484,12 cm². Respon pertumbuhan tersebut menunjukkan bahwa kombinasi media tanam yang terdiri atas arang sekam, cocopeat, dan kompos kotoran kambing dapat meningkatkan luas daun.

Media arang sekam dalam penelitian ini berperan dalam meningkatkan porositas dan aerasi media sehingga mendukung respirasi akar dan pergerakan air dalam media, yang pada akhirnya meningkatkan aktivitas metabolisme tanaman. Struktur media yang porous

juga mencegah genangan air yang dapat menyebabkan hipoksia akar (Vernando, 2024). Selain itu, cocopeat pada media tanam berkontribusi pada peningkatan kapasitas simpan air dan keseimbangan kelembapan di sekitar akar, sehingga planlet yang baru beradaptasi dari kondisi *in vitro* terhindar dari stres kekeringan maupun kelebihan air (Aprianto, 2023).

Kompos kotoran kambing berfungsi sebagai sumber unsur hara makro (N, P, K) dan mikro yang penting dalam pembentukan organ vegetatif, terutama nitrogen yang berperan besar dalam sintesis protein dan klorofil sehingga berpengaruh langsung terhadap pembentukan daun baru (Hidayati *et al.*, 2022). Kombinasi ketiga bahan tersebut menghasilkan media yang remah serta mendukung interaksi optimal antara akar dengan air dan unsur hara, sehingga planlet dapat meningkatkan laju pertumbuhan daun seiring bertambahnya umur tanaman. Hal tersebut sejalan dengan pendapat bahwa karakteristik media tanam yang ideal harus memenuhi keseimbangan antara aerasi, retensi air, dan ketersediaan hara bagi tanaman (Wardani, 2013; Aprianto, 2023).

Selanjutnya, hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan inokulasi mikoriza arbuskular (FMA) memberikan pengaruh tidak nyata terhadap luas daun tanaman pisang pada umur 2–12 MSPT, kecuali pada umur 7 MSPT yang menunjukkan pengaruh nyata. Hasil ini mengindikasikan bahwa respons tanaman terhadap kolonisasi FMA tidak terjadi secara instan, tetapi memerlukan waktu untuk proses adaptasi serta pembentukan struktur simbiosis di akar. Hal ini sejalan dengan temuan Wu *et al.* (2020) bahwa peningkatan luas daun akibat FMA baru tampak setelah koloni mikoriza berkembang optimal dan jaringan hifa eksternal mampu menyalurkan hara dan air secara efektif. Hasil penelitian ini juga sejalan dengan hasil penelitian pada aklimatisasi pisang oleh Taufik *et al.* (2022), yang menyatakan bahwa pengaruh mikoriza terhadap pertumbuhan daun pada tahap awal sering tidak konsisten karena sistem perakaran tanaman masih dalam fase pemulihan setelah pindah tanam.

Sementara itu, hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan media tanam dan inokulasi mikoriza arbuskular memberikan pengaruh sangat nyata pada umur 4 MSPT dan berpengaruh nyata pada umur 7 MSPT, namun tidak berpengaruh nyata pada umur lainnya (2, 3, 5–6, dan 8–12 MSPT) terhadap luas daun bibit pisang Cavendish pada fase aklimatisasi. Hal ini menunjukkan bahwa respon pertumbuhan tanaman terhadap interaksi kedua faktor bersifat dinamis dan dipengaruhi oleh fase perkembangan tanaman. Interaksi tersebut tidak signifikan pada sebagian besar waktu pengamatan diduga karena pada fase awal (2–3 MSPT), akar tanaman masih dalam proses adaptasi dan pemulihan

akibat perpindahan dari kultur in vitro ke lingkungan ex vitro, sehingga kolonisasi mikoriza belum optimal (Taufik et al., 2022). Wu et al. (2020) menjelaskan bahwa pengaruh mikoriza dalam peningkatan pertumbuhan tanaman seringkali bersifat fluktuatif dan sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan, ketersediaan hara, jenis media serta umur tanaman..

Tinggi Tanaman

Hasil uji sidik ragam tinggi tanaman (cm) pisang cavendish dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rangkuman Uji Sidik Ragam Tinggi Tanaman (cm) Pisang Cavendish

SK	F. Hitung Jumlah Daun (Helai) pada 2 MSTP - 12 MSTP											Ftab	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	0,05	0,01
K	14,01 **	22,24 **	25,50 **	15,31 **	13,19 **	16,14 **	16,98 **	35,24 **	20,17 **	32,49 **	18,49 **	3,4	5,61
M	1,59 tn	1,43 tn	1,66 tn	1,16 tn	1,02 tn	1,47 tn	1,12 tn	1,69 tn	0,87 tn	1,82 tn	1,16 tn	3,01	4,72
KM	0,85 tn	1,42 tn	1,58 tn	1,18 tn	1,31 tn	1,09 tn	1,22 tn	2,59 *	2,03 tn	2,81 *	1,97 tn	2,51	3,67

Keterangan : tn = tidak nyata, * = berbeda nyata pada taraf 95 %, ** = berbeda sangat nyata pada taraf 99%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan komposisi media tanam berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman dari umur 2 hingga 12 MSPT. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata – rata tinggi tanaman terdapat pada perlakuan K1 sebesar 66,45 cm dan rata – rata tinggi tanaman terendah terdapat K3 sebesar 45,33 cm. Peningkatan tinggi tanaman pada seluruh waktu pengamatan dikaitkan dengan ketersediaan unsur nitrogen (N) dari kompos kotoran kambing yang membantu pembentukan jaringan vegetatif, khususnya pada batang semu dan daun (Sutanto et al., 2020). keberlanjutan pertumbuhan tinggi selama 2–12 MSPT sejalan dengan karakter pertumbuhan bibit pisang Cavendish yang memiliki laju pertumbuhan batang semu progresif sepanjang fase vegetatif (Patel et al., 2023).

Perlakuan mikoriza arbuskular (FMA) dan interaksi antar komposisi media tanam dengan FMA pada penelitian ini tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan M0 memberikan rata-rata tinggi tanaman sebesar 63,28 cm dan yang terendah terdapat pada M2 dengan rata – rata tinggi tanaman sebesar 57,11 cm. Pada kombinasi media tanam dan inokulasi mikoriza arbuskular, nilai tertinggi terdapat pada K2M0 (24,56 cm) dan terendah terdapat pada K3M2 (13,61 cm).

Hasil penelitian ini disebabkan oleh beberapa faktor fisiologis dan lingkungan pada fase aklimatisasi. Plantlet hasil kultur in vitro umumnya memiliki sistem perakaran yang belum sempurna, terutama dalam pembentukan jaringan pembuluh dan rambut akar.

Akibatnya, proses kolonisasi mikoriza dan transfer unsur hara melalui hifa eksternal belum berlangsung optimal, sehingga tidak mampu mendukung pertumbuhan tinggi tanaman secara signifikan pada fase awal pertumbuhan *ex vitro* (Grzelak *et al.*, 2024). Selanjutnya, kandungan media tanam yang sudah kaya hara, terutama dari kombinasi cocopeat, arang sekam, dan kompos kotoran kambing, juga dapat mengurangi ketergantungan tanaman pada simbiosis mikoriza. Ketika suplai hara telah tergolong tinggi di media, maka kontribusi mikoriza terhadap perpanjangan batang menjadi kurang signifikan (Dewir *et al.*, 2024).

Disisi lain, menurut Spinoso-Castillo *et al.*, (2023) penggunaan fungisida selama proses hardening dan aklimatisasi dapat pula menurunkan viabilitas spora FMA, sehingga menghambat proses infeksi akar dan pembentukan simbiosis yang efektif. Selain itu, FMA pada tinggi tanaman selama 2–12 MSPT tidak selalu menandakan FMA tidak bermanfaat secara keseluruhan, melainkan bahwa efeknya bersifat parameter-spesifik dan temporally delayed.

Diameter Batang

Hasil uji sidik ragam diameter batang tanaman (mm) pisang cavendish dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rangkuman Uji Sidik Ragam Diameter Batang Tanaman (mm) Pisang Cavendish

SK	F. Hitung Jumlah Daun (Helai) pada 2 MSTP - 12 MSTP											F _{tab}	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	0,05	0,01
K	13,00 **	20,66 **	18,36 **	16,14 **	19,71 **	14,95 **	14,25 **	16,44 **	14,72 **	13,82 **	12,56 **	3,40	5,61
M	1,00 tn	3,89 *	3,13 *	1,95 tn	3,54 *	2,87 tn	2,66 tn	2,20 tn	1,57 tn	1,63 tn	0,92 tn	3,01	4,72
KM	0,67 tn	3,33 *	2,55 *	1,95 tn	2,80 *	2,70 *	2,30 tn	2,04 tn	1,67 tn	1,93 tn	2,21 tn	2,51	3,67

Keterangan : tn = tidak nyata, * = berbeda nyata pada taraf 95 %, ** = berbeda sangat nyata pada taraf 99%.

Berdasarkan hasil penelitian, perlakuan kombinasi berbagai media tanam memberikan pengaruh sangat nyata terhadap diameter batang tanaman pisang Cavendish pada umur 2 MSPT hingga 12 MSPT. Diameter terbesar terdapat perlakuan K1 sebesar 97,08 mm dan diameter terendah terdapat pada perlakuan K3 sebesar 58,67 mm. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan proporsi kompos kotoran kambing, cocopeat, dan arang sekam berperan penting dalam menyediakan kondisi fisik dan kimia media yang optimal bagi perkembangan jaringan batang. Dukungan nutrisi yang baik serta media yang stabil memungkinkan tanaman mengalokasikan hasil fotosintesis lebih optimal untuk pertumbuhan diameter batang. Hal ini sejalan dengan penelitian Lestari *et al.* (2023), yang

melaporkan bahwa kombinasi media organik seperti kompos dan arang sekam meningkatkan penyerapan hara dan mempercepat pembesaran batang pada bibit pisang. Selain itu, Sukma *et al.* (2020) menambahkan bahwa media tanam dengan aerasi optimal mendorong perkembangan meristem batang sehingga meningkatkan ketebalan batang sebagai bagian dari adaptasi struktural terhadap lingkungan baru pada fase aklimatisasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh mikoriza berbeda nyata pada 3,4,6 MSPT dan tidak berbeda nyata pada 1,7,8,9,10,11,12 MPST. Rata – rata diameter batang tertinggi terdapat pada M3 yakni sebesar 84,11 mm dan rata – rata diameter batang terendah terdapat pada terendah terdapat pada M0 yakni sebesar 78,89 mm. Hal ini menunjukkan bahwa respons tanaman terhadap kolonisasi FMA terjadi secara bertahap dan tidak langsung, terutama pada fase awal pertumbuhan setelah bibit diaklimatisasi. FMA membutuhkan waktu untuk beradaptasi di jaringan akar sebelum membentuk hubungan simbiosis yang efektif dalam peningkatan serapan hara dan air (Rahmawati *et al.*, 2021). Selanjutnya, pada umur lebih lanjut (7–12 MSPT), pertumbuhan batang mulai melambat karena fase pertumbuhan vegetatif mendekati stabil, sehingga respons perbedaan antarperlakuan menjadi mengecil dan tidak berbeda nyata secara statistik (Nugroho *et al.*, 2020). Fenomena ini juga dilaporkan dalam penelitian terhadap pisang Ambon dan Cavendish yang menunjukkan bahwa efek mikoriza paling kuat terjadi pada awal hingga pertengahan fase vegetatif (Siregar *et al.*, 2023).

Sementara itu, pada perlakuan kombinasi media tanam dan inokulasi mikoriza menunjukkan pengaruh nyata pada umur 6 dan 7 MSPT dan tidak berpengaruh nyata pada umur 1,2,3,4,5, 8 10,11,12. Berdasarkan perlakuan kombinasi tersebut, diameter tertinggi terdapat pada perlakuan K2M0 sebesar 32,22 mm dan diameter terendah terdapat pada K3M2 sebesar 17,44 mm. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa media tanam yang optimal dalam menyediakan hara dan aerasi dapat mendukung pertumbuhan batang tanaman meskipun tanpa mikoriza. Kombinasi media K2 yang menggunakan komposisi seimbang arang sekam, cocopeat, dan kompos memiliki struktur remah, porositas baik, dan kestabilan kelembapan yang ideal untuk perkembangan akar (Wulandari & Pratama, 2022). Hal ini mendukung temuan bahwa keberhasilan inokulasi mikoriza sangat dipengaruhi oleh ketersediaan hara dan kondisi fisik media yang mendukung kolonisasi akar (Setiawan *et al.*, 2023). Dengan demikian, pengaruh mikoriza tidak selalu positif apabila kondisi media tanam tidak optimal untuk pertumbuhan dan aktivitas hifa mikoriza.

Panjang Akar

Hasil uji sidik ragam panjang akar tanaman (cm) pisang cavendish dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Uji Sidik Ragam Panjang Akar Tanaman (cm) Pisang Cavendish

Sk	Fhit	Ftab	
		0,05	0,01
K	1,67 tn	3,40	5,61
M	0,14 tn	3,01	4,72
KM	1,37 tn	2,51	3,67

Keterangan : tn = tidak nyata, * = berbeda nyata pada taraf 95 %, ** = berbeda sangat nyata pada taraf 99%.

Pada pengamatan panjang akar, hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan komposisi media tanam, mikoriza dan interaksi antar komposisi media tanam dan mikoriza tidak menunjukkan pengaruh yang nyata. Panjang akar tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan K3M0 sebesar 236,92 cm dan panjang akar tanaman terendah terdapat pada perlakuan K1M0 sebesar 136,42 cm. Hal ini dikarenakan pada fase awal aklimatisasi, tanaman cenderung lebih memprioritaskan adaptasi morfologis dan fisiologis terhadap lingkungan baru daripada pertumbuhan pemanjangan akar (Wu *et al.*, 2021). Selain itu, jika ketersediaan nutrisi pada media sudah mencukupi seperti pada kombinasi media cocopeat, arang sekam, dan kompos kotoran kambing tanaman tidak terlalu bergantung pada peran mikoriza dalam penyerapan hara, sehingga efeknya menjadi tidak signifikan secara statistik (Eliyanti & Rini, 2023).

Berat Basah

Hasil uji sidik ragam panjang akar tanaman (cm) pisang cavendish dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Uji Sidik Ragam Panjang Akar Tanaman (cm) Pisang Cavendish

Sk	Fhit	Ftab	
		0,05	0,01
K	13,12 **	3,40	5,61
M	0,57 tn	3,01	4,72
KM	1,28 tn	2,51	3,67

Keterangan : tn = tidak nyata, * = berbeda nyata pada taraf 95 %, ** = berbeda sangat nyata pada taraf 99%.

Hasil berat basah tanaman menunjukkan pengaruh yang nyata pada perlakuan komposisi media tanam dan berpengaruh tidak nyata terhadap mikoriza dan interaksi antar komposisi media tanam dengan mikoriza. Hasil menunjukkan bahwa berat basah tanaman tertinggi terdapat perlakuan K2 yaitu 830 gram dan berat basah terendah terdapat pada perlakuan K3 yaitu 426 gram. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nutrisi dari media

tanam lebih dominan dibanding kontribusi mikoriza dalam fase awal aklimatisasi pisang Cavendish. Media tanam yang mengandung kompos kotoran kambing mampu menyediakan unsur hara makro penting seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), yang berperan langsung dalam pertumbuhan vegetatif tanaman dan akumulasi biomassa segar (Kania, 2018). Selain itu, arang sekam dan cocopeat meningkatkan aerasi serta kapasitas tukar kation media sehingga penyerapan nutrisi lebih optimal (Sari *et al.*, 2022). Sementara itu, Kolonisasi mikoriza membutuhkan waktu untuk berkembang dan baru memberikan kontribusi nyata setelah tanaman benar-benar beradaptasi dan akar memiliki jaringan vaskular yang lebih matang (Radi *et al.*, 2025). Oleh karena itu, peran mikoriza dalam peningkatan biomassa segar belum optimal pada periode pengamatan ini.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa komposisi media tanam berpengaruh nyata terhadap seluruh parameter pertumbuhan (persentase tumbuh, jumlah daun, luas daun, tinggi tanaman, diameter batang, panjang akar, dan bobot basah) pada fase aklimatisasi plantlet pisang Cavendish. Media tanam K1 (arang sekam + cocopeat + kompos kotoran kambing = 1:1:1) memberikan hasil pertumbuhan terbaik. Disisi lain, Inokulasi mikoriza arbuskular tidak menunjukkan pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan bibit pisang Cavendish selama aklimatisasi. Selanjutnya, kombinasi media tanam dan mikoriza arbuskular tidak memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan bibit pisang Cavendish pada fase aklimatisasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Akib, M. A., Ilmi, N., Risnawati, R., Prayudyaningsih, R., & Syatrawati, S. (2024). Correlation of arbuscular mycorrhizal dosage with level of colonization, nutrient concentration, and photosynthesis pigment of Cavendish banana plant. *Kultivasi*, 23(3), 258-272.
- Aprianto, A., Hanum, C., & Mukhlis, M. (2023). Effectiveness of Shade and Cocopeat as a Growing Media for Acclimatization of Barangan Banana (*Musa acuminata* lin) Plants. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(7), 5560-5567. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i7.3961>
- Augustien, N., Sukendah, Triani, N., Rahayuningsih, NB. (2019). Aklimatisasi Plantlet Pisang Cavendish (*Musa Acuminata*) Pada Perbedaan Komposisi Media Tanam. *Gontor AGROTECH Science Journal*, 5(2), 111-126.
- Dewi, I. P., Andriani, R., & Putra, A. (2022). Pengaruh berbagai media tanam terhadap pertumbuhan bibit pisang pada fase aklimatisasi. *Jurnal Hortikultura Tropika*, 5(2), 45–54.

- Dewir, Y. H., Al-Aizari, A. A., Al-Obeed, R. S., Alshahrani, T. S., Habib, M. M., Malik, J. A., ... & Alwahibi, M. S. (2024). Application of Arbuscular Mycorrhizal Fungi for Improved Growth and Acclimatization of Micropropagated Fegra Fig (*Ficus palmata* Forssk.) Plantlets. *HortScience*, 59(11), 1674-1681. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI18211-24>
- Grzelak, M., Pacholczak, A., & Nowakowska, K. (2024). Challenges and insights in the acclimatization step of micropropagated woody plants. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 159(3), 72. <https://doi.org/10.1007/s11240-024-02923-1>
- Gunawan, D., Syafi'i, M., & Rini, T. (2017). Pengaruh mikoriza terhadap adaptasi tanaman pada fase awal pertumbuhan. *Jurnal Agronomi*, 25(2), 112–120.
- Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T., & Geneve, R. L. (2021). *Plant propagation: Principles and practices* (10th ed.). Pearson.
- Hidayati, N., Sari, R. P., & Ramadhan, M. (2022). Nutrient composition of goat manure and its effect on vegetative growth of horticultural crops. *Indonesian Journal of Agrochemistry*, 15(3), 45–52.
- Kania, N. (2018). Pemanfaatan pupuk kandang kambing untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman hortikultura. *AgroPlant*, 6(1), 33–40.
- Kania, N. (2018). Potensi kompos kotoran kambing sebagai sumber hara organik pada tanaman hortikultura. *Jurnal Agro*, 5(3), 112–118.
- Lestari, W., Nurjannah, A., & Hidayat, R. (2023). Performa pertumbuhan bibit pisang pada berbagai media organik. *Jurnal Hortikultura Tropika*, 11(1), 15–24.
- Novianti, R., Putra, S., & Lestari, D. (2020). Respon planlet kultur jaringan terhadap aplikasi mikoriza pada masa aklimatisasi. *Jurnal Hortikultura*, 30(1), 55–63.
- Nugroho, H., Setiawan, T., & Mulyadi, A. (2020). Dinamika pertumbuhan vegetatif tanaman pisang pada fase aklimatisasi. *Jurnal Agrobiogen*, 16(2), 81–90.
- Patel, V., Singh, G., & Sharma, A. (2023). Early vegetative growth characteristics of Cavendish banana in nursery conditions. *International Journal of Fruit Science*, 23(1), 56–68. <https://doi.org/10.1080/15538362.2022.2159043>
- Radi, H., Koufan, M., Belkoura, I., Koussa, T., & Mazri, M. A. (2025). In Vitro Mycorrhization for Plant Propagation and Enhanced Resilience to Environmental Stress: A Review. *Plants*, 14(14), 2097. <https://doi.org/10.3390/plants14142097>
- Rahman, A., & Widodo, P. (2020). Effect of fungicide application on the viability of arbuscular mycorrhizal fungi during acclimatization of tissue culture plantlets. *Journal of Tropical Horticulture*, 3(2), 45–53.
- Rahmawati, D., Hasibuan, S., & Tamba, A. (2021). Efisiensi kolonisasi mikoriza arbuskular pada tanaman hortikultura dan pengaruhnya terhadap serapan hara. *Jurnal Ilmu Tanah Tropika*, 9(3), 155–164.

- Sari, D. P., Wulandari, R., & Hidayat, M. (2022). Growth responses of banana under various organic media mixtures. *Journal of Tropical Crop Science*, 9(1), 21–28. <https://doi.org/10.1007/s11829-022-09876-5>
- Sastrahidayat, I. R. (2010). *Mikoriza dan Aplikasinya pada Tanaman*. UB Press: Malang.
- Setiawan, D., Nurhalim, A., & Yusuf, M. (2023). Efektivitas mikoriza arbuskular pada berbagai komposisi media tanam terhadap pertumbuhan tanaman buah tropis. *Jurnal Mikrobiologi Terapan*, 8(1), 14–22.
- Siregar, M., Tarigan, B., & Fadillah, N. (2023). Respon varietas pisang terhadap aplikasi mikoriza pada fase pertumbuhan vegetatif. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 14(1), 33–42.
- Spinoso-Castillo, J. L., Moreno-Hernández, M. D. R., Mancilla-Álvarez, E., Sánchez-Segura, L., Sánchez-Páez, R., & Bello-Bello, J. J. (2023). Arbuscular mycorrhizal symbiosis improves ex vitro acclimatization of sugarcane plantlets (*Saccharum* spp.) under drought stress conditions. *Plants*, 12(3), 687. <https://doi.org/10.3390/plants12030687>
- Sukma, R., et al. (2020). Respon pertumbuhan vegetatif tanaman pada media berporositas tinggi dalam fase aklimatisasi kultur jaringan. *Plant Production Science*, 23(6), 785–792.
- Suparno, T., Wahyuni, S., & Mulyadi, M. (2023). Response of banana plantlets to arbuscular mycorrhizal fungi during ex vitro establishment. *International Journal of Agricultural Biology*, 29(1), 112–120.
- Sutanto, A., Yuliana., & Kurniawan, T. (2020). Pengaruh pupuk organik terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman hortikultura. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(4), 321–329.
- Sutanto, R., Wibowo, A., & Lestari, D. (2022). Growth performance of banana cv. Cavendish on different organic growing media during acclimatization. *AgroScience Journal*, 14(3), 98–106.
- Taufik, R., Sari, D., & Amran, M. (2022). Respons pertumbuhan planlet pisang pada fase aklimatisasi dengan aplikasi mikoriza arbuskular. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 13(2), 145–153.
- Toyosumi, I. D. S., Silva, T. S. M. D., Melo, D. M., Azevedo Neto, A. D. D., Soares, T. M., & Coelho Filho, M. A. (2021). Optimization of banana plantlets acclimatization by hydroponic cultivation. *Scientia Agricola*, 78, e20200165. <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2020-0165>
- Vernando, V. (2024). Comparison of the effectiveness of various growing media for horticultural seedlings. *Proceeding of National Agriculture Conference*, 2(1), 55–63.
- Vernando, V. (2024). Comparison of the effectiveness of various growing media for horticultural seedlings. *Bio-Conference Proceedings*, 2024. Bio Conferences

- Wardani, N. (2013). Sifat fisik media tanam dan hubungannya terhadap pertumbuhan tanaman. *Agrosains*, 15(4), 101–109.
- Wardani, S. (2013). Pengaruh media tanam terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman hortikultura. *Jurnal Agrotek*, 4(2), 101–108.
- Wu, Q. S., Srivastava, A. K., & Li, Y. (2020). Mycorrhizal symbiosis and its role in plant growth and development. *Plant Signaling & Behavior*, 15(7), 1786666. <https://doi.org/10.1080/15592324.2020.1786666>
- Wulandari, R., & Pratama, D. (2022). Pengaruh kombinasi media tanam organik terhadap perkembangan sistem perakaran tanaman. *Biosfera*, 39(2), 87–95.

Respon Pemberian Kasgot yang dikombinasikan *Cocopeat* terhadap Kandungan Klorofil pada Tanaman Alfalfa (*Medicago sativa* L.)

Muhammad Sipqi¹, Ronny Mulyawan², Noorkomala Sari³

^{1,2,3}Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lambung Mangkurat

Email: 2010512210033@mhs.ulm.ac.id

Abstrak

Tanaman alfalfa (*Medicago sativa* L.) dikenal memiliki kandungan klorofil yang relatif tinggi, ± 4 kali lipat dibandingkan tanaman sayuran biasa. Penggunaan kasgot (bekas kotoran maggot) pada budidaya tanaman sudah banyak dilakukan karena kasgot mengandung beberapa nutrisi yang bermanfaat bagi tanaman. Disamping itu, *cocopeat* mengandung unsur hara penting sebagai media tanam sehingga kombinasi *cocopeat* dengan kasgot mampu meningkatkan pertumbuhan *microgreen* alfalfa. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pengaplikasian bekas kotoran maggot dan *cocopeat* dengan berbagai komposisi terhadap kandungan klorofil tanaman alfalfa. Untuk mengetahui komposisi terbaik dari pengaplikasian bekas kotoran maggot dan *cocopeat* dengan berbagai komposisi terhadap kandungan klorofil tanaman alfalfa. Penelitian ini bertempat di Rumah Kaca Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 macam komposisi perlakuan dan 5 kali ulangan sehingga diperoleh 25 satuan percobaan. Hasil penelitian menunjukkan pengaplikasian bekas kotoran maggot dan *cocopeat* pada semua variabel peubah memberikan pengaruh terhadap kandungan klorofil a 4 MST dan 6 MST begitu juga terhadap klorofil b dan klorofil total namun pada kandungan vitamin C hanya pada 6 MST dan berat akhir pada perlakuan K₁, K₂ dan K₃ tanaman Alfalfa. Perlakuan terbaik dari pengaplikasian bekas kotoran maggot dan *cocopeat* dengan komposisi media berupa Konsentrasi (Kasgot 10% + *cocopeat* 90%) pada 6 MST menunjukan nilai tertinggi pada semua variabel peubah.

Kata kunci: Kasgot, *Cocopeat*, Klorofil, Alfalfa

Abstract

Alfalfa plants (Medicago sativa L.) are known to have a relatively high chlorophyll content, ± 4 times higher than ordinary vegetable plants. The use of kasgot (used maggot waste) in plant cultivation is widely practiced because it contains several nutrients beneficial to plants. Furthermore, cocopeat contains essential nutrients as a growing medium, so the combination of cocopeat and kasgot can enhance the growth of alfalfa microgreens. The purpose of this study was to determine the effect of applying maggot manure and cocopeat in various compositions on the chlorophyll content of alfalfa plants. This study aimed to determine the best composition of maggot manure and cocopeat in various compositions on the chlorophyll content of alfalfa plants. This research took place in the Agroecotechnology Greenhouse, Faculty of Agriculture, Lambung Mangkurat University. It used a Completely Randomized Design (CRD) with five treatment compositions and five replications, resulting in 25 experimental units. The results of the study showed that the application of maggot waste and cocopeat on all variables had an effect on the chlorophyll a content at 4 WAP and 6 WAP as well as on chlorophyll b and total chlorophyll, but on the vitamin C content only at 6 WAP and the final weight in the K₁, K₂ and K₃ treatments of Alfalfa plants. The best treatment of applying maggot waste and cocopeat with a media composition in the form of Concentration (10% Kasgot + 90% cocopeat) at 6 MST showed the highest value in all variable variables.

Keywords: Kasgot, *Cocopeat*, Chlorophyll, Alfalfa

PENDAHULUAN

Tanaman Alfalfa (*Medicago sativa* L.) adalah salah satu tanaman hutan yang tumbuh secara liar. Pada umumnya Alfalfa ditemukan di daerah pegunungan mediterenia sebelah barat daya Asia. Alfalfa diperkenalkan ke Eropa dari Asia oleh bangsa Persia pada sekitar tahun 490 SM. Habitat asli alfalfa adalah kawasan subtropis dan tanaman ini banyak dibudidayakan di negara-negara seperti Amerika Serikat, Jepang, Australia, dan Korea. Alfalfa merupakan jenis rumput dalam keluarga *leguminosae*, yang memiliki bintil pada akar sebagai hasil dari hubungan simbiosis dengan bakteri *Rhizobium*, yang memungkinkannya untuk memfiksasi nitrogen. Tanaman ini kaya akan gizi, termasuk protein, lemak, dan memiliki kandungan serat yang rendah. Alfalfa juga memiliki kadar klorofil yang 4 kali lebih banyak dibandingkan dengan tanaman sayuran lainnya. Selain itu, alfalfa mengandung *flavonoid*, *apigenin*, *lutein glikosida*, dan *adenosin*, yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku obat (Subantoro & Sasongko, 2017). Tanaman alfalfa sangat potensial dikembangkan karena keunggulannya dalam rasa, estetika dan gizi yang tinggi sehingga menarik bagi masyarakat yang semakin sadar akan pentingnya hidup sehat (Fabek Uher S *et al.*, 2023)

Klorofil merupakan pigmen utama hijau daun yang memegang peran penting dalam proses fotosintesis, yaitu konversi energy cahaya menjadi energy kimia dalam bentuk gula oleh tanaman (Hendriyani *et al.*, 2018). Tanaman alfalfa dikenal memiliki kandungan klorofil yang relatif tinggi, ± 4 kali lipat dibandingkan tanaman sayuran biasa (Parman & Harnina, 2008). Pada produksi tanaman alfalfa pada fase *microgreen*, kandungan klorofil menjadi indikator kualitas nutrisi dan nilai fungsional produk. Nurjasmi & Wahyuningrum (2022), menunjukkan bahwa media tanam organik tertentu dapat meningkatkan kandungan klorofil *microgreen* brokoli hingga 1,47 mg/g pada media kotoran puyuh dan kelinci dibandingkan media control yang hanya menghasilkan 0,21 mg/g. Begitu pula Arifiansyah *et al.* (2020), hasil penelitiannya melaporkan bahwa penggunaan pupuk kompos kotoran kelinci meningkatkan kandungan klorofil wheatgrass disbanding media lainnya.

Penggunaan kasgot (bekas kotoran maggot) pada budidaya tanaman sudah banyak dilakukan. Penggunaan kasgot pada *microgreens* sebagai media tanam sudah mulai diteliti. Hal ini karena kasgot mengandung beberapa nutrisi yang bermanfaat bagi tanaman. Selain itu, pada kasgot terdapat kelompok bakteri penambat nitrogen dan bakteri pelarut fosfat. Selain itu, kasgot mengandung N sebesar 1,90%, P_2O_5 sebesar 3,57%, K_2O sebesar 0,32%,

Fe sebesar 30748,79 ppm, C-Organik sebesar 20,10%, C/N rasio sebesar 10,57 (Fauzi *et al.*, 2022). Agustin *et al.* (2023), dalam penelitiannya menyatakan bahwa kasgot dari sampah organik memiliki kandungan pH 4-9, C-Organik lebih dari 15%, rasio C/N kurang dari 25, nilai total hara NPK lebih dari 2% dan Fe tersedia dibawah 500 mg/kg. Oleh karena itu, kasgot dapat digunakan sebagai media pertumbuhan tanaman.

Penggunaan 150 gram kasgot sebagai media tanam pada *microgreen* pakcoy menghasilkan pertumbuhan yang baik terhadap semua parameter seperti tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, berat segar total tanaman dan berat kering total tanaman (Bellandina *et al.*, 2023). Penelitian Putri (2020), tentang kombinasi tanah dengan pupuk bekas maggot dengan perbandingan 90% tanah dengan 10% pupuk bekas maggot merupakan media tanam terbaik terhadap pertumbuhan dan hasil budidaya bayam merah. Farhanah *et al.* (2023), dalam penelitiannya menyatakan bahwa perbandingan 90% tanah dengan 10% kasgot paling efektif terhadap berat segar tanaman, penambahan volume akar, jumlah klorofil, dan luas daun *microgreen* pakcoy.

Berdasarkan banyaknya kandungan yang bermanfaat pada tanaman alfalfa sehingga perlu dikembangkan dengan cara *microgreen* agar dapat dikonsumsi dengan cepat serta mengandung nutrisi yang lebih tinggi dibanding tanaman alfalfa dewasa. Disamping itu, *cocopeat* mengandung unsur hara penting sebagai media tanam serta banyaknya kandungan unsur hara pada kasgot memungkinkan media tanam kombinasi *cocopeat* dengan kasgot mampu meningkatkan pertumbuhan *microgreen* alfalfa. Oleh karena itu, penelitian pengaplikasian bekas kotoran maggot dan *cocopeat* dengan berbagai komposisi terhadap kandungan klorofil tanaman alfalfa (*Medicago sativa* L).

METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah benih alfalfa, *cocopeat*, bekas maggot, larva maggot (BSF), air. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah polybag 20 x 20 cm, kertas label, penggaris, penyaring, pinset, sprayer, timbangan analitik, gunting, alat tulis.

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama 4 minggu yakni dari bulan Februari – Maret 2025. Bertempat di Rumah Kaca Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat.

Metode Penelitian

Penelitian akan dilaksanakan dengan metode rancangan acak lengkap (RAL) dengan 5 macam komposisi perlakuan dan 5 kali ulangan sehingga diperoleh 25 satuan percobaan. Perlakuan tersebut dijabarkan sebagai berikut :

- K₁ : Konsentrasi kasgot 10% + *cocopeat* 90%
- K₂ : Konsentrasi kasgot 15% + *cocopeat* 85%
- K₃ : Konsentrasi kasgot 20% + *cocopeat* 80%
- K₄ : Konsentrasi kasgot 25% + *cocopeat* 75%
- K₅ : Konsentrasi kasgot 30% + *cocopeat* 70%

Pelaksanaan Penelitian

Persiapan Benih. Benih alfalfa dibeli ditoko online setelah itu benih disortir sehingga memisahkan benih yang baik dan tidak baik. Kriteria benih yang baik adalah yang tidak memiliki cacat fisik seperti retak, patah dan cacat karena mikroorganisme seperti berjamur dan busuk.

Persiapan Media. Pembelian larva BSF sebanyak 1 kg sebagai media dilakukan di toko Maggot Cycle, jalan Gotong Royong Ujung No.49A, Banjarbaru, Kalimantan Selatan dan pembelian *cocopeat* melalui pembelian online di platform e-commerce Shopee. lalu pembuatan kasgot dilakukan selama 2 minggu dengan cara setiap hari diberi makanan bekas di toko makan berupa sisa-sisa sayur, buah, ikan dan ayam. Setelah 2 minggu larva BSF dipisahkan dengan kasgot menggunakan ayakan besar kemudian media ditempatkan sesuai dengan komposisi yang sudah ditentukan ke dalam thinwall 1000 mL.

Penanaman. Sebelum di ditanam, benih direndam terlebih dahulu dalam air selama 3 jam agar membantu proses perkecambahan. Setiap thinwall berisi 100 benih yang ditaburkan secara merata pada thinwall yang sudah berisi masing masing komposisi media.

Pemeliharaan. Pemeliharaan benih alfalfa adalah dengan penyiraman. Penyiraman dilakukan sekali sehari menggunakan *Hand Sprayer* yaitu pada pagi hari sampai permukaan tanah lembab. Jika permukaan tanah masih lembab maka pada hari itu tidak melakukan penyiraman, agar mencegah pembusukan benih dan tumbuhnya jamur pada tanaman.

Panen. Usia panen tanaman alfalfa umumnya berkisar pada 6 MST. Ciri-ciri tanaman yang sudah siap panen yaitu daun alfalfa telah tumbuh daun kotiledon dan daun sejati pertama menandakan tanaman siap dipanen, dengan tinggi sekitar 3-10 cm.

Pemanenan dapat dilakukan dengan cara membersihkan tanaman terutama pada akar pada media tanam alfalfa.

Pengamatan

Analisis tanaman yang dilakukan pada penelitian ini yaitu analisis kandungan klorofil, analisis kandungan vitamin c, dan berat basah (berat basah perminggu dan berat akhir).

Analisis Data

Analisis data yang dilakukan pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi kasgot terhadap klorofil tanaman Data hasil penelitian dianalisis homogenitasnya untuk menguji kesamaan variasi data yang dilakukan dengan uji barlet. Data hasil analisis yang telah homogen, akan dianalisis dengan uji ANOVA (*Analysis of Variance*). Hasil analisis ragam menunjukan pengaruh berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) dengan taraf kepercayaan 95%.

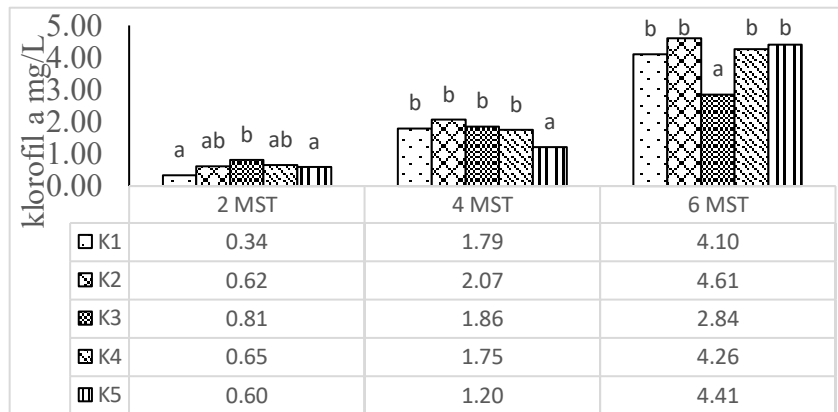
HASIL DAN PEMBAHASAN

Klorofil a

Berdasarkan data hasil penelitian, menunjukkan bahwa terdapat peningkatan kandungan klorofil a tanaman alfalfa selama masa penelitian. Berdasarkan hasil rata-rata (Gambar 3) diketahui bahwa hasil klorofil a tertinggi di peroleh pada perlakuan K₂ (Konsentrasi kasgot 15% + *cocopeat* 85%) sebesar 4,61 mg/L dan hasil klorofil a terendah diperoleh pada perlakuan K₃ (Konsentrasi kasgot 20% + *cocopeat* 80%) yaitu 2,84 mg/L.

Berdasarkan hasil pengamatan pada masa tanam 2 MST perlakuan K₁, K₂, K₃, K₄ dan K₅ menunjukan nilai yang tidak jauh berbeda tetapi pada masa tanam 4 MST perlakuan K₁, K₂, K₃ dan K₄ menunjukan nilai yang berbeda dengan perlakuan K₅ dan pada masa tanam 6 MST perlakuan K₁, K₂, K₄ dan K₅ juga menunjukan nilai yang berbeda dengan perlakuan K₃.

Berdasarkan data hasil penelitian, menunjukkan bahwa terdapat peningkatan kandungan klorofil a tanaman alfalfa selama masa penelitian. Berdasarkan hasil rata-rata (Gambar 1) diketahui bahwa hasil klorofil a tertinggi di peroleh pada perlakuan K₂ (Konsentrasi kasgot 15% + *cocopeat* 85%) sebesar 4,61 mg/L dan hasil klorofil a terendah diperoleh pada perlakuan K₃ (Konsentrasi kasgot 20% + *cocopeat* 80%) yaitu 2,84 mg/L.



Gambar 1. Rata-rata klorofil a tanaman alfalfa umur 2, 4 dan 6 MST. K₁ (konsentrasi kasgot 10% + *cocopeat* 90%); K₂ (konsentrasi kasgot 15% + *cocopeat* 85%); K₃ (konsentrasi kasgot 20% + *cocopeat* 80%); K₄ (konsentrasi kasgot 25% + *cocopeat* 75%); K₅ (konsentrasi kasgot 30% + *cocopeat* 70%)

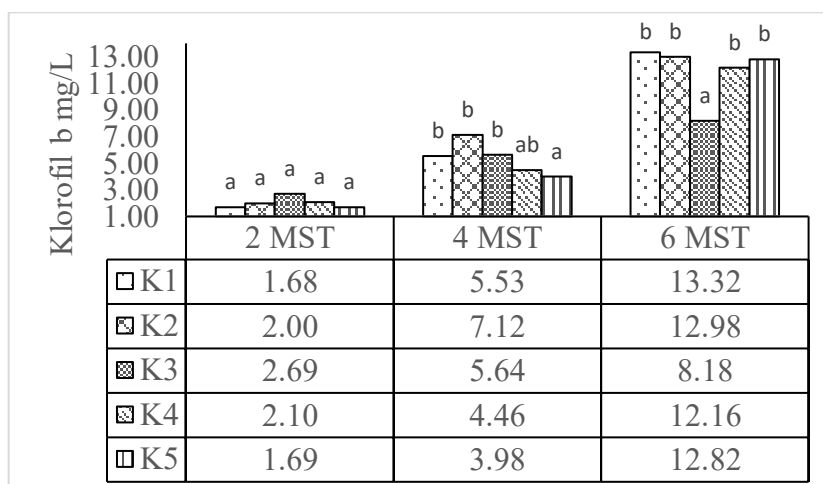
Berdasarkan hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa kombinasi kasgot dan *cocopeat* tidak memberikan pengaruh terhadap kandungan klorofil a *microgreen* alfalfa. Akan tetapi dapat dilihat dari Gambar 1. di mana setiap minggunya terjadi peningkatan kandungan klorofil a.

Klorofil b

Berdasarkan uji Bartlett pada taraf nyata 5%, pada variabel klorofil b dinyatakan homogen pada semua perlakuan. Berikut adalah hasil pengamatan semua perlakuan kombinasi bekas kotoran maggot dan *cocopeat* terhadap klorofil b tanaman alfalfa.

Berdasarkan hasil pengamatan pada masa tanam 2 MST perlakuan K₁, K₂, K₃, K₄ dan K₅ tidak menunjukkan nilai yang berbeda namun pada masa tanam 4 MST perlakuan K₁, K₂, K₃, K₄ tidak menunjukkan nilai berbeda tetapi antara perlakuan K₁, K₂ dan K₃ menunjukkan nilai berbeda dengan perlakuan K₅ dan pada masa tanam 6MST perlakuan K₁, K₂, K₄ dan K₅ tidak menunjukkan nilai berbeda tetapi berbeda dengan perlakuan K₃.

Berdasarkan data hasil penelitian, menunjukkan bahwa terdapat peningkatan kandungan klorofil b tanaman alfalfa selama masa penelitian. Berdasarkan hasil rata-rata (Gambar 2) diketahui bahwa hasil klorofil a tertinggi di peroleh pada perlakuan K₁ (konsentrasi kasgot 10% + *cocopeat* 90%) sebesar 13,32 mg/L dan hasil klorofil b terendah diperoleh pada perlakuan K₃ (Konsentrasi kasgot 20% + *cocopeat* 80%) yaitu 8,18 mg/L.



Gambar 2. Rata-rata klorofil b tanaman alfalfa umur 2, 4 dan 6 MST. K₁ (konsentrasi kasgot 10% + *cocopeat* 90%); K₂ (konsentrasi kasgot 15% + *cocopeat* 85%); K₃ (konsentrasi kasgot 20% + *cocopeat* 80%); K₄ (konsentrasi kasgot 25% + *cocopeat* 75%); K₅ (konsentrasi kasgot 30% + *cocopeat* 70%)

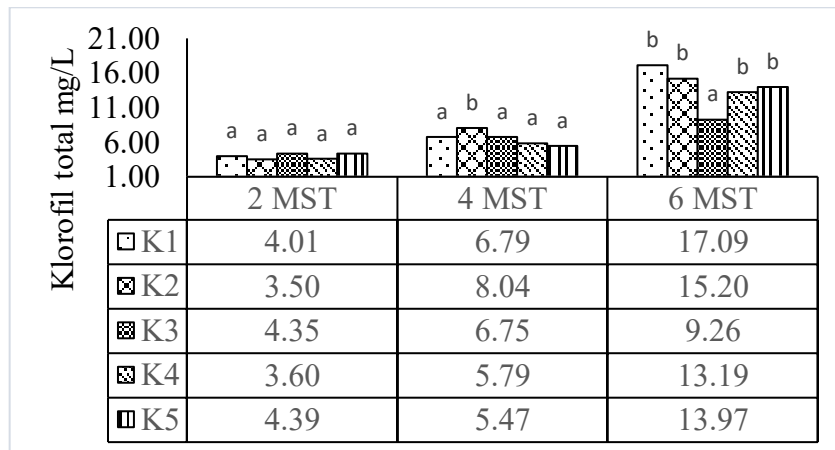
Berdasarkan hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa kombinasi kasgot dan *cocopeat* tidak memberikan pengaruh terhadap kandungan klorofil b tanaman alfalfa. Akan tetapi dapat dilihat dari Gambar 2. di mana setiap minggunya terjadi peningkatan kandungan klorofil b.

Klorofil Total

Berdasarkan uji Bartlett pada taraf nyata 5%, pada variabel klorofil total dinyatakan homogen pada semua perlakuan. Berikut adalah hasil pengamatan semua perlakuan kombinasi bekas kotoran maggot dan *cocopeat* terhadap klorofil total tanaman alfalfa.

Berdasarkan hasil pengamatan pada masa tanam 2 MST perlakuan K1, K2, K3, K4 dan K5 tidak menunjukkan nilai berbeda. pada masa tanam 4MST perlakuan K1, K3, K4 dan K5 tidak menunjukkan nilai berbeda tetapi berbeda dengan perlakuan K2 dan pada masa tanam 6MST perlakuan K1, K2, K4 dan K5 tidak menunjukkan nilai berbeda tetapi berbeda dengan perlakuan K3.

Berdasarkan data hasil penelitian, menunjukkan bahwa terdapat peningkatan kandungan klorofil total tanaman alfalfa selama masa penelitian. Berdasarkan hasil rata-rata (Gambar 3) diketahui bahwa hasil klorofil total tertinggi di peroleh pada perlakuan K₁ (konsentrasi kasgot 10% + *cocopeat* 90%) sebesar 1,97 mg/L dan hasil klorofil total terendah diperoleh pada perlakuan K₃ (Konsentrasi kasgot 20% + *cocopeat* 80%) yaitu 1,51 mg/L.



Gambar 3. Rata-rata klorofil total tanaman alfalfa umur 2, 4 dan 6 MST. K₁ (konsentrasi kasgot 10% + *cocopeat* 90%); K₂ (konsentrasi kasgot 15% + *cocopeat* 85%); K₃ (konsentrasi kasgot 20% + *cocopeat* 80%); K₄ (konsentrasi kasgot 25% + *cocopeat* 75%); K₅ (konsentrasi kasgot 30% + *cocopeat* 70%)

Berdasarkan hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa kombinasi kasgot dan *cocopeat* tidak memberikan pengaruh terhadap kandungan klorofil total tanaman alfalfa. Akan tetapi dapat dilihat dari Gambar 3. di mana setiap minggunya terjadi peningkatan kandungan klorofil total.

Berdasarkan hasil penelitian terhadap kandungan klorofil a, b dan klorofil total pada tanaman alfalfa yang ditanam dengan media tanam kombinasi bekas kotoran maggot dan *cocopeat* menunjukkan adanya peningkatan kadar klorofil secara progresif pada umur 2, 4 dan 6 MST. Hal ini mengindikasikan bahwa umur tanaman sangat mempengaruhi akumulasi klorofil, di mana tanaman yang lebih tua cenderung memiliki kandungan klorofil yang lebih tinggi.

Berdasarkan grafik klorofil a (Gambar 1), perlakuan K₂ (konsentrasi kasgot 15% + *cocopeat* 85%) memberikan hasil tertinggi yaitu 4,61 mg/L pada 6 MST. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi ini mampu memberikan keseimbangan hara dan porositas media yang baik untuk sintesis klorofil a. Sementara itu, perlakuan K₃ (konsentrasi kasgot 20% + *cocopeat* 80%) menghasilkan klorofil a terendah karena tanaman pada perlakuan ini mengalami gangguan dari hama sehingga menghambat pertumbuhan tanaman dan fotosintesis tanaman hingga mengganggu penyerapan nutrisi dari media tanam oleh tanaman sehingga menghambat pembentukan klorofil. Sesuai dengan penelitian Syaiful (2024), serangan hama seringkali memicu reaksi fisiologis tanaman, termasuk alokasi nutrisi untuk memperbaiki jaringan yang rusak. Tanaman dialihkan memproduksi sistem

pertahanan seperti antioksidan yang menyedot nutrisi sehingga tidak terserap optimal untuk pertumbuhan utama tanaman.

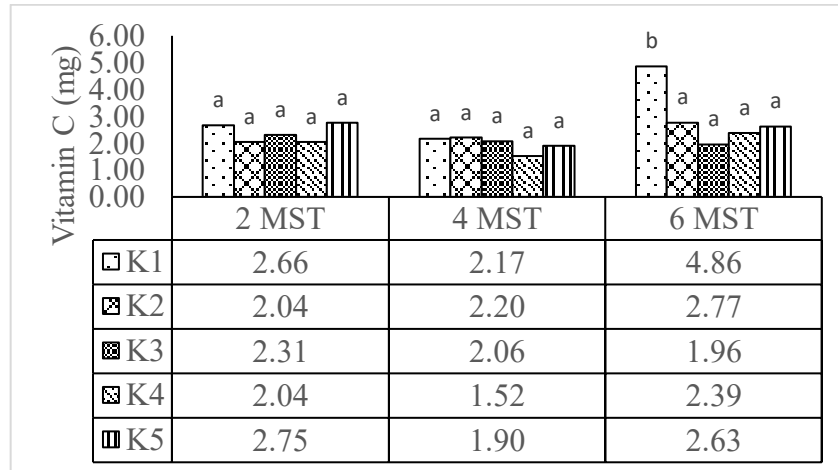
Grafik klorofil b (Gambar 2) menunjukkan hasil tertinggi kembali diperoleh pada perlakuan K₁ dengan nilai 13,32mg/L di 6 MST. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi ini konsisten dalam meningkatkan kedua jenis klorofil utama pada daun tanaman. Perlakuan terendah juga diperoleh pada perlakuan K₃ yang disebabkan oleh serangan hama.

Hasil pengukuran klorofil total (Gambar 3) menunjukkan nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan K₁ (konsentrasi kasgot 10% + *cocopeat* 90%) sebesar 17,09 mg/L, diikuti oleh K₅ dan K₂. Hal ini mengindikasikan bahwa konsentrasi *cocopeat* yang tinggi (90%) berperan besar dalam menunjang peningkatan klorofil total, karena porositas dan daya serap air yang tinggi yang mendukung kondisi akar dan efisiensi penyerapan nutrisi. Menurut Sepriyanto & Subama (2018), media tanam *cocopeat* memiliki keistimewaan berupa daya serap yang tinggi terhadap air dan kandungan kimia pupuk. Kelebihan penggunaan bahan organik sebagai media tanam adalah memiliki struktur yang dapat menjaga keseimbangan aerasi. Bahan-bahan organik terutama yang bersifat limbah yang ketersediaannya melimpah dan murah dapat dimanfaatkan untuk alternatif media tumbuh yang sulit tergantikan. Bahan organik mempunyai sifat remah sehingga udara, air, dan akar mudah masuk dalam fraksi tanah dan dapat mengikat air. Hal ini sangat penting bagi akar bibit tanaman karena media tumbuh sangat berkaitan dengan pertumbuhan akar atau sifat di perakaran tanaman (Putri AI, 2018). Adapun nilai terendah diperoleh pada perlakuan K₃ sebesar 9,26 mg/L sama seperti klorofil a dan b.

Cocopeat diketahui memiliki keseimbangan yang baik dalam hal porositas udara serta memiliki keasaman yang mendekati netral, kondisi ini mendukung peningkatan kadar unsur hara penting seperti nitrogen dan magnesium yang berperan dalam pembentukan pigmen klorofil. *Cocopeat* juga berdampak positif terhadap kesehatan daun tanaman, yang biasanya sejalan dengan peningkatan kandungan klorofil (Sisriana *et al.*, 2021). Kandungan klorofil yang meningkat seiring waktu menunjukkan bahwa fase pertumbuhan tanaman berbanding lurus dengan pembentukan klorofil, sehingga media tanam yang optimal sangat menentukan efisiensi fotosintesis dan kualitas hasil tanaman. Karena sesuai dengan Setiari & Nurchayati (2009), berdasarkan faktor umur tanaman, maka dapat dikatakan bahwa semakin tua umur tanaman akan menghasilkan kandungan klorofil yang semakin tinggi.

Vitamin C

Berdasarkan uji Bartlet pada taraf nyata 5%, pada variabel vitamin C dinyatakan homogen pada semua perlakuan di minggu 2 MST dan tidak homogen pada semua perlakuan di minggu 4 dan 6 MST.



Gambar 4. Rata-rata vitamin C tanaman alfalfa umur 2, 4 dan 6 MST. K₁ (konsentrasi kasgot 10% + *cocopeat* 90%); K₂ (konsentrasi kasgot 15% + *cocopeat* 85%); K₃ (konsentrasi kasgot 20% + *cocopeat* 80%); K₄ (konsentrasi kasgot 25% + *cocopeat* 75%); K₅ (konsentrasi kasgot 30% + *cocopeat* 70%)

Berdasarkan hasil pengamatan pada masa tanam 2 MST perlakuan K₁, K₂, K₃, K₄ dan K₅ tidak menunjukkan nilai berbeda begitu juga dengan masa tanam 4MST perlakuan K₁, K₂, K₃, K₄ dan K₅ tidak menunjukkan nilai berbeda namun pada masa tanam 6MST perlakuan K₂, K₃, K₄ dan K₅ tidak menunjukkan nilai berbeda tapi berbeda dengan perlakuan K₁.

Berdasarkan data hasil penelitian, menunjukkan bahwa terdapat peningkatan kandungan vitamin C pada tanaman alfalfa selama masa penelitian. Dari hasil rata-rata (Gambar 4) diketahui bahwa hasil vitamin C tertinggi di peroleh pada perlakuan K₁ (konsentrasi kasgot 10% + *cocopeat* 90%) sebesar 4,86 mg dan hasil vitamin C terendah diperoleh pada perlakuan K₃ (Konsentrasi kasgot 20% + *cocopeat* 80%) yaitu 1,96 mg.

Berdasarkan hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa kombinasi kasgot dan *cocopeat* tidak memberikan pengaruh terhadap kandungan klorofil total tanaman alfalfa. Akan tetapi dapat dilihat dari Gambar 4. di mana kandungan vitamin C pada 4 MST berkurang, namun meningkat kembali pada 6 MST. Berikut adalah hasil pengamatan semua perlakuan kombinasi bekas kotoran maggot dan *cocopeat* terhadap vitamin C tanaman alfalfa.

Berdasarkan Gambar 4, kandungan vitamin C pada tanaman alfalfa menunjukkan variasi yang dipengaruhi oleh kombinasi media tanam antara kasgot dan *cocopeat* dalam berbagai konsentrasi serta umur tanaman. Pada umur 2 MST, kandungan vitamin C tertinggi ditemukan pada perlakuan K₅ dan K₁ dengan nilai sebesar 2,75 mg dan 2,66 mg, sementara perlakuan K₂ dan K₄ menunjukkan kandungan terendah, yaitu 2,04 mg. Hal ini menunjukkan bahwa pada tahap awal pertumbuhan, kombinasi *cocopeat* lebih dominan (K₁: kasgot 10% + *cocopeat* 90%) dan perbandingan seimbang (K₅: kasgot 30% + *cocopeat* 70%) mampu menyediakan kondisi optimal untuk akumulasi vitamin C.

Memasuki umur 4 MST, terjadi sedikit penurunan kandungan vitamin C di hampir semua perlakuan. Kandungan tertinggi tetap dimiliki oleh K₂ (2,20 mg), disusul K₁ (2,17 mg) dan K₃ (2,06 mg). Penurunan ini disebabkan oleh peralihan fase pertumbuhan dari fase vegetatif awal ke fase pertumbuhan aktif, di mana akumulasi senyawa metabolit sekunder seperti vitamin C bisa mengalami fluktuasi. Selain itu, pada umur 4 MST ini dipengaruhi oleh cuaca yang panas. Menurut Amelia *et al.* (2023), dalam penelitiannya menyatakan bahwa pengaruh cahaya matahari berpengaruh dalam proses fotosintesis, intensitas cahaya tinggi dan cuaca panas menyebabkan tanaman bayam mengalami penguapan air sehingga kadar glukosa sebagai bahan baku sintesis akan memengaruhi berkurangnya kadar vitamin C pada tanaman. Hal ini didukung oleh Witono *et al.* (2022), dalam hasil penelitiannya menyatakan jika intensitas penyinaran matahari dan temperatur semakin tinggi, maka vitamin C dalam tanaman mudah teroksidasi menjadi asam dehidroaskorbat, sehingga hal inilah yang mengakibatkan rendahnya kandungan vitamin C pada tanaman ketika cuaca panas.

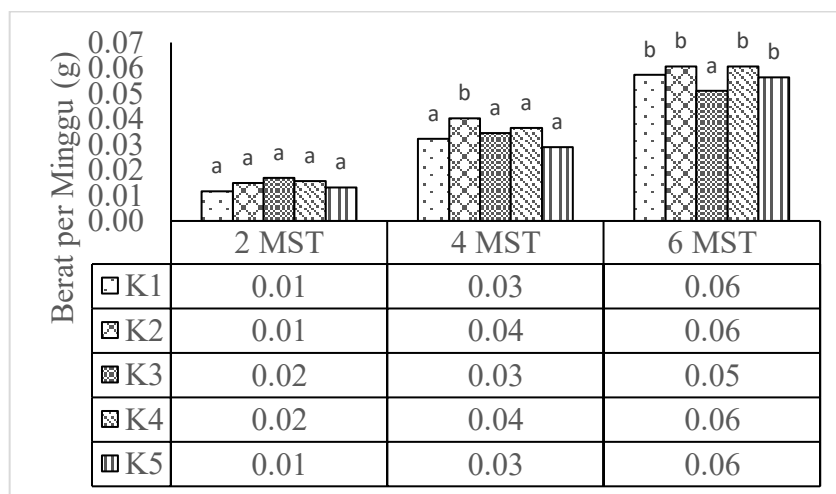
Pada umur 6 MST, kandungan vitamin C mengalami peningkatan kembali pada hampir semua perlakuan. Perlakuan K₁ kembali menunjukkan kandungan tertinggi (0,97 mg), diikuti oleh K₂ (0,82 mg) dan K₅ (0,81 mg). Hal ini menunjukkan bahwa pada masa pertumbuhan lebih lanjut, kandungan vitamin C dapat meningkat seiring dengan metabolisme tanaman yang semakin optimal. Perlakuan K₁ secara konsisten menghasilkan kandungan vitamin C tertinggi, yang menunjukkan bahwa penggunaan *cocopeat* 90% dengan kasgot 10% memberikan media tanam yang paling sesuai untuk akumulasi vitamin C pada tanaman alfalfa.

Secara keseluruhan perlakuan K₁ menunjukkan performa terbaik dari awal hingga akhir pengamatan, yang mengindikasikan bahwa dominasi *cocopeat* sebagai media tanam sangat mendukung pembentukan vitamin C. *Cocopeat* dikenal memiliki porositas dan

aerasi yang baik, yang mendukung penyerapan air dan nutrisi yang cukup untuk akar tanaman. Sehingga kondisi ideal ini mendukung aktivitas fotosintesis secara optimal. Sementara itu, kasgot sebagai pupuk organik memberikan unsur hara yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang cukup, tetapi dalam proporsi rendah agar tidak menghambat metabolisme sekunder.

Berat per Minggu

Berdasarkan uji Bartlet pada taraf nyata 5%, pada variabel berat per minggu dinyatakan homogen pada semua perlakuan, dapat dilihat pada lampiran. Berikut adalah hasil pengamatan semua perlakuan kombinasi bekas kotoran maggot dan *cocopeat* terhadap berat per minggu tanaman alfalfa.



Gambar 5. Rata-rata berat per minggu tanaman alfalfa umur 2, 4 dan 6 MST. K₁ (konsentrasi kasgot 10% + *cocopeat* 90%); K₂ (konsentrasi kasgot 15% + *cocopeat* 85%); K₃ (konsentrasi kasgot 20% + *cocopeat* 80%); K₄ (konsentrasi kasgot 25% + *cocopeat* 75%); K₅ (konsentrasi kasgot 30% + *cocopeat* 70%)

Berdasarkan hasil pengamatan pada masa tanam 2 MST perlakuan K₁, K₂, K₃, K₄ dan K₅ tidak menunjukkan nilai berbeda. Pada masa tanam 4MST perlakuan K₁, K₃, K₄, K₅ tidak menunjukkan nilai berbeda tetapi berbeda dengan perlakuan K₂ dan pada masa tanam 6MST perlakuan K₁ dan K₂ tidak menunjukkan nilai berbeda begitu juga dengan perlakuan K₃, K₄ dan K₅. Namun perlakuan K₁ dan K₂ menunjukkan nilai berbeda dengan perlakuan K₃, K₄ dan K₅.

Berdasarkan data hasil penelitian, menunjukkan bahwa terdapat peningkatan berat per minggu tanaman alfalfa selama masa penelitian. Berdasarkan hasil rata-rata (Gambar 5) diketahui bahwa berat per minggu tertinggi di peroleh pada perlakuan K₁ (konsentrasi kasgot 10% + *cocopeat* 90%), K₂ (Konsentrasi kasgot 15% + *cocopeat* 85%), K₄

(Konsentrasi kasgot 25% + *cocopeat* 75%) dan K₅ (Konsentrasi kasgot 30% + *cocopeat* 70%) sebesar 0,06 g dan berat perminggu terendah diperoleh pada perlakuan K₃ (Konsentrasi kasgot 20% + *cocopeat* 80%) yaitu 0,05 g.

Berdasarkan hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa kombinasi kasgot dan *cocopeat* tidak memberikan pengaruh terhadap kandungan klorofil total tanaman alfalfa. Akan tetapi dapat dilihat dari Gambar 5. di mana setiap minggunya terjadi peningkatan berat tanaman alfalfa.

Berdasarkan Gambar 5, terlihat bahwa berat badan per minggu tanaman alfalfa pada umur 2, 4 dan 6 MST menunjukkan adanya peningkatan seiring bertambahnya umur tanaman. perlakuan kombinasi bekas kasgot dan *cocopeat* berpengaruh terhadap pertumbuhan berat tanaman pada 2 MST, perbedaan antar perlakuan belum terlihat signifikan, di mana rata-rata berat tanaman masih rendah (0,01-0,02 g). Namun, memasuki 4 MST dan 6 MST, terlihat adanya peningkatan berat tanaman pada seluruh perlakuan dengan nilai rata-rata mencapai 0,03-0,06 g.

Perlakuan K₁ (konsentrasi kasgot 10% + *cocopeat* 90%) menghasilkan berat tertinggi pada umur 6 MST yaitu 0,06 g, diikuti perlakuan K₂ (konsentrasi kasgot 15% + *cocopeat* 85%), K₄ (konsentrasi kasgot 25% + *cocopeat* 75%), dan K₅ (konsentrasi kasgot 30% + *cocopeat* 70%) dengan rata-rata sama, sedangkan perlakuan K₃ (konsentrasi kasgot 20% + *cocopeat* 80%) menunjukkan hasil sedikit lebih rendah yaitu 0,05 g. Hal ini dapat dijelaskan bahwa *cocopeat* memiliki sifat fisik yang baik dalam mempertahankan kelembaban serta menyediakan aerasi optimal bagi pertumbuhan dan hasil tanaman. Media tanam dengan aerasi yang baik mengakibatkan sirkulasi udara berjalan dengan baik sehingga akar dapat menyerap nutrisi dengan optimal serta menciptakan kelembaban media tanam yang baik pula. Kelembaban media tanam yang baik dapat meningkatkan metabolisme yang terjadi pada tanaman sehingga pertumbuhan tanaman dan berat tanaman meningkat karena proses penyerapan unsur hara oleh media tanam berlangsung dengan baik. (Charitsabita *et al.*, 2019). Selain itu, penelitian Aminullah *et al.* (2020), juga menyatakan bahwa *cocopeat* sebagai media tanam memiliki kemampuan menahan air atau mengikat air. Manfaat media tanam *cocopeat* sebagian besar disebabkan oleh kemampuan pengikatan dan penyimpanan air jangka panjang, kekuatan, dan keberadaan mineral seperti kalsium, magnesium, kalium, garam dan fosfor. Tingkat penyerapan air yang tinggi akan meningkatkan pembesaran dan pemanjangan sel sehingga meningkatkan bobot basah tanaman.

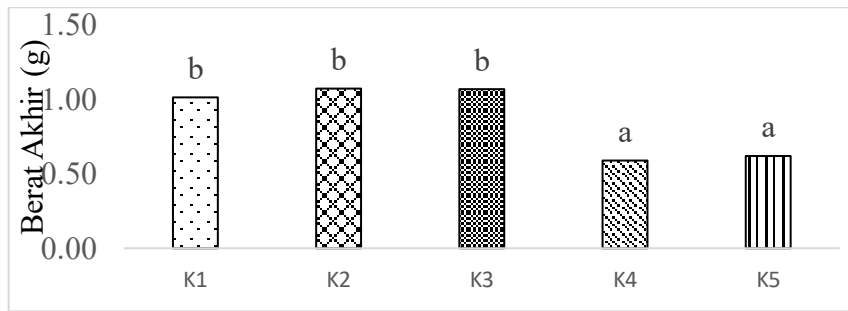
Proporsi pupuk organik kasgot terlalu tinggi, dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Hal ini sejalan dengan penelitian Adhistanaya *et al.* (2025), pemberian pupuk organik namun berupa pupuk kandang kambing yang terlalu tinggi dapat menghambat pertumbuhan tanaman dan mengurangi hasil tanaman. Pemberian dosis yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan pemupukan nutrisi yang tidak dapat diserap oleh tanaman dengan cepat, sehingga menghambat pertumbuhan tanaman. Dengan demikian, kombinasi kasgot dalam moderat (10-15%) dengan *cocopeat* dominan memberikan kondisi media yang lebih stabil untuk pertumbuhan alfalfa. Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Daroini *et al.* (2024), yang melaporkan bahwa penggunaan pupuk organik dalam dosis tepat mampu merangsang pertumbuhan tanaman sehingga meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman. Namun, apabila pemberian dosis berlebih justru menimbulkan masalah bagi tanaman yang ditanam seperti keracunan, rentan terhadap hama dan penyakit serta kualitas produksi yang rendah (Naiborhu *et al.*, 2021).

Berat Akhir

Berdasarkan uji Bartlet pada taraf nyata 5%, pada variabel berat akhir dinyatakan homogen pada semua perlakuan, dapat dilihat pada lampiran. Berikut adalah hasil pengamatan semua perlakuan kombinasi bekas kotoran maggot dan *cocopeat* terhadap berat akhir tanaman alfalfa.

Berdasarkan hasil pengamatan pada berat akhir perlakuan K1, K2 dan K3 tidak menunjukkan nilai berbeda begitu juga perlakuan K4 dan K5 tetapi perlakuan K1, K2 dan K3 menunjukkan nilai berbeda dengan perlakuan K4 dan K5.

Berdasarkan data hasil penelitian, menunjukkan bahwa hasil rata-rata berat akhir tertinggi diperoleh pada perlakuan K₂ (Konsentrasi kasgot 15% + *cocopeat* 85%) dan K₃ (konsentrasi kasgot 20% + *cocopeat* 80%) yaitu 1,07 g sedangkan berat akhir terendah yaitu pada perlakuan K₄ (Konsentrasi kasgot 25% + *cocopeat* 75%) yaitu dengan hasil rata-rata 0,59 g.



Gambar 6. Rata-rata berat akhir tanaman alfalfa. K₁ (konsentrasi kasgot 10% + *cocopeat* 90%); K₂ (konsentrasi kasgot 15% + *cocopeat* 85%); K₃ (konsentrasi kasgot 20% + *cocopeat* 80%); K₄ (konsentrasi kasgot 25% + *cocopeat* 75%); K₅ (konsentrasi kasgot 30% + *cocopeat* 70%)

Berdasarkan hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa menunjukkan bahwa kombinasi kasgot dan *cocopeat* tidak memberikan pengaruh terhadap berat akhir tanaman alfalfa. Akan tetapi dapat dilihat dari Gambar 6. di mana setiap minggunya terjadi peningkatan berat tanaman alfalfa. Berdasarkan Gambar 6, diketahui bahwa berat perlakuan kombinasi media tanam dengan berbagai konsentrasi kasgot dan *cocopeat* memberikan hasil yang berbeda terhadap berat akhir tanaman alfalfa. Nilai rata-rata berat akhir tertinggi dicapai pada perlakuan K₂ (Konsentrasi kasgot 15% + *cocopeat* 85%) dan K₃ (konsentrasi kasgot 20% + *cocopeat* 80%) yaitu sebesar 1,07 g. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi tersebut merupakan kondisi yang paling optimal untuk mendukung pertumbuhan dan akumulasi biomassa tanaman alfalfa pada fase *microgreen*.

Perlakuan K₁ (konsentrasi kasgot 10% + *cocopeat* 90%) juga menunjukkan nilai berat akhir yang relatif tinggi yaitu 1,01 g yang tidak jauh berbeda dengan K₂ dan K₃. Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan kasgot dalam jumlah kecil hingga sedang (10-20%) pada media *cocopeat* masih dapat memberikan dukungan yang baik terhadap pertumbuhan tanaman.

Namun, terdapat penurunan signifikan pada perlakuan K₄ konsentrasi kasgot 25% + *cocopeat* 75%) dan K₅ (konsentrasi kasgot 30% + *cocopeat* 70%) dengan nilai berat akhir berturut-turut sebesar 0,36 g dan 0,37 g. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi kasgot di atas 20% mulai memberikan efek yang kurang menguntungkan terhadap pertumbuhan tanaman alfalfa. Ini karena dosis yang diberikan terlalu tinggi menyebabkan terhambatnya pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Sulistiyowati & Yunita, 2017). Semakin tinggi pemberian dosis pupuk maka semakin tinggi unsur hara nitrogen. Nitrogen dalam konsentrasi tinggi akan menghambat perakaran. Terhambatnya

perakaran yang terjadi akan berimplikasi terhadap berkurangnya kemampuan penyerapan nutrisi pada substrat yang dibutuhkan oleh tanaman, sehingga menyebabkan rendahnya pertumbuhan tanaman (Sanjaya *et al.*, 2020).

KESIMPULAN DAN SARAN

Pengaplikasian bekas kotoran maggot dan *cocopeat* pada semua variabel peubah memberikan pengaruh terhadap kandungan klorofil a 4 MST dan 6 MST begitu juga terhadap klorofil b dan klorofil total namun pada kandungan vitamin C hanya pada 6 MST dan berat akhir pada perlakuan K₁, K₂ dan K₃ tanaman Alfalfa. Perlakuan terbaik dari pengaplikasian bekas kotoran maggot dan *cocopeat* dengan komposisi media berupa Konsentrasi (Kasgot 10% + *cocopeat* 90%) pada 6 MST Menunjukkan nilai tertinggi pada semua variabel peubah.

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menambahkan variabel lain seperti kadar nitrogen tanah, kelembapan, dan suhu, agar diperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai faktor-faktor yang memengaruhi sintesis klorofil pada tanaman alfalfa.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhistanaya, P. B., Udayana, I. G. B., & Yulianti, M. S. (2025). Pengaruh pemberian dosis pupuk kandang kambing dan NPK terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Gema Agro*, 30(1), 11–18.
- Agustin, H., Warid, W., & Musadik, I. M. (2023). Kandungan nutrisi kasgot larva lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*) sebagai pupuk organik. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(1), 12–18. <https://doi.org/10.31186/jipi.25.1.12-18>
- Amelia, R., Berliana, Y., & Sijabat, O. S. (2023). Uji kandungan vitamin C dengan media tanam berbeda serta pengaruh paranet terhadap warna hijau daun pada tanaman bayam hijau (*Amaranthus tricolor* L.). *Journal of Agrotechnology and Science*, 7(2), 108–117.
- Arifiansyah, S., Nurjismi, R., & Ruswandi. (2020). Pengaruh pupuk organik terhadap pertumbuhan dan kandungan klorofil wheatgrass (*Triticum aestivum* L.). *Jurnal Ilmiah Respati*, 11(2), 82–92.
- Bellandina, D. Y. K., Made, S., Cokorda, J., & Komang, D. A. (2023). Pengaruh pupuk kasgot terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi pakcoy (*Brassica rapa* L.). *AGRIMETA: Jurnal Pertanian Berbasis Keseimbangan Ekosistem*, 13(25), 59–66. Retrieved from <https://ejournal.unmas.ac.id/index.php/agrimeta/article/view/6491>

- Charitsabita, R., Purbajanti, E. D., & Widjajanto, D. W. (2019). Respon pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) secara hidroponik dengan berbagai jenis media tanam dan aerasi berbeda. *Jurnal Pertanian Tropik*, 6(2), 270–278.
- Fabek Uher, S., Radman, S., Opačić, N., Dujmović, M., Benko, B., Lagundžija, D., Mijić, V., Prša, L., Babac, S., & Šic Žlabur, J. (2023). Alfalfa, cabbage, beet and fennel microgreens in floating hydroponics—Perspective nutritious food? *Plants*, 12(11), 2098. <https://doi.org/10.3390/plants12112098>
- Farhanah, A., Hamzah, F., Hidayat, T., & Ashar, J. R. (2023). Pengaplikasian pupuk kasgot dan air cucian ikan untuk produksi microgreen pakcoy. *Jurnal Agroekoteknologi dan Agribisnis*, 7(2), 161–173.
- Fauzi, M., M. L. H., Suhada, R. Q. A., & Hernahadini, N. (2022). Pengaruh pupuk kasgot (bekas maggot) Magotsuka terhadap tinggi, jumlah daun, luas permukaan daun dan bobot basah tanaman sawi hijau (*Brassica rapa* var. *Parachinensis*). *Agritrop: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 20, 20–30.
- Hendriyani, I. S., Nurchayati, Y., & Setiari, N. (2018). Kandungan klorofil dan karotenoid kacang tunggak (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) pada umur tanaman yang berbeda. *Jurnal Biologi Tropika*, 1(20), 38–43.
- Naiborhu, S. A., Barus, W. A., & Lubis, E. (2021). Pertumbuhan dan hasil tanaman kalia dengan pemberian beberapa kombinasi jenis dan dosis pupuk bokashi. *Jurnal Ilmiah Rhizobia*, 3(1), 58–66.
- Nurjasmi, R., & Wahyuningrum, M. A. (2022). Pengaruh media tanam organik terhadap kandungan klorofil dan karoten microgreens brokoli (*Brassica oleracea* L.). *Jurnal Ilmiah Respati*, 13(1), 43–52.
- Parman, S., & Harnina, S. (2008). Pertumbuhan, kandungan klorofil dan serat kasar pada defoliasi pertama alfalfa (*Medicago sativa* L.) akibat pemupukan mikorisa. *Anatomi Fisiologi*, 16(2), 1–12.
- Putri, A. I. (2018). Pengaruh media organik terhadap indeks mutu bibit cendana (*Santalum album*). *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 21(1), 1–8.
- Putri, H. H. (2020). *Pengaruh komposisi media tanam kasgot, waktu panen dan populasi berbeda terhadap pertumbuhan dan hasil bayam merah (Amaranthus tricolor L.) metode terapung* (Skripsi, Universitas Sriwijaya).
- Sepriyanto, & Subama, E. (2018). Pengaruh lama perendaman sabut kelapa terhadap hasil cocofiber dan cocopeat buah kelapa dari daerah Jambi. *Jurnal Inovator*, 1(2), 22–25.
- Setiari, N., & Nurchayati, Y. (2009). Eksplorasi kandungan klorofil pada beberapa sayuran hijau sebagai alternatif bahan dasar *food supplement*. *Bioma*, 11(1), 6–10.
- Sisriana, R., Suryani, A., & Marlina, E. (2021). Pengaruh jenis media tanam terhadap pertumbuhan dan kandungan klorofil microgreen selada (*Lactuca sativa* L.). *Jurnal Agroteknologi*, 15(2), 45–53.

- Subantoro, R., & Sasongko, L. A. (2017). Potensi pengembangan alfalfa (*Medicago sativa* L.) sebagai bahan pangan dan pakan ternak. *Cendekia Eksakta*, 1(2), 42–47.
- Witono, A. U., Umarie, I., & Tripama. (2022). Identifikasi nitrat, karotenoid dan vitamin C pada tanaman sawi hijau (*Brassica chinensis* L.) di beberapa ketinggian tempat budidaya yang berbeda. *Agriop: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 20(2), 140–146.

Sawah Cerdas: Inovasi Teknologi Prediksi Cuaca untuk Mitigasi Gagal Panen dan Ketahanan Pangan Nasional

Farel Andika¹, Agus Wantoro^{1*}, Zulkifli¹, Agustinus Eko Setiawan¹

¹Teknik Informatika, Fakultas Teknologi dan Informatika, Universitas Aisyah Pringsewu

Email: aguswantoro@aisyahuniversity.ac.id

Abstrak

Perubahan iklim yang bersifat dinamis dan semakin tidak terprediksi telah menjadi ancaman eksistensial bagi sektor pertanian Indonesia, khususnya komoditas padi sebagai penopang utama ketahanan pangan nasional. Fenomena anomali cuaca seperti *El Niño* dan *La Niña* semakin memperparah kerentanan usahatani, mengakibatkan pola tanam tradisional yang mengandalkan pranata mangsa menjadi tidak relevan dan berpotensi memicu gagal panen secara luas. Kondisi ini diperburuk oleh rendahnya tingkat adopsi teknologi digital di kalangan petani skala kecil akibat keterbatasan akses dan literasi digital. Penelitian ini bertujuan untuk merancang, mengembangkan, dan mengevaluasi efektivitas platform berbasis web inovatif bernama *Sawah Cerdas* sebagai sistem pendukung keputusan (*decision support system*) yang mengintegrasikan *big data* cuaca real-time dari BMKG dengan teknologi kecerdasan buatan (*machine learning*). Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development (R&D)* dengan pendekatan *Agile Development*, memastikan iterasi yang adaptif terhadap kebutuhan pengguna. Platform ini dikembangkan dengan stack teknologi modern meliputi *Spring Boot*, *React.js*, dan *Python FastAPI*, yang terintegrasi penuh dengan API BMKG untuk menyajikan analisis prediktif. Hasil implementasi menunjukkan bahwa *Sawah Cerdas* tidak hanya berhasil menyediakan dashboard intuitif berisi rekomendasi waktu tanam dan panen yang terpersonalisasi, tetapi juga mampu mengeluarkan peringatan dini cuaca ekstrem dengan akurasi tinggi. Simulasi dampak mengindikasikan potensi peningkatan produktivitas hingga 12% sekaligus penurunan risiko gagal panen secara signifikan. Dengan demikian, *Sawah Cerdas* merepresentasikan terobosan dalam ekosistem *agritech* Indonesia yang berpotensi mendorong transformasi menuju pertanian presisi, memberdayakan petani, serta memperkuat fondasi ketahanan pangan nasional di tengah tantangan perubahan iklim global.

Kata kunci: Ketahanan pangan, Machine learning, Prediksi cuaca, Pertanian digital, Sawah cerdas

Abstract

Dynamic and increasingly unpredictable climate change has become an existential threat to Indonesia's agricultural sector, particularly rice as the main pillar of national food security. Weather anomalies such as El Niño and La Niña have exacerbated the vulnerability of farming systems, rendering traditional cropping patterns that rely on pranata mangsa (seasonal cycles) obsolete and increasingly prone to widespread crop failure. This condition is further worsened by the low adoption rate of digital technology among small-scale farmers due to limited access and digital literacy. This study aims to design, develop, and evaluate the effectiveness of an innovative web-based platform called Sawah Cerdas (Smart Field) as a decision support system that integrates real-time weather big data from BMKG (Meteorology, Climatology, and Geophysics Agency) with artificial intelligence (machine learning) technology. The research employs a Research and Development (R&D) method with an Agile Development approach to ensure adaptive iterations based on user needs. The platform was developed using a modern technology stack comprising Spring Boot, React.js, and Python FastAPI, fully integrated with the BMKG API to deliver predictive analytics. The implementation results show that Sawah Cerdas successfully provides an intuitive dashboard containing personalized recommendations for planting and harvesting schedules, as well as early warnings for extreme weather events with high accuracy. Simulation results indicate a potential productivity increase of up to 12% and a significant reduction in crop failure risk. Thus, Sawah Cerdas represents a breakthrough in Indonesia's agritech ecosystem, fostering a transformation toward precision agriculture, empowering farmers, and strengthening the foundation of national food security amidst global climate challenges.

Keywords: Sawah cerdas, Weather prediction, Digital agriculture, Food security, Machine learning

PENDAHULUAN

Pertanian merupakan salah satu sektor vital yang menjadi tulang punggung perekonomian dan ketahanan pangan Indonesia, mengingat padi masih menjadi komoditas utama dan makanan pokok bagi sebagian besar masyarakat (Rozaki *et al.*, 2023). Namun, perubahan iklim yang semakin tidak menentu telah mengancam stabilitas produksi pangan nasional. Fenomena cuaca ekstrem seperti hujan di luar musim, kemarau panjang, dan banjir tiba-tiba akibat anomali El Niño dan La Niña semakin sering terjadi, menyebabkan gagal panen dan menurunnya kesejahteraan petani (Sinaga *et al.*, 2024). Kondisi ini menunjukkan pentingnya sistem pertanian yang adaptif terhadap perubahan iklim melalui pemanfaatan teknologi digital. Pemanfaatan data cuaca real-time dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) menjadi langkah strategis untuk membantu petani dalam menentukan waktu tanam dan panen secara tepat guna (Hartanto *et al.*, 2022). Pendekatan ini juga sejalan dengan penelitian (Apriyana *et al.*, 2021) yang menekankan peran sistem kalender tanam digital sebagai mekanisme adaptasi terhadap variabilitas iklim untuk pertanian berkelanjutan. Selain itu, (Anwar, 2022) menegaskan bahwa ketahanan pangan nasional sangat bergantung pada keberhasilan sektor pertanian dalam beradaptasi terhadap tantangan global dan krisis iklim yang meningkat.

Meskipun berbagai inovasi digital telah dikembangkan, tingkat adopsi teknologi oleh petani skala kecil di Indonesia masih tergolong rendah akibat keterbatasan akses, fasilitas, dan literasi digital (Sihombing *et al.*, 2023). Padahal, sektor pertanian menyumbang 12,61% terhadap perekonomian nasional pada tahun 2024 dengan produksi padi sebesar 53,14 juta ton gabah kering giling, namun mengalami penurunan 1,55% dibandingkan tahun sebelumnya (Badan Pusat Statistik, 2025). Beberapa studi menunjukkan bahwa penerapan teknologi adaptif mampu meningkatkan produktivitas padi sawah dalam menghadapi dampak perubahan iklim (Wiwardjaja, 2020). Oleh karena itu, dibutuhkan inovasi sistem pertanian cerdas berbasis teknologi yang mudah diakses oleh petani desa. Berdasarkan urgensi tersebut, penelitian ini mengembangkan platform *Sawah Cerdas*, yaitu sistem berbasis web yang mengintegrasikan data cuaca real-time dari BMKG dengan teknologi *Machine Learning (ML)* untuk memberikan rekomendasi waktu tanam, prediksi hasil panen, serta peringatan dini cuaca ekstrem. Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang, mengembangkan, dan mengevaluasi efektivitas *Sawah Cerdas* sebagai solusi inovatif dalam meningkatkan produktivitas pertanian dan memperkuat ketahanan pangan nasional di tengah tantangan perubahan iklim global.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis penelitian *Research and Development (R&D)* dengan pendekatan deskriptif kualitatif, yang bertujuan untuk merancang dan menguji sistem *Sawah Cerdas* sebagai sistem pendukung keputusan (*decision support system*) berbasis web di sektor pertanian digital. Penelitian dilakukan di Kabupaten Pringsewu, Provinsi Lampung, pada periode Februari hingga Juni 2025. Data utama diperoleh melalui observasi lapangan dan uji coba langsung sistem pada beberapa lahan pertanian padi milik petani lokal yang dipilih secara acak. Pemilihan lokasi dilakukan secara *random field sampling* tanpa batasan luas tertentu untuk menggambarkan kondisi nyata penggunaan sistem oleh petani di lapangan. Data tambahan berupa data cuaca diperoleh dari BMKG melalui integrasi API, serta literatur ilmiah yang relevan terkait perubahan iklim dan pertanian digital.

Tahapan penelitian mengikuti model *Agile Development* yang terdiri dari analisis kebutuhan, perancangan, pengembangan, pengujian, dan evaluasi. Tahap analisis dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan petani terhadap sistem yang informatif dan mudah digunakan. Tahap implementasi melibatkan penggunaan *Spring Boot* sebagai *backend service*, *React.js* untuk *frontend interface*, dan *Python FastAPI* untuk pemrosesan data serta integrasi algoritma *machine learning* dengan API BMKG. Algoritma yang digunakan meliputi *Decision Tree Regression* dan *Random Forest* untuk menghasilkan prediksi cuaca dan rekomendasi waktu tanam yang akurat. Pengujian sistem dilakukan melalui *black box testing* untuk menilai fungsi sistem dan *user acceptance testing (UAT)* dengan observasi langsung di lapangan. Keabsahan hasil diuji melalui *triangulasi data* antara hasil sistem, kondisi aktual di lapangan, dan wawancara singkat dengan pengguna. Hasil penelitian dianalisis secara deskriptif untuk menilai keandalan, akurasi, dan kemudahan penggunaan sistem *Sawah Cerdas* dalam mendukung pengambilan keputusan pertanian.

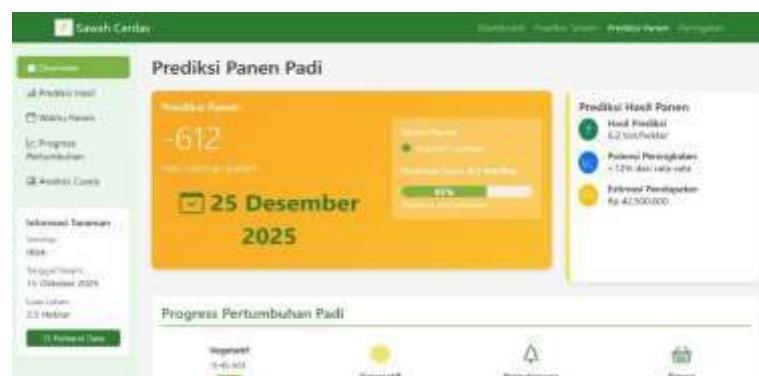
HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melalui tahapan analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, dan pengujian sistem sebagaimana dijelaskan pada bagian metode, diperoleh hasil berupa sebuah platform berbasis web bernama *Sawah Cerdas* yang berfungsi sebagai sistem pendukung keputusan (*decision support system*) di bidang pertanian digital. Hasil penelitian ini menyajikan gambaran mengenai performa sistem, fitur utama yang dikembangkan, serta respon pengguna di lapangan. Penjabaran berikut menjelaskan hasil

implementasi dan pembahasan ilmiah yang berkaitan dengan fungsi utama sistem meliputi tampilan prediksi tanam, prediksi panen, analisis data cuaca dan peringatan cuaca.

Tampilan Prediksi Panen

Halaman ini merupakan dashboard yang menampilkan prediksi hasil panen. Diprediksi hasil panen sebesar 6.2 ton/hektar, yang merupakan peningkatan 12% dari rata-rata. Dashboard ini juga menampilkan status panen, progres pertumbuhan tanaman (dari fase vegetatif hingga generatif), dan estimasi pendapatan Rp. 42,500,000. Terdapat juga informasi jadwal tanam dan panen.



Gambar 1. Tampilan halaman prediksi panen

Tampilan Prediksi Tanam

Halaman ini memberikan rekomendasi waktu tanam padi berdasarkan kondisi cuaca (28°C) yang dinilai optimal. Waktu tanam optimal direkomendasikan pada minggu ke-3 Oktober dengan kondisi curah hujan 126-150 mm/minggu dan suhu ideal $26-30^{\circ}\text{C}$. Halaman ini juga menampilkan pilihan varietas padi beserta sifatnya untuk membantu petani memilih.



Gambar 2. Tampilan halaman prediksi tanam

Tampilan Analisis Data Cuaca

Halaman ini berisi analisis data cuaca 10 tahun terakhir dan prediksi dari BMKG untuk 3 bulan ke depan. Kesimpulannya adalah musim hujan diprediksi dimulai pada Oktober dengan puncaknya pada November-Desember. Suhu dan curah hujan diprediksi optimal dan cukup untuk pertumbuhan, dengan risiko kekeringan yang sangat rendah (1-2%).



Gambar 3. Tampilan Halaman Analisis Data Cuaca

Tampilan Peringatan Cuaca

Halaman ini menampilkan sistem peringatan dini untuk pertanian. Terdapat peringatan untuk curah hujan ekstrem yang diprediksi terjadi pada 17-19 Desember 2025, dengan tingkat dampak tinggi yang berpotensi menyebabkan genangan air dan kerusakan tanaman. Halaman ini juga menampilkan status peringatan untuk berbagai tingkat (Awas, Siaga, Waspada) dan distribusi wilayah yang terkena dampak.

Data Pendukung

Untuk memperkuat urgensi dan relevansi, berikut beberapa data pendukung yang bersumber dari lembaga resmi dan literatur ilmiah. Kontribusi sektor pertanian Sektor pertanian, kehutanan, dan perikanan menyumbang 12,61% terhadap perekonomian Indonesia pada tahun 2024 (Badan Pusat Statistik, 2025). Produksi sektor Padi Total produksi padi Indonesia tahun 2024 adalah sekitar 53,14 juta ton GKG, turun 1,55 persen dibandingkan tahun sebelumnya (Badan Pusat Statistik, 2025).



Gambar 4. Grafik Produksi Padi

Hasil pengembangan dan implementasi menunjukkan bahwa *Sawah Cerdas* berhasil berfungsi sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem ini mampu mengintegrasikan data cuaca real-time dengan algoritma kecerdasan buatan untuk menghasilkan rekomendasi yang relevan bagi petani. Empat fitur utama yang dihasilkan prediksi tanam, prediksi panen, analisis cuaca, dan peringatan dini berjalan dengan baik dan saling melengkapi dalam mendukung pengambilan keputusan di bidang pertanian. Selain itu, desain antarmuka yang sederhana membuat sistem ini mudah dioperasikan oleh petani dengan latar belakang literasi digital yang beragam.

Hasil pengujian lapangan menunjukkan bahwa sistem dapat meningkatkan efisiensi pengambilan keputusan dan membantu petani mengurangi risiko gagal panen akibat perubahan cuaca yang tidak menentu. Penggunaan algoritma *machine learning* menjadikan sistem adaptif terhadap data baru, sehingga prediksi yang dihasilkan dapat diperbarui secara dinamis. Dengan demikian, *Sawah Cerdas* berpotensi menjadi solusi inovatif dalam pengembangan pertanian berbasis teknologi, mendukung penerapan pertanian presisi, dan memperkuat ketahanan pangan nasional.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa *Sawah Cerdas* berhasil dikembangkan sebagai sistem pendukung keputusan berbasis web yang mampu membantu petani dalam menentukan waktu tanam dan panen secara lebih tepat dengan mengintegrasikan data cuaca real-time dari BMKG dan algoritma *Machine Learning*. Sistem ini dilengkapi dengan empat fitur utama, yaitu prediksi waktu tanam, prediksi waktu panen, analisis data cuaca, dan peringatan dini terhadap cuaca ekstrem, yang semuanya berfungsi dengan baik dan memberikan kemudahan bagi petani di lapangan. Melalui uji coba lapangan, sistem terbukti responsif, mudah digunakan, dan adaptif terhadap kondisi iklim yang berubah-ubah.

Pengembangan selanjutnya, disarankan agar sistem *Sawah Cerdas* diperluas cakupannya dengan menambahkan wilayah uji coba yang lebih beragam, memperluas sumber data cuaca, serta mengintegrasikan teknologi sensor dan citra satelit guna meningkatkan akurasi prediksi. Selain itu, pelatihan dan pendampingan bagi petani dalam penggunaan sistem perlu dilakukan agar manfaat teknologi ini dapat dirasakan secara lebih luas dan berkelanjutan dalam mendukung transformasi digital pertanian Indonesia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Aisyah Pringsewu yang telah memberikan dukungan penuh terhadap pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada para dosen bidang Kecerdasan Buatan yang telah memberikan arahan, masukan, serta motivasi selama proses perancangan dan pengembangan sistem *Sawah Cerdas*. Tidak lupa, penulis berterima kasih kepada petani di wilayah Pringsewu yang telah bersedia menjadi responden serta memberikan kesempatan untuk melakukan observasi dan uji coba sistem di lahan pertanian mereka. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat nyata bagi pengembangan teknologi pertanian di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, N. (2022). Indonesia's regional food security in light of the impending global food crisis. *Trikonomika Journal*. <https://doi.org/10.23969/trikononika.v21i2.7113>
- Apriyana, Y., Surmaini, E., Estiningtyas, W., Pramudia, A., Ramadhani, F., Suciantini, S., Susanti, E., Purnamayani, R., & Syahbuddin, H. (2021). The Integrated Cropping Calendar Information System: A Coping Mechanism to Climate Variability for Sustainable Agriculture in Indonesia. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/SU13116495>

- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. (2022). *Climate outlook 2023*. BMKG. <https://iklim.bmkg.go.id/bmkgadmin/storage/buletin/BMKG%20Climate%20Outlook%202023.pdf>
- Badan Pusat Statistik. (2025). *Luas panen dan produksi padi di Indonesia 2024*. Badan Pusat Statistik <https://www.bps.go.id/id/publication/2025/08/01/c9aa01258cbe8b4b0b974baf/luas-panen-dan-produksi-padi-di-indonesia-2024.html>
- Sihombing, M. T., Hubeis, M., & Cahyadi, E. R. (2023). Analisis adopsi dan penggunaan aplikasi pertanian digital oleh petani skala kecil di Kabupaten Tuban dengan model UTAUT. *Manajemen IKM: Jurnal Manajemen Pengembangan Industri Kecil Menengah*, 19(2), 78–90. <https://doi.org/10.29244/mikm.19.2.78-90>
- Wihardjaka, A. (2020). Peningkatan produktivitas padi sawah tadah hujan melalui teknologi adaptif dampak perubahan iklim. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 14(2), 83–94. <https://epublikasi.pertanian.go.id/berkala/jsl/article/view/3338>
- Rozaki, Z., Siregar, H., Pratama, I. A., & Istiyanti, E. (2023). *Food security, diversification, and inequality: Indonesia in the era of economic recovery and high price trends*. <https://doi.org/10.1016/bs.af2s.2023.07.007>
- Sinaga, P., Sipayung, A., Fauziah, A., Simanjuntak, P., & Sidauruk, T. (2024). Dampak Perubahan Iklim terhadap Penurunan Pendapatan Petani. *Journal on Education*. <https://doi.org/10.31004/joe.v6i4.6330>
- Hartanto, B., Astriawati, N., & Yekti, D. K. (2022). *Pencarian dan Pemanfaatan Informasi Data Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG)*. <https://doi.org/10.55123/insologi.v1i5.906>

Transformasi Limbah Rumah Tangga menjadi Pupuk Organik Cair: Dampaknya terhadap Produktivitas dan Kualitas Tanah Entisol

Welly Herman^{1*}, Masmoni Ade Putra¹, Erlina Rahmayuni², Zulkarnain³, Seveline⁴

¹Program Studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu

²Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Jakarta

³Jurusan Kehutanan, Fakultas Kehutanan dan Ilmu Lingkungan, Universitas Halu Oleo

⁴Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Sains, Teknik dan Desain, Universitas Trilogi

Email: wellyherman@unib.ac.id

Abstrak

Limbah organik rumah tangga sangat potensial untuk diolah menjadi pupuk organik cair (POC) yang dapat dimanfaatkan dalam peningkatan kesuburan tanah marginal, termasuk tanah Entisol. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji pengaruh aplikasi POC terhadap tanah ordo Entisol serta pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata*). Penelitian dilaksanakan menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan lima taraf konsentrasi POC, yaitu 0, 100, 200, 300, dan 400 mL/L, masing-masing diulang sebanyak empat kali. POC diaplikasikan melalui penyiraman pada dua minggu setelah tanam, sedangkan pupuk anorganik diberikan sebesar 50% dari konsentrasi rekomendasi. Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa POC mengandung 4,61% C-organik, 0,45% N-total, 0,29% P-total, dan 0,48% K-total. Aplikasi POC secara konsisten meningkatkan kadar C-organik, N-total, P-tersedia, dan K-dd tanah, meskipun tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pH tanah. Perbaikan kondisi kimia tanah tersebut berkontribusi terhadap peningkatan komponen pertumbuhan vegetatif dan hasil, meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, panjang tongkol, dan bobot tongkol. Konsentrasi 300–400 mL/L menghasilkan respons pertumbuhan dan produksi yang paling optimal. Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa POC berbahan dasar limbah rumah tangga merupakan sumber hara alternatif yang potensial dan dapat mendukung pengelolaan limbah secara berkelanjutan, sekaligus meningkatkan kualitas tanah Entisol dan produktivitas tanaman jagung manis.

Kata kunci: Entisol, Jagung manis, Kesuburan tanah, Pupuk organik cair

Abstract

Household organic waste has great potential to be processed into liquid organic fertiliser (LOF), which can be used to improve the fertility of marginal soils, including Entisol soils. The purpose of this study was to examine the effect of POC application on Entisol soils and the growth and yield of sweet corn (*Zea mays saccharata*). The study was conducted using a Randomised Block Design with five levels of LOF concentrations, namely 0, 100, 200, 300, and 400 mL/L, each replicated four times. POC was applied through watering two weeks after planting, while inorganic fertilisers were given at 50% of the recommended concentration. Laboratory analysis results showed that LOF contained 4.61% organic C, 0.45% total N, 0.29% total P, and 0.48% total K. LOF application consistently increased the levels of organic C, total N, available P, and K-dd of the soil. However, it did not have a significant effect on soil pH. The improvement in soil chemistry contributed to increased vegetative growth and yield components, including plant height, leaf number, stem diameter, cob length, and cob weight. A concentration of 300–400 mL/L produced the most optimal growth and production response. Overall, this study demonstrates that household waste-based fertiliser (LOF) is a potential alternative nutrient source and can support sustainable waste management, while simultaneously improving Entisol soil quality and sweet corn productivity.

Keywords: Entisol, Sweet corn, Soil fertility, Liquid organic fertilizer

PENDAHULUAN

Entisol merupakan jenis tanah yang tergolong muda dan banyak ditemukan pada kawasan pesisir serta dataran aluvial di Indonesia. Tanah ini dicirikan oleh perkembangan profil yang masih sangat terbatas dan rendahnya kandungan unsur hara. Kondisi tersebut berdampak langsung pada suboptimalnya pertumbuhan tanaman yang dibudidayakan, sehingga intervensi berupa penggunaan bahan organik mampu memperbaiki kesuburan tanah. Tobing *et al.* (2024) melaporkan bahwa Entisol memiliki kapasitas tukar kation (KTK) kurang dari 20 cmol(+)/kg serta struktur tanah yang kurang stabil, sehingga membatasi retensi hara, perkembangan akar, dan kemampuan tanah dalam mendukung pertumbuhan tanaman.

Peningkatan kesuburan Entisol dapat dicapai melalui penambahan bahan organik. Berbagai bentuk bahan organik, seperti kompos, biochar, maupun pupuk organik, telah terbukti mampu meningkatkan kandungan karbon organik, memperbaiki struktur agregat dan porositas, serta mendorong aktivitas mikroorganisme tanah. Disamping itu juga dapat meningkatkan KTK menjadi lebih efektif dalam meningkatkan retensi dan ketersediaan hara (Read *et al.*, 2019). Lebih lanjut, kombinasi bahan organik dengan sumber energi bagi mikroba dilaporkan mampu memperbaiki siklus hara (Liu *et al.*, 2021; Ding *et al.*, 2016). Salah satu sumber bahan organik yang berpotensi dimanfaatkan secara berkelanjutan adalah limbah rumah tangga.

Limbah organik rumah tangga merupakan sumber bahan organik yang sangat potensial, namun pemanfaatannya masih belum optimal. Pertumbuhan jumlah penduduk berbanding lurus dengan meningkatnya volume limbah organik, terutama sisa makanan, buah, sayuran, dan bahan biodegradabel lainnya, yang sebagian besar masih dibuang tanpa pengelolaan yang memadai. Transformasi limbah ini menjadi pupuk organik cair (POC) melalui proses fermentasi menawarkan solusi ganda, yaitu pengurangan beban sampah sekaligus menghasilkan produk bernilai agronomis. Selain itu, proses fermentasi dapat menekan emisi gas rumah kaca, mendukung ekonomi sirkular, serta menghasilkan POC yang kaya unsur hara, hormon pertumbuhan alami, dan mikroorganisme menguntungkan (Marcelli *et al.*, 2025; Esercizio *et al.*, 2021).

Selama proses fermentasi, mikroorganisme termasuk kelompok Clostridial berperan penting dalam dekomposisi bahan organik sekaligus sintesis senyawa bioaktif yang mendukung pertumbuhan tanaman (Chojnacka *et al.*, 2015; Mayers *et al.*, 2017). Aplikasi POC terbukti meningkatkan ketersediaan N, P dan K, memperbaiki kandungan

karbon organik, serta meningkatkan aktivitas mikroba tanah (Jin *et al.*, 2022; Zhou *et al.*, 2022). Kehadiran bakteri dalam POC juga dapat meningkatkan serapan hara dan memperbaiki morfologi akar (Cheng *et al.*, 2025). Selain itu, peningkatan agregasi tanah yang dihasilkan dari aplikasi POC berkontribusi pada retensi air dan aerasi yang lebih baik, yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman di tanah marginal seperti Entisol (Liu *et al.*, 2024; Xia *et al.*, 2019).

Meskipun demikian, efektivitas pupuk organik cair (POC) sangat dipengaruhi oleh komposisi bahan baku, teknik fermentasi, konsentrasi pengaplikasian, serta kondisi fisik dan kimia tanah. Berbagai penelitian melaporkan adanya variasi respons tanaman terhadap aplikasi POC, yang mencerminkan perbedaan dinamika ketersediaan hara dan aktivitas mikrob tanah (Javed *et al.*, 2024; Nan *et al.*, 2025; Hao *et al.*, 2025). Temuan tersebut menegaskan perlunya kajian lebih mendalam mengenai efektivitas POC berbahan dasar limbah rumah tangga, khususnya pada tanah marginal seperti Entisol.

Berdasarkan konteks tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi transformasi limbah rumah tangga menjadi POC serta dampaknya terhadap kualitas kimia dan kesuburan tanah Entisol, sekaligus produktivitas tanaman. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan strategi pengelolaan limbah organik, serta menawarkan pendekatan teknologi yang berkelanjutan untuk perbaikan tanah marginal dan peningkatan produktivitas pertanian.

METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada periode Oktober 2023 hingga Februari 2024 di Kelurahan Beringin Raya, Kota Bengkulu. Analisis laboratorium dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu.

Rancangan Penelitian dan Analisis Data

Penelitian disusun dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan lima tingkat perlakuan konsentrasi POC, yaitu 0 mL/L sebagai kontrol, serta 100, 200, 300, dan 400 mL/L. Masing-masing perlakuan diulang empat kali, dengan diperoleh total 20 unit percobaan. Setiap unit percobaan terdiri atas tiga tanaman, sehingga total tanaman sebanyak 60 individu. Data terkait sifat kimia tanah dan pertumbuhan tanaman dianalisis menggunakan *analysis of variance* (ANOVA). Apabila terdapat perbedaan yang signifikan antarperlakuan, uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf signifikansi 5% diterapkan

untuk menentukan perbedaan secara statistik. Seluruh analisis data dilaksanakan dengan perangkat lunak Costat versi 6.400.

Pembuatan Pupuk Organik Cair

Pupuk organik cair (POC) berasal dari sisa sayuran, buah, dan bahan dapur lainnya, yang dipotong kecil dengan ukuran 3–5 cm dan dimasukkan ke dalam tong komposter berkapasitas ± 60 liter. Ventilasi udara dijaga melalui selang, sedangkan cairan hasil fermentasi dikeluarkan melalui keran yang terdapat di bagian bawah komposter. Larutan EM4 yang diencerkan (1:10) ditambahkan hingga kelembapan mencapai 60% untuk mempercepat proses dekomposisi. Fermentasi berlangsung selama enam minggu, dengan satu minggu pertama difokuskan pada fase adaptasi mikroba, diikuti pengeluaran lindi secara berkala. POC dikatakan matang ketika berwarna hitam, memiliki aroma tanah yang khas tanpa bau menyengat, serta bebas dari larva maupun gas fermentasi.

Persiapan Media Tanam

Tanah Entiso diambil pada kedalaman 0–20 cm di Kelurahan Beringin Raya, Kota Bengkulu. Tanah tersebut diayak menggunakan saringan berukuran 2,0 mm dan dimasukkan ke dalam polybag masing-masing seberat 10 kg (berat kering mutlak) sebagai satuan percobaan. Kelembapan media disesuaikan sebelum penanaman untuk mendukung perkecambahan. Tanah Entisol dipilih karena memiliki perkembangan mineral yang rendah serta kesuburan kimia terbatas. Analisis sifat awal tanah menunjukkan pH 6,11 (masam), C-organik 2,71% (tinggi), N-total 0,13%, P-tersedia 5,58 ppm, dan K 0,24 me/100 g, yang menunjukkan bahwa seluruh parameter tergolong rendah kecuali kandungan karbon organik.

Penanaman, Pemeliharaan, dan Pemanenan Jagung Manis

Benih jagung manis varietas hibrida ditanam sebanyak tiga biji per polybag pada kedalaman 5 cm, kemudian diseleksi menjadi satu tanaman terbaik setelah muncul dua daun sejati. Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman, penyulaman pada 7 hari setelah tanam (HST), serta penyiangan dilakukan secara mingguan. Pengendalian hama dilaksanakan melalui metode manual dan kimiawi dengan menggunakan profenofos (0,1 mL/L) atau larutan tembakau, diaplikasikan tiga kali seminggu. Pemanenan dilakukan pada 67 HST berdasarkan ciri fisiologis tanaman, yaitu daun menguning, kelobot berwarna hijau kekuningan, rambut tongkol mengering, dan biji mengeluarkan cairan putih, yang menandai fase masak susu.

Pemupukan dan Aplikasi Pupuk Organik Cair (POC)

Pupuk dasar yang digunakan adalah setengah dari rekomendasi yang meliputi : 75 kg/ha Urea, 75 kg/ha TSP, dan 50 kg/ha KCl. Pemberian Urea dilakukan dalam dua tahap, yakni setengah dosis saat tanam dan sisanya pada 30 hari setelah tanam (HST) dengan metode penaburan di sekitar pangkal tanaman. Aplikasi POC dimulai pada dua minggu setelah tanam (2 MST) dan dilaksanakan setiap minggu hingga tanaman mencapai umur 7 MST. POC diberikan dengan cara disiramkan langsung ke permukaan tanah sesuai konsentrasi perlakuan yang telah ditetapkan dalam rancangan percobaan.

Analisis Tanah dan Pengamatan

Parameter sifat kimia tanah yang diamati meliputi pH, karbon organik (C-organik), nitrogen total (N-total), fosfor tersedia (P-tersedia), dan kalium dapat dipertukarkan (K-dd). Pengukuran pH dilakukan menggunakan rasio tanah:air 1:5, sedangkan aluminium dapat dipertukarkan dianalisis melalui ekstraksi KCl 1 N. Kandungan C-organik ditentukan menggunakan metode Walkley & Black, N-total dianalisis dengan metode Kjeldahl, P-tersedia menggunakan metode Bray-1, dan K-dd ditentukan melalui ekstraksi NH_4OAc 1 N pada pH 7.

Pengamatan sifat kimia tanah dilakukan pada dua waktu, yaitu sebelum penanaman untuk memperoleh kondisi awal dan setelah panen untuk menilai perubahan yang terjadi akibat perlakuan. Parameter pertumbuhan tanaman yang diamati mencakup tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang pada fase generatif (7 MST). Parameter hasil yang diukur meliputi panjang tongkol, diameter tongkol, serta bobot tongkol berkelobot dan tanpa kelobot pada saat panen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Kimia Pupuk Organik Cair

Pupuk organik cair (POC) digunakan dalam penelitian ini berasal dari fermentasi limbah organik rumah tangga. Hasil analisis disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisis Pupuk Organik Cair Limbah Rumah Tangga

Parameter	Satuan	Nilai
C-organik	%	4,61
Nitrogen	%	0,45
Fosfor	%	0,29
Kalium	%	0,48

Kandungan C-organik pada POC sebesar 4,61% mencerminkan potensi POC sebagai sumber bahan organik yang mampu meningkatkan kualitas tanah. Karbon organik

berperan penting dalam mendukung aktivitas mikroba tanah, memperbaiki struktur agregat, serta meningkatkan kapasitas tukar kation dan retensi air. Temuan ini konsisten dengan laporan sebelumnya yang menunjukkan bahwa bahan organik dapat meningkatkan kesuburan tanah melalui peningkatan ketersediaan hara dan biomassa mikrob (Liu *et al.*, 2023; Sarker *et al.*, 2023).

Meskipun kandungan karbon organik dalam POC umumnya lebih rendah dibandingkan pupuk organik padat karena sifatnya yang lebih encer, efektivitasnya dalam memperbaiki kesehatan tanah tetap signifikan. Nutrisi yang tersedia dalam bentuk larut air dapat diserap lebih cepat oleh tanaman dan mikroorganisme tanah. Selain itu, POC juga berkontribusi terhadap peningkatan keanekaragaman dan aktivitas mikroba tanah, yang merupakan komponen penting dalam mendukung proses biokimia tanah dan siklus hara (Ermadani *et al.*, 2019; Zago *et al.*, 2019).

Kandungan nitrogen sebesar 0,45% dalam POC menunjukkan potensinya sebagai sumber nitrogen yang mampu merangsang pertumbuhan tanaman. Nitrogen merupakan unsur hara esensial dalam pembentukan klorofil dan protein, serta berperan penting dalam perkembangan jaringan tanaman. Efektivitas POC dalam meningkatkan ketersediaan nitrogen sangat relevan untuk tanah Entisol, yang umumnya miskin nitrogen (Fahni *et al.*, 2023). Beberapa studi melaporkan bahwa aplikasi pupuk organik secara signifikan menyebabkan terjadinya peningkatan kadar N-total pada tanah marginal, sehingga berdampak positif terhadap hasil panen dan efisiensi serapan hara oleh tanaman (Sarker *et al.*, 2023; Ermadani *et al.*, 2019).

Integrasi POC ke dalam sistem pertanian berkelanjutan dapat menjadi alternatif yang menjanjikan untuk mengurangi ketergantungan pada pupuk sintetis. Selain menekan dampak lingkungan dari praktik pertanian konvensional, penggunaan POC mendukung prinsip ekonomi sirkular dengan mendaur ulang limbah organik menjadi input pertanian bernilai (Aktar *et al.*, 2018; Zhou *et al.*, 2018). Dengan karakteristik tersebut, POC bukan saja berperan sebagai pupuk fungsional, tetapi juga merupakan inovasi dalam pengelolaan limbah rumah tangga. Pendekatan ini mampu menjawab tantangan ganda, yaitu pengurangan timbunan sampah dan penyediaan nutrisi tanaman yang efektif (Udumoh *et al.*, 2021; Maffia *et al.*, 2024).

Kualitas Kimia Tanah Entisol

Aplikasi POC terhadap tanah Entisol menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antar parameter yang diamati, seperti tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Dampak Berbagai Konsentrasi Pupuk Organik Cair Limbah Rumah Tangga terhadap Sifat Kimia Tanah

Konsentrasi POC	pH tanah	C-organik (%)	N-total (%)	P-tersedia (ppm)	K-dd (cmol(+)/kg)
0 mL/L (kontrol)	6,58 ^b	2,70 ^b	0,13 ^c	5,86 ^d	0,26 ^c
100 mL/L	6,59 ^b	2,81 ^b	0,15 ^c	6,24 ^d	0,25 ^c
200 mL/L	6,64 ^a	2,93 ^a	0,19 ^b	7,61 ^c	0,35 ^b
300 mL/L	6,60 ^{ab}	3,02 ^a	0,22 ^a	8,59 ^b	0,41 ^a
400 mL/L	6,62 ^{ab}	2,95 ^a	0,21 ^{ab}	9,78 ^a	0,39 ^{ab}

Keterangan : Angka-angka sekolom dengan huruf yang sama menunjukkan perbedaan tidak nyata menurut uji BNT pada taraf 5%

Aplikasi POC berpengaruh nyata terhadap pH tanah yang berkisar antara 6,58–6,64. Hal ini menunjukkan bahwa POC berperan sebagai agen penyangga pH, bukan sebagai pengubah pH secara drastis. Temuan ini sesuai dengan pernyataan dari Bako *et al.*, (2025) yang menyatakan bahwa bahan organik mampu menstabilkan pH tanah melalui mekanisme penyanggaan, sehingga menciptakan kondisi yang lebih kondusif bagi aktivitas mikroba dan ketersediaan hara.

Peningkatan kandungan karbon organik tanah seiring dengan peningkatan konsentrasi POC menjadi indikator penting perbaikan kesuburan tanah. Konsentrasi 300 mL/L menghasilkan C-organik tertinggi (3,02%), menunjukkan kontribusi POC terhadap akumulasi bahan organik yang mendukung struktur tanah, kapasitas tukar kation, dan retensi air. Hal ini sangat relevan bagi tanah Entisol, yang umumnya miskin bahan organik dan memiliki tekstur berpasir yang rentan terhadap pencucian hara (Wang *et al.*, 2022; Bontzorlos *et al.*, 2022).

Sejalan dengan peningkatan C-organik, kandungan nitrogen total juga meningkat secara signifikan, terutama pada konsentrasi 300 mL/L yang mencapai 0,22%. Peningkatan ini mencerminkan peran POC sebagai sumber nitrogen yang tersedia secara hayati, mendukung pertumbuhan mikroorganisme tanah, dan mempercepat proses mineralisasi. Efek ini penting untuk memperkuat siklus nitrogen tanah, mengurangi ketergantungan terhadap pupuk anorganik, sekaligus memberikan manfaat ekologis (Huang *et al.*, 2023; Wang *et al.*, 2022).

Ketersediaan fosfor menunjukkan tren peningkatan yang konsisten seiring dengan bertambahnya konsentrasi POC. Konsentrasi tertinggi (400 mL/L) menghasilkan P-tersedia sebesar 9,78 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa POC mampu meningkatkan mobilisasi

fosfor melalui mekanisme pelarutan senyawa fosfat serta pengurangan fiksasi oleh ion Fe dan Al, yang umum terjadi pada tanah Entisol (Bako *et al.*, 2025; Rolsky & Kelkar, 2021).

Selain itu, kandungan kalium dapat ditukar (K-dd) meningkat secara signifikan, terutama pada konsentrasi 300 mL/L yang mencapai 0,41 cmol(+)/kg. Peningkatan ini menunjukkan bahwa POC tidak hanya memperbaiki status hara makro utama, tetapi juga memperkuat kapasitas tanah dalam menyediakan kalium yang esensial bagi pertumbuhan tanaman. Temuan ini mendukung pentingnya amandemen organik dalam meningkatkan ketersediaan kalium serta memperbaiki struktur tanah secara keseluruhan (Adekiya *et al.*, 2020).

Hasil penelitian menunjukkan aplikasi POC memberikan dampak positif terhadap kualitas kimia tanah Entisol. Peningkatan parameter kimia seperti pH, C-organik, N-total, P-tersedia, dan K-dd menegaskan bahwa POC berpotensi sebagai strategi pemupukan organik yang efektif. Integrasi POC ke dalam sistem pertanian berkelanjutan tidak hanya mendukung produktivitas tanaman, tetapi juga berkontribusi pada pengelolaan limbah dan peningkatan kesehatan lingkungan secara simultan.

Pertumbuhan dan Hasil Jagung Manis

Konsentrasi POC berpengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan tanaman jagung manis seperti tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh Pupuk Organik Cair Limbah Rumah Tangga terhadap Pertumbuhan Vegetatif Jagung Manis

Konsentrasi POC	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun (helai)	Diameter Batang (mm)
0 mL/L (kontrol)	153,00 ^d	6,33 ^c	17,50 ^b
100 mL/L	214,00 ^{bc}	7,33 ^b	22,17 ^a
200 mL/L	207,33 ^c	7,67 ^{ab}	21,63 ^a
300 mL/L	243,00 ^a	8,33 ^a	22,20 ^a
400 mL/L	221,00 ^b	7,67 ^{ab}	23,00 ^a

Keterangan : Angka-angka sekolom dengan huruf yang sama menunjukkan perbedaan tidak nyata menurut uji BNT pada taraf 5%

Pemberian POC pada konsentrasi 300 mL/L menghasilkan tinggi tanaman tertinggi. Hal ini sejalan dengan temuan bahwa pengelolaan hara secara tepat dapat meningkatkan sifat agronomi tanaman, termasuk tinggi dan biomassa, khususnya pada tanah yang miskin unsur hara (Anisuzzaman *et al.*, 2021; Yue *et al.*, 2021).

Jumlah daun menunjukkan respons positif terhadap aplikasi POC. Konsentrasi 300 mL/L tercatat menghasilkan jumlah daun tertinggi, mencerminkan peran penting nitrogen dan fosfor dalam pembentukan organ fotosintetik. Kedua unsur tersebut berkontribusi

langsung terhadap peningkatan kapasitas fotosintesis pada fase awal pertumbuhan, yang pada akhirnya berdampak pada potensi hasil tanaman (Anisuzzaman *et al.*, 2021; Olšovská *et al.*, 2024). Pengelolaan hara yang seimbang melalui aplikasi POC pada berbagai konsentrasi terbukti mendukung pertumbuhan optimal, memperkuat efektivitas strategi pemupukan berbasis bahan organik (Yue *et al.*, 2021).

Diameter batang mengalami peningkatan di seluruh kelompok perlakuan, menunjukkan bahwa POC berperan dalam memperkuat integritas struktural tanaman serta efisiensi transportasi hara. Meskipun diameter batang maksimum tercatat pada konsentrasi 400 mL/L, perbedaan yang relatif kecil dibandingkan konsentrasi 300 mL/L mengindikasikan adanya titik jenuh, dengan peningkatan konsentrasi tidak lagi memberikan keuntungan tambahan yang signifikan (Guo *et al.*, 2021; Zhang *et al.*, 2022). Pemberiaan POC dapat mendukung kekuatan jaringan tanaman dan memfasilitasi distribusi hara yang esensial bagi pertumbuhan dan pembentukan biji (Saha *et al.*, 2021).

Hasil penelitian ini menegaskan bahwa konsentrasi POC sebesar 300 mL/L merupakan konsentrasi yang paling efektif dalam meningkatkan pertumbuhan vegetatif jagung manis, khususnya pada tanah Entisol yang tergolong miskin hara. Temuan ini memperkuat urgensi penerapan strategi pengelolaan nutrisi berbasis bahan organik sebagai pendekatan berkelanjutan untuk meningkatkan produktivitas tanaman di lahan marginal (Yue *et al.*, 2021; Hu *et al.*, 2021).

Tabel 4 menyajikan dampak aplikasi POC terhadap hasil tanaman jagung manis, meliputi panjang tongkol, diameter tongkol, bobot tongkol berkelobot, serta bobot tongkol tanpa kelobot.

Tabel 4. Pengaruh Pupuk Organik Cair Limbah Rumah Tangga terhadap Hasil Tongkol Jagung Manis

Konsentrasi POC	Panjang Tongkol (cm)	Diameter Tongkol (mm)	Bobot Tongkol Berkelobot (g)	Bobot Tongkol Tanpa Kelobot (g)
0 ml/l	23,17 ^c	29,67 ^d	225,00 ^c	152,00 ^d
100 ml/l	27,17 ^a	35,67 ^c	242,67 ^c	200,67 ^c
200 ml/l	23,93 ^d	41,00 ^{bc}	270,67 ^b	220,00 ^b
300 ml/l	24,67 ^c	42,83 ^{ab}	286,33 ^a	250,33 ^a
400 ml/l	25,67 ^b	45,10 ^a	294,33 ^a	223,33 ^b

Keterangan : Angka-angka sekolom dengan huruf yang sama menunjukkan perbedaan tidak nyata menurut uji BNT pada taraf 5%

Konsentrasi POC sebesar 300 mL/L secara signifikan meningkatkan bobot tongkol berkelobot, dengan rata-rata mencapai 250,33 g. Selain itu, konsentrasi ini juga

menghasilkan diameter tongkol yang optimal dan pengisian biji yang lebih merata, dua indikator penting dalam menentukan kualitas hasil panen (Gunjal, 2019). Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Verdiansyah *et al.* (2023), yang menyatakan bahwa kecukupan unsur hara, terutama N dan P, sangat berperan dalam mendukung proses pengisian biji jagung.

Aplikasi POC juga berdampak pada diameter dan bobot tongkol pada konsentrasi yang lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa hara makro, khususnya P dan K, tersedia dalam jumlah memadai pada konsentrasi 300 mL/L. Meskipun perlakuan 400 mL/L menghasilkan diameter tongkol terbesar, perbedaannya tidak signifikan dibandingkan konsentrasi 300 mL/L (Ndiaye *et al.*, 2025). Secara prinsip, hal ini menunjukkan bahwa setelah ambang kejenuhan hara tercapai, peningkatan konsentrasi pupuk tidak selalu diikuti oleh peningkatan hasil yang sepadan (Verdiansyah *et al.*, 2023).

Efektivitas POC dalam meningkatkan hasil juga berkaitan dengan kemampuannya memperbaiki efisiensi penyerapan hara, sehingga berperan penting bagi pertumbuhan dan fase reproduktif (Waghmode *et al.*, 2015; Sadeghpour *et al.*, 2017). Penyerapan N yang lebih tinggi melalui POC berkontribusi pada pembentukan protein dan klorofil, namun konversinya menjadi hasil panen tetap bergantung pada keseimbangan hara dan kapasitas fisiologis tanaman untuk memanfaatkannya secara efisien (Ahmed *et al.*, 2024).

Selain itu, peningkatan kepadatan dan pengisian tongkol mencerminkan peran POC dalam mendukung transpor fotosintat dan pembentukan biji yang lebih optimal. Hal ini menunjukkan bahwa profil nutrisi seimbang pada konsentrasi 300 mL/L tidak hanya memperkuat pertumbuhan vegetatif, tetapi juga mendukung fase reproduktif tanaman secara menyeluruh (Waghmode *et al.*, 2015). Dengan demikian, aplikasi POC pada konsentrasi 300 mL/L dapat dianggap sebagai konsentrasi optimal untuk meningkatkan hasil jagung manis pada tanah Entisol. Konsentrasi ini mampu menyediakan hara dalam jumlah memadai tanpa menimbulkan efek kejenuhan, sehingga mendukung praktik pertanian berkelanjutan pada lahan dengan kesuburan alami yang rendah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pupuk organik cair berbahan limbah rumah tangga terbukti meningkatkan kesuburan kimia tanah Entisol dan produktivitas jagung manis. Konsentrasi optimal 300-400 mL/L meningkatkan ketersediaan hara dan produktivitas tanaman jagung manis. Disarankan untuk menguji efektivitasnya pada jenis tanah dan tanaman lain serta mengevaluasi dampak jangka panjang terhadap kualitas tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Adekiya, A., Ejue, W., Olayanju, T., Dunsin, O., Aboyeji, C., Aremu, C., & Akinpelu, O. (2020). Different organic manure sources and NPK fertilizer on soil chemical properties, growth, yield and quality of okra. *Scientific Reports*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-73291-x>
- Ahmed, A., Ahmed, N., Arif, U., Khalid, S., Zafar, L., Ahmed, R., & Farid, H. (2024). Application of organic and inorganic nutrient sources for improving growth and yield attributes of maize (*Zea mays* L.) under climatic conditions of Pakistan. *Pakistan Journal of Biotechnology*, 21(2), 484–488. <https://doi.org/10.34016/pjbt.2024.21.02.929>
- Aktar, S., Islam, M., Hossain, M., Akter, H., Maula, S., & Hossain, S. (2018). Effects of municipal solid waste compost and fertilizers on the biomass production and yield of BRRI dhan 50. *Progressive Agriculture*, 29(2), 82–90. <https://doi.org/10.3329/pa.v29i2.38291>
- Anisuzzaman, M., Rafii, M., Jaafar, N., Ramlee, S., Ikbali, M., & Haque, M. (2021). Effect of organic and inorganic fertilizer on the growth and yield components of traditional and improved rice (*Oryza sativa* L.) genotypes in Malaysia. *Agronomy*, 11(9), 1830. <https://doi.org/10.3390/agronomy11091830>
- Bako, P., Ishaq, L., Airtur, M., Serangmo, D., Soetedjo, I., Nguru, E., & Kase, R. (2025). The effect of biochar and organic fertilizer application on soil chemical properties and soybean yield in dryland of West Timor, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1482(1), 012048. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1482/1/012048>
- Bontzorlos, V., Vlachopoulos, K., & Xenos, A. (2022). Distribution of four vole species through the barn owl *Tyto alba* diet spectrum: Pattern responses to environmental gradients in intensive agroecosystems of central Greece. *Life*, 13(1), 105. <https://doi.org/10.3390/life13010105>
- Cheng, Y., Shi, X., Narayanan, M., Li, Z., Li, Y., & Ma, Y. (2025). Enhancing nutrient uptake efficiency in *Zea mays*: The role of plant growth-promoting bacteria in modifying root characteristics and mobilizing soil nutrients. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 105(9), 5030–5039. <https://doi.org/10.1002/jsfa.14233>
- Chojnacka, A., Szczęsny, P., Błaszczuk, M., Zielenkiewicz, U., Detman, A., Salamon, A., ... & Sikora, A. (2015). Noteworthy facts about a methane-producing microbial community processing acidic effluent from sugar beet molasses fermentation. *PLOS ONE*, 10(5), e0128008. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0128008>
- Ding, Y., Liu, Y., Liu, S., Li, Z., Tan, X., Huang, X., & Zheng, B. (2016). Biochar to improve soil fertility: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 36(2). <https://doi.org/10.1007/s13593-016-0372-z>
- Ermadani, Hermansah, H., Syarif, A., & Lenin, I. (2019). Use of organic waste as an alternative organic fertilizer and synthetic fertilizer to ameliorate acid soil productivity. *International Journal on Advanced Science Engineering and Information Technology*, 9(3), 822–828. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.9.3.4399>
- Esercizio, N., Lanzilli, M., Vastano, M., Landi, S., Xu, Z., Gallo, C., & d'Ippolito, G. (2021). Fermentation of biodegradable organic waste by the family

- Thermotogaceae. *Resources*, 10(4), 34.
<https://doi.org/10.3390/resources10040034>
- Fahni, Y., Sanjaya, A., Saputri, D., & Herlambang, A. (2023). The implementation of rotary POC technology for organic fertilizer production in Tarahan Village, South Lampung. *Abdimas Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 6(4), 4807–4813.
<https://doi.org/10.35568/abdimas.v6i4.4126>
- Gunjal, B. (2019). System productivity, profitability and economic efficiency as influenced by various levels and sources of nutrients in sweet corn-potato cropping systems. *International Research Journal of Agricultural Economics and Statistics*, 10(2), 262–271. <https://doi.org/10.15740/has/irjaes/10.2/262-271>
- Guo, Y., Yin, W., Fan, H., Fan, Z., Hu, F., Yu, A., & Zhang, X. (2021). Photosynthetic physiological characteristics of water and nitrogen coupling for enhanced high-density tolerance and increased yield of maize in arid irrigation regions. *Frontiers in Plant Science*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.726568>
- Hao, X., Ma, X., Sun, L., Liu, S., Jing-hong, J., Zhou, B., & Zhao, S. (2025). High ratio of manure substitution enhanced soil organic carbon storage via increasing particulate organic carbon and nutrient availability. *Plants*, 14(13), 2045. <https://doi.org/10.3390/plants14132045>
- Hu, Y., Zhang, P., Zhang, X., Liu, Y., Feng, S., Guo, D., & Dang, X. (2021). Multi-wall carbon nanotubes promote the growth of maize (*Zea mays*) by regulating carbon and nitrogen metabolism in leaves. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 69(17), 4981–4991. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c00733>
- Huang, A., Wang, Z., Yang, D., Yang, S., Bai, W., Wu, N., & Liu, Z. (2023). Effects of tea oil camellia (*Camellia oleifera* Abel.) shell-based organic fertilizers on the physicochemical property and microbial community structure of the rhizosphere soil. *Frontiers in Microbiology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1231978>
- Javed, A., Khan, M., Babar, J., Ahmed, F., Domar, M., Ejaz, M., & Kakar, H. (2024). Improving pea growth and nutrient efficiency in calcareous soils through the synergy of organic amendments and chemical fertilizers. *Biosight*, 5(1), 26–40. <https://doi.org/10.46568/bios.v5i1.165>
- Jin, N., Li, J., Wang, S., Li, J., Liu, F., Liu, Z., & Yu, J. (2022). Reduced chemical fertilizer combined with bio-organic fertilizer affects the soil microbial community and yield and quality of lettuce. *Frontiers in Microbiology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.863325>
- Liu, D., Ding, Z., Ali, E., Kheir, A., Eissa, M., & Ibrahim, O. (2021). Biochar and compost enhance soil quality and growth of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) under saline conditions. *Scientific Reports*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-88293-6>
- Liu, X., Chen, Q., Zhang, H., Zhang, J., Chen, Y., Yao, F., & Chen, Y. (2023). Effects of exogenous organic matter addition on agricultural soil microbial communities and relevant enzyme activities in southern China. *Scientific Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-33498-0>
- Liu, Y., Lan, X., Hou, H., Ji, J., Liu, X., & Lv, Z. (2024). Multifaceted ability of organic fertilizers to improve crop productivity and abiotic stress tolerance: Review and perspectives. *Agronomy*, 14(6), 1141. <https://doi.org/10.3390/agronomy14061141>

- Maffia, A., Marra, F., Battaglia, S., Oliva, M., Mallamaci, C., & Muscolo, A. (2024). Influence of agro-industrial waste composts on soil characteristics, growth dynamics, and yield of red cabbage and broccoli. *Soil Systems*, 8(2), 53. <https://doi.org/10.3390/soilsystems8020053>
- Marcelli, A., Osimani, A., & Aquilanti, L. (2025). Vegetable by-products from industrial processing: From waste to functional ingredient through fermentation. *Foods*, 14(15), 2704. <https://doi.org/10.3390/foods14152704>
- Mayers, J., Nilsson, A., Albers, E., & Flynn, K. (2017). Nutrients from anaerobic digestion effluents for cultivation of the microalga *Nannochloropsis* sp.: Impact on growth, biochemical composition and the potential for cost and environmental impact savings. *Algal Research*, 26, 275–286. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2017.08.007>
- Nan, X., Bhadha, J., Rabbany, A., Swanson, S., McCray, J., Y, L., & Mylavarapu, R. (2025). Soil health assessment of incorporating bagasse in a commercial sugarcane production system on mineral soils. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 188(2), 209–219. <https://doi.org/10.1002/jpln.202300355>
- Ndiaye, I., Baldé, A., Seydi, O., Tendeng, E., Sylla, S., & Diarra, K. (2025). Impact of composting and vermicomposting of three types of animal manure on the dynamics of macronutrients nitrogen, phosphorus, and potassium. *European Scientific Journal ESJ*, 21(21), 65. <https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n21p65>
- Olšovská, K., Sytar, O., & Kováčik, P. (2024). Optimizing nitrogen application for enhanced barley resilience: A comprehensive study on drought stress and nitrogen supply for sustainable agriculture. *Sustainability*, 16(5), 2016. <https://doi.org/10.3390/su16052016>
- Read, J., Adeli, A., Lang, D., & McGrew, N. (2019). Use of poultry litter, swine mortality compost, and FGD gypsum on reclaimed lignite mine soil in Mississippi. *Journal American Society of Mining and Reclamation*, 2019(2), 31–51. <https://doi.org/10.21000/jasmr19020031>
- Rolsky, C., & Kelkar, V. (2021). Degradation of polyvinyl alcohol in US wastewater treatment plants and subsequent nationwide emission estimate. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(11), 6027. <https://doi.org/10.3390/ijerph18116027>
- Sadeghpour, A., Ketterings, Q., Godwin, G., & Czymmek, K. (2017). Shifting from N-based to P-based manure management maintains soil test phosphorus dynamics in a long-term corn and alfalfa rotation. *Agronomy for Sustainable Development*, 37(2). <https://doi.org/10.1007/s13593-017-0416-z>
- Saha, B., Rose, M., van Zwieten, L., Wong, V., & Patti, A. (2021). Slow release brown coal-urea fertilizer potentially influences greenhouse gas emissions, nitrogen use efficiency, and sweet corn yield in Oxisol. *ACS Agricultural Science & Technology*, 1(5), 469–478. <https://doi.org/10.1021/acsagscitech.1c00082>
- Sarker, P., Rahman, M., Mamun, A., Nahar, N., & Tipu, M. (2023). Application of municipal solid waste compost and green manure exerted residual effects on soil nutrient content and plant nutrient uptake in rice. *International Journal of Plant & Soil Science*, 35(8), 158–170. <https://doi.org/10.9734/ijpss/2023/v35i82892>

- Syafruddin, S., Syakur, S., Saiful, S., Safrida, S., Munandar, F., Herlina, C., & Azis, A. (2022). Effect of mycorrhizae biofertilizer to increase the growth, production, and quality of patchouli oil (*Pogostemon cablin* Benth.) on Aceh's Entisols soil. *Journal of Hunan University Natural Sciences*, 49(5), 11–20. <https://doi.org/10.55463/issn.1674-2974.49.5.2>
- Tobing, W., Ndua, N., & Hanas, D. (2024). Utilization of organic ameliorants and fertilizers to increase Entisol total N through axis system fertigation in vertical cultivation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1302(1), 012023. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1302/1/012023>
- Udumoh, I., Ayotamuno, J., & Ahuchaogu, I. (2021). A review of nutrient potentials of composted municipal solid wastes for agricultural use. *Poljoprivredna Tehnika*, 46(4), 58–73. <https://doi.org/10.5937/poljteh2104058u>
- Verdiansyah, R., Kristiana, L., & Awidiyanti, R. (2023). Kombinasi pemberian pupuk organik dan pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan hasil jagung lokal komposit varietas guluk-guluk. *Agrotekma: Jurnal Agroteknologi dan Ilmu Pertanian*, 7(2), 95–113. <https://doi.org/10.31289/agr.v7i2.9400>
- Waghmode, B., Sonawane, S., & Tajane, D. (2015). Differential responses of yield and quality to organic manures in sweet corn [*Zea mays* (L.) saccharata]. *International Journal of Agricultural Sciences*, 11(2), 229–237. <https://doi.org/10.15740/has/ijas/11.2/229-237>
- Wahyuni, D., Bertham, Y., & Widiyono, H. (2023). The effect of humic acid on biological properties of soil and upland rice plants in Entisol coastal Bengkulu City. *E3S Web of Conferences*, 373, 06004. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202337306004>
- Wang, L., Qin, T., Zhao, J., Zhang, Y., Wu, Z., Cui, X., & Jiang, G. (2022). Exploring the nitrogen reservoir of biodegradable household garbage and its potential in replacing synthetic nitrogen fertilizers in China. *PeerJ*, 10, e12621. <https://doi.org/10.7717/peerj.12621>
- Xia, X., Zhang, P., He, L., Gao, X., Li, W., Zhou, Y., & Yang, L. (2019). Effects of tillage managements and maize straw returning on soil microbiome using 16S rDNA sequencing. *Journal of Integrative Plant Biology*, 61(6), 765–777. <https://doi.org/10.1111/jipb.12802>
- Yue, K., Li, L., Xie, J., Fudjoe, S., Zhang, R., Luo, Z., & Anwar, S. (2021). Nitrogen supply affects grain yield by regulating antioxidant enzyme activity and photosynthetic capacity of maize plant in the Loess Plateau. *Agronomy*, 11(6), 1094. <https://doi.org/10.3390/agronomy11061094>
- Zago, L., Ramalho, W., & Caramori, S. (2019). Does crop-livestock-forest systems contribute to soil quality in Brazilian savannas? *Floresta e Ambiente*, 26(3). <https://doi.org/10.1590/2179-8087.034318>
- Zhang, X., Du, S., Xu, Y., Qiao, Y., Cao, C., & Li, W. (2022). Response of canopy photosynthesis, grain quality, and harvest index of wheat to different nitrogen application methods. *Plants*, 11(18), 2328. <https://doi.org/10.3390/plants11182328>

- Zhou, T., Wu, S., Su, L., Xiong, J., & Zhao, Y. (2018). Innovative integrated technique for nutrient acquisition: Simultaneous recovery of carbon and nitrogen sources from the anaerobic fermentation liquid of food waste. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 6(8), 10944–10951. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.8b02336>
- Zhou, Z., Zhang, S., Jiang, N., Xiu, W., Zhao, J., & Yang, D. (2022). Effects of organic fertilizer incorporation practices on crops yield, soil quality, and soil fauna feeding activity in the wheat-maize rotation system.

Analisis Daya Dukung dan Daya Tampung Lahan untuk Kawasan Permukiman di Kecamatan Palu Selatan Kota Palu Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG)

Natalia Taruk^{1*}, Adam Malik¹, Hamka¹, Hamzari¹, Ida Arianingsih¹, Misrah¹

¹Prodi Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Tadulako

Email: nataliataruk18770@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis daya dukung dan daya tampung lahan untuk kawasan permukiman di Kecamatan Palu Selatan, Kota Palu dengan pendekatan Sistem Informasi Geografis (SIG). Penelitian dilakukan menggunakan metode overlay dan skoring berbasis parameter Satuan Kemampuan Lahan (SKL) sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.20 Tahun 2007. Data yang digunakan meliputi peta morfologi, kestabilan lereng, drainase, ketersediaan air, potensi bencana, serta data jumlah penduduk tahun 2024. Hasil analisis menunjukkan bahwa Kecamatan Palu Selatan didominasi oleh kelas kemampuan pengembangan sangat tinggi seluas 87% dan kemampuan agak tinggi sebesar 13%, yang berarti secara fisik wilayah ini memiliki potensi besar untuk pengembangan kawasan permukiman. Nilai daya dukung lahan (DDPm) sebesar 6,48 (>1) menunjukkan bahwa lahan masih mampu menampung jumlah penduduk yang ada, dengan daya tampung mencapai 363.490 jiwa. Hasil ini mengindikasikan bahwa Kecamatan Palu Selatan masih memiliki potensi pengembangan permukiman yang cukup luas, namun perlu memperhatikan faktor lingkungan seperti risiko likuifaksi dan banjir. Dengan demikian, perencanaan pembangunan harus diarahkan pada pemanfaatan lahan yang sesuai kemampuan fisik serta prinsip tata ruang berkelanjutan agar keseimbangan ekologis tetap terjaga.

Kata kunci: Daya dukung, lahan, permukiman, Palu selatan

Abstract

This study aims to analyze the land carrying capacity and land holding capacity for residential areas in South Palu District, Palu City, using a Geographic Information System (GIS) approach. The research employs overlay and scoring methods based on Land Capability Unit (LCU) parameters in accordance with the Regulation of the Minister of Public Works No. 20 of 2007. The data used include morphology maps, slope stability, drainage, water availability, disaster potential, and the 2024 population data. The results indicate that South Palu District is dominated by very high development capability at 87% and moderately high capability at 13%, suggesting that the area physically has strong potential for residential development. The land carrying capacity value (DDPm) of 6.48 (>1) shows that the land is still able to accommodate the existing population, with a land holding capacity of 363,490 people. These findings indicate that South Palu District still has significant potential for residential expansion; however, environmental factors such as liquefaction and flooding risks must be taken into account. Therefore, development planning should be directed toward land use that aligns with physical capability and sustainable spatial planning principles to maintain ecological balance.

Keywords: Carrying capacity, Land, Settlement, South palu

PENDAHULUAN

Daya dukung lahan menjadi aspek kritis dalam pengembangan permukiman. Daya dukung lahan berhubungan dengan kapasitas lahan untuk memenuhi kebutuhan manusia sambil mempertahankan fungsinya secara ekologis, termasuk penyerapan air, produksi pangan, dan pelestarian keanekaragaman hayati. Pemahaman tentang daya dukung lahan ke dalam perencanaan pengembangan permukiman adalah langkah esensial untuk mencapai Pembangunan berkelanjutan. (Lasaiba *et al.*, 2024)

Pemukiman dalam suatu tata ruang wilayah menunjukkan dominasi pengembangan dan Pembangunan yang tidak terkendali baik di wilayah pedesaan maupun di wilayah perkotaan. Dengan jumlah penduduk yang semakin bertambah dan kebutuhan yang semakin meningkat, akan menyebabkan semakin menyusutnya lahan-lahan produktif seperti lahan pertanian baik sawah ataupun yang lainnya menjadi lahan-lahan terbangun untuk permukiman dan perumahan. (Rahmi *et al.*, 2021)

Pengembangan lahan permukiman baru harus diketahui karakteristik lahan yang sesuai untuk dikembangkan. Tujuannya adalah agar pendirian permukiman dapat memenuhi hak warga negara atas tempat tinggal yang layak dalam lingkungan yang sehat, aman, serasi dan teratur, serta menjamin kepastian bermukim seperti yang diatur dalam (UU No.1.Tahun2011). Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.41 Tahun 2007 mengenai pedoman Teknis Kawasan Budidaya, pendirian permukiman harus memperhatikan beberapa karakteristik lahan. Beberapa karakteristik lahan itu antara lain yaitu Topografi datar sampai bergelombang (kelerengan lahan 0 – 25 %). (Sari *et al.*, 2021)

Kecamatan Palu Selatan merupakan kawasan pusat kota dan salah satu kawasan padat penduduk di Kota Palu dengan tingkat kerapatan bangunan tinggi, selain masalah kondisi bangunan juga terdapat kesalahan memfungsikan sarana dan prasana contohnya: masalah sanitasi, masih terdapat buangan limbah rumah tangga langsung ke saluran drainase, irigasi, dan sungai sehingga menjadikan kelurahan yang ada di Kecamatan Palu Selatan terindikasi memiliki wilayah yang masuk dalam kategori kumuh. (Saputra & Rusman, 2024). Kecamatan Palu Selatan adalah salah satu kecamatan yang berada di Kota Palu terletak memanjang dari barat ke timur secara geografis dan demografis berada dengan luas wilayah 27,38 Km². Kecamatan Palu Selatan terdiri dari 5 Kelurahan yaitu Kelurahan Birobuli Selatan, Kelurahan Petobo, Kelurahan Birobuli Utara, Kelurahan Tatura Utara dan Kelurahan Tatura Selatan. (Elizabeth Nafthaliana Bermuli *et al.*, 2024)

Teknik Pengumpulan Data

Studi dilakukan dengan pendekatan metode kuantitatif berbasis spasial. Alat bantu dalam analisis menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) yang akan membantu melakukan *overlay/superimpose* yang diintegrasikan dengan teknik analisis skoring dan pembobotan. Data primer meliputi hasil observasi lapangan di Kecamatan Palu Selatan (Verifikasi kondisi spasial, dan dokumentasi lapangan), pengambilan titik koordinat menggunakan GPS, melalui pengolahan SIG (ArcGIS 10.8). Data sekunder yaitu dilakukan dengan cara pengambilan data kepada instansi pemerintah dari Peraturan Daerah Kota Palu No.2 Tentang RTRW 2021-2041.

Analisis Satuan Kemampuan Lahan

Analisis satuan kemampuan lahan merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menilai potensi, kesesuaian, dan keterbatasan suatu lahan dalam mendukung aktivitas tertentu, baik untuk pertanian, kehutanan, maupun peruntukan lainnya. Analisis SKL dilakukan dengan Metode Overlay peta tematik dan skoring Nilai 1-5 pembobotan sesuai Permen PU No. 20 Tahun 2007, meliputi:

- a. SKL Morfologi
- b. SKL Kemudahan Dikerjakan
- c. SKL Kestabilan Lereng
- d. SKL Kestabilan Pondasi
- e. SKL Ketersediaan Air
- g. SKL Terhadap Erosi
- h. SKL Terhadap Bencana alam

Dari total nilai, dibuat beberapa kelas yang memperhatikan nilai minimum dan maksimum total nilai. Dari angka diatas, nilai minimum yang mungkin didapat Adalah 32, sedangkan nilai maksimum yang mungkin didapat Adalah 160. Dengan begitu setiap kelas lahan memiliki kemampuan yang berbeda-beda seperti terlihat pada tabel berikut ini.

Tabel 1. Klasifikasi Pengembangan

Total Kemampuan Lahan	Kelas	Klasifikasi Pengembangan	Kriteria Wilayah
32-58	A	Kemampuan Pengembangan sangat rendah	Kawasan Limitas
59-83	B	Kemampuan Pengembangan rendah	Kawasan Limitas
84-109	C	Kemampuan Pengembangan Sedang	Kawasan Kendala

110-134	D	Kemampuan Pengembangan Agak Tinggi	Kawasan Potensial
135-160	E	Kemampuan Pengembangan Sangat Tinggi	Kawasan Potensial

Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.11/PRT/M/2008(Departemen Pekerjaan Umum, 2008)

Analisis Data

Analisis Daya Dukung dan Daya Tampung

Dalam mendapatkan luas lahan yang dapat dikembangkan sebagai permukiman dari wilayah potensial tersebut dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$Lpm = (LWP \times 60\%)$$

Keterangan :

Lpm : Luas Lahan yang dapat dikembangkan sebagai permukiman (ha)

LWP : Luas wilayah potensial

60% : Rasio tutupan lahan

Sumber: Muta'ali L. 2012

Dimana:

$$DDPm = (Lpm/JP)/a$$

Keterangan :

LWp : Luas Wilayah Pengembangan

DDPm : Daya Dukung Permukiman

Lpm : Luas Lahan Permukiman

JP : Jumlah Penduduk

a : Koefisien Luas Lahan (ha/Kapita) (0,0026)

Sumber: Muta'ali L. 2012

Menurut Peraturan Daerah Kota Palu Nomor 2 Tahun 2021 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Palu Tahun 2021-2041 Untuk Karakteristik Kecamatan Palu Selatan termasuk dalam Zona Perkotaan.

Keterangan Hasil akhir Nilai DDPm :

1. Nilai DDPm >1 : artinya daya dukung permukiman tinggi, masih mampu menampung penduduk untuk bermukim.
2. Nilai DDPm =1 : artinya daya dukung permukiman optimal, terjadi keseimbangan antara penduduk bermukiman dalam wilayah tersebut.
3. Nilai DDPm <1 : artinya daya dukung permukiman rendah, tidak mampu lagi menampung penduduk untuk bermukim di wilayah tersebut.

Berikut adalah rumus yang digunakan dalam menentukan daya tampung wilayah permukiman:

$$DT = DDPm \times JP$$

Keterangan :

DT : Daya Tampung

DDPm : Daya Dukung Permukiman

JP : Jumlah Penduduk 2025 dalam angka

Sumber: Muta'ali (2012)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Satuan Kemampuan Lahan

Satuan Kemampuan Lahan Morfologi

Morfologi merupakan bentuk permukaan bumi, yang didasarkan pada kondisi kelerengan suatu wilayah. Semakin datar, rendah dan tidak kompleks morfologi suatu wilayah, kemampuan lahannya semakin tinggi. Berdasarkan hasil analisis maka dapat diketahui bahwa SKL Morfologi di Kecamatan Palu Selatan terdiri dari kemampuan lahan dengan didominasi oleh kemampuan lahan dari morfologi rendah 87%.

Tabel 2. SKL Morfologi

NO	SKL Morfologi	Luas	%
1	Kemampuan lahan dari morfologi kurang	272.636	13
2	Kemampuan lahan dari morfologi rendah	1763.664	87
	Total	2036.299	100

Satuan Kemampuan Lahan Kemudahan Dikerjakan

Kemudahan lahan untuk dikerjakan menjadi salah satu aspek penting dalam pengembangan kawasan. Kemudahan dikerjakan dikaji berdasarkan aspek morfologi, kemiringan lerang, geologi, geologi permukaan dan penggunaan lahan. Berdasarkan hasil analisis maka dapat diketahui bahwa SKL kemudahan dikerjakan di kecamatan Palu Selatan terdiri dari kemudahan dikerjakan sedang dan tinggi. Dengan kemampuan dikerjakan didominasi oleh tinggi 61%.

Tabel 3. SKL Kemudahan Dikerjakan

No	SKL Kemudahan Dikerjakan	Luas	%
1	Sedang	794.052	39
2	Tinggi	1242.247	61
	Total	2036.299	100

Satuan Kemampuan Lahan Kestabilan Lereng

Kestabilan lereng menunjukkan kondisi kemiringan lereng. Semakin besar kemiringan lerengnya, semakin tidak stabil lereng tersebut. Tidak stabil artinya, mudah terjadi gerakan tanah misalnya longsor, sehingga tidak aman dikembangkan untuk bangunan atau peruntukan lahan budidaya lain. Berdasarkan hasil analisis maka dapat diketahui SKL kestabilan lereng di kecamatan Palu selatan terdiri dari SKL Kestabilan Lereng sangat tinggi dan kestabilan lereng tinggi. Dengan didominasi oleh kestabilan lereng sangat tinggi 87%.

Tabel 4. SKL Kestabilan Lereng

No.	SKL Kestabilan Lereng	Luas	%
1	Kestabilan Lereng Sangat Tinggi	1763.664	87
2	Kestabilan Lereng Tinggi	272.636	13
	Total	2036.299	100

Satuan Kemampuan Lahan Kestabilan Pondasi

Kestabilan pondasi merupakan kondisi lahan yang mendukung stabil tidaknya suatu bangunan dibangun. Dengan mengetahui SKL kestabilan pondasi, dapat diperkirakan jenis pondasi bangunan. Semakin tinggi tingkat SKL kestabilan pondasi, semakin baik kemampuan lahannya sehingga dapat dibangun untuk berbagai bangunan dengan berbagai jenis pondasi. Berdasarkan hasil analisis maka dapat diketahui bahwa SKL kestabilan pondasi di kecamatan Palu Selatan terdiri dari SKL kestabilan pondasi sangat tinggi dan tinggi. Dengan kestabilan pondasi didominasi oleh kestabilan pondasi tinggi 91%.

Tabel 5. SKL Kestabilan Pondasi

No.	SKL Kestabilan Pondasi	Luas	%
1	Sangat Tinggi	188.799	9
2	Tinggi	1847.500	91
	Total	2036.299	100

Satuan Kemampuan Lahan Ketersediaan Air

Ketersediaan air dilihat berdasarkan kondisi morfologi, kemiringan lereng, jenis tanah, dan curah hujan. Ketersediaan air disuatu wilayah perlu dianalisis untuk memperkirakan pemenuhan kebutuhan air domestik, pertanian, maupun industri di suatu wilayah yang akan dikembangkan. Berdasarkan hasil analisis maka dapat diketahui bahwa SKL ketersediaan air di Kecamatan Palu Selatan terdiri dari SKL ketersediaan air sedang dan tinggi. Dengan didominasi oleh ketersediaan air sedang 69%.

Tabel 6. SKL Ketersediaan Air

No	SKL Ketersedian Air	Luas	%
1	Ketersediaan air sedang	1402.905	69
2	Ketersediaan air tinggi	633.394	31
	Total	2036.299	100

Satuan Kemampuan Lahan Drainase

Drainase menggambarkan kemudahan air mengalir disuatu wilayah. Semakin rendah SKL drainasenya, maka kemampuan untuk mengataskan aliran air semakin rendah sehingga mudah tergenang. Darinase didasarkan pada topografi, kelerengan, dan curah hujan. Berdasarkan hasil analisis maka dapat diketahui bahwa SKL untuk Drainase di kecamatan Palu Selatan terdiri dari SKL drainase cukup dan tinggi. Dengan kemampuan drainase didominasi oleh drainase tinggi 61%.

Tabel 7. SKL Drainase

No.	SKL Drainase	Luas	%
1	Drainase Cukup	789.921	39
2	Drainase Tinggi	1246.378	61
	Total	2036.299	100

Satuan Kemampuan Lahan Erosi

Erosi dalam hal ini didefenisikan sebagai mudah tidaknya lapisan tanah yang terkikis oleh angin atau air. SKL terhadap erosi didasarkan pada beberapa paraneter, yaitu morfologi, kemiringan lereng, jenis tanah, dan curah hujan. Berdasarkan hasil analisis maka dapat diketahui bahwa SKL terhadap Erosi di kecamatan Palu Selatan terdiri dari erosi sangat rendah dan erosi sedang. Dengan kemampuan lahan erosi didominasi oleh erosi dangat rendah 70%.

Tabel 8. SKL Erosi

No.	SKL EROSI	Luas	%
1	Erosi Sangat Rendah	1434.797	70
2	Erosi Sedang	601.503	30
	Total	2036.299	100

Satuan Kemampuan Lahan Terhadap Bencana Alam

Kebencanaan menjadi hal sangat penting dalam pengembangan wilayah. SKL bencana alam dalam kajian kesesuaian lahan alternatif. Berdasarkan hasil analisis maka dapat diketahui bahwa SKL Bencana Alam di kecamatan Palu Selatan terdiri dari potensi bencana alam cukup dan tinggi. Dengan SKL bencana alam didominasi oleh bencana alam tinggi 78%.

Tabel 9. SKL Bencana Alam

No.	SKL Bencana Alam	Luas	%
1	Bencana Alam Cukup	450.757	22
2	Bencana Alam Tinggi	1585.542	78
	Total	2036.299	100

Analisis Kemampuan Lahan

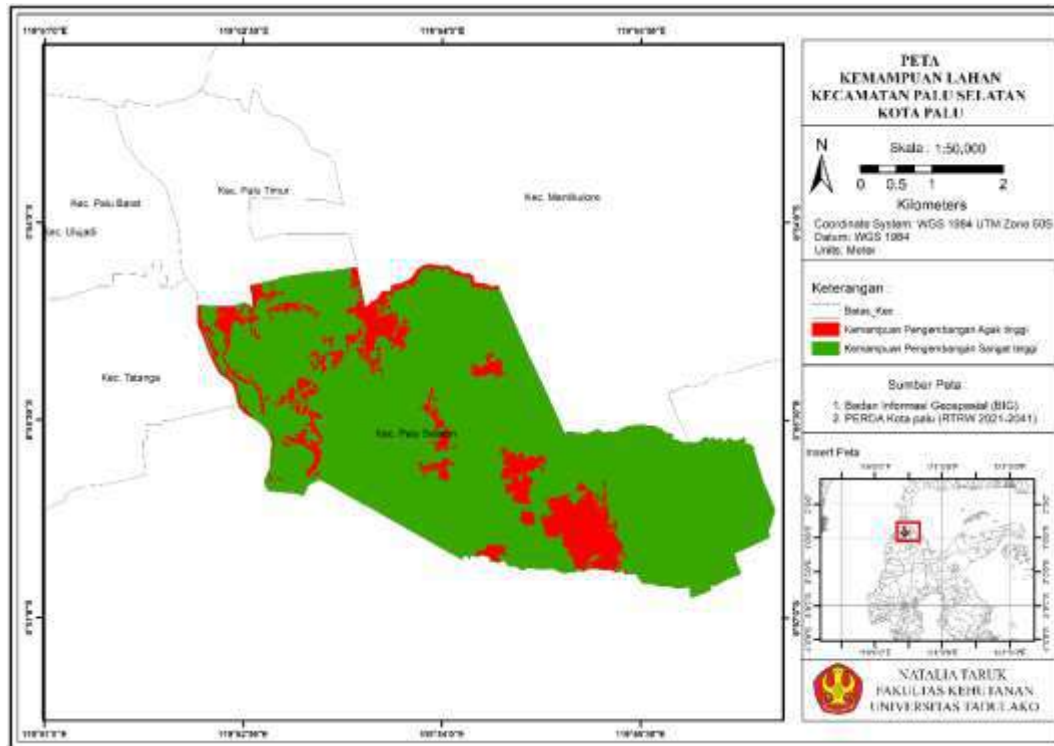
Klasifikasi kemampuan lahan di Kecamatan Palu Selatan dilakukan dengan mengoverlay (mengintersect) setiap satuan kemampuan lahan yang telah diperoleh dari hasil perkalian antara nilai akhir (tingkatan kemampuan lahan pada setiap SKL) dengan bobotnya secara bertahap. Dari proses tersebut dihasilkan peta yang menunjukkan total nilai akhir yang telah dikalikan dengan bobot seluruh SKL secara kumulatif. Nilai hasil perkalian antara nilai akhir dan bobot pada setiap satuan dalam analisis ini disebut sebagai skor ($\text{Skor} = \text{Nilai Akhir} \times \text{Bobot}$). Hasil perhitungan tersebut disajikan sebagai berikut:

Tabel 10. Klasifikasi Pengembangan Lahan Kecamatan Palu Selatan

Klasifikasi Pengembangan	Kelas Kemampuan Lahan	Luas	%
Kemampuan Pengembangan Agak tinggi	Kelas D	272.884	13
Kemampuan Pengembangan Sangat tinggi	Kelas E	1763.416	87
Total		2036.299	100

Hasil klasifikasi kemampuan lahan menunjukkan bahwa wilayah penelitian didominasi oleh kelas E dengan kemampuan pengembangan sangat tinggi seluas 1.763,416

ha (87%) yang mencerminkan kondisi lahan yang sangat sesuai dan mendukung untuk berbagai bentuk pengembangan. Sementara itu, kelas D dengan kemampuan pengembangan agak tinggi mencakup 272.884 ha (13%), yang masih layak untuk dikembangkan meskipun memiliki beberapa faktor pembatas yang perlu diperhatikan.



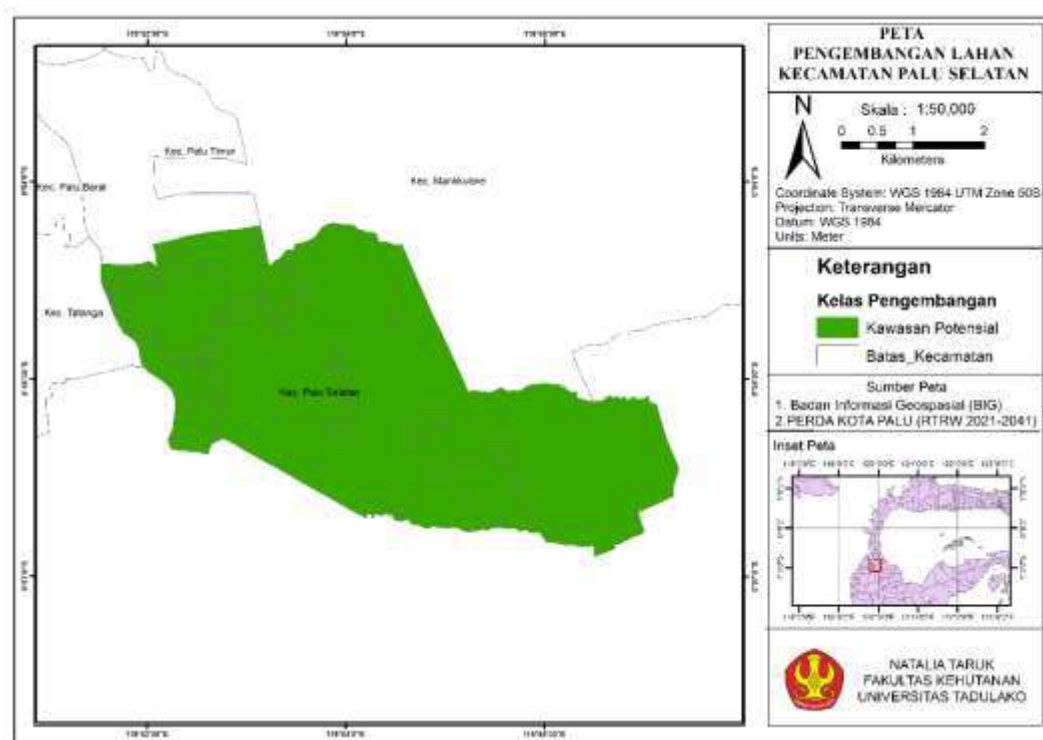
Gambar 2. Peta Kemampuan Lahan

Analisis Kemampuan Pengembangan Lahan

Hasil klasifikasi kriteria pengembangan menunjukkan bahwa seluruh wilayah yang termasuk dalam kategori kemampuan agak tinggi hingga sangat tinggi dikategorikan sebagai kawasan potensial untuk pengembangan. Dengan kata lain, 100% wilayah kecamatan Palu Selatan (seluas 1.036,30 ha) memiliki potensi pengembangan permukiman dan infrastruktur perkotaan. Namun karena kawasan ini merupakan bagian dari wilayah yang pernah terdampak likuifaksi (khususnya di barat dan tengah), maka penggunaan lahan harus disesuaikan dengan kemampuan lingkungan dan daya dukungnya.

Tabel 11. Kriteria Pengembangan Lahan Palu Selatan

Klasifikasi Pengembangan	Kriteria Pengembangan	Luas	%
Kemampuan Pengembangan Agak tinggi	Kawasan Potensial	272.884	13
Kemampuan Pengembangan Sangat tinggi	Kawasan Potensial	1763.416	87
Total		2.036,30	100



Gambar 3. Peta Pengembangan Lahan Kecamatan Palu Selatan

Analisis Daya Dukung Lahan

Perhitungan daya dukung lahan dengan pendekatan status daya dukung lahan permukiman yaitu sebagai berikut :

$$LP_m = LWP \times 60\%$$

$$LP_m = 2.036,30 \times 60\% = 1.221,78 \text{ Ha}$$

Berdasarkan luas wilayah potensial (LWP) Kecamatan Palu Selatan sebesar 2.036,30 ha, diperoleh LP_m sebesar 1.221,78 ha. Nilai ini menggunakan luas lahan yang realistis dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan permukiman setelah memperhitungkan faktor ketersediaan dan keterbatasan pemanfaatan ruang.

Diketahui rumus DDPm:

$$DDPm = \frac{(LPm/JP)}{a}$$

$$DDPm = \frac{(1.221,78/72.497)}{0.0026}$$

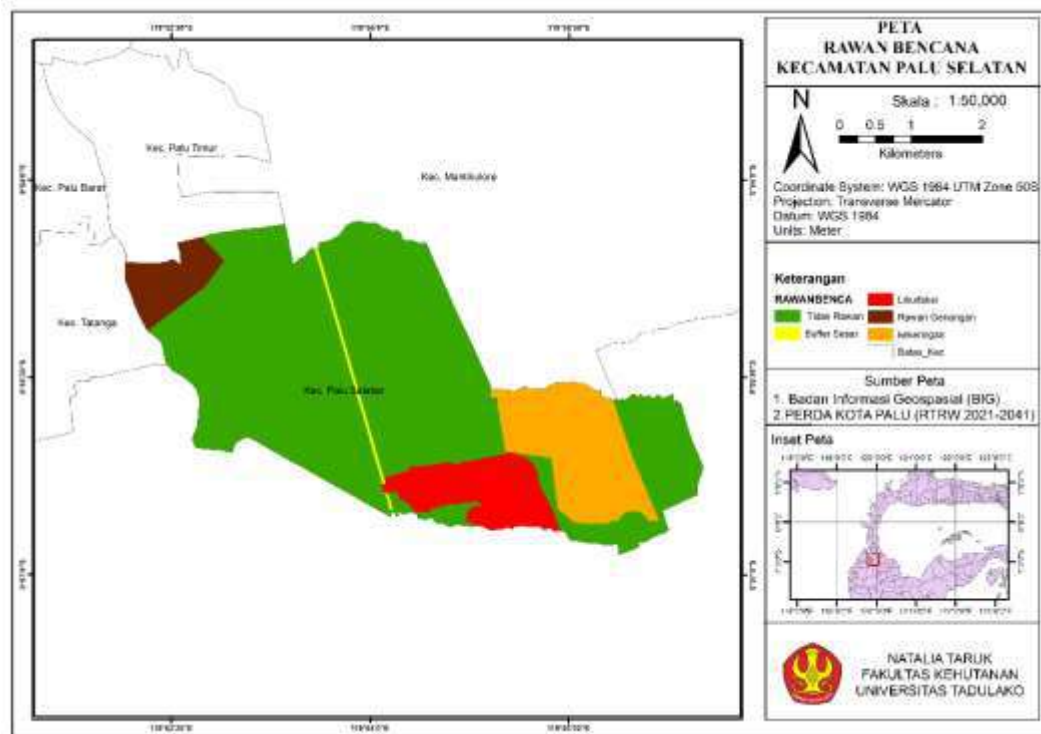
$$DDPm = 6,48$$

Dengan memasukkan nilai LPm sebesar 1.221,78 ha, jumlah penduduk (JP) sebanyak 72.497 jiwa dan koefisien luas lahan (a) sebesar 0,0026 ha/kapita, diperoleh hasil DDPm nya yaitu 6,48. Nilai DDPm sebesar 6,48 menunjukkan bahwa ketersediaan lahan permukiman di Kecamatan Palu Selatan enam kali lebih besar dibandingkan dengan kebutuhan minimum ruang untuk penduduk saat ini. Hal ini mengindikasikan bahwa wilayah tersebut berada dalam kondisi surplus daya dukung lahan, artinya lahan masih memiliki kapasitas yang cukup besar untuk menampung penduduk, baik untuk keperluan permukiman maupun pembangunan rumah.(Aprilia et al., 2025). Proyeksi daya dukung lahan untuk periode tahun 2024 hingga 2028 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 12. Proyeksi DDPm Tahun 2024-2028

Tahun	Luas lahan yang layak untuk Permukiman (Ha)	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Laju Pertumbuhan Penduduk (Jiwa)	Koefisien Kebutuhan Ruang	DDPm	Status Daya Dukung Lahan
2024	1221.78	72.497	0,69%	0.0026	6.48	Surplus
2025	1221.78	72.997	0,69%	0.0026	6.44	Surplus
2026	1221.78	73.501	0,69%	0.0026	6.39	Surplus
2027	1221.78	74.008	0,69%	0.0026	6.35	Surplus
2028	1221.78	74.519	0,69%	0.0026	6.31	Surplus

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa luas lahan permukiman yang layak (LPm) di Kecamatan Palu Selatan mencapai 1.221,78 ha dari total wilayah potensial 2.036,30 ha. Berdasarkan nilai LPm tersebut bersama jumlah penduduk 72.497 jiwa dan koefisien kebutuhan ruang 0,0026 ha/kapita, diperoleh nilai DDPm sebesar 6,48. Nilai ini menunjukkan bahwa daya dukung lahan berada dalam kondisi surplus dan wilayah masih mampu menampung kebutuhan permukiman. Namun demikian, kondisi ini perlu dikaji lebih lanjut melalui analisis spasial, khususnya terkait tingkat kerawanan wilayah. Berikut dapat dilihat melalui peta analisis kerawanan bencana :



Gambar 4. Peta Rawan Bencana

Daya Tampung Lahan

Berdasarkan hasil analisis daya dukung permukiman di Kecamatan Palu Selatan, selanjutnya, dapat dihitung besarnya daya tampung serta sisa daya tampung kawasan permukiman, perhitungan tersebut disajikan sebagai berikut:

$$DT = DDP_m \times JP$$

$$DT = 6,48 \times 72.497$$

$$= 434.987 \text{ Jiwa}$$

Dimana

$$DT = 434.987 - 72.497$$

$$DT = 363.490$$

Dengan nilai DDP_m sebesar 6,48 dan jumlah penduduk 72.497 jiwa, diperoleh daya tampung sebesar 363.490 jiwa, yang menunjukkan bahwa Kecamatan Palu Selatan masih memiliki kapasitas yang sangat besar untuk menampung pertumbuhan penduduk. Secara kuantitatif ketersediaan lahan masih mencukupi untuk pengembangan permukiman dan fasilitas umum. Namun, kapasitas yang besar ini tetap memerlukan pengelolaan ruang yang baik agar pertumbuhan penduduk tidak menimbulkan tekanan lingkungan di masa mendatang.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai analisis daya dukung dan daya tampung lahan untuk kawasan permukiman di Kecamatan Palu Selatan Kota Palu berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG), dapat disimpulkan bahwa kondisi lahan di Kecamatan Palu Selatan umumnya memiliki kemampuan pengembangan sangat tinggi dan agak tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa secara fisik lahan di kawasan tersebut memiliki potensi besar untuk pengembangan permukiman dan infrastruktur. Hasil perhitungan daya dukung lahan menunjukkan nilai yang sangat baik dengan kategori $DDP_m > 1$, yang berarti ketersediaan lahan masih mampu menampung jumlah penduduk yang ada, selain itu, daya tampung lahan sebesar 363.490 jiwa menandakan bahwa lahan di Kecamatan Palu Selatan masih memiliki kemampuan yang cukup besar untuk mendukung pertumbuhan penduduk di masa mendatang. Meskipun demikian, kondisi lingkungan seperti potensi bencana likuifaksi dan banjir harus menjadi perhatian utama agar pembangunan yang dilakukan tetap berorientasi pada keberlanjutan dan keselamatan lingkungan. Dengan demikian, pengembangan kawasan permukiman perlu dilakukan secara terencana, memperhatikan kemampuan lahan, tata ruang, dan mitigasi bencana agar tercipta keseimbangan antara pembangunan fisik dan kelestarian ekologis.

Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan agar Pemerintah Daerah Kota Palu menjadikan hasil analisis daya dukung dan daya tampung lahan sebagai dasar dalam penyusunan dan pembaruan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) maupun kebijakan pembangunan permukiman. Pengembangan kawasan hendaknya difokuskan pada wilayah dengan kemampuan lahan sangat tinggi, sementara area dengan kemampuan agak tinggi diarahkan untuk fungsi penyangga atau ruang terbuka hijau. Selain itu, perlu dilakukan pengawasan dan evaluasi secara berkala terhadap perubahan penggunaan lahan agar tidak melebihi kapasitas daya dukung lingkungan. Penelitian lanjutan juga disarankan untuk memasukkan aspek sosial-ekonomi serta perubahan iklim guna memperkuat dasar perencanaan pembangunan berkelanjutan di wilayah Kecamatan Palu Selatan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat, karunia, dan kesempatan yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan penelitian ini dengan baik. Keberhasilan penyusunan laporan ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi selama proses penelitian hingga penulisan laporan ini selesai.

Ucapan terima kasih yang tulus penulis sampaikan kepada Prof. Dr. Ir. Adam Malik M. Sc selaku dosen pembimbing utama dan Bapak Hamka, S.Hut., M.P, selaku Dosen Pembimbing Anggota, yang telah dengan sabar memberikan arahan, bimbingan ilmiah, serta masukan berharga sejak tahap awal penyusunan hingga penyelesaian penelitian ini. Segala perhatian, waktu, dan pengetahuan yang diberikan menjadi bekal penting bagi penulis dalam menyelesaikan karya ilmiah ini.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Fakultas Kehutanan Universitas Tadulako atas dukungan fasilitas, sumber daya, dan lingkungan akademik yang kondusif dalam pelaksanaan penelitian ini. Dukungan administrasi, akses data, serta arahan dari pihak fakultas sangat membantu penulis dalam mengumpulkan dan mengolah data yang dibutuhkan. Ucapan terima kasih juga penulis tujukan kepada Unit Pengelola Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) Fakultas Kehutanan Universitas Tadulako atas kesempatan dan dukungan yang diberikan selama kegiatan penelitian berlangsung. Melalui program ini, penulis memperoleh banyak pengalaman dan wawasan praktis yang memperkaya proses pembelajaran di luar kelas.

Akhirnya, penulis menyadari bahwa penyusunan penelitian ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi penyempurnaan karya ilmiah ini di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilia, N., Annisa, N., Adhiany, R. A., Sukma, L., Suci, A., Suci, N., Prifahika, P., Aulia, M., Ritonga, L., Majid, Z. H., Aprilia, N., & Annisa, N. (2025). *Analisis Daya Dukung Permukiman Imogiri, Bantul*. 1(2).
- Arcana, I. K. F., Paturusi, S. A., & Suarna, I. W. (2021). Analisis Daya Dukung Dan Daya Tampung Lahan Permukiman Kota Denpasar. *ECOTROPHIC: Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal of Environmental Science)*, 15(2), 247. <https://doi.org/10.24843/ejes.2021.v15.i02.p09>
- Departemen Pekerjaan Umum. (2008). *Permen11-2008*. 1–120. <https://peraturan.bpk.go.id/Details/285567/permen-pupr-no-11-tahun-2008>
- Dukung, D., Berbasis, L., Lahan, K., & Kota, D. I. (2019). ISSN 2442-3262 *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*. 6(1), 137–148.
- Elizabeth Nafthaliana Bermuli, Syarifudin, Luthfi, & Sri Mulyati. (2024). Ketersediaan Gedung Gereja Dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pembangunannya Di Kecamatan Palu Selatan. *Jurnal Peweka Tadulako*, 3(1), 1–8. <https://doi.org/10.22487/peweka.v3i1.26>
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2007). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor : 20 / PRT / M / 2007. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor : 20 / PRT / M /*

2007 Pedoman Teknis Analisis Aspek Fisik Dan Lingkungan, Ekonomi, Serta Sosial Budaya Dalam Penyusunan Rencana Tata Ruang, 40, 3–235.

- Lasaiba, M. A., Ansiska, P., & Tetelepta, E. G. (2024). Analisis Spasial Daya Dukung Lahan Dan Pertumbuhan Permukiman Di Kecamatan Sirimau. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 11(2), 367–377. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2024.011.2.8>
- Muta'ali L. 2012. Daya Dukung Lingkungan untuk Perencanaan Pengembangan Wilayah. Yogyakarta: Badan Penerbit Geografi (BPFG) Universitas Gadjah Mada
- Rahmi, S., Salampessy, H., & Kunu, P. (2021). Analisis Daya Dukung Lahan untuk Perencanaan Penggunaan Lahan Pertanian dan Pemukiman di Negeri Tial Kecamatan Salahutu Kabupaten Maluku Tengah. *Jurnal Pertanian Kepulauan*, 5(2), 89–95. <https://doi.org/10.30598/10.30598/jpk.2021.5.2.89>
- Saputra, I. A., & Rusman, A. (2024). Distribui Spasial Permukiman Kumuh Di Kecamatan Palu Selatan Kota Palu. *Jurpis: Jurnal Pendidikan Ilmu Sosial*, 21(1), 120–140.
- Sari, P. P., Makarau, V. H., & Lakat, R. M. S. (2021). Analisis Daya Dukung & Daya Tampung Lahan Di Kecamatan Girian Kota Bitung Untuk Pengembangan Permukiman. *Spasial*, 8(1), 89–100.

Analisis Daya Dukung dan Daya Tampung Lahan Permukiman Kecamatan Mantikulore Kota Palu Sulawesi Tengah

Mutpaina^{1*}, Adam Malik¹, Hamka¹, Hamzari¹, Ida Arianingsih¹, Misrah¹

¹Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Tadulako

Email: mutpainaralis@gmail.com

Abstrak

Pertumbuhan penduduk dan perkembangan kawasan permukiman di Kecamatan Mantikulore, Kota Palu, menimbulkan tekanan terhadap ketersediaan lahan dan fungsi lahan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis daya dukung dan daya tampung lahan permukiman guna mengetahui sejauh mana kemampuan lingkungan mendukung pertumbuhan penduduk dan pembangunan berkelanjutan. Metode yang digunakan yaitu metode deskriptif kuantitatif dengan pendekatan analisis spasial menggunakan perangkat lunak ArcGis 10.8, serta analisis skoring dan pembobotan terhadap parameter satuan kemampuan lahan (SKL). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan lahan di Kecamatan Mantikulore didominasi oleh kelas kemampuan pengembangan rendah sebesar 52% dari total luas wilayah 19.799,19 ha. Nilai daya dukung permukiman (DDPm) sebesar 2,03 menunjukkan bahwa wilayah ini masih memiliki kemampuan lahan yang baik untuk menampung penduduk, dengan total daya tampung mencapai 170.085,58 jiwa dan sisa kapasitas sebesar 1.616.229 jiwa. Kondisi ini menggambarkan bahwa wilayah tersebut masih memiliki potensi untuk pengembangan permukiman di masa depan. Namun, diperlukan perencanaan tata ruang yang hati-hati dan pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan untuk menghindari degradasi lahan dan menjaga keseimbangan ekosistem wilayah.

Kata Kunci: Daya dukung, Daya tampung, Permukiman, Mantikulore

Abstract

Population growth and residential development in Mantikulore District, Palu City, have put pressure on land availability and the ecological functions of the area. This study aims to analyze the carrying capacity and capacity of residential land to determine the extent to which the environment can support population growth and sustainable development. The method used was a quantitative descriptive method with a spatial analysis approach using ArcGis 10.8 software, as well as scoring and weighting analysis of the land capacity unit (SKL) parameters. The results showed that the land capacity in Mantikulore District was dominated by a low development capacity class of 52% of the total area of 19,799.19 ha. The settlement carrying capacity (DDPm) of 2.03 indicates that this area still has good land capacity to accommodate residents, with a total carrying capacity of 169,898 people and a remaining capacity of 86,112 people. This condition illustrates that the area still has potential for future settlement development. However, careful spatial planning and sustainable environmental management are needed to avoid land degradation and maintain the balance of the region's ecosystem.

Keywords: Land carrying capacity, Land holding capacity, Settlement, Mantikulore.

PENDAHULUAN

Populasi Indonesia terus meningkat secara stabil, terutama di Kota Palu, Provinsi Sulawesi Tengah, Berdasarkan data proyeksi penduduk yang dihasilkan oleh Badan Pusat Statistik, jumlah penduduk di Kota Palu sebesar 389.959 jiwa dengan persentase penduduk tertinggi berada pada Kecamatan Mantikulore yaitu sebesar 1,68% (Nurfikasari, 2023). Pertumbuhan penduduk tahunan ini disertai dengan meningkatnya permintaan akan lahan untuk digunakan sebagai kawasan permukiman untuk perumahan atau kawasan permukiman, yang terus meningkat setiap tahun, terutama di Kota Palu. (Muttaqin, 2023).

Pertumbuhan penduduk yang pesat dan urbanisasi dalam beberapa dekade terakhir telah menyebabkan peningkatan permintaan akan lahan perumahan di berbagai wilayah. Kecamatan Mantikulore, sebagai salah satu Kecamatan yang mengalami pertumbuhan, menghadapi tantangan dalam mengelola lahan perumahan yang tersedia. Dalam mengembangkan pemukiman yang berkelanjutan, penting untuk mempertimbangkan kapasitas lahan, yaitu kemampuan lahan untuk menunjang pemukiman manusia sambil memperhitungkan aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan (Nurfatimah, 2023).

Daya dukung dan daya tampung lahan merupakan kajian ilmiah terhadap kemampuan lahan suatu wilayah dalam menentukan atau mengetahui ketersediaan dan kebutuhan lahan bagi penduduk dan makhluk hidup lainnya, sehingga dapat menjadi informasi yang perlu diperhatikan bagi keberlanjutan suatu wilayah (Ruwayari et al., 2020).

Menentukan daya dukung dan daya tampung adalah alat yang menjelaskan bagaimana penelitian ilmiah dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan suatu daerah dalam memenuhi kebutuhan manusia dan makhluk hidup lainnya. Oleh sebab itu, proses penentuan kapasitas dan daya dukung lingkungan dilakukan dengan pendekatan indikator berdasarkan unit analisis, parameter, indikator dan tolak ukur pada masing-masing unit analisis tersebut. Mempertimbangkan bahwa daya dukung dan daya tampung bersifat kompleks dan selalu berubah, faktor-faktor ini sangat dipengaruhi oleh ciri-ciri geografi suatu daerah, jumlah penduduk, serta keadaan sumber daya alam yang ada di setiap wilayah. (Yunanda & Ernamaityanti, 2020).

Kota Palu adalah Ibukota Provinsi Sulawesi Tengah memiliki laju pertumbuhan penduduk yang pesat tiap tahun. Jumlah penduduk di Kota Palu mengalami pertumbuhan seiring berjalannya waktu. Dampak dari pertumbuhan penduduk yang begitu pesat berpengaruh terhadap kebutuhan hunian dan fasilitas pelayanan wilayah lainnya.

Penggunaan lahan Kota Palu yang terus berubah disebabkan karena adanya pemenuhan kebutuhan terhadap lahan dari perkembangan jumlah penduduk. (Arcana *et al.*, 2021).

Kota Palu, salah satu kota yang sedang berkembang di Sulawesi Tengah, menghadapi tantangan besar dalam pengelolaan ruang. Pasca gempa bumi dan tsunami tahun 2018, terjadi pergeseran besar dalam penggunaan lahan, terutama di daerah yang terdampak seperti Kecamatan Mantikulore. Selain menjadi lokasi relokasi bagi warga yang terdampak, daerah ini juga mengalami perkembangan perumahan yang cepat dan sebagian besar tidak terkendali.

Kecamatan Mantikulore merupakan salah satu wilayah strategis yang mengalami dinamika penggunaan lahan cukup intensif dalam beberapa tahun terakhir. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Palu, jumlah penduduk di kecamatan Mantikulore pada tahun 2024 yaitu 83.786 jiwa dengan laju pertumbuhan penduduk sebesar 1,68%. Pertambahan jumlah penduduk dan pembangunan permukiman baru secara masif telah menimbulkan tekanan terhadap fungsi ekologis lahan. Banyak kawasan yang sebelumnya merupakan area resapan atau pertanian telah berubah fungsi menjadi kawasan terbangun, tanpa memperhatikan kesesuaian lahan atau daya tampungnya (Rumayar & , Octavianus H.A Rogi., 2018).

Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian analisis mengenai daya dukung dan daya tampung lahan permukiman di Kecamatan Mantikulore. Kajian ini penting untuk mengetahui sejauh mana kapasitas lingkungan mendukung kehidupan masyarakat secara berkelanjutan dan untuk memberikan arahan kebijakan pembangunan yang lebih terencana, efisien, dan ramah lingkungan. Kecamatan Mantikulore dipilih karena merupakan salah satu wilayah dengan jumlah penduduk yang tinggi serta tingkat pertumbuhan permukiman yang pesat, sehingga relevan untuk dianalisis terkait daya dukung dan daya tampung lahan dan permukiman.

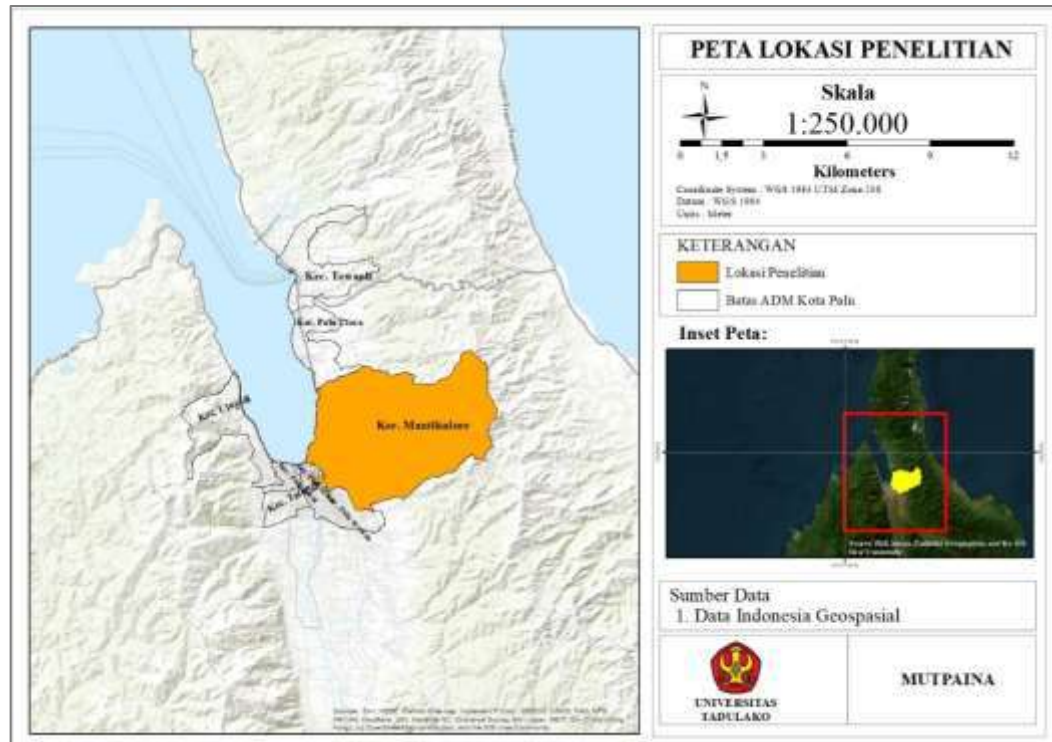
Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menganalisis kapasitas daya dukung dan daya tampung lahan permukiman di Kecamatan Mantikulore, Kota Palu.

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif menggunakan pendekatan analisis spasial dengan bantuan alat analisis GIS (*Geography Information System*), analisis skoring dan pembobotan. Analisis spasial dikerjakan dengan metode overlay atau menumpang-tindihkan parameter kesesuaian lahan yang sudah diberi skor, sehingga menghasilkan data spasial mengenai kesesuaian lahan untuk permukiman.

Waktu dan Lokasi Penelitian

Waktu penelitian dilaksanakan mulai bulan Agustus hingga Oktober 2025. Penelitian dilaksanakan di Kecamatan Mantikulore, Kota Palu, Sulawesi Tengah. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada karakteristik wilayah yang sedang mengalami dinamika pemanfaatan ruang cukup intensif, khususnya dalam perkembangan permukiman dan perubahan penggunaan lahan. Adapun peta lokasi penelitian terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian kecamatan mantikulore

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu laptop, *software Arcgis 10.8* untuk mengolah data shp, *Microsoft Office Excel* untuk mengolah data daya Dukung dan Daya Tampung Permukiman di Kecamatan Mantikulore, dan *Microsoft Office Word* untuk menyusun laporan akhir.

Bahan Yang digunakan dalam penelitian ini Adalah Peta Administrasi Kota Palu, Peta penggunaan lahan (*land use/land cover*), Peta Jenis Tanah, Kemiringan Lereng, Curah Hujan, Ketinggian, Morfologi, Daerah Aliran Sungai, Gerakan Tanah, serta data Kependudukan dari BPS (Badan Pusat Statistik) Kota Palu dalam Angka dan data RTRW.

Analisis Data

Analisis Satuan Kemampuan Lahan (SKL)

Untuk menentukan kelas kesesuaian lahan berdasarkan kondisi fisik digunakan Analisis skoring dengan variabel-variabel berupa SKL (Satuan Kemampuan Lahan) sesuai Permen PU Nomor 20 Tahun 2007 diantaranya yaitu:

1. SKL Morfologi
2. SKL Kemudahan Dikerjakan
3. SKL Kestabilan Lereng
4. SKL Kestabilan Pondasi
5. SKL Ketersediaan Air
6. SKL Drainase
7. SKL Terhadap Erosi
8. SKL Bencana Alam
9. Kemampuan Pengembangan Lahan

Tabel 1. Klasifikasi Pengembangan

Total	Kelas Kemampuan Lahan	Klasifikasi Pengembangan	Kriteria Wilayah
32-58	Kelas a	Kemampuan pengembangan sangat rendah	Kawasan limitasi
59-83	Kelas b	Kemampuan pengembangan rendah	Kawasan limitasi
84-109	Kelas c	Kemampuan pengembangan sedang	Kawasan kendala
110-134	Kelas d	Kemampuan pengembangan agak tinggi	Kawasan potensial
135-160	Kelas e	Kemampuan pengembangan sangat tinggi	Kawasan potensial

Analisis Daya Dukung

Analisis daya dukung lahan digunakan untuk mengidentifikasi daya dukung lahan dengan membandingkan nilai ketersediaan lahan dan kebutuhan lahan. Adapun perhitungan daya dukung lahan sebagai berikut (Purwandani *et al.*, 2020).

$$Lpm = (LWP \times 60\%)$$

Keterangan :

Lpm = Luas lahan yang di kembangkan sebagai pemukiman (Ha)

LWP = Luas Wilayah Potensial

60% = Rasio Tutupan Lahan

Dimana :

$$DDPm = \frac{(LPm/JP)}{a}$$

Keterangan :

LWP = Luas Wilayah Pengembangan

DDPm = Daya Dukung Pemukiman

LPm = Luas Lahan Pemukiman

JP = Jumlah Penduduk

a = Koefisien Luas Lahan (ha/kapita) (0,008)

Analisis Daya Tampung

Berikut adalah rumus yang digunakan dalam menentukan Daya Tampung wilayah Permukiman :

$$DT = DDPm \times JP$$

Keterangan :

DT = Daya Tampung

DDPm = Daya Dukung Pemukiman

JP = Jumlah Penduduk

HASIL DAN PEMBAHASAN

Satuan Kemampuan Lahan

SKL Morfologi

Analisis Satuan Kemampuan Lahan (SKL) Morfologi Tujuan analisis SKL Morfologi adalah memilah bentuk bentang alam/morfologi pada wilayah dan/atau kawasan perencanaan yang mampu untuk dikembangkan sesuai dengan fungsinya. Berdasarkan hasil analisis maka dapat diketahui bahwa SKL Morfologi di Kecamatan Mantikulore terdiri dari kemampuan lahan dari morfologi yang kompleks dengan

didominasi oleh kemampuan lahan dari morfologi cukup 55%. (Wirawan, R. R., Kumurur, V. A., dan Warouw, 2019).

Tabel 2. SKL Morfologi Kecamatan Mantikulore

SKL Morfologi	Luas	%
Kemampuan Lahan Dari Morfologi cukup	10994,70	55
Kemampuan Lahan Dari Morfologi Kurang	2530,17	13
Kemampuan Lahan dari Morfologi Rendah	1626,13	8
Kemampuan Lahan Dari Morfologi Sedang	4648,19	23
Total	19.799,19	100

SKL Kemudahan Dikerjakan

Tujuan analisis SKL Kemudahan Dikerjakan adalah untuk mengetahui Tingkat kemudahan lahan di wilayah atau kawasan untuk digali/dimatangkan dalam proses pembangunan/ pengembangan kawasan. Berdasarkan hasil analisis maka dapat diketahui bahwa SKL Kemudahan Dikerjakan di Kecamatan Mantikulore terdiri dari kemampuan lahan dari kemudahan dikerjakan yang rendah, sedang, dan tinggi. Dengan kemampuan dikerjakan didominasi oleh rendah 75% (Wirawan, R. R., Kumurur, V. A., dan Warouw, 2019).

Tabel 3. SKL Kemudahan Dikerjakan Kecamatan Mantikulore

SKL Kemudahan Dikerjakan	Luas	%
Kemudahan dikerjakan rendah	14922,46	75
Kemudahan dikerjakan sedang	3851,99	20
Kemudahan dikerjakan tinggi	1024,75	5
Total	19799,2	100

SKL Kestabilan Lereng

Tujuan analisis SKL Kestabilan Lereng adalah untuk mengetahui tingkat kemantapan lereng di wilayah pengembangan dalam menerima beban. Berdasarkan hasil analisis maka dapat diketahui bahwa SKL Kestabilan Lereng di Kecamatan Mantikulore terdiri dari SKL Kestabilan Lereng Sangat Tinggi, Sedang dan Tinggi. Dengan kestabilan pondasi didominasi oleh kestabilan lereng sedang 75% (Wirawan, R. R., Kumurur, V. A., dan Warouw, 2019).

Tabel 4. SKL Kestabilan Lereng Kecamatan Mantikulore

SKL Kestabilan Lereng	Luas	%
Kestabilan Lereng Sangat Tinggi	1107,84	6
Kestabilan Lereng Sedang	14896,85	75
Kestabilan Lereng Tinggi	3794,51	19
Total	19.799,2	100

SKL Kestabilan Pondasi

Tujuan analisis SKL Kestabilan Pondasi adalah untuk mengetahui tingkat kemampuan lahan untuk mendukung bangunan berat dalam pengembangan perkotaan, serta jenis-jenis pondasi yang sesuai untuk masing-masing tingkatan. Berdasarkan hasil analisis maka dapat diketahui bahwa SKL Kestabilan Pondasi di Kecamatan Mantikulore terdiri dari SKL Kestabilan Pondasi Sangat Tinggi, Sedang dan Tinggi. Dengan Kestabilan Pondasi Tinggi 75% (Wirawan, R. R., Kumurur, V. A., dan Warouw, 2019).

Tabel 5. SKL Kestabilan Pondasi Kecamatan Mantikulore

SKL Kestabilan Pondasi	Luas	%
Kestabilan Pondasi Sangat Tinggi	320,37	2
Kestabilan Pondasi Sedang	4989,25	25
Kestabilan Pondasi Tinggi	14489,58	73
Total	19.799,2	100

SKL Ketersediaan Air

Tujuan analisis SKL Ketersediaan Air adalah untuk mengetahui tingkat ketersediaan air dan kemampuan penyediaan air pada masing- masing tingkatan, guna pengembangan kawasan. Berdasarkan hasil analisis maka dapat diketahui bahwa SKL Ketersediaan Air di Kecamatan Mantikulore terdiri dari SKL Ketersediaan Air Sangat Tinggi, Sedang dan Tinggi. Dengan Ketersediaan Air Tinggi 60% (Wirawan, R. R., Kumurur, V. A., dan Warouw, 2019).

Tabel 6. SKL Ketersediaan Air Kecamatan Mantikulore

SKL Ketersediaan Air	Luas	%
Ketersediaan Air Rendah	0,04	0
Ketersediaan Air Sedang	11839,37	60
Ketersediaan Air Tinggi	7959,78	40
Total	19799,19	100

SKL Drainase

Tujuan analisis SKL untuk Drainase adalah untuk mengetahui tingkat kemampuan lahan dalam mengalirkan air hujan secara alami, sehingga kemungkinan genangan baik bersifat lokal maupun meluas dapat dihindari. Berdasarkan hasil analisis maka dapat diketahui bahwa SKL Drainase di Kecamatan Mantikulore terdiri dari SKL Drainase Cukup, Kurang dan Tinggi. Dengan Drainase Kurang 57% (Wirawan, R. R., Kumurur, V. A., dan Warouw, 2019).

Tabel 7. SKL Drainase Kecamatan Mantikulore

SKL Drainase	Luas	%
Drainase Cukup	7367,94	37
Drainase Kurang	11356,01	57
Drainase Tinggi	1075,24	6
Total	19799,19	100

SKL Terhadap Erosi

Tujuan analisis SKL Terhadap Erosi adalah untuk mengetahui daerah-daerah yang mengalami keterkikisan tanah, sehingga dapat diketahui tingkat ketahanan lahan terhadap erosi sertaantisipasi dampaknya pada daerah yang lebih hilir. Berdasarkan hasil analisis maka dapat diketahui bahwa SKL Terhadap Erosi di Kecamatan Mantikulore terdiri dari SKL Terhadap Erosi Cukup Tinggi, Sangat Rendah, Sedang dan Tinggi. Dengan kemampuan drainase didominasi oleh SKL Terhadap Erosi Cukup Tinggi 70% (Wirawan, R. R., Kumurur, V. A., dan Warouw, 2019).

Tabel 8. SKL Terhadap Erosi Kecamatan Mantikulore

SKL Drainase	Luas	%
Terhadap Erosi Cukup Tinggi	13750,87	70
Terhadap Erosi Sangat Rendah	1086,42	5
Terhadap Erosi Sedang	3155,17	16
Terhadap Erosi Tinggi	1806,73	9
Total	19799,19	100

SKL Bencana Alam

Tujuan analisis SKL terhadap Bencana Alam adalah untuk mengetahui tingkat kemampuan lahan dalam menerima bencana alam khususnya dari sisi geologi, untuk menghindari/mengurangi kerugian dari korban akibat bencana tersebut. Berdasarkan hasil analisis maka dapat diketahui bahwa SKL Bencana Alam di Kecamatan Mantikulore terdiri dari potensi bencana alam cukup, kurang dan tinggi. Dengan SKL Bencana Alam didominasi oleh potensi bencana alam kurang 77% (Wirawan, R. R., Kumurur, V. A., dan Warouw, 2019).

Tabel 10. SKL Pembuangan Limbah Kecamatan Mantikulore

SKL Drainase	Luas	%
Bencana Alam Cukup	3404,99	17
Bencana Alam Kurang	15303,30	77
Bencana Alam Tinggi	1090,91	6
Total	19799,2	100

Kemampuan Pengembangan Lahan

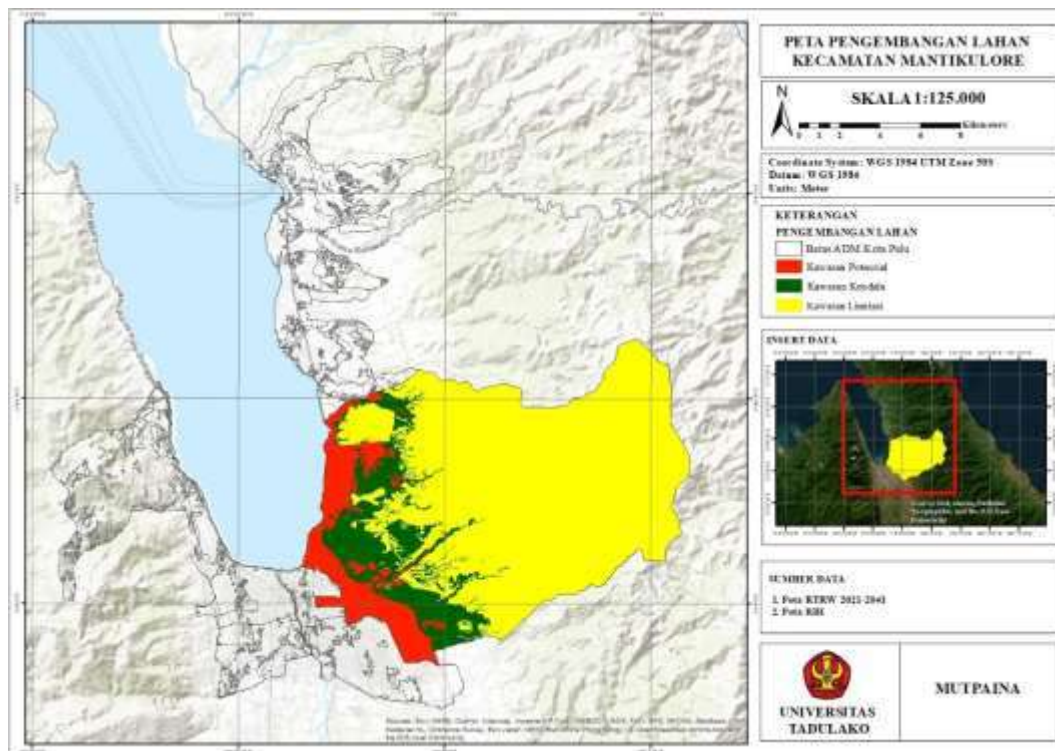
Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 20/PRT/M.2007 tentang Pedoman Teknis Analisis Fisik, Lingkungan, Ekonomi, dan Sosial Budaya dalam Penyusunan Tata Ruang, dijelaskan bahwa analisis ini dilakukan untuk memahami sejauh mana kemampuan lahan dalam mendukung upaya pemanfaatan lahan di Kecamatan Mantikulore. Analisis ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor fisik lahan yang menghambat atau tidak menghambat pemanfaatan lahan di Kecamatan Mantikulore. Hasil analisis ini adalah peta kemampuan pengembangan lahan yang mencakup area kendala, limitasi, dan potensial, yang menunjukkan tingkat kemampuan lahan di wilayah perencanaan. Analisis kemampuan pengembangan lahan ini ditujukan untuk mengevaluasi tingkat kemampuan lahan di wilayah studi berdasarkan aspek fisik dasar (Nomor *et al.*, 2020).

tabel 11. Kriteria Pengembangan Lahan

Klasifikasi Pengembangan	Kriteria Pengembangan	Luas	%
Klasifikasi Pengembangan Sangat Rendah	Kawasan Limitasi	4359,93	22
Klasifikasi Pengembangan Rendah	Kawasan Limitasi	10257, 57	52
Klasifikasi Pengembangan Sedang	Kawasan Kendala	2916,39	15
Klasifikasi Pengembangan Agak Tinggi	Kawasan Potensial	1194,90	6
Klasifikasi Pengembangan Sangat Tinggi	Kawasan Potensial	1070,39	5
Total		19799,19	100

Berdasarkan hasil analisis maka dapat diketahui bahwa kemampuan pengembangan lahan di Kecamatan Mantikulore terdiri dari kawasan limitasi, kawasan kendala, dan kawasan potensial. Secara spasial, kawasan dengan kategori limitasi memiliki tingkat pengembangan sangat rendah, dengan kondisi fisik lahan yang memiliki tingkat kesesuaian lahan yang tidak layak dikembangkan untuk permukiman berdasarkan batasan-batasan fisik wilayah. oleh karena itu, kawasan ini tidak direkomendasikan untuk pembangunan permukiman intensif. Sementara itu, kawasan kendala merupakan area transisi anatar kawasan terbatas dan kawasan potensial. Wilayah ini masih dapat dikembangkan, namun dengan pengelolaan yang hati-hati dan memperhatikan kondisi geomorfologi serta ketersediaan sumber daya air. Adapun kawasan potensial memiliki aksesibilitas yang baik, serta kondisi lahan yang memungkinkan untuk pengembangan permukiman dan infrastruktur secara berkelanjutan. Secara keseluruhan, analisis ini

menunjukkan bahwa arah pengembangan di wilayah Kecamatan Mantikulore sebaiknya difokuskan pada kawasan potensial. Di Kecamatan Mantikulore bahwa area ini merupakan area pengembangan lahan menjadi prioritas.



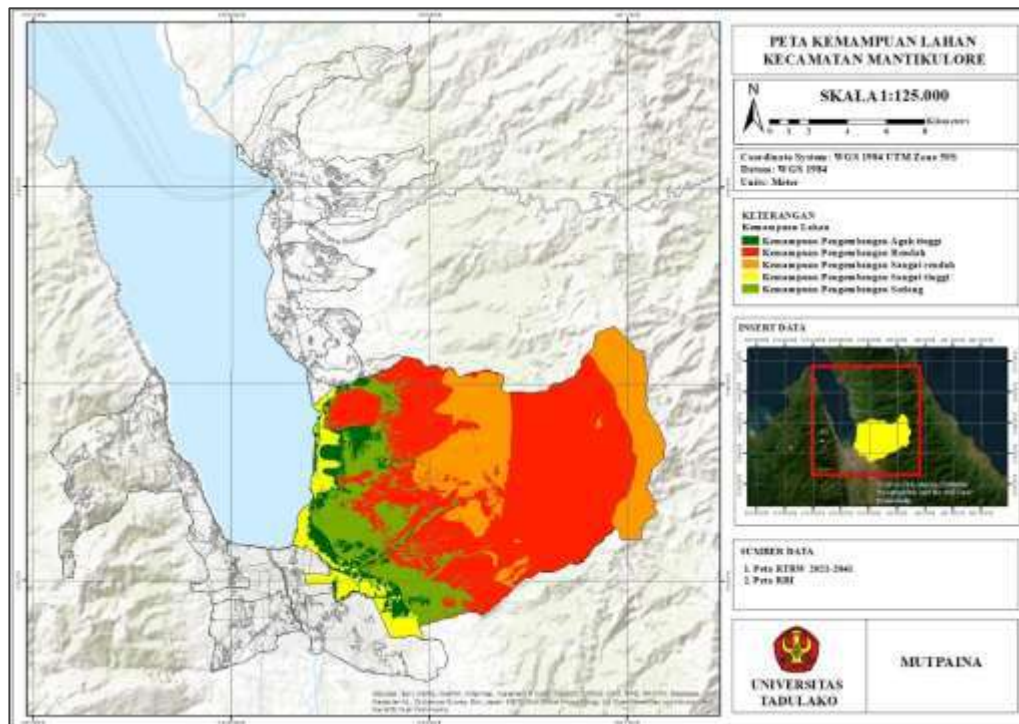
Gambar 2. Peta pengembangan lahan kecamatan mantikulore

Analisis Kemampuan Lahan

Mengklasifikasikan kemampuan lahan untuk Kecamatan Mantikulore dilakukan melalui metode mengoverlay setiap satuan kemampuan lahan. Metode ini melibatkan pengalihan nilai akhir dari setiap SKL bersama dengan bobotnya satu per satu. Dengan cara, per cumulative dapat dihasilkan yang menunjukkan total nilai akhir kali bobot seluruh SKL. Dalam analisis ini, hasil pengalihan antara nilai akhir dan bobot untuk setiap satuan disebut skor ($\text{Skor} = \text{nilai akhir} \times \text{bobot}$). Hasil perhitungan dapat di lihat pada bagian berikut:

Tabel 12. Klasifikasi Kemampuan Lahan kecamatan Mantikulore

Kelas Kemampuan Lahan	Klasifikasi Pengembangan	Luas	%
A	Kemampuan Pengembangan Sangat Rendah	4359,93	22
B	Kemampuan Pengembangan Rendah	10257, 57	52
C	Kemampuan Pengembangan Sedang	2916,39	15
D	Kemampuan Pengembangan Agak Tinggi	1194,90	6
E	Kemampuan Pengembangan Sangat Tinggi	1070,39	5
Total		19799,19	100



Gambar 3. Peta kemampuan lahan kecamatan mantikulore

Berdasarkan hasil analisis, diketahui bahwa kemampuan lahan di Kecamatan Mantikulore terbagi menjadi lima kelas, yaitu kelas A Hingga E, dengan total luas keseluruhan sebesar 19.799,19 ha. Kelas kemampuan lahan B (Kemampuan Pengembangan Rendah) memiliki luas paling besar yaitu 10.257,57 ha atau sekitar 52% dari total luas. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah masih memiliki keterbatasan tertentu dalam hal pengembangan, namun masih memungkinkan untuk dimanfaatkan dengan perencanaan yang hati-hati. Sementara itu, kelas A (Kemampuan Pengembangan Sangat Rendah) menepati luas 4.359,93 ha atau 22 %, menandakan adanya area yang memiliki hambatan signifikan terhadap pengembangan, seperti kondisi topografi, jenis tanah, atau faktor lingkungan lainnya.

Selanjutnya, kelas C (Kemampuan Pengembangan Sedang) mencakup luas, 2.916,39 ha atau 15%, yang berarti wilayah ini memiliki potensi pengembangan yang relatif baik dengan tetap mempertimbangkan aspek keberlanjutan lingkungan. Adapun kelas D (Kemampuan Pengembangan Agak Tinggi) mencakup 1.194,90 ha atau 6%, menunjukkan area yang memiliki potensi pengembangan lebih besar dibandingkna kelas sebelumnya. Terakhir, kelas E (Kemampuan Pengembangan Sangat Tinggi) hanya seluas 1.070,39 ha atau 5% yang berarti hanya sebagian kecil wilayah yang memiliki kondisi optimal untuk

kegiatan pengembangan intensif. Secara keseluruhan, ini menggambarkan bahwa wilayah Kecamatan Mantikulore didominasi oleh lahan dengan kemampuan pengembangan rendah, sehingga perlu perencanaan tata guna lahan yang bijak dan mempertimbangkan daya dukung lingkungan agar pemanfaatan lahan tetap berkelanjutan.

Analisis Daya Dukung Lahan

Perhitungan daya dukung lahan dengan pendekatan status daya dukung lahan permukiman yaitu sebagai berikut:

$$LPm = LWP \times 60\%$$

$$LPm = 2.265,32 \times 60\%$$

$$= 1.359,19 \text{ ha}$$

$$DDPm = (LPm/JP)/a$$

$$DDPm = (815,514 / 83.786)/0,008$$

$$= 2,03$$

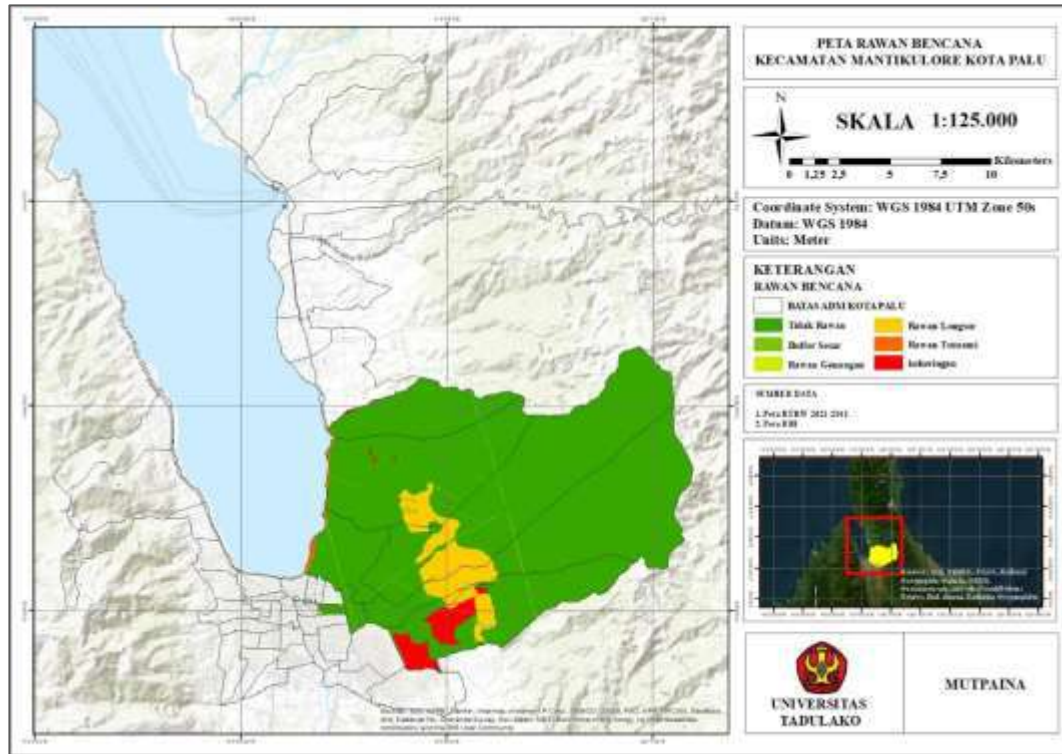
Berdasarkan perhitungan analisis daya dukung lahan Kecamatan Mantikulore, diketahui bahwa jumlah penduduk di wilayah ini mencapai 83.786 jiwa dengan luas wilayah potensial (LWP) sebesar 2.265,32 ha. Kebutuhan lahan permukiman ideal untuk mendukung jumlah penduduk tersebut ($LPm \times 60\%$) adalah 1.359,19 ha. Nilai DDPm (Daya Dukung Permukiman) yang diperoleh adalah 2,03, yang berarti $DDPm > 1$. Nilai ini menunjukkan bahwa Kecamatan Mantikulore memiliki daya dukung lahan yang masih tergolong baik karena ketersediaan lahan potensial lebih besar dibandingkan dengan kebutuhan lahan untuk permukiman. Proyeksi daya dukung lahan untuk periode tahun 2024 hingga 2028 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 13. Hasil Perhitungan DDPm Kecamatan Mantikulore Tahun 2024-2028

Tahun	Luas Lahan Yang Layak Untuk Permukiman (ha)	Jumlah Penduduk Jiwa	Laju Pertumbuhan Penduduk	Koefisien Kebutuhan Ruang	DDPm	Status Daya Dukung Lahan
2024	1.359,19	83.786	1,68%	0,0080	2,030	DDPm > 1
2025	1.359,19	85.194	1,68%	0,0080	2,028	DDPm > 1
2026	1.359,19	86.625	1,68%	0,0080	1,994	DDPm > 1
2027	1.359,19	88.080	1,68%	0,0080	1,961	DDPm > 1
2028	1.359,19	89.560	1,68%	0,0080	1,929	DDPm > 1

Berdasarkan hasil perhitungan sebelumnya, diketahui bahwa nilai daya dukung permukiman (DDPm) di Kecamatan Mantikulore mencapai angka 2,03 yang berarti lebih besar dari 1. Dimana nilai ini menunjukkan bahwa secara kapasitas lingkungan, wilayah ini

tergolong mampu dan layak untuk dikembangkan sebagai kawasan permukiman. Namun demikian, analisis spasial mengidentifikasi adanya rawan bencana yang berada di wilayah Kecamatan Mantikulore. Hal ini terlihat dari peta rawan bencana yang menunjukkan tingkat kerawanan yaitu buffer sesar, rawan genangan, rawan longsor, rawan tsunami dan kekeringan. (Aprilia *et al.*, 2025).



Analisis Daya Tampung Lahan

Perhitungan daya tampung lahan dengan pendekatan status daya tampung lahan permukiman yaitu sebagai berikut:

$$DT = DDPm \times JP$$

$$DT = 2,03 \times 83.786$$

$$= 170.085,58 \text{ jiwa}$$

Dimana

$$DT = 170.0085 - 83.786$$

$$= 1.616.229 \text{ jiwa}$$

Berdasarkan hasil analisis daya tampung lahan Kecamatan Mantikulore pada tabel diatas, diperoleh nilai DDPm sebesar 2,03 dengan jumlah penduduk mencapai 83.789 jiwa. Nilai DT (Daya Tampung) menunjukkan bahwa lahan di Kecamatan Mantikulore mampu

menampung hingga 170.085,58 jiwa, sehingga terdapat sisa daya tampung sebesar 1.616.229 jiwa. Kondisi ini menunjukkan bahwa lahan di Kecamatan Mantikulore masih memiliki kapasitas lahan yang cukup besar untuk mendukung pertambahan jumlah penduduk di masa mendatang tanpa menimbulkan tekanan yang berarti terhadap sumber daya lahan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai analisis daya dukung dan daya tampung permukiman Kecamatan Mantikulore, dapat disimpulkan bahwa wilayah ini memiliki kemampuan pengembangan lahan yang didominasi oleh kelas kemampuan rendah, yaitu sebesar 52% dari total luas wilayah 19.799,19 ha. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar lahan di Kecamatan Mantikulore masih memiliki keterbatasan untuk dikembangkan secara intensif, sehingga diperlukan perencanaan tata guna lahan yang hati-hati. Meskipun demikian, hasil analisis daya dukung menunjukkan nilai DDPm sebesar 2,03, yang berarti daya dukung lahan di Kecamatan Mantikulore masih tergolong baik ($DDPm > 1$) dan mampu menampung penduduk yang ada saat ini. Hasil analisis daya tampung juga menunjukkan bahwa wilayah ini memiliki daya tampung sebesar 170.085,58 jiwa, dengan sisa daya tampung 1.616.229 jiwa. Kondisi tersebut menandakan bahwa Kecamatan Mantikulore masih memiliki potensi lahan yang cukup besar untuk mendukung pertumbuhan penduduk dan aktivitas permukiman di masa mendatang.

Berdasarkan hasil tersebut, disarankan agar pemerintah daerah bersama instansi terkait melakukan pengelolaan tata ruang yang lebih terencana dan berkelanjutan dengan memperhatikan kemampuan fisik lahan dan faktor lingkungan. Pemanfaatan lahan hendaknya diarahkan pada kawasan yang memiliki kemampuan pengembangan sedang hingga tinggi, sementara kawasan dengan kemampuan pengembangan rendah perlu dijaga agar tidak mengalami tekanan ekologis, selain itu, perlu dilakukan pengawasan terhadap alih fungsi lahan dan penataan kawasan permukiman untuk mencegah degradasi lingkungan. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat memperluas analisis dengan mempertimbangkan faktor sosial-ekonomi dan perubahan penggunaan lahan secara temporal agar hasil kajian daya dukung dan daya tampung lebih komprehensif dan aplikatif dalam perencanaan pembangunan wilayah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat, rahmat, dan karunia-Nya, penelitian serta penyusunan laporan ini dapat diselesaikan dengan baik.

Pertama, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Adam Malik, M.Sc dan Bapak Hamka, S.Hut., M.P selaku dosen pembimbing, yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan, serta dukungan selama proses penelitian hingga penyusunan artikel ini. Segala ilmu, kesabaran, dan ketelitian beliau menjadi faktor penting dalam penyelesaian penelitian ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Kehutanan Universitas Tadulako, khususnya kepada seluruh dosen dan staf yang telah memberikan fasilitas, dukungan akademik, serta lingkungan belajar yang kondusif sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar.

Ucapan terima kasih yang mendalam penulis sampaikan kepada Unit Pengelola Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) yang telah memberikan kesempatan, pengalaman belajar, serta ruang untuk mengembangkan kompetensi melalui kegiatan magang riset kolaborasi.

Akhir kata, penulis berharap karya ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dibidang kehutanan, perencanaan ruang, dan analisis daya dukung dan daya tampung lahan permukiman.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilia, N., Annisa, N., Adhiany, R. A., Sukma, L., Suci, A., Suci, N., Prifahika, P., Aulia, M., Ritonga, L., Majid, Z. H., Aprilia, N., & Annisa, N. (2025). *Analisis Daya Dukung Permukiman Imogiri , Bantul. 1*(2).
- Arcana, I. K. F., Paturusi, S. A., & Suarna, I. W. (2021). ANALISIS DAYA DUKUNG DAN DAYA TAMPUNG LAHAN PERMUKIMAN KOTA DENPASAR. *ECOTROPIC: Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal of Environmental Science)*, 15(2). <https://doi.org/10.24843/ejes.2021.v15.i02.p09>
- Muttaqin, M. A. K. (2023). Penentuan Daya Dukung Dan Daya Tampung Menggunakan Analisis Kemampuan Lahan Di Kecamatan Lowokwaru Kota Malang. *DEMOS: Journal of Demography, Ethnography and Social Transformation*, 3(1). <https://doi.org/10.30631/demos.v3i1.1788>
- Nomor, V., Kautsar, E., Dwina, M., Sobba, I., Pertiwi, N., & Agustine, T. (2020). *Analisis Satuan Kemampuan Lahan Untuk Pengembangan Kawasan Pariwisata di Kabupaten Tabalong Analysis of Land Capability Unit for the Development of*

Tourism Areas in Tabalong Regency. 6(1), 19–27.

- Nurfatimah, N. (2023). ANALISIS DAYA DUKUNG LAHAN PERMUKIMAN KECAMATAN TAPANGO KABUPATEN POLEWALI MANDAR. *Indonesian Journal of Spatial Planning*, 4(2). <https://doi.org/10.26623/ijsp.v4i2.7460>
- Nurfikasari, M. F. (2023). Analisis Daya Dukung Dan Daya Tampung Pada Perkembangan Permukiman Kota Magelang. *Universitas Islam Sultan Agung*, 1–121.
- Purwandani, H., Wijaya, I. N. S., & Purnamasari, W. D. (2020). Tingkat Daya Dukung Lingkungan Permukiman di Kecamatan Kedungkandang, Kota Malang. *Planning for Urban Region and Environment Journal (PURE)*, 9(2), 171–182.
- Rumayar, G., & , Octavianus H.A Rogi., M. M. R. (2018). Analisis Kesesuaian Lahan Permukiman Di Kecamatan Mantikulore Kota Palu. *Spasial*, 5(3), 386–393.
- Ruwayari, D. K. ., Kumurur, V. A., & Mastutie, F. (2020). Analisis Daya Dukung dan Daya Tampung Lahan di Pulau Bunaken. *Jurnal Spasial*, 7(1), 94–103.
- Wirawan, R. R., Kumurur, V. A., dan Warouw, F. (2019). Daya Dukung Lingkungan Berbasis Kemampuan Lahan Di Kota Palu. *Jurnal Spasial*, 6(1), 137–148.
- Yunanda, M., & Ernamaityanti, E. (2020). Analisis Daya Dukung Dan Daya Tampung Lahan Pengembangan Perumahan Dan Pemukiman provinsi Banten. *Jurnal Teknik Sipil*, 9(1). <https://doi.org/10.36546/tekniksipil.v9i1.266>

Analisis Daya Dukung dan Daya Tampung Lahan Untuk Kawasan Permukiman di Kecamatan Palu Barat, Kota Palu Berbasis Sistem Informasi Geografis

Hijriani^{1*}, Adam Malik¹, Hamka¹, Hamzari¹, Ida Arianingsih¹, Misrah¹

¹Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Tadulako

Email: hijriani161@gmail.com

Abstrak

Pertumbuhan penduduk yang terus meningkat telah menimbulkan tantangan dalam pengembangan permukiman, terutama di daerah perkotaan, karena ketersediaan lahan yang semakin terbatas. Kecamatan Palu Barat merupakan salah satu Kecamatan yang mengalami dampak kerusakan akibat bencana alam yang menimpa Kota Palu pada tahun 2018. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis daya dukung dan daya tampung lahan terhadap perkembangan kawasan permukiman Kecamatan Palu Barat. Metode Penelitian ini menggunakan dua metode utama pertama metode spasial dan metode deskriptif kuantitatif. Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu ArcGis versi 10.8. Bahan yang digunakan berupa data spasial. Hasil analisis menunjukkan bahwa kecamatan palu barat di dominasi oleh kelas kemampuan pengembangan sangat tinggi dengan luas 99,057 ha atau 84% dari total luas wilayah. Kondisi ini menunjukkan bahwa palu barat memiliki potensi besar untuk pengembangan permukiman dan infrastruktur dimasa mendatang. Nilai daya dukung didapatkan sebesar 3.307 artinya >1 menandakan bahwa lahan masih mampu menampung jumlah penduduk yang ada, dengan daya tampung sebesar 156,135 jiwa dan sisa kapasitas daya tampung 108.928 jiwa. Meskipun demikian, potensi bencana seperti likuifaksi, banjir, dan gempa perlu menjadi perhatian agar pembangunan tetap terarah, berkelanjutan, serta memperhatikan aspek keselamatan dan kelestarian lingkungan.

Kata kunci: Daya dukung, Lahan, Permukiman, Palu barat

Abstract

The increasing population growth has created challenges in residential development, especially in urban areas, due to the limited availability of land. West Palu District is one of the areas affected by the natural disaster that struck Palu City in 2018. The purpose of this study is to analyze the land's carrying capacity and holding capacity for the development of residential areas in West Palu District. This research uses two main methods: spatial analysis and quantitative descriptive methods. The tool used in this research is ArcGIS version 10.8, while the materials used consist of spatial data. The analysis results show that Palu Barat District is dominated by areas with very high development capability, 99,057 hectares or 84% of the total area. This condition indicates that Palu Barat has great potential for residential and infrastructure development in the future. The carrying capacity value obtained is 3.307, which means it is greater than 1, indicating that the land is still capable of accommodating the existing population, with a carrying capacity of 156.135 people and a remaining capacity of 108.926 people. Nevertheless, potential disasters such as liquefaction, floods, and earthquakes need to be taken into consideration to ensure that development remains well-planned, sustainable, and attentive to safety and environmental preservation.

Keywords: Carrying capacity, Land, Settlement, Palu barat

PENDAHULUAN

Kawasan permukiman merupakan kawasan prioritas bagi penduduk yang digunakan untuk tempat tinggal serta kegiatan bersosialisasi dilengkapi dengan prasarana, sarana, utilitas umum diperkotaan maupun pedesaan (Nurfikasari & Yuliani, 2022). Penduduk yang meningkat tiap tahun, maka kebutuhan lahan kawasan permukiman harus dipenuhi untuk kelangsungan hidup. Pertumbuhan kawasan permukiman tersebut, mengakibatkan pengalihan fungsi lahan sehingga tidak memperhatikan daya dukung dan daya tampung lahan permukiman yang baik. Daya dukung lahan permukiman merupakan suatu kemampuan wilayah dalam penyediaan lahan yang mampu menampung penduduk secara layak dan berkelanjutan (Nonto, 2021).

Penilaian daya dukung, khususnya kawasan pemukiman, merupakan salah satu langkah proaktif yang digunakan untuk menangani pemekaran wilayah. Salah satu cara untuk memikirkan daya dukung kawasan untuk pemukiman adalah potensinya untuk menawarkan lahan pemukiman yang dapat menampung sejumlah orang tertentu dan memungkinkan mereka untuk hidup dengan nyaman. Cara menghitung daya dukung kawasan untuk pemukiman harus memperhatikan tidak hanya jumlah minimum tanah yang diperlukan untuk pemukiman tetapi juga standar dan kriteria kebutuhan tanah setiap penduduk (Ariani *et al.*, 2020).

Pertumbuhan penduduk yang terus meningkat telah menimbulkan tantangan dalam pengembangan permukiman, terutama di daerah perkotaan, karena ketersediaan lahan yang semakin terbatas. Dalam konteks ini, pengembangan permukiman dengan mempertimbangkan jumlah penduduk yang bertambah, sementara lahan yang sesuai untuk pembangunan permukiman menjadi semakin terbatas di daerah perkotaan (Nurhidayati, 2021).

Kecamatan Palu Barat merupakan salah satu Kecamatan yang mengalami dampak kerusakan akibat bencana alam yang menimpa Kota Palu pada tahun 2018, hal ini dikarenakan Kecamatan Palu Barat bersinggungan dengan Teluk Palu yang terdapat jalur sesar aktif yaitu sesar Palu Koro. Kerusakan dan kerugian yang dirasakan efeknya pada suatu wilayah di mana tempat terjadinya musibah bencana alam tersebut mengakibatkan dampak sosial serta ekonomi. Oleh karena itu, perlu ada tinjauan kembali mengenai penentuan pertumbuhan dari hierarki perkotaan serta interaksi wilayah pasca bencana alam 28 September 2018 di Kecamatan Palu Barat (Putra, 2024). Diketahui bahwa daerah yang paling terdampak fenomena likuifaksi adalah Balaroa dan Petobo.

Kelurahan Balaroa yang termasuk dalam wilayah Kecamatan Palu Barat memiliki kondisi tanah dan lingkungan yang tergolong rawan, sehingga daya dukung lahannya mengalami penurunan efektivitas untuk pengembangan permukiman masyarakat. Setelah mengalami bencana likuifaksi pada tahun 2018 yang memengaruhi kondisi lahan dan lingkungan, Kecamatan Palu Barat terus mengalami perkembangan wilayah dari waktu ke waktu (Triwibowo & Jumadi, 2022). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Palu tahun 2024, jumlah penduduk Kecamatan Palu Barat dalam kurun waktu 5 tahun terakhir (2020-2024) mengalami fluktuasi. Pada tahun 2020 jumlah penduduk tercatat sebanyak 46.435 jiwa, kemudian meningkat menjadi 49.495 jiwa pada tahun 2021. Namun, pada tahun 2022 terjadi penurunan menjadi 44.495 jiwa, sebelum kembali meningkat pada tahun-tahun berikutnya, yaitu 46.737 jiwa pada tahun 2023 dan 47.207 jiwa pada tahun 2024.

Melihat kondisi tersebut, diperlukan analisis daya dukung dan daya tampung lahan untuk mengetahui sejauh mana kemampuan wilayah dalam mendukung perkembangan permukiman di Kecamatan Palu Barat, Kota Palu. Penelitian ini memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (SIG) sebagai alat analisis spasial yang berperan penting dalam mengidentifikasi dan menilai kemampuan lahan secara menyeluruh. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis daya dukung dan daya tampung lahan terhadap perkembangan kawasan permukiman Kecamatan Palu Barat (Putra *et al.*, 2025).

METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian

Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus sampai Oktober 2025. Lokasi penelitian dilakukan di Kecamatan Palu Barat, Kota Palu. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada pertumbuhan permukiman pasca bencana gempa bumi dan likuifaksi yang berpotensi mempengaruhi daya dukung dan daya tampung lahan.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu laptop yang dilengkapi *software* ArcGis versi 10.8 untuk mengolah data shp, *software Microsoft Excel* untuk mengolah data daya dukung dan daya tampung permukiman di Kecamatan Palu Barat dan *software Microsoft Word* untuk Menyusun hasil penelitian.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa data spasial yang diperoleh dari berbagai instansi terkait. Data utama yaitu Administrasi Kota Palu, Jaringan Jalan, Peta penggunaan lahan, Peta Jenis Tanah, Kemiringan Lereng, Curah Hujan, Ketinggian, Morfologi, Daerah Aliran Sungai, Rawan Gempa, Gerakan Tanah, serta data Kependudukan dari BPS (Badan Pusat Statistik) kota Palu dalam Angka dan data RTRW.

Analisis Data

Analisis data dilakukan setelah seluruh data primer dan data sekunder dikumpulkan. Tahapan ini bertujuan untuk mengolah dan menginterpretasikan data agar diperoleh informasi yang akurat mengenai kondisi daya dukung dan daya tampung lahan pada wilayah penelitian. Metode Penelitian ini menggunakan dua metode utama pertama metode spasial yaitu metode yang menggunakan data keruangan berupa data tematik kondisi fisik terkait daya dukung dan daya tampung lahan. Melalui proses pembobotan dan skoring terhadap setiap parameter yang diberikan nilai bobot sesuai tingkat pengaruhnya terhadap kemampuan lahan dalam mendukung pengembangan wilayah. Proses pengolahan data spasial dilakukan dengan menggunakan aplikasi Sistem Informasi Geografis (GIS) melalui teknik tumpang tindih (overlay) antar peta tematik untuk menghasilkan satuan peta kemampuan lahan. Metode deskriptif kuantitatif digunakan untuk mendeskripsikan gambaran umum serta perhitungan analisa yang dilengkapi dengan alat statistik deskriptif berupa tabel dan visual berupa peta. Hasil analisis kemudian diklasifikasikan berdasarkan nilai skor total untuk menentukan tingkat daya dukung dan daya tampung lahan (Sari *et al.*, 2021).

Analisis Satuan Kemampuan Lahan (SKL)

Analisis Satuan Kemampuan Lahan (SKL) yang dikembangkan dengan melihat sebaran fasilitas eksisting dan kerapatan persebaran permukiman. Analisis SKL dilakukan dengan metode Overlay Peta Tematik dan Skoring Pembobotan sesuai Permen PU No. 20 Tahun 2007. Terdapat 9 parameter yang di nilai yaitu:

1. SKL Morfologi
2. SKL Kemudahan Dikerjakan
3. SKL Kestabilan Lereng
4. SKL Ketersediaan Air
5. SKL Kestabilan Pondasi
6. SKL Terhadap Erosi
7. SKL Drainase

8. SKL Terhadap Bencana Alam

9. Kemampuan Pengembangan Lahan

Tahapan Klasifikasi Pengembangan total nilai yang diperoleh kemudian dikelompokkan kedalam beberapa kelas dengan memperhatikan nilai minimum dan maksimum. Dari angka diatas, nilai minimum yang mungkin didapat Adalah 32, sedangkan nilai maksimum yang mungkin didapat Adalah 160. Dengan begitu setiap kelas lahan memiliki kemampuan yang berbeda-beda seperti yang ditampilkan pada tabel berikut ini.

Tabel 1. Klasifikasi Pengembangan

Total	Kelas Kemampuan Lahan	Klasifikasi Pengembangan	Kriteria Wilayah
32-58	A	Kemampuan Pengembangan sangat rendah	Kawasan Limitas
59-83	B	Kemampuan Pengembangan Rendah	Kawasan Limitas
84-109	C	Kemampuan Pengembangan Sedang	Kawasan Kendala
110-134	D	Kemampuan Pengembangan Agak Tinggi	Kawasan Potensial
135-160	E	Kemampuan Pengembangan Sangat Tinggi	Kawasan Potensial

Sumber: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.11/PRT/M/2008

Analisi Daya Dukung

Analisis daya dukung lahan dilakukan untuk menilai sejauh mana suatu wilayah mampu menampung kebutuhan ruang berdasarkan perbandingan antara ketersediaan dan kebutuhan lahannya. Tahapan ini mencakup penentuan luas lahan yang berpotensi dimanfaatkan untuk pembangunan permukiman, yang diperoleh dari hasil evaluasi kemampuan lahan pada tahap sebelumnya. Dalam mendapatkan luas lahan yang dapat dikembangkan sebagai permukiman dari wilayah potensial tersebut dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Muta'Ali, 2015):

$$Lpm = (LWP \times 60\%)$$

Keterangan:

Lpm : Luas Lahan yang dapat dikembangkan sebagai permukiman (ha)

LWP : Luas wilayah potensial

60% : Rasio tutupan lahan

Dimana:

$$DDPm = \frac{(LPm/JP)}{a}$$

Keterangan:

LWp : Luas Wilayah Pengembangan

DDPm : Daya Dukung Permukiman

LPm : Luas Lahan Permukiman

JP : Jumlah Penduduk

a : Koefisien Luas Lahan 0,0026 (ha/Kapita)

Keterangan Hasil akhir Nilai DDPm :

1. Nilai DDPm >1 : artinya daya dukung permukiman tinggi, masih mampu menampung penduduk untuk bermukim.
2. Nilai DDPm =1 : artinya daya dukung permukiman optimal, terjadi keseimbangan antara penduduk bermukiman dalam wilayah tersebut.
3. Nilai DDPm <1 : artinya daya dukung permukiman rendah, tidak mampu lagi menampung penduduk untuk bermukim di wilayah tersebut.

Analisis Daya Tampung

Analisis Daya Tampung Permukiman menggunakan pendekatan Satuan Kemampuan Lahan (SKL) untuk menilai potensi wilayah dalam menampung penduduk. Analisis ini mempertimbangkan ketersediaan lahan, infrastruktur, sumber daya alam, dan kebijakan pembangunan guna mengetahui kemampuan wilayah menampung jumlah penduduk secara berkelanjutan. Berikut rumus yang digunakan dalam menentukan daya tampung wilayah permukiman (Muta'Ali, 2015):

$$DT = DDPm \times JP$$

Keterangan :

DT : Daya Tampung

DDPm : Daya Dukung Permukiman

JP : Jumlah Penduduk

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Satuan Kemampuan Lahan

Dalam analisis daya dukung dan daya tampung lahan permukiman, diperlukan kajian Satuan Kemampuan Lahan (SKL) untuk menilai sejauh mana suatu lahan memiliki

kemampuan yang sesuai sebagai kawasan permukiman (Lomban *et al.*, 2019). Melalui analisis ini, dapat dihasilkan peta kemampuan lahan yang menggambarkan tingkat kesesuaian lahan di Kecamatan Palu Barat bagi pengembangan permukiman.

SKL Morfologi

Morfologi merupakan bentuk permukaan bumi yang didasarkan pada kondisi kelerengan suatu wilayah semakin datar dan rendah bentuk morfologinya, maka semakin tinggi kemampuan lahannya. Tujuan analisis ini untuk mengetahui wilayah yang memiliki kondisi morfologi sesuai bagi pengembangan kawasan, menggunakan data kemiringan dan morfologi. Berdasarkan hasil analisis diperoleh SKL Morfologi di Kecamatan Palu Barat dengan kemampuan lahan yang di dominasi SKL Morfologi Tinggi dan luas 579,238 Ha atau 84%. Dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. SKL Morfologi Kecamatan Palu Barat

No	SKL Morfologi	Luas	%
1	Kemampuan Lahan Morfologi Cukup	97,350	14
2	Kemampuan Lahan Morfologi Sedang	7,712	1
4	Kemampuan Lahan Morfologi Tinggi	579,238	84
TOTAL		684,301	100

SKL Kemudahan Dikerjakan

Kemudahan Lahan dikerjakan adalah salah satu aspek penting dalam pengembangan kawasan. Analisis ini menilai morfologi, kemiringan lereng, geologi, dan penggunaan lahan. Tujuannya untuk mengetahui tingkat kemudahan lahan pada suatu wilayah dalam mendukung proses pembangunan dan pengembangan kawasan. Berdasarkan hasil analisis diperoleh SKL Kemudahan Dikerjakan di Kecamatan Palu Barat, dengan Kemampuan Lahan yang di dominasi SKL Kemudahan Dikerjakan Tinggi dan luas 594,713 ha atau 87%. Dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. SKL Kemudahan Dikerjakan Kecamatan Palu Barat

No	SKL Kemudahan Dikerjakan	Luas	%
1	Kemampuan Lahan Kemudahan Dikerjakan Sedang	89,588	13
2	Kemampuan Lahan Kemudahan Dikerjakan Tinggi	594,713	87
TOTAL		684,301	100

SKL Kestabilan Lereng

Kestabilan lereng menunjukan tingkat kemiringan suatu lahan, semakin curam lerengnya semakin rendah kestabilannya dan beresiko terjadi longsor. Tujuan analisis ini

untuk mengetahui kondisi lahan berdasarkan tingkat kestabilan dan kemudahannya untuk dikembangkan. Berdasarkan hasil analisis diperoleh SKL Kestabilan Lereng di Kecamatan Palu Barat, dengan Kemampuan Lahan yang di dominasi SKL Kestabilan Lereng Tinggi dan luas 548,838 ha atau 80%. Dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. SKL Kestabilan Lereng Kecamatan Palu Barat

No	SKL Kestabilan Lereng	Luas	%
1	Kemampuan Lahan Kestabilan Lereng Tinggi	548,834	80
2	Kemampuan Lahan Kestabilan Lereng Cukup	135,467	19
TOTAL		684,301	100

SKL Ketersediaan Air

SKL ketersediaan air adalah untuk mengetahui kemampuan lahan dalam menunjang ketersediaan air tanah sebagai sumber air bersih dengan mempertimbangkan kondisi DAS, curah hujan, dan peta guna lahan di wilayah kajian. Berdasarkan hasil analisis diperoleh SKL Ketersediaan Air di Kecamatan Palu Barat, dengan Kemampuan Lahan yang di dominasi SKL Ketersediaan Air Sedang dan luas 684,259 ha atau 99%. Dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5. SKL Ketersediaan Air Palu Barat

No	SKL Ketersediaan Air	Luas	%
1	Kemampuan Lahan Ketersediaan Air Sedang	684,259	99
2	Kemampuan Lahan Ketersediaan Air Tinggi	0,042	1
TOTAL		684,301	100

SKL Kestabilan Pondasi

Kestabilan Pondasi menunjukan mampuan lahan dalam mendukung berdirinya bangunan. Semakin tinggi tingkat kestabilan pondasi semakin baik kemampuan lahannya dalam mendukung bangunan, sarana dan prasarana untuk pengembangan kawasan. Berdasarkan hasil analisis diperoleh SKL Kestabilan Pondasi di Kecamatan Palu Barat, dengan Kemampuan Lahan yang di dominasi SKL Ketersediaan Air Cukup dan lauas 649,592 ha atau 94%. Dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 6. SKL Kestabilan Pondasi Kecamatan Palu Barat

No	SKL Kestabilan Pondasi	Luas	%
1	Kemampuan Lahan Ketersediaan Air Tinggi	34,772	5
2	Kemampuan Lahan Ketersediaan Air Cukup	649,529	94
TOTAL		684,301	100

SKL Erosi

Analisis SKL erosi adalah untuk mengetahui tingkat keterkikisan dan ketahanan lahan terhadap erosi serta mengidentifikasi daerah yang peka terhadap erosi menggunakan peta geologi, morfologi, kemiringan lereng, dan data hidrologi, klimatologi, serta penggunaan lahan. Berdasarkan hasil analisis diperoleh SKL Erosi di Kecamatan Palu Barat, dengan Kemampuan Lahan yang didominasi SKL Erosi Rendah dan luas 631,090 ha atau 92%. Dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 7. SKL Erosi Kecamatan Palu Barat

No	SKL Erosi	Luas	%
1	Kemampuan Lahan Erosi Rendah	631,090	92
2	Kemampuan Lahan Erosi Sedang	53,211	7
TOTAL		684,301	100

SKL Drainase

SKL drainase adalah untuk mengetahui kemampuan lahan dalam mematuskan air hujan secara alami guna menghindari genangan, baik lokal maupun meluas, melalui overlay peta topografi, kemiringan lereng, dan curah hujan. Berdasarkan hasil analisis diperoleh SKL Drainase di Kecamatan Palu Barat, dengan Kemampuan Lahan yang didominasi SKL Drainase Tinggi dan luas 597,947 ha atau 87%. Dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 8. SKL Drainase Kecamatan Palu Barat

No	SKL Drainase	Luas	%
1	Kemampuan Lahan Drainase Cukup	86,354	12
2	Kemampuan Lahan Drainase Tinggi	597,947	87
TOTAL		684,301	100

SKL Bencana Alam

SKL bencana alam adalah untuk mengetahui kemampuan lahan terhadap potensi terjadinya bencana alam serta mengidentifikasi wilayah yang berisiko sebagai upaya antisipasi dan pengendalian pemanfaatan lahan. Berdasarkan hasil analisis diperoleh SKL Bencana Alam di Kecamatan Palu Barat, Kota Palu. dengan Kemampuan Lahan yang didominasi SKL Bencana Alam Tinggi dan luas 624,78 ha atau 91%. Dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 9. SKL Bencana Alam Kecamatan Palu Barat

No	SKL Bencana Alam	Luas	%
1	Kemampuan Lahan SKL Bencana Alam Cukup	59,52	8
2	Kemampuan Lahan SKL Bencana Alam Tinggi	624,78	91
TOTAL		684,301	100

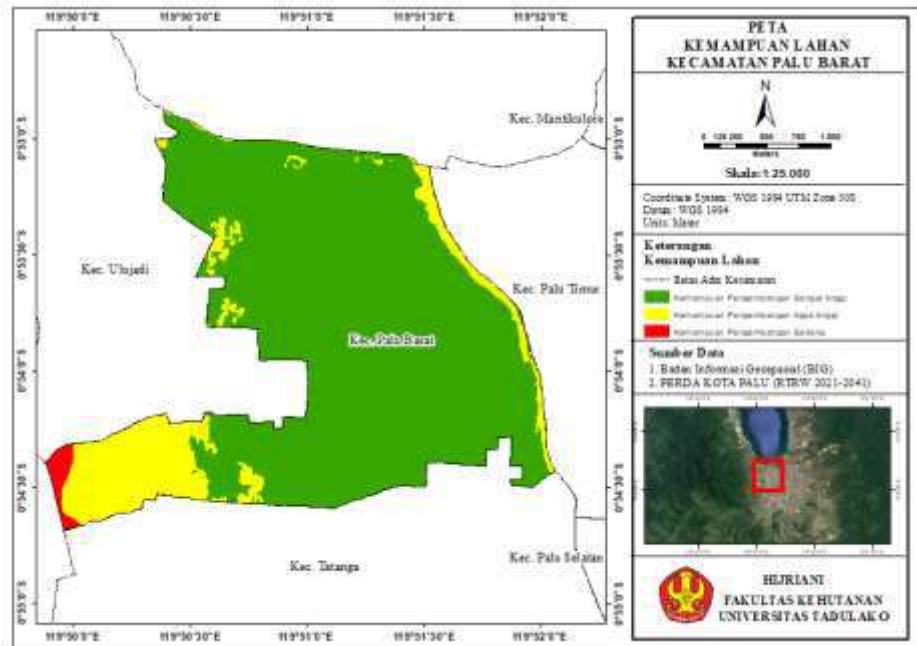
Analisis Kemampuan Lahan

Klasifikasi kemampuan lahan di Kecamatan Palu Barat dilakukan melalui proses overlay antar satuan kemampuan lahan yang telah diperoleh dari hasil perhitungan antar nilai akhir setiap SKL dengan bobotnya secara bertahap. Melalui tahapan tersebut dihasilkan peta kemampuan lahan yang menampilkan nilai total dari hasil perkalian antara nilai akhir dan bobot seluruh parameter satuan kemampuan lahan. Nilai hasil perkalian antara keduanya pada setiap satuan lahan disebut sebagai skor kemampuan lahan ($\text{Skor} = \text{Nilai Akhir} \times \text{Bobot}$) (Wirawan *et al.*, 2019). Adapun hasil analisis dan perhitungannya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 10. Klasifikasi Pengembangan Lahan Kecamatan Palu Barat, Kota Palu

Kelas Kemampuan Lahan	Klasifikasi Pengembangan	Luas (ha)	Presentase %
Kelas C	Kemampuan Pengembangan Sedang	7,712	1
Kelas D	Kemampuan Pengembangan Agak Tinggi	577,531	14
Kelas E	Kemampuan Pengembangan Sangat Tinggi	99,057	84
TOTAL		684,300	100

Berdasarkan Hasil Klasifikasi Kecamatan Palu Barat terbagi menjadi tiga kelas yaitu kelas C, D, E dengan total luas keseluruhan diperoleh sebesar 684,300 ha. Kelas (C) memiliki Kemampuan Pengembangan Sedang dengan luas 7,712 ha atau 1%. Artinya lahan pada kelas ini memiliki beberapa keterbatasan fisik dalam pembangunan permukiman. Sementara kelas (D) memiliki kemampuan pengembangan agak tinggi dengan luas 577,531 ha atau 14%. Artinya lahan pada kelas ini masih cukup layak untuk pembangunan. Dan kelas (E) memiliki kemampuan pengembangan sangat tinggi dengan luas 99,057 ha atau 84%. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar kawasan di Kecamatan Palu Barat memiliki kondisi fisik lahan yang mendukung untuk kegiatan pembangunan permukiman. Secara keseluruhan hasil analisis menunjukkan bahwa wilayah di Kecamatan Palu Barat memiliki potensi pengembangan yang sangat tinggi. Namun tetap mempertimbangkan perencanaan ruang yang berkelanjutan agar tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Seperti potensi bencana likuifaksi yang pernah terjadi di wilayah Palu Barat.



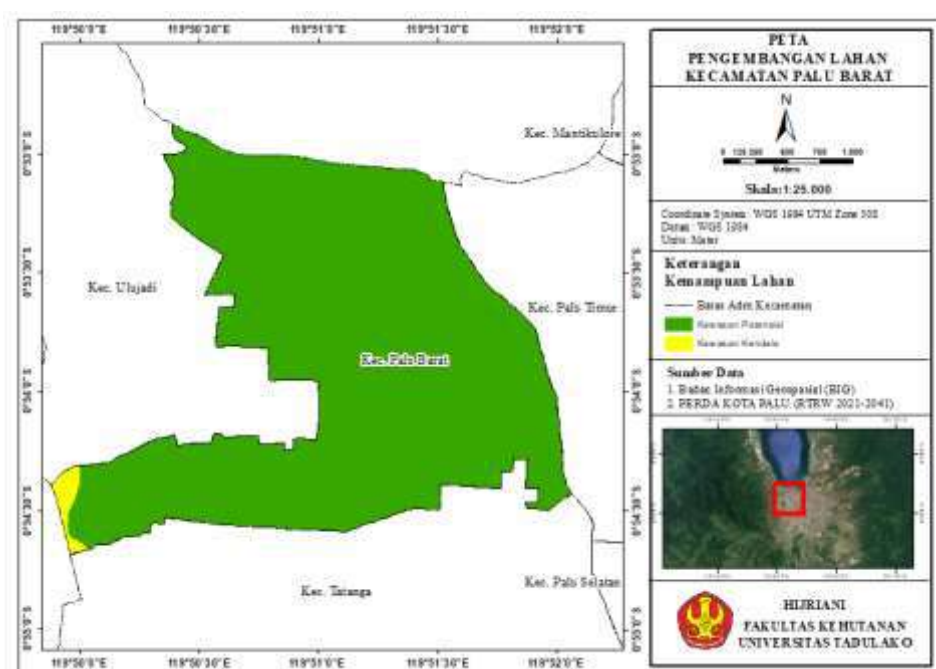
Gambar 1. Peta kemampuan lahan

Analisis Kemampuan Pengembangan Lahan

Berdasarkan hasil klasifikasi kriteria pengembangan di Kecamatan Palu Barat menunjukkan bahwa wilayah dengan kategori kemampuan pengembangan sangat tinggi sampai agak tinggi tergolong sebagai kawasan potensial untuk pengembangan. Secara keseluruhan, seluruh wilayah Kecamatan Palu Barat dengan luas total sekitar 684,300 ha memiliki potensi yang cukup besar untuk pengembangan permukiman. Namun demikian karena sebagian wilayah ini merupakan kawasan yang pernah terdampak bencana, maka arah pengembangan lahan perlu tetap diperhatikan kemampuan lingkungannya serta daya dukung lahan agar pembangunan yang dilakukan tetap aman. Sementara itu wilayah dengan kemampuan pengembangan sedang 1% memiliki keterbatasan fisik, seperti kemiringan lereng yang cukup curam, kondisi tanah yang kurang stabil, atau potensi genangan air. Oleh sebab itu kawasan ini tidak disarankan untuk pengembangan permukiman padat. Pemanfaatannya sebaiknya diarahkan untuk fungsi konservasi, ruang terbuka hijau, atau area resapan air guna menjaga keseimbangan ekosistem dan mengurangi resiko bencana di masa mendatang.

Tabel 11. Kriteria Pengembangan Lahan

Klasifikasi Pengembangan	Kriteria Pengembangan	Luas (ha)	Presentase %
Kemampuan Pengembangan Sedang	Kawasan Kendala	7,7121	1
Kemampuan Pengembangan Agak Tinggi	Kawasan Potensial	577,531	14
Kemampuan Pengembangan Sangat Tinggi	Kawasan Potensial	99,057	84
TOTAL		684,300	100



Gambar 2. Peta Kemampuan Pengembangan Lahan

Analisis Daya Dukung Lahan

Hasil analisis Daya dukung Lahan untuk kawasan permukiman di Kecamatan Palu Barat dalam mendapatkan luas lahan yang dapat dikembangkan sebagai permukiman dari wilayah potensial tersebut dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Muta'Ali, 2015) sebagai berikut:

$$Lpm = (LWP \times 60\%)$$

$$Lpm = (676,59 \times 60\%)$$

$$= 405,954 \text{ ha}$$

Setelah luas lahan yang didapatkan memenuhi kriteria sebagai kawasan permukiman, tahap berikutnya adalah menghitung nilai indeks dari luas wilayah potensial tersebut. Penentuan nilai indeks ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana wilayah potensial tersebut mampu menampung jumlah penduduk secara optimal sesuai kapasitas lahannya. Standar luas kebutuhan ruang mengacu pada karakteristik geografis wilayah zona perkotaan yaitu 0.0026 ha (Tanie *et al.*, 2023).

Sehingga:

$$DDPm = \frac{(LPm/JP)}{a}$$

$$DDPm = \frac{(405.954/47.207)}{0.0026}$$

$$\begin{aligned} DDPm &= \frac{8.5994}{0.0026} \\ &= 3.307 \end{aligned}$$

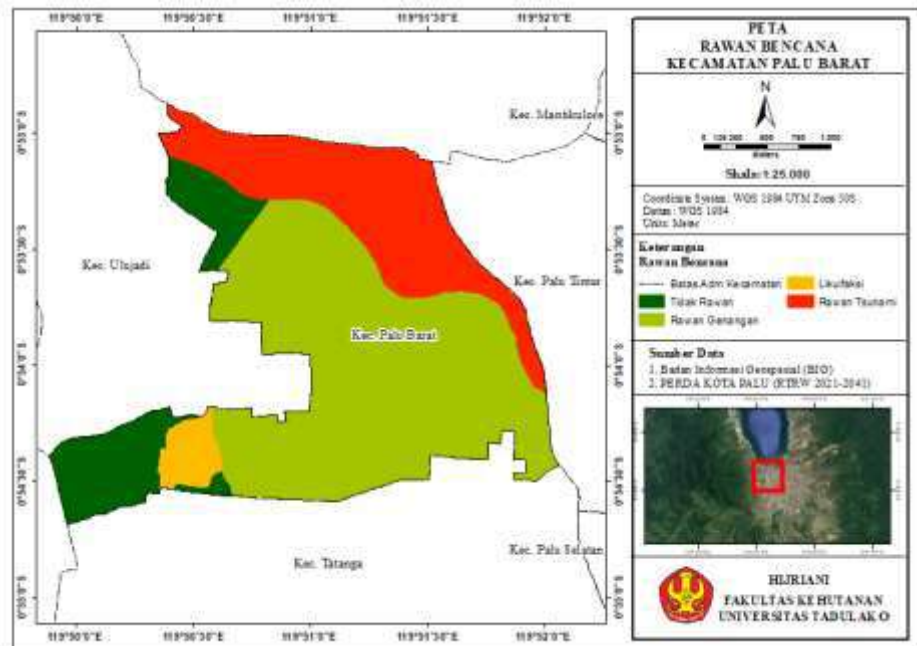
Hasil perhitungan daya dukung permukiman di Kecamatan Palu Barat, hasil perhitungan menunjukkan nilai DDPm sebesar 3.307 yang berarti lebih dari 1 ($DDPm > 1$) artinya daya dukung permukiman tinggi, masih mampu menampung penduduk untuk bermukim. Hal ini menandakan bahwa lahan di Kecamatan Palu Barat masih memiliki kemampuan untuk menampung jumlah penduduk yang ada saat ini, sehingga secara fisik wilayah ini masih layak dikembangkan untuk permukiman (Wirawan *et al.*, 2019). Estimasi proyeksi daya dukung lahan yang menjadi dasar dalam perencanaan untuk periode 2024-2028 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 12. Hasil Perhitungan DDPm Kecamatan Palu Barat tahun 2024-2028

Tahun	Luas Lahan Yang Layak Untuk Permukiman (ha)	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Laju Pertumbuhan Penduduk (%)	Koefisien Kebutuhan Lahan	DDPm	Status Daya Dukung Lahan
2024	405.954	47.207	0,43%	0,0026	3.307	Surplus
2025	405.954	47.410	0,43%	0,0026	3.293	Surplus
2026	405.954	47.614	0,43%	0,0026	3.279	Surplus
2027	405.954	47.819	0,43%	0,0026	3.265	Surplus
2028	405.954	48.024	0,43%	0,0026	3.251	Surplus

Berdasarkan hasil perhitungan proyeksi daya dukung lahan permukiman di Kecamatan Palu Barat tahun 2024-2028, diketahui bahwa luas lahan layak permukiman tetap sebesar 405,954 ha. Sementara jumlah penduduk meningkat dari 47.207 jiwa

menjadi 48.024 jiwa. Dengan standar kebutuhan ruang 0,0026 ha, nilai DDPm berada pada kisaran 3,307-3,251 yang menunjukkan bahwa ketersediaan lahan masih berada dalam kondisi surplus untuk menampung jumlah penduduk. Berdasarkan peta kerawanan bencana yang menunjukkan bahwa wilayah tersebut rentan terhadap bencana. Keterbatasan area tersebut berpotensi memperburuk dampak genangan dan mempercepat proses kerusakan lahan apabila terjadi liquifaksi maupun tsunami. Kondisi ini menuntut adanya pengelolaan tata ruang yang tepat dan berkelanjutan agar resiko bencana dapat diminimalkan (Santoso *et al.*, 2019).



Gambar 3. Peta Kawasan Rawan Bencana Kecamatan Palu Barat

Analisis Daya Tampung

Hasil analisis Daya Tampung di Kecamatan Palu Barat setelah memperoleh nilai daya dukung permukiman, maka dapat menghitung jumlah daya tampung dan sisa daya tapung untuk kawasan permukiman. Sehingga dapat dihitung sebagai berikut:

$$DT = DDPm \times JP$$

$$DT = 3.307 \times 47.207$$

$$= 156,135$$

Dimana

$$DT = 156.135 - 47.207$$

$$DT = 108.928$$

Berdasarkan hasil perhitungan daya tampung di Kecamatan Palu Barat sebesar 156.135 jiwa dan sisa daya tampung sebesar 108.928 jiwa. Nilai ini menunjukkan bahwa kemampuan lahan di wilayah tersebut masih sangat besar untuk menampung pertumbuhan penduduk, sehingga terdapat sisa daya tampung cukup besar untuk pengembangan permukiman saat ini. Namun apabila peningkatan jumlah penduduk tidak diimbangi dengan pengelolaan tata ruang yang baik dan berkelanjutan, maka hal tersebut dapat berpotensi menurunkan kualitas lingkungan dimasa mendatang. Oleh karena itu, pemanfaatan lahan di Kecamatan Palu Barat perlu diatur secara bijak, dengan mempertimbangkan keseimbangan antara kebutuhan pembangunan permukiman dan fungsi ekologis kawasan agar tercipta lingkungan yang aman, nyaman dan berkelanjutan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai analisis daya dukung dan daya tampung lahan untuk kawasan permukiman di Kecamatan Palu Barat Berbasis Sistem Informasi Geografis, diketahui bahwa sebagian besar wilayah memiliki kemampuan pengembangan sangat tinggi, mencapai 99,057 ha atau 84% dari total luas wilayah. Kondisi ini menunjukkan bahwa palu barat memiliki potensi besar untuk pengembangan permukiman dan infrastruktur dimasa mendatang. Nilai daya dukung 3.307 yang berarti lebih dari 1 ($DDPm > 1$) menandakan bahwa lahan masih mampu menampung jumlah penduduk yang ada, dilihat dari proyeksi pertumbuhan penduduk tahun 2024-2028 juga memperlihatkan bahwa luas lahan layak permukiman tetap 405,954 ha, sementara jumlah penduduk naik dari 47.207 menjadi 48.024 jiwa, sehingga nilai $DDPm$ tetap pada kondisi 3,307-3,251. Daya tampung sebesar 156,135 jiwa dan sisa kapasitas daya tampung 108.928 jiwa. Meskipun demikian, potensi bencana seperti likuifaksi, banjir, tsunami dan gempa perlu menjadi perhatian agar pembangunan tetap terarah, berkelanjutan, serta memperhatikan aspek keselamatan dan kelestarian lingkungan.

Saran penelitian ini dapat menjadi bahan acuan bagi pemerintah dalam pengembangan permukiman agar memperhatikan kesesuaian lahan sebelum melakukan pembangunan dengan mempertimbangkan kondisi fisik lahan agar penggunaan lahan tidak melebihi kapasitas daya dukung dan daya tampung lahan untuk pengembangan kawasan permukiman di Kecamatan Palu Barat, Kota Palu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat, karunia, dan kesempatan yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan penelitian ini dengan baik. Keberhasilan penyusunan laporan ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi selama proses penelitian hingga penulisan laporan ini selesai.

Ucapan terima kasih yang tulus penulis sampaikan kepada Prof. Dr. Ir. Adam Malik, M.Sc. Selaku Dosen Pembimbing Utama dan Hamka, S.Hut., M.P. Selaku Dosen Pembimbing Anggota, yang telah dengan sabar memberikan arahan, bimbingan ilmiah, serta masukan berharga sejak tahap awal penyusunan hingga penyelesaian penelitian ini. Segala perhatian, waktu, dan pengetahuan yang diberikan menjadi bekal penting bagi penulis dalam menyelesaikan karya ilmiah ini.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Fakultas Kehutanan Universitas Tadulako atas dukungan fasilitas, sumber daya, dan lingkungan akademik yang kondusif dalam pelaksanaan penelitian ini. Dukungan administrasi, akses data, serta arahan dari pihak fakultas sangat membantu penulis dalam mengumpulkan dan mengolah data yang dibutuhkan.

Ucapan terima kasih juga penulis tujukan kepada Unit Pengelola Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) Fakultas Kehutanan Universitas Tadulako atas kesempatan dan dukungan yang diberikan selama kegiatan penelitian berlangsung. Melalui program ini, penulis memperoleh banyak pengalaman dan wawasan praktis yang memperkaya proses pembelajaran di luar kelas.

Akhirnya, penulis menyadari bahwa penyusunan penelitian ini masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi penyempurnaan karya ilmiah ini di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, N. M., Pambudi, B. N., Wijaya, M. I. H., & Pradana, B. (2020). Daya dukung fungsi lahan permukiman sebagai kesiapan menghadapi dampak pembangunan perguruan tinggi pada Kecamatan Kajen. *Kajen: Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pembangunan*, 4(02), 101–111.
- Lomban, G. P., Tilaar, S., & Siregar, F. O. P. (2019). Kajian Pengembangan Kawasan Permukiman di Kecamatan Amurang Timur Berdasarkan Daya Dukung Lahan. *SPASIAL*, 6(3), 820–830.
- Muta'Ali, L. (2015). Teknik Analisis Regional untuk perencanaan wilayah, tata ruang,

dan lingkungan. Yogyakarta: Badan Penerbit Fakultas Geografi (BPFG).

- Nonto, E. (2021). *Kajian Daya Dukung Dan Daya Tampung Untuk Kawasan Permukiman Di Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan*.
- Nurfikasari, M. F., & Yuliani, E. (2022). Studi Literatur: Analisis Kesesuaian Lahan Terhadap Lokasi Permukiman. *Jurnal Kajian Ruang*, 1(1), 78–92.
- Nurhidayati, E. (2021). *Kebertahanan Permukiman di Tepian Air Kota Pontianak*. Deepublish.
- Putra, D. P., Wibowo, M. A., Nuansa, M. R., Sulistyowati, N. A., Primananda, R., & Ginting, J. (2025). Analysis of Land Assimilative Capacity and Carrying Capacity as an Impact of Piyungan Industrial Area Development. *Tech: Journal of Engineering Science*, 1(1), 37–68.
- PUTRA, M. R. (2024). *Analisis Penentuan Pusat Pertumbuhan Di Kecamatan Palu Barat Kota Palu*. Universitas Tadulako.
- Santoso, S., Rudiarto, I., & Luqman, Y. (2019). *Arahan Penataan Kawasan Permukiman Di Kota Palu Berdasarkan Kesesuaian Lahan Permukiman Terhadap Potensi Bencana Dan Kerentanan Sosial Ekonomi*. School of Postgraduate.
- Sari, P. P., Makarau, V. H., & Lakat, R. M. S. (2021). Analisis daya dukung & daya tampung lahan di kecamatan girian kota bitung untuk pengembangan permukiman. *Spasial*, 8(1), 89–100.
- Tanie, F. A., Polii, B. V. J., & Memah, M. Y. (2023). Analisis Daya Dukung Lahan Permukiman Di Kota Manado. *AGRI-SOSIOEKONOMI*, 19(2), 1177–1188.
- Triwibowo, S., & Jumadi, S. S. (2022). *Analisis Spasial Dampak Fisik Bencana Gempabumi Tahun 2018 dan Penentuan Lokasi Relokasi di Kota Palu*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Wirawan, R. R., Kumurur, V. A., & Warouw, F. (2019). Daya dukung lingkungan berbasis kemampuan lahan di Kota Palu. *SPASIAL*, 6(1), 137–148.

Efektivitas *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dalam Meningkatkan Pertumbuhan dan Produktivitas Mentimun (*Cucumis sativus* L.)

Erlina Rahmayuni^{1*}, Vellin Rizki Vireza¹, Welly Herman²

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Jakarta

²Program Studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu

Email: erlina.rahmayuni@umj.ac.id

Abstrak

Produksi mentimun (*Cucumis sativus* L.) di Indonesia sering mengalami variasi karena degradasi kualitas tanah yang disebabkan oleh tipe tanah, perubahan cuaca, dan penerapan pupuk kimia secara berlebihan. Salah satu solusi potensial untuk meningkatkan efisiensi pertumbuhan dan panen tanaman adalah pemberian Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR), yang diketahui dapat merangsang pertumbuhan melalui proses biologis. Studi ini bertujuan untuk menguji keefektifan berbagai tingkat dosis PGPR dalam memperbaiki pertumbuhan dan produktivitas mentimun. Penelitian dilakukan dari Juni hingga Agustus 2024 di Balai Penyuluhan Pertanian Kota Tangerang Selatan, dengan menggunakan Rancangan Kelompok Lengkap Teracak (RKLT) yang melibatkan lima jenis perlakuan: NPK 100% (sebagai kontrol), NPK 100% + PGPR 10 mL/L, 15 mL/L, 20 mL/L, dan 25 mL/L, masing-masing diulang sebanyak lima kali. Temuan penelitian menunjukkan bahwa pemberian PGPR tidak memberikan dampak signifikan pada sebagian besar indikator pertumbuhan dan hasil. Namun, perlakuan NPK 100% + PGPR 20 mL/L terbukti paling efektif pada beberapa parameter utama, seperti tinggi tanaman pada usia 4 minggu setelah tanam, usia berbunga, jumlah bunga jantan, panjang dan diameter buah, berat per buah, berat buah per tanaman, serta estimasi produksi per hektar. Hasil ini menunjukkan bahwa dosis PGPR sebesar 20 mL/L merupakan kombinasi terbaik yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas mentimun di daerah Tangerang Selatan.

Kata kunci: *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR), Mentimun, Pupuk NPK

Abstract

Cucumber (Cucumis sativus L.) production in Indonesia often experiences variations due to soil quality degradation caused by factors such as soil type, weather changes, and excessive application of chemical fertilizers. One potential solution to improve plant growth and yield efficiency is the application of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR), which is known to stimulate growth through biological processes. This study aims to test the effectiveness of various PGPR dosage levels in improving cucumber growth and productivity. The study was conducted from June to August 2024 at the South Tangerang City Agricultural Extension Center, using a Randomized Complete Block Design (RKLT) involving five types of treatments: 100% NPK (as a control), 100% NPK + PGPR 10 mL/L, 15 mL/L, 20 mL/L, and 25 mL/L, each replicated five times. The study findings showed that PGPR application had no significant impact on most growth and yield indicators. However, the 100% NPK + 20 mL/L PGPR treatment proved most effective in several key parameters, such as plant height at 4 weeks after planting, flowering age, number of male flowers, fruit length and diameter, fruit weight per plant, and estimated production per hectare. These results indicate that a PGPR dose of 20 mL/L is the best combination for increasing cucumber growth and productivity in South Tangerang.

Keywords: *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR); Cucumber; NPK Fertilizer

PENDAHULUAN

Mentimun (*Cucumis sativus* L.) adalah tanaman hortikultura bernilai ekonomi tinggi yang populer di Indonesia, khususnya di daerah dengan pasar yang dinamis. Namun, produktivitasnya sering terganggu oleh degradasi tanah, komposisi tanah yang tidak cocok, variasi cuaca, dan penggunaan pupuk kimia berlebihan. Hal ini menghambat penyerapan nutrisi oleh tanaman dan merusak keberlanjutan budidaya mentimun (Han, 2024; Al-Khayri & Khan, 2024). Untuk menjawab tantangan ini, teknologi biologi inovatif seperti *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) semakin diminati.

PGPR adalah bakteri bermanfaat di zona akar yang dapat mempercepat pertumbuhan tanaman melalui proses seperti pengikatan nitrogen, pelarutan fosfat, produksi hormon tumbuhan, dan peningkatan toleransi terhadap stres lingkungan dan penyakit (Yadav & Singh, 2023; Cordero et al., 2018). Penggunaan PGPR yang tepat telah terbukti meningkatkan efisiensi pemupukan, memperbaiki mikroba tanah, dan mendukung pertumbuhan serta hasil panen yang lestari (Wulandari et al., 2024; Mohanty et al., 2021).

Beragam PGPR menawarkan potensi besar. Genus seperti *Pseudomonas* dan *Bacillus* sering dipelajari karena kemampuan mereka dalam pengikatan nitrogen dan pelarutan fosfor (Melo et al., 2016; Haiyambo et al., 2015). Beberapa strain PGPR juga meningkatkan massa akar dan batang di bawah tekanan stres, membantu adaptasi dan produktivitas mentimun (Abdelkrim et al., 2018). Dalam pertanian, PGPR tidak hanya memperbaiki kesehatan tanaman tetapi juga mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia yang sering menyebabkan kerusakan lingkungan dan penurunan kualitas tanah (Al-Khayri & Khan, 2024; Wulandari et al., 2020).

Selain itu, PGPR membantu meningkatkan ketahanan tanaman melalui pengendalian penyakit dan regulasi pertumbuhan (Yadav & Singh, 2023; Al-Khayri & Khan, 2024). Bagi petani mentimun di Indonesia, mengintegrasikan PGPR ke dalam budidaya bisa menjadi pilihan berkelanjutan untuk meningkatkan hasil sambil mengurangi dampak negatif dari masalah pertanian modern. Penggunaan PGPR mendukung peningkatan panen dan pelestarian ekosistem, sesuai dengan tujuan pertanian berkelanjutan (Peng et al., 2023). Meski begitu, efektivitas PGPR tergantung pada dosis aplikasi, tipe tanah, dan kondisi lingkungan. Dosis terlalu rendah mungkin tidak berpengaruh, sedangkan dosis berlebih bisa menghambat pertumbuhan. Penelitian menunjukkan dosis optimal bervariasi berdasarkan spesies tanaman dan situasi pertumbuhan (Silva et al., 2022; Samain et al., 2023).

Jenis tanah juga menjadi hal yang krusial seperti sifat fisikokimia seperti tekstur, pH, dan kandungan organik memengaruhi interaksi PGPR dengan akar dan penyerapan nutrisi (Samain *et al.*, 2023; Alhammad *et al.*, 2023). Mikroba tanah asli juga bisa berinteraksi dengan PGPR yang diberikan, sehingga mempengaruhi kinerjanya dalam merangsang pertumbuhan (Silva *et al.*, 2022). Faktor lingkungan seperti suhu, kelembapan, dan cahaya juga menentukan respons tanaman terhadap PGPR. Di kondisi ekstrem seperti kekeringan atau salinitas, PGPR dapat meningkatkan ketahanan, meskipun efektivitasnya bergantung pada kondisi spesifik (Salem *et al.*, 2024; Irum *et al.*, 2023). Oleh karena itu, respons terhadap PGPR tidak bisa digeneralisasi tanpa mempertimbangkan ketiga faktor ini secara menyeluruh.

Penelitian yang dilakukan sangat penting untuk menilai dampak aplikasi PGPR pada pertumbuhan dan produktivitas mentimun, dengan fokus pada dosis terbaik. Penelitian ini penting untuk mendukung budidaya mentimun lestari, terutama di daerah tropis seperti Tangerang Selatan dengan tantangan pertanian khusus. Analisis parameter pertumbuhan dan hasil di bawah berbagai dosis PGPR akan memberikan landasan ilmiah untuk strategi pemupukan yang efisien dan ramah lingkungan, melalui kombinasi PGPR dan pupuk NPK (Kaur *et al.*, 2015; Chen *et al.*, 2023; Seleiman & Abdelaal, 2018). Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengevaluasi dampak aplikasi PGPR pada parameter pertumbuhan dan hasil mentimun, dan (2) mengidentifikasi dosis optimal PGPR yang paling efektif untuk meningkatkan produktivitas mentimun di Tangerang Selatan.

METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian telah dilaksanakan pada bulan Juni – Agustus 2024. Lokasi penelitian di Balai Penyuluhan Pertanian Kota Tangerang Selatan yang berada di ketinggian ± 43 m dpl dengan jenis Oksisol.

Rancangan Penelitian dan Analisis Data

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Kelompok Lengkap Teracak (RKLT) dengan 5 perlakuan PGPR yaitu: 0 mL/L, 10 mL/L, 15 mL/L, 20 mL/L dan 25 mL/L. Setiap perlakuan diulang sebanyak 5 kali sehingga terdapat 25 satuan percobaan. Masing-masing satuan percobaan terdiri dari 3 sampel tanaman, sehingga jumlah seluruh tanaman yang diamati sebanyak 75 tanaman. Hasil dari pengukuran yang

didapatkan di analisis menggunakan Uji F, kemudian dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) taraf 5%.

Penanaman

Media tanam dalam penelitian ini terdiri dari campuran tanah yang telah diayak dan pupuk kandang ayam dengan perbandingan 1:1. Pengayakan dilakukan untuk menghilangkan gumpalan tanah, sehingga menghasilkan tekstur yang lebih halus dan mendukung perkembangan akar secara optimal. Campuran tersebut dimasukkan ke dalam polybag berukuran 40 cm × 40 cm, yang masing-masing diberi label identifikasi sesuai perlakuan. Penyiraman dilakukan secara merata untuk menjaga kelembapan media, namun genangan air harus dihindari.

Sebelum digunakan, media tanam diinkubasi selama tujuh hari untuk memungkinkan interaksi antara bahan organik dan tanah berlangsung secara optimal. Polybag ditutup dan dibalik selama masa inkubasi, dengan pemeriksaan kelembapan dilakukan dua kali. Jika media tampak kering, dilakukan penyiraman hingga lembap; jika sudah lembap, penyiraman tidak diperlukan.

Benih yang digunakan adalah varietas mentimun Zatavy F1. Benih direndam selama satu jam dalam dua jenis larutan, yaitu air biasa dan larutan PGPR (10 mL/L). Hanya benih yang tenggelam yang digunakan, kemudian dikeringanginkan di wadah terbuka. Persemaian dilakukan pada tray semai berkapasitas 100 lubang yang telah diisi cocopeat. Setiap lubang dibuat sedalam 1 cm untuk penempatan benih. Proses persemaian berlangsung selama 9 Hari Setelah Semai (HSS), dengan penyiraman dilakukan setiap hari.

Pemindahan bibit ke media tanam dilakukan pada usia 10 HSS atau ketika bibit telah memiliki tiga helai daun sempurna. Sebelum pemindahan, media tanam disiram hingga lembap. Bibit dipindahkan secara hati-hati ke dalam lubang tanam yang telah disiapkan, kemudian media ditekan perlahan agar bibit berdiri tegak. Polybag disusun sesuai rancangan percobaan dengan jarak tanam antar polybag sebesar 40 cm × 40 cm.

Pemupukan

Pemberian pupuk anorganik dilakukan sebanyak 3 kali, yaitu pupuk dasar dan 2 kali pupuk susulan. Pupuk anorganik yang diberikan adalah pupuk NPK Phonska®. Pemberian pertama dilakukan pada 0 HST dengan dosis 0,50 g/polybag. Pemupukan susulan diberikan pada umur 14 HST dan 28 HST dengan dosis 0,75 g/polybag pada setiap pemupukannya. Aplikasi PGPR diberikan sebanyak 3 kali, yaitu pada 1 HST, umur tanaman 15 HST dan umur tanaman 29 HST. Konsentrasi yang diberikan pada masing-

masing perlakuan adalah 10 mL, 15 mL, 20 mL dan 25 mL kemudian dilarutkan dengan 1 L air. Dosis penyiraman PGPR pada tanaman mentimun yaitu 200 mL/tanaman. Aplikasi PGPR dilakukan dengan cara menyiramkan ke daerah perakaran tanaman sesuai dengan masing-masing perlakuan.

Parameter Pengamatan

Pengamatan dilakukan terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, umur berbunga, jumlah bunga jantan dan betina, serta jumlah buah. Parameter hasil meliputi panjang dan diameter buah, bobot per buah, bobot buah per tanaman, dan konversi hasil per hektar. Pengukuran dilakukan secara berkala dari 1 hingga 4 MST menggunakan alat ukur standar, dan hasil dikonversi berdasarkan populasi tanaman per hektar untuk menilai efektivitas aplikasi PGPR terhadap pertumbuhan dan produktivitas mentimun.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum

Penelitian tentang PGPR pada pertumbuhan dan hasil mentimun dilakukan di lingkungan tropis yang umumnya mendukung perkembangan tanaman. Suhu rata-rata selama penelitian berada di kisaran mendekati batas maksimal suhu ideal untuk mentimun, yakni 22–30 °C (Saptorini, 2018). Suhu maksimum tercatat 30,11 °C pada Juni, sementara suhu minimum mencapai 28,42 °C. Walaupun suhu di Juni sedikit melampaui ambang optimal, kondisi cuaca secara keseluruhan masih mendukung pertumbuhan tanaman. Kelembapan udara tertinggi tercatat 78,93% pada Juni, dengan kelembapan rata-rata selama penelitian dalam rentang ideal 50–85% (Doni *et al.*, 2023). Curah hujan puncak terjadi pada Juli sebesar 202,80 mm, yang masih dalam kisaran cocok untuk mentimun, yaitu 200–400 mm per bulan (Idris *et al.*, 2018). Adapun curah hujan pada minggu pertama Agustus tercatat rendah, yakni 69,80 mm, yang mungkin mempengaruhi pasokan air bagi tanaman.

Sepanjang penelitian, gangguan biotik seperti hama dan penyakit menjadi penghambat pertumbuhan mentimun. Hama utama yang muncul adalah keong mas (*Pomacea canaliculata*) dan kutu kebul (*Bemisia tabaci*). Serangan keong mas dimulai pada usia 3 Hari Setelah Tanam (HST), ditandai dengan daun berlubang dan kerusakan berat yang mengakibatkan kematian tanaman. Serangan kutu kebul juga muncul pada usia 3 HST, ditandai dengan bekas gigitan dan bintik kecil pada daun. Selain sebagai hama langsung, kutu kebul juga bertindak sebagai pembawa Virus Mosaik Gemini (GMV), yang menyerang tanaman pada tahap generatif (5 MST). Gejala GMV ditandai dengan daun

berpola kuning dan hijau (Singarimbun *et al.*, 2017). Pengendalian hama dan penyakit dilakukan secara kimia menggunakan pestisida dengan bahan aktif Prenofos (100 mL/15 L air), Abamektin (3 mL/L air), dan Karbofuran (10 g/polybag). Gambaran serangan hama dan penyakit ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Serangan Hama dan Penyakit Tanaman Mentimun (a) Keong Mas, (b) Kutu Kebul, (c) Virus Mosaik Gemini (GMV)

Selain hama dan penyakit, keberadaan gulma juga menjadi faktor kompetitif yang memengaruhi pertumbuhan mentimun. Gulma bersaing dengan tanaman utama dalam memperoleh air, cahaya, dan nutrisi, sehingga dapat menurunkan produktivitas tanaman (Tulak *et al.*, 2023). Jenis gulma yang ditemukan di lokasi penelitian meliputi anting-anting (*Acalypha indica* L.), maman ungu (*Cleome rutidosperma*), dan bayam duri (*Amaranthus spinosus*). Pengendalian gulma dilakukan secara manual dengan mencabut langsung menggunakan tangan di area polybag dan menggunakan cangkul di sekitar area tanam. Kegiatan ini dilakukan setiap minggu untuk menekan pertumbuhan gulma dan mencegahnya menjadi tempat persembunyian hama dan penyakit. Visualisasi jenis gulma ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Gulma Tanaman Mentimun (a) Anting-anting, (b) Maman Ungu, (c) Bayam Duri

Dampak PGPR pada Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Mentimun

Pemberian Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman mentimun, yang ditunjukkan melalui parameter tinggi tanaman dan jumlah daun. Data rata-rata pertumbuhan mentimun pada berbagai dosis PGPR disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Respons Pertumbuhan Tanaman Mentimun terhadap Pemberian *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR)

Dosis PGPR	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun (helai)
0 mL/L	153,50 ^b	28,83
10 mL/L	156,32 ^b	29,23
15 mL/L	151,27 ^c	26,77
20 mL/L	163,10 ^a	28,13
25 mL/L	161,53 ^a	27,93

Keterangan : Nilai dengan huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNJ pada tingkat signifikansi 5 %

Pemberian *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) memberikan pengaruh besar terhadap perkembangan vegetatif tanaman, khususnya pada mentimun. Data observasi menunjukkan bahwa aplikasi PGPR dapat meningkatkan tinggi tanaman, meskipun detail spesifik tentang dosis dan tinggi tanaman memerlukan verifikasi lebih mendalam dengan sumber yang lebih akurat untuk membenarkan klaim tersebut (Qin *et al.*, 2024; Islam *et al.*, 2016). Salah satu cara kerja utama adalah produksi senyawa hormon pertumbuhan oleh PGPR, seperti auksin, sitokinin, dan giberelin. Hormon-hormon ini membantu proses pembelahan dan perpanjangan sel yang krusial untuk pertumbuhan tanaman (Tahir *et al.*, 2017; Chun *et al.*, 2024). Secara khusus, auksin memainkan peran kunci dalam regulasi elongasi sel, yang secara langsung mempengaruhi ukuran tinggi tanaman (Basharat *et al.*, 2025; Al-Karawi & Habeeb, 2024). Di samping itu, PGPR meningkatkan asupan nutrisi melalui pelarutan fosfat dan fiksasi nitrogen, sehingga memastikan ketersediaan hara untuk pertumbuhan vegetatif yang optimal (Anguiano-Cabello *et al.*, 2017; Sakya *et al.*, 2022).

Studi menunjukkan bahwa penggunaan PGPR dapat memicu kenaikan kadar hormon pertumbuhan tanaman dan asupan hara, yang penting selama periode pertumbuhan aktif (Montes-Osuna *et al.*, 2022; Islam *et al.*, 2016). Selain itu, PGPR membantu mengurangi efek buruk dari kondisi lingkungan yang tidak ideal, seperti kekeringan, melalui penyimpanan air dan peningkatan toleransi terhadap stres (Yasmeen *et al.*, 2024; Mustafa *et al.*, 2022). Ada korelasi positif antara dosis PGPR yang lebih tinggi sampai

batas tertentudengan potensi maksimal yang bisa dimanfaatkan dalam praktik pertanian untuk meningkatkan hasil panen (Islam *et al.*, 2016; Harahap *et al.*, 2022).

Penggunaan PGPR menunjukkan efek nyata dalam memperbaiki pertumbuhan vegetatif mentimun, yang menekankan perlunya riset lebih lanjut untuk menentukan strategi aplikasi PGPR di berbagai kondisi tanaman dan lingkungan, guna mendukung pertanian yang lebih lestari dan produktif (Qin *et al.*, 2024; Islam *et al.*, 2016). Adapun parameter jumlah daun, observasi tidak menemukan perbedaan signifikan antar perlakuan, dengan rata-rata daun berkisar 26,77–29,23 helai. Ini menunjukkan respons daun mentimun terhadap PGPR relatif stabil, dan penambahan daun tidak sekuat peningkatan tinggi tanaman. Faktor lain seperti intensitas cahaya, ketersediaan air, serta keseimbangan hara makro (N, P, dan K) juga bisa mempengaruhi pembentukan daun pada mentimun.

Kontribusi PGPR pada Fase Generatif Tanaman Mentimun

Aplikasi PGPR tidak hanya penting untuk fase vegetatif, tetapi juga berkontribusi signifikan pada fase generatif mentimun. Parameter seperti waktu berbunga serta jumlah bunga jantan dan betina menunjukkan variasi respons terhadap dosis PGPR yang diberikan, seperti yang terlihat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Respons Fase Generatif Tanaman Mentimun terhadap Pemberian *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR)

Dosis PGPR	Umur Berbunga (hari)	Jumlah Bunga Jantan (bunga)	Jumlah Bunga Betina (bunga)
0 mL/L	22,77 ^{ab}	2,77 ^{bc}	4,77
10 mL/L	23,53 ^a	4,07 ^{ab}	5,20
15 mL/L	23,80 ^a	3,23 ^{abc}	4,10
20 mL/L	21,73 ^b	4,27 ^a	4,87
25 mL/L	22,33 ^{ab}	2,80 ^{bc}	4,57

Keterangan : Nilai dengan huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNJ pada tingkat signifikansi 5 %

Pemberian PGPR pada dosis 20 mL/L menghasilkan waktu muncul bunga tercepat, yaitu 21,73 hari, dan berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan 10 mL/L (23,53 hari) serta 15 mL/L (23,80 hari). Percepatan pembungaan tersebut menunjukkan bahwa PGPR berperan dalam mempercepat peralihan fase pertumbuhan dari vegetatif menuju generatif, yang merupakan tahapan penting dalam siklus hidup tanaman. Respons ini kemungkinan dipicu oleh meningkatnya ketersediaan serta penyerapan unsur hara utama, khususnya nitrogen dan fosfor. PGPR yang berperan sebagai fiksator nitrogen mampu memperbaiki kondisi fisiologis tanaman dan meningkatkan ketahanannya terhadap tekanan lingkungan (Zahedi & Abbasi, 2024). Selain itu, kontribusi PGPR dalam meningkatkan ketersediaan

fosfor turut mendukung pembentukan klorofil dan memperbaiki kualitas pertumbuhan tanaman mentimun (Zapata-Sifuentes *et al.*, 2022).

Selain meningkatkan ketersediaan hara, PGPR juga diketahui menghasilkan berbagai fitohormon seperti auksin, giberelin, dan sitokinin yang berfungsi mengatur transisi fase pertumbuhan serta pembentukan organ reproduktif. Misalnya, *Bacillus amyloliquefaciens* dilaporkan mampu meningkatkan biosintesis auksin yang berkontribusi terhadap percepatan pembungaan dan pertumbuhan tanaman (Liu *et al.*, 2016; Pérez-García *et al.*, 2023). Jumlah bunga jantan tertinggi dicapai pada dosis 20 mL/L (4,27 bunga), berbeda nyata dibandingkan kontrol (2,77 bunga) dan perlakuan 25 mL/L (2,80 bunga). Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi PGPR yang optimal mampu merangsang pembentukan bunga jantan melalui peningkatan aktivitas fisiologis dan efisiensi penyerapan nutrisi (Hairuddin *et al.*, 2025; Cinta, 2024). Sebaliknya, jumlah bunga betina tertinggi ditemukan pada dosis 10 mL/L (5,20 bunga), meskipun tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Kondisi ini mengindikasikan bahwa faktor eksternal seperti intensitas cahaya dan suhu turut memengaruhi proses diferensiasi bunga (Gao *et al.*, 2021; Baral *et al.*, 2022).

Secara keseluruhan, aplikasi PGPR dengan konsentrasi 20 mL/L memberikan efek paling positif dalam mempercepat waktu berbunga dan meningkatkan jumlah bunga jantan, yang berperan penting dalam keberhasilan penyerbukan serta peningkatan produktivitas. Efektivitas ini menegaskan perlunya keseimbangan antara ketersediaan unsur hara, aktivitas hormonal, dan kondisi fisiologis tanaman (Sitawati *et al.*, 2022; Zhang *et al.*, 2017). Pemahaman yang komprehensif terhadap mekanisme kerja PGPR dalam proses fisiologis tanaman menjadi dasar penting untuk pengembangan teknik budidaya yang lebih efisien. Penentuan dosis PGPR yang tepat terbukti sebagai strategi agronomis potensial dalam meningkatkan produktivitas tanaman hortikultura, terutama pada spesies yang sensitif terhadap ketidakseimbangan lingkungan dan keterbatasan sumber daya (Gao *et al.*, 2021; Zhang *et al.*, 2017).

Setelah fase vegetatif, indikator utama keberhasilan aplikasi PGPR pada tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.) ditunjukkan pada performa fase generatif, meliputi pembentukan bunga, buah, dan hasil panen. Fase ini berperan langsung terhadap produktivitas dan sangat dipengaruhi oleh kemampuan PGPR dalam meningkatkan ketersediaan hara, sintesis fitohormon, serta efisiensi penyerapan air dan nutrisi. Untuk menilai pengaruh berbagai dosis PGPR terhadap komponen hasil tanaman mentimun,

dilakukan pengamatan terhadap jumlah buah per tanaman, panjang dan diameter buah, bobot buah per tanaman, serta hasil per hektar yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Respons Parameter Buah Tanaman Mentimun terhadap Dosis *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR)

Dosis PGPR	Jumlah Buah (buah)	Panjang Buah (cm)	Diameter Buah (cm)	Bobot Buah Per Tanaman (g)	Konversi per Hektar (ton)
0 mL/L	3,60	21,81	4,73	1346,41	84,15
10 mL/L	3,57	20,04	4,72	1256,61	78,54
15 mL/L	3,07	19,50	4,69	982,73	61,42
20 mL/L	3,67	21,25	4,88	1357,37	84,84
25 mL/L	3,73	19,76	4,73	1295,90	80,99

Keterangan : Nilai dengan huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNJ pada tingkat signifikansi 5 %

Berdasarkan hasil tersebut, aplikasi PGPR pada dosis 20 mL/L menunjukkan performa terbaik pada fase generatif, dengan bobot buah per tanaman tertinggi (1357,37 g) dan konversi hasil maksimal sebesar 84,84 ton/ha. Hal ini mengindikasikan bahwa aktivitas mikroba di rizosfer pada dosis tersebut bekerja secara optimal dalam mendukung pertumbuhan dan pembentukan hasil (Mangmang *et al.*, 2015). Jumlah buah per tanaman berkisar antara 3,07 hingga 3,73 buah. Meskipun dosis 25 mL/L menghasilkan jumlah buah tertinggi (3,73 buah), perbedaan antar perlakuan tidak signifikan secara statistik, sebagaimana ditunjukkan oleh hasil uji BNJ pada taraf 5%. Temuan ini sejalan dengan literatur yang menyatakan bahwa PGPR memengaruhi pertumbuhan generatif melalui mekanisme produksi hormon seperti auksin dan sitokinin, yang berperan dalam pembentukan bunga dan buah (Zapata-Sifuentes *et al.*, 2022).

Panjang buah yang berkisar antara 19,50–21,81 cm tidak menunjukkan perbedaan signifikan antar perlakuan, dengan nilai tertinggi justru ditemukan pada kontrol (0 mL/L). Hal ini mengindikasikan bahwa faktor genetik dan lingkungan kemungkinan lebih dominan dalam menentukan panjang buah dibandingkan pengaruh PGPR (Zapata-Sifuentes *et al.*, 2022). Diameter buah relatif seragam (4,69–4,88 cm) di seluruh perlakuan, namun bobot buah per tanaman menunjukkan variasi yang lebih nyata. Dosis 15 mL/L menghasilkan bobot terendah (982,73 g), yang menunjukkan bahwa konsentrasi PGPR yang terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat menurunkan efektivitasnya dalam mendukung pertumbuhan generatif (Karmila *et al.*, 2023). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa PGPR berperan dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara esensial seperti nitrogen dan fosfor, yang krusial pada fase generatif tanaman (Sutariati & Muhidin, 2025; Chen *et al.*, 2024).

Secara keseluruhan, nilai konversi hasil per hektar sejalan dengan bobot buah per tanaman, memperkuat bahwa dosis 20 mL/L merupakan titik optimal dalam aplikasi PGPR. Dosis ini menunjukkan keseimbangan antara populasi mikroba dan kebutuhan fisiologis tanaman, yang penting dalam mendukung pembentukan buah dan peningkatan hasil panen. Studi lain juga mendukung bahwa aplikasi PGPR dapat meningkatkan hasil, kualitas buah, dan pertumbuhan bibit (Zamora-Macorra *et al.*, 2023). Dengan demikian, meskipun tidak ditemukan perbedaan signifikan secara statistik pada semua parameter hasil, pemberian PGPR pada dosis 20 mL/L dapat direkomendasikan sebagai konsentrasi paling efektif dalam meningkatkan hasil tanaman mentimun.

KESIMPULAN DAN SARAN

Aplikasi *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) berpengaruh terhadap peningkatan pertumbuhan dan produktivitas tanaman mentimun, meskipun tidak semua parameter menunjukkan perbedaan signifikan secara statistik. Dosis 20 mL/L terbukti memberikan hasil terbaik pada berbagai parameter pertumbuhan vegetatif dan generatif, meliputi tinggi tanaman, umur berbunga, jumlah bunga jantan, panjang dan diameter buah, serta bobot buah per tanaman. Perlakuan ini menghasilkan konversi hasil tertinggi, yaitu sebesar 84,84 ton/ha, menunjukkan bahwa konsentrasi tersebut merupakan dosis optimum dalam mendukung efisiensi fisiologis tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelkrim, S., Jebara, S., Saadani, O., Chiboub, M., Abid, G., & Jebara, M. (2018). Effect of Pb-resistant plant growth-promoting rhizobacteria inoculation on growth and lead uptake by *Lathyrus sativus*. *Zeitschrift Für Allgemeine Mikrobiologie*, 58(7), 579–589. <https://doi.org/10.1002/jobm.201700626>
- Al-Karawi, H., & Habeeb, H. (2024). Application of calcium and zinc improves vegetative growth characteristics and plant hormones in strawberry. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1371(4), 042013. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1371/4/042013>
- Al-Khayri, J., & Khan, T. (2024). Enhancing plant resistance to biotic stresses through rhizobacteria for sustainable agriculture. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 52(2), 13650. <https://doi.org/10.15835/nbha52213650>
- Alhammad, B., Zaheer, M., Ali, H., Hameed, A., Ghanem, K., & Seleiman, M. (2023). Effect of co-application of *Azospirillum brasilense* and *Rhizobium pisi* on wheat performance and soil nutrient status under deficit and partial root drying stress. *Plants*, 12(17), 3141. <https://doi.org/10.3390/plants12173141>
- Anguiano-Cabello, J., Flores-Olivas, A., Fuentes, Y., Arredondo-Valdés, R., & Olalde-Portugal, V. (2017). Fast detection of auxins by microplate technique. *American Journal of Plant Sciences*, 8(2), 171–177. <https://doi.org/10.4236/ajps.2017.82013>

- Basharat, S., Saeed, W., Mubeen, S., Khan, L., Zhang, S., Liu, P., ... Waseem, M. (2025). Exogenous melatonin regulates hormone signalling and photosynthesis-related genes to enhance *Brassica napus* yield: A transcriptomic perspective. *Journal of Pineal Research*, 77(5). <https://doi.org/10.1111/jpi.70077>
- Baral, B., Shrestha, M., Subedi, S., Dulal, P., & Joshi, N. (2022). Effect of foliar spray of ethephon doses and pruning intensities on growth, sex expression, and yield of cucumber (var. Bhaktapur local) in Kaski, Nepal. *Archives of Agriculture and Environmental Science*, 7(3), 347–354. <https://doi.org/10.26832/24566632.2022.070307>
- Chen, D., Saeed, M., Ali, M., Raheel, M., Ashraf, W., Hassan, Z., ... Negm, S. (2023). Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) and arbuscular mycorrhizal fungi combined application reveals enhanced soil fertility and rice production. *Agronomy*, 13(2), 550. <https://doi.org/10.3390/agronomy13020550>
- Chen, T., Tzean, Y., Chang, T., Wang, X., Yang, C., & Lin, Y. (2024). Characterization of biofertilization and biocontrol potential of *Bacillus velezensis* KHH13 from organic soils. *Agronomy*, 14(6), 1135. <https://doi.org/10.3390/agronomy14061135>
- Chun, L., Zeng, Q., Han, Y., Zhou, X., & Xu, H. (2024). Effects of *Bacillus subtilis* on cucumber seedling growth and photosynthetic system under different potassium ion levels. *Biology*, 13(5), 348. <https://doi.org/10.3390/biology13050348>
- Cinta, N. (2024). Pengaruh konsentrasi dan interval waktu pemberian PGPR (plant growth promoting rhizobacteria) terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.). *Callus Journal of Agrotechnology Science*, 2(4), 26–38. <https://doi.org/10.47134/callus.v2i4.2953>
- Cordero, I., Balaguer, L., Rincón, A., & Pueyo, J. (2018). Inoculation of tomato plants with selected PGPR represents a feasible alternative to chemical fertilization under salt stress. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 181(5), 694–703. <https://doi.org/10.1002/jpln.201700480>
- Doni, Sasli, I., & Wasi'an. (2023). Respon pertumbuhan dan hasil mentimun terhadap berbagai konsentrasi pupuk Gandasil D dan B secara hidroponik. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 12(3), 504–513.
- Hairuddin, R., Sacita, A., & Jopi, M. (2025). Pertumbuhan dan produksi tanaman mentimun Jepang (*Cucumis sativus* L. var. Japanese) pada pemberian plant growth promoting rhizobacteria dan cocopeat. *Agroland Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 32(2), 172–180. <https://doi.org/10.22487/agrolandnasional.v32i2.2664>
- Haiyambo, D., Chimwamurombe, P., & Reinhold-Hurek, B. (2015). Isolation and screening of rhizosphere bacteria from grasses in East Kavango region of Namibia for plant growth promoting characteristics. *Current Microbiology*, 71(5), 566–571. <https://doi.org/10.1007/s00284-015-0886-7>
- Han, L. (2024). Harnessing the power of PGPR: Unraveling the molecular interactions between beneficial bacteria and crop roots. *Molecular Soil Biology*. <https://doi.org/10.5376/msb.2024.15.0002>
- Harahap, R., Simarmata, T., Herdiyantoro, D., & Azizah, I. (2022). Potential use of PGPR based biofertilizer for improving the nutrient availability in soil and agronomic efficiency of upland rice. *Kultivasi*, 21(3).

<https://doi.org/10.24198/kultivasi.v2i1i3.40061>

- Idris, S., Musa, N., & Pembengo, W. (2018). Produksi tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.) akibat pemangkasan dan jumlah benih per lubang tanam. *Jurnal Agroteknotropika*, 7(2), 229–235.
- Irum, A., Haider, B., Hanif, A., Mazhar, M., Noreen, S., Hussain, I., ... Jamil, M. (2023). Salinity-tolerant plant growth-promoting rhizobacteria's (ST-PGPR) impact on soil quality indices and maize growth under saline environments. *Pakistan Journal of Biotechnology*, 20(01), 78–82. <https://doi.org/10.34016/pjbt.2023.20.01.794>
- Islam, S., Akanda, A., Prova, A., Islam, T., & Hossain, M. (2016). Isolation and identification of plant growth promoting rhizobacteria from cucumber rhizosphere and their effect on plant growth promotion and disease suppression. *Frontiers in Microbiology*, 6. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01360>
- Gao, L., Yu, G., Hu, F., Li, Z., Li, W., & Peng, C. (2021). The patterns of male and female flowers in flowering stage may not be optimal resource allocation for fruit and seed growth. *Plants*, 10(12), 2819. <https://doi.org/10.3390/plants10122819>
- Karmila, K., Mustafa, M., & Mustafa, R. (2023). Pengaruh pemberian giberelin acid dan PGPR (plant growth promoting rhizobacteria) dari akar bambu terhadap pertumbuhan dan hasil dua varietas tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.). *Perbal Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 11(2), 172–183. <https://doi.org/10.30605/perbal.v11i2.2737>
- Kaur, N., Sharma, P., & Sharma, S. (2015). Co-inoculation of *Mesorhizobium* sp. and plant growth promoting rhizobacteria *Pseudomonas* sp. as bio-enhancer and bio-fertilizer in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Legume Research - An International Journal*. <https://doi.org/10.18805/lr.v0iof.6780>
- Liu, Y., Chen, L., Zhang, N., Li, Z., Zhang, G., Xu, Y., ... Zhang, R. (2016). Plant-microbe communication enhances auxin biosynthesis by a root-associated bacterium, *Bacillus amyloliquefaciens* SQR9. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 29(4), 324–330. <https://doi.org/10.1094/mpmi-10-15-0239-r>
- Mangmang, J., Deaker, R., & Rogers, G. (2015). Optimal plant growth-promoting concentration of *Azospirillum brasilense* inoculated to cucumber, lettuce and tomato seeds varies between bacterial strains. *Israel Journal of Plant Sciences*, 62(3), 145–152. <https://doi.org/10.1080/07929978.2015.1039290>
- Melo, J., Carolino, M., Carvalho, L., Correia, P., Tenreiro, R., Chaves, S., ... Ramos, A. (2016). Crop management as a driving force of plant growth promoting rhizobacteria physiology. *SpringerPlus*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s40064-016-3232-z>
- Mohanty, P., Singh, P., Chakraborty, D., Mishra, S., & Pattnaik, R. (2021). Insight into the role of PGPR in sustainable agriculture and environment. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.667150>
- Montes-Osuna, N., Cernava, T., Cabanás, C., Berg, G., & Mercado-Blanco, J. (2022). Identification of volatile organic compounds emitted by two beneficial endophytic *Pseudomonas* strains from olive roots. *Plants*, 11(3), 318. <https://doi.org/10.3390/plants11030318>
- Mustafa, F., Hussain, A., Talha, M., Qureshi, S., Arif, A., Ali, K., ... Sajjad, M. (2022).

- Plant growth-promoting rhizobacteria interactions provide a broad spectrum for ameliorating plant growth and tolerating environmental stresses. *JQAAS*, 2(01), 78–89. <https://doi.org/10.38211/jqaas.2022.2.1.10>
- Pérez-García, L., Sáenz-Mata, J., Fortis-Hernández, M., Navarro-Muñoz, C., Palacio-Rodríguez, R., & Preciado-Rangel, P. (2023). Plant-growth-promoting rhizobacteria improve germination and bioactive compounds in cucumber seedlings. *Agronomy*, 13(2), 315. <https://doi.org/10.3390/agronomy13020315>
- Sakya, A., Purnomo, J., & Bima, D. (2022). Application of GA3 and PGPRs on growth and antioxidant content of parijoto (*Medinilla verrucosa*) in peat soil. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1016(1), 012009. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1016/1/012009>
- Salem, M., Ismail, M., Radwan, K., & Abd-Elhalim, H. (2024). Unlocking the potential of plant growth-promoting rhizobacteria to enhance drought tolerance in Egyptian wheat (*Triticum aestivum*). *Sustainability*, 16(11), 4605. <https://doi.org/10.3390/su16114605>
- Samain, E., Duclercq, J., Barka, E., Eickermann, M., Ernenwein, C., Mazoyon, C., ... Selim, S. (2023). PGPR-soil microbial communities' interactions and their influence on wheat growth promotion and resistance induction against *Mycosphaerella graminicola*. *Biology*, 12(11), 1416. <https://doi.org/10.3390/biology12111416>
- Seleiman, M., & Abdelaal, M. (2018). Effect of organic, inorganic and bio-fertilization on growth, yield and quality traits of some chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties. *Egyptian Journal of Agronomy*, 40(1), 105–117. <https://doi.org/10.21608/agro.2018.2869.1093>
- Singarimbun, M. A., Pinem, M. I., & Oemry, S. (2017). Hubungan antara populasi kutu kebul (*Bemisia tabaci* Genn.) dan kejadian penyakit kuning pada tanaman cabai (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Agroteknologi FP USU*, 5(4), 847–854.
- Silva, M., Moen, F., Liles, M., Feng, Y., & Sanz-Sáez, Á. (2022). The response to inoculation with PGPR plus orange peel amendment on soybean is cultivar and environment dependent. *Plants*, 11(9), 1138. <https://doi.org/10.3390/plants11091138>
- Sutariati, G., & Muhidin, M. (2025). Characterization of saline soil rhizobacteria from coastal lands in dissolving phosphate, nitrogen fixing and synthesizing IAA growth hormone. *Journal of Global Innovations in Agricultural Sciences*, 995–1002. <https://doi.org/10.22194/jgias/25.1591>
- Tahir, H., Gu, Q., Wu, H., Raza, W., Hanif, A., Wu, L., ... Gao, X. (2017). Plant growth promotion by volatile organic compounds produced by *Bacillus subtilis* SYST2. *Frontiers in Microbiology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00171>
- Tulak, T., Situru, R. S., & Batatta, Z. (2023). Pemanfaatan cuka aren sebagai herbisida alami untuk membasmi gulma. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(4), 998–1003.
- Wulandari, D., Aini, L., & Tarno, H. (2020). Eating behavior of imago *Aulacophora similis* Oliver on cucumber (*Cucumis sativus* L.) with treatment plant growth promoting rhizobacteria (PGPR). *Research Journal of Life Science*, 7(3), 192–201.

<https://doi.org/10.21776/ub.rjls.2020.007.03.10>

- Wulandari, D., Baskoro, K., Mahmuudah, Y., Kusmiyati, F., Pratiwi, A., & Budiharjo, A. (2024). Bioprospecting of rhizobia as plant growth promoting rhizobacteria potential from root nodules of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Trends in Sciences*, 21(7), 7651. <https://doi.org/10.48048/tis.2024.7651>
- Yadav, S., & Singh, P. (2023). Isolation and characterization of plant growth promoting rhizobacteria from *Raphanus sativus* (radish). *International Journal of Plant & Soil Science*, 35(19), 923–928. <https://doi.org/10.9734/ijpss/2023/v35i193626>
- Yasmeen, T., Arif, M., Tariq, M., Akhtar, S., Syrish, A., Haidar, W., ... Ali, S. (2024). Biofilm producing plant growth promoting bacteria in combination with glycine betaine uplift drought stress tolerance of maize plant. *Frontiers in Plant Science*, 15. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1327552>
- Zamora-Macorra, E., Ávila-Alistac, N., Lagunes-Fortíz, E., & Santos-Villalobos, S. (2023). Viruses and viroids in tomato (*Solanum lycopersicum*) and plant growth promoting rhizobacteria as a management alternative. *Revista Mexicana De Fitopatología Mexican Journal of Phytopathology*, 41(4). <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.2023-7>
- Zahedi, H., & Abbasi, S. (2024). Effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) and water stress on phytohormones and polyamines of soybean. *Indian Journal of Agricultural Research*. <https://doi.org/10.18805/ijare.v49i5.5805>
- Zapata-Sifuentes, G., Hernández-Montiel, L., Sáenz-Mata, J., Fortis-Hernández, M., Blanco-Contreras, E., Chiquito-Contreras, R., ... Preciado-Rangel, P. (2022). Plant growth-promoting rhizobacteria improve growth and fruit quality of cucumber under greenhouse conditions. *Plants*.

A Review of Matcha (*Camellia sinensis*) Quality: Genetic, Agronomic, and Physiological Determinants

Bagus Aradea¹, Aswin Hendry Atmoko^{2*}

¹Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Tidar University

²Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Sebelas Maret University

Email: aswin.hendry@student.uns.ac.id

Abstrak

Kualitas matcha superior sangat bergantung pada profil metabolit sekunder yang kompleks, sehingga diperlukan strategi terpadu antara genetik dan praktik agronomi. Penelitian ini menggunakan metode studi literatur dan review artikel ilmiah untuk memperoleh informasi mengenai genetik dan praktik agronomi dalam produksi teh untuk diolah menjadi matcha premium. Pemilihan kultivar teh (genetik) merupakan faktor penentu yang mendasari rasa, warna, dan aroma spesifik matcha. Teknik penaungan merupakan praktik agronomi esensial yang memicu respons fisiologis optimal, terutama dalam meningkatkan Theanine dan Klorofil sekaligus menekan Katekin penyebab rasa pahit melalui intensitas penaungan sekitar 85%. Aroma segar, yang merupakan indikator kualitas, dikendalikan oleh senyawa volatil dan dapat ditingkatkan melalui strategi penaungan dan pemupukan yang tepat menggunakan NPK dikombinasikan dengan organik/biochar terbukti efektif dalam meningkatkan pertumbuhan, konsentrasi Klorofil, dan kualitas aroma. Penelitian mendatang harus memiliki fokus terhadap pemuliaan tanaman terintegrasi dengan marka molekuler untuk induksi gen yang berkaitan dengan Theanine, selain itu pengembangan praktik pertanian presisi yang mengintegrasikan genetik, penaungan dinamis, dan optimasi aroma sangat diperlukan untuk menjamin kualitas matcha yang konsisten dan berdaya saing global.

Kata kunci: Agronomi, Fisiologi, Genetik, Matcha, Theanine

Abstract

The quality of superior matcha is highly dependent on its complex secondary metabolite profile, requiring an integrated strategy between genetics and agronomic practices. This study used literature review and scientific article review methods to obtain information on genetics and agronomic practices in tea production for processing into premium matcha. The selection of tea cultivars (genetics) is a determining factor that underlies the specific taste, color, and aroma of matcha. Shading techniques are essential agronomic practices that trigger optimal physiological responses, particularly in increasing theanine and chlorophyll while suppressing catechins, which cause bitterness, through shading intensity of around 85%. Fresh aroma, which is an indicator of quality, is controlled by volatile compounds and can be enhanced through appropriate shading and fertilization strategies using NPK combined with organic/biochar, which has been proven effective in improving growth, chlorophyll concentration, and aroma quality. Future research should focus on integrated plant breeding with molecular markers for the induction of Theanine related genes. Additionally, the development of precision farming practices that integrate genetics, dynamic shading, and aroma optimization is essential to ensure consistent matcha quality and global competitiveness.

Keywords: Agronomy, Genetic, Matcha, Physiology, Theanine

INTRODUCTION

Tea plants (*Camellia sinensis*) are one of Indonesia's leading agricultural commodities. They are perennial plants classified as refreshment plants. Tea leaves are used to make beverages that have a refreshing effect and a pleasant taste (Aradea et al., 2025). Matcha is one of the most popular beverages in the world and contains high concentrations of phytochemicals that promote health (Kika et al., 2024). The antioxidant, antiviral, and anti-inflammatory effects of matcha can stimulate immune and detoxification processes, including flavonoids and phenolic acids, which comprise up to 30% of matcha's dry weight, thereby increasing interest in matcha's health benefits and involvement in the pharmacological effects of matcha flavonoids (Peluso & Serafini, 2017).

Tea cultivars (genetics) play a role in determining the sensory profile of matcha, due to differences in their primary secondary metabolite content, which affects L-theanine production, resulting in an intense umami flavor, and suppresses catechins that cause bitterness (Xiao et al., 2023). Theanine is produced in all parts of the tea plant except the fruit, with the highest concentration found in young leaves (Lin et al., 2023). Genetic differences between tea cultivars cause variations in the concentration of volatile components, thereby affecting the diversity of aromas in each type (Lan et al., 2023). Cultivar variation causes differences in the synthesis of chlorophyll produced, which is one of the determinants of whether matcha will have the desired bright green color or tend to be duller. The genetic potential of plants determines their adaptability limits, while ecological (environmental) factors such as temperature, humidity, light, and water, as well as different agronomic aspects, can trigger diverse physiological responses.

Shading is one of the main agronomic practices that can improve matcha quality, including increasing the chlorophyll content of tea buds, enhancing tea aroma formation, and reducing tea polyphenol content (Chen et al., 2022a). Shade produces darker green leaves, which is likely related to increased leaf chlorophyll content (Liu et al., 2020). A decrease in light intensity during tea plant growth will affect the composition of components related to quality in tea buds, thereby enhancing the flavor of matcha. Shading can increase amino acid content and decrease epigallocatechin content. This suggests that the increased freshness of tea from shaded plants may be related to increased theanine content and decreased polyphenol content. The decrease in catechin content may reduce the bitterness of the tea, while the increase in amino acid content may enhance the freshness of the tea's flavor and ultimately improve the quality of matcha (Xu et al., 2020).

The superior quality of matcha in terms of color, the intense umami flavor from L-theanine, and the high content of beneficial phytochemicals are the result of a complex interaction between genetic factors and agronomic manipulation in triggering the desired physiological response, namely increasing chlorophyll and amino acid synthesis while suppressing the catechins that cause bitterness. Therefore, it is important to further investigate how the combination of superior tea cultivars with the application of appropriate shading intensity can be optimized to maximize the quality, functional, and sensory profile of matcha powder.

RESEARCH METHODS

The literature review based on case study research approach is a structured method for reviewing, combining, and summarizing important results from various scientific literature sources related to a subject. Through this method, we can find patterns, shortcomings, or differences of opinion in previous research, which ultimately results in a comprehensive understanding of the current state of knowledge on the topic (Aradea, 2025). This process begins with the formulation of clear research questions, followed by a comprehensive literature search using scientific databases such as MDPI, PubMed, Scopus, and Web of Science. Once the literature has been collected, the next step is to review and extract data from each selected article for analysis. Some keywords used in the article search include *Camellia sinensis*, genetic variation, agronomic practices, physiological traits, secondary metabolites, catechins, chlorophyll, and tea quality determinants.

To ensure the data reliability, this review article only use the original research articles from leading journals published from 2015 to 2025. The review article focus on tea plant genetics and their relationship with cultivation techniques in agronomy and the physiological response of tea, with a focus on efforts to improve the quality of matcha produced. This research method adopts a systematic literature review approach to ensure that the research understanding process is conducted objectively, transparently, and comprehensively. With these strict selection criteria, this literature review is expected to provide an in depth and accurate summary of strategies for producing superior, high quality matcha.

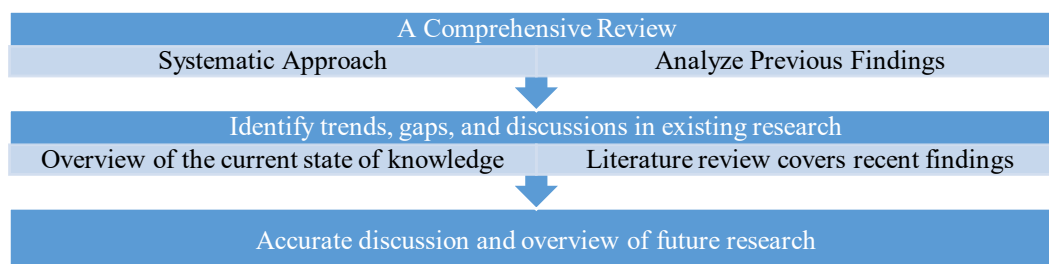


Figure 1. Review procedure flowchart

The skill of creating a solid literature review is very important for producing high quality scientific work, such as journal articles. A good literature review must critically evaluate previous studies to find gaps in knowledge and then formulate directions for further research. This review is a structured process that includes searching, discovering, reading, analyzing, and interpreting scientific works carefully, which plays an important role in advancing science (Chigbu et al., 2023). Meanwhile, scientific reviews (such as bibliometric analysis) are scientific approaches that analyze literature data quantitatively. This methodology is very useful for identifying trends, patterns, and conclusions from various research findings that have been published in a particular field or discipline (Merigó et al., 2017).

RESULTS AND DISCUSSION

This study aims to discuss the findings of research on optimizing the quality of matcha powder through an integrated approach between the genetic potential of *Camellia sinensis* cultivars and agronomic practices. The utilization of matcha, which has been proven to have high concentrations of beneficial phytochemicals such as flavonoids and phenolic acids involved in antioxidant and immunomodulatory effects, is highly dependent on its primary secondary metabolite profile.

Tea cultivars play a crucial role in determining sensory characteristics, particularly in the synthesis of L-theanine for umami taste and the suppression of catechins that cause bitterness. Furthermore, agronomic practices, particularly the application of shade, have been identified as effective physiological catalysts for increasing the accumulation of chlorophyll and amino acids while reducing polyphenols, which collectively contribute to improved matcha quality. Therefore, this discussion section will focus on analyzing in depth how the interaction between genetic differences and shading intensity affects the biochemical and physiological responses of tea plants, as well as identifying optimal

strategies to maximize the quality, functional profile, and sensory value of the resulting matcha product.

Genetic

Research in plant genetics investigates various aspects, including how genes work and are regulated, how genetic variation and modification occur, how traits are inherited, and how genes interact with surrounding plant structures (Bailey-Serres et al., 2019). A deep understanding of plant genetics is key to influencing crop quality and quantity, because superior traits such as biochemical production, resistance to pests and diseases, and adaptability to extreme environmental conditions can be controlled by plant genetics with the aim of providing the desired benefits and superior characteristics.

The genetic role or type of tea (cultivar) is a crucial determining factor in plant cultivation for matcha production, as it directly affects the quality, taste, color, and aroma of the final product. Each cultivar has a unique potential of biochemical composition, particularly in the ratio of L-Theanine amino acids and catechins, which cause astringency. The cultivated variety determines whether the resulting matcha will have a strong umami flavor, natural sweetness, or a tendency toward bitterness. Yabukita, as the dominant cultivar, provides a stable, earthy flavor balance and is the industry standard. Cultivars like Okumidori are valued for their ability to produce a bright green color and a fresher taste, while Saemidori is often chosen for ceremonial grade matcha due to its mild, sweet, and umami rich flavor profile with minimal bitterness.

Table 1. Comparison of Several Tea Cultivars as Raw Materials for Matcha Production

Cultivar	Characteristic Taste & Aroma	Key Quality Notes	Potential Uses
Yabukita	The umami taste is stable and balanced, tends to be satisfying (early)	Industry Standard (Dominant). The result is a stable balance of flavors.	Good to premium quality matcha, stable for blending.
Okumidori	The taste is fresher (fresh) and a little lighter.	Produces a bright green color.	Used to enhance the color of blended matcha or matcha with a fresh taste.
Saemidori	Naturally sweet (sweet), rich in a mild umami flavor, with minimal potential bitterness.	Considered to have the mildest flavor profile.	Ideal for Ceremonial Grade Matcha (tea ceremony).

Genetic relationships are part of molecular biology and are essential for various genetic and genomic research, as a basis for identifying the location of genes that control quantitative traits and comparative genomic analysis between species to understand and manipulate genetic information (Ott et al., 2015). Tea plants produce abundant and varied secondary metabolites. These compounds have two main functions: determining the quality characteristics of tea, including its distinctive color, aroma, and taste; and playing a vital role in helping plants respond to and survive biotic and abiotic environmental stressors.

Tea processing suitability refers to the inherent characteristics of a tea variety that make it ideal for processing into a specific type of tea in order to obtain the highest quality. Different tea plant cultivars naturally produce different flavor profiles and sensations (Xia et al., 2017), so the selection of tea cultivars for matcha production is certainly different from the tea plant varieties used for the production of green tea, oolong tea, white tea, and black tea.

Table 2. Representative Functional Genes in Tea Plants for Matcha Production

Gene symbol	NCBI Accession/identifier	Length (bp)	Function/Expression	Ref.
<i>CsMYB5</i>	KY827396	930	Regulate anthocyanin and proanthocyanidin biosynthesis	(Jiang et al., 2018)
<i>CsTCS</i>	AB031280	1438	Caffeine synthase gene	(Kato et al., 2000)
<i>CsTSI</i>	TEA015198 ^a	2544	Theanine biosynthesis	(Wei et al., 2018)
<i>CsAAPs</i>	TEA031577 ^a	2339	Theanine synthetase gene	(Dong et al., 2020)
<i>CsGTI</i>	AB847092	1458	Encoding amino acid permease involved in theanine transportation	(Ohgami et al., 2015)
			Converting volatile organic compounds into β -primeverosides for aroma biosynthesis	

Theanine is an amino acid unique to tea plants and contributes significantly to the fresh taste of processed tea leaf products. Through a combination of genomic and transcriptomic analysis, scientists have successfully identified the gene responsible for producing the key enzyme in the theanine biosynthesis pathway, namely the gene named CsTSI. Theanine is a key component that provides flavor and acts as the main balancer by reducing bitterness, while catechins and caffeine are compounds that contribute to bitterness and astringency. To produce premium matcha, the ratio of theanine must be high

relative to catechins and caffeine. Theanine is responsible for creating softness and richness of flavor, while catechins and caffeine provide bitter characteristics that must be controlled to achieve the perfect matcha flavor.

Precision agronomic strategies, such as dynamic shading and integrated fertilization, not only influence short term physiological responses but also activate regulatory networks at the transcriptomic level. For instance, the combination of NPK organic fertilization enhances nitrogen availability, a key precursor for theanine synthesis, while stimulating the expression of the CsAAPs gene (*amino acid permease*) for more efficient theanine transport. This synergy produces matcha with an intense umami taste and vibrant green color, where genetic excellence is maximally expressed through precise agronomic interventions. With this integrated approach, matcha quality no longer depends on a single factor but rather on the harmonious collaboration between *nature* (genetics) and *nurture* (agronomy)

Aroma plays a crucial role in determining the quality of tea and its appeal in the global market. Significant efforts have been made to identify the volatile components of various types of tea. The aim is to assess how these volatile compounds work and their specific contribution to the overall aroma of processed tea products (Zeng et al., 2019). A fresh aroma directly correlates with the umami flavor and smoothness of matcha, whereas a bland aroma indicates a degradation in matcha quality. Therefore, maintaining the integrity of volatile compounds will ensure a strong and pure aroma, resulting in premium matcha quality.

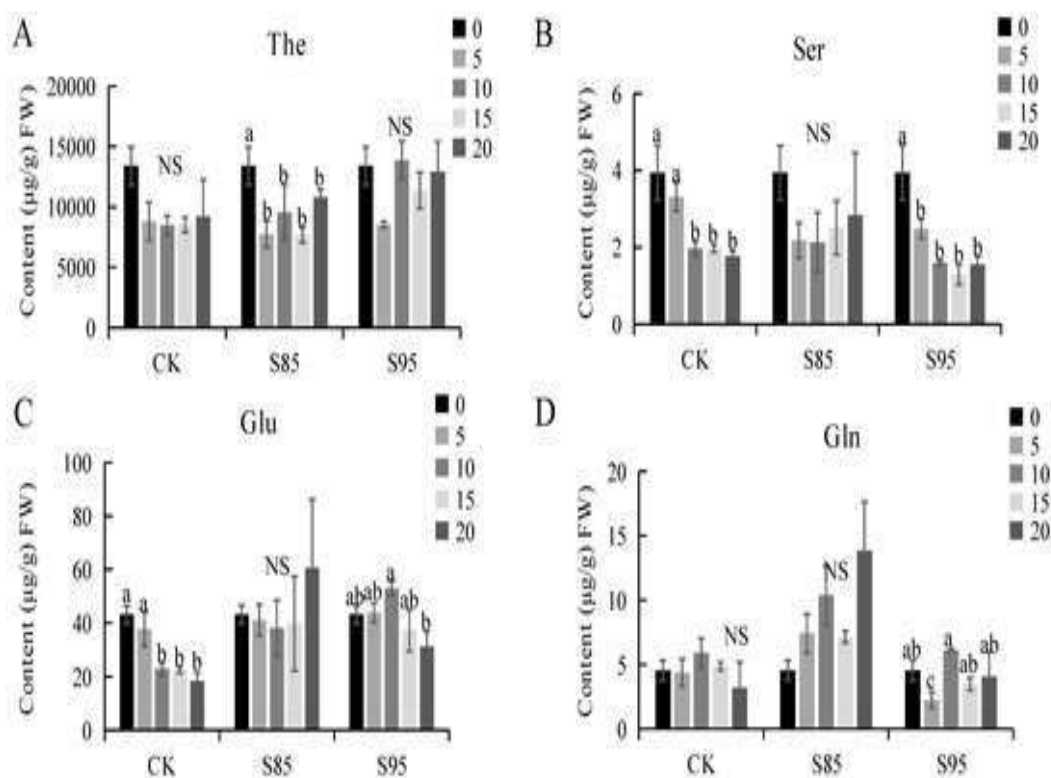
Agronomy and Physiology

This discussion focuses on an in-depth analysis of how agronomy, through specific and distinctive cultivation techniques, is one of the main determining factors for the final quality of the matcha powder produced. Premium matcha quality, characterized by its bright green color, deep umami aroma, and smooth texture, is not only the result of tea plant genetics, but is also influenced by unique practices such as shading before harvest to increase chlorophyll and L-theanine content, as well as the timing and method of harvesting.

Unique cultivation methods, especially shading techniques, determine the taste and nutritional content of matcha. The shading process effectively triggers a significant increase in the levels of bioactive compounds such as amino acids, particularly L-Theanine, which gives umami flavor, caffeine, and chlorophyll, which produces a deep green color, while at

the same time reducing the levels of catechin compounds that cause bitterness and astringency (Yin et al., 2022). The unique balance of these compounds not only makes matcha rich in health benefits, but also critically shapes its organoleptic characteristics, including its distinctive taste, aroma, and color (Hu et al., 2024).

Research results show that shading practices on tea plants produce thinner, lighter, and less dense leaves compared to open field cultivation. Biochemically, shading increases SPAD values and leaf chlorophyll content, which can be estimated more accurately using an exponential equation that also considers leaf thickness. In addition, shading specifically affects bioactive compounds by increasing theanine and caffeine. Analysis shows that changes in leaf mass, chlorophyll, epicatechin, and epigallocatechin are the main properties most affected by the effects of shading (Sano et al., 2018).



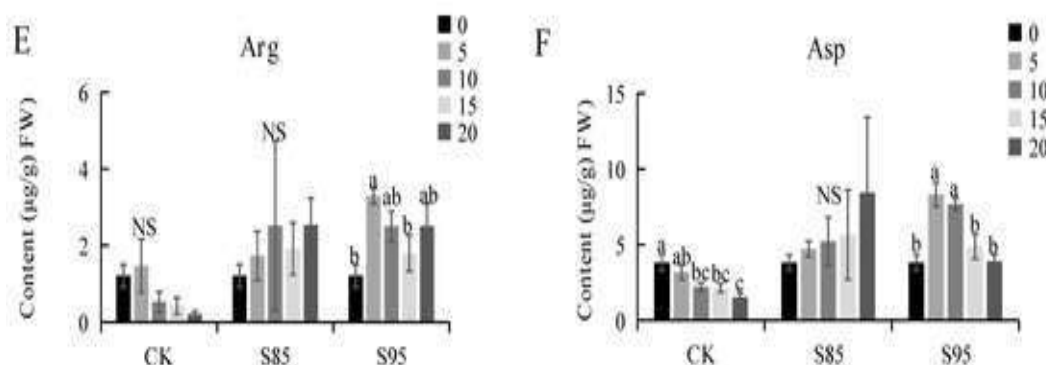


Figure 2. Effect of shading on the amino acid content of tea leaves. (A) Theanine content; (B) Serine content; (C) Glutamate content; (D) Glutamine content; (E) Arginine content; (F) Aspartic acid content. CK is the control. 'NS' and different letters above the bar indicate significant ($p < 0.01$; $n = 3$ biological replicates) differences between the control and shaded plants. (reproduced from (Chen *et al.*, 2022b) under the term of CC-BY 4.0. License, copyright 2022 MDPI, Basel, Switzerland)

Fig 2. The amino acid content in tea plants increases when shaded. Specifically, the highest to lowest levels of theanine (the main amino acid) are S95, followed by S85, and finally the control (unshaded). However, for glutamine, which is the precursor to theanine, the order is different: S85, then S95, and the lowest is the control. This shows that light intensity greatly affects glutamine production, and excessive shading actually inhibits glutamine accumulation. Additionally, shading increases serine and glutamate levels. Meanwhile, arginine and aspartic acid levels increase under moderate shading (S85) but decrease over time under excessive shading (S95). Overall, moderate shading tends to increase amino acid levels, while excessive shading has the opposite effect.

Cultivating tea plants under shade can drastically change the phenotype of the plants. Tea plants grown in shaded conditions have darker green leaves than plants grown in open spaces. This color difference is caused by an increase in chlorophyll levels in shaded leaves (Yamashita *et al.*, 2020). Changes in the catechin, caffeine, and amino acid content of tea due to shading are influenced by the intensity and duration of shading. The improvement in the quality and fresh taste of shaded matcha occurs because of higher theanine, which adds freshness, and lower catechins, which reduce bitterness (Matsunaga *et al.*, 2016).

This study confirms that shading before harvest is a key factor in determining the quality of premium Matcha powder. The distinctive quality of Matcha is characterized by its bright green color, deep umami aroma, and smooth texture achieved through shading

that triggers a significant increase in bioactive compounds. The shading process effectively increases the levels of chlorophyll and L-Theanine, which are key amino acids that give umami flavor, while reducing the levels of catechin compounds that cause bitterness and astringency. Research shows that shading profoundly alters leaf structure and biochemical composition; 85% shading yields optimal increases in amino acids such as theanine, serine, and glutamate compared to excessive or no shading. It is this unique balance of high theanine and low catechins that produces Matcha's distinctive flavor, aroma, and health benefits.

the strategic implementation of agronomic practices, particularly shading and integrated fertilization, serves as a physiological catalyst that unlocks the full genetic potential of *Camellia sinensis* for premium matcha production. The 85% shading intensity emerges as a critical intervention, not merely as an environmental modifier but as a physiological trigger that orchestrates complex biochemical pathways enhancing chlorophyll and theanine biosynthesis while suppressing bitter-tasting catechins. This physiological optimization, when synchronized with cultivar-specific genetic traits, creates a synergistic effect that transcends what genetics or agronomy could achieve independently.

Furthermore, the integration of precision fertilization combining NPK with organic amendments complements shading induced physiological changes by improving soil health and nutrient availability, thereby sustaining the metabolic processes essential for matcha quality. The future of matcha cultivation lies in developing dynamic, sensor-based agronomic protocols that can fine-tune these physiological responses in real-time, ensuring consistency and elevating global competitiveness. Ultimately, agronomy does not merely support plant growth, it actively directs physiological performance to achieve a harmony of color, flavor, and aroma that defines exceptional matcha.

The combination of special tea fertilizer (NPK: 18-8-12) and organic fertilizer is a recommended fertilization practice to increase the productivity and quality of tea plants, considering that organic fertilizer alone does not sufficiently meet nutritional needs. This combined fertilization has been proven to significantly increase the concentration of important aroma compounds in tea, such as D-limonene, cis-jasmon, nonanal, linalool, cis-3-hexenyl hexanoate, and cis-3-hexenyl benzoate (Huang et al., 2022). Studies have documented that organic fertilizers significantly increase the ratio of soil fungi to bacteria and soil enzyme activity, thereby increasing plant biomass (Ji et al., 2018).

This study shows that integrated fertilization (NPK combined with organic fertilizer and biochar) significantly improves soil chemistry by increasing pH and the availability of macro and micro nutrients. These changes in soil chemistry are key factors in improving tea growth and quality compared to the application of mineral or organic fertilizers alone. Integrated fertilization also increases chlorophyll concentration (Chl a, b, and total). A significant positive correlation was found between tea growth/quality parameters and the content of macro nutrients (N, P, K, Ca, Mg), nitrate, ammonium, and micro nutrients (Cu, Mn, Fe, Zn) in the soil, confirming the potential of integrated fertilization as an effective strategy for improving the chemical properties of degraded tea gardens and increasing the productivity and quality of tea products (Manzoor et al., 2024).

This study consistently supports the use of integrated fertilization combining balanced tea-specific fertilizers (such as NPK 18-8-12) with organic fertilizers or combined with biochar as an optimal strategy to increase tea productivity and quality, because organic fertilizers alone cannot fully meet nutritional needs. This combined fertilization has proven to be superior to single fertilizer application because it significantly improves soil chemistry, increases pH, and enhances the availability of macro and micro nutrients, which are key factors in promoting growth and increasing chlorophyll concentration. Additionally, this practice can increase enzyme activity and the soil fungus-to-bacteria ratio, as well as specifically improve tea aroma quality through increased levels of important volatile compounds such as D-limonene and linalool, confirming the great potential of integrated fertilization for rehabilitating degraded tea gardens.

CONCLUSIONS AND SUGGESTIONS

The quality of premium matcha is fundamentally determined by the genetic potential of the tea cultivar. The genetic potential of tea is maximized through agronomic practices, especially pre-harvest shading, which acts as a key physiological catalyst to increase L-Theanine and Chlorophyll levels, while suppressing Catechins. Optimizing this quality is highly dependent on 85% shading intensity for the best Theanine yield, which is also supported by an integrated fertilization strategy (NPK combined with organic/biochar) that has been proven superior in enhancing growth, Chlorophyll concentration, and matcha quality. Research recommendations should prioritize genetic integration and precision agronomy. This includes plant breeding for high-theanine tea cultivars, development of dynamic shading protocols using smart farming, and studies linking aroma and flavor genes

in matcha products with integrated fertilization for optimization of specific biochemical production in tea plants suitable as raw materials for premium matcha.

REFERENCE

- Aradea, B. (2025). *Physiological and Anatomy Responses of Plants to Various Abiotic Stresses: A Comprehensive Review*. 3(2). <https://doi.org/10.21107/jsa.v3i2.33>.
- Aradea, B., Historiawati, & Astiningrum, M. (2025). Exogenous melatonin applications on acid rain stress mitigation in tea (*Camellia sinensis*). *Journal of Science in Agrotechnology*, 3(1). <https://doi.org/10.21107/jsa.v3i1.24>
- Bailey-Serres, J., Parker, J. E., Ainsworth, E. A., Oldroyd, G. E. D., & Schroeder, J. I. (2019). Genetic strategies for improving crop yields. *Nature*, 575(7781), 109–118. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1679-0>
- Chen, X., Ye, K., Xu, Y., Zhao, Y., & Zhao, D. (2022a). Effect of Shading on the Morphological, Physiological, and Biochemical Characteristics as Well as the Transcriptome of Matcha Green Tea. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(22), 14169. <https://doi.org/10.3390/ijms232214169>
- Chen, X., Ye, K., Xu, Y., Zhao, Y., & Zhao, D. (2022b). Effect of Shading on the Morphological, Physiological, and Biochemical Characteristics as Well as the Transcriptome of Matcha Green Tea. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(22), 14169. <https://doi.org/10.3390/ijms232214169>
- Chigbu, U. E., Atiku, S. O., & Du Plessis, C. C. (2023). The Science of Literature Reviews: Searching, Identifying, Selecting, and Synthesising. *Publications*, 11(1), 2. <https://doi.org/10.3390/publications11010002>
- Dong, C., Li, F., Yang, T., Feng, L., Zhang, S., Li, F., Li, W., Xu, G., Bao, S., Wan, X., Lucas, W. J., & Zhang, Z. (2020). Theanine transporters identified in tea plants (*Camellia sinensis* L.). *The Plant Journal*, 101(1), 57–70. <https://doi.org/10.1111/tpj.14517>
- Hu, Y., Yu, H., Song, X., Chen, W., Ding, L., Chen, J., Liu, Z., Guo, Y., Xu, D., Zhu, X., Zhou, C., Zhang, J., Liao, B., Zhou, J., Li, X., Wang, Y., & He, Y. (2024). Comprehensive assessment of matcha qualities and visualization of constituents using hyperspectral imaging technology. *Food Research International*, 196, 115110. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.115110>
- Huang, D., Wang, Y., Chen, X., Wu, J., Wang, H., Tan, R., Jiao, L., & Mao, Y. (2022). Application of Tea-Specific Fertilizer Combined with Organic Fertilizer Improves Aroma of Green Tea. *Horticulturae*, 8(10), 950. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8100950>
- Ji, L., Wu, Z., You, Z., Yi, X., Ni, K., Guo, S., & Ruan, J. (2018). Effects of organic substitution for synthetic N fertilizer on soil bacterial diversity and community composition: A 10-year field trial in a tea plantation. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 268, 124–132. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.09.008>

- Jiang, X., Huang, K., Zheng, G., Hou, H., Wang, P., Jiang, H., Zhao, X., Li, M., Zhang, S., Liu, Y., Gao, L., Zhao, L., & Xia, T. (2018). CsMYB5a and CsMYB5e from *Camellia sinensis* differentially regulate anthocyanin and proanthocyanidin biosynthesis. *Plant Science*, 270, 209–220. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2018.02.009>
- Kato, M., Mizuno, K., Crozier, A., Fujimura, T., & Ashihara, H. (2000). Caffeine synthase gene from tea leaves. *Nature*, 406(6799), 956–957. <https://doi.org/10.1038/35023072>
- Kika, J., Jakubczyk, K., Ligenza, A., Maciejewska-Markiewicz, D., Szymczykowska, K., & Janda-Milczarek, K. (2024). Matcha Green Tea: Chemical Composition, Phenolic Acids, Caffeine and Fatty Acid Profile. *Foods*, 13(8), 1167. <https://doi.org/10.3390/foods13081167>
- Lan, T., Zeng, Q., Chen, L., Tu, Z., Ye, Y., Liu, Y., & He, W. (2023). Comparison of Volatile and Nonvolatile Metabolites in Black Tea under Four Second-Drying Methods Using Widely Targeted Metabolomics. *Foods*, 13(1), 144. <https://doi.org/10.3390/foods13010144>
- Lin, S., Chen, Z., Chen, T., Deng, W., Wan, X., & Zhang, Z. (2023). Theanine metabolism and transport in tea plants (*Camellia sinensis* L.): Advances and perspectives. *Critical Reviews in Biotechnology*, 43(3), 327–341. <https://doi.org/10.1080/07388551.2022.2036692>
- Liu, L., Lin, N., Liu, X., Yang, S., Wang, W., & Wan, X. (2020). From Chloroplast Biogenesis to Chlorophyll Accumulation: The Interplay of Light and Hormones on Gene Expression in *Camellia sinensis* cv. Shuchazao Leaves. *Frontiers in Plant Science*, 11, 256. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00256>
- Manzoor, Ma, L., Ni, K., & Ruan, J. (2024). Influence of Organic and Inorganic Fertilizers on Tea Growth and Quality and Soil Properties of Tea Orchards' Top Rhizosphere Soil. *Plants*, 13(2), 207. <https://doi.org/10.3390/plants13020207>
- Matsunaga, A., Sano, T., Hirono, Y., & Horie, H. (2016). Effects of Various Directly Covered Shading Levels on Chemical Components in Tea New Shoots of the First Flush. *Chagyo Kenkyu Hokoku (Tea Research Journal)*, 2016(122), 1–7. https://doi.org/10.5979/cha.2016.122_1
- Merigó, J. M., Blanco-Mesa, F., Gil-Lafuente, A. M., & Yager, R. R. (2017). Thirty Years of the *International Journal of Intelligent Systems*: A Bibliometric Review: THIRTY YEARS OF THE *INTERNATIONAL JOURNAL OF INTELLIGENT SYSTEMS*. *International Journal of Intelligent Systems*, 32(5), 526–554. <https://doi.org/10.1002/int.21859>
- Ohgami, S., Ono, E., Horikawa, M., Murata, J., Totsuka, K., Toyonaga, H., Ohba, Y., Dohra, H., Asai, T., Matsui, K., Mizutani, M., Watanabe, N., & Ohnishi, T. (2015). Volatile Glycosylation in Tea Plants: Sequential Glycosylations for the Biosynthesis of Aroma β -Primeverosides Are Catalyzed by Two *Camellia sinensis*

- Glycosyltransferases. *Plant Physiology*, 168(2), 464–477.
<https://doi.org/10.1104/pp.15.00403>
- Ott, J., Wang, J., & Leal, S. M. (2015). Genetic linkage analysis in the age of whole-genome sequencing. *Nature Reviews Genetics*, 16(5), 275–284.
<https://doi.org/10.1038/nrg3908>
- Peluso, I., & Serafini, M. (2017). Antioxidants from black and green tea: From dietary modulation of oxidative stress to pharmacological mechanisms. *British Journal of Pharmacology*, 174(11), 1195–1208. <https://doi.org/10.1111/bph.13649>
- Sano, T., Horie, H., Matsunaga, A., & Hirono, Y. (2018). Effect of shading intensity on morphological and color traits and on chemical components of new tea (*CAMELLIA SINENSIS* L.) shoots under direct covering cultivation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(15), 5666–5676. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9112>
- Wei, C., Yang, H., Wang, S., Zhao, J., Liu, C., Gao, L., Xia, E., Lu, Y., Tai, Y., She, G., Sun, J., Cao, H., Tong, W., Gao, Q., Li, Y., Deng, W., Jiang, X., Wang, W., Chen, Q., ... Wan, X. (2018). Draft genome sequence of *Camellia sinensis* var. *Sinensis* provides insights into the evolution of the tea genome and tea quality. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(18). <https://doi.org/10.1073/pnas.1719622115>
- Xia, E.-H., Zhang, H.-B., Sheng, J., Li, K., Zhang, Q.-J., Kim, C., Zhang, Y., Liu, Y., Zhu, T., Li, W., Huang, H., Tong, Y., Nan, H., Shi, C., Shi, C., Jiang, J.-J., Mao, S.-Y., Jiao, J.-Y., Zhang, D., ... Gao, L.-Z. (2017). The Tea Tree Genome Provides Insights into Tea Flavor and Independent Evolution of Caffeine Biosynthesis. *Molecular Plant*, 10(6), 866–877. <https://doi.org/10.1016/j.molp.2017.04.002>
- Xiao, S., Qian, R., Hu, S., Fu, Z., Bai, T., Wang, W., Cheng, J., & Zhang, J. (2023). Advances in the Production of Theanine by Plants and Microorganisms. *Fermentation*, 9(6), 543. <https://doi.org/10.3390/fermentation9060543>
- Xu, P., Su, H., Jin, R., Mao, Y., Xu, A., Cheng, H., Wang, Y., & Meng, Q. (2020). Shading Effects on Leaf Color Conversion and Biosynthesis of the Major Secondary Metabolites in the Albino Tea Cultivar “Yujinxiang”. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68(8), 2528–2538. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.9b08212>
- Yamashita, H., Tanaka, Y., Umetsu, K., Morita, S., Ono, Y., Suzuki, T., Takemoto, T., Morita, A., & Ikka, T. (2020). Phenotypic Markers Reflecting the Status of Overstressed Tea Plants Subjected to Repeated Shade Cultivation. *Frontiers in Plant Science*, 11, 556476. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.556476>
- Yin, P., Kong, Y.-S., Liu, P.-P., Wang, J.-J., Zhu, Y., Wang, G.-M., Sun, M.-F., Chen, Y., Guo, G.-Y., & Liu, Z.-H. (2022). A critical review of key odorants in green tea: Identification and biochemical formation pathway. *Trends in Food Science & Technology*, 129, 221–232. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.09.013>
- Zeng, L., Watanabe, N., & Yang, Z. (2019). Understanding the biosyntheses and stress response mechanisms of aroma compounds in tea (*Camellia sinensis*) to safely

and effectively improve tea aroma. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*,
59(14), 2321–2334. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1506907>

Analisis Residu Pestisida Pangan Segar Asal Tumbuhan (PSAT) dalam Mendukung Ketahanan Pangan Kota Madiun

Devi Radhatul Thoyibah^{1*}, Atik Sukmaningrum², Nurul Salehawati¹

¹Agribisnis, Fakultas Industri Halal, Universitas Nahdlatul Ulama Yogyakarta

²Ketahanan Pangan, Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian, Kota Madiun

Email: devi.radhatul.agb22@student.unu-jogja.ac.id

Abstrak

Pangan Segar Asal Tumbuhan (PSAT) memainkan peran krusial dalam mendukung ketahanan pangan regional, sebagai penyedia nutrisi esensial bagi masyarakat. Tantangan utama dalam memastikan keamanan PSAT adalah adanya residu pestisida yang berpotensi merugikan kesehatan konsumen. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat residu pestisida pada PSAT yang tersedia di Kota Madiun serta kontribusinya terhadap aspek keamanan pangan sebagai komponen ketahanan pangan lokal. Pendekatan penelitian yang diterapkan adalah deskriptif kuantitatif, dengan melakukan perbandingan hasil pengujian cepat residu pestisida menggunakan *Rapid Test Kit* pada komoditas sayuran dan buah yang diperoleh dari dua jenis pasar, yakni Pasar Besar Kota Madiun (pasar tradisional) dan Hypermart Madiun (pasar modern). Temuan penelitian mengindikasikan bahwa mayoritas sampel PSAT di pasar tradisional aman untuk dikonsumsi meskipun terdeteksi residu pestisida dalam konsentrasi rendah, sedangkan seluruh sampel di pasar modern mematuhi standar keamanan pangan. Variasi ini dipengaruhi oleh perbedaan dalam praktik penanganan pascapanen, sanitasi, dan implementasi *Good Agricultural Practices* (GAP). Secara umum, pengawasan terhadap residu pestisida di Kota Madiun telah beroperasi secara efektif dan memberikan kontribusi positif terhadap dimensi *food safety* dalam mendukung ketahanan pangan daerah. Diperlukan langkah-langkah untuk meningkatkan kapasitas laboratorium, sosialisasi penggunaan pestisida yang aman, serta penguatan peran Otoritas Kompeten Keamanan Pangan Daerah (OKKP-D) guna menjamin keberlanjutan pengawasan pangan segar.

Kata kunci: Residu pestisida, PSAT, Keamanan pangan, Ketahanan pangan, Madiun

Abstract

Fresh Plant-Based Food (PSAT) plays a crucial role in supporting regional food security as a provider of essential nutrients for the community. The main challenge in ensuring PSAT safety is the presence of pesticide residues that potentially harm consumer health. This study aims to evaluate the levels of pesticide residues in PSAT available in Madiun City and their contribution to food safety aspects as a component of local food security. The research approach used is quantitative descriptive, by comparing the results of rapid pesticide residue testing using Rapid Test Kit on vegetable and fruit commodities obtained from two types of markets, namely Pasar Besar Kota Madiun (traditional market) and Hypermart Madiun (modern market). The findings indicate that the majority of PSAT samples in the traditional market are safe for consumption despite the detection of pesticide residues in low concentrations, whereas all samples in the modern market comply with food safety standards. This variation is influenced by differences in post-harvest handling practices, sanitation, and the implementation of Good Agricultural Practices (GAP). Overall, the supervision of pesticide residues in Madiun City has operated effectively and provides a positive contribution to the food safety dimension in supporting regional food security. Measures are needed to enhance laboratory capacity, socialize the safe use of pesticides, and strengthen the role of the Regional Food Safety Competent Authority (OKKP-D) to ensure the sustainability of fresh food supervision.

Keywords: Pesticide residues, PSAT, Food safety, Food security, Madiun

PENDAHULUAN

Pangan merupakan kebutuhan primer manusia yang memainkan peran strategis dalam peningkatan kualitas hidup, kesehatan, dan kesejahteraan sosial. Pemenuhan kebutuhan pangan tidak semata-mata mensyaratkan ketersediaan dalam volume yang memadai, melainkan juga kualitas dan keamanan yang terjamin. Dalam kerangka tersebut, pangan segar asal tumbuhan (PSAT), termasuk sayuran, buah-buahan, dan umbi-umbian, menempati posisi krusial sebagai penyedia vitamin, mineral, dan serat yang berkontribusi terhadap ketahanan pangan nasional. Salah satu tantangan utama dalam pengawasan kualitas PSAT adalah kontaminasi oleh residu pestisida, yang berpotensi memengaruhi kesehatan masyarakat serta kualitas lingkungan. Berdasarkan penelitian Puspitasari *et al.*, (2020), pengawasan atas keamanan dan kualitas PSAT merupakan salah satu komponen esensial dalam sistem ketahanan pangan, mengingat produk ini dikonsumsi secara langsung oleh masyarakat tanpa menjalani proses pengolahan tambahan.

Kualitas dan keamanan pangan merupakan komponen esensial dalam kerangka sistem pangan yang berkelanjutan. Penelitian Ariani *et al.* (2023), menyatakan bahwa jaminan keamanan pangan berkorelasi erat dengan pembangunan berkelanjutan, mengingat kualitas pangan yang suboptimal dapat memicu konsekuensi advers terhadap kesehatan populasi serta stabilitas sosial-ekonomi. Akibatnya, seluruh rantai distribusi pangan segar mensyaratkan implementasi sistem pengawasan yang terstandarisasi, mulai dari tahap produksi, penanganan pascapanen, transportasi, hingga distribusi.

Dalam implementasinya, pengawasan kualitas PSAT tidak terbatas pada uji laboratorium terhadap residu pestisida, logam berat, atau kontaminan mikrobiologis, melainkan juga mencakup evaluasi organoleptik (sensorik) terkait warna, tekstur, aroma, dan rasa produk. Metode penilaian inderawi tetap merupakan komponen esensial dalam industri pangan kontemporer, karena mampu merefleksikan preferensi konsumen yang berbasis pada nilai-nilai budaya, sosial, dan kepercayaan (Setianingrum & Dewi, 2022). Oleh karena itu, kajian yang mendalam diperlukan untuk menilai tingkat keamanan PSAT di Kota Madiun melalui analisis residu pestisida sebagai landasan bagi formulasi kebijakan pengawasan pangan.

Implementasi pengawasan kualitas PSAT pada tingkat regional dihadapkan pada sejumlah tantangan. Badan Pangan Nasional (2024) mengidentifikasi adanya perbedaan kapasitas antarwilayah terkait infrastruktur laboratorium pengujian, ketersediaan tenaga ahli yang berkompeten, serta sistem pelaporan data yang belum terintegrasi. Lebih lanjut,

tingkat kesadaran yang rendah di kalangan pelaku industri dan masyarakat mengenai signifikansi sertifikasi PSAT mengakibatkan pengawasan di pasar tradisional belum mencapai efisiensi maksimal. Penelitian Setianingrum & Dewi (2022), juga mengungkapkan bahwa mayoritas kabupaten/kota belum mengembangkan mekanisme koordinasi antarsektor yang efektif antara dinas pangan, dinas pertanian, dan lembaga pengawas pangan lainnya seperti BPOM.

Perbedaan tersebut mengakibatkan kelemahan dalam sistem pengawasan pangan di wilayah regional, termasuk Kota Madiun yang merupakan salah satu daerah dengan intensitas perdagangan pangan segar yang signifikan di Provinsi Jawa Timur. Kota ini ditandai oleh pasar tradisional yang berfungsi sebagai pusat distribusi pangan segar untuk populasi perkotaan dan lingkungannya. Meskipun demikian, pengawasan atas kualitas dan keamanan PSAT di tingkat pasar masih dihadapkan pada berbagai hambatan, seperti keterbatasan fasilitas laboratorium untuk uji cepat, defisiensi jumlah personel pengawas kualitas, serta implementasi standar higienitas pascapanen yang suboptimal di kalangan produsen. Situasi ini berpotensi menurunkan kualitas pangan yang bersirkulasi dan berdampak negatif terhadap ketahanan pangan lokal, khususnya dalam aspek keamanan pangan (*food safety*) dan pemanfaatan pangan (*food utilization*).

Pemerintah Kota Madiun melalui Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian telah menjalankan program *Gerakan Pangan Murah* (GPM) sebagai upaya stabilisasi harga dan ketersediaan pangan pokok. Namun, program ini belum terintegrasi secara penuh dengan sistem pengawasan mutu dan keamanan pangan segar asal tumbuhan (PSAT). Berdasarkan *Laporan Kinerja Deputy Penganekaragaman Konsumsi dan Keamanan Pangan Tahun 2022*, kegiatan GPM masih berfokus pada aspek distribusi dan keterjangkauan harga, sementara pengawasan keamanan pangan termasuk uji residu pestisida dan sertifikasi PSAT dilaksanakan secara terpisah oleh bidang keamanan pangan melalui Otoritas Kompeten Keamanan Pangan Daerah (OKKP-D). Ketiadaan mekanisme pelaporan dan pemantauan mutu dalam kegiatan GPM menjadi salah satu indikator bahwa sinergi antara program stabilisasi harga dan pengawasan keamanan pangan belum terbangun secara sistemik. Integrasi kedua aspek ini penting untuk memastikan pangan yang beredar tidak hanya terjangkau dan tersedia, tetapi juga aman dikonsumsi, bergizi, dan berkelanjutan. Kajian sebelumnya (Safitri et al., 2025; Ariandi, 2025) menekankan penguatan pengawasan kualitas dan integritas data, tetapi belum spesifik mengkaji hubungannya dengan ketahanan

pangan di kota seperti Kota Madiun, sehingga terdapat kesenjangan penelitian terkait sinergi pengawasan kualitas, stabilisasi harga, dan kebijakan pangan daerah.

Penelitian ini secara khusus difokuskan pada analisis residu pestisida sebagai indikator utama keamanan pangan PSAT di Kota Madiun. Hasilnya diharapkan memberikan pemahaman konseptual peran pengawasan kualitas PSAT dalam ketahanan pangan serta rekomendasi kebijakan aplikatif untuk tata kelola pangan berkelanjutan di daerah.

METODE

Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif deskriptif untuk mendeskripsikan kondisi mutu pangan segar asal tumbuhan (PSAT) yang diperdagangkan di dua jenis pasar di Kota Madiun, yakni pasar tradisional dan pasar modern. Pengawasan mutu PSAT difokuskan pada parameter residu pestisida. Kajian dilakukan pada tahun 2024 dengan lokasi pengamatan di Pasar Besar Kota Madiun sebagai representasi pasar tradisional dan Hypermart Madiun sebagai pasar modern. Data sekunder diperoleh dari hasil pengawasan mutu PSAT oleh Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Kota Madiun, mencakup hasil uji *Rapid Test Kit* terhadap residu pestisida pada komoditas sayuran dan buah, serta evaluasi aspek fisik seperti warna, kesegaran, dan tekstur produk.

Data dianalisis secara deskriptif untuk membandingkan mutu PSAT antarpasar dan menghubungkannya dengan standar keamanan pangan berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian Nomor 53 Tahun 2018 tentang Keamanan dan Mutu Pangan Segar Asal Tumbuhan. Analisis ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat residu pestisida pada PSAT yang tersedia di Kota Madiun serta kontribusinya terhadap aspek keamanan pangan sebagai komponen ketahanan pangan lokal, khususnya dalam memastikan ketersediaan pangan yang aman dan layak konsumsi bagi masyarakat Kota Madiun, serta memberikan gambaran komprehensif tentang efektivitas pengawasan kualitas pangan segar sebagai komponen keamanan pangan dalam upaya mempertahankan ketahanan pangan lokal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengawasan mutu pangan segar asal tumbuhan (PSAT) yang dilakukan oleh Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Kota Madiun pada tahun 2024 mencakup beberapa komoditas utama, seperti cabai merah, tomat, sawi hijau, bayam, dan jeruk. Pengujian dilakukan menggunakan *Rapid Test Kit* untuk mendeteksi residu pestisida pada sampel yang diambil dari dua lokasi pasar, yaitu Pasar Besar Kota Madiun sebagai

representasi pasar tradisional dan Hypermart Madiun sebagai pasar modern. Rekapitulasi hasil menunjukkan bahwa sebagian besar sampel terbukti aman dari residu pestisida, meskipun sejumlah kecil sampel dari pasar tradisional menunjukkan indikasi positif residu dalam konsentrasi rendah. Temuan ini mengindikasikan bahwa PSAT yang diperdagangkan di Kota Madiun secara umum telah memenuhi standar keamanan pangan, namun pengawasan berkala tetap diperlukan.

Penelitian ini sejalan dengan hasil Puspitasari *et al.* (2020), yang menekankan peran penting pengawasan PSAT di tingkat daerah dalam mengurangi risiko kontaminasi pestisida pada produk segar. Pengujian residu pestisida berfungsi sebagai indikator utama keamanan pangan segar, mengingat produk tersebut dikonsumsi langsung oleh masyarakat tanpa proses pengolahan lanjutan. Oleh karena itu, pengawasan rutin seperti yang dilaksanakan di Kota Madiun merupakan komponen integral dalam upaya mempertahankan kualitas konsumsi pangan di lingkungan perkotaan.

Tabel 1. Hasil Uji Residu Pestisida PSAT Pasa Besar Kota Madiun, 2024

Tempat Pengambilan Sampel	Hari/Tgl Pengambilan Sampel	No	Nama Sampel	Nama Pedagang	Hasil Uji Rapid Test Kit Residu Pestisida	Hasil Uji Rapid Clorine	Ket/ Asal
Pesticide Test Kit Inagenpro Indo TekhnoPlus							
Pasar Besar Madiun	Selasa, 23 April 2024	1	Sawi Putih	Bu Mailah	negatif		Mag etan
		2	Kubis		negatif		Mag etan
		3	Bunga Kol		low (negatif)		Mag etan
		4	Sawi Pakchoy		low (negatif)		Mag etan
		5	Wortel				Mag etan
		6	Daun Bawang Prei		low (negatif)		Mag etan
		7	Seledri		negatif		Mag etan
		8	Cabe rawit		low (negatif)		Pon orog o
		9	Cabe Merah		low (negatif)		Pon orog o
		10	Cabe Keriting		low (negatif)		Mag etan

Tempat Pengambilan Sampel	Hari/Tgl Pengambilan Sampel	No	Nama Sampel	Nama Pedagang	Hasil Uji Rapid Test Kit Residu Pestisida	Hasil Uji Rapid Clorine	Ket/ Asal
		11	Cabe Hijau		low (negatif)		Magetan
		12	Brokoli		negatif		Magetan
		13	Buncis		negatif		Magetan
		14	Bawang Bombay		low (negatif)		Import
		15	Bawang Merah		high (positif)		Malang
		16	Bawang Putih Sinco		high (positif)		Import
		17	Tomat		negatif		Magetan
Pesticide Test Kit Inagenpro Indo TekhnoPlus							
		18	Timun		low (negatif)		Magetan
		19	Sawi Hijau		low (negatif)		Magetan
		20	Kacang Panjang	Watik Sayur	negatif		Magetan
		21	Daun Bembang	Watik Sayur	low (negatif)		Nganjuk
		22	Strawberry	Amil Buah	negatif		Bandung
		23	Apel Ana Malang	Kios Buah Yusuf	negatif		Malang
		24	Jeruk Keprok	Kios Buah Yusuf	low (negatif)		Malang
		25	Semangka	Kios Buah Bu Jum	low (negatif)		Banyuwangi
		26	Jeruk Madu	Kios Buah Bu Jum	low (negatif)		Malang
		27	Melon	Harapan Chamsul	low (negatif)		Kediri

Tempat Pengambilan Sampel	Hari/Tgl Pengambilan Sampel	No	Nama Sampel	Nama Pedagang	Hasil Uji Rapid Test Kit Residu Pestisida	Hasil Uji Rapid Clorine	Ket/ Asal
		28	Buah Naga	Harapan Chamsul	negatif		Kediri
		29	Kentang	Bu Mailah	negatif		Magetan
Bleaching Chlorin Test Kit							
		30	Beras 64	Kios Bu Darmo		aman	Mad iun
		31	Beras Member amo			Aman	Mad iun
		32	Beras Wangi Lokal			aman	Mad iun

Sumber : Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Kota Madiun, 2024

$$\begin{aligned}
 \text{Prosentase Sampel Pangan Segar Aman} &= \frac{\text{jumlah sampel pangan aman}}{\text{jumlah sampel yang diuji}} \times 100\% \\
 &= \frac{30}{32} \times 100\% \\
 &= 93,75\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil pengujian Pangan Segar Asal Tumbuhan (PSAT) tahun 2024 di Pasar Besar Kota Madiun di tunjukkan pada Gambar 1. Berbagai komoditas Pangan Segar Asal Tumbuhan (PSAT) yang diperdagangkan di Pasar Besar Kota Madiun sebagai representasi pasar tradisional. Berdasarkan hasil *Rapid Test Kit* yang dilaksanakan oleh Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Kota Madiun pada tahun 2024, sebagian besar sampel seperti cabai merah, tomat, sawi hijau, dan bayam menunjukkan hasil negatif terhadap residu pestisida, sementara sejumlah sampel lainnya menunjukkan indikasi positif dengan konsentrasi di bawah ambang batas maksimum residu (BMR) sesuai Peraturan Menteri Pertanian Nomor 53 Tahun 2018 tentang Keamanan dan Mutu Pangan Segar Asal Tumbuhan.

Fenomena ini menandakan bahwa meskipun produk PSAT di pasar tradisional relatif aman, risiko paparan pestisida dalam kadar rendah masih ada akibat implementasi *Good Agricultural Practices* (GAP) yang belum seragam di kalangan petani dan pedagang. Kondisi ini konsisten dengan temuan Pradjasasmitha (2023), kualitas sayuran dapat dievaluasi berdasarkan parameter seperti warna, tekstur, kesegaran, dan keutuhan. Durasi penyimpanan produk sayuran berpotensi memengaruhi tingkat kesegarannya, yang dapat

mengakibatkan kerusakan pada lapisan lilin pelindung sayuran tersebut. Dari aspek-aspek tersebut serta faktor harga, sayuran di pasar tradisional menunjukkan kualitas yang lebih unggul dibandingkan dengan pasar modern. Sebaliknya, berdasarkan tingkat keamanan pangan, sayuran di pasar modern menunjukkan performa yang lebih baik daripada pasar tradisional. Selain itu, hasil pengujian di Kota Madiun menunjukkan pola yang sejalan dengan kajian Setianingrum & Dewi (2022), di mana seluruh sampel PSAT di Provinsi Kalimantan Timur juga memiliki kandungan pestisida di bawah BMR. Hal ini menegaskan bahwa sistem pengawasan daerah yang dilakukan secara periodik melalui Otoritas Kompeten Keamanan Pangan Daerah (OKKP-D) mampu menjamin mutu pangan segar yang beredar di masyarakat.

Secara praktis, hasil pada Gambar 1 mengindikasikan kebutuhan peningkatan sosialisasi kepada pelaku usaha dan petani mengenai penggunaan pestisida yang tepat dan aman, serta pentingnya implementasi sertifikasi PSAT. Langkah ini diharapkan dapat mengurangi kemungkinan kontaminasi residu pestisida pada produk pertanian yang dijual di pasar rakyat, sekaligus memperkuat posisi Kota Madiun sebagai daerah dengan sistem pengawasan pangan yang adaptif dan berkelanjutan.

Tabel 2. Hasil Uji Residu Pestisida PSAT Pasa Besar Kota Madiun, 2024

Tempat Pengambilan Sampel	Hari/Tgl Pengambilan Sampel	No	Nama Sampel	Nama Pedagang	Hasil Uji Rapid Test Kit Residu Pestisida	Hasil Uji Rapid Clorine	Ket/Asal
G9 Fast Pesticide Detection Kit							
Hyper-mart Madiun	Selasa, 30 Juli 2024	1	Tomat Cherry Merah	Hypermart Madiun	aman		Supplier Hypermart
		2	Tomat TW		aman		
		3	Sawi Putih		aman		
		4	Paprika Hijau		aman		
		5	Bawang Putih		aman		
		6	Bawang Bombay		aman		
		7	Kol Merah		aman		

Tempat Pengambilan Sampel	Hari/Tgl Pengambilan Sampel	No	Nama Sampel	Nama Pedagang	Hasil Uji Rapid Test Kit Residu Pestisida	Hasil Uji Rapid Clorine	Ket/Asal
		8	Bawang Merah		aman		
		9	Baby Kol Putih		aman		
		10	Wortel		aman		
		11	Buah Pear Import		aman		
		12	Buah Semangka		aman		
		13	Buah Melon		aman		
		14	Buah Apel Import		aman		
		15	Anggur		aman		
		16	Jeruk Baby		aman		
		17	Jeruk Keprok		aman		
		18	Belimbing		aman		
		19	Edamame		aman		
		20	Cabai Merah Besar		aman		

Sumber : Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Kota Madiun, 2024

$$\begin{aligned}
 \text{Prosentase Sampel Pangan Segar Aman} &= \frac{\text{jumlah sampel pangan aman}}{\text{jumlah sampel yang diuji}} \times 100\% \\
 &= \frac{20}{20} \times 100\% \\
 &= 100\%
 \end{aligned}$$

Hasil uji *Rapid Test Kit* residu pestisida pada Gambar 2 menunjukkan bahwa produk PSAT (Pangan Segar Asal Tumbuhan) yang dievaluasi di lokasi survei yaitu Hypermart (pasar modern/ritel) mencapai 100% sampel aman terhadap parameter residu pestisida/kimia atau uji cepat yang diterapkan. Hal ini berarti seluruh sampel yang diuji memenuhi kriteria keamanan pangan sebagaimana yang dipantau dalam sistem pengawasan. Temuan ini mencerminkan bahwa mekanisme pengujian, seleksi produk, dan pengendalian mutu di saluran tersebut beroperasi dengan sangat efektif.

Keberhasilan tingkat keamanan pangan yang sangat tinggi seperti yang terlihat pada Gambar 2 dapat diinterpretasikan sebagai hasil dari mekanisme pengawasan yang efektif, baik pada tahap *pre-market* maupun *post-market*. Sebagai contoh, penelitian Pertiwi (2023) menemukan bahwa meskipun penggunaan pestisida cukup intensif, seluruh sampel sayuran yang dievaluasi masih berada di bawah batas maksimum residu (BMR) yang ditetapkan. Hal ini menunjukkan bahwa apabila pengawasan dilaksanakan dengan tepat mulai dari produksi hingga distribusi maka risiko residu pada produk segar dapat dikontrol. Dengan demikian, hasil yang hampir sempurna pada Gambar 2 menunjukkan bahwa di lokasi survei, pemimpin rantai pasok pangan segar dan pengelola ritel telah menerapkan standar keamanan pangan dengan baik.

Secara nasional, data dari Badan Pangan Nasional (2022) menunjukkan sebanyak 93,87% sampel PSAT memenuhi persyaratan keamanan dan mutu pangan (residu pestisida, logam berat, mikrobiologi) dalam pengawasan nasional. Hasil lokal (100%) melampaui angka nasional tersebut, yang menunjukkan bahwa lokasi survei berhasil melebihi rata-rata nasional. Hal ini dapat disebabkan oleh faktor seperti kualitas rantai distribusi, kontrol internal ritel, atau karakteristik pasar modern yang memungkinkan pengawasan lebih ketat. Namun, kondisi nasional yang belum mencapai 100% menunjukkan bahwa masih terdapat ruang perbaikan secara umum meskipun satu lokasi telah berhasil. Dengan demikian, kondisi pada Gambar 2 tidak hanya menggambarkan keberhasilan lokal, tetapi juga menyajikan tolok ukur bagi pengawasan di wilayah lainnya.

Meskipun hasil pada Gambar 2 sangat positif, literatur menunjukkan bahwa kondisi tidak selalu seragam di semua jenis pasar. Sebuah laporan dari Dinas Ketahanan Pangan dan Perikanan Provinsi Jawa Barat mencatat bahwa pada tahun 2022 ditemukan sejumlah sampel sayuran dan buah-buahan di pasar tradisional yang masih mengandung residu pestisida atau logam berat. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat keamanan pangan segar dapat bervariasi tergantung jenis pasar (tradisional vs modern), sistem distribusi, dan pengawasan yang diterapkan. Oleh karena itu, hasil optimal seperti Gambar 2 harus dipahami sebagai capaian terbaik dan mungkin belum mencerminkan seluruh saluran distribusi pangan segar secara nasional. Pembahasan ini penting agar tidak menyimpulkan bahwa semua PSAT di semua pasar aman secara mutlak meskipun di lokasi tertentu sudah sangat baik.

Keamanan pangan yang dicapai pada Gambar 2 memiliki implikasi langsung terhadap aspek ketahanan pangan khususnya dimensi *utilization* (pemanfaatan pangan) dan

availability (ketersediaan pangan aman). Penggunaan pestisida yang tidak terkontrol memiliki risiko terhadap kesehatan petani dan konsumen serta lingkungan. Dengan demikian, produk segar yang bebas residu seperti pada Gambar 2 berpotensi meningkatkan keamanan konsumsi, mengurangi risiko penyakit terkait pangan *foodborne disease*, dan meningkatkan kepercayaan konsumen terhadap produk lokal atau ritel modern. Selain itu, kepercayaan konsumen ini dapat meningkatkan permintaan dan mendorong praktik budidaya yang lebih baik, yang pada gilirannya memperkuat rantai nilai agribisnis dan kontribusi ekonomi daerah (Jamin *et al.*, 2024).

Meskipun hasil sangat positif pada satu lokasi, untuk menjamin keberlanjutan dan perluasan capaian tersebut diperlukan langkah tambahan. Berdasarkan literatur tentang pengawasan PSAT di Indonesia, dua aspek penting adalah: (1) meningkatkan sosialisasi dan edukasi kepada petani dan pedagang mengenai residu pestisida dan standar keamanan pangan misalnya melalui kegiatan penyuluhan seperti yang dilakukan di Lombok Barat (2) memperkuat kapasitas laboratorium dan mekanisme pengujian serta sistem pelacakan rantai pasok dari hulu ke hilir. Dengan demikian, model keberhasilan seperti yang tercermin di Gambar 2 dapat direplikasi ke pasar tradisional dan wilayah lain. Rekomendasi ini akan memperkuat sistem keamanan pangan secara nasional serta mendukung integrasi antara regulasi, pengawasan teknis, dan praktik agribisnis yang bertanggung jawab (Hermanto, 2022).

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian mengindikasikan bahwa pengawasan mutu Pangan Segar Asal Tumbuhan (PSAT) di Kota Madiun, yang dilaksanakan oleh Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian, telah beroperasi secara efektif. Mayoritas produk di Pasar Besar Kota Madiun serta seluruh sampel di Hypermart terbukti bebas dari residu pestisida berdasarkan hasil uji cepat menggunakan *Rapid Test Kit* pada tahun 2024. Situasi ini menegaskan bahwa implementasi sistem pengawasan pra-pasar dan pasca-pasar yang berkelanjutan dapat memastikan keamanan pangan pada tingkat lokal. Analisis komparatif antara pasar tradisional dan modern menunjukkan bahwa aspek sanitasi, praktik penanganan pascapanen, serta mekanisme rantai pasok merupakan faktor penentu utama dalam variasi kualitas dan keamanan pangan segar. Dari perspektif konseptual, pengawasan mutu PSAT terbukti memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan dimensi *food safety* dan *food utilization* dalam konteks ketahanan pangan regional, yang selaras dengan kebijakan nasional yang menekankan pangan yang aman, bergizi, dan berkelanjutan.

Sejalan dengan temuan tersebut, diperlukan strategi komprehensif untuk memperkuat mekanisme pengawasan pangan segar melalui pengembangan kapasitas laboratorium regional, program pelatihan bagi petani dan pedagang dalam penerapan *Good Agricultural Practices* (GAP) serta *Good Handling Practices* (GHP), dan pengoptimalan fungsi Otoritas Kompeten Keamanan Pangan Daerah (OKKP-D) dalam pemantauan berkelanjutan. Dengan demikian, residu pestisida dapat berfungsi sebagai indikator utama dalam pemantauan kualitas PSAT sebagai komponen strategi penguatan dimensi *food safety* dalam ketahanan pangan regional. Penelitian selanjutnya dapat difokuskan pada pengembangan sistem pelacakan digital untuk residu pestisida serta evaluasi perilaku konsumen terhadap produk pangan yang aman di pasar lokal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya menyampaikan terima kasih kepada Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Kota Madiun atas dukungan data dan hasil pengujian mutu pangan segar asal tumbuhan (PSAT) yang menjadi dasar penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Fakultas Industri Halal Universitas Nahdlatul Ulama Yogyakarta atas fasilitas, bimbingan akademik, serta dukungan selama proses penelitian dan penyusunan artikel ini. Selain itu, apresiasi diberikan kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam memberikan masukan dan bantuan teknis sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, M., Suryana, A., & Tono. (2023). Kinerja Ketahanan Pangan Indonesia: Pembelajaran Dari Penilaian Dengan Kriteria Global Dannasional. *Analisis Kebijakan Pertanian*, 21(1), 1–20. <http://dx.doi.org/10.21082/akp.v21n1.2023.1-20>.
- Badan Pangan Nasional. (2022). *Laporan Kinerja Deputy Bidang Penganekaragaman Konsumsi dan Keamanan Pangan Tahun 2022*. 18-21.
- Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian Kota Madiun. (2024). Hasil Uji Produk Segar Asal Tumbuhan
- Hermanto, D. I. H. K. Z. M. (2022). *Sosialisasi Pengawasan Keamanan Pangan Segar Asal Tumbuhan pada Kelompok Tani di Lombok Barat*. 6, 321–326.
- Indonesia, M. P. R. (2018). *Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 53 tentang Keamanan dan Mutu Pangan Segar Asal Tumbuhan*. 1–84. <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/186602/PPAU0156-D.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttp://journal.stainkudus.ac.id/index.php/equilibrium/article/view/1268/1127%0Ahttp://www.scielo.br/pdf/rae/v45n1/v45n1a08%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j>

- Jamin, F. S., Mustofa, D., Restu, K., Rusli, M., & Adhi, S. (2024). *Penggunaan Pestisida dalam Pertanian : Resiko Kesehatan dan Alternatif Ramah Lingkungan Pesticide Use in Agriculture : Health Risks and Environmentally Friendly Alternatives*. 7(11), 4151–4159. <https://doi.org/10.56338/jks.v7i11.6342>
- Pertiwi, S. F. (2023). Pengawasan Cemaran Residu Pestisida pada Pangan Segar Asal Tumbuhan (PSAT) di Kabupaten Minahasa. *JIASEE (Journal of Integrated Agricultural Socio Economics and Entrepreneurial Research)*, 1, 47–56.
- Pradjasasmitha, M. A. et al. (2023). Perbandingan Tingkat Kualitas Produk Sayuran pada Pasar Tradisional dan Pasae Modern di Ngaliyan Kota Semarang dalam Perspektif Biologi. *AGRIFO*, 8(2), 49–62.
- Puspitasari, L., Riyanto Sulistiono, W., Aris Sasongko, L., & Ketahanan Pangan Provinsi Jawa Tengah, D. (2020). Pengawasan Keamanan Dan Mutu Pangan Segar Asal Tumbuhan (Psat) Di Peredaran Di Provinsi Jawa Tengah. *Mediagro*, 16(2), 46–58.
- Republika Online. (2022, September 15). DKPP Jabar perkuat pengawasan pangan, sayuran masih banyak mengandung pestisida. [Republika.co.id. https://news.republika.co.id/berita/rmgys7380/dkpp-jabar-perkuat-pengawasan-pangan-sayuran-masih-banyak-mengandung-pestisida](https://news.republika.co.id/berita/rmgys7380/dkpp-jabar-perkuat-pengawasan-pangan-sayuran-masih-banyak-mengandung-pestisida)
- Setianingrum, D., & Dewi, K. W. (2022). Situasi Keamanan Pangan Segar Tanaman (Psat) Di Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 29(1), 54–62.

Biochar Coated Urea sebagai Teknologi Pemupukan dalam Meningkatkan Efisiensi Nitrogen Menuju Sistem Pertanian Berkelanjutan

Moh. Rizal^{1*}

¹Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya

Email: mohrizal@student.ub.ac.id

Abstrak

Nitrogen merupakan nutrisi penting bagi tanaman yang bersifat *mobile* sehingga mudah hilang melalui pencucian (*leaching*) dan penguapan (*volatilization*). Pengembangan teknologi pemupukan yang mampu meningkatkan efisiensi nitrogen menjadi sebuah keniscayaan dalam mewujudkan pertanian berkelanjutan. Artikel ini bertujuan untuk mengetahui mekanisme dan efektivitas *Biochar Coated Urea* dalam meningkatkan efisiensi nitrogen menuju system pertanian berkelanjutan. Penelitian dilakukan dengan metode tinjauan literatur yang diambil secara elektronik melalui platform database Google Scholar, Scopus, PubMed, dan ScienceDirect menggunakan kata kunci: "*Coated Urea*", "*Nitrogen Use Efficiency*", OR "*NUE*", "*Biochar Coated Urea*". Artikel yang dihasilkan dari pencarian kemudian disaring berdasarkan kriteria inklusi yaitu artikel penelitian (bukan review), diterbitkan dalam kurun waktu 5 tahun terakhir (2020-2025), fokus pada studi efisiensi nitrogen dan pertanian berlanjut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Biochar Coated Urea* tidak hanya meningkatkan efisiensi, tetapi juga memungkinkan penghematan input nitrogen tanpa mengorbankan produktivitas tanaman. Hal tersebut mengindikasikan bahwa pemupukan dengan *Biochar Coated Urea* menjadi strategi yang efektif dalam meningkatkan efisiensi nitrogen dan sangat menjanjikan untuk pertanian berkelanjutan.

Kata kunci: Biochar coated urea, NUE, Pertanian berkelanjutan

Abstract

Nitrogen is an essential nutrient for plants which is mobile and easily lost through leaching and volatilization. The development of fertilization technology that can increase nitrogen efficiency is needed to achieve sustainable agriculture. This article aims to determine the mechanism and effectivity of Biochar Coated Urea in increasing nitrogen efficiency toward sustainable agriculture. The study was conducted using a literature review method retrieved electronically through the Google Scholar, Scopus, PubMed, and ScienceDirect database platforms using keywords: "Coated Urea", "Nitrogen use efficiency", OR "NUE", "Biochar Coated Urea". Articles resulting from the search were then filtered based on the inclusion criteria, namely research articles (not reviews), published within the last 5 years (2020-2025), focusing on nitrogen efficiency studies and sustainable agriculture. The results of the study show that Biochar Coated Urea is not only increase nitrogen efficiency but also allows savings in nitrogen inputs without sacrificing productivity on some crop. It indicates that fertilization with Biochar Coated Urea is an effective strategy to increase nitrogen efficiency and it is very promising for sustainable agriculture.

Keywords: Biochar coated urea, NUE, Sustainable agriculture

PENDAHULUAN

Nitrogen (N) merupakan unsur hara esensial yang paling dibutuhkan dalam jumlah besar untuk memastikan produktivitas tanaman dan ketahanan pangan global. Aplikasi pupuk nitrogen, khususnya urea, menjadi praktik yang tidak terelakkan dalam sistem pertanian intensif. Namun, efisiensi penggunaan nitrogen (NUE) dari pupuk urea konvensional masih sangat rendah, umumnya berkisar antara 30-50% (Zhang *et al.*, 2015). Hal ini berarti lebih dari separuh nitrogen yang diberikan tidak dapat diserap oleh tanaman dan justru terbuang ke lingkungan.

Rendahnya NUE ini terutama disebabkan oleh sifat urea yang sangat mudah mengalami proses transformasi di dalam tanah. Setelah diaplikasikan, urea dengan cepat terhidrolisis oleh enzim urease menjadi amonium karbonat $[(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3]$, yang tidak stabil dan menyebabkan lonjakan sementara pH di sekitar butiran pupuk. Kondisi ini memicu kehilangan nitrogen dalam bentuk gas amonia (NH_3) melalui volatilisasi. Selain itu, amonium (NH_4^+) yang terbentuk akan segera dioksidasi menjadi nitrat (NO_3^-) melalui proses nitrifikasi. Nitrat bersifat sangat mobil dan mudah hilang dari zona perakaran melalui pencucian (leaching), mencemari air tanah, atau menjadi substrat bagi proses denitrifikasi yang menghasilkan gas dinitrogen oksida (N_2O), sebuah gas rumah kaca dengan potensi pemanasan global 265-298 kali lebih kuat daripada CO_2 dalam skala 100 tahun (Zhang *et al.*, 2023).

Berbagai bentuk kehilangan nitrogen ini tidak hanya menyebabkan pemborosan biaya produksi bagi petani, tetapi juga menimbulkan dampak negatif yang serius terhadap lingkungan, termasuk eutrofikasi perairan, asamifikasi tanah, dan kontribusi terhadap perubahan iklim. Oleh karena itu, pengembangan teknologi pemupukan yang mampu meningkatkan NUE sekaligus memitigasi dampak lingkungan menjadi sebuah keniscayaan dalam mewujudkan pertanian berkelanjutan. Salah satu teknologi yang terbukti paling prospektif adalah penggunaan *Enhanced Efficiency Fertilizers* (EEF), dengan *Coated Urea* (Urea Bersalut) sebagai primadonanya. *Coated urea* adalah pupuk urea konvensional yang dilapisi dengan material tertentu, seperti polimer, sulfur, atau bahan organik, yang berfungsi untuk mengatur dan memperlambat pelepasan unsur hara (Qi *et al.*, 2021). Mekanisme pelepasan terkendali ini bertujuan untuk menyinkronkan ketersediaan nitrogen di dalam tanah dengan dinamika serapan hara oleh tanaman, sehingga dapat meminimalkan berbagai jalur kehilangan N.

Bukti-bukti empiris dari penelitian terbaru semakin mengukuhkan efektivitas coated urea. Sebuah meta-analisis global yang menganalisis 113 studi lapangan oleh Zhang et al. (2023) menyimpulkan bahwa *polymer-coated urea* secara signifikan dapat meningkatkan hasil panen sebesar 5-10% sekaligus mengurangi emisi N₂O hingga 39% dibandingkan dengan urea konvensional. Efisiensi yang lebih tinggi juga dilaporkan oleh Lyu et al. (2015), dimana dalam penelitiannya, pelapisan 12% *coated urea* menunjukkan hasil yang terbaik untuk hasil panen. Meski pelepasan N-nya agak terlambat di fase awal, tetapi berhasil menyediakan N dalam jumlah besar tepat pada fase pembentukan malai (*heading*), yang sangat menentukan hasil gabah. Pelepasan yang sangat minim di fase pemasakan juga lebih ideal. Kombinasi ini menghasilkan sinkronisasi terbaik antara pasokan N dan kebutuhan tanaman untuk menghasilkan gabah, sehingga meningkatkan hasil panen secara signifikan. Artikel ini akan mengidentifikasi mekanisme dan efektivitas *Biocahar Coated Urea* dalam meningkatkan efisiensi nitrogen menuju system pertanian berkelanjutan.

METODE

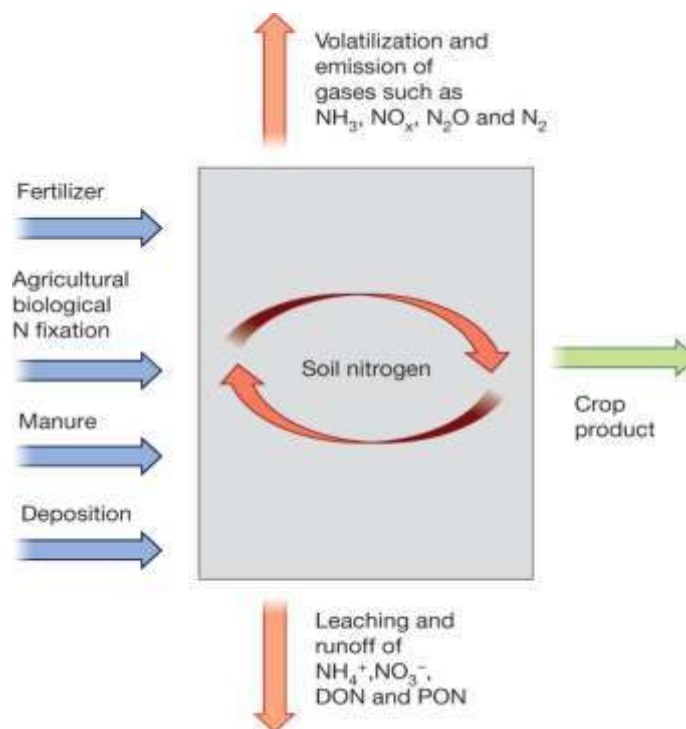
Penulisan artikel review ini dilakukan dengan metode tinjauan literatur. Literatur primer yang digunakan adalah artikel bereputasi yang dipublikasikan dalam jurnal internasional. Pencarian artikel dilakukan secara elektronik melalui platform database Google Scholar, Scopus, PubMed, dan ScienceDirect. Kombinasi kata kunci yang digunakan meliputi: "*Coated Urea*", "*Nitrogen Use Efficiency*", OR "NUE", "*Biochar Coated Urea*". Artikel yang dihasilkan dari pencarian kemudian disaring berdasarkan kriteria inklusi yaitu artikel penelitian (bukan review), diterbitkan dalam kurun waktu 5 tahun terakhir (2020-2025), fokus pada studi efisiensi nitrogen dan pertanian berlanjut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mekanisme Inefisiensi dan Kehilangan Nitrogen dalam Sistem Pertanian

Penggunaan pupuk nitrogen (N) sintetis telah menjadi tulang punggung intensifikasi pertanian global, namun sebagian besar N yang diaplikasikan tidak diserap oleh tanaman, sehingga menyebabkan ineffisiensi dan polusi lingkungan. Nitrogen Surplus (N_{sur}), yaitu selisih antara input N (pupuk sintetis, pupuk kandang, fiksasi biologis, deposisi) dan output N (N yang dipanen), merupakan indikator kunci dari kehilangan N ke lingkungan (Zhang et al., 2015). Kehilangan N ini terutama terjadi melalui tiga mekanisme utama yaitu pencucian (*leaching*), volatilisasi, dan denitrifikasi (Gambar 1.).

Faktor pendorong inefisiensi ini meliputi aplikasi pupuk yang berlebihan yang melampaui kebutuhan tanaman, waktu dan penempatan aplikasi yang tidak tepat, serta kondisi manajemen air dan tanah yang tidak optimal (Cassman *et al.*, 2002). Seperti yang ditunjukkan oleh Zhang *et al.* (2015), negara-negara dengan subsidi pupuk yang tinggi, seperti China, cenderung memiliki Nsur yang sangat besar dan Efisiensi Penggunaan Nitrogen (NUE) yang rendah, karena insentif ekonomi mendorong aplikasi berlebih alih-alih adopsi praktik efisiensi. Oleh karena itu, pemahaman mendalam tentang mekanisme kehilangan N dan faktor sosio-ekonomi yang mendasarinya sangat penting untuk merancang strategi manajemen N yang berkelanjutan. Berikut ini adalah gambaran mekanisme kehilangan N.



Zhang *et al.* (2015)

Gambar 1. Mekanisme kehilangan N

1. Pencucian (*Leaching*)

Nitrogen dalam bentuk nitrat (NO_3^-) sangat mudah larut dalam air dan dapat berpindah melampaui zona perakaran tanaman, terutama pada sistem drainase yang baik atau saat curah hujan tinggi. NO_3^- yang tercuci akan mencemari air tanah dan berkontribusi pada eutrofikasi di perairan permukaan (Galloway *et al.*, 2003; Zhang *et al.*, 2015).

2. Volatilisasi

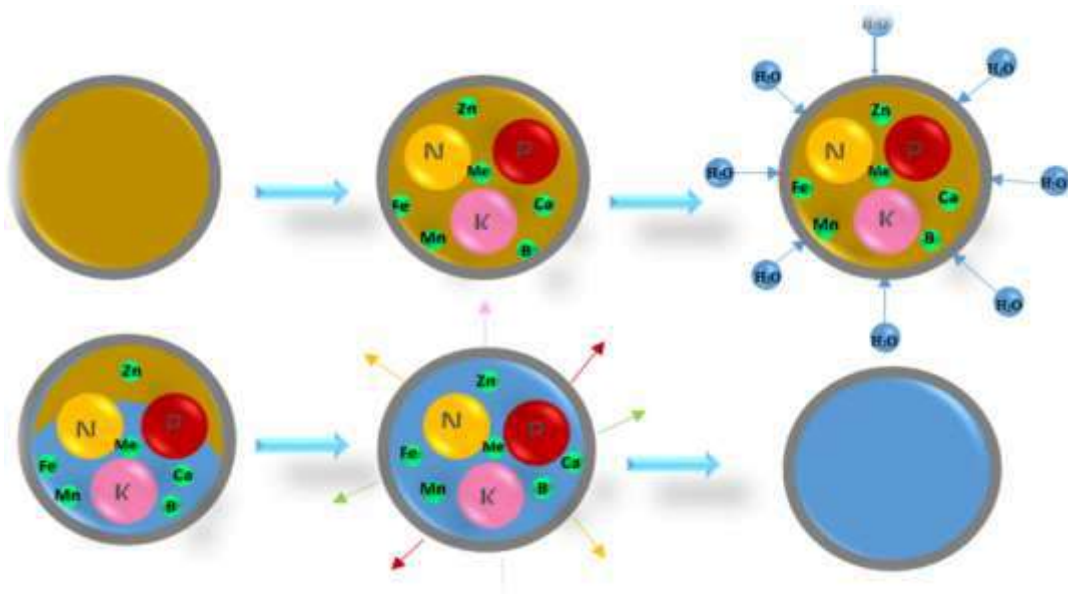
Nitrogen dalam bentuk amonia (NH_3) dapat menguap dari tanah dan tanaman ke atmosfer, terutama setelah aplikasi pupuk urea pada kondisi tanah yang lembab dan hangat dengan pH tinggi. Kehilangan ini tidak hanya mengurangi ketersediaan N bagi tanaman tetapi juga berkontribusi pada pembentukan partikel halus ($\text{PM}_{2.5}$) dan deposisi asam (Sutton *et al.*, 2011; Zhang *et al.*, 2015).

3. Denitrifikasi dan Emisi Gas

Melalui proses denitrifikasi mikroba dalam kondisi anaerobik, nitrat (NO_3^-) diubah menjadi gas nitrogen oksida (N_2O) dan gas nitrogen (N_2). Nitrous oxide (N_2O) merupakan gas rumah kaca yang sangat poten dengan potensi pemanasan global 298 kali lipat dibandingkan CO_2 dan juga merupakan zat perusak ozon stratosfer (Ravishankara *et al.*, 2009; Zhang *et al.*, 2015).

Pelepasan Nitrogen dari Pupuk Coated Urea

Berdasarkan artikel ulasan oleh Moradi *et al.* (2024), mekanisme pelepasan nutrisi dari Pupuk Pelepas Terkendali (*Controlled-Release Fertilizers/CRFs*) melibatkan proses fisiko-kimia yang kompleks dan dapat diprediksi. Mekanisme pelepasan nutrisi dari *Coated Urea* umumnya terjadi dalam tiga tahap utama:



Moradi *et al.* (2024)

Gambar 2. Mekanisme pelepasan nutrisi dari Coated Urea

1. Tahap Penundaan (*Lag Phase*)

Air mulai berdifusi melalui membran atau lapisan polimer yang melapisi granula pupuk. Proses ini didorong oleh perbedaan tekanan uap antara bagian dalam dan luar lapisan. Pada tahap ini, nutrisi belum dilepaskan secara signifikan karena granula belum jenuh dengan air.

2. Tahap Pelepasan Konstan (*Constant-Release Phase*)

Setelah air menembus lapisan dan melarutkan nutrisi di dalam inti pupuk, terbentuklah gradien konsentrasi antara bagian dalam dan luar granula. Nutrisi kemudian berdifusi secara perlahan melalui membran lapisan ke lingkungan sekitarnya (tanah). Pada CRFs berlapis polimer, mekanisme utama pelepasan adalah difusi, di mana laju pelepasan relatif stabil dan dapat dikendalikan oleh sifat membran. Sebaliknya, pada lapisan belerang, dapat terjadi pelepasan katastrofik (*catastrophic release*) jika lapisannya retak, yang menyebabkan pelepasan nutrisi secara tiba-tiba dan tidak terkendali.

3. Tahap Peluruhan (*Decay Phase*)

Seiring waktu, ketika sebagian besar nutrisi inti telah terlarut dan dilepaskan, konsentrasi nutrisi di dalam granula menurun. Akibatnya, gradien konsentrasi yang mendorong difusi juga melemah, sehingga laju pelepasan nutrisi semakin melambat hingga akhirnya berhenti.

Penurunan Kehilangan Nitrogen dari Pupuk Biochar Coated Urea

Aplikasi *biochar-coated urea* (BCU) terbukti efektif dalam mengendalikan kehilangan nitrogen (N) dari tanah, terutama melalui penurunan signifikan pada kehilangan N akibat pencucian (*leaching*). Mekanisme utama dari pengendalian kehilangan N ini dapat diatribusikan kepada dua aspek. Pertama, sifat pelepasan lambat (*slow-release*) dari BCU yang memperlambat pelepasan urea ke dalam tanah, sehingga mengurangi ketersediaan N yang berlebihan pada fase awal dan menyesuaikan waktu pelepasan dengan penyerapan tanaman. Kemudian sifat adsorpsi dan retensi dari biochar yang digunakan sebagai bahan pelapis, yang memiliki luas permukaan spesifik yang besar dan gugus fungsi permukaan yang mampu mengadsorpsi ion NH_4^+ dan NO_3^- , sehingga mempertahankan N dalam zona perakaran dan mengurangi pencucian (Jia *et al.*, 2021; Shi *et al.*, 2020).

Studi ini menunjukkan bahwa BCU mengurangi kehilangan N total hingga 32,48–33,95% dibandingkan urea biasa, dengan penurunan pencucian NO_3^- -N sebesar 19,8–24,7% (Jia *et al.*, 2021). Namun, aplikasi BCU justru meningkatkan volatilisasi amonia

(NH₃) dibandingkan urea, karena peningkatan konsentrasi NH₄⁺-N tanah dan terbentuknya mikro-lingkungan basa di sekitar butiran BCU yang mendorong pelepasan NH₃ (Puga *et al.*, 2019). Meskipun demikian, secara keseluruhan, pengurangan kehilangan N melalui pencucian jauh lebih besar dibandingkan peningkatan volatilisasi, sehingga BCU tetap menekan total kehilangan N.

Selain itu, kombinasi BCU dengan penambahan biochar tambahan (BCU+B) terbukti lebih efektif lagi dalam mengurangi kehilangan N, meskipun dari segi biaya kurang efisien (Jia *et al.*, 2021). Dengan demikian, BCU dapat dianggap sebagai pupuk pelepasan terkendali yang menjanjikan untuk mengurangi kehilangan N, terutama melalui mekanisme pelepasan bertahap dan retensi biochar.

Peningkatan *Nitrogen Use Efficiency* (NUE) dari Pupuk Coated Urea

Berdasarkan penelitian oleh Jia *et al.* (2021), aplikasi biochar-coated urea (BCU) secara signifikan meningkatkan *Nitrogen Use Efficiency* (NUE) hingga lebih dari 20% dibandingkan dengan penggunaan urea konvensional. Peningkatan efisiensi ini dimediasi oleh beberapa mekanisme kunci. Pertama, sifat pelepasan lambat (*slow-release*) dari BCU, yang dikonfirmasi dalam studi sebelumnya oleh peneliti yang sama (Jia *et al.*, 2020), memastikan ketersediaan nitrogen (N) yang lebih tersinkronisasi dengan kebutuhan fisiologis tanaman, sehingga mengurangi kehilangan N yang tidak termanfaatkan. Kedua, BCU secara efektif mengurangi kehilangan N total, terutama melalui penurunan pencucian nitrat (NO₃⁻), yang berarti lebih banyak N dari pupuk yang dipertahankan dalam sistem tanah-tanaman dan tersedia untuk diserap akar. Ketiga, aplikasi BCU terbukti meningkatkan residu N dalam tanah, yang ditunjukkan dengan konsentrasi NH₄⁺-N, NO₃⁻-N, dan N total tanah yang lebih tinggi, sehingga menyediakan cadangan N jangka panjang untuk tanaman (Zheng *et al.*, 2013). Mekanisme keempat adalah peningkatan serapan N oleh tanaman itu sendiri, yang tercermin dari konsentrasi dan jumlah serapan N pada tanaman rapeseed yang lebih tinggi pada perlakuan BCU.

Peningkatan serapan ini diduga terkait dengan ketersediaan N yang lebih konsisten dan perbaikan kondisi rizosfer oleh biochar. Senada dengan temuan ini, Liu *et al.* (2017) juga melaporkan bahwa aplikasi biochar dari jerami jagung meningkatkan NUE pada tanaman ryegrass dengan meningkatkan ketersediaan N tanah. Yang penting, penelitian Jia *et al.* (2021) lebih lanjut menunjukkan bahwa pengurangan dosis pemupukan N sebesar 20% ketika menggunakan BCU (BCU2) tidak menurunkan biomassa tanaman, namun tetap mempertahankan NUE yang tinggi (50,26%), bahkan setara dengan perlakuan urea dosis

penuh ditambah biochar (U1+B). Hal ini mengindikasikan bahwa BCU tidak hanya meningkatkan efisiensi, tetapi juga memungkinkan penghematan input nitrogen tanpa mengorbankan produktivitas, menjadikannya strategi yang sangat menjanjikan untuk pertanian berkelanjutan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Biochar Coated Urea termasuk dalam pupuk pelepas terkendali (*Controlled-Release Fertilizers/CRFs*). Mekanisme pelepasan nutrisi dari *Coated Urea* umumnya terjadi dalam tiga tahap yaitu tahap Penundaan (*Lag Phase*), Pelepasan Konstan (*Constant-Release Phase*) dan Peluruhan (*Decay Phase*). Aplikasi *Biochar Coated Urea* (BCU) mengendalikan kehilangan nitrogen (N) melalui dua mekanisme. Pertama, sifat pelepasan lambat (*slow-release*) dari BCU yang memperlambat pelepasan urea ke dalam tanah, sehingga mengurangi ketersediaan N yang berlebihan pada fase awal dan menyesuaikan waktu pelepasan dengan penyerapan tanaman. Kedua, sifat adsorpsi dan retensi dari biochar yang digunakan sebagai bahan pelapis, yang memiliki luas permukaan spesifik yang besar dan gugus fungsi permukaan yang mampu mengadsorpsi ion NH_4^+ dan NO_3^- , sehingga mempertahankan N dalam zona perakaran dan mengurangi pencucian. *Biochar Coated Urea* tidak hanya meningkatkan efisiensi, tetapi juga memungkinkan penghematan input nitrogen tanpa mengorbankan produktivitas, menjadikannya strategi yang sangat menjanjikan untuk pertanian berkelanjutan. Teknologi ini masih perlu dikembangkan melalui penelitian lebih lanjut utamanya dalam pemilihan bahan biochar dan variasi pemanasan untuk pembuatan biochar supaya dihasilkan bahan pelapis dari biochar yang terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

- Cassman, K. G., Dobermann, A., & Walters, D. T. (2022). *Agroecosystems, nitrogen-use efficiency, and nitrogen management*. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 31(2), 132-140.
- Jia, Y., Hu, Z., Mu, J., Zhang, W., Xie, Z., & Wang, G. (2020). *Preparation of biochar as a coating material for biochar-coated urea*. *Science of the Total Environment*, 731, 139063.
- Jia, Y., Hu, Z., Ba, Y., & Qi, W. (2021). *Application of biochar-coated urea controlled loss of fertilizer nitrogen and increased nitrogen use efficiency*. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 8(1), 3.
- Liu, Z., He, T., Cao, T., Yang, T., Meng, J., & Chen, W. (2017). *Effects of biochar application on nitrogen leaching, ammonia volatilization and nitrogen use efficiency in two distinct soils*. *Journal of soil science and plant nutrition*, 17(2), 515-528.

- Lyu, X., Yang, Y., Li, Y., Fan, X., Wan, Y., Geng, Y., & Zhang, M. (2015). *Polymer-coated tablet urea improved rice yield and nitrogen use efficiency*. *Agronomy Journal*, 107(5), 1837-1844.
- Moradi, S., Babapoor, A., Ghanbarlou, S., Kalashgarani, M. Y., Salahshoori, I., & Seyfaee, A. (2024). *Toward a new generation of fertilizers with the approach of controlled-release fertilizers: a review*. *Journal of Coatings Technology and Research*, 21(1), 31-54.
- Puga, A. P., Queiroz, M. C. D. A., Ligo, M. A. V., Carvalho, C. S., Pires, A. M. M., Marcatto, J. D. O. S., & Andrade, C. A. D. (2020). *Nitrogen availability and ammonia volatilization in biochar-based fertilizers*. *Archives of agronomy and soil science*, 66(7), 992-1004.
- Qi, Z., Dong, Y., He, M., Wang, M., Li, Y., & Dai, X. (2021). *Coated, stabilized enhanced-efficiency nitrogen fertilizers: Preparation and effects on maize growth and nitrogen utilization*. *Frontiers in Plant Science*, 12, 792262.
- Zheng, H., Wang, Z., Deng, X., Herbert, S., & Xing, B. (2023). *Impacts of adding biochar on nitrogen retention and bioavailability in agricultural soil*. *Geoderma*, 206, 32-39.
- Zhang, X., Davidson, E. A., Mauzerall, D. L., Searchinger, T. D., Dumas, P., & Shen, Y. (2015). *Managing nitrogen for sustainable development*. *Nature*, 528(7580), 51-59.
- Zhang, X., Lv, J., Zhang, Y., Li, S., Chen, X., & Sha, Z. (2023). *A meta-analysis study on the use of biochar to simultaneously mitigate emissions of reactive nitrogen gases (N₂O and NO) from soils*. *Sustainability*, 15(3), 2384.

Pemanfaatan Limbah Pertanian sebagai Teknologi Produksi Berkelanjutan Jamur Merang (*Volvariella volvacea*) dalam Mendukung Ketahanan Pangan Nasional

Heru Wansyah Harahap¹, M Rangga Satria^{1*}, Hartini¹

¹Pengelolaan Perkebunan, Politeknik LPP Yogyakarta

Email: ranggamuhammad149@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kombinasi beberapa jenis limbah pertanian seperti jerami, tandan kosong kelapa sawit (TKKS), dan ampas tebu terhadap parameter lingkungan budidaya—meliputi suhu, kelembaban, serta pembentukan tubuh buah jamur merang (*Volvariella volvacea*). Penelitian dilaksanakan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) non-faktorial dengan empat kombinasi perlakuan media dan tiga ulangan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kombinasi bahan organik memberikan pengaruh nyata terhadap kestabilan suhu, kelembaban, dan pH media. Kombinasi jerami, ampas tebu, dan TKKS (Kelompok E) menunjukkan kestabilan suhu terbaik di 28,9°C sepanjang periode dengan pH netral (6,1-6,4). Kelembaban media seluruh perlakuan stabil pada kisaran 77,7–78,4%. Jumlah tubuh buah tertinggi diperoleh pada kombinasi Kelompok E dengan rata-rata 2–5 tubuh buah per satuan ulangan. Uji proksimat menunjukkan bahwa jamur merang yang dihasilkan memiliki kadar air tinggi (91,4–91,7%), protein 3,4–4,9%, lemak 0,6–1,4%, dan abu 1,7%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi limbah pertanian dapat menciptakan kondisi mikroklimat optimal bagi pertumbuhan jamur merang dan menghasilkan produk pangan bernilai gizi tinggi. Dengan demikian, pemanfaatan limbah pertanian sebagai media tanam jamur merang berpotensi mendukung penerapan pertanian sirkular dan ketahanan pangan nasional yang berkelanjutan.

Kata kunci: Jamur merang, Limbah pertanian, Suhu, Kelembaban, Ketahanan pangan

Abstract

*This study aims to analyze the effect of a combination of several types of agricultural waste, such as straw, empty oil palm fruit bunches (EFB), and bagasse, on environmental parameters of cultivation—including temperature, humidity, and the formation of straw mushroom (*Volvariella volvacea*) fruiting bodies. The study was conducted using a non-factorial randomized block design (RBD) with four combinations of media treatments and three replications. The results showed that the combination of organic materials had a significant effect on the stability of temperature, humidity, and pH of the media. The combination of straw, bagasse, and EFB (Group E) showed the best temperature stability at 28.9°C throughout the period with a neutral pH (6.1-6.4). Media humidity for all treatments was stable at 77.7–78.4%. The highest number of fruiting bodies was obtained in the Group E combination, with an average of 2–5 fruiting bodies per replication unit. Proximate tests showed that the resulting straw mushrooms had high water content (91.4–91.7%), 3.4–4.9% protein, 0.6–1.4% fat, and 1.7% ash. The results of this study indicate that the combination of agricultural waste can create optimal microclimate conditions for straw mushroom growth and produce a highly nutritious food product. Therefore, the use of agricultural waste as a growing medium for straw mushrooms has the potential to support the implementation of circular agriculture and sustainable national food security.*

Keywords: Volvariella volvacea, Agricultural waste, Temperature, Humidity, Food security

PENDAHULUAN

Ketahanan Pangan adalah kondisi terpenuhinya kebutuhan pangan yang cukup, baik jumlah maupun mutunya, aman, beragam, bergizi, merata, terjangkau, dan berkelanjutan bagi sebuah negara sampai dengan perseorangan (Runawas *et al*, 2021). Ketahanan pangan merupakan *concern* utama negara-negara dunia saat ini. Ketahanan pangan berimplikasi terhadap stabilitas ekonomi masyarakat luas yang juga akan mempengaruhi sosial politik di masyarakat. Ketidakmampuan negara dalam membangun kemandirian pangan akan memberikan celah ketergantungan dan melemahkan potensi negara baik secara domestik juga posisinya terhadap geopolitik dunia.

Pemerintah Indonesia kini fokus menjadikan ketahanan pangan sebagai proyek strategis nasional. Semua sektor industri diintegrasikan sebagai upaya dalam mencapai ketahanan pangan, termasuk sektor pertanian. Pada sektor pertanian, ada banyak potensi yang bisa dikembangkan dalam mendukung ketahanan pangan nasional dan salah satu nya yang memenuhi aspek ketersediaan (*availability*), keterjangkauan (*affordability*), serta keberlanjutan (*sustainability*) sebagai produk pangan nasional adalah jamur merang (*Volvariella volvacea*). Selama ini pemanfaatan jamur merang masih belum optimal, potensi jamur merang sebagai produk pangan nasional juga belum diketahui secara luas.

Handayani *et al*, (2024). Menyebutkan bahwa jamur merang (*Volvariella volvacea*) merupakan jenis jamur paling banyak digunakan sebagai bahan pangan dibandingkan jenis jamur lainnya. Jenis jamur ini memiliki keunggulan kandungan gizi tinggi, umur panen cepat, dan juga mampu tumbuh secara alamiah pada limbah hasil pertanian yang masih minim untuk dimanfaatkan seperti limbah merang padi dan TKKS (Tandan Kosong Kelapa Sawit). Jamur merang yang tumbuh subur pada limbah pertanian sebenarnya bukan hanya bisa dimanfaatkan hasil panen nya sebagai bahan pangan tetapi juga berfungsi sebagai alternatif solusi dalam pemanfaatan limbah pertanian secara berkelanjutan.

Berdasarkan Food Data Central (2019), sebanyak 100 gram jamur merang memiliki kandungan protein 3.83 g, air 89.9 g, ash 0.97 g, total lemak 0.68 g, karbohidrat 4.6 g, serat 2. g, kandungan mineral seperti kalsium 10 mg, zat besi 1.43 mg, magnesium 7 mg, fosfor 61 mg, zink 0.67 mg, dan natrium 384 mg. Jamur merang juga terbukti menjadi sumber vitamin D yang baik dan bahkan tidak ditemukan dalam suplemen makanan lain selain protein dan mineral (Makkiyah & Wahyuningsih, 2024). Berdasarkan kandungan gizi tinggi tersebut dan penggunaan limbah pertanian sebagai media tumbuh menjadikan

budidaya jamur merang sangat sesuai dengan prinsip pertanian berkelanjutan. Pengembangan jamur merang secara tepat merupakan langkah besar sebagai solusi masa depan pangan dunia.

Saat ini, pemanfaatan jamur merang masih terbatas pada konsumsi rumah tangga. Masyarakat umum biasanya mendapatkan jamur merang dari limbah jerami atau TKKS lalu diolah menjadi lauk makan harian sehingga produk pangan ini kurang bernilai tinggi. Juga ketersediaan limbah jerami dan TKKS yang tidak merata menjadikan jamur merang tidak dikenali di beberapa daerah di Indonesia. Hal tersebut yang menjadi latar belakang penelitian ini agar manfaat jamur merang sebagai produk pangan bisa dikenal luas di Indonesia, juga potensi jamur merang bisa dikembangkan karena nilai gizi yang tinggi pada jamur merang bisa menjadi solusi alternatif permasalahan pangan saat ini, serta budidaya jamur merang juga akan menjadikan limbah pertanian seperti jerami, TKKS, dan ampas tebu, bisa lebih dimanfaatkan sehingga tidak menjadi limbah yang merugikan baik bagi petani dan lingkungan serta mampu mendukung pertanian berkelanjutan yang relevan dengan program ketahanan pangan nasional saat ini.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kombinasi berbagai jenis limbah pertanian seperti jerami, tandan kosong kelapa sawit (TKKS), dan ampas tebu terhadap parameter lingkungan budidaya meliputi suhu, kelembaban, serta pembentukan tubuh buah jamur merang (*Volvariella volvacea*). Selain itu, penelitian ini juga memberikan informasi secara komprehensif terkait potensi jamur merang sebagai produk pangan bergizi tinggi dalam mendukung program ketahanan pangan nasional saat ini. Diharapkan, hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan sistem pertanian sirkular yang ramah lingkungan dan berkontribusi terhadap ketahanan pangan nasional.

METODE

Bahan Penelitian

Penelitian ini direncanakan pada bulan Oktober 2024 sampai dengan bulan Juni 2025 dilakukan di laboratorium proteksi tanaman, laboratorium budidaya tanaman umum Politeknik LPP, laboratorium nutrisi, dan kebun praktek Wedomartani Politeknik LPP Yogyakarta.

Alat dan bahan yang digunakan adalah erlenmeyer, tabung reaksi, petridish, timbangan analitik, gelas ukur, rak tabung reaksi, lampu bunsen, mikroskop, optilab,

penggaris, *thermohygrometer*, pH meter, media PDA, jagung, sekam padi, dedak, tankos, aquadest, dan plastik wrap.

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) non faktorial. Perlakuan Kelompok B (jerami dan ampas tebu), Kelompok C (jerami + tankos), Kelompok D (ampas tebu + tankos), dan Kelompok E (jerami + ampas tebu + tankos), masing-masing perlakuan diulang 3 kali, setiap ulangan terdapat 2 sampel pengamatan, sehingga keseluruhan terdapat 24 unit perlakuan.

Pengomposan Media Tumbuh Jamur Merang

Limbah organik dikeringkan dan dicacah, kemudian dikomposkan selama 4–6 minggu dengan pembalikan rutin dan pengendalian kelembaban (50–60%) serta suhu (50–60°C). Kompos dicampur dengan dedak dan kapur (1–2% berat sampel kompos), lalu disterilkan dengan autoklaf (121°C selama 1 jam) atau oven (160°C selama 2 jam).

Persiapan Bibit Jamur Dan Inokulasi Jamur

Bibit miselium jamur merang dikembangkan pada media PDA dan diinkubasi pada suhu 28°C. Substrat yang telah steril diinokulasi sebanyak 5–10% dari berat substrat, diinkubasi kembali di ruang lembab (80–90%) pada suhu 28°C, lalu dipindahkan ke ruang tumbuh (25–30°C) hingga panen dalam 2–4 minggu.

Pertumbuhan Jamur Merang

Pengamatan pertumbuhan jamur merang dilakukan pada jumlah tubuh buah yang tumbuh setiap harinya dan dicatat berdasarkan pertumbuhan tubuh jamur per hari tumbuhnya.

Faktor Fisik Lingkungan

pH media (normal 6–7), suhu ruang tanam (32–35°C), kelembaban media dan ruang (80–90%) diukur menggunakan soil tester dan *thermohygrometer*.

Uji Kandungan Gizi

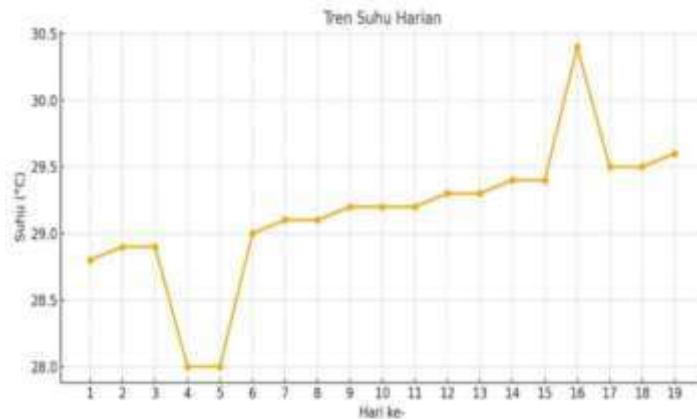
Dilakukan uji kandungan gizi terhadap sampel masing-masing perlakuan meliputi uji protein, karbohidrat, lemak, air, dan abu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan jamur secara umum dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan, termasuk suhu, kelembaban, pH, dan ketersediaan nutrisi. Untuk jamur merang, suhu memiliki peran yang sangat dominan. Berikut disajikan hasil pengamatan kondisi fisik lingkungan.

Suhu Kumbung

Suhu kumbung adalah suhu ruang tanam jamur (kumbung) yang dikondisikan agar sesuai dengan kebutuhan pertumbuhan jamur. Pengamatan suhu kumbung selama 19 hari dapat dilihat pada gambar 1 berikut:

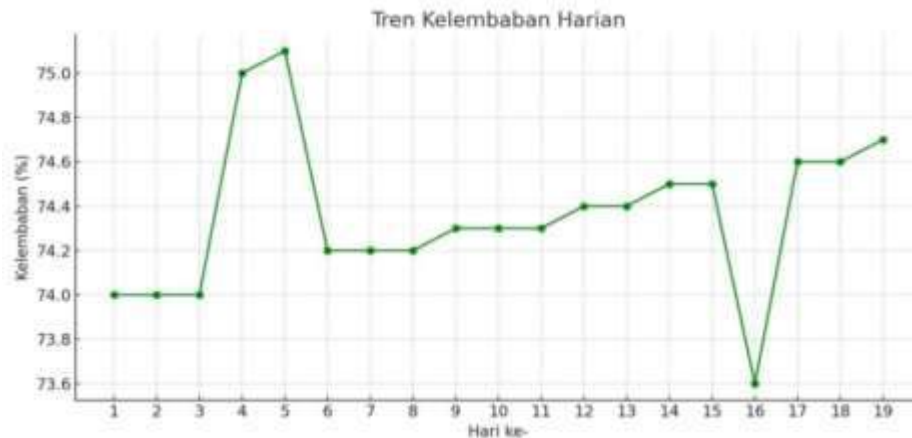


Gambar 1. Grafik suhu harian kumbung

Hasil pengamatan menunjukkan pola suhu kumbung yang fluktuatif. Pada hari ke-1 hingga ke-3, suhu relatif stabil di kisaran 28,8–28,9°C, masih sesuai untuk pertumbuhan jamur merang. Hari ke-4 hingga ke-5 terjadi penurunan tajam ke 28,0°C yang dapat memperlambat pertumbuhan miselium. Suhu kemudian meningkat bertahap hingga 29,3–29,4°C pada hari ke-6 sampai ke-14, kondisi yang lebih ideal bagi perkembangan miselium. Lonjakan suhu mencapai 30,4°C pada hari ke-15 hingga ke-16 berpotensi menimbulkan stres dan menghambat pertumbuhan jamur. Selanjutnya, suhu kembali stabil di sekitar 29,5°C pada hari ke-17 hingga ke-19, yang mendukung pertumbuhan optimal. Fluktuasi suhu ini berpengaruh terhadap aktivitas miselium dan tingkat kelembaban kumbung. Menurut Riduwan et al. (2013), kisaran suhu optimal bagi pertumbuhan miselium jamur merang adalah 31,21–32,5°C.

Kelembaban Kumbung

Kelembaban kumbung adalah tingkat kelembaban udara di dalam ruang tanam jamur (kumbung) yang sangat penting untuk menunjang pertumbuhan miselium dan pembentukan tubuh buah jamur. Pengamatan kelembaban kumbung selama 19 hari dapat dilihat pada gambar 2 berikut:

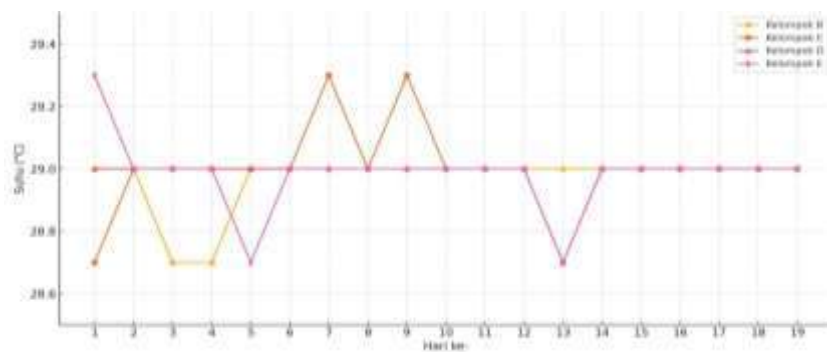


Gambar 2. Grafik kelembaban harian kumbung

Hasil pengamatan kelembaban kumbung menunjukkan pada hari 1–3 diketahui bahwa kelembaban kumbung 74.0%, cukup baik untuk fase awal pertumbuhan miselium jamur merang, pada hari 4–5 terjadi peningkatan kelembaban menjadi 75.0–75.1%, pada hari ke 16 terjadi penurunan kelembaban menjadi 73.6%, tetapi kemudian pada hari 17–19 kelembaban kumbung kembali naik ke kisaran 74.6–74.7%, faktor krusial dalam budidaya jamur yang dapat mempengaruhi pertumbuhan miselium dan pembentukan tubuh buah (jamur).

Suhu Media

Suhu Media merupakan salah satu faktor lingkungan penting yang mempengaruhi pertumbuhan miselium dan produksi tubuh buah jamur merang (*Volvariella volvacea*). Suhu media yang tidak sesuai dapat menghambat perkembangan miselium bahkan menyebabkan kontaminasi atau kegagalan pertumbuhan. Pengamatan suhu pada berbagai media jamur merang pada gambar 3 tersebut.

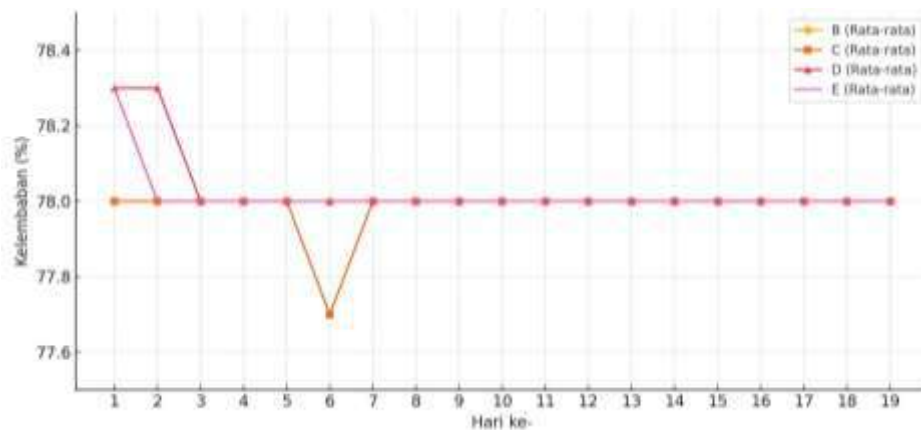


Gambar 3. Hasil pengamatan suhu pada berbagai media jamur merang

Suhu media pada seluruh perlakuan menunjukkan pola yang relatif stabil dengan variasi kecil antar kombinasi bahan. Kelompok B (Jerami + Ampas Tebu) mengalami penurunan cepat dari 29,3°C ke 28,6°C pada awal pengamatan, kemudian stabil di sekitar 28,9°C, menandakan aktivitas mikroba tinggi di awal dekomposisi. Kelompok C (Jerami + Jangkos) memiliki suhu konstan di kisaran 28,9°C, menunjukkan proses dekomposisi yang berlangsung stabil. Kelompok D (Ampas Tebu + Jangkos) menunjukkan fluktuasi tertinggi dengan kenaikan hingga 29,4°C pada pertengahan pengamatan akibat aktivitas mikroba yang intens. Adapun Kelompok E (Jerami + Jangkos + Ampas Tebu) menunjukkan kestabilan suhu terbaik di 28,9°C sepanjang periode, mengindikasikan keseimbangan dekomposisi antar bahan organik.

Kelembaban Media

Kelembaban Media merupakan salah satu faktor lingkungan penting yang mempengaruhi pertumbuhan miselium dan produksi tubuh buah jamur merang (*Volvariella volvacea*). Kelembaban media yang tidak sesuai dapat menghambat perkembangan miselium bahkan menyebabkan kontaminasi atau kegagalan pertumbuhan. Pengamatan kelembaban pada berbagai media jamur merang pada gambar 4 tersebut.



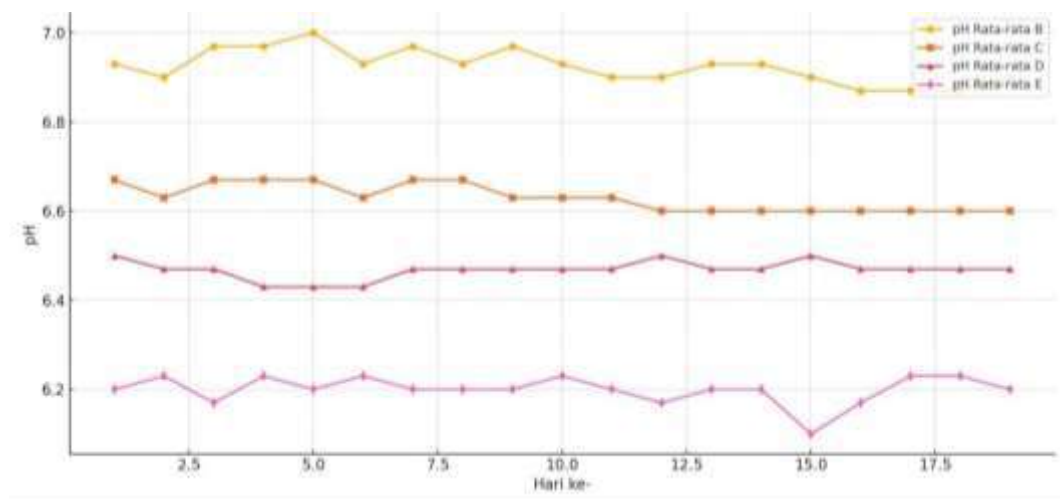
Gambar 4. Hasil pengamatan suhu pada berbagai media jamur merang

Kelembaban media menunjukkan pola stabil pada seluruh perlakuan dengan variasi kecil di awal pengamatan. Kelompok B (Jerami + Ampas Tebu) mengalami penyesuaian awal sebelum stabil di 78,0%, sedangkan Kelompok C (Jerami + Jangkos) menunjukkan kestabilan kelembaban tertinggi sejak awal. Kelompok D (Ampas Tebu + Jangkos) sempat menurun hingga 77,7% pada hari ke-6, kemungkinan akibat proses dekomposisi dan aerasi, lalu kembali stabil. Adapun Kelompok E (Jerami + Jangkos +

Ampas Tebu) sempat meningkat hingga 78,4% di awal sebelum mencapai kestabilan serupa.

pH Media

pH Media merupakan salah satu faktor lingkungan penting yang mempengaruhi pertumbuhan miselium dan produksi tubuh buah jamur merang (*Volvariella volvacea*). pH media yang tidak sesuai dapat menghambat perkembangan miselium bahkan menyebabkan kontaminasi atau kegagalan pertumbuhan. Pengamatan kelembaban pada berbagai media jamur merang pada gambar 5 tersebut.



Gambar 5. Hasil pengamatan pH pada berbagai media jamur merang

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan didapati bahwa tren perubahan pH media menunjukkan pola stabil dengan perbedaan antar perlakuan yang konsisten. Kelompok B (Jerami + Ampas Tebu) memiliki pH tertinggi dan paling netral, berkisar 6,9–7,0. Kelompok C (Jerami + Jangkos) stabil di 6,6–6,7, sedangkan Kelompok D (Ampas Tebu + Jangkos) sedikit lebih asam pada 6,4–6,5. Kelompok E (Jerami + Jangkos + Ampas Tebu) menunjukkan pH terendah, 6,1–6,2, dengan fluktuasi ringan. Secara umum, semakin kompleks kombinasi bahan organik, semakin rendah nilai pH yang dihasilkan, menunjukkan peningkatan aktivitas dekomposisi yang menciptakan kondisi lebih asam.

Hasil Pertumbuhan Tubuh Buah Jamur Merang

Pertumbuhan tubuh buah merupakan indikator utama keberhasilan proses budidaya jamur merang karena mengindikasikan efektivitas media dalam mendukung fase

reproduktif jamur. Jumlah tubuh buah pada setiap perlakuan diamati secara berkala dan rekap berdasarkan jumlah tubuh buah jamur yang tumbuh per satuan hari pengamatan. Data hasil pengamatan tersebut disajikan pada Tabel 1. Hasil Pengamatan Jumlah Tubuh Buah Jamur Merang, yang menjadi dasar dalam menilai perbedaan performa antara perlakuan.

Tabel 1. Hasil Pengamatan Jumlah Tubuh Buah Jamur Merang

Ulangan	Jumlah Tubuh Buah (cm)					Rata-Rata
	15	16	17	18	19	
B1	-	1	2	4	-	2
B2	-	-		2	-	2
B3	-	-	-	2	4	3
C1	-	-	-	-	2	2
C2	-	-	-	-	2	2
C3	-	-	-	-	1	1
D1	-	-	-	-	-	0
D2	-	-	2	4	-	3
D3	-	-	-	-	-	0
E1	-	-	4	6	-	5
E2	-	-	1	3	-	2
E3	-	-	-	1	4	3

Berdasarkan tabel hasil pengamatan jumlah tubuh buah tersebut menunjukkan bahwa jumlah tubuh buah bervariasi antar perlakuan dan ulangan. Kelompok E menghasilkan rata-rata tertinggi (2–5), dengan E1 sebagai ulangan terbaik (rata-rata 5). Kelompok B dan C menunjukkan hasil relatif stabil (rata-rata 2–3), sedangkan kelompok D cenderung rendah dengan beberapa ulangan tidak membentuk tubuh buah. Secara umum, peningkatan jumlah tubuh buah lebih dominan pada hari ke-17 dan ke-18 yang menunjukkan fase optimal pembentukan tubuh buah pada kondisi tersebut.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa suhu media pada seluruh perlakuan relatif stabil dengan variasi kecil antar kombinasi bahan organik. Kombinasi jerami + ampas tebu (Kelompok B) mengalami penurunan cepat dari $\pm 29,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ke $28,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada awal pengamatan dan kemudian stabil di sekitar $28,9\text{ }^{\circ}\text{C}$, yang mengindikasikan bahwa aktivitas mikroba dalam media ini cukup intens pada fase awal dekomposisi. Sebaliknya, kombinasi

jerami + jangkos (Kelompok C) mempertahankan suhu konstan di kisaran 28,9 °C sepanjang periode, menunjukkan bahwa proses dekomposisi dan mikroflora media berlangsung dengan kestabilan tinggi. Kombinasi ampas tebu + jangkos (Kelompok D) memperlihatkan fluktuasi suhu tertinggi dengan puncak hingga $\pm 29,4$ °C pada pertengahan pengamatan, yang kemungkinan mengindikasikan lonjakan aktivitas mikroba dalam fase aktif dekomposisi. Sementara itu, kombinasi jerami + jangkos + ampas tebu (Kelompok E) menunjukkan kestabilan suhu terbaik, sekitar 28,9 °C sepanjang periode, yang dapat mengindikasikan bahwa keseimbangan bahan organik dalam media menciptakan kondisi mikroklimat yang lebih terkendali. Kondisi suhu yang relatif stabil ini selaras dengan literatur yang menyebut bahwa *V. volvacea* tumbuh optimal dalam kisaran 28-34 °C selama pertumbuhan miselium dan pembentukan tubuh buah. (Zhao *et al.*, 2023; Li *et al.*, 2022) serta bahwa suhu dan mikroklimat media secara langsung berpengaruh pada produktivitas jamur (Liu *et al.*, 2024).

Kelembaban media yang diamati juga memperkuat interpretasi terhadap pengaruh komposisi limbah terhadap kondisi budidaya. Secara umum, seluruh perlakuan menunjukkan pola kelembaban yang stabil dengan variabilitas kecil di fase awal pengamatan. Media Kelompok B mengawali penyesuaian kelembaban sebelum mencapai kestabilan di sekitar 78,0 %, sementara Kelompok C menunjukkan kestabilan tertinggi sejak awal. Kelompok D sempat mengalami penurunan kelembaban hingga sekitar 77,7 % pada hari ke-6, kemungkinan akibat pelepasan kelembaban dari media dan perubahan aerasi, sebelum kembali stabil. Kelompok E sempat menunjukkan puncak kelembaban 78,4 % pada hari kedua, lalu selanjutnya stabil di kisaran yang serupa. Kelembaban media yang stabil sangat penting untuk mendukung pembentukan tubuh buah pada jamur tropis seperti *V. volvacea*, di mana kondisi kelembaban yang optimal di kisaran 75-90 % telah diidentifikasi sebagai syarat pertumbuhan yang efisien (Thiribhuvanamala *et al.*, 2012; Reddy *et al.*, 2022). Dengan demikian, hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi limbah pertanian yang tepat dapat menciptakan kondisi kelembaban mikro-lingkungan yang mendukung pembentukan tubuh buah.

Analisis pH media memperlihatkan bahwa kombinasi limbah mempunyai pengaruh konsisten terhadap keasaman lingkungan budidaya. Kelompok B (jerami + ampas tebu) menunjukkan nilai pH tertinggi (kedekatan netral) yaitu sekitar 6,9-7,0, yang cenderung mendukung aktivitas mikroba dekomposisi dan pertumbuhan miselium. Kelompok C (jerami + jangkos) stabil di kisaran 6,6-6,7, sedangkan Kelompok D (ampas

tebu + jangkos) lebih asam (kisaran 6,4-6,5). Kelompok E (jerami + jangkos + ampas tebu) menunjukkan nilai pH terendah yaitu 6,1-6,2 beserta sedikit fluktuasi. Pola ini mengindikasikan bahwa semakin kompleks kombinasi bahan organik pada media, semakin rendah nilai pH yang dihasilkan, yang dapat menunjukkan peningkatan aktivitas dekomposisi bahan organik dan pelepasan asam organik dalam media. Literatur mengenai *V. volvacea* juga menunjukkan bahwa pH awal optimal untuk miselium dan pertumbuhan tubuh buah berkisar di sekitar pH 6-7 (Lignocellulolytic Enzymes Produced by *V. volvacea*, 2005). Oleh karena itu, hasil ini mendukung hipotesis bahwa komposisi limbah pertanian mempengaruhi parameter lingkungan budidaya (suhu, kelembaban, pH), yang selanjutnya berdampak pada tahap pembentukan tubuh buah jamur.

Dari sisi produktivitas tubuh buah, pengamatan jumlah tubuh buah jamur merang menunjukkan variasi antar perlakuan yang bermakna dan selaras dengan pengaruh kondisi mikro-lingkungan yang tercipta oleh kombinasi limbah. Kelompok E menghasilkan rata-rata jumlah tubuh buah tertinggi (2-5 buah, dengan ulangan tertinggi mencapai 5), sedangkan Kelompok C dan D menghasilkan jumlah yang lebih rendah dan cenderung stabil, dan beberapa ulangan pada Kelompok D bahkan tidak membentuk tubuh buah sama sekali. Secara umum, peningkatan jumlah tubuh buah lebih dominan muncul pada hari ke-17 hingga ke-18, yang mengindikasikan bahwa fase optimal pembentukan tubuh buah dicapai ketika kondisi suhu, kelembaban, dan pH media telah memasuki status stabil. Hal ini konsisten dengan penelitian yang menyatakan bahwa suhu, kelembaban dan kondisi iklim lain berpengaruh signifikan terhadap hasil produksi *V. volvacea* (Mukherjee *et al.*, 2024). Dengan demikian, hasil ini secara langsung mendukung tujuan penelitian yaitu untuk menganalisis pengaruh kombinasi limbah pertanian terhadap parameter lingkungan budidaya dan pembentukan tubuh buah jamur merang, yang menunjukkan bahwa media berbasis limbah pertanian yang mampu menciptakan kondisi suhu, kelembaban, dan pH yang stabil dapat meningkatkan produksi tubuh buah jamur merang.

Hasil Uji Laboratorium Jamur Merang

Tabel 2. Hasil Uji Laboratorium Jamur Merang

No	Kelompok	Air (%)	Abu (%)	Protein (%)	Lemak (%)
1	B	91,5	1,7	4,2	0,8
2	C	91,7	1,7	4,9	1,4
3	D	91,4	1,7	3,4	0,7
4	E	91,4	1,7	3,8	0,6

Kadar air jamur merang hasil penelitian ini berkisar antara 91,4–91,7 %, menunjukkan bahwa tubuh buah *Volvariella volvacea* memiliki karakteristik segar dengan kandungan air yang sangat tinggi. Kondisi ini sejalan dengan temuan Mohd-Aris & Amir (2024) yang menjelaskan bahwa jamur merang secara alami memiliki kadar air tinggi, sehingga berpotensi menjadi bahan pangan ringan dan mudah dicerna. Dalam konteks ketahanan pangan, karakteristik tersebut bukan merupakan kelemahan, melainkan keunggulan karena jamur ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber pangan segar dengan nilai gizi yang baik dan potensi pengolahan yang luas.

Kandungan protein jamur merang pada penelitian ini berkisar antara 3,4–4,9 % (berat basah). Walaupun nilainya relatif rendah jika dibandingkan dengan berat kering, hasil ini tetap menunjukkan bahwa jamur merang merupakan sumber protein nabati potensial. Hasil ini sejalan dengan penelitian Ahlawat *et al.* (2011) yang melaporkan bahwa kandungan protein *V. volvacea* dapat mencapai 38 % pada basis berat kering, serta studi lain oleh Zhao *et al.* (2024) yang menunjukkan rata-rata 31,3 g/100 g bahan kering pada spesies yang sama. Perbedaan kandungan protein ini dapat disebabkan oleh kondisi lingkungan, media tanam, dan metode pengeringan yang digunakan. Dengan demikian, kombinasi berbagai jenis limbah pertanian seperti jerami, TKKS, dan ampas tebu dalam penelitian ini tetap mampu menghasilkan jamur dengan nilai protein yang kompetitif dan layak konsumsi.

Sementara itu, kandungan lemak yang relatif rendah, yaitu 0,6–1,4 %, memperkuat karakter jamur merang sebagai bahan pangan sehat dan rendah lemak. Temuan ini konsisten dengan penelitian oleh Rahman *et al.* (2023) yang menyebutkan bahwa *V. volvacea* memiliki kadar lemak rendah dibandingkan dengan sumber protein nabati lainnya, sehingga cocok untuk diet rendah lemak dan program pangan fungsional.

Kandungan abu sebesar 1,7 % menunjukkan bahwa media berbasis limbah pertanian mampu menghasilkan tubuh buah dengan kandungan mineral yang seimbang. Hasil ini mendukung laporan Liu *et al.* (2024) yang menemukan bahwa *V. volvacea* mengandung berbagai mineral penting seperti kalium (K), magnesium (Mg), fosfor (P), dan seng (Zn) yang berperan penting dalam nilai gizi jamur.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah pertanian sebagai media tanam dapat menghasilkan jamur merang dengan karakteristik kimia yang baik, meliputi kadar air tinggi, protein cukup, lemak rendah, dan kandungan mineral yang memadai. Dengan demikian, pendekatan ini tidak hanya berkontribusi terhadap diversifikasi pangan bergizi tetapi juga mendukung prinsip pertanian sirkular yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi berbagai jenis limbah pertanian seperti jerami, tandan kosong kelapa sawit, dan ampas tebu berpengaruh terhadap parameter lingkungan budidaya jamur merang (*Volvariella volvacea*), terutama suhu, kelembaban, dan pH media. Kombinasi jerami, ampas tebu, dan TKKS (Kelompok E) menghasilkan rata rata pertumbuhan jamur merang tertinggi (2–5), dengan E1 sebagai ulangan terbaik (rata-rata 5). Kesesuaian kondisi lingkungan tumbuh dan kesesuaian kombinasi media Kelompok E berdasarkan kestabilan suhu 28,9°C sepanjang periode dengan pH netral (6,1–6,4) dan kelembaban media stabil pada 77,7–78,4% berpengaruh signifikan terhadap hasil pertumbuhan jamur merang. Uji laboratorium menunjukkan bahwa jamur merang hasil budidaya memiliki standar gizi jamur pangan yang baik. Dengan demikian, pemanfaatan limbah pertanian sebagai media tanam tidak hanya meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya tetapi juga mendukung prinsip pertanian berkelanjutan serta ketahanan pangan nasional. Penelitian lanjutan disarankan untuk menguji skala produksi dan pengaruhnya terhadap kualitas nutrisi pada berbagai variasi rasio bahan limbah.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahlawat, O. P., Gupta, P., Kumar, S., & Dhar, B. L. (2011). Evaluation of different substrates for the cultivation of *Volvariella volvacea* (paddy straw mushroom). *Mushroom Research*, 20(2), 83–87.
<https://epubs.icar.org.in/index.php/MR/article/view/62565>

- Akinyele, B. J., & Adetuyi, F. C. (2005). Effect of agrowastes, pH and temperature variation on the growth of *Volvariella volvacea*. *African Journal of Biotechnology*, 4(12), 1390–1395.
- Chen, X., Li, Y., Chen, Q., & others. (2019). Characteristics analysis reveals the progress of *Volvariella volvacea*—A typical edible Basidiomycete with a high-temperature tolerance. *Frontiers in Microbiology*, 10, 2045. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.02045>
- Handayani, F., Mukhtar, H., Prastiwi, A. P., Suryanti, A. A., Fitriani, A., Chan, R., ... & Firdaus, R. (2024). Pembudidayaan jamur merang menggunakan media janjang kosong kelapa sawit di Desa Bukit Lingkar. *Jurnal PkM (Pengabdian kepada Masyarakat)*, 7(4), 438–443.
- Kumar, N. K., Krishnamoorthy, A. S., & Akannon, A. K. (2016). Influence of temperature and pH on mycelial growth and chlamydospore production of paddy straw mushroom (*Volvariella volvacea* (Bull. ex Fr.) Sing.). *The Journal of Research ANGRAU*, 44(1–2), 1–7.
- Liu, H., Zhang, J., Wang, Y., & Li, X. (2024). Nutritional composition and mineral content of edible mushrooms cultivated on agricultural residues. *Foods*, 14(6), 1074. <https://doi.org/10.3390/foods14061074>
- Liu, Z., Wang, J., Kang, L., Peng, Y., Ye, L., Zhou, H., & Liu, M. (2024). Exploring the influence of culture environment on the yield of *Volvariella volvacea* based on microbiomics. *Horticulturae*, 10(3), 204. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10030204>
- Makkiyah, F. A., & Wahyuningsih, S. (2024). Pembuatan kaldu jamur merang (*Volvariella volvacea*). *IKRA-ITH Abdimas*, 8(3), 134–138.
- Mohd-Aris, N. S., & Amir, N. (2024). Physicochemical and nutritional properties of *Volvariella volvacea* cultivated on various agro-waste substrates. *Journal of Food Composition and Analysis*, 125, 105726. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2024.105726>
- Rahman, M. M., Roslan, N. A., & Ismail, A. (2023). Proximate composition and nutritional evaluation of *Volvariella volvacea* cultivated using sustainable substrates. *International Journal of Food Science*, 2023, Article 100174. <https://doi.org/10.1155/2023/100174>
- Rumawas, V. V., Nayoan, H., & Kumayas, N. (2021). Peran pemerintah dalam mewujudkan ketahanan pangan di Kabupaten Minahasa Selatan (Studi Dinas Ketahanan Pangan Minahasa Selatan). *Governance*, 1(1).
- Thiribhuvanamala, G., Krishnamoorthy, S., Manoranjitham, K., Prakasam, V., & Krishnan, S. (2012). Improved techniques to enhance the yield of paddy straw mushroom (*Volvariella volvacea*) for commercial cultivation. *African Journal of Biotechnology*, 11, 12740–12748.

Zhao, L., Chen, R., & Sun, X. (2024). Comparative nutritional evaluation of *Volvariella volvacea* grown in different regions of China. *Foods*, 13(4), 592.
<https://doi.org/10.3390/foods13040592>

Analisis Spasial Tingkat Kerawanan Banjir Menggunakan Sistem Informasi Geografis di Kecamatan Dolo Selatan Kabupaten Sigi

Jesika T. Kotambunan^{1*}, Hamzari¹, Rhamdhani Fitrah Baharuddin¹, Adam Malik¹, Ida Arianingsih¹, Arman Maiwa¹

¹Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Tadulako
Email: jesika07072003@gmail.com

Abstrak

Banjir merupakan salah satu bencana hidrometeorologi yang sering terjadi di Indonesia akibat curah hujan tinggi, perubahan penggunaan lahan, dan kondisi topografi yang kompleks. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kerawanan banjir di Kecamatan Dolo Selatan, Kabupaten Sigi, menggunakan pendekatan Sistem Informasi Geografis (SIG). Parameter yang digunakan meliputi peta curah hujan, peta jenis tanah, peta penggunaan lahan, peta kemiringan lereng, dan peta jarak dari sungai. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini meliputi skoring dan pembobotan pada masing-masing parameter kemudian dilakukan overlay yang menghasilkan peta tingkat kerawanan banjir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Kecamatan Dolo Selatan terdiri atas tiga kelas kerawanan, yaitu tidak rawan seluas 52.024,23 ha, cukup rawan seluas 6.092,98 ha, dan sangat rawan seluas 327,57 ha. Zona sangat rawan umumnya berada di dataran rendah dekat sungai dengan penggunaan lahan permukiman dan jenis tanah berinfiltrasi rendah, yang menunjukkan potensi besar terhadap kerusakan lahan perkebunan. Secara umum, wilayah Kecamatan Dolo Selatan tergolong aman dari ancaman banjir, namun area berisiko tinggi tetap perlu menjadi prioritas mitigasi dan pengendalian banjir demi melindungi keberlanjutan perkebunan.

Kata kunci: Bobot, Kerawanan banjir, Skoring, *Overlay*, Sistem informasi geografis

Abstract

Flooding is one of the hydrometeorological disasters that frequently occurs in Indonesia due to high rainfall, changes in land use, and complex topographic conditions. This study aims to analyze the level of flood vulnerability in Dolo Selatan District, Sigi Regency, using a Geographic Information System (GIS) approach. The parameters used include rainfall maps, soil type maps, land use maps, slope maps, and distance maps from rivers. The research method used in this study includes scoring and weighting for each parameter, then overlaying them to produce a flood vulnerability map. The results show that Dolo Selatan District consists of three vulnerability classes, namely not vulnerable covering an area of 52,024.23 ha, moderately vulnerable covering an area of 6,092.98 ha, and very vulnerable covering an area of 327.57 ha. The very vulnerable zone is generally located in lowlands near rivers with residential land use and low infiltration soil types, which indicate a high potential for damage to plantation land. In general, the Dolo Selatan District area is considered safe from the threat of flooding, but high-risk areas still need to be prioritized for flood mitigation and control to protect the sustainability of plantations.

Keywords: Weighting, Flood vulnerability, Scoring, Overlay, Geographic information systems

PENDAHULUAN

Secara nasional, Indonesia termasuk dalam negara dengan tingkat kerentanan bencana yang tinggi akibat kondisi geografisnya yang berada di pertemuan tiga lempeng besar dunia serta memiliki iklim tropis dengan dua musim yang kontras (Hasan, 2015). Indonesia merupakan negara besar yang memiliki banyak pulau dan lautan. Lautan yang berada di wilayah Indonesia dapat memberikan efek terhadap global warming dan perubahan iklim. Indonesia juga sudah mengalami perubahan yang terjadi karena kebutuhan manusia dan gaya hidup yang serba instan. Aktivitas dan gaya hidup merusak lingkungan yang dilakukan oleh manusia dapat mengakibatkan peningkatan suhu (Ainurrohmah & Sudarti, 2022).

Perubahan iklim global yang ditandai dengan peningkatan suhu bumi dan intensitas curah hujan ekstrem telah menyebabkan meningkatnya frekuensi kejadian bencana hidrometeorologi, termasuk banjir di berbagai belahan dunia. Fenomena ini berdampak signifikan terhadap degradasi lingkungan dan penurunan kualitas sumber daya alam, terutama di negara-negara tropis yang memiliki curah hujan tinggi dan kondisi topografi yang kompleks termasuk daerah-daerah yang ada di wilayah Indonesia (Pahleviannur, 2019)

Menurut Data Informasi Bencana Indonesia (DIBI) pada tahun 2021 terjadi sebanyak 2031 bencana di Indonesia, dan sebanyak 724 merupakan banjir. Di Sulawesi Tengah sendiri terjadi 8 kali bencana banjir (Hasanah, 2022). Kejadian banjir mengakibatkan kerugian ekonomi, kerusakan infrastruktur, serta korban jiwa. Aktivitas antropogenik seperti alih fungsi lahan, degradasi daerah resapan air, dan sistem drainase yang buruk memperparah dampak banjir di wilayah perkotaan maupun pedesaan (Arif, 2019; Hedyanti *et al.*, 2022).

Wilayah Dolo Selatan termasuk salah satu wilayah di Kabupaten Sigi yang sering mengalami berbagai bencana. Kejadian banjir dan tanah longsor di Kabupaten Sigi, Provinsi Sulawesi Tengah, seringkali dipicu akibat hujan dengan intensitas tinggi mengakibatkan meluapnya aliran sungai dengan membawa material lumpur dan kayu hingga ke pemukiman warga dan perkebunan longsor di beberapa titik. Pemerintah Kabupaten Sigi telah seringkali mengimbau kepada masyarakat untuk tetap waspada terhadap potensi kemungkinan terjadinya banjir di musim penghujan, sebagai upaya mengurangi risiko dan dampak bencana alam tersebut (Malik, 2024). Sehingga, diperlukan

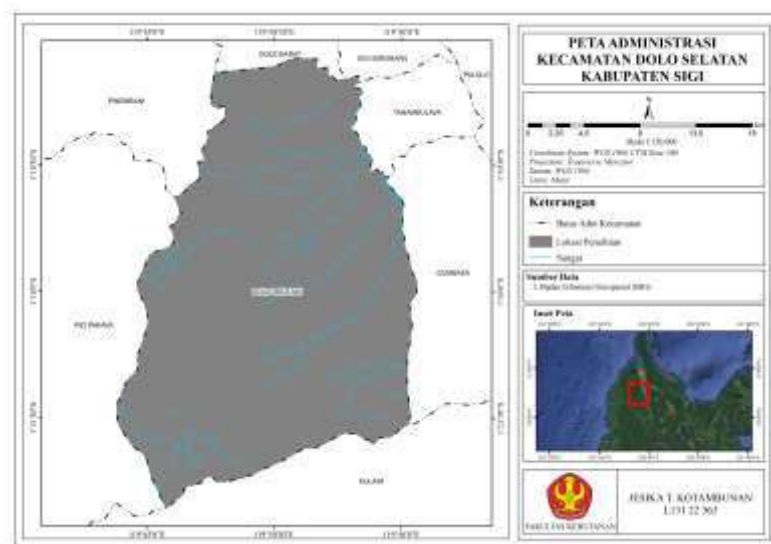
pendekatan ilmiah berbasis spasial untuk memetakan tingkat kerawanan banjir sebagai dasar mitigasi dan perencanaan tata ruang yang berkelanjutan.

Meskipun penelitian-penelitian sebelumnya seperti oleh Lasini (2023) dan Rakuasa & Latue (2023) telah mengkaji tingkat kerentanan banjir menggunakan metode spasial di wilayah lain, belum ada kajian tingkat kerawanan banjir di Kecamatan Dolo Selatan. Pemahaman mendalam mengenai distribusi spasial faktor-faktor resiko banjir sangat krusial untuk merancang strategi mitigasi yang efektif dan perlindungan yang optimal bagi lahan perkebunan. Oleh karena itu, analisis kerawanan banjir dengan pendekatan Sistem Informasi Geografis (SIG) yang menyeluruh menjadi sangat penting.

Hal ini menjadi dasar penting untuk melakukan analisis kerawanan banjir dengan pendekatan Sistem Informasi Geografis (SIG) yang lebih komprehensif. Berdasarkan masalah diatas tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis tingkat kerawanan banjir di Kecamatan Dolo Selatan, Kabupaten Sigi, menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG).

METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus sampai bulan Oktober 2025 di Kecamatan Dolo Selatan, Kabupaten Sigi.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi peta batas administrasi kecamatan diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG), peta curah hujan yang diperoleh dari *Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station (CHIRPS)*, citra

sentinel 2A diperoleh dari *Copernicus*, peta jenis tanah, peta kemiringan lereng, dan peta jaringan sungai yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG). Alat yang digunakan untuk proses pengolahan dan analisis data dalam penelitian ini adalah *Microsoft Office 2021* dan ArcGIS 10.8.

Analisis data menggunakan teknik skoring dan pembobotan pada setiap parameter kemudian dioverlay. Penentuan skor dan bobot bersifat *expertise judgment* yaitu mengambil pendapat para ahli atau penelitian sebelumnya (Rakuasa, et al., 2022). Parameter penelitian ini terdiri dari curah hujan, jenis tanah, penggunaan lahan, kemiringan lereng dan jarak dari sungai atau *buffer* sungai. Skor dan bobot untuk setiap parameter dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Kerawanan Banjir

No	Variabel	Klasifikasi	Skor	Bobot
1	Curah Hujan	2001-2500 mm/tahun	1	0,15
		2501-3000 mm/tahun	2	
		3001-3500 mm/tahun	3	
		>3501 mm/tahun	4	
2	Jenis Tanah	Regosol, Litosol, Organosol, Renzina	1	0,10
		Andosol, Laterik Grumosol, Podsol, Podsollic	2	
		Tanah Hutan Coklat, Tanah Mediteran	3	
		Latosol	4	
3	Penggunaan Lahan	Aluvial, Palnosol, Hidromorf, Kelabu, Laterik Hutan	5	0,25
		Semak Belukar/Kebun Campuran	1	
		Tegalan/Perkebunan	2	
		Permukiman/Sawah	3	
4	Kemiringan Lereng	Lahan Terbuka/Badan Air/Tambak	4	0,25
		>40%	5	
		>25-40%	1	
		>15-25%	2	
5	Jarak Dari Sungai	>8-15%	3	0,25
		0-8%	4	
		250-500 m	5	
		100-250 m	1	
		50-100 m	2	0,25
		0-50 m	3	
			4	

Sumber : Darmawan *et al.* (2017); Seprianto *et al.* (2024); Suni *et al.* (2023)

Analisis Tingkat kerawanan banjir dilakukan untuk menentukan tingkat kerawanan banjir pada Kecamatan Dolo Selatan Kabupaten Sigi. Nilai kerawanan banjir dihitung dengan menjumlahkan semua nilai hasil dari perkalian skor dan bobot semua parameter (Aldiansyah *et al.*, 2023).

Berikut ini merupakan formula yang digunakan dalam menentukan kelas Kerawanan Banjir (Seprianto *et al.*, 2024).

$$(0,15 \times CH) + (0,10 \times JT) + (0,25 \times PL) + (0,25 \times KL) + (0,25 \times JS)$$

Keterangan:

CH = Curah Hujan

JT = Jenis Tanah

PL = Penggunaan Lahan

KL = Kemiringan Lereng

JS = Jarak dari Sungai

Penentuan interval kelas dilakukan untuk membedakan kelas kerawanan banjir antara yang satu dengan yang lainnya. Rumus yang digunakan untuk membuat kelas interval yaitu (Wismarini & Sukur Muji, 2015):

$$Ki = \frac{Xt - Xr}{k}$$

Keterangan:

Ki = Kelas Interval

Xt = Data Tertinggi

Xr = Data Terendah

k = Jumlah Kelas yang diinginkan.

Tingkat kerawanan banjir terbagi atas 3 kelas. Pembagian tingkat kerawanan banjir dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Tingkat Kerawanan Banjir

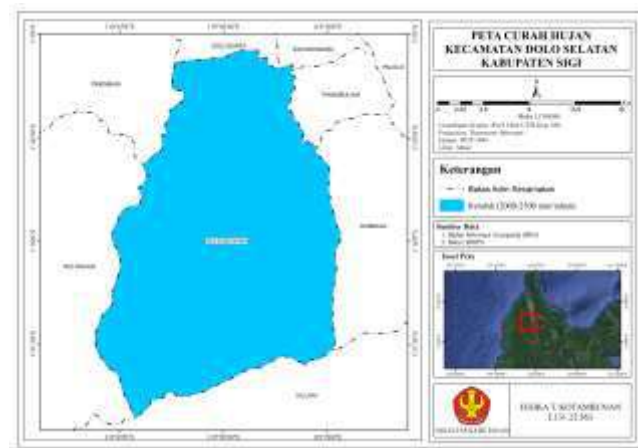
No	Kelas Kerawanan	Nilai Kerawanan
1	Tidak Rawan	1-2,2
2	Cukup Rawan	2,3-3,4
3	Sangat Rawan	3,5-4,6

Sumber: Pryastuti (2021)

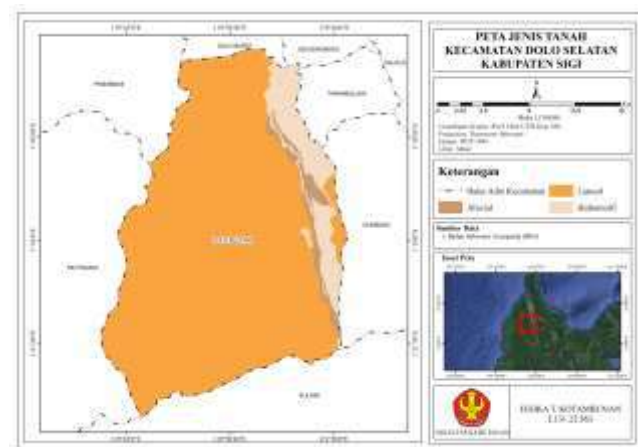
HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Kerawanan Banjir

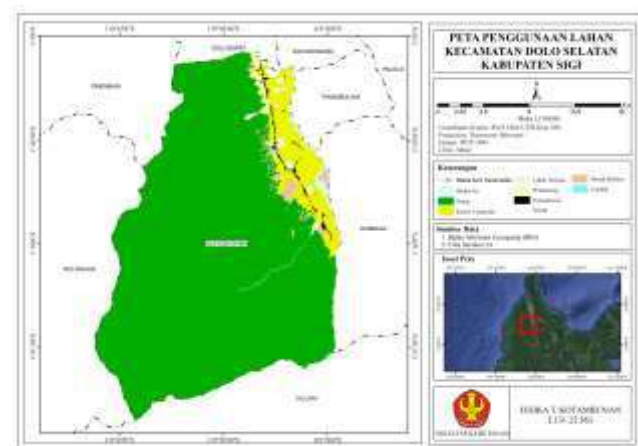
Tingkat kerawanan banjir di Kecamatan Dolo Selatan merupakan hasil dari penggabungan berbagai parameter. Parameter tersebut adalah curah hujan, jenis tanah, penggunaan lahan, kemiringan lereng, dan jarak dari sungai yang masing-masing memiliki pengaruh dalam terjadinya banjir (Seprianto *et al.*, 2024).



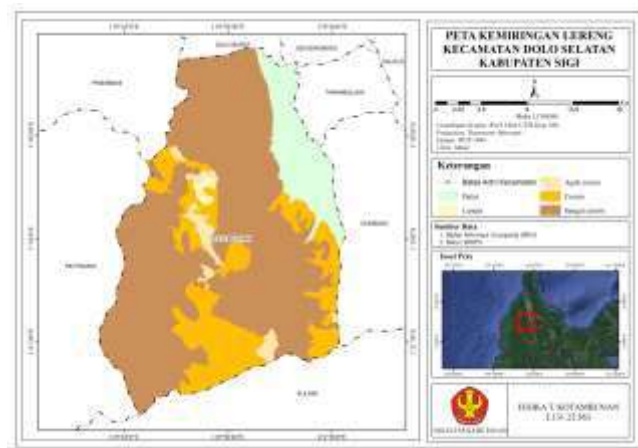
Gambar 2. Peta curah hujan



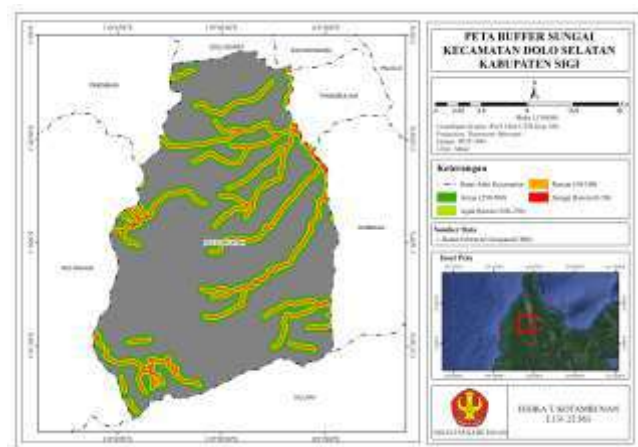
Gambar 3. Peta jenis tanah



Gambar 4. Peta penggunaan lahan



Gambar 5. Peta kemiringan lereng



Gambar 6. Peta buffer sungai

Curah hujan merupakan salah satu faktor penyebab banjir. Berdasarkan hasil pengolahan data CHIRPS pada Gambar 2, curah hujan rata-rata di Kecamatan Dolo Selatan berkisar antara 2.000–2.500 mm/tahun, yang dikategorikan sebagai curah hujan rendah. Sebaran curah hujan menunjukkan bahwa hampir seluruh wilayah memiliki nilai yang relatif seragam. Dengan bobot 0,15 dan skor 1 untuk kategori rendah, parameter ini memberikan kontribusi kecil terhadap peningkatan risiko banjir. Namun demikian, menurut Telianda (2022) curah hujan tetap berperan sebagai pemicu awal genangan air terutama pada daerah dengan penggunaan lahan terbuka atau sistem drainase yang buruk.

Jenis tanah merupakan faktor penting dalam menentukan wilayah yang berpotensi mengalami banjir karena berpengaruh langsung terhadap kemampuan tanah menyerap air (infiltrasi) (Putra *et al.*, 2024). Pada Gambar 3 jenis tanah di Kecamatan Dolo Selatan didominasi oleh tanah Latosol dan Aluvial. Berdasarkan hasil analisis peta tanah, jenis

tanah Latosol mencakup sekitar 70% wilayah penelitian dan memiliki tingkat infiltrasi cukup baik sehingga relatif tidak mudah menimbulkan genangan. Sementara itu, tanah Aluvial dan hidromorf ditemukan di area dataran rendah dekat sungai dan memiliki tingkat infiltrasi rendah, sehingga berpotensi meningkatkan limpasan permukaan.

Penggunaan lahan diartikan sebagai bentuk intervensi (campur tangan) manusia terhadap lahan dalam rangka memenuhi kebutuhan hidup (Seprianto *et al.*, 2024). Hasil klasifikasi citra Sentinel-2A tahun 2024 pada Gambar 4 menunjukkan bahwa penggunaan lahan di Kecamatan Dolo Selatan didominasi oleh kawasan hutan seluas 51.801,33 hektar. Jenis penggunaan lahan lainnya mencakup perkebunan (546,01 ha), kebun campuran (4.242,36 ha), sawah (320,85 ha), badan air (483,96 ha), permukiman (289,89 ha), tambak (11,96 ha), lahan terbuka (72,22 ha) dan semak belukar (675,20 ha). Kemiringan lereng merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat kerawanan banjir disuatu wilayah (Natannael *et al.*, 2024). Pada gambar 5 sebagian besar wilayah Kecamatan Dolo Selatan didominasi oleh kelas kemiringan lereng curam dan sangat curam. Area datar/landai hanya terdapat di sebagian kecil timur laut.

Jarak dari sungai dilakukan untuk mengetahui sejauh mana area di sekitar aliran sungai berpotensi terdampak oleh luapan air. Jarak dari sungai dianalisis menggunakan teknik *buffering* pada peta jaringan sungai. Buffer adalah batas dengan jarak – jarak tertentu yang dibuat mengelilingi suatu titik, garis, atau poligon (Hasan, 2015). Hasil analisis pada Gambar 6 menunjukkan bahwa area dalam radius 0–50 meter dari sungai (zona sangat rawan) mencakup sekitar 5,3% dari total wilayah. Zona ini umumnya digunakan untuk permukiman dan perkebunan lahan basah, yang rentan terhadap luapan air sungai. Sementara itu, area dengan jarak lebih dari 250 meter tergolong aman dari banjir.

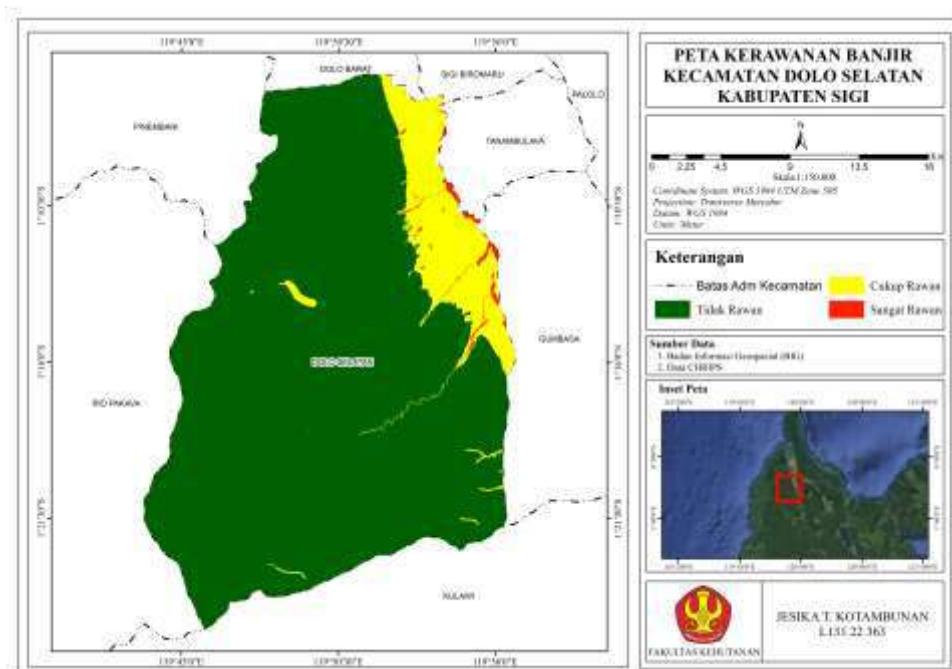
Analisis Tingkat Kerawanan Banjir

Analisis tingkat kerawanan banjir dilakukan dengan mengoverlay semua parameter yang telah diberi skoring dan pembobotan (Hasan, 2015). Tahapan selanjutnya dari analisis yang dilakukan yaitu menghasilkan sebuah peta tingkat kerawanan banjir pada Kecamatan Dolo Selatan kabupaten Sigi. Berdasarkan hasil penelitian, zona tidak rawan banjir mendominasi dengan luas 52.024,23 hektar, mencakup sebagian besar wilayah kecamatan ini. Dominasi ini terutama disebabkan oleh karakteristik geografis yang mendukung seperti kemiringan lereng yang curam hingga sangat curam, penggunaan lahan mayoritas hutan, jenis tanah latosol yang memiliki infiltrasi cukup baik, serta jarak

yang relatif aman dari sungai. Kondisi ini secara alami berfungsi sebagai daerah resapan dan penyangga yang efektif, meminimalkan potensi genangan (Rakuasa *et al.*, 2022).

Zona cukup rawan banjir mencakup area seluas 6.092,98 hektar. Zona ini umumnya ditemukan di daerah perbukitan yang lebih rendah atau lembah yang tidak langsung berbatasan dengan sungai utama. Karakteristiknya dicirikan oleh penggunaan lahan yang lebih bervariasi, termasuk perkebunan, kebun campuran, sawah, dan sebagian kecil permukiman, serta jarak yang agak jauh dari sungai. Kemiringan lereng di area ini juga bervariasi. Kombinasi faktor-faktor ini menciptakan kondisi di mana potensi genangan air cukup ada, namun dalam skala yang masih dapat dikelola melalui penataan ruang yang baik dan pemeliharaan sistem drainase (Rakuasa *et al.*, 2022).

Zona sangat rawan banjir, yang memiliki luas 327,57 hektar. Wilayah ini secara spasial tersebar di sepanjang bantaran sungai utama dan dataran rendah yang berdekatan dengan aliran sungai. Tingginya kerawanan di area ini mengindikasikan potensi besar terhadap kerusakan lahan perkebunan, serta ancaman langsung terhadap permukiman. Hal ini sejalan dengan temuan penelitian Darmawan *et al.* (2017) dan Seprianto *et al.* (2024) yang menyatakan bahwa kombinasi penggunaan lahan yang minim vegetasi, jenis tanah yang mudah jenuh, dan kedekatan dengan sungai merupakan pemicu utama banjir. Secara spasial peta kerawanan banjir di Kecamatan Dolo Selatan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Peta tingkat kerawanan banjir Kecamatan Dolo Selatan

Berdasarkan Gambar 7 dapat dilihat bahwa secara keseluruhan, analisis luasan dan sebaran spasial kerawanan banjir di Kecamatan Dolo Selatan menunjukkan bahwa meskipun sebagian besar wilayah tergolong aman, zona sangat rawan di area dekat sungai dan dataran rendah memerlukan perhatian prioritas dalam upaya mitigasi bencana.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis spasial dan pemetaan tingkat kerawanan banjir di Kecamatan Dolo Selatan, Kabupaten Sigi, yang dilakukan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan pendekatan overlay berbasis skoring dan pembobotan, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar wilayah kecamatan tergolong zona tidak rawan banjir dengan luasan sebesar 52.024,23 hektar. Zona cukup rawan banjir mencakup area seluas 6.092,98 hektar dan zona sangat rawan banjir memiliki luasan sebesar 327,57 hektar. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengintegrasikan aspek sosial-ekonomi dan persepsi masyarakat terhadap risiko banjir. Hal ini penting agar strategi adaptasi banjir di masa depan dapat dirancang secara lebih menyeluruh dan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang tulus penulis sampaikan kepada Dr. Ir. Hamzari, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Rhamdhani Fitrah Baharuddin, S.Hut., M.P. selaku Dosen Pembimbing Anggota, yang telah dengan sabar memberikan arahan, bimbingan ilmiah, serta masukan berharga sejak tahap awal penyusunan hingga penyelesaian penelitian ini. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Fakultas Kehutanan Universitas Tadulako atas dukungan fasilitas, sumber daya, dan lingkungan akademik yang kondusif dalam pelaksanaan penelitian ini. Dukungan administrasi, akses data, serta arahan dari pihak fakultas sangat membantu penulis dalam mengumpulkan dan mengolah data yang dibutuhkan. Ucapan terima kasih juga penulis tujukan kepada Unit Pengelola Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) Fakultas Kehutanan Universitas Tadulako atas kesempatan dan dukungan yang diberikan selama kegiatan penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainurrohman, S., & Sudarti, S. (2022). Analisis perubahan iklim dan global warming yang terjadi sebagai fase kritis. *Phi: Jurnal Pendidikan Fisika dan Terapan*, 8(1), 1-10.
- Aldiansyah, S., Ningsih, D. S. W., & Saputra, R. A. (2023). Evaluation of Regional Spatial Development on Landslide and Flood Prone with Actual Site Conditions in Kendari City. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, 11(1), 92–107.
- Arif, M. (2019). Analisis Wilayah Berpotensi Banjir Daerah Sumatera Barat Untuk

- Pelaksanaan Pembelajaran Geografi Berorientasi Bencana Alam. *Jurnal Kepemimpinan Dan Pengurusan Sekolah*, 4(1), 53–60. <https://doi.org/10.34125/kp.v4i1.393>
- Darmawan, K., Hani'ah, H., & Suprayogi, A. (2017). Analisis Tingkat Kerawanan Banjir di Kabupaten Sampang Menggunakan Metode Overlay dengan Scoring Berbasis Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Geodesi Undip*, 6(1), 31–40. <https://doi.org/10.14710/jgundip.2017.15024>
- Hasan, M. F. (2015). Analisis Tingkat Kerawanan Banjir Di Kabupaten Lamongan. *Swara Bhumi*, 3(3), 239–247.
- Hasanah, H. (2022). Analisis Kualitas Mikrobiologi Air Pada Daerah Terdampak Bencana Di Desa Rogo Kecamatan Dolo Selatan Kabupaten Sigi. *Preventif: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 13(4), 645–657. <https://doi.org/10.22487/preventif.v13i4.555>
- Hediyanti, G., Rianti, R., Nurhayati, N., & Hardianoor, D. (2022). Analisis Spasial Kerawanan Banjir di Das Mempawah: (Spatial Analysis of Flood Vulnerability in Mempawah Watershed). *Majalah Ilmiah Globe*, 24(1), 39–50.
- Lasini, I. B. (2023). Tingkat Kerentanan Fisik Terhadap Bahaya Banjir Di Kecamatan Dolo Selatan Kabupaten Sigi. Universitas Tadulako.
- Malik, S. A. (2024). Sosialisasi Tanggap Bencana pada Masyarakat Desa Sambo Kecamatan Dolo Selatan Kabupaten Sigi untuk Mewujudkan Desa Tangguh Bencana Melalui Pembentukan Relawan Penanggulangan Bencana. *Jurnal Kolaboratif Sains*, 7(7), 2666–2670. <https://doi.org/10.56338/jks.v7i7.5609>
- Natannael, N., Siahaan, J. P. S., Winata, O. P., Sintari, C. L., Wijaya, K. M., & Tubil, N. S. (2024). Analisis Pemetaan Daerah Rawan Banjir Di Kabupaten Katingan. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(4), 4550–4556.
- Pahleviannur, M. R. (2019). Edukasi Sadar Bencana Melalui Sosialisasi Kebencanaan Sebagai Upaya Peningkatan Pengetahuan Siswa Terhadap Mitigasi Bencana. *Jurnal Pendidikan Ilmu Sosial*, 29(1), 49–55. <https://doi.org/10.23917/jpis.v29i1.8203>
- Pryastuti, L. (2021). Pemetaan Tingkat Kerawanan Banjir Di Kota Jambi Menggunakan Metode Scoring Dan Overlay Berbasis Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Ilmu Dan Inovasi Fisika*, 5(2), 132–141. <https://doi.org/10.24198/jiif.v5i2.32860>
- Putra, D., Gea, J., Zai, E. J., Nias, U., & Nias, U. (2024). Kapasitas Penyerapa Air Tanah Pada Lahan Pasca Banjir: Studi Kasus Didaerah Daratan Rendah. *Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan*, 1(1), 79–85.
- Rakuasa, H., & Latue, P. C. (2023). Analisis Spasial Daerah Rawan Banjir Di Das Wae Heru, Kota Ambon. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 10(1), 75–82. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2023.010.1.8>
- Rakuasa, H., Sihasale, D. A., Mehdila, M. C., & Wlary, A. P. (2022). Analisis Spasial Tingkat Kerawanan Banjir di Kecamatan Teluk Ambon Baguala, Kota Ambon.

Jurnal Geosains Dan Remote Sensing, 3(2), 60–69.

Seprianto, M., Anggo, M., Harudu, L., & Aldiansyah, S. (2024). Pemetaan Daerah Potensi Rawan Banjir Menggunakan Metode Overlay. *Jurnal Penelitian Pendidikan Geografi*, 9(4), 214–226.

Suni, M. A., Nurulaeni, M., & Kurniawan, A. D. (2023). Analisis tingkat kerawanan banjir menggunakan sistem informasi geografi di Sub DAS Toili Kabupaten Banggai. *Nusantara Hasana Journal*, 2(9), 100–108.

Telianda, A. (2022). Penentuan Penyebab Terjadi Genangan Air Hujan Pada Lokasi Perumahan Sidomulyo. Universitas Islam Riau.

Wismarini, T., & Sukur Muji. (2015). Penentuan Tingkat Kerawanan Banjir Secara Geospasial. *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK*, 20(1), 57–76.

Integrasi NDVI dan Konsentrasi Klorofil-A Padang Lamun untuk Estimasi Stok Blue Carbon dan Korelasinya dengan Tangkapan Ikan di Pulau Sembilan, Sinjai

Ayla Thufaila Ramadhina B.^{1*}, Raihanah Nuzul Rahimah¹, Quinny Elrania Fiqhly¹, Aura Musfirah HM Haris¹, Dedi Rimantho¹

¹MAN 2 Kota Makassar

Email: aylathufailaa@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keterkaitan antara nilai NDVI, konsentrasi klorofil-a, stok karbon biru, dan hasil tangkapan ikan di ekosistem pesisir Pulau Sembilan, Kabupaten Sinjai, Sulawesi Selatan. Pendekatan penginderaan jauh digunakan melalui pemanfaatan citra satelit Landsat-8 dan Sentinel-3 OLCI yang diolah menggunakan platform Google Earth Engine (GEE). Nilai NDVI dihitung dari kombinasi kanal merah dan near-infrared, sedangkan konsentrasi klorofil-a diperoleh melalui algoritma logaritmik berbasis reflektansi spektral. Hasil analisis menunjukkan tren peningkatan nilai NDVI dari 0,45 pada tahun 2019 menjadi 0,54 pada tahun 2023, yang mengindikasikan peningkatan kepadatan vegetasi lamun dan potensi stok karbon biru. Sementara itu, konsentrasi klorofil-a meningkat dari 3,4 mg/m³ menjadi 4,8 mg/m³ dalam periode yang sama, menandakan peningkatan produktivitas primer perairan. Korelasi positif ditemukan antara kesehatan ekosistem lamun (NDVI dan stok karbon biru) dengan produktivitas perikanan yang diwakili oleh hasil tangkapan ikan. Temuan ini menunjukkan bahwa keberlanjutan hasil tangkapan ikan di Pulau Sembilan sangat dipengaruhi oleh kondisi ekosistem pesisir yang sehat, terutama melalui kontribusi karbon biru dan tingkat produktivitas primer. Penelitian ini menegaskan pentingnya integrasi data penginderaan jauh dalam mendukung pengelolaan sumber daya pesisir berkelanjutan.

Kata kunci: Hasil tangkapan ikan, Karbon biru, Klorofil-a, NDVI, Pulau Sembilan

Abstract

This study aims to analyze the relationship between NDVI values, chlorophyll-a concentrations, blue carbon stocks, and fish catches in the coastal ecosystem of Sembilan Island, Sinjai Regency, South Sulawesi. A remote sensing approach was used through the utilization of Landsat-8 and Sentinel-3 OLCI satellite imagery processed using the Google Earth Engine (GEE) platform. NDVI values were calculated from a combination of red and near-infrared channels, while chlorophyll-a concentrations were obtained using a logarithmic algorithm based on spectral reflectance. The analysis results show an increasing trend in NDVI values from 0.45 in 2019 to 0.54 in 2023, indicating an increase in seagrass vegetation density and potential blue carbon stocks. Meanwhile, chlorophyll-a concentrations increased from 3.4 mg/m³ to 4.8 mg/m³ during the same period, indicating an increase in aquatic primary productivity. A positive correlation was found between seagrass ecosystem health (NDVI and blue carbon stocks) and fisheries productivity as represented by fish catches. These findings indicate that the sustainability of fish catches on Sembilan Island is significantly influenced by the health of the coastal ecosystem, particularly through the contribution of blue carbon and primary productivity levels. This research underscores the importance of integrating remote sensing data to support sustainable coastal resource management.

Keywords: Fish catch, Blue carbon, Chlorophyll-a, NDVI, Sembilan Island

PENDAHULUAN

Padang lamun merupakan salah satu ekosistem pesisir paling produktif di dunia yang berperan penting dalam menjaga keseimbangan iklim global serta mendukung ketahanan pangan laut. Meskipun sering kurang mendapat perhatian dibandingkan *mangrove* dan terumbu karang, lamun memiliki kemampuan tinggi dalam menyerap dan menyimpan karbon biru (*blue carbon*), serta menjadi habitat penting bagi berbagai spesies ikan bernilai ekonomi tinggi (Lefcheck *et al.*, 2022; Alongi, 2020). Namun, berbagai penelitian terbaru menunjukkan bahwa padang lamun di seluruh dunia mengalami penurunan luas yang signifikan akibat tekanan antropogenik, *eutrofikasi*, dan perubahan iklim (Duffy *et al.*, 2023).

Pulau Sembilan, yang terletak di Kabupaten Sinjai, Sulawesi Selatan, merupakan salah satu wilayah dengan tutupan padang lamun yang masih luas dan masyarakatnya bergantung pada sektor perikanan tradisional. Oleh karena itu, penilaian terhadap kondisi dan produktivitas padang lamun di kawasan ini menjadi penting untuk memahami keterkaitannya dengan hasil tangkapan ikan dan potensi penyimpanan karbon biru. Pendekatan *remote sensing* atau penginderaan jauh menjadi metode yang efektif untuk memantau dinamika ekosistem laut dangkal. *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) digunakan untuk menunjukkan kepadatan vegetasi dan biomassa lamun (Hu *et al.*, 2021), sedangkan konsentrasi klorofil-a berfungsi sebagai indikator aktivitas fotosintesis dan produktivitas primer perairan (Groom *et al.*, 2019). Integrasi kedua parameter tersebut memungkinkan analisis spasial yang lebih komprehensif terhadap kesehatan ekosistem lamun dan potensi stok karbon biru.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara nilai NDVI, konsentrasi klorofil-a, stok karbon biru, dan hasil tangkapan ikan pada ekosistem padang lamun di Pulau Sembilan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar ilmiah bagi pengelolaan pesisir yang berkelanjutan serta memperkuat kontribusi Indonesia dalam upaya mitigasi perubahan iklim global melalui konservasi ekosistem lamun (Lefcheck *et al.*, 2022; Alongi, 2020).

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan analisis spasial berbasis *remote sensing* dengan pemanfaatan *platform Google Earth Engine* (GEE). Sumber data utama berupa citra multispektral Landsat-8, yang memiliki resolusi spasial 30 meter pada kanal tampak (*visible*) dan *near-infrared* yang sesuai untuk analisis vegetasi. Data citra tahun 2024 dipilih

dengan mempertimbangkan tingkat tutupan awan yang minimal guna memperoleh visualisasi vegetasi yang optimal. Pra-pengolahan citra satelit dilakukan dengan mengakses citra Landsat-8 melalui GEE, dilanjutkan dengan *masking* awan menggunakan *band* QA60 dan fungsi *s2cloudless* untuk menghilangkan piksel yang tertutup awan.

Deteksi lamun dan perhitungan Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) dilakukan menggunakan panjang gelombang merah (Band 4) dan *near-infrared* (Band 8) dengan rumus: $NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED}$ Nilai ambang NDVI > 0,4 menunjukkan vegetasi padang lamun yang sehat dan padat. Nilai NDVI rata-rata digunakan untuk mengestimasi biomassa di atas permukaan (*Above Ground Biomass* atau AGB) dengan rumus: $AGB = 305,9 \times NDVI^{4,864}$ Nilai AGB kemudian diubah menjadi stok karbon (AGC) menggunakan faktor konversi biomassa-ke-karbon sebesar 0,46 sesuai standar IPCC: $AGC = AGB \times 0,46$ Estimasi konsentrasi klorofil-a dilakukan menggunakan data Sentinel-3 OLCI pada *platform Google Earth Engine*. Setelah koreksi atmosferik, perhitungan *reflectance kuasi-inherent* (Rrs) dilakukan, dilanjutkan dengan perhitungan konsentrasi klorofil-a menggunakan persamaan logaritmik. Data hasil tangkapan ikan selama lima tahun terakhir diperoleh melalui situs resmi Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP). Rangkaian metodologi ini memastikan penilaian komprehensif terhadap estimasi karbon biru dan klorofil-a di wilayah perairan serta memungkinkan analisis hubungan keduanya terhadap hasil tangkapan ikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Distribusi NDVI dan Estimasi Stok Karbon Biru

Distribusi spasial vegetasi padang lamun di Pulau Sembilan berhasil dipetakan menggunakan citra Landsat-8 yang dikombinasikan dengan teknik ambang batas Indeks Vegetasi Perbedaan Ternormalisasi (NDVI). Hasil pengolahan data NDVI selama lima tahun terakhir menunjukkan tren peningkatan yang stabil, seperti disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kumpulan Data NDVI di Pulau Sembilan pada 5 Tahun Terakhir

Tahun	mean NDVI
2019	0,45
2020	0,47
2021	0,5
2022	0,52
2023	0,54

Analisis stok karbon biru pada ekosistem padang lamun di lokasi penelitian menunjukkan potensi penyimpanan karbon yang signifikan. Peningkatan nilai NDVI berkorelasi positif dengan peningkatan *Above Ground Biomass* (AGB) dan total stok karbon biru (*Above Ground Carbon* atau AGC), yang mencerminkan kesehatan dan fungsi ekologis kawasan tersebut. Data stok karbon biru disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Data Stok Karbon Biru pada Pulau Sembilan 5 Tahun Terakhir

Tahun	AGB	AGC (ton C/ha)
2019	10,21	4,70
2020	12,28	5,65
2021	16,03	7,73
2022	19,10	8,79
2023	22,76	10,47

Hasil ini menegaskan peran padang lamun di wilayah ini sebagai penyerap karbon jangka panjang (*carbon sink*), dan dapat menjadi data dasar penting untuk inisiatif konservasi dan kebijakan mitigasi perubahan iklim. Analisis konsentrasi Klorofil-*a* menunjukkan status kesuburan perairan di wilayah studi, dengan data hasil estimasi menunjukkan peningkatan rata-rata konsentrasi klorofil-*a* setiap tahun, seperti terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Klorofil-*a* 5 Tahun Terakhir di Pulau Sembilan

Tahun	Klorofil-A (mg/m ³)
2019	3,4
2020	3,8
2021	4,2
2022	4,5
2023	4,8

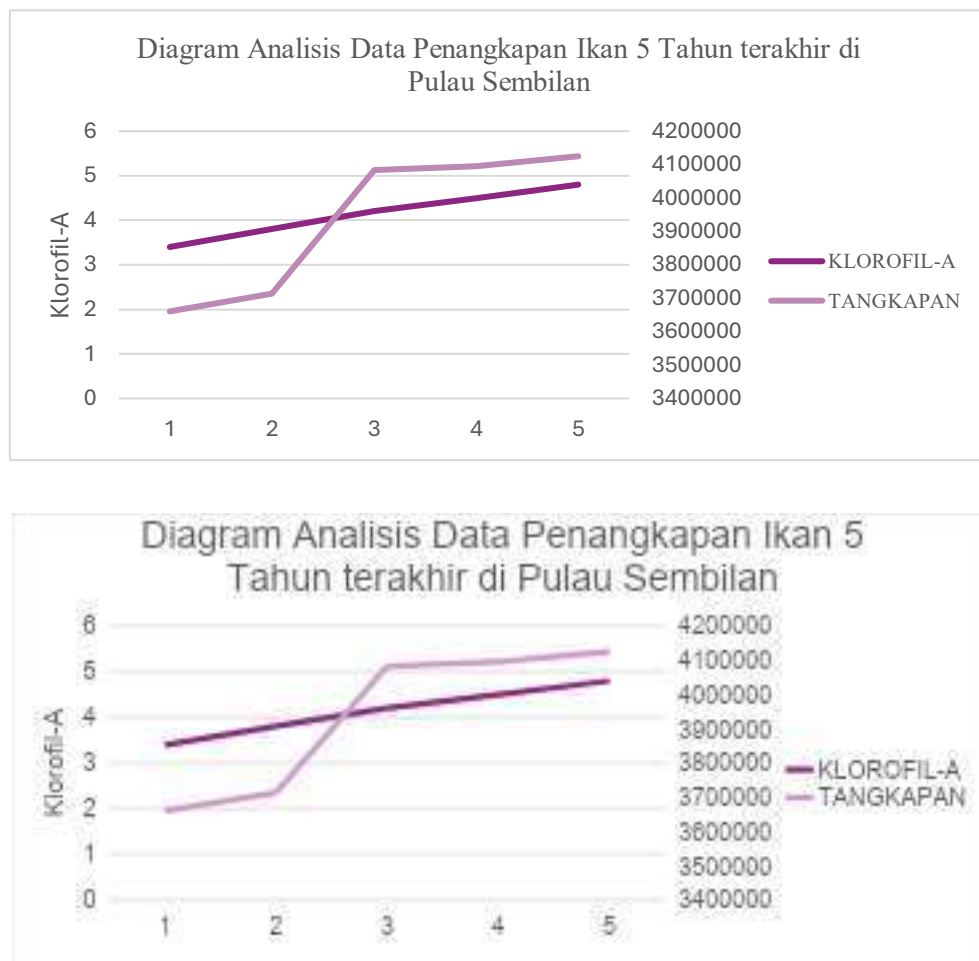
Analisis Korelasi NDVI, Stok Karbon Biru, dan Klorofil-A Terhadap Hasil Tangkapan Ikan di Pulau Sembilan

Klorofil-*a* (indikator produktivitas primer). Klorofil-*a* merupakan pigmen utama pada *fitoplankton* yang berfungsi dalam proses fotosintesis dan mencerminkan tingkat produktivitas primer di perairan. Parameter ini menjadi salah satu indikator paling erat kaitannya dengan hasil tangkapan ikan, terutama jenis ikan *pelagis*. Peningkatan nilai klorofil-*a* menunjukkan ketersediaan *fitoplankton* yang lebih tinggi, sehingga mendukung rantai makanan laut. *Fitoplankton* menjadi pakan utama bagi *zooplankton* dan larva ikan, yang selanjutnya dimanfaatkan oleh ikan-ikan kecil seperti teri, kembung, dan layang. Daerah dengan nilai klorofil-*a* yang tinggi umumnya menjadi lokasi penangkapan ikan potensial (*fishing ground*). Pola kenaikan klorofil-*a* dari tahun 2019 hingga 2023 di Pulau

Sembilan mengindikasikan meningkatnya produktivitas primer yang sejalan dengan kecenderungan peningkatan hasil tangkapan ikan di wilayah.

NDVI (kesehatan padang lamun dan potensi karbon biru). Nilai NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) digunakan untuk menilai kerapatan dan kesehatan vegetasi padang lamun, dimana semakin tinggi nilai NDVI, semakin lebat dan sehat padang lamun di suatu area. Lamun berperan penting sebagai habitat asuhan (*nursery ground*) bagi berbagai jenis ikan dan biota laut, terutama ikan *demersal* serta *juvenil pelagis*. Padang lamun yang rapat juga meningkatkan kemampuan ekosistem dalam menyimpan karbon biru dan menyediakan perlindungan alami bagi larva ikan. Korelasi positif antara nilai NDVI dan hasil tangkapan ikan di Pulau Sembilan menunjukkan bahwa padang lamun yang lebih sehat memberikan kontribusi signifikan terhadap ketersediaan stok ikan. Peningkatan NDVI dari 0,45 pada tahun 2019 menjadi 0,54 pada tahun 2023 mengindikasikan pemulihan vegetasi lamun, yang berdampak pada peningkatan produktivitas perikanan lokal.

Stok karbon biru (fungsi ekosistem jangka panjang). Stok karbon biru menggambarkan total kandungan karbon yang tersimpan dalam biomassa dan sedimen padang lamun. Meskipun tidak berhubungan secara langsung dengan fluktuasi hasil tangkapan harian, parameter ini mencerminkan kestabilan dan fungsi ekologis jangka panjang dari ekosistem pesisir. Padang lamun dengan stok karbon biru tinggi menandakan sistem yang produktif dan berkelanjutan. Selain berperan sebagai penyerap karbon jangka panjang (*carbon sink*), padang lamun juga menjaga kualitas air melalui penyaringan sedimen dan *nutrien* berlebih. Kondisi perairan yang lebih jernih dan stabil sangat mendukung kehidupan larva dan benih ikan di habitat pesisir. Oleh karena itu, peningkatan stok karbon biru berkontribusi terhadap kelestarian habitat ikan dan menjamin keberlanjutan hasil tangkapan pada skala waktu yang lebih panjang.



Gambar 1. Analisis data klorofil-a dan tangkapan ikan

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis, kesuksesan hasil tangkapan ikan di perairan Pulau Sembilan sangat bergantung pada kesehatan ekosistem pesisir yang dimediasi oleh tiga faktor kunci. Klorofil-a berperan sebagai indikator utama produktivitas primer yang berhubungan langsung dengan ketersediaan pakan bagi ikan *pelagis* dan menentukan potensi lokasi penangkapan (*fishing ground*). Sementara itu, tingginya nilai NDVI (kerapatan lamun) dan stok karbon biru mencerminkan fungsi ekologis jangka panjang, di mana padang lamun yang sehat berfungsi sebagai area asuhan (*nursery ground*) dan menjaga kualitas air. Hal ini didukung oleh data stok karbon biru yang menunjukkan peningkatan stabil dari 4,70 ton C/ha di tahun 2019 menjadi 10,47 ton C/ha di tahun 2023 seiring dengan peningkatan nilai NDVI. Dengan demikian, terdapat keterkaitan yang sinergis antara faktor produktivitas perairan (klorofil-a) dan kondisi habitat (NDVI serta stok karbon biru), yang mendukung keberlanjutan sumber daya ikan di wilayah pesisir

Pulau Sembilan. Sebagai saran, integrasi data klorofil-a dari citra satelit perlu disosialisasikan kepada kelompok nelayan setempat sebagai acuan utama untuk menentukan Daerah Penangkapan Ikan Potensial (DPI). Selain itu, perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengorelasikan secara spesifik perubahan musiman (Musim Barat dan Musim Timur) dengan fluktuasi klorofil-a dan data hasil tangkapan per jenis ikan guna mendukung kebijakan penangkapan ikan yang berkelanjutan (*closed season*). Terakhir, diperlukan kegiatan edukatif bagi masyarakat pesisir dan nelayan mengenai pentingnya klorofil-a dalam rantai makanan laut untuk meningkatkan kesadaran konservasi dan membatasi pencemaran hara berlebihan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penelitian berjudul “Integrasi NDVI dan Konsentrasi Klorofil-a Padang Lamun untuk Estimasi Stok *Blue Carbon* dan Korelasinya dengan Hasil Tangkapan Ikan di Pulau Sembilan” dapat terselesaikan dengan baik. Penulis ingin menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang tulus kepada Bapak Drs. Dedi Rimantho, M.Si., selaku guru pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta motivasi; Madrasah Aliyah Negeri 2 Kota Makassar, yang telah memberikan kesempatan dan dukungan; dan kedua orang tua penulis, atas doa, dukungan moral, serta semangat yang tiada henti. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Alongi, D. M. (2020). Carbon Cycling And Storage In Mangrove Forests And Seagrass Meadows. *Annual Review of Marine Science*, 12, 303–327. <https://doi.org/10.1146/annurev-marine-010419-010908>
- Duffy, J. E., Lefcheck, J. S., Sorte, C. J. B., Acker, C., Archambault, P., Beca-Carretero, P., Brind’Amour, A., Bruno, J. F., Cimon, S., Dixon, D. L., Eger, A. M., Grorud-Colvert, K., Hori, M., Jean, F., Jurgens, L. J., O’Brien, E. K., Olsen, Y. S., Oreska, M., Reiss, K. L., & Reynolds, L. K. (2023). Global Status Of Seagrass Ecosystems And Their Contribution To People. *Science*, 380(6643), eadf2727. <https://doi.org/10.1126/science.adf2727>
- Elsherif, A., Htiti, M., El-Sayed, S. M., El-Sheikha, A. M., El-Kholy, Y. A., & Rida, R. S. (2024). Deriving Vegetation Indices For 3D Canopy Chlorophyll Monitoring. *Forests*, 15(11), 1878. <https://doi.org/10.3390/f15111878>

- Groom, S. B., Sathyendranath, S., & Jackson, T. (2019). Satellite Remote Sensing Of Chlorophyll-A: Advances And Applications. *Progress in Oceanography*, 176, 102126. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2019.102126>
- Hu, C., Li, J., Zhang, M., & Li, L. (2021). Remote Sensing Of Seagrass Dynamics And Health Assessment: Advances, Challenges, And Future Directions. *Remote Sensing of Environment*, 258, 112396. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2021.112396>
- Kizilgeci, F., Yildirim, M., Islam, M. S., Ratnasekera, D., Iqbal, M. A., & Sabagh, A. E. (2021). Normalized Difference Vegetation Index and Chlorophyll Content for Precision Nitrogen Management in Durum Wheat Cultivars under Semi-Arid Conditions. *Sustainability*, 13(7), 3725. <https://doi.org/10.3390/su13073725>
- Lu, S., Lu, F., You, W., Wang, Z., Liu, Y., & Omasa, K. (2018). A Robust Vegetation Index For Remotely Assessing Chlorophyll Content Of Dorsiventral Leaves Across Several Species In Different Seasons. *Plant Methods*, 14, Article 15. <https://doi.org/10.1186/s13007-018-0281-z>
- Muneer, Z. M., & Khan, M. F. (2024). Leveraging Landsat And Google Earth Engine For Long-Term Chlorophyll-A Monitoring: A Case Study Of Lake Balaton's Water Quality. *ResearchGate*
- Shigi, R., & Mfilinge, P. L. (2025). The Influence Of Chlorophyll-A And Sea Surface Temperature On Anchovy Catch Trends (2011-2024) in Kilwa, Tanzania. *Tanzania Journal of Science*, 51(3), 513-527.

Analisis Sifat Fisika Tanah Kawasan Karst Citatah untuk Mendukung Efisiensi Irigasi di Sektor Agroteknologi

Nita Meilanda Sari^{1*}, Yogina Lestari Ayu Situmorang¹, Kharistya Amaru¹

¹Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran

Email: nita21001@mail.unpad.ac.id

Abstrak

Kawasan karst Citatah-Rajamandala di Jawa Barat merupakan daerah penghasil batu kapur terbesar dan memiliki banyak lahan pertanian yang memerlukan saluran irigasi efisien. Penelitian ini bertujuan menganalisis sifat fisika tanah di Kawasan Karst Citatah, meliputi tekstur, berat volume, dan konduktivitas hidraulik, serta hubungannya dengan perilaku rembesan air. Metode yang digunakan adalah kuantitatif deskriptif komparatif dengan pengambilan sampel tanah di kedalaman 1-3 meter dan pengujian laboratorium menggunakan alat seperti hand auger, ring sample, hydrometer, dan falling head permeameter. Hasil penelitian menunjukkan tanah di kawasan karst Citatah tergolong *silty clay with sand* dengan kadar air rata-rata 49,37%-53,31%, berat volume 1,60-1,68 g, dan berat jenis sekitar 2,63. Permeabilitas tanah berada pada kisaran $2,76 \times 10^{-4}$ hingga $2,84 \times 10^{-4}$ cm/detik, yang mengindikasikan air mudah meresap ke dalam tanah. Kondisi ini menyebabkan efisiensi irigasi rendah karena rembesan air yang tinggi. Oleh karena itu, disarankan penggunaan sistem irigasi tertutup atau pelapisan saluran dengan tanah liat untuk mengurangi kehilangan air. Penelitian ini memberikan dasar ilmiah dalam perencanaan sistem irigasi yang lebih efisien di Kawasan Karst Citatah.

Kata kunci: Irigasi, Karst, Permeabilitas, Rembesan air, Sifat fisika tanah

Abstract

The Citatah-Rajamandala Karst area in West Java is the largest limestone producing area and has a lot of agricultural land that requires efficient irrigation channels. This study aims to analyze the physical properties of soil in the Citatah Karst Area, including texture, bulk density, and hydraulic conductivity, and their relationship to water seepage behavior. The method used is quantitative descriptive comparative with soil sampling at a depth of 1-3 meters and laboratory testing using tools such as hand augers, ring samples, hydrometers, and falling head permeameters. The results show that the soil in the Citatah karst area is classified as silty clay with sand with an average water content of 49.37%-53.31%, a bulk density of 1.60-1.68 g, and a specific gravity of around 2.63. Soil permeability is in the range of 2.76×10^{-4} to 2.84×10^{-4} cm/second, which indicates that water easily seeps into the soil. This condition causes low irrigation efficiency due to high water seepage. Therefore, it is recommended to use a closed irrigation system or line the channels with clay to reduce water loss. This research provides a scientific basis for planning a more efficient irrigation system in the Citatah Karst Area.

Keywords: Irrigation, Karst, Permeability, Water seepage, Soil physical properties

PENDAHULUAN

Jawa Barat adalah penghasil batu kapur atau batu gamping terbesar. Salah satu wilayah karst yang terdapat di Jawa Barat adalah karst Citatah-Rajamandala, yang membentang dari perbatasan antara Kabupaten Bandung Barat hingga Padalarang dengan panjang sekitar 27 kilometer. Secara administratif, Kawasan karst Citatah berada di Kecamatan Cipatat, Kabupaten Bandung Barat, dan termasuk dalam Daerah Aliran Sungai (DAS) Citarum. Serta, pertaniannya dialiri oleh Daerah Irigasi Pasir Angin (Ramadhan, 2024). Kawasan ini memiliki luas 10.320 hektar atau sekitar 0,98% yang terdiri dari 1.794 hektar lahan sawah dan 8.526 hektar tanah darat, dengan relief yang berbukit-bukit dan sebagian besar materialnya berupa batu gamping atau batu kapur (Maulana, 2011).

Di Kawasan karst Citatah, masalah rembesan air menjadi lebih serius karena, properties atau parameter tanah berupa nilai konduktivitas hidraulik (k) relatif tinggi akibat struktur batuan karbonat yang berpori dan memiliki rekahan alami. Sehingga, perilaku rembesan air sangat dipengaruhi oleh sifat fisik tanah seperti permeabilitas (Dewi & Yamin, 2022). Permeabilitas merupakan sifat material berpori yang memungkinkan aliran rembesan dari suatu cairan berupa air mengalir melalui pori-porinya. Tanah termasuk material yang memiliki pori, sehingga air dapat bergerak melalui ruang-ruang kecil di antara butiran tanah (Ariana & Syah, 2021). Tanah bertekstur kasar seperti pasir cenderung memiliki porositas dan permeabilitas tinggi yang mempercepat laju infiltrasi air, sedangkan tanah bertekstur halus seperti liat memiliki daya ikat air yang kuat namun konduktivitas hidrauliknya rendah (Pratiwi *et al.*, 2022). Kondisi tanah karst Citatah yang didominasi batu gamping berpori menyebabkan air mudah meresap ke bawah permukaan, sehingga efisiensi irigasi menjadi rendah (Dewi & Yamin, 2022).

Dengan demikian, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis parameter fisika tanah di kawasan karst Citatah yang meliputi tekstur, berat volume, dan konduktivitas hidraulik, serta hubungannya dengan perilaku rembesan air. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar ilmiah dalam perencanaan sistem irigasi yang efisien. Sehingga, tujuan dari penelitian ini yaitu dapat menganalisis sifat fisika tanah di kawasan karst Citatah.

METODE

Penelitian dilaksanakan di Kawasan Karst Citatah terletak di Desa Cipatat, Kecamatan Cipatat, Kabupaten Bandung Barat dan di Laboratorium Sumber Daya Air Teknik Pertanian, Universitas Padjadjaran. Terdapat dua bagian dalam penelitian ini yaitu

observasi dan pengumpulan sampel dari area karst Citatah dan pengujian sampel di Laboratorium Sumber Daya Air dan Teknik Pertanian Universitas Padjadjaran.



Gambar 1. Saluran irigasi Rajamanda
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025)

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif deskriptif komparatif, yaitu metode yang menekankan pada pengukuran numerik terhadap variabel penelitian dan membandingkan hasil antar lokasi untuk memperoleh pemahaman objektif mengenai fenomena yang dikaji. Pendekatan ini dipilih untuk mengetahui perbedaan karakteristik fisika tanah pada Kawasan Karst Citatah. Proses penelitian terdiri atas dua tahap utama, yaitu observasi lapangan untuk pengambilan sampel tanah dan pengujian laboratorium untuk menganalisis sifat fisika tanah.

Alat yang digunakan meliputi *hand auger*, *ring sample*, *hydrometer*, *sieve shaker*, *falling head permeameter*, oven, piknometer, meteran, palu karet, dan alat tulis. Bahan utama berupa sampel tanah yang diambil dari beberapa titik di kawasan karst Citatah pada kedalaman 1.00-3.00 meter. Prosedur penelitian mencakup penentuan titik pengambilan sampel, pengeboran tanah menggunakan *hand auger*, pengambilan sampel dengan *ring sample*, pelabelan, penyimpanan dalam wadah tertutup, dan analisis di laboratorium. Analisis tekstur dilakukan dengan metode ayakan dan hidrometer berdasarkan sistem klasifikasi tanah *Unified Soil Classification System* (USCS). Berat volume tanah dihitung menggunakan metode *ring sample* melalui perbandingan berat tanah kering dengan volume total sampel, sedangkan konduktivitas hidraulik diperoleh dengan metode *falling head*.

Hasil pengukuran disajikan secara deskriptif komparatif dan dianalisis untuk mengetahui hubungan antara sifat fisika tanah dengan tingkat rembesan air di kawasan karst Citatah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sampel tanah untuk penelitian ini dilakukan di laboratorium. Sampel tanah diambil dari lokasi penelitian di Kawasan Karst Citatah, spesifiknya dari titik bor BH-01 pada dua kedalaman yang berbeda, yaitu 1.00-1.50 meter dan 2.50-3.00 meter. Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berbagai parameter sifat fisik tanah seperti berat jenis, kadar air, porositas, dan permeabilitas. Hasil dari pengujian laboratorium ini selanjutnya menjadi dasar dalam menganalisis perilaku mekanik dan hidrolis tanah.

Analisis ukuran partikel dilakukan menggunakan metode *sieve shaker* sesuai standar ASTM D 6913-17. Pengujian ini bertujuan menentukan gradasi ukuran butiran agregat halus dan kasar pada tanah yang tertahan saringan No. 200. Untuk sampel BH-01 pada kedalaman 1.00-1.50 meter, hasil pengujian menunjukkan bahwa sebanyak 87.79% butiran lolos dari saringan No. 200. Berdasarkan persentase tersebut, tanah ini diklasifikasikan sebagai *silty clay with sand*, atau campuran lempung berlanau dengan sedikit pasir. Sampel kedua dari kedalaman 2.50-3.00 meter menunjukkan karakteristik serupa, di mana didapati 89.12% butiran lolos saringan No. 200. Tanah pada kedalaman ini juga diklasifikasikan sebagai *silty clay with sand*.

Tabel 1. Analisis menggunakan Shieve Shaker BH-01.1

Determination Of Particle Size Analysis (ASTM D 6913-17)					
Total Dry Mass = 200.53 gr					
Sieve No.	Diameter (mm)	Mass Retained (gr)	Percent Retained (%)	Cumulative Percent Retained (%)	Percent Passing (%)
4"	100.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	31.250	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
¼"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.750	0.62	0.31	0.31	99.69
10	2.000	10.68	5.33	5.64	94.36
20	0.850	8.52	4.25	9.88	90.12
40	0.425	2.11	1.05	10.94	89.06
80	0.180	0.77	0.38	11.32	88.68
100	0.150	1.05	0.52	11.84	88.16
200	0.075	0.74	0.37	12.21	87.79
Pan		176.04	87.79	100.00	0.00

Tabel 2. Analisis menggunakan Shieve Shaker BH-01.2

Determination Of Particle Size Analysis (ASTM D 6913-17)					
Total Dry Mass = 197.03 gr					
Sieve No.	Diameter (mm)	Mass Retained (gr)	Percent Retained (%)	Cumulative Percent Retained (%)	Percent Passing (%)
4"	100.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	31.250	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
¼"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.750	0.24	0.12	0.12	99.88
10	2.000	8.61	4.37	4.49	95.51
20	0.850	7.49	3.80	8.29	91.71
40	0.425	2.50	1.27	9.56	90.44
80	0.180	0.92	0.47	10.03	89.97
100	0.150	1.06	0.54	10.57	89.43
200	0.075	0.61	0.31	10.88	89.12
Pan		175.60	89.12	100.00	0.00

Kadar air (*water content*) didefinisikan sebagai perbandingan berat air yang terkandung dalam massa tanah terhadap berat butiran padat (tanah kering), yang dinyatakan dalam persen. Pengujian ini dilakukan menggunakan oven pada suhu $\pm 105^{\circ}\text{C}$ dan didiamkan selama sekitar 24 jam. Hasil pengujian untuk sampel BH-01 kedalaman 1.00-1.50 meter menunjukkan nilai kadar air rata-rata (W_n) sebesar 53.31%. Sementara itu, untuk sampel pada kedalaman 2.50-3.00 meter, diperoleh Kadar Air rata-rata yang sedikit lebih rendah, yaitu sebesar 49.37%.

Tabel 3. Analisis Kadar Air BH-01.1

Determination Of Natural Water Content (ASTM D 2216 – 19)				
Container No.			A	B
Weight of container + wet soil	w_1	gr	101.07	81.49
Weight of container + dry soil	w_2	gr	71.42	60.99
Weight of water	$w_3 = w_1 - w_2$	gr	29.65	20.50
Weight of container	w_4	gr	15.70	22.61
Weight of dry soil	$w_5 = w_2 - w_4$	gr	55.72	38.38
Water content	$(w_3/w_5) \times 100\%$	%	53.21	53.41
Average Water Content		%	53.31	

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2025)

Tabel 4. Analisis Kadar Air BH-01.2

Determination Of Natural Water Content (ASTM D 2216 – 19)				
Container No.			A	B
Weight of container + wet soil	w_1	gr	80.30	76.05
Weight of container + dry soil	w_2	gr	58.56	55.92
Weight of water	$w_3 = w_1 - w_2$	gr	21.74	20.13
Weight of container	w_4	gr	14.93	14.76
Weight of dry soil	$w_5 = w_2 - w_4$	gr	43.63	41.16
Water content	$(w_3/w_5) \times 100\%$	%	49.83	48.91
Average Water Content		%	49.37	

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2025)

Tabel 5. Analisis Berat Volume dan Berat Jenis BH-01.1

Determination Of Unit Weight Of Soil (ASTM D 7263 – 21)				
Ring No.			1	2
Weight of Ring + Wet Soil	w ₁	gr	125.52	125.55
Weight of ring	w ₂	gr	62.72	62.72
Weight of Wet Soil	w ₃ = w ₁	gr	62.80	62.83
	- w ₂			
Volume of Ring	v	cm ³	39.25	39.25
Wet Unit Weight	g = w ₃ /v	gr/ cm ³	1.60	1.60
	Average Wet Unit	gr/ cm ³	1.60	
Weight				
Determination Of Specific Gravity Of Solids (ASTM D 854 – 23)				
Picnometer No.		-	A	C
Temperature	-	°C	28.00	28.00
Weight of picno + sample	w ₁	gr	116.49	121.48
Weight of picnometer	w ₂	gr	64.66	69.97
Weight of sample	w ₃ = w ₁	gr	51.83	51.51
	- w ₂			
Weight of picnometer + water	w ₄	gr	168.22	167.05
Weight of pic + sample + water	w ₅	gr	200.42	198.88
Volume of Sample	v = [w ₄ -(w ₅ -w ₃)] / g _w	cm ³	19.63	19.68
Specific Gravity	G _s = w ₃ / v	Unitless	2.629	

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2025)

Tabel 6. Analisis Berat Volume dan Berat Jenis BH-01.2

Determination Of Unit Weight Of Soil (ASTM D 7263 – 21)				
Ring No.			1	2
Weight of Ring + Wet Soil	w_1	gr	121.02	121.00
Weight of ring	w_2	gr	55.23	55.00
Weight of Wet Soil	$w_3 = w_1$	gr	65.79	66.00
	$- w_2$			
Volume of Ring	v	cm^3	39.25	39.25
Wet Unit Weight	$g = w_3/v$	gr/cm^3	1.68	1.68
	Average Wet Unit	gr/cm^3		1.68
Weight				
Determination Of Specific Gravity Of Solids (ASTM D 854 – 23)				
Picnometer No.		-	E	F
Temperature	-	$^{\circ}\text{C}$	28.00	28.00
Weight of picno + sample	w_1	gr	90.17	90.28
Weight of picnometer	w_2	gr	39.66	39.15
Weight of sample	$w_3 = w_1$	gr	50.51	51.13
	$- w_2$			
Weight of picnometer + water	w_4	gr	140.64	139.86
Weight of pic + sample + water	w_5	gr	171.87	171.82
Volume of Sample	$v = [w_4 - (w_5 - w_3)] / g_w$	cm^3	19.28	19.17
Specific Gravity	$G_s = w_3 / v$	Unitless		2.644

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2025)

Berdasarkan data tabel diatas, hasil uji berat volume tanah pada titik BH-01.1 menunjukkan nilai rata-rata sebesar 1.60 gr, yang menunjukkan bahwa tanah pada lapisan tersebut memiliki tingkat kepadatan sedang dengan ruang udara dan air di antara butiran tanah. Hasil uji berat jenis (*specific gravity*) menunjukkan nilai G_s sebesar 2.629, yang masih berada di kisaran normal untuk tanah mineral, yaitu antara 2,60 dan 2,70. Sedangkan, berat volume pada BH-01.2 sedikit lebih tinggi dari BH-01.1 menunjukkan bahwa lapisan tersebut memiliki mineral dengan massa jenis yang lebih besar atau mineral yang lebih padat. Sehingga, tanah di kedalaman tersebut lebih padat karena tekanan dari lapisan di atasnya dan penurunan kandungan air dalam pori-pori tanah.

PEMERIKSAAN PERMEABILITY CONSTANT HEAD (SK SNI. M-2-1990)					I		II	
Diameter Buret					1	cm		
Luas Potongan Dalam Burt					0.785	cm ²		
Diameter Contoh					6.350	cm		
Luas Potongan Contoh					31.669	cm ²		
Tinggi Contoh					7.000	cm		
Waktu Mulai					30.000	detik		
Waktu Akhir					1440.000	detik		
Tinggi Air Pada t1-- h1					41.500	cm		
Tinggi Air Pada t2-- h2					2.900	cm		
h1/h2					14.310			
Log h1/h2					1.156			
a x L					5.495			
a x L/A					0.174			
2.3 / (t1 - t2)					0.002			
$K_T = \frac{a \times L}{A} \times \frac{2.3}{(t_1 - t_2)} \times \log \frac{h_1}{h_2}$					0.000			
mt	/	m	20	C			0.867	
K 20	=	KT x	mt	m20	C		0.000	
KOEFSIEN KEREMBESAN					cm/sec	2.84.E-04		
AVERAGE KOEFISIEN KEREMBESAN					cm/sec	2.84.E-04		

Gambar 2. Analisis permeabilitas tanah BH-01.1
(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2025)

PEMERIKSAAN PERMEABILITY CONSTANT HEAD (SK SNI. M-2-1990)					I		II	
Diameter Buret					1	cm		
Luas Potongan Dalam Burt					0.785	cm ²		
Diameter Contoh					6.350	cm		
Luas Potongan Contoh					31.669	cm ²		
Tinggi Contoh					7.000	cm		
Waktu Mulai					30.000	detik		
Waktu Akhir					1440.000	detik		
Tinggi Air Pada t1-- h1					42.500	cm		
Tinggi Air Pada t2-- h2					3.200	cm		
h1/h2					13.281			
Log h1/h2					1.123			
a x L					5.495			
a x L/A					0.174			
2.3 / (t1 - t2)					0.002			
$K_T = \frac{a \times L}{A} \times \frac{2.3}{(t_1 - t_2)} \times \log \frac{h_1}{h_2}$					0.000			
mt	/	m	20	C			0.867	
K 20	=	KT x	mt	m20	C		0.000	
KOEFSIEN KEREMBESAN					cm/sec	2.76.E-04		
AVERAGE KOEFISIEN KEREMBESAN					cm/sec	2.76.E-04		

Gambar 3. Analisis permeabilitas tanah BH-01.2
(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2025)

Parameter hidrolik utama yang diuji adalah permeabilitas (k). Pengujian dilakukan menggunakan metode *Permeability Falling Head* (SK SNI. M-2-1990). Untuk sampel

kedalaman 1.00-1.50 meter, didapatkan koefisien kerembesan (k) sebesar 2.837×10^{-4} cm/detik (data pengujian menunjukkan $2.84.E-04$ cm/sec). Sampel dari kedalaman 2.50-3.00 meter menunjukkan koefisien kerembesan yang sedikit lebih rendah, yaitu 2.757×10^{-4} cm/detik (data pengujian menunjukkan $2.76.E-04$ cm/sec). Hasil ini menunjukkan bahwa dalam agroteknologi, strategi irigasi yang disesuaikan dengan karakteristik tanah bertekstur *silty clay* dan permeabilitas tinggi harus digunakan. Metode irigasi hemat air seperti irigasi tetes, dan sistem pengelolaan air yang dapat meminimalkan kehilangan rembes ke dalam tanah, merupakan cara untuk memanfaatkan air irigasi dalam pertumbuhan tanaman dan mempertahankan produktivitas agribisnis di daerah karst.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, tanah di kawasan karst Citatah termasuk jenis *silty clay with sand*, yaitu campuran lempung, lanau, dan sedikit pasir. Jenis tanah ini mampu menahan air cukup baik, tetapi air juga mudah merembes karena ada kandungan pasir dan batu gamping berpori. Nilai kadar air pada kedalaman 1–1,5 meter sebesar 53,31%, sedikit lebih tinggi dibanding kedalaman 2,5–3 meter sebesar 49,37%, menandakan lapisan atas lebih jenuh air. Berat volume tanah meningkat dari 1,60 g menjadi 1,68 g, menunjukkan tanah makin padat di lapisan bawah. Nilai berat jenis (Gs) sekitar 2,63–2,64 menunjukkan kandungan mineral batuan karbonat yang umum di Kawasan Karst. Nilai permeabilitas sebesar $2,84 \times 10^{-4}$ cm/detik dan $2,76 \times 10^{-4}$ cm/detik menunjukkan air mudah meresap ke dalam tanah. Secara keseluruhan, tanah di kawasan karst Citatah memiliki daya rembes yang tinggi sehingga banyak air irigasi yang hilang ke bawah permukaan. Oleh karena itu, disarankan penggunaan sistem irigasi tertutup atau pelapisan saluran dengan tanah liat agar air tidak cepat meresap, serta dilakukan penelitian lanjutan untuk memahami lebih dalam hubungan antara jenis tanah dan kehilangan air di kawasan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, H. F., & Wijayanti, F. (2021). *Mengenal Karakteristik dan Jenis Tanah-Tanah*
- Ariana, S. I., & Syah, I. A. (2021). Hubungan Sifat-Sifat Fisik Tanah dan Aktivitas Tanah Terhadap Nilai Koefisien Permeabilitas yang Dipengaruhi Campuran Semen Berdasarkan Uji Laboratorium. *Rekayasa Sipil dan Desain*, 365-376.
- Dewi, B. R., & Yamin, M. (2022). Pengaruh Lapisan Beton Saluran Irigasi Terhadap Kehilangan Air (Studi Kasus : Daerah Irigasi Mencongah). *Jurnal Ganec Swara*, 1353-1361.
- Maulana, Y. C. (2011). Pengelolaan Berkelanjutan Kawasan Karst Citatah-Rajamandala. 1-14.

- Pratiwi, A. H., Abidin, Z., Faroni, F., & Asyrofi, M. (2022). Analisis Sifat Fisika dan Kimia Tanah di Desa Balesari Kecamatan Ngajum Kabupaten Malang. *Ilmu Pertanian*, 14-19.
- Ramadhan, G. (2024). *Karst Citatah, dari Laut Purba Hingga Jejak Manusia Prasejarah*. Tirta.id.
- Rizal, S., Syaibana, P. L., Wahono, F., Wulandari, L. T., & Agustin, M. E. (2022). Analisis Sifat Fisika Tanah Ditinjau dari Penggunaan Lahan di Kecamatan Ngajum, Kabupaten Malang. *Pendidikan dan Ilmu Geografi*, 158-167.
- Setiawan, B., Chrismaningwang, G., & Rifa'i, F. (2023). Analisis Debit Rembesan Pada Sumur Resapan Dengan Variasi Diameter Menggunakan Software GeoStudio SEEP/W. *Jurnal Matriks Teknik Sipil*, 362-368.
- Sutrisno, & Chayati, C. (2013). Perhitungan Efisiensi Saluran Irigasi Pada Daerah Irigasi KebonAgung Kabupaten Sumenep. *Ilmiah MITSU*.
- Wulandari, A., Sumono, & Munir, A. P. (2016). Kajian Koefisien Rembesan Saluran Irigasi Penampang Trapesium Pada Tanah Latosol Dalam Skala Laboratorium. *Rekayasa Pangan dan Pertanian*, 91-97.
- Yunus, A. I., Suyadi, Cengristitama, Marlina, L., Yuliatr, Rahman, F. A., . . . Sari, M. W. (2024). *Ilmu Tanah*. Sumatera Barat: Gita Lentera.

Analisis Sifat Fisika Tanah di TPS Ciparanje dan Implikasi terhadap Pengelolaan Lahan Pertanian Berkelanjutan

Nadhri Fatihrizik Muhammad^{1*}, Yogina Lestari Ayu Situmorang¹, Boy Macklin Pareira Prawiranegara¹

¹Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Industri Pertanian,
Universitas Padjadjaran

Email: nadhri21001@mail.unpad.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sifat fisika tanah di sekitar TPS Ciparanje dan mengevaluasi dampaknya terhadap pengelolaan lahan pertanian berkelanjutan. Metode penelitian meliputi survei lapangan, wawancara, pengambilan sampel tanah dengan handboring, serta analisis laboratorium terhadap tekstur, berat jenis, dan permeabilitas tanah. Hasil menunjukkan bahwa tanah di area TPS memiliki porositas tinggi, derajat kejenuhan tinggi, dan permeabilitas rendah, dengan dominasi fraksi lanau. Kondisi ini memungkinkan penyerapan air cukup baik namun meningkatkan risiko akumulasi air lindi, sehingga berpotensi mencemari tanah dan memengaruhi produktivitas tanaman. Implikasi penelitian menekankan pentingnya penerapan strategi mitigasi, seperti drainase, pemilihan tanaman yang toleran terhadap kelembaban tinggi, dan pemantauan kualitas tanah secara berkala untuk menjamin keberlanjutan pertanian.

Kata kunci: Fisika tanah, Pertanian berkelanjutan, TPS Ciparanje

Abstract

This study aims to analyze the physical properties of soil around Ciparanje Landfill (TPS) and assess its impact on sustainable agricultural land management. The research methods include field surveys, interviews, soil sampling using handboring, and laboratory analysis of soil texture, specific gravity, and permeability. Results show that the soils have high porosity, high saturation, and low permeability, dominated by silt. These conditions allow good water retention but increase the risk of leachate accumulation, potentially contaminating the soil and affecting crop productivity. The study highlights the need for mitigation strategies, including drainage systems, selection of moisture-tolerant crops, and regular soil quality monitoring to ensure sustainable agriculture.

Keywords: Soil physics, Sustainable agriculture, TPS Ciparanje

PENDAHULUAN

Tanah merupakan salah satu sumber daya alam yang sangat penting bagi keberlanjutan sistem pertanian karena berfungsi sebagai media tumbuh tanaman, penyedia unsur hara, serta pengatur keseimbangan air dan udara dalam ekosistem (Hardjowigeno, 2015). Kualitas dan karakteristik fisik tanah sangat menentukan produktivitas lahan serta efektivitas pengelolaan pertanian. Namun, perubahan tata guna lahan dan aktivitas manusia, khususnya di sekitar kawasan Tempat Pengolahan Sampah (TPS), dapat memengaruhi sifat fisik dan kimia tanah secara signifikan (Suriadikarta & Simanungkalit, 2018). Salah satu dampak utama dari keberadaan TPS adalah timbulnya air lindi (leachate), yaitu cairan hasil dekomposisi sampah yang membawa berbagai zat organik, anorganik, serta logam berat yang berpotensi mencemari tanah dan air tanah di sekitarnya (Puspita *et al.*, 2020).

Wilayah TPS Ciparanje merupakan salah satu kawasan yang berdekatan dengan area pertanian masyarakat. Kondisi ini menimbulkan kekhawatiran akan potensi penurunan kualitas tanah akibat infiltrasi air lindi dari timbunan sampah. Sifat fisik tanah seperti porositas, kadar air, permeabilitas, dan derajat kejenuhan sangat berpengaruh terhadap kemampuan tanah dalam menahan maupun meloloskan air lindi (Hanafiah, 2012). Tanah dengan porositas tinggi dan permeabilitas rendah, seperti yang ditemukan di wilayah Ciparanje, dapat memperlambat pergerakan air lindi di dalam tanah sehingga meningkatkan risiko akumulasi zat pencemar di lapisan atas. Akumulasi tersebut dapat berdampak negatif terhadap pertumbuhan tanaman dan keamanan hasil pertanian, terutama bila lahan tersebut dimanfaatkan untuk produksi pangan (Utami *et al.*, 2021).

Dalam konteks pengelolaan lahan pertanian berkelanjutan, pemahaman mengenai karakteristik fisika tanah di area sekitar TPS menjadi sangat penting. Data tersebut dapat menjadi dasar untuk menentukan strategi pengelolaan yang tepat, seperti sistem drainase, pemilihan jenis tanaman yang sesuai, serta langkah mitigasi untuk mengurangi dampak pencemaran (Sutedjo, 2010). Oleh karena itu, penelitian mengenai sifat fisika tanah di area TPS Ciparanje dilakukan untuk mengetahui kondisi aktual tanah, menganalisis potensi dampak lingkungan akibat perembesan air lindi, serta merumuskan rekomendasi pengelolaan lahan pertanian yang berwawasan lingkungan dan berkelanjutan.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dan praktis dalam upaya menjaga kesuburan tanah dan kualitas lingkungan di sekitar kawasan TPS. Selain itu, hasil penelitian ini dapat menjadi dasar bagi pemerintah daerah maupun masyarakat

dalam mengambil kebijakan terkait pengelolaan limbah dan pemanfaatan lahan pertanian agar tetap produktif tanpa mengancam kesehatan ekosistem dan keberlanjutan sumber daya alam di masa depan (Widowati *et al.*, 2020).

METODE

Penelitian ini dilakukan dengan metode deskriptif kuantitatif, yaitu metode yang bertujuan untuk menggambarkan fenomena yang terjadi secara sistematis dan menganalisis hubungan antar variabel yang relevan. Dalam konteks penelitian ini, metode deskriptif digunakan untuk mendeskripsikan kondisi tanah di TPS Ciparanje. Penelitian ini dilakukan di TPS Ciparanje yang berlokasi di Kampung Ciparanje, Jatinangor, Kabupaten Sumedang serta Laboratorium Sumber Daya Air, Teknik Pertanian, Universitas Padjajaran. Penelitian ini terbagi menjadi 2 kegiatan berbeda, yaitu observasi dan pengambilan sampel yang diperoleh dari TPS Ciparanje, serta pengujian sampel yang dilaksanakan di Laboratorium PT Soilab. Waktu penelitian yang dilaksanakan dari bulan April sampai dengan September 2025.



Gambar 1. Lahan TPS Ciparanje (Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024)

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi berbagai perangkat untuk pengambilan dan analisis sampel tanah serta pengolahan data. Alat penelitian yang digunakan antara lain ring sampler untuk mengambil sampel tanah yang tidak terganggu, palu karet untuk membantu memasukkan ring sampler ke dalam tanah, hand auger/hand boring tool untuk mengebor tanah, mortar dan saringan untuk menghaluskan dan menyaring tanah, serta oven untuk mengeringkan sampel. Selain itu, hidrometer dan piknometer digunakan untuk pengujian fisika tanah, sedangkan laptop berfungsi untuk pengolahan data. Bahan penelitian meliputi tanah sebagai sampel utama, data topografi wilayah Ciparanje sebagai pendukung analisis, sodium hexametaphosphate untuk uji tekstur tanah, dan aquades sebagai pelarut dalam proses pengujian di laboratorium. Semua

alat dan bahan tersebut digunakan secara terpadu untuk memperoleh data akurat mengenai sifat fisika tanah di area TPS Ciparanje. Tahapan penelitian ini diawali dengan pengumpulan data melalui kegiatan survei lapangan dan wawancara. Survei dilakukan dengan meninjau langsung lokasi penelitian di TPS Ciparanje, Kampung Ciparanje, Jatinangor, Kabupaten Sumedang, untuk mengamati kondisi lingkungan serta area penimbunan sampah. Wawancara dilakukan dengan pihak pengelola dan masyarakat sekitar guna memperoleh informasi terkait sistem pengelolaan sampah, kondisi aliran air lindi, serta dampaknya terhadap lingkungan sekitar. Selanjutnya, dilakukan pengambilan sampel tanah menggunakan metode *handboring* pada beberapa titik lokasi penelitian untuk memperoleh contoh tanah yang representatif. Tahap berikutnya adalah pengukuran sifat fisika tanah di laboratorium, meliputi analisis tekstur tanah, berat jenis tanah, dan permeabilitas tanah. Analisis tekstur dilakukan menggunakan metode saringan dan hidrometer sesuai standar USCS, dengan sampel tanah yang diambil dari kedalaman 1-3 meter dan telah melalui proses pengeringan serta penyaringan. Untuk pengujian berat jenis tanah, digunakan metode piknometer dengan prosedur pengeringan, perendaman, dan pengukuran berat dalam kondisi kering dan jenuh air. Sedangkan untuk uji permeabilitas, dilakukan di laboratorium menggunakan sampel tanah dari TPS Ciparanje untuk menentukan kemampuan tanah meloloskan air. Seluruh tahapan ini dilakukan secara sistematis guna memperoleh data yang akurat mengenai karakteristik fisika tanah di area penelitian, yang selanjutnya menjadi dasar dalam analisis potensi dampak lingkungan serta perencanaan pengelolaan lahan pertanian berkelanjutan di sekitar TPS Ciparanje.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 1 menampilkan hasil pengukuran sifat fisika tanah di TPS Ciparanje.

NO	BORE HOLE	DEPTH (m)	TYPE	G _s	DENSITY		n	Sr	W _n	PARTICLE SIZE DISTRIBUTION					UNCS CLASS	PERMEABILITAS
					ρ _d	ρ _w				Gravel	Sand	Silt	Clay	% Fines		
					(kN/m ³)	(kN/m ³)	%	%	%	%	%	%	%	%		k
1	BH-01	1.00 - 1.50	UDS	2.67	11.23	16.81	0.57	99.51	46.67	0.00	2.41	84.14	13.44	97.59	-	2.939.E-04
2	BH-01	2.50 - 3.00	UDS	2.69	10.23	16.17	0.61	98.88	58.10	1.19	5.30	78.79	14.72	93.51	-	2.847.E-04
3	BH-02	1.00 - 1.50	UDS	2.61	10.88	15.48	0.57	91.53	42.17	0.42	3.82	82.57	13.19	95.76	-	2.642.E-04
4	BH-02	2.50 - 3.00	UDS	2.63	10.93	15.97	0.58	89.01	46.11	0.75	1.73	86.01	11.52	97.52	-	2.943.E-04
5	BH-03	1.00 - 1.50	UDS	2.65	11.13	16.72	0.57	99.63	50.15	0.00	3.76	82.96	13.26	96.22	-	2.776.E-04
6	BH-03	2.50 - 3.00	UDS	2.65	11.77	17.12	0.55	99.71	45.49	0.94	6.61	83.35	9.15	92.45	-	2.833.E-04

Gambar 1. Hasil analisis sifat fisika tanah di TPS Ciparanje

Berdasarkan hasil uji laboratorium tanah dari area TPS Ciparanje yang dilakukan oleh PT. SOILAB, diperoleh data mengenai sifat fisika tanah yang meliputi berat jenis butiran (G_s), berat isi tanah (γ_d dan γ), kadar air (W_n), porositas (n), derajat kejenuhan (Sr),

serta distribusi ukuran butir dan nilai permeabilitas (k). Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai G_s berkisar antara 2,61–2,69, menunjukkan dominasi mineral silikat dan lempung. Berat isi kering tanah (γ_d) berkisar 10,23–11,77 kN/m³, dan berat isi basah (γ) antara 15,48–17,12 kN/m³, menandakan tanah memiliki kerapatan sedang dengan kadar air tinggi. Nilai porositas (n) berada pada 0,55–0,61, menandakan tanah berpori besar dan gembur. Derajat kejenuhan (S_r) yang tinggi, yaitu 81,53–99,71%, serta kadar air alami (W_n) sebesar 42,17–58,10%, menunjukkan bahwa tanah hampir jenuh air pada kondisi alamiahnya.

Hasil uji gradasi butiran memperlihatkan bahwa tanah di area tersebut didominasi oleh fraksi lanau (78,79–86,01%), dengan kandungan lempung (9,10–14,72%) dan pasir (1,19–6,61%) yang rendah. Kandungan butiran halus yang tinggi (lebih dari 97%) menunjukkan bahwa tanah termasuk tanah berbutir halus (fine-grained soil) dengan karakteristik daya serap air tinggi tetapi aliran air lambat. Hal ini didukung oleh nilai permeabilitas (k) yang rendah, yaitu sekitar $2,64 \times 10^{-4}$ hingga $2,94 \times 10^{-4}$ cm/s, yang berarti tanah sulit meloloskan air dan rentan terhadap genangan. Berdasarkan klasifikasi USCS, jenis tanah ini termasuk dalam kategori lanau anorganik plastisitas rendah (ML) atau campuran lanau-lempung (CL-ML).

Kondisi fisik tanah tersebut memiliki implikasi besar terhadap pengelolaan lahan pertanian berkelanjutan di area TPS Ciparanje. Dari sisi agronomi, tanah bertekstur lanau-lempung dengan permeabilitas rendah cenderung cocok untuk tanaman yang toleran terhadap kelembaban tinggi seperti padi, kangkung, dan talas, namun kurang sesuai untuk tanaman hortikultura seperti cabai atau jagung tanpa sistem drainase yang baik. Pembuatan saluran air, bedengan tinggi (guludan), dan pengolahan tanah rutin diperlukan untuk menjaga aerasi dan menghindari kondisi anaerob pada akar tanaman. Selain itu, sifat tanah yang mampu menahan air dan hara dengan baik dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan efisiensi irigasi dan penggunaan pupuk, sehingga mendukung prinsip pertanian berkelanjutan yang mengutamakan efisiensi input dan pelestarian sumber daya.

Namun demikian, lokasi ini memiliki risiko tambahan karena berada di sekitar Tempat Pengolahan Sampah (TPS) yang berpotensi menghasilkan air lindi (leachate). Air lindi merupakan cairan hasil pelarutan material organik dan anorganik dari timbunan sampah yang umumnya mengandung logam berat (seperti Pb, Cd, dan Hg), senyawa organik kompleks, serta bahan toksik lainnya. Mengingat sifat fisik tanah di TPS Ciparanje yang berpori besar namun memiliki permeabilitas rendah, air lindi berpotensi terakumulasi di lapisan atas tanah dan meresap perlahan ke bawah, menyebabkan pencemaran air tanah

dan akumulasi racun dalam profil tanah. Kondisi kejenuhan tinggi memperburuk situasi karena memperlambat proses pelarutan dan menyebabkan kontaminan lebih lama tertahan dalam tanah, sehingga meningkatkan risiko penyerapan logam berat oleh tanaman.

Dari perspektif pengelolaan lahan pertanian berkelanjutan, hal ini menuntut adanya tindakan mitigasi dan pengawasan ketat. Sebelum lahan digunakan untuk kegiatan pertanian, perlu dilakukan uji kualitas tanah dan air tanah untuk memastikan tidak terjadi kontaminasi berat dari air lindi. Jika ditemukan kandungan logam berat melebihi ambang batas, maka lahan sebaiknya tidak digunakan untuk produksi pangan konsumtif, tetapi dialihfungsikan untuk tanaman energi, tanaman hias, atau vegetasi penahan erosi. Penggunaan lapisan kedap (liner) atau sistem bioremediasi dengan tanaman hiperakumulator (misalnya vetiver, bunga matahari, atau bayam merah) juga dapat diterapkan untuk mengurangi kandungan logam berat di tanah secara bertahap.

Dengan demikian, meskipun tanah di area TPS Ciparanje memiliki potensi agronomis yang cukup baik, pemanfaatannya untuk pertanian berkelanjutan harus memperhatikan aspek konservasi, keamanan pangan, dan pengendalian pencemaran. Pendekatan agroekologi terpadu yang menggabungkan efisiensi air, peningkatan bahan organik, konservasi tanah, dan pemantauan kualitas lingkungan menjadi sangat penting untuk memastikan bahwa kegiatan pertanian di wilayah ini tidak hanya produktif, tetapi juga aman bagi ekosistem dan kesehatan manusia dalam jangka panjang.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis sifat fisik tanah di area TPS Ciparanje, dapat disimpulkan bahwa tanah di wilayah tersebut didominasi oleh fraksi lanau dengan sedikit lempung dan pasir, memiliki porositas tinggi (0,55–0,61), derajat kejenuhan yang sangat tinggi (hingga 99,71%), serta nilai permeabilitas rendah (sekitar 10^{-4} cm/s). Kondisi ini menunjukkan bahwa tanah memiliki kemampuan menyimpan air tinggi namun drainasenya buruk, sehingga rentan terhadap genangan. Karakteristik tersebut cocok untuk tanaman yang toleran terhadap kelembaban tinggi, seperti padi dan tanaman rawa, tetapi kurang ideal bagi tanaman hortikultura tanpa sistem drainase buatan. Dari sisi lingkungan, keberadaan air lindi dari TPS menjadi faktor risiko penting karena berpotensi mencemari tanah dan air tanah dengan logam berat serta senyawa toksik lainnya. Dengan demikian, meskipun tanah di TPS Ciparanje memiliki potensi agronomis yang baik, penggunaannya untuk lahan pertanian harus disertai langkah mitigasi yang matang agar tidak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan. Untuk mendukung pengelolaan lahan

pertanian berkelanjutan di area TPS Ciparanje, perlu dilakukan pemantauan rutin kualitas tanah dan air tanah, terutama terhadap kandungan logam berat dan bahan beracun akibat perembesan air lindi. Apabila tanah terindikasi tercemar, disarankan untuk tidak digunakan dalam produksi tanaman konsumsi langsung, melainkan untuk tanaman nonpangan atau vegetasi penahan erosi. Penerapan sistem drainase buatan, pembuatan guludan atau saluran air, serta penambahan bahan organik seperti kompos dan sekam padi sangat dianjurkan untuk memperbaiki aerasi dan struktur tanah. Selain itu, penerapan teknik agroekologi, seperti rotasi tanaman, penggunaan tanaman penutup tanah (cover crops), dan pemanfaatan tanaman hiperakumulator untuk fitoremediasi, dapat membantu memperbaiki kondisi tanah sekaligus menjaga keberlanjutan ekosistem. Dengan penerapan strategi tersebut, lahan di sekitar TPS Ciparanje dapat tetap dimanfaatkan secara produktif tanpa mengorbankan keamanan lingkungan dan keseimbangan ekologis jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Hardjowigeno, S. (2015). *Ilmu Tanah*. Jakarta, Akademika Pressindo.
- Hanafiah, K. A. (2012). *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Jakarta, Raja Grafindo Persada.
- Puspita, D. R., Wibowo, C. A., & Sari, M. P. (2020). Analisis Kualitas Air Lindi Terhadap Pencemaran Tanah Dan Air Tanah Di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(2), 75–84. <https://doi.org/10.14710/jil.18.2.75-84>
- Suriadikarta, D. A., & Simanungkalit, R. D. M. (2018). *Pengelolaan Tanah dan Kesuburan untuk Pertanian Berkelanjutan*. Bogor: Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Sutedjo, M. M. (2010). *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Jakarta, Rineka Cipta.
- Utami, S. R., Susilowati, D., & Raharjo, A. (2021). Dampak Pencemaran Air Lindi Terhadap Kualitas Tanah Dan Tanaman Di Sekitar Lokasi TPS. *Jurnal Agroteknologi dan Lingkungan*, 15(1), 33–42.
- Widowati, L. R., Sutanto, R., & Suryani, N. (2020). *Pertanian Berkelanjutan dan Pengelolaan Lingkungan*. Yogyakarta, Gadjah Mada University Press.

Adaptasi Perubahan Iklim Petani Jagung di Desa Lenteng Timur, Kabupaten Sumenep

Muhamad Rosid^{1*}, Mardiyah Hayati¹

¹Program studi prodi agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Trunojo Madura
Email: rosidmuhammad72@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bentuk adaptasi petani jagung terhadap perubahan iklim serta faktor-faktor yang memengaruhinya di Desa Lenteng Timur, Kabupaten Sumenep. Penelitian menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan jumlah responden 130 petani yang dipilih secara simple random sampling dari populasi 806 orang. Data dikumpulkan melalui wawancara, observasi, dan kuesioner, kemudian dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adaptasi yang paling banyak dilakukan petani adalah perubahan pola tanam, sedangkan yang paling jarang dilakukan adalah pergantian varietas tahan iklim. Faktor yang paling berpengaruh terhadap kemampuan adaptasi adalah pengalaman bertani, diikuti oleh pendidikan, luas lahan, dan umur petani. Secara umum, petani jagung di Desa Lenteng Timur telah mampu beradaptasi cukup baik terhadap perubahan iklim.

Kata kunci: Adaptasi, Perubahan iklim, Petani jagung, Sumenep

Abstract

This study aims to identify the adaptation strategies of corn farmers to climate change and to analyze the factors influencing their adaptive capacity in Lenteng Timur Village, Sumenep Regency. The research employed a qualitative descriptive approach supported by simple quantitative data. A total of 130 corn farmers were selected using a simple random sampling technique from a population of 806 farmers. Data were collected through interviews, observations, documentation, and questionnaires, and analyzed using descriptive qualitative methods. The results show that the most common adaptation strategy practiced by farmers is changing cropping patterns, while the least adopted strategy is using climate-resistant crop varieties. The most influential factor in adaptation is farming experience, followed by education level, land size, and farmers' age. Overall, corn farmers in Lenteng Timur Village demonstrate a moderate level of adaptation to climate change, relying more on traditional knowledge rather than modern agricultural technologies.

Keywords: Adaptation, Climate change, Corn farmers, Agribusiness, Sumenep

PENDAHULUAN

Pendahuluan Perubahan iklim merupakan tantangan global yang juga berdampak signifikan di Indonesia. Peningkatan suhu global, pola cuaca yang tidak menentu, naiknya permukaan laut, dan frekuensi bencana alam yang meningkat adalah dampak dari perubahan iklim yang semakin terasa. Perubahan iklim bukan hanya berdampak pada lingkungan fisik, tetapi juga pada sosial, ekonomi, dan Kesehatan manusianya, sehingga menjadi tantangan serius bagi pembangunan pertanian negara-negara berkembang (Priyanto *et al.*, 2021).

Fakta di lapangan menunjukkan bahwa dampak perubahan iklim terutama kekeringan dan banjir dapat menurunkan produksi tanaman pangan. (Hidayat, 2023). Akibat dari perubahan iklim pada sektor pertanian memberikan kerugian pada petani sebagai aktor utama, masyarakat sebagai konsumen, pedagang, pemerintah dan pihak lainnya. Dalam aktifitas budidaya pertanian, perubahan iklim secara nyata dapat memberikan pengaruh terhadap pengurangan intensitas pengairan, penurunan produksi, kegagalan panen dan bahkan berkurangnya pendapatan usahatani. Perubahan iklim global berdampak nyata pada produksi tanaman pangan. Tentu saja hal ini menjadi ancaman dan kerugian bagi masyarakat yang bekerja pada sektor pertanian (Perdinan *et al.*, 2019).

Maka dari itu perubahan iklim dapat diatasi dengan beberapa cara, sehingga bisa meminimalisir dampak negatif dari perubahan iklim pada sektor pertanian. Beberapa adaptasi yang bisa aplikasikan oleh petani adalah penggunaan varietas tanaman yang lebih tahan terhadap kondisi iklim ekstrem, peningkatan sistem irigasi, dan penerapan praktik pertanian konservasi yang menjaga kesuburan tanah (Rusmayadi *et al.*, 2024).

Berdasarkan temuan di lapangan, Kabupaten Sumenep adalah salah satu daerah yang terdampak dengan adanya perubahan iklim yang terjadi, mulai dari peningkatan suhu cuaca, pola cuaca yang tidak menentu, dan serangan hama yang meningkat, mengingat madura adalah pertanian lahan kering sehingga pola cuaca yang tidak menentu mengakibatkan kekeringan, ini salah satu dampak yang sangat dirasakan oleh para petani di Kabupaten Sumenep. Sehingga para petani harus bisa beradaptasi terhadap perubahan iklim yang terjadi.

Mengingat dampak perubahan iklim yang terjadi di sektor pertanian maka perlu dilakukan kajian yang mendalam berkaitan dengan strategi adaptasi perubahan iklim oleh petani. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki dua tujuan utama Mengidentifikasi bentuk-bentuk adaptasi perubahan iklim yang dilakukan oleh petani jagung, dan menganalisis

faktor-faktor yang mempengaruhi kemampuan petani dalam melakukan adaptasi terhadap perubahan iklim. Sehingga dengan adanya penelitian ini bisa mengetahui Bagaimana petani jagung di Desa Lenteng Timur merespons perubahan iklim melalui strategi dan praktik adaptasi yang mereka pilih dalam aktivitas pertanian dan kehidupan ekonomi mereka sehari-hari, serta mendukung program *Sustainable Development Goals* yaitu penanganan perubahan iklim (SDGs-13).

METODE

Bagian ini Lokasi penelitian terletak di Desa Lenteng Timur, Kecamatan Lenteng, Kabupaten Sumenep, Jawa Timur. Lokasi penelitian dipilih secara sengaja atau purposive dengan pertimbangan daerah tersebut merupakan salah satu daerah pertanian penghasil jagung tertinggi di Jawa Timur dengan hasil produksi jagung pada tahun 2020 361.737,66 ton, 378,091,99 ton tahun 2021, dan tahun 2022 447,143,13 ton berdasarkan (BPS, 2024) Pemilihan lokasi penelitian juga berdasarkan data dan petunjuk oleh BPP Kecamatan Lenteng sebagai informan utama dalam menentukan lokasi penelitian.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer yang diperoleh dari petani jagung secara langsung. Metode pengambilan data dilakukan melalui metode wawancara terstruktur menggunakan kuesioner yang berfokus pada objek tujuan penelitian ini. Populasi dalam penelitian adalah seluruh petani jagung di desa lenteng timur sebesar 806 petani, data ini diperoleh dari ketua kelompok tani desa lenteng timur. Teknik penentuan sampel pada penelitian ini yaitu dengan menggunakan *simple random sampling*. Teknik *simple random sampling* merupakan suatu metode pengambilan sampel dari populasi statistik, di mana setiap anggota dalam subset memiliki peluang yang sama untuk terpilih (Dzikron & Purnamasari, 2021). Menurut Fachry (2020) *simple random sampling* adalah metode pemilihan sampel dari populasi yang dilakukan secara acak tanpa mempertimbangkan lapisan atau kelompok dalam populasi tersebut. Dimana semua petani memiliki kesempatan yang sama untuk menjadi sample tanpa dipengaruhi suatu faktor. Dalam menentukan ukuran sampel penelitian ini menggunakan rumus slovin dengan tingkat kesalahan 10%, berikut rumus slovin, yaitu:

$$n = \frac{N}{1 + N (e)^2}$$

$$n = \frac{806}{1 + 806(0,1)^2}$$

$$n = 88,99$$

Dimana =

n = ukuran sampel

N = total populasi (806 petani)

e = tingkat kesalahan (10% atau 0.1)

Berdasarkan perhitungan dengan rumus Slovin, ukuran sampel yang diperlukan untuk populasi 806 petani dengan tingkat kesalahan 10% ukuran sampel yang diperlukan adalah sekitar 89 petani. Metode yang digunakan adalah analisis deskriptif kualitatif, metode analisis data yang digunakan untuk menggambarkan atau merangkum karakteristik dasar dari kumpulan data yang diperoleh. Sejalan dengan penelitian (Millah *et al.*, 2023) bahwa analisis deskriptif digunakan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul. Tujuannya adalah untuk memberikan gambaran umum mengenai data tersebut tanpa melakukan inferensi atau menarik kesimpulan mengenai populasi yang lebih besar. Dalam penelitian ini analisis deskriptif digunakan untuk menganalisis adaptasi petani terhadap perubahan iklim yang terjadi. Cara mengetahui adaptasi petani terhadap perubahan iklim yang terjadi ada beberapa pertanyaan yang disiapkan dalam bentuk kuisioner seperti berikut.

Tabel 1. Daftar Pertanyaan kuisioner

Apakah anda melakukan strategi adaptasi untuk menghadapi perubahan iklim? Adaptasi mana yang anda gunakan?	1 Ya 0 tidak
Perubahan pola tanam	
Perubahan varietas tanaman tahan iklim	
Perubahan jenis tanaman	
Penggunaan tanaman pagar atau naungan	
Perubahan jenis pupuk yang digunakan	
Melakukan konservasi tanah	
Meningkatkan irigasi(tandon/embong)	
Tumpang sari	
Penggunaan teknologi informasi(media sosial, ict, dll)	
Mencari pekerjaan lain dalam sektor pertanian	
Mencari pekerjaan lain diluar sektor pertanian	
Mengirim keluarga keluar kota/negeri untuk bekerja	
Lainnya	

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik petani jagung di kecamatan lenteng desa lenteng timur

Karakteristik petani jagung dalam penelitian ini meliputi usia, pendidikan, pengalaman bertani, luas lahan.

Tabel 2. Karakteristik Petani Jagung

No	Karakteristik	Rata-Rata	Keterangan
1	Umur petani (tahun)	50	Termasuk usia produktif lanjut
2	Lama pendidikan (tahun)	9	Setara pendidikan SMP
3	Luas lahan (m ²)	3.583,9	Rata-rata 0,36 ha per petani
4	Pengalaman bertani (tahun)	25	Termasuk kategori berpengalaman

Sumber: data primer diolah 2025

Berdasarkan Tabel 2 di atas, rata-rata umur petani jagung sebesar 50 tahun menunjukkan bahwa mayoritas petani berada pada kategori usia produktif lanjut, di mana mereka masih aktif mengelola usahatani namun cenderung berhati-hati terhadap inovasi baru. Petani berusia lebih tua memiliki pengalaman yang luas, namun lebih lambat dalam mengadopsi teknologi baru dibandingkan petani muda.

Rata-rata lama pendidikan petani adalah 9 tahun (setara SMP). Tingkat pendidikan ini relatif menengah, sehingga sebagian besar petani mampu memahami penyuluhan dasar namun masih kesulitan mengakses informasi teknologi pertanian dan data iklim digital. (Unton, 2025) menjelaskan bahwa pendidikan berperan penting dalam meningkatkan literasi iklim, di mana petani dengan pendidikan lebih tinggi lebih mudah memahami pola cuaca dan strategi mitigasi iklim.

Rata-rata luas lahan garapan sebesar 3.583,9 m² (sekitar 0,36 ha) menunjukkan bahwa sebagian besar petani termasuk dalam kategori petani kecil. Skala usaha kecil membatasi kapasitas ekonomi petani untuk menerapkan adaptasi yang membutuhkan investasi besar seperti pembangunan embung atau penggunaan benih unggul tahan kekeringan. Hasil ini sejalan dengan temuan (Nuringsih, 2016) yang menyatakan bahwa keterbatasan sumber daya dan lahan menyebabkan petani hanya mampu menerapkan strategi adaptasi sederhana, seperti perubahan pola tanam atau konservasi tanah.

Selanjutnya, rata-rata pengalaman bertani mencapai 25 tahun, menunjukkan bahwa petani di Desa Lenteng Timur tergolong berpengalaman dalam mengelola lahan pertanian dan menyesuaikan pola tanam dengan kondisi iklim. Pengalaman yang panjang ini membantu petani mengenali tanda-tanda perubahan musim dan menentukan waktu tanam yang tepat. Hal ini konsisten dengan penelitian (Maru *et al.*, 2023) yang menyebutkan bahwa pengalaman bertani berpengaruh positif terhadap kemampuan adaptasi petani dalam menghadapi ketidakpastian iklim.

Secara umum, karakteristik petani di Desa Lenteng Timur menggambarkan kelompok petani yang berpengalaman tetapi memiliki keterbatasan sumber daya ekonomi dan akses teknologi. Hal ini menyebabkan bentuk adaptasi yang dilakukan masih didominasi oleh strategi tradisional berbasis pengalaman, bukan inovasi teknologi modern. Oleh karena itu, peningkatan kapasitas adaptasi dapat dilakukan melalui penyuluhan, pelatihan iklim, dan penguatan kelembagaan pertanian agar petani dapat beradaptasi secara lebih efektif terhadap dampak perubahan iklim di masa depan.

Bentuk Adaptasi Petani Jagung terhadap Perubahan Iklim

Berdasarkan hasil penelitian petani jagung di Desa Lenteng Timur, diketahui bahwa petani menerapkan berbagai bentuk strategi adaptasi untuk menghadapi perubahan iklim yang semakin tidak menentu. Bentuk-bentuk adaptasi tersebut disajikan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Strategi Adaptasi Perubahan Iklim yang Digunakan Petani Jagung

No	Strategi adaptasi	Jumlah petani (orang)	Presentase%
1	Perubahan pola tanam	80	15,53
2	Perubahan varietas tanaman tahan iklim	25	4,85
3	Perubahan jenis tanaman	42	8,16
4	Penggunaan tanaman pagar atau naungan	36	6,99
5	Perubahan jenis pupuk yang digunakan	49	9,51
6	Melakukan konservasi tanah	41	7,96
7	Meningkatkan irigasi (tandon/embong)	48	9,32
8	Tumpang sari	55	10,68
9	Penggunaan teknologi informasi (media sosial, ICT, dll)	33	6,41
10	Mencari pekerjaan lain dalam sektor pertanian	50	9,71
11	Mencari pekerjaan lain di luar sektor pertanian	56	10,87

Sumber: data primer diolah, 2025

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan pola tanam merupakan strategi adaptasi yang paling banyak dilakukan oleh petani jagung di Desa Lenteng Timur, yaitu sebesar 15,53%. Petani menyesuaikan waktu tanam dengan kondisi curah hujan yang tidak menentu. Umumnya, petani menanam lebih awal saat hujan pertama turun untuk menghindari kekeringan di akhir musim tanam. Strategi ini menunjukkan kemampuan adaptif petani dalam membaca tanda-tanda iklim berdasarkan pengalaman empiris.

Sebaliknya, perubahan varietas tanaman tahan iklim merupakan strategi adaptasi yang paling jarang dilakukan, hanya sebesar 4,85%. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan akses terhadap benih unggul tahan kekeringan dan kurangnya penyuluhan mengenai teknologi adaptif.

Strategi lain yang cukup sering dilakukan adalah tumpang sari (10,68%), mencari pekerjaan di luar sektor pertanian (10,87%), dan perubahan jenis pupuk (9,51%). Praktik tumpang sari umumnya dilakukan dengan menanam jagung bersama tanaman kacang tanah atau kedelai untuk mengurangi risiko gagal panen dan menjaga kesuburan tanah. Sementara diversifikasi pekerjaan menjadi pilihan bagi petani dengan lahan sempit untuk menjaga kestabilan pendapatan ketika hasil panen menurun akibat anomali cuaca.

Adaptasi seperti konservasi tanah (7,96%) dan peningkatan irigasi (9,32%) juga diterapkan oleh sebagian petani melalui pembuatan parit, guludan, dan tandon air (*embung*), meskipun keterbatasan biaya dan sarana menjadi kendala utama. Penggunaan teknologi informasi (6,41%) seperti WhatsApp untuk memantau cuaca dan harga komoditas masih rendah karena sebagian besar petani berusia lanjut dan kurang familiar dengan media digital.

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Adaptasi Petani Jagung terhadap Perubahan Iklim

Kemampuan petani dalam beradaptasi terhadap perubahan iklim sangat dipengaruhi oleh kondisi sosial ekonomi mereka. Berdasarkan hasil penelitian di Desa Lenteng Timur, terdapat empat faktor utama yang berpengaruh terhadap tingkat adaptasi, yaitu umur, tingkat pendidikan, luas lahan, dan pengalaman bertani. Keempat faktor ini menjadi dasar dalam memahami variasi strategi adaptasi yang dilakukan oleh petani jagung.

Umur petani. Rata-rata umur petani jagung di Desa Lenteng Timur adalah 50 tahun, yang termasuk kategori usia produktif lanjut. Umur memengaruhi kemampuan petani dalam mengakses dan menerapkan strategi adaptasi. Petani yang berusia lebih muda cenderung lebih terbuka terhadap inovasi, sementara petani berusia lebih tua biasanya mengandalkan pengalaman tradisional yang sudah terbukti efektif dalam menghadapi perubahan musim. Dan dalam penelitian (Ndiwa *et al.*, n.d.) menunjukkan bahwa usia berpengaruh signifikan terhadap intensitas penerapan strategi adaptasi, di mana petani yang lebih muda lebih sering menerapkan metode baru seperti penggunaan varietas tahan kekeringan dan penyesuaian waktu tanam. Meskipun demikian, kelompok usia lanjut

memiliki keunggulan dalam hal kestabilan psikologis dan kearifan lokal yang dapat menjadi dasar adaptasi berbasis pengalaman.

Tingkat pendidikan. Tingkat pendidikan rata-rata petani adalah 9 tahun, setara dengan SMP, yang menunjukkan kemampuan literasi sedang. Pendidikan berperan penting dalam menentukan seberapa baik petani memahami informasi dan mengimplementasikan strategi adaptasi. Petani dengan pendidikan lebih tinggi umumnya lebih mudah memahami penyuluhan iklim, mengakses teknologi informasi, dan mengambil keputusan adaptif berdasarkan data atau pengalaman ilmiah. Menurut Abate (2024) pendidikan meningkatkan kapasitas petani dalam mengadopsi teknologi baru seperti benih unggul tahan kekeringan dan sistem tanam hemat air. Selain itu, pendidikan memperkuat kemampuan petani untuk berinteraksi dengan lembaga penyuluhan, pemerintah, atau lembaga riset yang menyediakan informasi dan pelatihan adaptasi. Dengan demikian, pendidikan tidak hanya meningkatkan pengetahuan, tetapi juga memperluas jejaring sosial yang mendukung keberhasilan adaptasi.

Luas lahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata luas lahan garapan petani adalah 3.583,9 m² (0,36 ha), yang menempatkan mereka dalam kategori petani kecil. Luas lahan berpengaruh terhadap kapasitas ekonomi petani untuk menerapkan strategi adaptasi. Petani dengan lahan sempit cenderung memilih strategi adaptasi berbiaya rendah seperti tumpangsari, pengaturan pola tanam, atau konservasi tanah, sedangkan petani dengan lahan lebih luas memiliki kemampuan finansial untuk menggunakan teknologi irigasi atau benih unggul tahan iklim.

Temuan ini konsisten dengan penelitian Nurwenda *et al.* (2024) yang menyebutkan bahwa luas lahan merupakan salah satu indikator kemampuan finansial petani dalam menghadapi risiko iklim. Petani dengan skala usaha kecil sering kali lebih rentan terhadap gagal panen karena keterbatasan modal untuk melakukan mitigasi dan adaptasi. Oleh sebab itu, dukungan kelembagaan seperti akses kredit dan bantuan sarana produksi menjadi penting untuk memperkuat adaptasi petani kecil.

Pengalaman bertani. Rata-rata pengalaman bertani petani jagung di Desa Lenteng Timur adalah 25 tahun, yang tergolong dalam kategori berpengalaman tinggi. Pengalaman panjang ini membantu petani mengenali tanda-tanda perubahan cuaca dan menentukan waktu tanam yang tepat berdasarkan pola hujan. Petani berpengalaman juga lebih mampu mengelola risiko iklim melalui diversifikasi usaha tani dan pengaturan waktu tanam.

Hasil ini sejalan dengan Adeagbo *et al.* (2021) pengalaman bertani yang panjang memungkinkan petani menggabungkan praktik tradisional dengan inovasi modern, sehingga menciptakan bentuk adaptasi yang lebih berkelanjutan. Pengalaman juga meningkatkan kepercayaan diri petani dalam mengambil keputusan, seperti diversifikasi tanaman, penggunaan pupuk organik, atau pengelolaan air berbasis konservasi. Namun, dalam beberapa kasus, pengalaman yang sangat panjang dapat membuat petani lebih konservatif terhadap perubahan teknologi baru. Dengan demikian, pengalaman menjadi faktor yang memperkuat kemampuan adaptasi, terutama ketika petani memiliki keterbatasan akses terhadap pendidikan dan teknologi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan keempat faktor di atas, dapat disimpulkan bahwa karakteristik sosial ekonomi petani di Desa Lenteng Timur memberikan pengaruh yang signifikan terhadap bentuk dan tingkat adaptasi terhadap perubahan iklim. Petani dengan usia produktif, pendidikan cukup, pengalaman panjang, dan lahan yang relatif luas memiliki kemampuan adaptasi yang lebih baik dibandingkan dengan petani yang memiliki keterbatasan di salah satu aspek tersebut. Penelitian ini menunjukkan bahwa petani jagung di Desa Lenteng Timur telah melakukan berbagai bentuk adaptasi terhadap perubahan iklim, terutama melalui perubahan pola tanam yang disesuaikan dengan kondisi curah hujan yang tidak menentu. Sebaliknya, adaptasi yang paling jarang dilakukan adalah pergantian varietas tanaman tahan iklim, karena keterbatasan akses informasi dan benih unggul. Karakteristik sosial ekonomi turut memengaruhi tingkat adaptasi petani. Dengan rata-rata umur 50,4 tahun, pendidikan sembilan tahun, luas lahan 3.583,9 m², dan pengalaman bertani 25,3 tahun, petani di Desa Lenteng Timur tergolong cukup adaptif, namun masih mengandalkan pengetahuan tradisional. Faktor pengalaman bertani terbukti paling berpengaruh terhadap kemampuan adaptasi, diikuti oleh pendidikan, luas lahan, dan umur petani. Secara umum, tingkat adaptasi petani termasuk kategori cukup baik, tetapi belum banyak melibatkan teknologi modern. Petani diharapkan meningkatkan kemampuan adaptasi melalui pelatihan, penyuluhan, serta pemanfaatan teknologi informasi untuk memperoleh data cuaca dan inovasi pertanian. Pemerintah daerah perlu memperkuat dukungan kelembagaan, memperbanyak kegiatan penyuluhan adaptasi iklim, serta menyediakan benih unggul dan sarana irigasi yang memadai.

DAFTAR PUSTAKA

- Abate, T. W. (2024). Analysis Of Agricultural Technology Adoption : The Use Of Improved Maize Seeds And Its Determinants In Ethiopia , Evidence From Eastern Amhara. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*.
<https://doi.org/10.1186/s13731-024-00421-4>
- Adeagbo, O. A., Ojo, T. O., & Adetoro, A. A. (2021). Heliyon Understanding The Determinants Of Climate Change Adaptation Strategies Among Smallholder Maize Farmers In South-West, Nigeria. *HLY*, 7(2), e06231.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06231>
- BPS. (2024). *Sumenep, badan pusat statistik kabupaten*. 2024.
<https://sumenepkab.bps.go.id/id/publication/2024/02/28/bf11f598afe3f7f49dff8d8a/kabupaten-sumenep-dalam-angka-2024.html>
- Dull, E., & Reinhardt, S. P. (2014). An Analytic Approach For Discovery. In *CEUR Workshop Proceedings*, 1304, 89–92.
- Dzikron, M. D., & Purnamasari, P. (2021). Pengaruh E-Audit dan Kompetensi Auditor terhadap Kualitas Audit. *Jurnal Riset Akuntansi*, 1(1), 47–51.
<https://doi.org/10.29313/jra.v1i1.189>
- Fachry, F. (2020). Batik Karawang Di Ramayana Mall, Karawang The Influence of Pembelian Batik Karawang. *jurnal Ilmiah Manajemen*, 2(1), 37–44.
- Hidayat, A. (2023). Dampak Perubahan Iklim Terhadap Pertanian Dan Strategi Adaptasi Yang Diterapkan Oleh Petani. *Universitas Medan Area*, 1–11.
- Maru, R., Alimato, A., Nyompa, S., Nasrul, N., Arfandi, A., & Amda, M. (2023). Strategi Adaptasi Petani Sawah Dalam Menghadapi Perubahan Iklim Di Kabupaten Maros. *Jurnal Environmental Science*, 6(1). <https://doi.org/10.35580/jes.v6i1.52038>
- Millah, A. S., Apriyani, Arobiah, D., Febriani, E. S., & Ramdhani, E. (2023). Analisis Data dalam Penelitian Tindakan Kelas. *Jurnal Kreativitas Mahasiswa*, 1(2), 140–153.
- Nasa, L. E. T. (2023). *Climate change is a long-term change in the average weather patterns that have come to define Earth's local, regional and global climates. These changes have a broad range of observed effects that are synonymous with the term*. NASA. <https://science.nasa.gov/climate-change/what-is-climate-change/>
- Ndiwa, A. M., Mburu, J., & Mulwa, R. (n.d.). *Determinants of climate change adaptation strategies and intensity of use ; micro level evidence from crop farmers in Kenya*.
- Nuringsih, T. (2016). *Memenuhi Kebutuhan Air Tanaman Di Kabupaten Purworejo*. IX(November), 79–90.
- Nurwenda, B., Saediman, S., & Yusria, Y. (2024). Analisis Dampak Perubahan Iklim Terhadap Ketahanan Pangan Petani Jagung Lokal Di Kecamatan Kabawo Kabupaten Muna. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 4(4), 8550–8565.
- Perdinan, P., Atmaja, T., Adi, R. F., & Estiningtyas, W. (2019). Adaptasi Perubahan Iklim

Dan Ketahanan Pangan: Telaah Inisiatif Dan Kebijakan. *Jurnal Hukum Lingkungan Indonesia*, 5(1), 60–87. <https://doi.org/10.38011/jhli.v5i1.75>

Priyanto, M., Toiba, H., & Hartono, R. (2021). Strategi Adaptasi Perubahan Iklim: Faktor yang Mempengaruhi dan Manfaat Penerapannya. *Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*, 5(4), 1169–1178. <https://doi.org/10.21776/ub.jepa.2021.005.04.19>

Rusmayadi, G., Edddy, S., Abidin, Z., Anripa, N., Rubijantoro, S., & Wilson, J. S. (2024). Analisis Dampak Perubahan Iklim Terhadap Produktivitas Tanaman Pangan. *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran*, 7(3), 9488–9495.

Unton, A. R. (2025). Analisis Persepsi dan Kapasitas Adaptif Petani Sawah terhadap Perubahan Iklim di Kabupaten Maros. 9, 12960–12968.

Peran, Status, dan Fungsi Serangga pada Tanaman Padi Organik di Desa Lubuk Bayas Mendukung Brigade Pangan di Sumatera Utara

Ameilia Zuliyanti Siregar^{1*}, Evawaty Sri Ulina², Liana Dwi Sri Hastuti³, Nismah Panjaitan⁴

¹Prodi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara

²Organisasi Riset, Pertanian, dan Pangan, Badan Riset dan Inovasi Nasional

³Departemen Biologi, FMIPA, Universitas Sumatera Utara

⁴Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara

Email: ameilia@usu.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendeterminasi peran, status, dan fungsi serangga pada tanaman padi organik di Kecamatan Perbaungan, Kabupaten Serdang Bedagai, Sumatera Utara pada bulan Juli-September 2025. Metode penelitian yang digunakan adalah metode survei dengan menggunakan metode acak sederhana, dan diambil pada 3 Desa (Desa Lubuk Bayas, Desa Tanah Merah, dan Desa Pematang Setrak) sebagai tempat pengambilan sampel. Dari setiap desa ditetapkan 3 petakan sawah dengan luas petakan 10 m x 10 m. Pengambilan sampel data dilakukan dengan menggunakan jaring serangga pada setiap petakan. Serangga yang tertangkap, dibersihkan, dan diidentifikasi di Laboratorium Hama, Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Hasil penelitian diketahui bahwa keanekaragaman arthropoda predator yang ditemukan baik di permukaan tanah maupun ditajuk tanaman termasuk ke dalam kriteria sedang dengan indeks keragaman $1 < H' < 3$. Nilai keanekaragaman di tajuk tanaman dan di permukaan tanah tertinggi di Desa Lubuk Bayas ($H' = 2,87$, disusul dengan $H'=2,45$ dari Desa Pematang Setrak dan $H' = 2,17$ untuk Desa Tanah Merah) dengan indeks dominasi yaitu 0,38, 0,32, 0,27 pada tajuk tanaman dan 0,53-0,62 di permukaan tanah sehingga tergolong rendah. Serangga yang termasuk musuh alami padi adalah *Miscrasic sp*, *Hydrophiloidea*, *Carabidae*, *Chrysomelidae*, *Dytiscidae*, *Gryllidae*, *Corduliidae*, *Sicariidae*, *Vespidae*, *Formicidae*, *Pentatomidae* dan *Reduvius personatus*. Selanjutnya, serangga netral termasuk *Blattidae*, *Culicidae*, *Muscidae*, dan *Nymphalidae*, manakala serangga hama tergolong dari famili *Tephritidae*, *Acrididae*, *Cicadellidae*, *Alydidae*, dan *Noctuidae*. Status, fungsi, dan peran serangga sangat menentukan pertumbuhan padi sebagai pendukung ketahanan dan brigade pangan di Sumatera Utara.

Kata kunci: Kelimpahan, Status, Fungsi, Serangga, Padi, Lubuk bayas

Abstract

*This study aims to determine the role, status, and function of insects in organic rice plants in Perbaungan District, Serdang Bedagai Regency, North Sumatra in July-September 2025. The research method used is a survey method using a simple random method, and 3 villages were taken (Lubuk Bayas Village, Tanah Merah Village, and Pematang Setrak Village) as sampling sites. From each village, 3 rice field plots were determined with a plot area of 10 m x 10 m. Data sampling was carried out using insect nets in each plot. The insects obtained were cleaned and identified in the Pest Laboratory, Faculty of Agriculture, University of Sumatera Utara. The results of the study showed that the diversity of predatory arthropods found oth on the ground surface and in the crown of plants was included in the moderate criteria with a diversity index of $1 < H' < 3$. The highest diversity value in the crown of plants and on the ground, surface was in Lubuk Bayas Village ($H' = 2,87$, followed by $H'=2,45$ from Pematang Setrak Village and $H' = 2,17$ for Tanah Merah Village) with a dominance index of 0,38, 0,32, 0,27 in the crown of plants and 0,53-0,62 on the ground surface so it was classified as low. Insects that are considered natural enemies of rice include *Miscrasic sp*, *Hydrophiloidea*, *Carabidae*, *Chrysomelidae*, *Dytiscidae*, *Gryllidae*, *Corduliidae*, *Sicariidae*, *Vespidae*, *Formicidae*, *Pentatomidae*, and *Reduvius personatus*. Furthermore, neutral insects include *Blattidae*, *Culicidae*, *Muscidae*, and *Nymphalidae*, while insect pests belong to the families *Tephritidae*, *Acrididae*, *Cicadellidae*, *Alydidae*, and *Noctuidae*. The status, function, and role of insects are crucial for rice growth as they support food security and food security in North Sumatra.*

Keywords: Abundance, Status, Function, Insects, Rice, Lubuk bayas

PENDAHULUAN

Populasi orang Indonesia bergantung pada tanaman padi sebagai pilar utama dalam memenuhi kebutuhan pangan (Siregar *et al.*, 2021). Produksi Padi di Sumatera Utara sebanyak (Kementan RI, 202, BPS, 2024). Desa Lubuk Bayas terletak di Kecamatan Perbaungan, Kabupaten Serdang Bedagai, Sumatera Utara menjadi salah satu model pengembangan pertanian organik. Dengan tekad dan inovasi, pertanian tradisional dapat bertransformasi menjadi pertanian yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Kelompok Tani Subur, yang beroperasi di desa ini, telah menjadi pelopor dalam budidaya padi organik sejak tahun 2008, dan keberhasilan mereka telah memberikan inspirasi bagi banyak desa lain di Indonesia.

Padi organik, yang dihasilkan tanpa menggunakan bahan kimia berbahaya seperti pestisida dan pupuk kimia, memiliki banyak keunggulan. Selain lebih sehat dan ramah lingkungan, beras organik juga memiliki rasa yang lebih pulen dan empuk (Gumilar *et al.*, 2020). Permintaan terhadap beras organik terus meningkat, seiring dengan meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya gaya hidup sehat. Beras organik dari Desa Lubuk Bayas telah mendapatkan pengakuan kualitas dari berbagai pihak, termasuk konsumen di kota-kota besar yang semakin mencari produk makanan yang sehat dan alami.

Budidaya padi organik di Desa Lubuk Bayas tidak hanya berdampak positif pada lingkungan dan kesehatan, tetapi juga membuka peluang ekonomi yang menjanjikan. Harga jual beras organik yang lebih tinggi dibandingkan beras konvensional memberikan keuntungan finansial yang signifikan bagi para petani. Selanjutnya, Yanti *et al.*, (2014) mendeskripsikan faktor – faktor ancaman terdiri dari musim penghujan, kenaikan harga input, kelangkaan TKLK, adanya saingan dengan beras nonorganik yg lebih berkualitas, serta serangan hama dan penyakit menurunkan produksi beras.

Menurut Siregar *et al.* (2014), Serangga ditemukan hampir di semua ekosistem. Semakin banyak tempat dengan berbagai ekosistem maka terdapat jenis serangga yang beragam. Penelitian yang dilakukan Hasibuan (2020) dan Siregar *et al.* (2021) mendeskripsikan hama dominan pada tanaman padi, diantaranya penggerek batang (*Scirpophaga incertulas*, *Scirpophaga innotata*, *Chilo suppressalis*), walang sangit (*Leptocorisa oratorius*), dan *Spodoptera litura*. Manakala Uge *et al.* (2021) mendeskripsikan pengendalian *S. litura* (ulat grayak) pada tanaman padi dilakukan menggunakan insektisida kimiawi, pestisida nabati, perangkap lampu (*light trap*), maupun

penggunakan mikroorganisme dari jenis bakteri, virus, jamur dan entomopatogen lainnya (Sahroni *et al.*, 2023).

Salah satu dampak negatif yang ditimbulkan oleh pengendalian dengan menggunakan pestisida kimia yaitu terbunuhnya serangga-serangga berguna dan musuh alami, sehingga dapat menyebabkan hama-hama menjadi resisten dan akan berkembang dengan cepat, akibatnya dapat menyebabkan penurunan produksi padi (Meilin, 2016). Sejalan dengan penelitian Sumini (2020) bahwa penggunaan pestisida kimia yang tidak bijaksana dan dilakukan secara terus menerus di Kecamatan Tugumulyo dapat menyebabkan hama menjadi resisten dan meningkatnya persentase serangan hama mencapai 75,7 % serta dapat menyebabkan terbunuhnya serangga lain.

Arthropoda terbagi atas 3 golongan, yaitu musuh alami, hama dan kelompok netral (Adnan & Wagiyana, 2020). Manakala predator merupakan suatu organisme yang memakan atau memangsa suatu organisme lain sebagai sumber pakan di agroekosistem untuk melangsungkan kehidupan (Yoyong *et al.*, 2020). Arthropoda predator hidup bebas dan mempunyai jumlah spesies lebih banyak dibandingkan jumlah spesies dari serangga lainnya dan mempunyai peranan dalam menekan populasi serangga hama di suatu agroekosistem.

Keragaman dan kelimpahan dari arthropoda predator juga berkaitan dengan pola tanam dan vegetasi disekitar pertanaman, serta penggunaan dari pestisida kimia dalam melakukan suatu sistem budidaya tanaman (Tauruslina *et al.*, 2015). Oleh sebab itu mekanisme pengaturan populasi arthropoda di suatu ekosistem perlu dilakukan untuk mencapai pertanian berkelanjutan dan menerapkan Sistem Pengendalian Hama secara Terpadu (PHT). Menurut Wardoyo (2025), bahwa PHT dapat memperbesar peranan dari musuh alami dan penggunaan pestisida kimia secara rasional. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengevaluasi peran, status, dan fungsi serangga pada tanaman padi organik yang akan mempengaruhi ketahanan dan swasembada pangan di Sumatera Utara.

METODE

Penelitian menggunakan metode survei yang dilakukan pada tanaman padi pada 3 Desa (Desa Lubuk Bayas, Desa Tanah Merah, dan Desa Pematang Setrak) yang ada di Kecamatan Perbaungan, Kabupaten Serdang Bedagai, Sumatera Utara dari bulan Juli – September 2025 dengan luas sampel yang diamati sebesar 10 m x 10 m. Pengambilan sampel serangga dilakukan menggunakan jaring serangga sebanyak 10 kali ayunan (Jafar, *et al.*, 2025) pada setiap Lokasi sampling yang ditentukan. Serangga yang didapat dalam

perangkap dimasukan ke dalam kantong plastik yang telah berisi larutan formalin, kemudian dibersihkan dengan air dan dimasukan ke dalam botol vial yang telah berisi alkohol 75%. Serangga diidentifikasi di Laboratorium Hama dan Penyakit Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.

Peubah yang diamati dalam penelitian ini adalah populasi musuh alami, kelimpahan dan keanekaragaman musuh alami. Struktur Komunitas arthropoda predator dianalisis dengan menghitung indekskeanekaragaman, indeks kemerataan dan indeks dominasi. Indeks keanekaragaman dihitung dengan menggunakan indeks shannon ($H' = -\sum (n_i/N) \ln (n_i/N)$) dan indeks kemerataan ($E = H' / \ln (s)$) (Ludwig & Reynold, 1988). Sedangkan indeks dominasi diukur dengandengan indeks Berger-Parker ($d = N_{\max}/N$)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil survei yang telah dilakukan di tiga Desa (Lubuk Bayas, Desa Tanah Merah dan Desa Pematang Setrak) di Kecamatan Lubuk Pakam, Kabupaten Serdang Bedagai, Sumatera Utara, maka diketahui bahwa di Desa Lubuk Bayas memiliki jumlah individu dari arthropoda predator tertinggi baik di tajuk pertanaman mau pun di permukaan tanah yaitu 509, 22 individu berbanding 454, 18 individu (Desa Tanah merah) dan 426, 14 individu (Desa Pematang Setrak) (Tabel 1). Tingginya jumlah individu arthropoda predator baik di tajuk tanaman maupun di permukaan tanah di Desa Lubuk Bayas dipengaruhi oleh tumbuhan lain yang ada disekitar pertanaman padi, yaitu tanaman sayuran (seperti sawi, kacang panjang, dan lobak), palawija (seperti jagung dan kacang-kacangan), atau buah-buahan (seperti melon atau pepaya) untuk diversifikasi pendapatan dan pemanfaatan lahan. Pilihan tanaman tergantung pada kondisi tanah, ketersediaan air, dan permintaan pasar lokal.

Tabel 1. Komposisi Serangga pada Pertanaman Padi Organik pada 3 Desa

Famili/Status	Famili/Status	Famili/Status
Musuh Alami	Serangga Netral	Hama
<i>Microspic</i> sp	Blattidae	Acrididae
Hydrophiloidea	Culicidae	Alydidae
Carabidae	Muscidae	Cicadellidae
Chrysomelidae	Nymphalidae	Noctuidae
Dytiscidae		Tephritidae
Gryllidae		
Corduliidae		
Sicariidae		
Vespidae		
Formicidae		
Pentatomidae <i>R. personatus</i>		
Total: 509, 22 individu	Total: 454, 18 individu	Total: 426, 14 individu

Tanaman yang bisa ditanam di pinggiran sawah seperti sayuran: kacang panjang, sawi, lobak; palawija (jagung, kacang-kacangan, umbi-umbian) (Gambar 1a) dan buah-buahan, seperti: melon, pepaya, semangka dan tanaman berbunga lainnya yang banyak tumbuh dan ditanami dipinggir dan sekitar pertanaman padi (Gambar 1b). Hal ini juga dikemukakan oleh Rahardjo *et al.*, (2018) bahwa habitat disekitar pertanaman mampu mempengaruhi kelimpahan dan keanekaragaman dari suatu arthropoda dan mampu mendukung konservasi dari arthropoda predator. Tumbuhan liar (refugia) yang ada disekitar areal pertanaman padi dapat menjadi habitat alternatif bagi arthropoda, terkhusus bagi perkembangan Desa Lubuk Bayas dan Desa Pematang Setrak (Gambar 1c), Kecamatan Lubuk Pakam, Kabupaten Serdang Bedagai, Sumatera Utara.

Gambar 1 dibawah ini menunjukkan proses pertanaman padi organik di Desa Lubuk Bayas, Desa Tanah Merah, dan Desa Pematang Setrak. Manakala Gambar 2 menunjukkan proses pelatihan mengendalikan hama terpadu menggunakan perangkat warna, selanjutnya Gambar 3 menunjukkan petani membuat ekoenzim sebagai penghasil pupuk cair produktif bagi padi.



1a.Desalubuk Bayas 1b.Desal Tanah Merah 1c.Desal P.Sekrak; 2. Pelatihan PHT;3.Buat Ekoenzim
 Gambar 1, 2, dan 3 menunjukkan aktivitas petani padi organik di Lubuk Pakam, Sumatera Utara

Tabel 2 dibawah ini menunjukkan perbandingan komposisi serangga berdasarkan status dan fungsinya, terbagi ats 3 kelompok yaitu: musuh alami, hama dan serangga netral.

Tabel 2. Komposisi Serangga Berdasarkan Status dan Fungsi Serangga pada Padi Organik

Status fungsi serangga	Desa Lubuk Bayas	Desa Tanah Merah	Desa Pematang Setrak
Jumlah (%) Musuh alami	60	58	56
Jumlah (%) Serangga Netral	12	16	17
Jumlah (%) Hama	28	26	27

Hasil penelitian menunjukkan ada 7 spesies serangga yang ditemukan pada Lokasi pertanaman padi Desa Lubuk Bayas, Desa Tanah Merah dan Desa Pematang Sentrak sebagaimana dideskripsikan pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Spesis Serangga Diidentifikasi di Lokasi Padi Organik

No	Nama serangga	Deskripsi	Foto
1	Belalang hijau (<i>Oxya chinensis</i>)	Hama memakan atau menyerang daun dan batang tanaman padi (Untung, 2010). Belalang ini didapatkan pada setiap titik pengamatan padi organik.	
2	Walang sangit (<i>Leptacoris acuta</i>)	Hama ini ditemukan pada waktu padi mulai berbuah. Walang sangit menghisap cairan tanaman dari tangkai bunga (<i>paniculae</i>) dan juga cairan buah padi yang masih pada tahap masak susu sehingga menyebabkan tanaman kekurangan hara dan menguning (klorosis), pada bagian buah padi yang terserang akan menjadi hampa dan berubah warna menjadi kecoklatan.	
3	Ulat grayak (<i>Spodoptera litura</i>)	Serangan ulat ini memakan helai-helai daun mulai dari ujung daun dan tulang daun utama sehingga tinggal tanaman padi tanpa helai daun. Menyerang malai padi yang sudah mulai menguni.	
4	Penggerek batang putih (<i>Scirpophaga innotata</i>)	Penggerek batang putih dan kuning merupakan ngengat dalam suku Crambidae, hama ini menyerang pada semua fase pertumbuhan tanaman mulai dari persemaian hingga menjelang panen.	
5	Penggerek batang kuning (<i>Scirpophaga incertulas</i>)	Serangan hama menghisap cairan batang padi sehingga menyebabkan tanaman menjadi kerdil, daun menguning dan akhirnya mati dan dapat menyerang padi muda serta tanaman yang sudah tua	
6	Lembing batu (<i>Scotinophara coarctata</i>)	Berbentuk oval, berwarna hitam, mengeluarkan bau busuk, mengisap cairan batang padi paling bawah sekaligus berlindung dari pemangsa dan sinar matahari. Gejala yang ditimbulkan ialah daun padi menjadi coklat atau merah sehingga menurunkan kualitas dan kuantitas hasil panen karena terganggunya proses fotosintesis	

No	Nama serangga	Deskripsi	Foto
7	Kepik hijau (<i>Nezara viridula</i>)	Hama kepik hijau merupakan hama yang merusak padi pada fase generatif, yakni di saat tanaman telah membentuk bulir dalam keadaan matang susu dengan menghisap cairan tanaman padi sehingga dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman terganggu (Rusdy, 2012).	

Faktor penyebab banyaknya walang sangit didata dari semua titik pengamatan diasumsikan penanaman padi yang tidak dilakukan secara serempak, penanaman padi yang dilakukan secara terus menerus dan adanya inang alternatif berupa gulma jagoan. Didukung penelitian Yoyong *et al.* (2024) menyatakan beberapa faktor yang mendukung keberadaan dan perkembangan walang sangit di lapangan antaranya, yaitu padi yang ditanam terus menerus, ditanam tidak secara serempak, adanya *Echinochloa crusgalli* dan *E. colonum* di sekitar pertanaman padi. Hal ini didukung dengan pendapat Liliana (2009), yang menyatakan bahwa walang sangit mulai menyerang buah padi yang matang susu dengan cara menghisap cairan buah padi dari tangkai bunga pada waktu awal pembentukan biji, pada fase pembungaan padi atau stadia keluarnya malai

Selanjutnya, Untung (2006) mendeskripsikan tanaman padi merupakan inang utama dari ulat grayak (*Spodoptera* sp) dan bagian tanaman yang diserang adalah bagian daun, batang muda, bahkan sampai titik tubuh tanaman. Menurut Dirjen Tanaman Pangan (2021), faktor-faktor yang memengaruhi perkembangan ulat grayak adalah keadaan perairan petak kering, keadaan lingkungan yang kompleks, curah dan tadah hujan, dan populasi ulat grayak tertinggi ditemukan pada padi fase generatif (pembentukan malai dan masak susu).

Manakala Pracaya (2005) mendeskripsikan bahwa jumlah hama penggerek batang bertambah besar bila terjadi beberapa kali panen setiap tahunnya, karena hama penggerek batang selalu mendapat makanan yang tetap dari tanaman padi. Gejala yang ditimbulkan sebelum padi berbunga disebut sebagai sundep (anakan kerdil) dan gejala serangan yang ditimbulkan setelah malai keluar dikenal sebagai beluk (gabah hampa). Serangan pada stadium vegetatif menimbulkan gejala sundep karena ucuk tanaman mati dimakan larva, sedangkan pada stadium generatif menimbulkan gejala beluk yaitu mulai menjadi hampa berwarna putih dan berdiri tegak karena tangkai mulai putus digerek (Prasetyo, 2002).

Selanjutnya, dilakukan Strategi Pengendalian Hama Terpadu (PHT) sebagai solusi strategis dalam mengelola hama secara efektif dan efisien, dengan

mempertimbangkan keberlangsungan ekosistem. Konsep PHT pertama kali diperkenalkan secara global pada tahun 1960-an sebagai tanggapan terhadap kegagalan pendekatan pengendalian kimia yang monokultur dan destruktif. Di Indonesia, PHT mulai diimplementasikan sejak tahun 1980-an melalui program nasional yang mencakup pelatihan petani dan penyuluh pertanian. PHT merupakan pendekatan yang mengintegrasikan berbagai metode pengendalian, seperti pengendalian hayati, penggunaan varietas tahan, manipulasi lingkungan, dan aplikasi pestisida secara selektif berdasarkan ambang ekonomi.

PHT tidak hanya berfokus pada eliminasi hama, tetapi lebih kepada pengelolaan populasi hama agar tetap berada di bawah tingkat yang merugikan secara ekonomi. Strategi ini juga menekankan pentingnya peran petani sebagai pelaku utama dalam pengambilan keputusan pengendalian hama. Oleh karena itu, keberhasilan implementasi PHT sangat bergantung pada peningkatan kapasitas pengetahuan petani melalui pendidikan dan pelatihan berbasis lapangan. Di samping itu, keberhasilan PHT sangat ditentukan oleh sinergi antara berbagai pihak, termasuk pemerintah, lembaga penelitian, perguruan tinggi, penyuluh pertanian, dan petani. Diperlukan kebijakan yang mendukung, sistem informasi hama yang terintegrasi, serta penyediaan sarana dan prasarana pengendalian alternatif yang mudah diakses petani. Selain itu, penting untuk memperkuat penelitian terapan guna mengembangkan teknologi pengendalian hama yang adaptif terhadap kondisi lokal dan perubahan iklim.

Meskipun secara konsep PHT menawarkan solusi ideal untuk pengendalian hama, implementasinya di tingkat lapangan menghadapi beberapa tantangan, seperti: kurangnya pengetahuan dan keterampilan petani dalam identifikasi hama dan musuh alami, serta teknik monitoring dan ambang ekonomi; ketergantungan historis terhadap pestisida sebagai solusi cepat dan instan; keterbatasan akses petani terhadap informasi, teknologi alternatif, dan pelatihan berbasis lapangan. Kemudian, keterbatasan dukungan kebijakan dalam bentuk insentif, subsidi, atau regulasi penggunaan pestisida

Keanekaragaman arthropoda predator yang ditemukan baik di permukaan tanah maupun ditajuk tanaman termasuk ke dalam kriteria sedang dengan indeks keragaman $1 < H' < 3$. Nilai keragaman ditajuk tanaman tertinggi pada Desa Lubuk Bayas ($H' = 2,87$, disusul dengan $H' = 2,45$ dari Desa Pematang Setrak dan $H' = 2,17$ untuk Desa Tanah Merah) dengan indeks dominasi yaitu 0,38, 0,32, 0,27 pada tajuk tanaman dan 0,53-0,62 di permukaan tanah sehingga tergolong rendah.

Ketiganya menunjukkan indeks keanekaragaman kriteria $1 < H' \leq 3$ yang berarti keanekaragaman sedang. Hal ini disebabkan karena banyaknya ketersediaan makanan sehingga serangga hama memanfaatkan tanaman padi tersebut sebagai pakan, tempat peletakan telur dan secara tidak langsung serangga berperan sebagai vektor penyakit tanaman. Data penelitian ini didukung oleh Ikhsan *et al.* (2018) mengidentifikasi sebanyak 8 Ordo padi pasang surut di Kabupaten Indragiri Hilir. Manakala Siregar *et al.* (2021) mengidentifikasi komposisi serangga lebih banyak (8 ordo, 26 famili, 40 spesies serangga) pada pertanaman padi merah di Soporaru, Tapanuli Utara.

Dari pengamatan dan data yang dikumpulkan setelah seminggu dilakukan pemasangan bola berlem berwarna disimpulkan bahwa serangga dari 7 Ordo (Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Odonata dan Orthoptera) dengan 17 spesies menyukai perangkap bola berwarna kuning, namun tidak menyukai perangkap berwarna oranye dan warna merah. Didukung penelitian yang dilakukan oleh Hasibuan (2020) pada tanaman padi Desa Rawang Pasar IV, Kec. Meranti, Kabupaten Asahan, Sumatera Utara.

KESIMPULAN DAN SARAN

Keanekaragaman arthropoda predator yang ditemukan baik di permukaan tanah maupun ditajuk tanaman termasuk ke dalam kriteria sedang dengan indeks keragaman $1 < H' < 3$. Nilai keanekaragaman di tajuk tanaman dan di permukaan tanah tertinggi di Desa Lubuk Bayas ($H' = 2,87$, disusul dengan $H' = 2,45$ dari Desa Pematang Setrak dan $H' = 2,17$ untuk Desa Tanah Merah) dengan indeks dominasi yaitu 0,38, 0,32, 0,27 pada tajuk tanaman dan 0,53-0,62 di permukaan tanah sehingga tergolong rendah. Serangga yang termasuk musuh alami padi adalah *Miscraspic* sp, Hydrophiloidea, Carabidae, Chrysomelidae, Dytiscidae, Gryllidae, Corduliidae, Sicariidae, Vespidae, Formicidae, Pentatomidae dan *Reduvius personatus*. Selanjutnya, serangga netral termasuk Blattidae, Culicidae, Muscidae, dan Nymphalidae, manakala serangga hama tergolong dari famili Tephritidae, Acrididae, Cicadellidae, Alydidae, dan Noctuidae. Status, fungsi, dan peran serangga sangat menentukan pertumbuhan padi sebagai pendukung ketahanan dan brigade pangan di Sumatera Utara secara tepat guna.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penghargaan yang setinggi-tingginya sampaikan kepada Rektor, Ketua Lembaga Peneliti Universitas Sumatera Utara atas bantuan Hibah Penelitian Talenta 2025 dengan

nomor Kontrak 39/U.N5.4.10.K/PT.01.03/TALENTA/RB1/2025. Terima kasih diaturnkan kepada Pihak Bina Keterampilan Pedesaan Indonesia (BITRA) Indonesia, Bapak Sarman, Poktan Tani Subur saat pendampingan petani padi organik di Desa Lubuk Bayas, Desa Tanah Merah, dan Desa Pematang Setrak, Kec. Perbaungan, Kabupaten Serdang Bedagai, Sumatera Utara.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, M., & Wagiyana. (2020). Keragaman Arthropoda Herbivora Dan Musuh Alami Pada Tanaman Padi Lahan Rawa di Rowopulo Kecamatan Gumukmas Kabupaten Jember (Diversity of Herbivorous Arthropods and Natural Enemies In Swamp Rice Plant in Rowopulo-Gumukmas Jember district). *Jurnal Proteksi Tanaman Tropis*, 1(1), 27–32. <https://doi.org/10.19184/jptt.v1i1/5586>.
- Ardiansyah, Y., Widayati, W., & Windriyanti, W. (2024). Keanekaragaman Artropoda Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) Sistem Organik dan Konvensional di Trawas, Mojokerto, Jawa Timur: Diversity of Arthropods in Rice Plants (*Oryza sativa* L.) Organic and Conventional Systems in Trawas, Mojokerto, East Java. *Agrocentrum*, 2(2), 57-72.
- BPS. (2020). Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia 2020. <https://www.bps.go.id>
- Gumilar, V., Sudrajat, S., & Setia, B. (2020). Strategi Pengembangan Padi Organik (Studi Kasus Pada Kelompok Tani Putra Mandiri di desa Linggaraja Kecamatan Sukaraja kabupaten Tasikmalaya). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agroinfo Galuh*, 7(1), 142-155
- Hasibuan, S. (2020). Identifikasi Hama Tanaman Padi (*Oryza sativa* L). dengan Menggunakan Perangkap Fluorensen dan Perangkap Warna sebagai Teknik Pengendalian Hama Terpadu. *Jurnal Agrium*, 23 (1), 8-16
- Jafar, J., Nur Ismirawati, Muh. Syukur Abdullah. (2024). Keanekaragaman Serangga Hama Tanaman Padi (*Oryza sativa*). *Teknosains Media Informasi Sains Dan Teknologi*, 18(1), 74-81. DOI: 10.24252/teknosains.v18i1.43081
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2020). Strategi Ketahanan Pangan Nasional Berbasis Lingkungan. Jakarta, Direktorat Jenderal Tanaman Pangan.
- Ludwig, J.A. & Reynolds, J.F. (1988). Statistical Ecology A Primer on Methods and Computing. Wiley-Interscience Pub., New York
- Meilin, A. (2016). Serangga dan Peranannya Dalam Bidang Pertanian Dan Kehidupan. *Jurnal Media Pertanian*, 1(1), 18-28
- Sahroni, E., Firdaus, F., Fithria, D., & Subandar, I. (2023). Identifikasi Hama pada Tanaman Padi di Desa Teu Dayah Kabupaten Aceh Besar. *Biofarm: Jurnal Ilmiah Pertanian*, 19(1), 143-150

- Pracaya, P. (2008). Pengendalian Hama dan Penyakit Tanaman Secara Organik. Yogyakarta, Kanisius.
- Prasetyo, Y.T. (2002). Budidaya Padi Sawah TOT (Tanpa Olah Tanah). Jakarta, Kanisius.
- Rahardjo, B. T., Ikawati, S., Prasdianata, M. R., & Tarno, H. (2018). Research Article Effect of Refugia on Spatial and Temporal Distribution of Arthropods on Rice Agroecosystem (*Oryza sativa* Linn.). *Asian Journal of Crop Science*, 10(3), 134-140.
- Siregar, A. Z., Tulus, T., & Lubis, K. S. (2021). Penggunaan pestisida nabati mengendalikan hama-hama padi merah (*Oryza nivara* L.) di Dusun Soporaru, Tapanuli Utara, Sumatera Utara. *Agrifor: Jurnal Ilmu Pertanian dan Kehutanan*, 20(1), 91-104.
- Siregar, A. S., Bakti, D., and Zahara, F. (2014). Keanekaragaman Jenis Serangga di Berbagai Tipe Lahan Sawah (Insect Diversity in Various Types of Farms Rice Field). *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 2(4), 1640–1647.
- Sumini, S., Bahri, S., Hermanto, H., & Sutejo, S. (2021). Keragaman Arthropoda Predator pada Tanaman Padi di Kecamatan Tugumulyo. *Jurnal Agrotech*, 11(2), 50-55.
- Tauruslina, A.E., Trizelia, Yaherwandi, & Hamid, H. 2015. Analisis Keanekaragaman Hayati Musuh Alami Pada Eksosistem Padi Sawah Di Daerah Endemik Dan Nonendemik Wereng Batang Cokelat *Nilaparvata lugens* di Sumatera Barat. *Pros. Sem. Nas. Masy. Biodiv. Indon*, 1(3), 581–589.
- Uge, E., Yusnawan, E., & Baliadi, Y. (2021). Pengendalian Ramah Lingkungan Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura* Fabricius) pada Tanaman Kedelai. *Buletin Palawija*, 19(1), 64-80.
- Untung, K. (2010). Diktat Dasar-Dasar Ilmu Hama Tanaman. Yogyakarta, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan UGM
- Wardoyo, C. A. (2025). Strategi Pengendalian Hama Terpadu pada Tanaman Padi Sawah. *Circle Archive*, 1(7).
- Yanti, S. N., Kesuma, S., & Indra, S. Strategi Peningkatan Pendapatan Petani Padi Organik (Studi Kasus: Desa Lubuk Bayas, Kec. Perbaungan, Kab. Serdang Bedagai). *Journal of Agriculture and Agribusiness Socioeconomics*, 3(4), 15224.
- Ardiansyah, Y., Widayati, W., & Windriyanti, W. (2024). Keanekaragaman Arthropoda Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) Sistem Organik dan Konvensional di Trawas, Mojokerto, Jawa Timur: Diversity of Arthropods in Rice Plants (*Oryza sativa* L.) Organic and Conventional Systems in Trawas, Mojokerto, East Java. *Agrocentrum*, 2(2), 57-72.

Respon Penggunaan Pupuk Cair Anorganik *Glow Green* dan Pupuk NPK terhadap Produktivitas Jagung Manis

Mudita Oktorina Nugrahani^{1*}, Ari Santosa Pamungkas¹, Riko Cahya Putra¹, Imam Susetyo¹, Nofitri Dewi Rinojati¹

¹Unit Bogor-Getas, Pusat Penelitian Karet

Email: mudita.nugrahani@gmail.com

Abstrak

Jagung manis memerlukan unsur hara nitrogen, fosfor, dan kalium yang cukup tinggi dibanding unsur hara lainnya. Demplot dilaksanakan di lahan percobaan Unit Bogor-Getas yang dilakukan pada bulan April hingga Juni 2021. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perlakuan pupuk NPK 50%+ *Glow Green* berpengaruh baik terutama terhadap tinggi tanaman, panjang tongkol jagung, diameter tongkol jagung. Perlakuan pupuk NPK 50% + *Glow Green* juga dapat meningkatkan hasil tongkol jagung kering per ha dibandingkan perlakuan pupuk NPK 100%. Selain itu, perlakuan pupuk NPK 50 % + *Glow Green* memiliki persentase bulir terisi penuh lebih tinggi dibandingkan perlakuan pupuk NPK 100%. Meskipun pada uji organoleptik menunjukkan bahwa hanya dengan aplikasi pupuk *Glow Green* saja dapat memiliki tingkat rasa manis yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan pupuk NPK 100%. Dari sisi ekonomi, penggunaan kombinasi NPK 50% + Pupuk *Glow Green* dapat meningkatkan pendapatan usahatani padi lebih tinggi IDR 2.375.700, -/ha dibandingkan perlakuan pupuk NPK 100 %.

Kata kunci: *Glow green*, Jagung manis, Pupuk cair

Abstract

Sweet corn requires relatively high amounts of nitrogen, phosphorus, and potassium compared to other nutrients. A demonstration plot was conducted at the Getas Research Station experimental field from April to June 2021. The test results showed that the treatment with 50% NPK fertilizer + Glow Green had a positive effect, particularly on plant height, cob length, and cob diameter. The 50% NPK + Glow Green treatment also increased the yield of dry corn cobs per hectare compared to the 100% NPK fertilizer treatment. Additionally, the 50% NPK + Glow Green treatment resulted in a higher percentage of fully filled kernels compared to the 100% NPK fertilizer treatment. Meanwhile, organoleptic tests indicated that applying Glow Green fertilizer alone produced a higher level of sweetness than the 100% NPK fertilizer treatment. From an economic perspective, using the combination of 50% NPK + Glow Green fertilizer can increase farm income by IDR 2,375,700 per hectare compared to the 100% NPK fertilizer treatment.

Keywords: *Glow green*, Sweet corn, Liquid fertilizer

PENDAHULUAN

Jagung manis (*Zea mays saccharata*) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan permintaan pasar yang terus meningkat, baik untuk konsumsi segar maupun olahan (Putra *et al.*, 2020). Tanaman ini menjadi sumber pendapatan penting bagi petani karena waktu panennya relatif singkat dan harga jualnya stabil (Prasetyo & Rahmawati, 2019). Untuk mencapai hasil produksi yang optimal, tanaman jagung manis memerlukan ketersediaan unsur hara makro yang mencukupi, terutama nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), yang berperan penting dalam pertumbuhan vegetatif dan pembentukan tongkol (Simanjuntak *et al.*, 2018).

Pemberian pupuk dengan dosis dan jenis yang tepat merupakan faktor kunci dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil panen tanaman jagung manis. Kandungan nitrogen berperan dalam pembentukan klorofil dan pertumbuhan daun, fosfor berperan dalam pembentukan akar dan pembungaan, sedangkan kalium mendukung pembentukan dan pengisian tongkol (Wibowo *et al.*, 2021). Penelitian Hayati (2006) menunjukkan bahwa pemberian pupuk anorganik dengan dosis tinggi (400 kg.ha⁻¹ urea, 300 kg.ha⁻¹ SP-36, dan 250 kg.ha⁻¹ KCl) mampu meningkatkan tinggi tanaman, diameter batang, serta berat tongkol per rumpun dan per hektar secara signifikan.

Dalam upaya meningkatkan efisiensi pemupukan dan menjaga keseimbangan lingkungan, penggunaan pupuk cair anorganik mulai dikembangkan sebagai alternatif atau pendamping pupuk konvensional. Pupuk cair memiliki keunggulan dalam hal penyerapan unsur hara yang lebih cepat karena bentuknya mudah tersedia bagi tanaman (Rahardjo *et al.*, 2022). Salah satu produk yang saat ini dikembangkan adalah pupuk cair anorganik *Glow Green*, yang diklaim dapat meningkatkan efisiensi penyerapan unsur hara dan mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal. Namun, efektivitas penggunaan *Glow Green* pada tanaman jagung manis masih perlu diteliti lebih lanjut untuk memahami pengaruhnya terhadap parameter pertumbuhan dan produktivitas tanaman.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji respon tanaman jagung manis terhadap penggunaan pupuk cair anorganik *Glow Green*, baik sebagai kombinasi dengan pupuk NPK maupun sebagai perlakuan tunggal. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman, karakteristik tongkol jagung, serta produktivitas hasil panen. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisis efisiensi penggunaan pupuk cair anorganik *Glow Green* dalam meningkatkan hasil jagung manis dibandingkan dengan pemupukan konvensional.

METODE

Penelitian dilaksanakan di lahan percobaan Unit Riset Bogor-Getas, Kantor Salatiga pada bulan April hingga Juni 2021, ketinggian tempat pada kisaran 400 m di atas permukaan laut (mdpl). Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok dengan 1 faktor yaitu taraf pupuk. Penelitian ini terdiri dari 4 perlakuan dengan 3 ulangan antara lain yaitu kontrol (tanpa pupuk), pupuk GG 100 ml/2w, pupuk NPK 50% + GG 100 ml/2w, pupuk NPK 100 %.

Aplikasi pupuk NPK dilakukan dengan dibenam dalam tanah dibagi menjadi 3 tahap saat 7-10 HST, 25-30 HST dan 40-45 HST dengan dosis Urea 300-350 kg/ha, SP 36 100-200 kg/ha dan KCl 50-150 kg/ha, sedangkan Pupuk cair *Glow Green* dengan konsentrasi 6 ml/L, diaplikasikan secara foliar. Masing – masing perlakuan terdiri 2 plot, yaitu plot bernomor dan plot berwarna putih. Plot bernomor terdapat 10 sampel. Plot merah terdapat 3 sampel, setiap sampel terdiri dari 5 tanaman sehingga terdapat 15 tanaman sampel. Plot bernomor digunakan untuk parameter pertumbuhan, sedangkan plot berwarna putih digunakan untuk parameter panen tongkol.

Parameter pengujian terbagi untuk plot biru dan plot merah. Parameter plot biru meliputi tinggi tanaman (cm), pengukuran tinggi tanaman dilakukan pada 10 HST, 35 HST dan 60 HST. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan dengan cara mengukur mulai dari pangkal batang bawah hingga ruas batang sebelum bunga dan dinyatakan dalam satuan sentimeter. Diameter batang (cm), pengukuran diameter batang dilakukan pada 35 HST dan 60 HST. Pengukuran diameter batang tanaman dilakukan dengan cara mengukur besar diameter menggunakan jangka sorong pada pangkal bawah batang tanaman dan dinyatakan dalam satuan sentimeter.

Parameter pengujian plot merah meliputi panjang tongkol (cm), pengukuran panjang tongkol jagung dilakukan pada saat panen menggunakan penggaris dan dinyatakan dengan satuan sentimeter. Diameter tongkol (cm), pengukuran diameter tongkol jagung dilakukan menggunakan jangka sorong pada bagian atas, tengah dan bawah kemudian hasilnya direrata dan dinyatakan dengan satuan sentimeter. Bobot segar tongkol (g), penimbangan bobot segar tongkol dilakukan dengan cara menimbang tongkol jagung manis pada masing-masing tanaman dan dinyatakan dalam satuan gram. Jumlah lajur bulir terisi, menghitung jumlah lajur bulir terisi untuk menentukan presentase bulir tongkol terisi penuh atau tidak. Uji organoleptik, pengujian dilakukan dengan produksi jagung manis yang telah diolah (dengan direbus). Pengujian dilakukan pada 20 orang panelis yang dipilih

secara acak. Aspek yang diujikan adalah tingkat kesukaan rasa, aroma, warna, dan tekstur jagung manis rebus yang dianalisis menggunakan teknik skoring. Skoring penilaian produk, yaitu tidak suka (dengan nilai 1), netral (dengan nilai 2), agak suka (dengan nilai 3), suka (dengan nilai 4) dan sangat suka (dengan nilai 5).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Mutu Pupuk

Pupuk *Glow Green* berdasarkan surat dari Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia No.44/LP/VII/2020 tentang laporan analisis contoh pupuk anorganik *Glow Green* sudah memenuhi syarat mutu teknis minimal pupuk anorganik majemuk cair. Pupuk *Glow Green* memiliki kandungan hara N 4,79%; P 5,24%; K 5,58% dan kandungan hara NPK total 15,61%. Persyaratan teknis minimal untuk pupuk anorganik makro majemuk cair sesuai Keputusan Menteri Pertanian Nomor 209/Kpts/SR.320/3/2018 tentang persyaratan teknis minimal pupuk an-organik harus memiliki kandungan total NPK minimal 10% dengan masing-masing unsur minimal 2%.

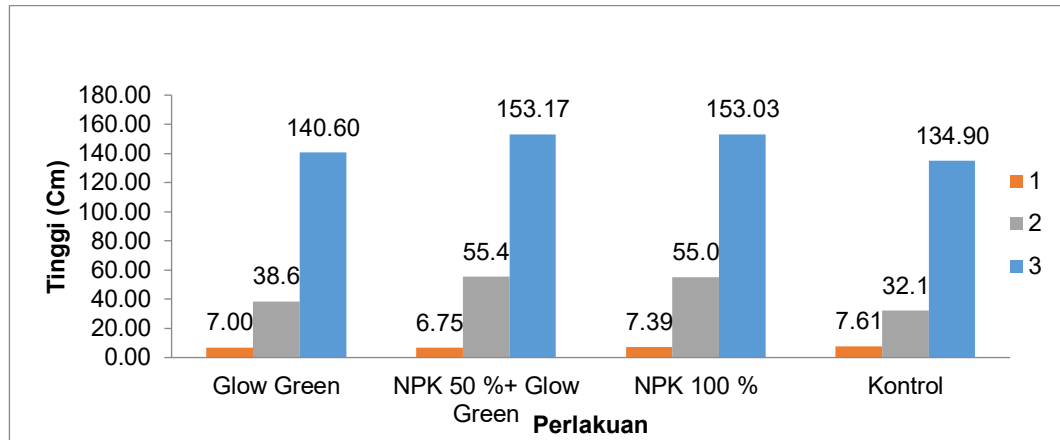
Pertumbuhan Tanaman

Tinggi tanaman. Hasil pengamatan terhadap parameter tinggi tanaman menunjukkan bahwa perlakuan NPK 50% + *Glow Green* dan NPK 100% memberikan pertumbuhan terbaik, dengan tinggi tanaman pada fase akhir masing-masing sebesar 153,17 cm dan 153,03 cm. Kedua perlakuan ini menunjukkan hasil yang hampir sama, menandakan bahwa pemberian kombinasi NPK 50% + *Glow Green* mampu menggantikan peran pemupukan NPK penuh tanpa menurunkan efektivitas pertumbuhan tanaman.

Perlakuan *Glow Green* tunggal juga menunjukkan peningkatan pertumbuhan dibandingkan dengan kontrol, yaitu mencapai tinggi tanaman 140,60 cm dibanding 134,90 cm pada kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa pupuk cair anorganik *Glow Green* memiliki kemampuan untuk menyediakan unsur hara makro yang dibutuhkan tanaman, meskipun kontribusinya masih di bawah pupuk padat NPK. Menurut Rahardjo *et al.* (2022), pupuk cair memiliki keunggulan dalam hal penyerapan unsur hara yang lebih cepat karena bentuknya mudah diserap melalui daun dan akar, sehingga dapat mempercepat pertumbuhan vegetatif tanaman.

Sementara itu, perlakuan kontrol menghasilkan pertumbuhan paling rendah. Kondisi ini mengindikasikan bahwa pemberian pupuk, baik NPK maupun *Glow Green*, berperan penting dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara yang diperlukan tanaman untuk pembentukan batang dan daun. Penelitian oleh Simanjuntak *et al.* (2018) juga

menegaskan bahwa ketersediaan nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) dalam jumlah cukup sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tinggi tanaman jagung.



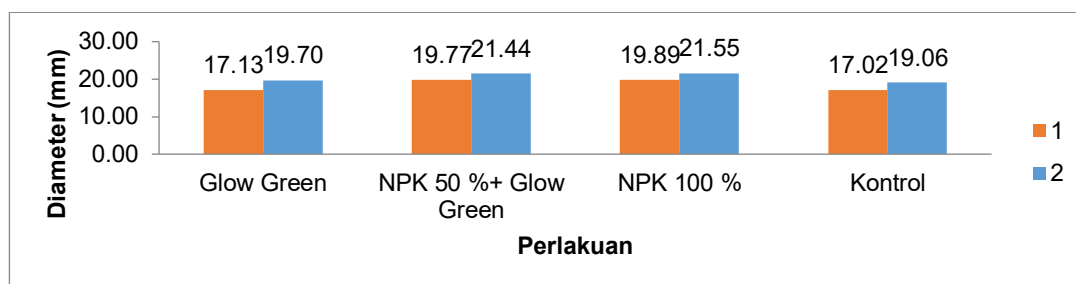
Pengamatan 1 dilakukan saat 10 -15 HST (dilakukan sebelum aplikasi pemupukan I)
Pengamatan 2 dilakukan saat 30-36HST (dilakukan sebelum aplikasi pemupukan II)
Pengamatan 3 dilakukan saat 60-66 HST (dilakukan setelah aplikasi pemupukan III)

Gambar 1. Hasil rerata tinggi tanaman jagung manis antar perlakuan

Kombinasi NPK 50% + *Glow Green* memberikan hasil yang setara dengan NPK 100%, menunjukkan adanya potensi peningkatan efisiensi penggunaan pupuk kimia. Penelitian ini kombinasi pemupukan anorganik melalui akar (NPK) dengan daun (GG) yang dapat saling melengkapi, pupuk akar dapat diberikan dalam jumlah besar tapi kurang efektif, pupuk daun hanya diberikan dalam jumlah kecil tapi lebih efektif. Selain itu, penggunaan pupuk cair anorganik secara bersamaan dengan pupuk padat dapat memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan aktivitas mikroorganisme yang mendukung penyerapan hara (Yuliani *et al.*, 2020).

Dengan demikian, kombinasi NPK 50% + *Glow Green* dapat direkomendasikan sebagai perlakuan yang efisien, karena mampu menghasilkan tinggi tanaman yang setara dengan NPK 100% namun dengan penggunaan dosis pupuk anorganik yang lebih rendah, sehingga lebih ekonomis dan berpotensi ramah lingkungan.

Diameter tanaman. Hasil pengamatan parameter diameter tanaman menunjukkan bahwa diameter batang tanaman kontrol adalah yang terkecil (19,1 mm), sedangkan pemberian *Glow Green* saja sedikit meningkatkan diameter menjadi 19,7 mm. Kombinasi NPK 50% + *Glow Green* menghasilkan diameter batang 21,4 mm, yang lebih besar dibandingkan kontrol dan *Glow Green* tunggal serta berbeda nyata ("b"). Perlakuan NPK 100% menghasilkan diameter batang terbesar, yaitu 21,6 mm, yang tidak berbeda nyata dengan kombinasi NPK 50% + *Glow Green*.



Gambar 2. Hasil rerata diameter tanaman jagung manis antar perlakuan

Kombinasi NPK 50% + *Glow Green* memberikan hasil yang hampir setara dengan NPK 100%, menunjukkan bahwa *Glow Green* dapat membantu meningkatkan efisiensi serapan unsur hara sehingga tanaman tetap tumbuh optimal meskipun dengan dosis NPK yang lebih rendah.

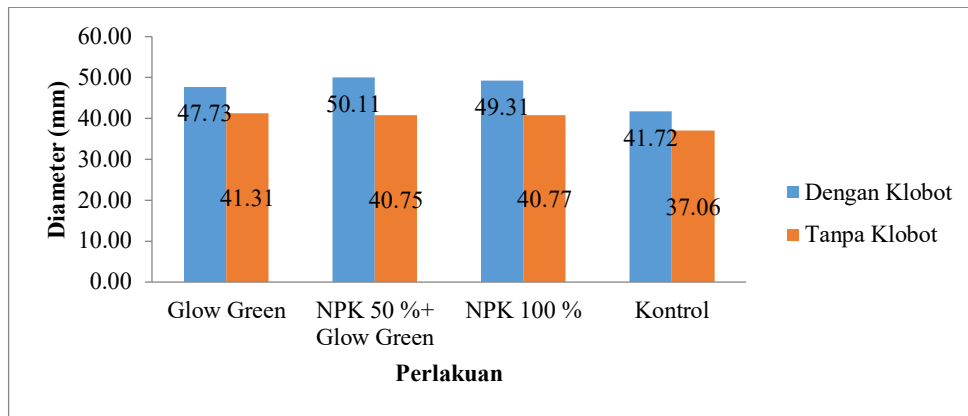
Tabel 1. Hasil Analisis Statistik dan Uji Beda Nyata

Perlakuan	Tinggi Tanaman	Diameter Batang
Kontrol	134,9a	19,1a
<i>Glow Green</i>	140,6a	19,7b
NPK 50%+ <i>Glow Green</i>	153,2b	21,4b
NPK 100%	153,0b	21,6b

Dari data ini, terlihat bahwa perlakuan kombinasi NPK 50% + *Glow Green* dapat meningkatkan tinggi tanaman dan diameter batang jagung manis hampir setara dengan penggunaan NPK 100%. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan *Glow Green* sebagai suplemen dapat mengurangi ketergantungan terhadap pupuk NPK kimiawi, yang berpotensi menurunkan biaya produksi tanpa mengorbankan pertumbuhan tanaman.

Produksi Tanaman

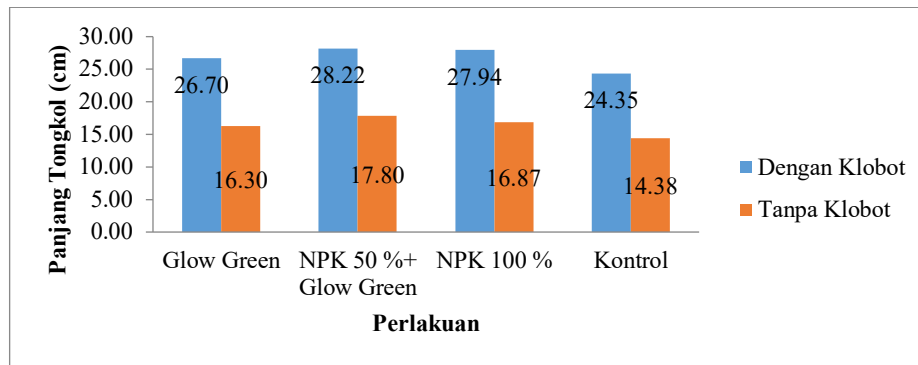
Diameter tongkol jagung. Hasil pengamatan parameter diameter tongkol jagung menunjukkan bahwa *Glow Green* menghasilkan diameter terbesar setelah klobot dikupas (41,31 mm). NPK 50% + *Glow Green* dan NPK 100% memiliki hasil yang hampir sama (40,75 mm). Kontrol memiliki diameter terkecil (37,06 mm), menunjukkan bahwa pupuk sangat mempengaruhi pertumbuhan biji jagung.



Gambar 3. Hasil rerata diameter tongkol jagung antar perlakuan

Penggunaan pupuk (baik *Glow Green* maupun NPK) meningkatkan diameter jagung dibanding kontrol. Pada perlakuan *Glow Green* menghasilkan diameter terbesar setelah klobot dikupas, sedikit lebih baik dibanding NPK 100% dan NPK 50% + *Glow Green*. Sedangkan pada tanaman kontrol, jagung memiliki diameter paling kecil, menunjukkan bahwa pupuk sangat diperlukan untuk hasil optimal. Jika mempertimbangkan efisiensi biaya, NPK 50% + *Glow Green* masih bisa digunakan karena hasilnya mendekati NPK 100%. Penggunaan NPK 100% tidak terlalu jauh berbeda dibanding kombinasi 50% NPK + *Glow Green*, sehingga bisa dipertimbangkan untuk penghematan pupuk.

Panjang tongkol jagung. Hasil pengamatan parameter panjang tongkol jagung menunjukkan bahwa perlakuan NPK 50% + *Glow Green* menghasilkan panjang tongkol terbesar setelah dikupas/tanpa klobot (17,80 cm), lebih baik dibanding NPK 100%. Sedangkan perlakuan *Glow Green* sendiri memiliki hasil cukup baik (16,30 cm), tetapi sedikit lebih pendek dibanding NPK 100%. Pada Tanpa perlakuan (kontrol), panjang tongkol paling kecil (14,38 cm), menegaskan bahwa pupuk sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan jagung. Perbedaan panjang antara dengan dan tanpa klobot cukup besar (~10 cm), menunjukkan bahwa klobot memberikan volume tambahan yang cukup signifikan.

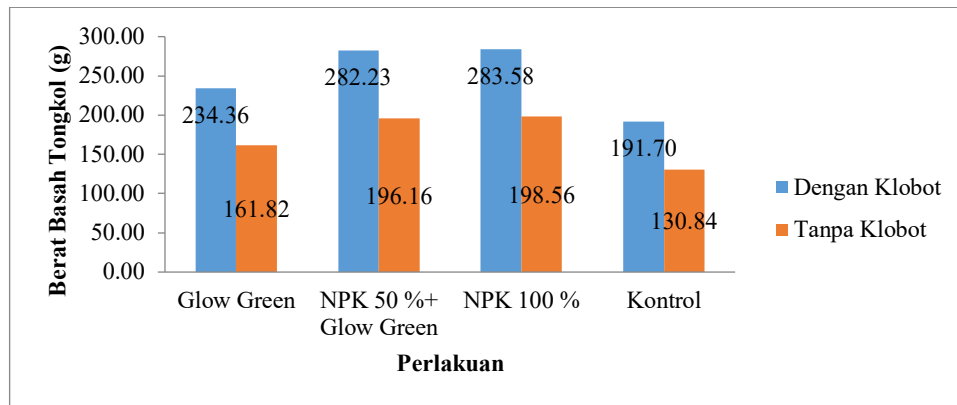


Gambar 4. Hasil rerata panjang tongkol jagung antar perlakuan

Berat basah tongkol jagung. Hasil pengamatan terhadap parameter berat basah tongkol menunjukkan bahwa tanaman jagung manis pada perlakuan NPK 100% menghasilkan berat tongkol tertinggi setelah dikupas atau tanpa klobot, yaitu 198,56 g, diikuti oleh perlakuan NPK 50% + *Glow Green* sebesar 196,16 g. Perbedaan antara kedua perlakuan tersebut relatif kecil, menandakan bahwa kombinasi NPK dosis setengah dengan pupuk cair *Glow Green* mampu memberikan hasil yang hampir setara dengan pemupukan NPK penuh. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan efisiensi pemupukan dengan penggunaan kombinasi pupuk cair dan padat.

Menurut Nugraha *et al.* (2019), pemberian pupuk cair yang mengandung unsur makro dan mikro dapat meningkatkan aktivitas metabolisme tanaman sehingga fotosintesis lebih optimal, menghasilkan asimilat yang lebih banyak, dan meningkatkan berat tongkol. Efektivitas kombinasi pupuk cair dengan pupuk padat juga disampaikan oleh Kurniawan & Rahayu (2020), yang melaporkan bahwa kombinasi keduanya mampu memperpanjang masa pengisian biji dan memperbaiki kualitas tongkol pada tanaman jagung manis.

Perlakuan *Glow Green* tunggal menghasilkan berat tongkol 161,82 g, menunjukkan bahwa pupuk cair anorganik ini dapat meningkatkan hasil panen dibandingkan kontrol (130,84 g), meskipun masih lebih rendah dibanding perlakuan yang mengandung NPK. Hal ini mengindikasikan bahwa unsur hara makro dari NPK tetap dibutuhkan dalam jumlah tertentu untuk mendukung pembentukan biji secara optimal. Sejalan dengan temuan Hasanah *et al.* (2021), nitrogen dan kalium berperan penting dalam pembentukan karbohidrat dan translokasinya ke tongkol, sehingga kekurangan salah satu unsur tersebut dapat menurunkan berat biji dan hasil panen.



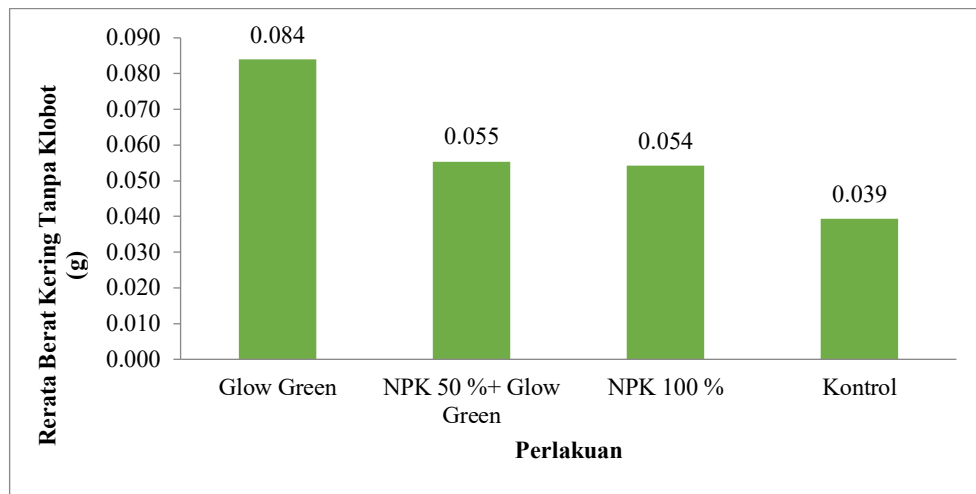
Gambar 5. Hasil rerata berat basah tongkol jagung antar perlakuan

Selain itu, pemberian pupuk yang seimbang berkontribusi terhadap peningkatan efisiensi penggunaan air dan fotosintat selama fase generatif, yang berdampak langsung pada peningkatan bobot tongkol (Sitorus *et al.*, 2018). Kombinasi NPK 50% + *Glow Green* menunjukkan hasil yang secara statistik hampir sama dengan NPK 100%, sehingga dapat direkomendasikan sebagai perlakuan yang efisien dan ramah lingkungan. Penggunaan dosis pupuk anorganik yang lebih rendah tetapi memberikan hasil setara menjadi solusi potensial untuk menekan biaya produksi sekaligus mengurangi dampak residu kimia di tanah (Utomo *et al.*, 2022). Dengan demikian, kombinasi NPK 50% + *Glow Green* dapat dianggap sebagai strategi pemupukan yang optimal untuk meningkatkan berat tongkol jagung manis dengan efisiensi tinggi, tanpa mengorbankan produktivitas tanaman.

Berat kering tongkol jagung. Hasil pengamatan terhadap parameter berat kering tongkol menunjukkan bahwa tanaman jagung manis pada perlakuan *Glow Green* menghasilkan berat kering tertinggi, yaitu 0,084 g, yang menunjukkan bahwa pupuk cair anorganik ini mampu meningkatkan akumulasi biomassa kering lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya. Kandungan biomassa kering yang tinggi mencerminkan efisiensi fotosintesis dan translokasi hasil asimilasi ke bagian tongkol (Sasmita *et al.*, 2020). Hal ini mengindikasikan bahwa unsur hara yang terkandung dalam *Glow Green*, terutama nitrogen, terserap secara efektif oleh tanaman dan mendukung proses fisiologis yang berkaitan dengan pembentukan bahan kering.

Perlakuan NPK 50% + *Glow Green* dan NPK 100% menunjukkan hasil yang hampir sama, masing-masing sebesar 0,055 g dan 0,054 g, meskipun pada parameter berat basah keduanya menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibanding *Glow Green* tunggal. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa pupuk cair *Glow Green* lebih berperan dalam

meningkatkan efisiensi penggunaan fotosintat dan pembentukan jaringan permanen tanaman dibandingkan peningkatan kadar air pada tongkol.



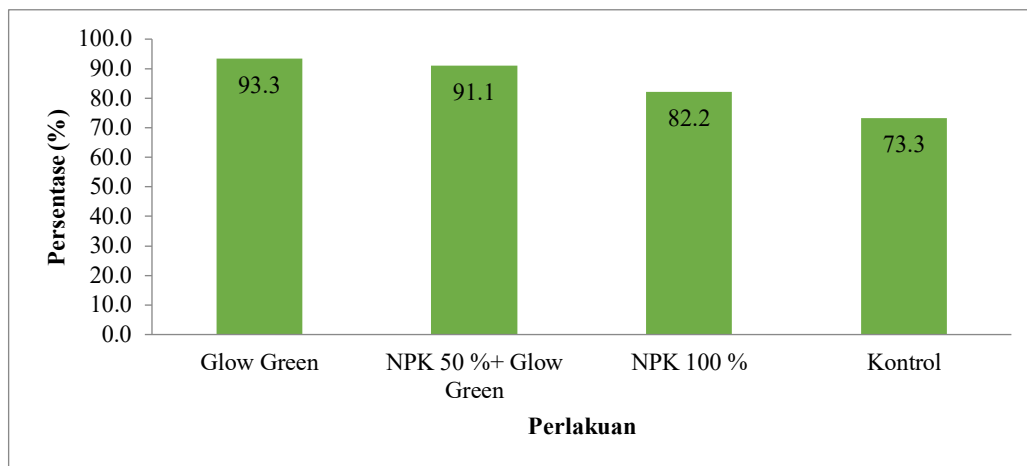
Gambar 6. Hasil rerata berat kering tongkol jagung antar perlakuan

Sementara itu, perlakuan kontrol menunjukkan berat kering terendah (0,039 g), memperkuat bukti bahwa pemberian pupuk, baik cair maupun padat, memiliki peran penting dalam pembentukan biomassa tanaman. Ketiadaan suplai unsur hara menyebabkan penurunan aktivitas fotosintesis dan pembentukan karbohidrat, yang secara langsung berdampak pada penurunan berat kering tongkol (Anwar *et al.*, 2019).

Menariknya, hasil ini menunjukkan bahwa *Glow Green* tunggal lebih unggul dalam meningkatkan berat kering, meskipun dari segi berat basah masih di bawah perlakuan NPK. Fenomena ini dapat disebabkan oleh peningkatan efisiensi fisiologis tanaman akibat ketersediaan unsur mikro dalam bentuk cair yang mudah diserap (Rahmawati *et al.*, 2022). Dengan demikian, jika tujuan penelitian difokuskan pada peningkatan kandungan bahan kering atau biomassa, maka penggunaan *Glow Green* tunggal menjadi pilihan terbaik. Namun, apabila orientasi utama adalah produksi hasil segar (berat basah) untuk pasar konsumsi langsung, maka NPK 50% + *Glow Green* atau NPK 100% tetap menjadi rekomendasi utama.

Persentase bulir jagung terisi. Hasil pengamatan parameter persentase bulir jagung terisi menunjukkan bahwa tanaman jagung manis pada perlakuan *Glow Green* memiliki persentase tertinggi (93,3%), menunjukkan bahwa perlakuan ini memberikan hasil paling baik dibandingkan yang lain. Perlakuan NPK 50% + *Glow Green* memiliki persentase 91,1%, sedikit lebih rendah dari *Glow Green* tetapi tetap tinggi, menunjukkan bahwa kombinasi ini tetap efektif. Perlakuan NPK 100% hanya mencapai 82,2%, lebih

rendah dibandingkan perlakuan yang melibatkan *Glow Green*, menandakan bahwa penggunaan pupuk kimia penuh kurang optimal dibandingkan campuran dengan *Glow Green*. Perlakuan Kontrol memiliki persentase terendah (73,3%), menegaskan bahwa tanpa perlakuan tambahan, hasilnya kurang baik.



Gambar 7. Hasil rerata persentase bulir jagung terisi antar perlakuan

Dari grafik ini, dapat disimpulkan bahwa penggunaan *Glow Green*, baik sendiri maupun dikombinasikan dengan NPK 50%, memberikan hasil lebih baik dibandingkan penggunaan NPK 100% atau tanpa perlakuan (kontrol). Ini menunjukkan potensi *Glow Green* sebagai pupuk yang lebih efektif dalam meningkatkan parameter yang diuji.

Jumlah baris per tongkol. Berdasarkan data dalam tabel, terlihat bahwa penggunaan berbagai perlakuan pemupukan berpengaruh terhadap rata-rata jumlah baris biji per tongkol jagung. Perlakuan *Glow Green*, NPK 50% + *Glow Green*, dan NPK 100% menghasilkan rata-rata jumlah baris biji yang sama, yaitu 13 baris per tongkol. Sementara itu, perlakuan kontrol (tanpa pupuk tambahan) menghasilkan jumlah baris yang lebih rendah, yaitu 12 baris per tongkol. Menurut Ahmad *et al.* (2020), ketersediaan unsur hara, terutama nitrogen dan fosfor, berperan penting dalam pembentukan dan pengisian biji jagung. Studi lain oleh Rahman & Yusuf (2021) juga menunjukkan bahwa pemupukan yang tepat dapat meningkatkan kualitas dan produktivitas jagung manis, termasuk jumlah baris biji per tongkol.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Jumlah Baris per Tongkol antar Perlakuan

Perlakuan	Rerata Jumlah Baris per Tongkol Jagung
Kontrol	12
<i>Glow Green</i>	13
NPK 50 % + <i>Glow Green</i>	13
NPK 100%	13

Pemberian pupuk, baik *Glow Green* maupun NPK, meningkatkan jumlah baris biji per tongkol dibandingkan dengan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa ketersediaan unsur hara yang mencukupi berperan dalam pembentukan biji jagung yang lebih optimal. Tidak adanya perbedaan antara NPK 100%, NPK 50% + *Glow Green*, dan *Glow Green* saja dalam jumlah baris per tongkol mengindikasikan bahwa *Glow Green* memiliki potensi dalam meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk kimia tanpa mengurangi hasil panen.

Uji Organoleptik

Uji organoleptik terhadap jagung manis menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan NPK 50% + *Glow Green* menghasilkan skor tertinggi pada parameter rasa manis (8,1) dan tekstur (8,0) dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi pupuk organik dan anorganik mampu menciptakan keseimbangan ketersediaan unsur hara yang optimal, sehingga pembentukan gula dan komponen rasa lebih efisien. Menurut Winarno (2004), rasa manis pada jagung sangat dipengaruhi oleh kadar gula sederhana yang dihasilkan dari proses fotosintesis dan akumulasi karbohidrat selama pengisian biji.

Tabel 3. Hasil Hasil Skoring Uji Organoleptik atau Uji Rasa

Perlakuan	Skoring Kriteria Uji Rasa			
	Manis	Tekstur	Aroma	Suka
Kontrol	7,1	7,5	7,4	7,6
<i>Glow Green</i>	7,7	7,6	7,8	8,2
NPK 50 % + <i>Glow Green</i>	8,1	8,0	7,4	8,2
NPK 100%	7,7	7,8	7,4	7,7

Pada parameter aroma, nilai tertinggi (7,8) diperoleh dari perlakuan *Glow Green* tunggal, yang diduga berkaitan dengan peningkatan kandungan senyawa volatil alami hasil metabolisme tanaman. Penggunaan pupuk anorganik diketahui dapat meningkatkan kandungan senyawa aromatik melalui perbaikan kesehatan tanah dan peningkatan serapan unsur mikro seperti Zn dan Fe yang berperan dalam pembentukan senyawa aroma (Sutedjo, 2010).

Parameter tingkat kesukaan (Suka) menunjukkan skor tertinggi (8,2) pada perlakuan *Glow Green* dan NPK 50% + *Glow Green*, menunjukkan bahwa panelis lebih menyukai hasil dari tanaman yang mendapatkan tambahan pupuk organik. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kombinasi NPK 50% + *Glow Green* memberikan hasil terbaik secara keseluruhan terhadap aspek organoleptik, khususnya rasa manis, tekstur, dan tingkat kesukaan. Sementara itu, perlakuan kontrol secara konsisten menunjukkan skor terendah pada seluruh kriteria, menegaskan pentingnya pemberian pupuk dalam peningkatan kualitas sensori jagung manis.

Analisis Usahatani

Selain analisis dari sisi agronomi, juga dilakukan dari sisi ekonomi yaitu analisis biaya, penerimaan, dan keuntungan. Analisis biaya hanya terdiri dari biaya pemupukan dan aplikasi insektisida, karena biaya yang lain nilainya sama untuk semua perlakuan. Biaya pemupukan maupun aplikasi insektisida terdiri dari biaya bahan dan tenaga kerja.

Tabel 4. Analisis Biaya, Penerimaan dan Pendapatan selama Satu Musim

Perlakuan	Produktivitas (kg/ha)	Biaya Total (IDR)	Penerimaan (IDR)	Pendapatan (IDR)	Selisih Pendapatan dibandingkan kontrol (IDR)
Kontrol	3.296	8.648.500	19.776.000	0	11.127.500
NPK 100%	7.396	11.372.500	44.376.000	0	33.003.500
NPK 50%+GG	8.048	12.908.800	48.288.000	0	35.379.200

Analisis biaya dilakukan untuk mengetahui besarnya biaya pada masing-masing perlakuan. Analisis biaya terdiri dari biaya pemupukan dan aplikasi insektisida. Berdasarkan analisis agronomi, produktivitas padi pada perlakuan pupuk NPK 50 % + *Glow Green* lebih tinggi dibanding perlakuan pupuk NPK dan kontrol. Produktivitas yang dicapai pada perlakuan pupuk *Glow Green* yaitu 8,0 -ton tongkol jagung/ha sedangkan pada perlakuan pupuk NPK 7,4 dan kontrol hanya 3,3-ton tongkol jagung/ha. Hal tersebut menyebabkan penerimaan dan keuntungan pada perlakuan pupuk NPK 50%+*Glow Green* juga lebih tinggi dibanding perlakuan NPK dan kontrol.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan pupuk cair *Glow Green* baik secara tunggal maupun dikombinasikan dengan NPK berpengaruh positif terhadap pertumbuhan, hasil, dan kualitas jagung manis. Perlakuan *Glow Green* tunggal menghasilkan berat kering tongkol tertinggi, menunjukkan peningkatan efisiensi fisiologis tanaman dalam membentuk biomassa. Sementara kombinasi NPK 50% + *Glow Green* menghasilkan panjang tongkol, berat basah, serta nilai organoleptik (rasa manis, tekstur, dan tingkat kesukaan) tertinggi dibanding perlakuan lainnya. Secara ekonomi, kombinasi NPK 50% + *Glow Green* juga memberikan pendapatan tertinggi, menunjukkan efisiensi penggunaan pupuk kimia tanpa menurunkan hasil. Kombinasi NPK 50% + *Glow Green*

menghasilkan produktivitas tertinggi, yaitu 8,0 ton/ha, dengan pendapatan mencapai Rp35.379.200 per hektar, menunjukkan bahwa kombinasi ini tidak hanya efisien secara agronomis, tetapi juga lebih menguntungkan secara ekonomi. Dengan demikian, perlakuan NPK 50% + *Glow Green* dapat direkomendasikan sebagai formulasi terbaik untuk meningkatkan produktivitas, kualitas, dan keuntungan budidaya jagung manis secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, H., Setiawan, B., & Rukmana, I. (2019). Pengaruh Pemupukan Terhadap Aktivitas Fotosintesis Dan Akumulasi Bahan Kering Tanaman Jagung. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 24(1), 45–53.
- Hasanah, N., Nuraini, A., & Zulfikar, R. (2021). Pengaruh Pemberian Nitrogen Dan Kalium Terhadap Hasil Dan Kualitas Tongkol Jagung Manis. *Jurnal Pertanian Tropika*, 8(2), 91–98.
- Hayati, S. (2006). Pengaruh Dosis Pupuk Anorganik Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Jagung Manis (*Zea mays saccharata*). *Jurnal Agronomi Indonesia*, 34(2), 75–81.
- Kurniawan, A., & Rahayu, T. (2020). Efisiensi Kombinasi Pupuk Cair Dan Padat Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Jagung Manis (*Zea mays saccharata*). *Jurnal Agrosains Indonesia*, 6(1), 54–63.
- Nugraha, R., Setyowati, D., & Puspitasari, L. (2019). Respons Pertumbuhan Dan Hasil Jagung Terhadap Aplikasi Pupuk Cair Organomineral. *Jurnal Tanah dan Agroklimat*, 16(2), 127–136.
- Prasetyo, D., & Rahmawati, L. (2019). Analisis Usahatani Jagung Manis Di Lahan Sawah Dan Tegalan. *Jurnal Agribisnis*, 13(1), 45–53.
- Putra, A. R., Nugroho, H., & Rini, D. (2020). Potensi Dan Pengembangan Jagung Manis Sebagai Komoditas Hortikultura Unggulan. *Jurnal Agrotek Indonesia*, 5(2), 112–120.
- Rahardjo, T., Sari, M., & Handayani, N. (2022). Efisiensi Penggunaan Pupuk Cair Anorganik Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Hortikultura. *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 11(1), 33–42.
- Rahmawati, T., Nugroho, S., & Wahyudi, E. (2022). Efisiensi Fisiologis Tanaman Akibat Pemberian Pupuk Cair Anorganik Berbasis Mikroelemen. *Jurnal Teknologi Pertanian Terpadu*, 9(3), 165–174.
- Sasmita, E., Mulyani, R., & Hidayat, N. (2020). Hubungan Antara Aktivitas Fotosintesis Dan Pembentukan Biomassa Kering Pada Jagung Manis. *Jurnal Agrofisiologi Tropika*, 8(1), 33–41.
- Simanjuntak, D., Siregar, R., & Situmeang, D. (2018). Kebutuhan Unsur Hara Makro Pada Tanaman Jagung Manis Untuk Pertumbuhan Optimal. *Jurnal Penelitian Pertanian*, 37(3), 210–217.

- Sitorus, P., Marpaung, T., & Ginting, R. (2018). Pengaruh Dosis Pupuk Terhadap Efisiensi Penggunaan Air Dan Hasil Jagung Manis. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 7(1), 22–30.
- Sutedjo, M. M. (2010). *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Rineka Cipta.
- Utomo, B., Yanti, R., & Lestari, D. (2022). Strategi Pemupukan Efisien Dan Ramah Lingkungan Untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Pangan. *Jurnal Inovasi Pertanian Berkelanjutan*, 11(3), 201–210.
- Wibowo, H., Utami, R., & Yuliana, D. (2021). Peranan Nitrogen, Fosfor, Dan Kalium Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Jagung. *Jurnal Tanaman Pangan*, 6(1), 25–34.
- Winarno, F. G. (2004). *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama.
- Yuliani, D., Setiawan, A., & Mulyani, R. (2020). Sinergi Pupuk Cair Dan Pupuk Padat Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Pangan. *Jurnal Agrohorti Indonesia*, 8(2), 115–123.

Efektivitas Pupuk Anorganik Cair Glow Green dalam Meningkatkan Pertumbuhan, Hasil, dan Keuntungan Usahatani Padi

Imam Susetyo¹, Intan Berlian², Mudita Oktorina Nugrahani^{1*}, Nofitri Dewi Rinojati¹, Riko Cahya Putra¹, Nur Eko Prasetyo¹, Ari Santosa Pamungkas¹, Budi Setyawan¹, Titik Widyasari¹, Akhmad Rouf¹

¹Unit Bogor Getas, PT Riset Perkebunan Nusantara

²Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada

Email: mudita.nugrahani@gmail.com

Abstrak

Swasembada beras merupakan fokus utama kebijakan pangan nasional, yang memerlukan upaya peningkatan produksi salah satunya melalui pemupukan yang efektif dan efisien. Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas pupuk anorganik cair Glow Green (mengandung 3,5% N; 3,5 % P; 3,5% K) yang diproduksi oleh Unit Bogor-Getas, PT. Riset Perkebunan Nusantara pada tanaman padi. Penelitian dilaksanakan di sawah irigasi Dusun Popongan, Kabupaten Semarang, dari Juli hingga September 2020. Rancangan percobaan yang digunakan adalah perbandingan dua perlakuan sederhana: 1) Usahatani padi menggunakan Pupuk Cair Glow Green konsentrasi 6 ml/liter yang diaplikasikan setiap dua minggu sekali, dan 2) Usahatani padi menggunakan perlakuan pupuk tunggal (Urea dan TSP) yang diaplikasikan secara sebar pada umur 10 hari setelah pindah tanam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan pupuk Glow Green secara umum berpengaruh baik dan berbeda nyata dalam meningkatkan panjang daun bendera, panjang malai, dan jumlah gabah isi per malai, serta secara signifikan mengurangi jumlah gabah hampa per malai dibandingkan dengan pupuk tunggal. Perlakuan Glow Green menghasilkan produktivitas gabah kering tertinggi yaitu 4,69 ton/ha, lebih tinggi 0,49 ton/ha dibandingkan pupuk tunggal (4,20 ton/ha). Dari sisi ekonomi, walaupun terjadi serangan hama wereng yang menyebabkan peningkatan dosis aplikasi, penggunaan pupuk Glow Green tetap lebih menguntungkan, dengan peningkatan pendapatan sebesar IDR 275.278,-/ha. Selain itu, perlakuan pupuk Glow Green juga mengurangi penggunaan insektisida, menjadikannya alternatif yang lebih aman dan ramah lingkungan.

Kata kunci: Efisiensi pemupukan, Gabah, Glow green, Padi, Pupuk cair

Abstract

Rice self-sufficiency remains a primary focus of national food policy, necessitating concerted efforts to enhance production through effective and efficient fertilization strategies. This study aimed to evaluate the effectiveness of Glow Green liquid inorganic fertilizer (containing 3.5% N, 3.5% P, and 3.5% K), developed by the Bogor-Getas Unit of PT Riset Perkebunan Nusantara, in improving the growth and yield performance of rice. The experiment was conducted in irrigated paddy fields located in Popongan Hamlet, Semarang Regency, from July to September 2020. A simple comparative experimental design was employed, consisting of two treatments: (1) rice cultivation using Glow Green liquid fertilizer at a concentration of 6 ml L⁻¹ applied biweekly, and (2) rice cultivation using conventional single fertilizers (Urea and TSP) broadcast-applied at 10 days after transplanting. The results indicated that the application of Glow Green fertilizer exerted a significantly positive influence on flag leaf length, panicle length, and the number of filled grains per panicle, while markedly reducing the number of empty grains per panicle compared with the single-fertilizer treatment. The Glow Green treatment achieved the highest dry grain yield of 4.69 t ha⁻¹, representing an increase of 0.49 t ha⁻¹ relative to the single-fertilizer treatment (4.20 t ha⁻¹). From an economic perspective, despite an outbreak of brown planthoppers that necessitated additional fertilizer application, the use of Glow Green remained more profitable, yielding an additional income of IDR 275,278 per hectare. Furthermore, the Glow Green fertilizer treatment reduced insecticide use, highlighting its potential as a safer and more environmentally sustainable alternative for rice cultivation.

Keywords: Fertilization efficiency, Grain yield, Glow green, Liquid inorganic fertilizer, Rice

PENDAHULUAN

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan komoditas pangan utama di Indonesia dan menjadi sumber karbohidrat pokok masyarakat (Supriyanti *et al.*, 2015). Peningkatan produktivitas padi sangat penting untuk mendukung ketahanan pangan nasional. Swasembada beras menjadi sasaran utama di dalam kebijakan pangan nasional ditandai dengan penerapan berbagai kebijakan peningkatan produksi padi. Salah satu kegiatan budidaya tanaman padi yang sangat penting dalam optimasi pertumbuhan dan produksi adalah pemupukan. Pemupukan merupakan faktor krusial dalam budidaya padi dan harus dilakukan secara tepat serta efisien (Agustina *et al.*, 2010). Pemupukan yang efektif tentunya akan memberikan dampak positif bagi tanaman.

Aplikasi pupuk cair secara *foliar* lebih efisien karena nutrisi dapat langsung diserap daun untuk proses fotosintesis, sehingga pertumbuhan tanaman meningkat (Basavaraj & Chetan, 2018). Dengan demikian penggunaan pupuk cair dapat menjadi solusi dan alternatif dalam meningkatkan efektifitas pemupukan. *Glow Green* adalah pupuk cair anorganik produksi Unit Bogor-Getas, PT Riset Perkebunan Nusantara dengan kandungan hara N, P, dan K masing-masing 3,5%. Penelitian ini bertujuan mengkaji efektivitas *Glow Green* terhadap pertumbuhan, hasil, dan keuntungan usahatani padi dibandingkan pupuk tunggal.

METODE

Penelitian dilaksanakan di sawah irigasi Dusun Popongan, Kabupaten Semarang, sejak Juli–September 2020. Varietas padi yang digunakan adalah Umbul Sari. Dua perlakuan diuji: (1) Pupuk tunggal (Urea 250 kg/ha + TSP 125 kg/ha), dan (2) Pupuk cair *Glow Green* dengan konsentrasi 6 ml/L, diaplikasikan secara *foliar* (melalui daun/bukan tanah) setiap dua minggu. Parameter pengamatan dari penelitian ini meliputi tinggi tanaman, jumlah anakan, panjang dan lebar daun bendera, panjang malai, jumlah gabah isi/hampa, berat 1.000 butir, hasil ubinan, dan hasil riil per hektar. Data dianalisis dengan ANOVA, dilanjutkan DMRT 5%. Analisis ekonomi mencakup biaya pupuk, insektisida, tenaga kerja, penerimaan, dan pendapatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Tanaman

Hasil pengamatan parameter tinggi tanaman menunjukkan bahwa tanaman padi pada perlakuan pupuk *Glow Green* menunjukkan nilai yang lebih rendah dibanding perlakuan pupuk tunggal, namun dari hasil statistik tidak menunjukkan beda nyata antar

kedua perlakuan (Tabel 1). Jumlah anakan produktif perlakuan pupuk *Glow Green* menunjukkan jumlah yang lebih banyak dibanding perlakuan pupuk tunggal, meskipun tidak ada beda nyata diantara kedua perlakuan tersebut. Hasil uji perlakuan pupuk *Glow Green* menunjukkan panjang daun bendera lebih panjang dibanding perlakuan pupuk tunggal dan nilainya berbeda nyata. Daun bendera yang panjang dan lebar penting untuk menangkap sinar cahaya dan digunakan untuk fotosintesis (Gardner *et al.*, 1991) dan berkorelasi positif dengan hasil gabah (Limbongan *et al.*, 2009). Panjang malai perlakuan pupuk *Glow Green* lebih panjang dibanding perlakuan pupuk tunggal dan secara statistik menunjukkan nilai berbeda nyata. Panjang malai merupakan faktor pendukung utama untuk potensi hasil. Perlakuan pupuk *Glow Green* menunjukkan gabah isi per malai lebih banyak dibanding pupuk tunggal, dan gabah hampa per malai lebih sedikit dibanding pupuk tunggal, yang masing-masing parameter tersebut mempunyai nilai statistik berbeda nyata. Hal ini penting karena salah satu faktor tingginya kualitas tanaman padi dipengaruhi oleh banyaknya gabah bernas atau isi dan sedikitnya gabah hampa. Berat gabah 1.000 butir perlakuan pupuk *Glow Green* menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibanding perlakuan pupuk tunggal, namun secara statistik tidak berbeda nyata. Hasil gabah kering per hektar pada perlakuan pupuk *Glow Green* lebih tinggi (4,69 ton/ha) dibanding perlakuan pupuk tunggal (4,20 ton/ha). Produksi tersebut tergolong kurang optimal. Salah satu faktor penyebabnya adanya serangan wereng batang coklat yang terjadi di lahan percobaan dan sawah sekitarnya.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Pengamatan Tanamana Padi

Parameter	Satuan	Pupuk Glow Green	Pupuk Tunggal
Tinggi Tanaman	cm	93,47 ^a	94,7 ^a
Jumlah Anakan Produktif	batang/rumpun	14,09 ^a	12,06 ^a
Panjang Daun Bendera	cm	33,13 ^a	29,78 ^b
Panjang Malai	cm	22,55 ^a	21,10 ^b
Jumlah Gabah Isi per Malai	butir	113,74 ^a	79,26 ^b
Jumlah Gabah Hampa per Malai	butir	38,44 ^b	47,88 ^a
Berat Gabah 1.000 Butir	gram	25,65 ^a	24,58 ^a
Hasil Real Gabah Kering per ha	ton	4,69	4,2

Keterangan: Huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5%

Analisis Usaha Tani

Analisis biaya, penerimaan, dan keuntungan dilakukan untuk mengetahui besarnya keuntungan pada masing-masing perlakuan. Total biaya pada perlakuan pupuk *Glow Green*

(IDR 6.335.820) lebih tinggi dibanding perlakuan tunggal (IDR 4.091.098). Hal tersebut disebabkan karena saat dilakukan penelitian terjadi serangan hama wereng dengan intensitas yang cukup tinggi, sehingga aplikasi pupuk *Glow Green* dinaikkan baik dosis maupun frekuensinya. Namun demikian, aplikasi insektisida pada perlakuan pupuk *Glow Green* lebih rendah (3 kali) dibanding perlakuan pupuk tunggal (4 kali). Produktivitas padi pada perlakuan pupuk *Glow Green* (4.480 kg/ha) lebih tinggi dibanding perlakuan pupuk tunggal (3.920 kg/ha). Peningkatan keuntungan perlakuan dengan pupuk *Glow Green* dibanding perlakuan pupuk tunggal yaitu sebesar IDR 275.278, -/ha atau 2,03% (Tabel 2). Dengan demikian dapat dikatakan penggunaan teknologi pupuk *Glow Green* tetap lebih efektif dan efisien sekalipun pada saat penelitian terjadi serangan hama wereng dengan intensitas cukup tinggi. Kelebihan yang lain pada perlakuan pupuk *Glow Green* yaitu aplikasi insektisida lebih rendah, sehingga lebih aman dan ramah lingkungan

Tabel 2. Analisis Biaya, Penerimaan, dan Keuntungan

Perlakuan Pupuk	Total Biaya/ha (IDR)	Produktivitas/ha (kg)	Penerimaan/ha (IDR)	Keuntungan/ha (IDR)	Selisih Keuntungan (IDR)
Tunggal	4.091.098	3.920	17.640.000	13.548.902	-
Glow Green	6.335.820	4.480	20.160.000	13.824.180	275.278 (↑2,03%)

KESIMPULAN DAN SARAN

Pupuk *Glow Green* berpengaruh baik terutama terhadap peningkatan panjang daun bendera, panjang malai, gabah isi per malai dan mengurangi gabah hampa per malai. Pupuk *Glow Green* dapat meningkatkan hasil gabah kering per ha dibandingkan perlakuan pupuk tunggal. Pupuk *Glow Green* meningkatkan pendapatan usahatani padi lebih tinggi IDR 275.278, -/ha dibandingkan perlakuan pupuk tunggal. Berdasarkan temuan ini, pupuk anorganik cair *Glow Green* dapat direkomendasikan menjadi pemupukan alternatif yang lebih efisien dan ramah lingkungan karena aplikasi insektisida yang lebih rendah, sehingga dapat diterapkan untuk mendukung program swasembada beras nasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, D. S., Suwarfa, L. F., & Hendratno, S. (2010). Analisis Ekonomi Pemupukan Pada Tanaman Karet. *Jurnal Penelitian Karet*, 28(1), 55–64.
- Basavaraj, P., & Chetan, H. T. (2018). Foliar fertilization of nutrients. *Manthana Megha*, 3(1), 49–53.
- Gardner, F. P., Pearce, R. B., & Mitchell, R. L. (1991). *Physiology of crop plants*. Iowa State University Press.

- Limbongan, Y. L., Purnomo, E. S., Trikoesoemaningtyas, & Aswidinnoor, H. (2009). Respon Genotipe Padi Sawah terhadap Pemupukan Nitrogen di Dataran Tinggi. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 37(3), 175–182.
- Supriyanti, A., Supriyanta, & Kusnantini. (2015). Karakterisasi Plasma Nutfah Padi (*Oryza sativa* L.) di Daerah Istimewa Yogyakarta. *Vegetalika*, 4(3), 29–41.
- Suratiyah, K. (2015). *Ilmu Usahatani* (Edisi revisi). Penebar Swadaya.

Analisis Pemilihan Mesin Pengering Padi dengan Menggunakan Metode Binary Dominance Matrix

M. Fuad Fauzul Mu'tamar¹, Khoirul Hidayat^{1*}, Millatul Ulya¹, M. Yaskun², M. Adhi Prasnowo³

¹Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo Madura

²Program Studi Manajemen, Fakultas Ekonomi, Universitas Islam Lamongan

³Program Studi Kewirausahaan, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Maarif Hasyim Latif

Email: irul_ie@yahoo.co.id

Abstrak

Indonesia merupakan negara agraris dengan mayoritas penduduk bermata pencaharian sebagai petani yang menghasilkan padi. Proses pengeringan padi merupakan tahap krusial dalam penanganan pascapanen yang bertujuan menurunkan kadar air gabah hingga mencapai standar aman penyimpanan, yaitu sekitar 13–14%. Pengeringan yang tidak terkendali dapat mengakibatkan kerusakan fisik, peningkatan tingkat pecah beras, serta menurunkan kualitas dan nilai jual beras. Oleh karena itu, pengembangan teknologi mesin pengering padi menjadi sangat penting untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas hasil. Penelitian ini membandingkan beberapa metode dalam pengembangan mesin pengering padi, antara lain penjemuran tradisional, mesin *batch dryer*, mesin *continuous flow dryer*, dan *solar dryer* dengan menggunakan metode Binary Dominance Matrix. Analisis dilakukan berdasarkan parameter utama seperti waktu pengeringan, kualitas gabah kering, konsumsi energi, biaya operasional, serta dampak terhadap lingkungan dan keberlanjutan. Hasil kajian menunjukkan bahwa penjemuran tradisional memiliki biaya rendah namun sangat dipengaruhi kondisi cuaca dan rentan kontaminasi. Mesin *batch dryer* dan *continuous flow dryer* memberikan hasil pengeringan yang lebih stabil dan efisiensi waktu yang lebih baik, namun memerlukan biaya energi dan investasi yang lebih tinggi. Adapun *solar dryer* menjadi alternatif yang menjanjikan karena ramah lingkungan dan menawarkan kualitas pengeringan lebih baik dibanding penjemuran alami. Namun, kapasitasnya masih terbatas pada skala produksi menengah. Dengan demikian, pemilihan metode pengeringan harus mempertimbangkan kondisi ekonomi, kapasitas produksi, dan keberlanjutan sistem pertanian yang dijalankan.

Kata kunci: Mesin pengering, Padi, *Solar dryer*

Abstract

Indonesia is an agricultural country with the majority of the population earning their living as rice farmers. The rice drying process is a crucial stage in post-harvest handling, aiming to reduce the moisture content of unhusked rice to a safe storage standard of around 13–14%. Uncontrolled drying can result in physical damage, increased broken rice rates, and reduced rice quality and value. Therefore, the development of rice drying technology is crucial to improve efficiency and yield quality. This study compares several methods for developing rice drying machines, including traditional sun-drying, batch dryers, continuous flow dryers, and solar dryers with Binary Dominance Matrix method. The analysis was conducted based on key parameters such as drying time, dry grain quality, energy consumption, operational costs, and environmental impacts and sustainability. The study results show that traditional drying has a low cost but is highly affected by weather conditions and is susceptible to contamination. Batch dryers and continuous flow dryers provide more stable drying results and better time efficiency, but require higher energy costs and investment. Solar dryers are a promising alternative because they are environmentally friendly and offer better drying quality than natural drying. However, its capacity is still limited to medium-scale production. Therefore, the choice of drying method must take into account economic conditions, production capacity, and the sustainability of the farming system.

Keywords: Drying machine, Rice, *Solar dryer*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris dengan mayoritas penduduk bermata pencaharian sebagai petani yang menghasilkan padi (Ayun *et al.*, 2020; Hidayat *et al.*, 2025). Padi merupakan komoditas strategis yang memiliki peran penting dalam menjaga ketahanan pangan nasional (Nurdin *et al.*, 2018; Salasa, 2021). Setelah proses panen, salah satu tahapan kritis dalam penanganan pascapanen padi adalah proses pengeringan. Proses pengeringan padi merupakan tahap krusial dalam penanganan pascapanen yang bertujuan menurunkan kadar air gabah hingga mencapai standar aman penyimpanan, yaitu sekitar 13–14% (Lucky *et al.*, 2025). Apabila kadar air tidak diturunkan dengan optimal, gabah akan mudah mengalami kerusakan seperti serangan jamur, penurunan mutu, serta kehilangan nilai jual. Selain itu, pengeringan yang tidak terkendali juga dapat mengakibatkan kerusakan fisik, peningkatan tingkat pecah beras, serta menurunkan kualitas dan nilai jual beras (Millati *et al.*, 2018). Oleh karena itu, proses pengeringan yang efisien memiliki pengaruh langsung terhadap kualitas beras yang dihasilkan.

Dalam praktiknya, petani di banyak daerah masih mengandalkan metode penjemuran tradisional di bawah sinar matahari. Meskipun cara ini relatif murah, metode tersebut sangat bergantung pada kondisi cuaca sehingga tidak mampu menjamin keseragaman hasil pengeringan. Selain itu, proses ini membutuhkan waktu yang cukup lama dan rentan terhadap kontaminasi debu maupun kotoran. Seiring berkembangnya teknologi dan meningkatnya tuntutan efisiensi produksi, penggunaan mesin pengering padi menjadi alternatif yang lebih menjanjikan. Berbagai jenis mesin pengering telah dikembangkan, seperti mesin *batch dryer*, mesin *continuous flow dryer*, dan *solar dryer*. Namun, masing-masing jenis mesin memiliki keunggulan dan kelemahan yang perlu dianalisis secara tepat sebelum dipilih untuk diterapkan.

Pemilihan mesin pengering padi yang sesuai bukan hanya didasarkan pada aspek teknis, tetapi juga mencakup aspek ekonomi, kapasitas, konsumsi energi, kemudahan perawatan, serta kesesuaian dengan kondisi sosial petani. Oleh karena itu, pengembangan teknologi mesin pengering padi menjadi sangat penting untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas hasil.

METODE

Penelitian ini membandingkan beberapa metode dalam pengembangan mesin pengering padi, antara lain penjemuran tradisional, mesin *batch dryer*, mesin *continuous flow dryer*, dan *solar dryer* dengan menggunakan metode Binary Dominance Matrix.

Binary Dominance Matrix adalah metode pengambilan keputusan multikriteria yang membandingkan alternatif berdasarkan kriteria yang telah ditentukan dalam bentuk hubungan dominasi biner (Maajid, 2014; Purnomo *et al.*, 2022; Wiraghani & Prasnowo, 2017). Metode ini mampu memberikan hasil evaluasi yang jelas dengan melihat alternatif mana yang lebih unggul dibandingkan lainnya secara langsung. Melalui analisis menggunakan metode Binary Dominance Matrix, pemilihan mesin pengering padi dapat dilakukan secara lebih rasional, terukur, serta mampu memberikan rekomendasi yang tepat sesuai kebutuhan pengguna. Dengan demikian, penelitian ini menjadi penting untuk mendukung peningkatan efisiensi pascapanen padi, menjaga kualitas hasil produksi, serta meningkatkan nilai tambah bagi petani maupun pelaku usaha pengolahan beras.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengeringan padi menggunakan sinar matahari langsung merupakan metode tradisional yang masih banyak diterapkan oleh petani, terutama di daerah pedesaan (Ikhsan, 2023). Metode ini memiliki beberapa keunggulan, antara lain biaya operasional yang sangat rendah karena tidak memerlukan penggunaan bahan bakar maupun energi listrik. Selain itu, prosesnya sederhana dan mudah dilakukan tanpa membutuhkan keterampilan teknis khusus ataupun peralatan yang kompleks. Alat yang digunakan biasanya hanya berupa lantai jemur atau terpal, sehingga tidak memerlukan perawatan yang rumit dan dapat diterapkan pada skala produksi kecil hingga menengah (Alit & Susana, 2024). Dengan demikian, metode pengeringan ini masih menjadi pilihan ekonomis bagi banyak petani.

Namun, pengeringan dengan sinar matahari langsung juga memiliki sejumlah kelemahan yang cukup signifikan. Metode ini sangat bergantung pada kondisi cuaca sehingga efektivitas pengeringan hanya optimal pada musim kemarau (Sinaga *et al.*, 2023). Pada musim hujan atau cuaca mendung, proses pengeringan menjadi terhambat dan kadar air gabah sulit diturunkan hingga batas aman untuk penyimpanan. Selain itu, waktu pengeringan relatif lebih lama dan hasil pengeringan seringkali tidak seragam karena distribusi panas yang tidak merata. Pengeringan di ruang terbuka juga membuat gabah rentan terhadap kontaminasi debu, kotoran, dan hewan serta berisiko rusak akibat hujan atau angin mendadak. Kondisi ini menunjukkan bahwa meskipun pengeringan dengan sinar matahari langsung ekonomis, metode ini memiliki keterbatasan dalam menjamin kualitas dan efisiensi pengeringan.

Pengeringan padi menggunakan mesin *batch dryer* merupakan salah satu metode pengeringan mekanis yang banyak digunakan dalam proses pascapanen, khususnya pada unit penggilingan padi skala menengah. Mesin ini memiliki beberapa keunggulan, antara lain mampu mengeringkan padi secara lebih cepat dibandingkan metode penjemuran tradisional karena sistem aliran udara panas yang terkontrol (Elsanto *et al.*, 2024). Proses pengeringan dapat dilakukan secara berkelanjutan tanpa tergantung pada kondisi cuaca, sehingga dapat meningkatkan kontinuitas produksi. Selain itu, mesin *batch dryer* mampu menghasilkan kadar air akhir yang lebih stabil dan seragam, sehingga mutu gabah tetap terjaga dan mengurangi risiko kerusakan selama penyimpanan (Meylani & Lanya, 2013). Kemudahan dalam pengoperasian serta kebutuhan lahan yang relatif lebih kecil dibandingkan metode penjemuran juga menjadi nilai tambah bagi penggunaan mesin ini dalam lingkungan pertanian modern.

Meskipun demikian, penggunaan *batch dryer* juga memiliki beberapa kelemahan yang perlu diperhatikan. Mesin ini umumnya memerlukan investasi awal yang cukup tinggi, baik untuk pengadaan mesin maupun instalasi pendukungnya. Konsumsi energi yang digunakan untuk menghasilkan udara panas juga dapat meningkatkan biaya operasional, terutama pada daerah yang memiliki harga bahan bakar atau listrik tinggi. Selain itu, proses pengeringan pada *batch dryer* memerlukan pengaturan temperatur dan aliran udara yang tepat; kesalahan dalam pengaturan dapat menyebabkan beras menjadi mudah patah atau mengalami penurunan kualitas. Mesin ini juga membutuhkan perawatan berkala untuk menjaga performa operasionalnya, sehingga memerlukan tenaga kerja yang memiliki pemahaman teknis dasar. Dengan demikian, meskipun mesin *batch dryer* memberikan keuntungan dalam hal efisiensi dan peningkatan mutu, aspek biaya dan teknis operasional tetap menjadi pertimbangan sebelum diterapkan secara luas.

Pengeringan padi menggunakan mesin *continuous flow dryer* merupakan salah satu teknologi pengeringan yang dirancang untuk proses produksi berskala besar dengan aliran gabah yang bergerak secara konstan selama proses pengeringan berlangsung (Putri, 2011). Mesin ini memiliki beberapa keunggulan, di antaranya kemampuan untuk mengeringkan padi dalam jumlah besar secara berkelanjutan dengan waktu yang relatif lebih cepat dibandingkan metode pengeringan tradisional maupun *tipe batch*. Sistem pengaturan suhu dan aliran udara panas yang stabil memungkinkan kadar air gabah dikurangi secara lebih merata, sehingga menghasilkan kualitas pengeringan yang konsisten. Selain itu, mesin ini tidak bergantung pada cuaca sehingga operasi pengeringan dapat dilakukan sepanjang

waktu. Keunggulan lain adalah efisiensi waktu dan tenaga kerja, karena proses pengeringan berlangsung dengan mekanisasi penuh sehingga mengurangi kebutuhan intervensi manual selama proses berlangsung (Napitu *et al.*, 2016).

Namun, penggunaan mesin *continuous flow dryer* juga memiliki beberapa kelemahan yang perlu diperhatikan. Mesin ini umumnya membutuhkan investasi awal yang lebih tinggi, baik dari segi pengadaan alat, instalasi, maupun infrastruktur pendukungnya. Biaya operasional juga relatif besar karena mesin memerlukan suplai energi yang berkelanjutan untuk menjaga aliran udara panas tetap stabil. Selain itu, jika pengaturan suhu tidak dikontrol dengan tepat, proses pengeringan yang terlalu cepat dapat menyebabkan sebagian gabah mengalami retak atau menurunnya mutu beras setelah proses penggilingan. Mesin ini juga memerlukan operator yang memiliki pengetahuan teknis untuk melakukan pemantauan, pengaturan, serta perawatan mesin secara berkala. Oleh karena itu, meskipun *continuous flow dryer* sangat efektif dalam mendukung proses produksi skala besar, aspek biaya dan kebutuhan tenaga ahli menjadi pertimbangan penting dalam penerapannya.

Pengeringan padi menggunakan mesin *solar dryer* merupakan teknologi pengeringan yang memanfaatkan energi panas matahari namun dengan sistem yang lebih terkontrol dibandingkan penjemuran tradisional (Pongsapan *et al.*, 2022). Mesin ini umumnya dilengkapi ruang tertutup atau rumah pengering yang menggunakan kolektor panas untuk meningkatkan suhu udara sehingga proses pengeringan dapat berlangsung lebih cepat dan higienis. Keunggulan utama dari *solar dryer* adalah efisiensi energi, karena panas yang digunakan berasal dari sinar matahari sehingga biaya operasional menjadi lebih rendah dibandingkan pengeringan menggunakan bahan bakar atau listrik (Tika, 2022). Selain itu, sistem pengeringan tertutup dapat mengurangi risiko kontaminasi debu, kotoran, atau serangga, sehingga kualitas gabah yang dihasilkan lebih terjaga. *Solar dryer* juga mampu menjaga keseragaman pengeringan karena aliran udara panas dapat diatur dengan lebih stabil, sehingga kadar air padi dapat mencapai standar penyimpanan secara lebih konsisten.

Namun, penggunaan *solar dryer* juga memiliki beberapa kelemahan. Meskipun lebih maju dibandingkan penjemuran terbuka, sistem ini tetap memiliki ketergantungan terhadap intensitas sinar matahari (Pongsapan *et al.*, 2022). Pada saat musim hujan atau cuaca mendung, kinerja pengeringan dapat menurun sehingga waktu pengeringan menjadi lebih lama. Selain itu, kapasitas pengeringan *solar dryer* umumnya lebih terbatas

dibandingkan mesin pengering berbahan bakar atau listrik, sehingga kurang efisien untuk produksi berskala besar. Investasi awal untuk pembangunan atau pembelian *solar dryer* juga dapat menjadi hambatan bagi sebagian petani, terutama pada kelompok tani kecil yang memiliki keterbatasan modal. Selain itu, perawatan komponen seperti kaca atau plastik penutup harus dilakukan secara rutin untuk memastikan transmisi panas tetap optimal. Dengan demikian, meskipun *solar dryer* menawarkan solusi pengeringan yang lebih ramah lingkungan dan higienis, pengembangannya harus mempertimbangkan kondisi iklim, kapasitas kebutuhan, serta ketersediaan modal petani.

Solar dryer menjadi alternatif yang menjanjikan karena ramah lingkungan dan menawarkan kualitas pengeringan lebih baik dibanding penjemuran alami. Namun, kapasitasnya masih terbatas pada skala produksi menengah. Dengan demikian, pemilihan metode pengeringan harus mempertimbangkan kondisi ekonomi, kapasitas produksi, dan keberlanjutan sistem pertanian yang dijalankan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Terdapat empat jenis tipe pengeringan padi yaitu penjemuran tradisional, mesin *batch dryer*, mesin *continuous flow dryer*, dan *solar dryer*. Penjemuran tradisional memiliki biaya rendah namun sangat dipengaruhi kondisi cuaca dan rentan kontaminasi. Mesin *batch dryer* dan *continuous flow dryer* memberikan hasil pengeringan yang lebih stabil dan efisiensi waktu yang lebih baik, namun memerlukan biaya energi dan investasi yang lebih tinggi. Adapun *solar dryer* menjadi alternatif yang menjanjikan karena ramah lingkungan dan menawarkan kualitas pengeringan lebih baik dibanding penjemuran alami. Namun, kapasitasnya masih terbatas pada skala produksi menengah. Dengan demikian, pemilihan metode pengeringan harus mempertimbangkan kondisi ekonomi, kapasitas produksi, dan keberlanjutan sistem pertanian yang dijalankan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alit, I. B., & Susana, I. G. B. (2024). Kinerja Pengering Satu Tungku Penukar Panas Dengan Energi Sekam Padi Untuk Mengeringkan Pisang Menggantikan Pengeringan Langsung Matahari. *Dinamika Teknik Mesin*, 14(1), 45–53.
- Ayun, Q., Kurniawan, S., & Saputro, W. A. (2020). Perkembangan Konversi Lahan Pertanian Di Bagian Negara Agraris. *Vigor: Jurnal Ilmu Pertanian Tropika Dan Subtropika*, 5(2), 38–44.
- Elsanto, E., Taufiqurrahman, M., & Lubis, G. S. (2024). Analisa Prototype Pengering Gabah Type Batch Dryer Berbahan Bakar Biomassa Terhadap Laju Pengeringan. *JTRAIN: Jurnal Teknologi Rekayasa Teknik Mesin*, 5(1), 36–43.

- Hidayat, K., Mu'tamar, M. F. F., & Firmansyah, R. A. (2025). Rancang Bangun Mesin Tanam Padi Dengan Menggunakan Pendekatan Quality Function Deployment. *Jurnal Penelitian Bidang Inovasi & Pengelolaan Industri*, 4(2), 46–52.
- Ikhsan, M. U. H. (2023). Persepsi Petani Padi Terhadap Aplikasi Teknologi Vertical Dryer (*Studi Kasus Desa Akkajang Kecamatan Cempa Kabupaten Pinrang*). Universitas Sulawesi Barat.
- Lucky, M., Hartanto, K. H., & Junita, R. (2025). Strategi Penanganan Pascapanen Padi Untuk Menekan Kehilangan Hasil Dan Meningkatkan Pendapatan Kelompok Tani Di Kecamatan Sekadau Hulu. *Jurnal Abditani*, 8(1), 20–23.
- Maajid, L. (2014). Pemilihan Alternatif Energi Terbarukan Di Kabupaten Malang. *SISTEM Jurnal Ilmu Ilmu Teknik*, 10(2), 19–33.
- Meylani, S. R., & Lanya, B. (2013). Performance Test of Lab Scale Batch for Rough Rice Drying Using Husk of Rice Fuel. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 2(3).
- Millati, T., Pranoto, Y., Bintoro, N., & Utami, T. (2018). Pengaruh Suhu Penyimpanan Pada Gabah Basah yang Baru Dipanen terhadap Perubahan Mutu Fisik Beras Giling. *Agritech*, 37(4), 477–485.
- Napitu, Y. O., Nelwan, L. O., & Wulandani, D. (2016). Simulasi Pengeringan Gabah pada Pengering Spouted Bed Dua Dimensi. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 4(2).
- Nurdin, S., Ahlan, A., Sugiarto, S., Lestari, M. W., Hidayat, K., & Prasnowo, M. A. (2018). Design of Ergonomic Paddy Harvesting Machine. *Journal of Physics: Conference Series*, 1114(1), 12136.
- Pongsapan, A. S., Allo, R., Mangallo, D., Ranteallo, O., & Palamba, P. (2022). Penerapan Pengering Surya (Solar Dryer) Kepada Kelompok Tani Padi Di Koya Barat Distrik Muara Tami. *Indonesian Journal Of Community Service*, 2(3), 305–310.
- Purnomo, A., Yanuar, P., An-Nizhami, A., Pramono, A., Supandi, S., & Khoryanton, A. (2022). Rancang Bangun Penyemprot Udara Otomatis Berbasis Electropneumatic Menggunakan Sensor Infrared BF4R. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 17(2), 275–280.
- Putri, G. (2011). Grain Drying With The Implementation Of Dcs In The Rotary Dryer. Undip.
- Salasa, A. R. (2021). Paradigma dan Dimensi Strategi Ketahanan Pangan Indonesia. *Jejaring Administrasi Publik*, 13(1), 35–48.
- Sinaga, E. I., Tamrin, T., Asmara, S., & Kuncoro, S. (2023). Pengeringan Padi (*Oryza sativa* L) pada Musim Hujan. *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering*, 2(2), 313–318.
- Tika, Y. Y. (2022). Mekanisme Beberapa Mesin Pengering Pertanian. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Terapannya (Jupiter)*, 4(1), 20–28.
- Wiraghani, S. R., & Prasnowo, M. A. (2017). Perancangan dan Pengembangan Produk Alat Potong Sol Sandal. *Teknika: Engineering and Sains Journal*, 1(1), 73–76.

Analyzing Farmers' Interpersonal Communication Networks in the Utilization of Two-Wheel Tractors in Panyabungan, Mandailing Natal Regency

Rony Rahmat Hidayat Hasibuan^{1*}

¹Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Teuku Umar

Email: ronyrahmat@utu.ac.id

Abstrak

Modernisasi pertanian dalam dekade terakhir ditandai dengan percepatan mekanisasi, digitalisasi, dan pemanfaatan teknologi cerdas untuk meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan. Di negara berkembang, adopsi mekanisasi tidak hanya ditentukan oleh aspek teknis, tetapi juga dipengaruhi oleh dinamika sosial dan kualitas komunikasi antarpetani. Traktor roda dua, meskipun sederhana, terbukti strategis bagi petani kecil karena terjangkau dan sesuai dengan keterbatasan lahan. Namun, rendahnya literasi teknis dan akses modal membuat penyebaran informasi melalui jaringan komunikasi menjadi faktor kunci dalam mempercepat adopsi. Penelitian ini dilaksanakan di Kecamatan Panyabungan, Kabupaten Mandailing Natal, dengan melibatkan 103 petani dari lima kelompok tani. Analisis dilakukan melalui Structural Equation Modeling (SEM-PLS) dan Social Network Analysis (SNA). Hasil SEM-PLS menunjukkan bahwa komunikasi interpersonal berpengaruh signifikan terhadap intensitas penggunaan traktor roda dua ($\beta = 0,421$; $p < 0,01$). Temuan SNA memperlihatkan perbedaan peran aktor dalam jaringan: MK (Ketua Kelompok Satahi) memiliki nilai outdegree tertinggi (0,255) sebagai penyebar utama informasi, MB (anggota Satahi) menempati indegree tertinggi (0,69) sebagai rujukan informasi, sementara GM (anggota Sahata) menunjukkan betweenness tertinggi (8,82) sebagai penghubung utama antaranggota. Dari sisi closeness, MK (Satahi, 2,01) dan GM (Sahata, 2,02) menempati posisi terdepan dalam menjangkau anggota lain secara cepat. Hasil ini menegaskan bahwa adopsi mekanisasi sederhana tidak dapat dilepaskan dari dimensi sosial. Secara teoretis, penelitian ini memperluas literatur mekanisasi dengan pendekatan jejaring sosial, sementara secara praktis merekomendasikan strategi penyuluhan berbasis jejaring yang melibatkan opinion leader dan kelompok rentan, sehingga mekanisasi tidak hanya meningkatkan efisiensi produksi, tetapi juga memperkuat kohesi sosial dan keberlanjutan pertanian pedesaan.

Kata kunci: Difusi inovasi, Komunikasi interpersonal petani, Mekanisasi pertanian, *Social network analysis*, Traktor roda dua

Abstract

Agricultural transformation in the past decade has been driven by rapid mechanization, digitalization, and the use of smart technologies to enhance productivity, cost efficiency, and sustainability. In developing countries, however, mechanization is not merely a technical matter but also a social process shaped by farmers' communication networks. The two-wheel tractor, although simple, is a strategic innovation for smallholders due to its affordability and suitability for limited land. Yet, adoption remains constrained by low technical literacy, limited capital, and inadequate after-sales services, making interpersonal communication among farmers essential for knowledge sharing and technology diffusion. This study was conducted in Panyabungan District, Mandailing Natal Regency, North Sumatra, involving 103 farmers from five farmer groups. The research employed Structural Equation Modeling (SEM-PLS) to test causal relationships and Social Network Analysis (SNA) to map communication structures. SEM-PLS results confirm that interpersonal communication significantly influences the intensity of two-wheel tractor utilization ($\beta = 0.421$; $p < 0.01$). SNA further reveals distinct actor roles: MK (head of Satahi group) recorded the highest outdegree (0.255) as the primary information disseminator; MB (Satahi member) had the highest indegree (0.69) as the most trusted reference; GM (Sahata member) achieved the highest betweenness (8.82), acting as a critical information broker; while MK (Satahi, 2.01) and GM (Sahata, 2.02) also demonstrated the highest closeness values, enabling faster information reach across the network. These findings highlight that mechanization adoption is deeply embedded in social structures. Theoretically, the study enriches mechanization literature by integrating social network perspectives. Practically, it provides evidence for network-based extension strategies that empower opinion leaders, women, and youth, ensuring more inclusive, efficient, and sustainable diffusion of agricultural innovations in rural communities.

Keywords: *Agricultural mechanization, Innovation diffusion, Interpersonal communication, Social network analysis, Two-wheel tractor*

INTRODUCTION

Recent decades have witnessed profound transformations in global agricultural systems, characterized by the acceleration of mechanization, digitalization, and the application of smart technologies to enhance productivity, cost efficiency, and sustainability in farming practices. For developing countries, the adoption of agricultural mechanization is not merely a technical matter but also a social process involving collective learning, knowledge exchange, and the legitimization of practices at the community level. The two-wheel tractor (hand tractor), despite its simplicity, plays a crucial role in rice cultivation modernization due to its compatibility with the characteristics of small-scale farming on limited landholdings. Its effective utilization, however, largely depends on how quickly farmers access information regarding costs, benefits, and usage strategies factors that are deeply embedded in the quality of interpersonal communication networks (Colussi *et al.*, 2024; Zhang *et al.*, 2024).

In the Indonesian context, agricultural development policies emphasize small- and medium-scale mechanization, which is highly relevant for smallholders as the backbone of national food security. Hand tractors are considered strategically important because they are relatively affordable, versatile, and reduce dependency on increasingly scarce manual labor. Nevertheless, numerous studies have highlighted the low adoption rates of agricultural machinery due to limited technical literacy, capital constraints, and inadequate after-sales services. Farmer-to-farmer communication networks therefore become the primary channels for sharing knowledge on machine maintenance, operational costs, and collective strategies such as sharing or renting equipment. This positions interpersonal communication as a determinant factor, equally important as economic or technical considerations in the adoption of hand tractors (Herdiansyah *et al.*, 2023; Badan Pusat Statistik Kabupaten Mandailing Natal, 2024).

Social network theory provides a compelling framework to understand these dynamics, emphasizing that community-level relational structures shape the speed and direction of innovation diffusion. Dense networks accelerate the flow of information, while actors with high centrality often act as opinion leaders. Conversely, overly homogenous networks may hinder the inflow of novel information. Evidence from various agricultural sectors suggests that such communication patterns influence not only the adoption of digital innovations but also conventional mechanization, including hand tractors. Mapping these farmer networks is thus critical to identify bridging actors, gatekeepers of information, and

the local pathways through which technical knowledge circulates (Matous *et al.*, 2024; Hidayat *et al.*, 2024).

At the local level, Panyabungan District in Mandailing Natal Regency, North Sumatra, is recognized as a major agricultural and horticultural hub underpinning the regional economy. Data from *Mandailing Natal Regency in Figures 2024* and the *2023 Agricultural Census* show the dominance of smallholder farming with limited landholdings, underscoring the relevance of hand tractors in this area. Yet, most existing studies focus on aspects of land cultivation and production costs, with little attention paid to the social dimension of farmer communication networks. Understanding these dynamics is essential to explain adoption disparities across regions despite comparable levels of equipment availability (Badan Pusat Statistik Kabupaten Mandailing Natal, 2024).

Beyond technical efficiency, farmer communication also intersects with issues of inclusivity and sustainability. Recent research highlights how women and younger generations are often excluded from decision-making regarding mechanization, even though they contribute substantially to agricultural activities. Social network analysis (SNA) can reveal the extent to which these marginalized groups gain access to information and opportunities to participate in hand tractor utilization. From a sustainability perspective, increasing mechanization also entails socio-environmental implications: land intensification may affect soil quality, while shifts from traditional labor-sharing systems to rental arrangements could alter village-level social cohesion. Thus, this research is not only technically relevant but also contributes to advancing inclusive and sustainable agricultural development (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2023; Herdiansyah *et al.*, 2023).

Methodologically, social network analysis (SNA) offers a robust analytical framework to address these issues by mapping key actors, levels of connectivity, and the flow of information within farmer networks. Although widely applied to digital technology adoption and environmentally friendly practices, studies employing SNA to examine two-wheel tractor usage in Indonesia remain scarce. This gap opens opportunities for research that enriches both the academic literature and local policymaking (Hidayat *et al.*, 2024; Matous *et al.*, 2024).

Based on this background, the objectives of this study are to map the structure of interpersonal communication networks among farmers regarding the use of hand tractors in Panyabungan District, Mandailing Natal Regency. Identify key actors and dominant

information pathways influencing decisions on adoption, rental, and maintenance. Analyze the relationships between network attributes such as degree centrality, betweenness, and density and the intensity of hand tractor utilization.

Through these aims, the study seeks to make a dual contribution: theoretically, by advancing the literature on socially embedded mechanization, and practically, by providing insights for extension agents, local governments, and farmer groups in designing more effective, inclusive, and sustainable technology diffusion strategies (Colussi *et al.*, 2024; Badan Pusat Statistik Kabupaten Mandailing Natal, 2024).

RESEARCH AND METODOLOGY

The study was conducted in Pidoli Village, Panyabungan District, Mandailing Natal Regency, North Sumatra Province. The location was selected purposively based on three considerations: (1) the majority of residents are engaged in farming, (2) the average size of cultivated land is relatively larger compared to neighboring villages, and (3) farmers have widely adopted two-wheel tractors as their primary tool for land preparation. Fieldwork took place between December 2021 and January 2022.

This study employed a quantitative explanatory design. The quantitative approach emphasizes the collection of numerical data for statistical analysis, while the explanatory dimension was chosen to not only describe the phenomenon but also to test causal relationships between variables and explain both antecedents and outcomes. Two complementary analytical methods were applied: Structural Equation Modeling (SEM-PLS) using SmartPLS software to examine causal relationships among latent variables. Social Network Analysis (SNA) using UCINET-NetDraw to map farmers' communication structures, identify key actors, and measure network indicators such as outdegree centrality, indegree centrality, closeness centrality, and betweenness centrality. The integration of SEM-PLS and SNA provided a comprehensive perspective by combining variable-level causal testing with network-level communication mapping.

The population comprised all farmers in Mandailing Natal Regency who had adopted two-wheel tractors. Out of 17 districts, 14 were identified as active users of this technology. A *stratified random sampling* technique was applied in several stages: identifying districts with the highest number of hand tractor users, selecting Panyabungan District as the study site, choosing Pidoli Village purposively, based on land size and number of tractor users, from 25 farmer groups in the village, five groups were randomly selected as research respondents. The final sample consisted of 103 farmers, distributed as

follows: Satahi (21), Sahata (21), Sepakat (16), Willem Iskander (30), and Biara Dagang (15).

Two main data sources were utilized primary data that obtained through field observations, in-depth interviews with farmers and extension agents, and structured questionnaires completed by respondents. Secondary data, drawn from institutional records (BPS Mandailing Natal, BP3K Mandailing Natal), official reports, and other relevant documentation related to agricultural mechanization.

Multiple techniques were employed to ensure comprehensive data collection. Direct observation, involving systematic recording of farmers' behavior and activities in using hand tractors. Structured and semi-structured interviews, conducted with farmers, tractor owners, farmer group leaders, and extension officers to capture deeper insights. Questionnaires, designed with measurable scales to obtain quantitative data on farmer characteristics, farm practices, and communication intensity. Documentation review, including archival records, official reports, and field photographs supporting the analysis.

Research instruments were rigorously tested to ensure quality consisted of convergent validity was assessed using outer loading values (>0.60), discriminant validity was evaluated through Average Variance Extracted (AVE), with thresholds of >0.50 , reliability was tested using Cronbach's Alpha and Composite Reliability, with minimum acceptable values of 0.70. Results confirmed that all constructs met the validity and reliability requirements, making them suitable for further analysis.

Data analysis proceeded in two stages. Measurement model (outer model) evaluation, to assess indicator reliability, convergent validity, discriminant validity, and construct consistency. Structural model (inner model) evaluation, to test relationships among latent variables through R-square values, path significance, and predictive relevance (Q-square).

In parallel, Social Network Analysis (SNA) was applied to compute centrality measures within farmer communication networks. Visualization was carried out using UCINET-NetDraw to generate sociograms, enabling a clear depiction of farmer linkages and identification of key actors within the network.

RESULTS AND DISCUSSION

General Overview of the Research Area

Pidoli Dolok and Pidoli Lombang Villages, located in Panyabungan District of Mandailing Natal Regency, are characterized by their strong agrarian profile. The

geographical condition, consisting of flatlands supported by technical irrigation systems, makes the area highly suitable for lowland rice cultivation. Land-use data reveal that more than 80% of the area is devoted to agriculture, while non-agricultural sectors account for only a minor share. Farming is the dominant livelihood, with most residents engaged either as landowners or tenant farmers.

These findings reinforce the rationale for selecting Pidoli as a representative location to investigate farmer communication patterns in adopting agricultural technology, particularly the two-wheel tractor. Such observations are consistent with the Food and Agriculture Organization of the United Nations (2023), which highlights that agrarian-based regions are more responsive to the adoption of simple mechanization tools due to their immediate need for efficiency in land preparation.

Table 1. Land use in Pidoli Village (2025)

Land Use Type	Area (Ha)	Percentage (%)
Settlements	40	2.17
Irrigated rice	250	13.56
Rainfed rice	50	2.90
Others	1,504	81.56

Updated: 2025

Farmers' Characteristics

The analysis indicates that most farmers are within the productive age group (41–55 years), while a smaller proportion fall into the highly productive category (25–40 years). This suggests that the farmers still possess sufficient physical capacity and farming experience to adopt and practice agricultural innovations.

Table 2. Farmers' characteristics in Pidoli Village (2025)

Variable	Category	Number	Percentage (%)
Age	25–40 (Highly Productive)	18	17.5
Age	41–55 (Productive)	47	45.6
Age	>55 (Less Productive)	38	36.9
Education	Low	32	31.1
Education	Secondary	64	62.1
Education	Higher	7	6.8
Farming Experience	<10 years	30	29.1
Farming Experience	11–20 years	45	43.7
Farming Experience	>20 years	28	27.2
Cosmopolitan Level	Low	34	33.0
Cosmopolitan Level	Medium	6	5.8
Cosmopolitan Level	High	63	61.2

Updated: 2025

The majority of farmers in Pidoli Village are in their productive years and have attained secondary-level education. This demographic profile supports the earlier proposition that interpersonal communication networks play a pivotal role in accelerating the diffusion of agricultural innovations. Younger and better-educated farmers are more capable of understanding technical information and tend to adopt two-wheel tractor technology more rapidly. Furthermore, a high level of cosmopolitanism enhances the spread of innovation, as farmers actively seek knowledge beyond their local context and disseminate it through farmer groups.

These findings align with Matous *et al.* (2024), who emphasized the significance of social networks in technology diffusion, and Zhang *et al.* (2024), who highlighted the role of education and interpersonal communication in accelerating mechanization adoption. Therefore, it can be concluded that the combination of productive age, secondary education, and high cosmopolitan levels creates a favorable social foundation for agricultural innovation in Pidoli Village. These factors not only accelerate the diffusion of two-wheel tractor adoption but also strengthen the capacity of farmer groups to serve as agents of change in promoting sustainable agricultural development.

This finding underscores the importance of human capital and social dynamics in shaping the trajectory of mechanization in smallholder farming systems. While technological availability remains a prerequisite, its effective utilization is highly contingent on farmers' demographic characteristics and their access to communication networks. Productive-age farmers with adequate education demonstrate greater openness to innovation, while cosmopolitan individuals play a bridging role by linking local knowledge with external sources of information. Such conditions enhance the flow of technical know-how across farmer groups, thereby reducing information asymmetry and enabling more equitable access to agricultural technologies.

Moreover, these results highlight the role of farmer organizations not only as recipients of innovation but also as institutional actors capable of facilitating collective decision-making, resource sharing, and knowledge dissemination. The strengthening of farmer groups in Pidoli illustrates how localized social structures can be mobilized to accelerate mechanization while maintaining inclusivity and sustainability. This aligns with the broader literature emphasizing that agricultural innovation is a socially embedded process, where trust, reciprocity, and collaborative learning are as critical as technical efficiency.

From a policy perspective, the evidence suggests that government and extension agencies should adopt strategies that integrate technical training with social-network strengthening initiatives. Programs designed to empower younger farmers, enhance rural education, and expand access to external information sources can significantly amplify the impact of mechanization policies. Equally important, acknowledging and leveraging the role of cosmopolitan farmers as opinion leaders may accelerate diffusion and improve adoption outcomes. By combining technical support with social empowerment, interventions can move beyond narrow efficiency gains toward fostering a resilient and sustainable agricultural transformation.

Interpersonal Communication Networks in Pidoli Village, Panyabungan District, Mandailing Natal Regency

The analysis of interpersonal communication networks plays a critical role in understanding how agricultural information flows among members of farmer groups. Each actor in the network assumes a distinct role: *opinion leaders* act as primary references, *bridges* connect otherwise separate groups, *hubs* coordinate interactions, *gatekeepers* filter information, and *isolates* remain relatively passive (Eriyanto, 2014). Through this approach, it becomes possible to map which farmers occupy strategic positions in disseminating information on the use of two-wheel tractors.

Centrality serves as a key indicator for identifying such strategic roles. Degree centrality reflects the extent of an actor's connections, whether in terms of disseminating (outdegree) or receiving information (indegree). Closeness centrality measures how quickly an actor can access information from the network as a whole, while betweenness centrality highlights actors serving as intermediaries who connect otherwise unlinked individuals (Bonacich, 1984). Taken together, these metrics provide a comprehensive picture of who drives innovation diffusion within the farmer network.

The results from Pidoli Village show that each farmer group has key actors who play dominant roles in information dissemination. Farmers with high outdegree values serve as the primary disseminators of information on two-wheel tractor use, while those with high indegree values are trusted sources from whom others seek knowledge. Furthermore, closeness and betweenness centrality reveal the importance of certain farmers in bridging both intra- and inter-group communication, preventing information bottlenecks and ensuring that knowledge circulates across the network.

These findings align with Matous *et al.* (2024), who reported that the social networks of cocoa farmers in Indonesia exhibit a hub-and-spoke structure that accelerates the homogenization of agricultural practices. Similarly, Nababan (2021) found that farmers with high betweenness centrality act as crucial connectors in agricultural cooperatives in North Sumatra. Colussi *et al.* (2024) also emphasize that interpersonal communication is a decisive factor in mechanization adoption in Brazil and the United States.

Consequently, interpersonal communication networks should be understood not merely as channels of information but as social structures that shape the speed and breadth of innovation adoption. Identifying central actors within Pidoli's farmer networks provides empirical evidence that the success of two-wheel tractor diffusion is strongly determined by those who occupy strategic positions in the group.

This perspective highlights that innovation is not diffused uniformly across farming communities but is mediated by the relational architecture of the network itself. Farmers who serve as central actors whether as disseminators of knowledge, trusted references, or intermediaries hold the capacity to accelerate or constrain the adoption process. Their influence extends beyond individual decision-making to collective behavioral change, thereby reinforcing the argument that mechanization adoption is as much a social phenomenon as it is a technical one.

Moreover, recognizing communication networks as embedded social structures offers important practical implications. Extension strategies and agricultural policies that rely solely on technical training or equipment distribution may fall short if they fail to consider the dynamics of local communication. Targeting opinion leaders and highly connected farmers can significantly enhance the reach and credibility of innovation campaigns. In this way, interventions can leverage existing trust networks to achieve more efficient, equitable, and sustainable outcomes.

In the context of Pidoli, strengthening farmer groups by empowering central actors while also integrating peripheral members is essential to avoid information gaps. Encouraging inclusivity ensures that innovation does not remain concentrated among a small subset of influential farmers but rather spreads across the entire community. This balanced approach aligns with broader development goals, where agricultural modernization is pursued not only for productivity gains but also for strengthening social cohesion and resilience in rural areas.

Degree Centrality

Network analysis further demonstrates that not all farmers play equivalent roles in information exchange. Some individuals function as central nodes capable of accelerating innovation diffusion, while others act primarily as information receivers. This asymmetry can be visualized through degree centrality, which measures how many ties an actor maintains within the network either as an information sender (*outdegree*) or receiver (*indegree*). Mapping these values allows researchers to identify the main drivers of technology adoption at the group level.

Table 3. Outdegree and Indegree Centrality of Interpersonal Communication Networks (updated: 2025)

Centrality Type	Farmer Group	Actor	Outdegree/Indegree Value	Position
Outdegree Centrality	Satahi	MK	0.255	Group Leader
		AH	0.131	Member
		MB	0.083	Member
	Sahata	IF	0.076	Group Leader
		RS	0.074	Member
		MI	0.069	Member
	Sepakat	KH	0.076	Group Leader
		AS	0.074	Member
		MB	0.055	Member
	Willem Iskander	NS	0.207	Group Leader
		MB	0.200	Member
		SW	0.166	Member
	Biara Dagang	PL	0.076	Member
		KH	0.069	Member
		PD	0.055	Group Leader
Indegree Centrality	Satahi	MB	0.690	Member
		SA	0.620	Member
		MK	0.550	Group Leader
	Sahata	SP	0.690	Member
		SD	0.620	Member
		MI	0.550	Group Leader
	Sepakat	KH	0.113	Group Leader
		HN	0.620	Member
		LM	0.550	Member
	Willem Iskander	NS	0.620	Group Leader
		MH	0.550	Member
		EN	0.550	Member

Centrality Type	Farmer Group	Actor	Outdegree/Indegree Value	Position
	Biara Dagang	PN	0.620	Group Leader
		AP	0.550	Member
		AS	0.550	Member

Closeness Centrality

Closeness centrality measures how quickly an actor can reach other members within a communication network. The higher the closeness score, the greater the ability of an individual to connect directly or indirectly with others. In the context of farmer groups, actors with high closeness centrality serve as *bridges* who accelerate the flow of information by minimizing the number of intermediaries required for communication. Such actors become critical figures in strengthening social integration while simultaneously facilitating the rapid adoption of agricultural innovations (Eriyanto, 2014).

The results from Pidoli Village highlight that several actors occupy strategic positions as connectors. As shown in Table 4, actor MK from the Satahi group (2.01) and actor GM from the Sahata group (2.02) recorded the highest closeness scores, indicating their ability to quickly access and transmit information across members. These individuals act as key facilitators of communication cohesion. Conversely, actors with low closeness scores, such as PN from the Biara Dagang group (0.69), are positioned at the margins of the network and remain weakly connected. This pattern suggests that the distribution of information within groups is uneven and highly dependent on a limited set of central actors.

These findings are consistent with Zhang *et al.* (2024), who demonstrated that high-closeness actors in rice-farming communities in China function as bridges for accelerating the adoption of water-saving technologies. Similarly, Matous *et al.* (2024) reported that farmers with extensive network access were instrumental in spreading cocoa management innovations in Indonesia. Colussi *et al.* (2024) further emphasize that the effectiveness of mechanization diffusion in Brazil is strongly influenced by farmers who occupy bridging positions within farmer group networks.

Thus, closeness centrality not only reflects the degree of proximity among actors but also captures the strategic capacity of individuals to reinforce network cohesion. The identification of high-closeness actors in Pidoli Village demonstrates that the successful diffusion of two-wheel tractor adoption is heavily dependent on their role as primary connectors among farmers.

This finding highlights the dual function of high-closeness actors: on one hand, they accelerate the circulation of innovation-related knowledge within farmer groups, and on the other, they contribute to maintaining social cohesion by linking otherwise distant members of the network. Such actors reduce communication fragmentation, ensuring that innovation messages do not remain confined to elite subgroups but reach the wider farming community. This mechanism is particularly important in rural contexts where formal extension services are limited, and farmer-to-farmer interactions remain the dominant mode of knowledge exchange.

Furthermore, the prominence of closeness centrality underscores that agricultural innovation cannot be explained solely by access to resources or government programs. Rather, it is embedded within the relational fabric of rural communities. When actors positioned at the center of communication structures actively participate in disseminating information, the rate and scale of adoption increase substantially. Conversely, when these actors are absent or disengaged, innovation diffusion slows, and disparities in adoption emerge.

In line with evidence from Zhang *et al.* (2024), Matous *et al.* (2024), and Colussi *et al.* (2024), the Pidoli case reinforces that identifying and empowering bridging actors is essential for designing effective agricultural development strategies. Policymakers and extension agencies could leverage these individuals as community-based facilitators, ensuring that information flows are both inclusive and continuous. Importantly, strategies should not only focus on strengthening central actors but also create mechanisms to integrate peripheral farmers, thereby reducing the risk of innovation inequality.

In conclusion, closeness centrality provides more than a technical measurement of relational distance; it offers a lens to understand the social dynamics that govern agricultural modernization. By positioning high-closeness actors as facilitators of communication, Pidoli's farmer networks illustrate how socially embedded structures determine the effectiveness, inclusivity, and sustainability of mechanization adoption. Moreover, these insights emphasize that fostering innovation in rural communities requires more than distributing technology; it demands strengthening the relational infrastructure that enables equitable knowledge flows.

Table 4. Closeness centrality of farmers' interpersonal communication network (Updated: 2025)

Centrality Type	Farmer Group	Actor	Closeness Value	Status
Closeness Centrality	Satahi	MK	2.01	Group Leader
		EL	1.80	Member
	Sahata	GM	2.02	Member
		IP	1.94	Member
	Sepakat	KH	1.96	Group Leader
		EH	1.92	Member
	Willem Iskander	NS	1.97	Group Leader
		BD	1.94	Member
	Biara Dagang	AK	1.95	Member
		PN	0.69	Group Leader

Betweenness Centrality

Betweenness centrality measures the extent to which an actor functions as a connector within a communication network. Actors with high betweenness values act as brokers or gatekeepers, individuals who control the flow of information by determining whether a message is transmitted, modified, or withheld before reaching other members (Eriyanto, 2014). In this sense, betweenness confers structural power to actors, as it allows them to influence the communication pathways and interaction patterns among farmers.

Findings from Pidoli Village indicate that several actors occupy strategic positions as primary connectors. As presented in Table 5, in the Sahata group, actor GM recorded the highest betweenness score (8.82), while in the Willem Iskander group, actor NS held a similarly dominant role with a score of 8.72. In contrast, actors with lower scores, such as MI from the Biara Dagang group (1.69), play a more limited role in facilitating interactions. This distribution demonstrates that only a small subset of farmers truly controls the communication channels within their groups, while the majority remain dependent on them for access to information.

The presence of high-betweenness actors is vital for accelerating innovation adoption, since information regarding the use of two-wheel tractors does not spread evenly but often travels through pathways controlled by opinion leaders. Their position also reflects the hierarchical structure of farmer groups, where access to information is not solely determined by the number of connections (degree centrality) but also by control over strategic communication links.

These results are consistent with Nababan (2021), who found that farmers with high betweenness in Pidoli played a key role in disseminating information related to cooperative access and agricultural technologies. Recent studies by Matous *et al.* (2024) further support this observation, showing that bridging actors in Indonesian cocoa networks accelerated the diffusion of sustainable farming innovations through informal communication channels. Similarly, Zhang *et al.* (2024) emphasized that in Chinese rice-farming networks, brokers were more effective in promoting eco-friendly technology adoption than internally popular actors with limited external influence.

Therefore, betweenness centrality not only reflects an individual's position in the communication structure but also demonstrates their capacity to regulate the distribution of information. In the case of Pidoli, identifying actors who serve as brokers is a critical step in designing effective extension strategies. By engaging these central connectors as key partners, innovation campaigns can ensure that information regarding two-wheel tractor adoption spreads more rapidly and inclusively across all members of the farmer groups.

These findings also reveal the vulnerability of communication structures that rely heavily on a few central brokers. While high-betweenness actors such as GM and NS accelerate information diffusion, they also create a dependency that may lead to bottlenecks if these individuals withdraw or limit their engagement. This suggests that although betweenness centrality is crucial for ensuring efficiency in communication, it also introduces risks of unequal access when information is overly concentrated in specific actors.

From a practical standpoint, this highlights the importance of designing extension programs that diversify communication pathways. Strengthening horizontal ties among farmers and encouraging collective leadership can reduce the overreliance on a few key brokers. By doing so, farmer networks become more resilient and less vulnerable to disruptions, while maintaining the speed and inclusivity of innovation diffusion.

Table 5. Betweenness Centrality of Farmers' Interpersonal Communication Networks

Centrality Type	Farmer Group	Actor	Betweenness Score	Status
Betweenness Centrality	Satahi	MK	4.55	Group Leader
		RB	2.01	Member
	Sahata	GM	8.82	Member
		IF	1.71	Group Leader
	Sepakat	KH	7.27	Group Leader
		MR	1.51	Member

Centrality Type	Farmer Group	Actor	Betweenness Score	Status
	Willem Iskander	NS	8.72	Group Leader
		SW	5.79	Member
	Biara Dagang	KH	3.27	Member
		MI	1.69	Member

CONCLUSIONS

Based on the findings of this study, it can be concluded that interpersonal communication networks play a strategic role in accelerating the adoption of two-wheel tractors in Pidoli Village, Panyabungan District, Mandailing Natal Regency. The analysis of degree centrality, closeness centrality, and betweenness centrality demonstrates that farmers do not occupy equal positions within the network. Some act as primary disseminators of information, others as connectors between members, and still others as gatekeepers who regulate the flow of knowledge. These differentiated roles collectively shape the communication structure that determines the effectiveness of innovation diffusion at the local level. The demographic profile of farmers dominated by individuals in their productive age, with secondary-level education and relatively high levels of cosmopolitanism further strengthens the adoption process. These social factors reinforce the argument presented in the introduction that mechanization depends not only on technical and economic aspects but also on the quality of communication networks. As such, the diffusion of simple agricultural innovations, such as two-wheel tractors, can be significantly accelerated when key actors occupying central positions in the network are actively engaged. The results also show that betweenness centrality plays a critical role in ensuring that information does not remain concentrated within a single node but flows across the entire farmer group. This highlights that the success of mechanization adoption is strongly shaped by community social structures and communication patterns. From a practical perspective, the study provides valuable insights for extension workers and policymakers in designing more effective strategies for agricultural technology dissemination. A network-based extension approach can be implemented by leveraging key actors particularly opinion leaders as agents of innovation diffusion. Furthermore, inclusivity must be prioritized, ensuring that women and younger farmers are not marginalized from information access and participation in mechanization practices. With well-designed strategies, agricultural mechanization can not only enhance production

efficiency but also strengthen social cohesion and contribute to the broader goal of sustainable agricultural development.

REFERENCES

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Mandailing Natal. (2024). *Mandailing Natal Regency in Figures 2024*. Badan Pusat Statistik.
- Colussi, J., Sonka, S., Schnitkey, G. D., Morgan, E. L., & Padula, A. D. (2024). A Comparative Study of The Influence of Communication on The Adoption of Digital Agriculture in the United States and Brazil. *Agriculture*, 14(7), 1027. <https://doi.org/10.3390/agriculture14071027>
- Eriyanto. (2014). *Analisis Jaringan Komunikasi: Panduan Memahami Komunikasi Dalam Masyarakat*. Kencana.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2023). The State of Food and Agriculture 2023: Inclusive and sustainable mechanization. FAO. <https://doi.org/10.4060/cc7685en>
- Herdiansyah, H., Haryanto, J. T., Wibowo, H., & Rahayu, E. (2023). Evaluation of Conventional and Mechanization Methods in Indonesian agriculture. *Sustainability*, 15(12), 9592. <https://doi.org/10.3390/su15129592>
- Hidayat, K., Rofiq, M., & Yuliana, A. (2024). How Melon Farmers' Networks Enable Greenhouse Adoption: A Social Network Perspective from Indonesia. *NJAS – Wageningen Journal of Life Sciences*, 100, 2407182. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2024.2407182>
- Matous, P., Silaen, P., & Sunaryanto, A. (2024). Hub-And-Spoke Social Networks Among Indonesian Cocoa Farmers Homogenise Farming Practices. *People and Nature*. <https://doi.org/10.1002/pan3.10578>
- Nababan, R. (2021). Analisis jaringan Komunikasi Petani Dalam Pengelolaan Koperasi Pertanian di Sumatera Utara. *Jurnal Ilmu Sosial Pertanian*, 6(2), 101–114. <https://doi.org/10.24843/jisp.2021.v06.i02>
- Zhang, X., Li, H., Chen, Y., & Wu, J. (2024). Acceptance of New Agricultural Technology Among Small Rural Farmers: A UTAUT Perspective. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11(1), 431. <https://doi.org/10.1057/s41599-024-04163-2>

Systematic Literature Review (SLR): Analisis Risiko Pertanian di Indonesia

Maulia Usni^{1*}

¹Program Studi Pengelolaan Agribisnis, Fakultas Bisnis Pertanian, Politeknik Pertanian Negeri
Payakumbuh

Email: Mauliausni1@gmail.com

Abstrak

Sektor pertanian Indonesia merupakan salah satu penopang utama ketahanan pangan nasional, namun juga menjadi sektor yang paling rentan terhadap berbagai bentuk risiko, baik yang bersumber dari faktor alam, pasar, sosial, maupun kelembagaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mensintesis hasil-hasil penelitian terdahulu terkait risiko pertanian di Indonesia menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR). Data diperoleh dari jurnal nasional dan internasional terindeks (Google Scholar, ScienceDirect, SpringerLink) dengan periode publikasi 2017–2024. Proses SLR dilakukan melalui tiga tahapan utama: perencanaan, pelaksanaan, dan pelaporan, dengan protokol PICOC dan seleksi inklusi–eksklusi. Hasil menunjukkan bahwa risiko utama yang dihadapi petani Indonesia meliputi risiko produksi akibat iklim dan serangan hama penyakit, risiko pasar berupa fluktuasi harga komoditas, risiko kelembagaan seperti lemahnya akses pembiayaan, serta risiko sosial-ekonomi akibat rendahnya literasi dan regenerasi petani. Strategi mitigasi yang paling banyak direkomendasikan dalam literatur meliputi implementasi *Climate Smart Agriculture* (CSA), pengembangan asuransi pertanian (AOTP), digitalisasi rantai pasok, dan penguatan kelembagaan petani. Kajian ini menegaskan perlunya sinergi antara kebijakan publik, inovasi teknologi, dan partisipasi petani dalam membangun sistem pertanian yang tangguh terhadap risiko.

Kata kunci: Adaptasi iklim, Kebijakan pertanian, Ketahanan pangan, Risiko pertanian, *Systematic literature review*

Abstract

Indonesia's agricultural sector is one of the main pillars of national food security, but it is also the most vulnerable sector to various forms of risks, whether sourced from natural, market, social, and institutional factors. This study aims to identify, analyze, and synthesize the results of previous research related to agricultural risks in Indonesia using the Systematic Literature Review (SLR) approach. Data was obtained from indexed national and international journals (Google Scholar, ScienceDirect, SpringerLink) with a publication period of 2017–2024. The SLR process is carried out through three main stages: planning, implementation, and reporting, with PICOC protocols and inclusion-exclusion selection. The results show that the main risks faced by Indonesian farmers include production risks due to climate and pest and disease attacks, market risks in the form of fluctuations in commodity prices, institutional risks such as weak access to financing, and socio-economic risks due to low literacy and regeneration of farmers. The most widely recommended mitigation strategies in the literature include the implementation of Climate Smart Agriculture (CSA), the development of agricultural insurance (AOTP), the digitalization of supply chains, and the strengthening of farmer institutions. This study emphasizes the need for synergy between public policy, technological innovation, and farmer participation in building risk-resilient agricultural systems.

Keywords: Climate adaptation, Agricultural policy, Food security, Agricultural risk, Systematic literature review

PENDAHULUAN

Sektor pertanian memiliki peran strategis dalam perekonomian Indonesia, baik sebagai penyedia bahan pangan, lapangan kerja, maupun sumber devisa negara. Namun demikian, sektor ini juga merupakan sektor dengan tingkat kerentanan tinggi terhadap berbagai risiko yang dapat mengancam keberlanjutan usaha tani. Menurut BPS (2023), lebih dari 65% petani menghadapi ketidakpastian hasil panen akibat variabilitas iklim dan fluktuasi harga input serta output pertanian.

Risiko pertanian dapat bersumber dari faktor produksi, perubahan iklim, pasar, sosial-ekonomi, maupun kelembagaan. Ketidakpastian iklim seperti kekeringan, banjir, dan serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) menyebabkan ketidakstabilan hasil produksi. Sementara risiko pasar terjadi akibat ketidakseimbangan antara penawaran dan permintaan serta fluktuasi harga. Lemahnya kapasitas manajerial petani dan minimnya dukungan kelembagaan memperburuk kemampuan adaptasi terhadap risiko (Saptana & Ashari, 2018).

Sejumlah studi sebelumnya telah mengkaji risiko pertanian di Indonesia dari berbagai perspektif, namun sebagian besar masih bersifat sektoral dan belum terintegrasi. Misalnya, penelitian Sari (2019) berfokus pada risiko iklim terhadap produktivitas padi, sementara Purwono (2020) meneliti fluktuasi harga komoditas hortikultura, dan Rachman *et al.* (2022) membahas risiko finansial petani kecil. Di sisi lain, Supriyadi, (2021) serta Rahmayani *et al.* (2023) menyoroti aspek kelembagaan dan digitalisasi dalam mitigasi risiko, tetapi belum menghubungkannya dengan dinamika perubahan iklim maupun volatilitas pasar.

Dengan demikian, terdapat kesenjangan penelitian (*research gap*) pada tataran sintesis komprehensif lintas tema dan wilayah. Belum banyak kajian yang secara sistematis menelusuri keterkaitan antara risiko produksi, pasar, sosial, dan kelembagaan dalam satu kerangka konseptual yang utuh. Selain itu, sebagian besar penelitian terdahulu menggunakan pendekatan deskriptif tanpa melakukan pemetaan sistematis terhadap tren riset risiko pertanian di Indonesia.

Oleh karena itu, kajian ini penting dilakukan karena menghadirkan state of the art dalam bentuk analisis sistematis dan sintesis lintas-disiplin mengenai risiko pertanian di Indonesia menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR). Pendekatan ini memungkinkan identifikasi tren penelitian, peta tema dominan, dan strategi mitigasi yang telah diterapkan dalam kurun waktu 2017–2024. Dengan demikian, hasil penelitian ini

diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan kebijakan pertanian adaptif dan berbasis bukti (*evidence-based policy*) yang memperkuat ketahanan pangan nasional di tengah perubahan iklim dan disrupsi pasar global.

METODE

Risiko pertanian merupakan ketidakpastian hasil yang dapat menimbulkan kerugian ekonomi bagi petani (Hardaker *et al.*, 2015). FAO (2021) menyebutkan bahwa risiko pertanian mencakup aspek produksi, pasar, finansial, kelembagaan, dan lingkungan. Manajemen risiko pertanian modern menekankan pentingnya prediksi, diversifikasi usaha, serta perlindungan finansial. Klasifikasi risiko pertanian di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Risiko

Jenis Risiko	Deskripsi	Contoh Kasus
Produksi	Gangguan cuaca, hama, penyakit tanaman	Banjir di Jawa Tengah, kekeringan di NTB
Pasar	Fluktuasi harga input/output	Turunnya harga cabai & bawang merah 2023
Finansial	Akses kredit terbatas	Rendahnya penyaluran KUR pertanian
Sosial-Kelembagaan	Lemahnya kelompok tani & literasi	Minim digitalisasi pemasaran
Lingkungan-Iklim	Perubahan pola hujan, degradasi tanah	Erosi dan penurunan produktivitas lahan

Penelitian ini menggunakan pendekatan Systematic Literature Review (SLR) sebagai metode analisis utama untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis hasil-hasil penelitian terdahulu secara sistematis, transparan, dan replikasi tinggi (Kitchenham, 2007; Snyder, 2019).

Pendekatan SLR sangat relevan untuk topik risiko pertanian karena fenomena ini bersifat kompleks dan multidimensional melibatkan faktor alam, sosial, ekonomi, dan kebijakan. Melalui SLR, peneliti dapat memetakan berbagai temuan terdahulu sehingga menghasilkan *evidence-based synthesis* mengenai pola risiko dan strategi mitigasi yang paling efektif di sektor pertanian Indonesia. SLR memiliki tiga karakteristik utama yaitu sistematis, yaitu mengikuti prosedur penelitian yang terencana dan terdokumentasi dengan baik. Transparan, seluruh langkah pencarian dan seleksi literatur dijelaskan secara terbuka agar dapat direplikasi oleh peneliti lain. Komprehensif, mengumpulkan semua studi yang relevan agar hasil sintesis tidak bias terhadap satu pandangan atau pendekatan tertentu.

Berbeda dengan *narrative review* yang cenderung deskriptif, SLR berorientasi pada analisis berbasis bukti (*evidence-based approach*). Pendekatan ini menggabungkan prinsip kuantitatif dan kualitatif untuk membangun pemahaman yang mendalam mengenai topik penelitian (Denyer & Tranfield, 2009). Dalam konteks penelitian ini, SLR digunakan untuk mengidentifikasi jenis-jenis risiko pertanian di Indonesia yang paling dominan, menganalisis penyebab dan faktor yang mempengaruhi risiko tersebut, mengevaluasi strategi mitigasi dan adaptasi yang digunakan, serta menyusun rekomendasi arah kebijakan pertanian berbasis risiko.

Metode SLR dalam penelitian ini dilaksanakan berdasarkan kerangka yang dikembangkan oleh Kitchenham (2007) dan PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Proses SLR dilakukan secara berurutan melalui enam tahapan utama sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema tahapan SLR

Perencanaan (*planning stage*). Tahap ini bertujuan menetapkan arah penelitian dan menyiapkan research protocol agar proses SLR sistematis dan terarah. Aktivitas utama meliputi menentukan tujuan penelitian, yaitu melakukan pemetaan sistematis terhadap risiko pertanian di Indonesia, merumuskan pertanyaan penelitian (Research Questions/RQ) yang akan dijawab melalui SLR, menyusun kriteria inklusi dan eksklusi, sehingga hanya artikel yang relevan, valid, dan berkualitas yang disertakan dan menentukan format ekstraksi data, seperti: identitas penulis, tahun publikasi, lokasi penelitian, jenis risiko, dan hasil utama. Perencanaan ini memastikan SLR tidak bersifat subjektif, melainkan berbasis pada rancangan ilmiah yang dapat diverifikasi (Triandini *et al.*, 2019).

Pencarian literatur (*searching Stage*). Pencarian dilakukan pada tiga basis data ilmiah utama seperti Google Scholar (untuk literatur nasional dan grey literature), ScienceDirect, dan SpringerLink (untuk literatur internasional bereputasi). Kata kunci (*keywords*) yang digunakan dikombinasikan dengan operator logika (*Boolean operators*) sebagai berikut.

("agricultural risk" OR "farming risk management" OR "agricultural vulnerability") AND ("Indonesia" OR "Indonesian agriculture")

Untuk literatur berbahasa Indonesia, digunakan padanan kata kunci:

("risiko pertanian" OR "manajemen risiko usahatani" OR "ketahanan petani") AND ("Indonesia").

Rentang waktu publikasi ditetapkan 2017–2024 agar fokus pada penelitian terkini, sesuai dengan dinamika pertanian modern dan adaptasi iklim di Indonesia.

Seleksi artikel (*selection stage*) bertujuan menyaring artikel yang relevan dan berkualitas sesuai kriteria inklusi dan eksklusi. Proses seleksi dilakukan melalui empat tahap yaitu tahap satu identifikasi awal (*identification*): menemukan total 78 artikel. Tahap dua penyaringan judul dan abstrak (*screening*): 53 artikel dikeluarkan karena tidak relevan dengan konteks pertanian Indonesia. Tahap tiga pemeriksaan teks penuh (*eligibility*): 25 artikel lolos ke tahap ini. Tahap empat seleksi akhir (*inclusion*): 15 artikel dipilih sebagai sampel utama karena memiliki relevansi kuat dan analisis mendalam tentang risiko pertanian.

Tabel 2. Kriteria Seleksi Literatur

Kriteria Inklusi	Kriteria Eksklusi
Artikel 2017–2024, fokus Indonesia	Non-pertanian, luar konteks Indonesia
Jurnal terindeks (Sinta/Scopus/WoS)	Artikel tanpa validasi empiris
Bahasa Indonesia/Inggris	Bahasa lain atau laporan tanpa peer review

Ekstraksi data (*data extraction stage*). Artikel yang lolos seleksi kemudian diekstraksi menggunakan data extraction form. Data yang dikumpulkan mencakup penulis, tahun, judul artikel, lokasi penelitian dan komoditas yang dikaji, metode penelitian yang digunakan, jenis risiko utama yang dianalisis, hasil dan rekomendasi mitigasi risiko. Ekstraksi dilakukan secara manual dan dikonfirmasi silang antarpeleliti untuk menjaga keandalan data. Semua informasi yang diekstraksi disajikan dalam Tabel 5, yang menampilkan 15 artikel utama berikut hasil temuan utamanya.

Sintesis data (*synthesis stage*). Data hasil ekstraksi kemudian dianalisis menggunakan pendekatan sintesis naratif dan tematik (*narrative–thematic synthesis*). Sintesis ini mengelompokkan hasil penelitian ke dalam lima kategori risiko pertanian, yaitu risiko produksi dan iklim, risiko pasar dan rantai pasok, risiko finansial dan pembiayaan, risiko sosial dan kelembagaan, dan risiko kebijakan dan regulasi. Langkah ini menghasilkan peta konseptual hubungan antar risiko, yang memperlihatkan keterkaitan antara faktor alam, pasar, dan sosial dalam membentuk sistem risiko pertanian nasional.

Pelaporan hasil (*reporting stage*). Tahap terakhir adalah penyusunan hasil SLR ke dalam format ilmiah (laporan atau artikel jurnal). Proses ini melibatkan penyusunan tabel temuan utama, visualisasi hasil (grafik proporsi risiko, diagram hubungan antar risiko), interpretasi akademik terhadap tren penelitian, dan perumusan rekomendasi kebijakan berbasis bukti (*evidence-based policy recommendations*). Pelaporan disusun mengikuti struktur IMRAD (*Introduction, Method, Result, and Discussion*) sehingga mudah diikuti dan sejalan dengan standar publikasi seminar nasional dan jurnal ilmiah.

Untuk menjaga validitas dan reliabilitas SLR, perlu dilakukan beberapa Langkah yaitu pertama transparansi proses seleksi, dengan mencatat jumlah artikel di setiap tahap PRISMA. Kedua audit trail, yaitu pencatatan sumber dan keputusan seleksi untuk tiap artikel. Ketiga peer checking, dengan diskusi sejawat guna memastikan tidak ada bias interpretasi. Dengan demikian, SLR ini dapat direplikasi oleh peneliti lain untuk topik serupa atau untuk memperluas kajian risiko di sektor pertanian lainnya (misalnya hortikultura, perkebunan, atau perikanan).

Sebagaimana penelitian berbasis literatur, SLR ini memiliki beberapa keterbatasan yaitu ketergantungan pada ketersediaan artikel dalam basis data daring, Tidak semua literatur nasional tersedia dalam akses terbuka (*open access*). Tidak dilakukan analisis kuantitatif meta-analisis karena heterogenitas data. amun, melalui pendekatan sistematis dan validasi antarpeliti, SLR ini tetap mampu memberikan gambaran komprehensif tentang risiko pertanian di Indonesia dari berbagai perspektif.

Tabel 3. Kerangka PICOC

Komponen	Penjelasan
Population	Petani dan sistem pertanian Indonesia
Intervention	Risiko produksi, iklim, pasar, sosial, kelembagaan
Comparison	Komoditas dan wilayah pertanian
Outcome	Identifikasi risiko & strategi mitigasi
Context	Pembangunan pertanian nasional berkelanjutan

Tabel 4. Pertanyaan Penelitian

ID	Pertanyaan	Tujuan
RQ1	Apa jenis risiko dominan dalam pertanian Indonesia?	Identifikasi risiko utama
RQ2	Faktor apa penyebab utama munculnya risiko?	Analisis penyebab risiko
RQ3	Strategi mitigasi apa yang paling efektif?	Evaluasi efektivitas strategi

ID	Pertanyaan	Tujuan
RQ4	Bagaimana peran kebijakan dalam mitigasi risiko?	Analisis kebijakan publik
RQ5	Arah penelitian risiko pertanian ke depan?	Rekomendasi penelitian & kebijakan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tren Publikasi dan Metodologi

Hasil penelusuran literatur dari tiga basis data utama — Google Scholar, ScienceDirect, dan SpringerLink — menghasilkan 78 artikel ilmiah yang membahas risiko pertanian di Indonesia. Setelah melalui proses penyaringan sesuai kriteria inklusi–eksklusi, diperoleh 25 artikel yang memenuhi syarat, dan dari jumlah tersebut, 15 artikel utamadigunakan untuk analisis mendalam. Tren publikasi menunjukkan peningkatan yang signifikan sejak tahun 2020–2024, bertepatan dengan masa pasca-pandemi COVID-19 yang memperkuat perhatian terhadap ketahanan pangan dan ketangguhan sistem pertanian. Lonjakan publikasi juga berkaitan dengan meningkatnya kesadaran akademisi terhadap isu perubahan iklim global, transformasi digital pertanian, dan kebijakan adaptif berbasis risiko (FAO, 2021; Rahmayani *et al.*, 2023).

Dari sisi metodologi, mayoritas penelitian menggunakan pendekatan kualitatif (60%), diikuti oleh kuantitatif (25%) dan *mixed-method* (15%). Dominasi metode kualitatif menunjukkan bahwa riset risiko pertanian di Indonesia masih banyak berfokus pada analisis sosial-ekonomi, kelembagaan, dan kebijakan, sedangkan pendekatan kuantitatif seperti *stochastic frontier analysis* atau *risk simulation model* masih relatif jarang digunakan (Saptana & Ashari, 2018; Supriyadi, 2021).

Kualitatif = ██████████ 60%

Kuantitatif = ████████ 25%

Mixed Method = ██████ 15%

Gambar 2. Distribusi metode penelitian (Data terolah, 2024)

Selain itu, terjadi peningkatan penelitian berbasis studi kasus komoditas strategis seperti padi, bawang merah, cabai, dan kopi sejalan dengan program nasional ketahanan pangan (Kementan, 2022). Metode analisis yang digunakan meliputi *Participatory Rural Appraisal* (PRA), SWOT analysis, *risk mapping*, hingga model adaptasi berbasis *Climate Smart Agriculture* (CSA) (Antle, 2017; Mulyani & Sari, 2020).

Analisis 15 Artikel Utama

Analisis mendalam terhadap 15 artikel utama menunjukkan keragaman tema, metode, dan fokus risiko yang luas. Mayoritas studi menyoroti risiko produksi dan iklim, namun tren baru muncul dalam isu digitalisasi pertanian, pembiayaan adaptif, serta kebijakan risiko berbasis bukti (*evidence-based policy*). Tabel berikut merangkum kelima belas artikel yang digunakan.

Tabel 5. Daftar 15 Artikel Utama

No	Penulis & Tahun	Judul Artikel	Fokus Risiko	Metode	Temuan Utama
1	Sari (2019)	Dampak Perubahan Iklim terhadap Produktivitas Padi di Jawa Tengah	Produksi & Iklim	Kuantitatif	Kenaikan suhu 1°C menurunkan hasil padi 5–7%; mitigasi melalui varietas adaptif.
2	Purwono (2020)	Analisis Risiko Harga Komoditas Hortikultura di Indonesia	Pasar	Kualitatif	Fluktuasi harga cabai & bawang merah hingga 70%; butuh sistem kontrak harga.
3	Rachman <i>et al.</i> (2022)	Risiko Usahatani dan Manajemen Risiko Pertanian di Indonesia	Finansial	Kuantitatif	Keterbatasan modal menghambat investasi petani; pentingnya lembaga keuangan mikro.
4	Supriyadi, (2021)	Digitalisasi Pertanian dan Peran Kelembagaan dalam Mitigasi Risiko	Kelembagaan	Kualitatif	Literasi digital petani rendah; e-marketplace menekan volatilitas harga.
5	Hanafie, (2010 direvisi 2023)	Pengantar Ekonomi Pertanian	Sosial-Ekonomi	Konseptual	Kelembagaan agribisnis penting dalam mengurangi risiko sosial-ekonomi.
6	Rahmayani <i>et al.</i> (2023)	Ekonomi Kelembagaan dan Digitalisasi Sektor Pertanian	Sosial & Teknologi	Kualitatif	Kelembagaan adaptif dan teknologi digital memperkuat ketahanan petani.
7	Antle, (2017)	Agricultural Risk Management and Climate	Produksi & Iklim	Review	CSA efektif mengurangi dampak iklim di

No	Penulis & Tahun	Judul Artikel	Fokus Risiko	Metode	Temuan Utama
8	Saptana & Ashari (2018)	Change Adaptation Manajemen Risiko Usahatani di Indonesia	Produksi & Pasar	Kualitatif	negara berkembang. Diversifikasi tanaman dan kontrak harga efektif menekan risiko.
9	FAO (2021)	Building Resilient Agrifood Systems Ketahanan Petani Padi terhadap Perubahan Iklim di Sumatera Barat	Multirisiko	Review	Sistem pangan adaptif butuh integrasi kebijakan dan digitalisasi.
10	Dewi & Santoso (2021)	Peran AUTP dalam Mitigasi Risiko Produksi	Produksi & Sosial	Kualitatif	Adaptasi tradisional masih dominan; perlu dukungan teknologi pertanian.
11	Rosmeli, R. <i>et al.</i> (2020)	Pertanian Bioindustri dan Daya Saing Produk Agroindustri Analisis	Finansial	Survei	AUTP meningkatkan keberanian investasi petani; partisipasi masih rendah.
12	Elizabeth & Anugrah (2020)	Risiko Rantai Pasok Cabai di Jawa Timur Halal	Lingkungan & Ekonomi	Kualitatif	Bioindustri meningkatkan nilai tambah & keberlanjutan rantai pasok.
13	Pramono & Widodo (2021)	Certification in Bibliometric Perspective	Pasar & Kelembagaan	Mixed Method	Risiko pasokan tinggi; digitalisasi direkomendasikan.
14	Rafiqi <i>et al.</i> (2024)	Pedoman Pelaksanaan AUTP	Kebijakan	Bibliometrik	Regulasi pertanian berperan menjaga stabilitas pasar.
15	Kementan RI (2022)		Kebijakan & Finansial	Dokumen kebijakan	Fokus pada perluasan cakupan & subsidi premi.

Berdasarkan tabel 4 dapat disimpulkan bahwa risiko pertanian di Indonesia dikaji melalui beragam perspektif yang mencerminkan kompleksitas sistem pertanian nasional. Risiko produksi dan iklim menjadi fokus utama dalam sebagian besar studi, terutama yang meneliti dampak peningkatan suhu, curah hujan ekstrem, dan perubahan pola musim terhadap produktivitas tanaman pangan utama seperti padi dan jagung. Peneliti seperti Sari (2019) dan Dewi & Santoso (2021) menunjukkan bahwa kenaikan suhu 1°C saja dapat

menurunkan hasil panen hingga 5–7 %, sementara praktik adaptasi seperti penggunaan varietas toleran dan penerapan *climate-smart agriculture* (CSA) menjadi strategi yang efektif untuk meminimalkan dampak tersebut. Di sisi lain, risiko pasar dan rantai pasok muncul akibat volatilitas harga dan ketergantungan petani terhadap pedagang perantara yang sering mengendalikan harga di tingkat petani, sebagaimana ditemukan oleh Purwono (2020) dan Pramono & Widodo (2021). Fluktuasi harga yang mencapai 70 persen pada komoditas hortikultura seperti cabai dan bawang merah menunjukkan lemahnya sistem tata niaga dan transparansi informasi pasar. Selanjutnya, risiko finansial dan kelembagaan berhubungan dengan keterbatasan akses terhadap modal dan pembiayaan pertanian, rendahnya keanggotaan petani dalam lembaga keuangan mikro, serta peran kelompok tani yang belum optimal dalam memfasilitasi mitigasi risiko, seperti diuraikan oleh Rachman *et al.* (2022) dan Rosmeli *et al.* (2020). Aspek sosial-ekonomi juga menjadi perhatian penting, di mana regenerasi petani yang lambat, rendahnya literasi digital, dan dominasi usia lanjut pada pelaku utama pertanian menghambat proses adaptasi terhadap perubahan teknologi dan pasar (Rahmayani *et al.*, 2023; Supriyadi, 2021). Sementara itu, pada ranah kebijakan, perhatian difokuskan pada efektivitas program asuransi usaha tani padi (AUTP) dan konsistensi regulasi yang masih menghadapi tantangan birokrasi serta keterbatasan anggaran (Kementan, 2022). Secara keseluruhan, temuan ini memperlihatkan bahwa risiko pertanian di Indonesia bersifat multidimensi dan saling berinteraksi, di mana risiko produksi dapat memicu ketidakstabilan pasar, memperburuk kondisi finansial petani, dan pada akhirnya memengaruhi aspek sosial serta kelembagaan. Hasil tersebut sejalan dengan temuan global oleh OECD (2022) dan UNDP (2023) yang menegaskan bahwa mitigasi risiko pertanian di negara berkembang tidak dapat dilakukan secara parsial, melainkan harus melalui pendekatan lintas sektor dan multi-aktor yang mengintegrasikan aspek iklim, pasar, kelembagaan, serta kebijakan publik dalam satu sistem pertanian yang adaptif dan berkelanjutan.

Sebagian besar penelitian (47%) berfokus pada risiko produksi dan iklim, yang menunjukkan bahwa ancaman perubahan iklim dan ketidakpastian cuaca masih menjadi tantangan utama pertanian Indonesia. Fenomena El Niño dan La Niña berpengaruh besar terhadap hasil panen padi, jagung, dan hortikultura (Sari, 2019; Dewi & Santoso, 2021). Risiko pasar dan rantai pasok juga meningkat dalam dekade terakhir. Fluktuasi harga cabai, bawang merah, dan beras menimbulkan ketidakpastian pendapatan, terutama bagi petani

kecil yang tidak memiliki kontrak penjualan tetap (Purwono, 2020; Pramono & Widodo, 2021).

Sementara itu, risiko sosial dan kelembagaan muncul karena lemahnya kapasitas organisasi petani dan minimnya digitalisasi pemasaran. Hasil riset Rahmayani *et al.* (2023) menunjukkan bahwa literasi digital petani di Indonesia baru mencapai 38%, yang berdampak pada rendahnya kemampuan mereka mengakses pasar daring dan informasi harga.

Sintesis Temuan dan Pola Risiko Pertanian

Analisis tematik menunjukkan bahwa perubahan iklim merupakan pemicu utama risiko lainnya. Ketika curah hujan meningkat atau terjadi kekeringan ekstrem, produksi menurun, harga komoditas menjadi tidak stabil, dan pendapatan petani tertekan. Lemahnya struktur kelembagaan memperburuk kondisi ini. Kelompok tani seringkali belum berfungsi optimal sebagai lembaga manajemen risiko, baik dalam distribusi input, pemasaran hasil, maupun akses pembiayaan (Rachman *et al.*, 2022; Supriyadi, 2021).

Temuan ini konsisten dengan literatur global (Deressa *et al.*, 2009; FAO, 2021) yang menyatakan bahwa keterkaitan antara faktor iklim, kelembagaan, dan pasar menciptakan efek ganda (*multiplier effect*) terhadap risiko pertanian. Artinya, satu jenis risiko dapat memicu risiko lain dalam sistem agribisnis yang kompleks. Beberapa studi (Elizabeth & Anugrah, 2020; Mertz *et al.*, 2022) juga menekankan bahwa ketahanan petani terhadap risiko sangat ditentukan oleh kemampuan adaptasi lokal serta dukungan kebijakan pemerintah.

Strategi Mitigasi Risiko dan Arah Kebijakan

Sintesis literatur menunjukkan setidaknya lima strategi utama mitigasi risiko pertanian di Indonesia:

1. Asuransi Pertanian (AOTP)

Berperan sebagai perlindungan finansial terhadap risiko gagal panen akibat banjir atau kekeringan. Namun, tingkat partisipasi masih rendah (<15%) karena kurangnya sosialisasi dan kompleksitas administrasi (Rosmeli *et al.*, 2020; Kementan, 2022).

2. Diversifikasi Usahatani

Menggabungkan tanaman, ternak, dan usaha olahan untuk meminimalkan ketergantungan pada satu sumber pendapatan. Studi Saptana & Ashari (2018)

menunjukkan diversifikasi meningkatkan stabilitas ekonomi rumah tangga petani hingga 25%.

3. Pertanian Cerdas Iklim (*Climate Smart Agriculture/CSA*)

Mendorong adaptasi teknologi berbasis data iklim, varietas tahan kekeringan, sistem irigasi efisien, dan pemupukan presisi (Antle, 2017; Saputra, 2023).

4. Digitalisasi dan Pemasaran Online:

Penggunaan e-katalog dan marketplace pertanian memperpendek rantai pasok, meningkatkan margin harga, serta menekan risiko pasar (Supriyadi, 2021; Rahmayani *et al.*, 2023).

5. Penguatan Kelembagaan dan Kebijakan Publik

Penguatan kelompok tani, koperasi, dan lembaga keuangan mikro pertanian menjadi fondasi penting dalam sistem mitigasi risiko (Hanafie, 2010; OECD, 2022). Pemerintah perlu mengembangkan kebijakan berbasis risiko (risk-based policy) yang adaptif terhadap dinamika lokal.

Kombinasi dari strategi tersebut menghasilkan model resiliensi pertanian adaptif, yaitu kemampuan sistem pertanian untuk menyerap, menyesuaikan, dan bertransformasi menghadapi guncangan (Folke, 2016; Walker *et al.*, 2020).

Implikasi Akademik dan Praktis

SLR ini menunjukkan terjadinya pergeseran paradigma manajemen risiko pertanian dari pendekatan tradisional menuju sistem berbasis data, teknologi, dan kolaborasi multiaktor. Beberapa implikasi penting yang dapat disimpulkan antara lain:

1. Implikasi Akademik

Penelitian risiko pertanian di Indonesia masih terfokus pada wilayah Jawa dan Sumatera; wilayah timur seperti NTT dan Papua masih minim data empiris (Mulyani & Sari, 2020) dan diperlukan pengembangan model integratif berbasis data spasial untuk memprediksi risiko lintas komoditas serta kolaborasi riset interdisipliner (pertanian, ekonomi, sosial, teknologi informasi) menjadi kebutuhan mendesak untuk menghadapi tantangan global.

2. Implikasi Praktis

Pemerintah perlu memperluas jangkauan program asuransi pertanian dan memperbaiki mekanisme klaim. Perguruan tinggi dapat berperan dalam membangun sistem early warning berbasis data iklim dan pasar. Dan sektor swasta

dapat terlibat dalam menciptakan inovasi pembiayaan mikro dan pasar digital yang inklusif.

Secara keseluruhan, hasil sintesis menegaskan bahwa risiko pertanian di Indonesia bersifat sistemik dan saling terhubung, sehingga memerlukan strategi mitigasi yang terintegrasi antara kebijakan, teknologi, dan kelembagaan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Risiko pertanian di Indonesia bersifat multidimensi. Risiko produksi dan iklim masih dominan, namun faktor sosial, pasar, dan kelembagaan saling memperkuat dampak ketidakpastian. Mitigasi risiko yang efektif membutuhkan kombinasi antara inovasi teknologi, penguatan kelembagaan, dan kebijakan publik berbasis bukti. Saran yang diberikan yaitu perluasan asuransi pertanian (AUTP) dan literasi risiko petani, pengembangan sistem informasi risiko berbasis data iklim dan pasar, penguatan kapasitas kelembagaan petani dan kemitraan digital, fokus riset lanjutan pada integrasi model risiko lintas komoditas dan wilayah.

DAFTAR PUSTAKA

- Antle, J. M. (2017). *Agricultural Risk Management and Climate Change Adaptation*. Springer.
- BPS. (2023). *Statistik Pertanian Nasional*. Jakarta: BPS.
- Deressa, T., Hassan, R. M., & Ringler, C. (2009). *Assessing Household Vulnerability to Climate Change*. IFPRI Discussion Paper.
- Dewi, R. & Santoso, A. (2021). Ketahanan Petani Padi terhadap Perubahan Iklim di Sumatera Barat. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*.
- Elizabeth, R. & Anugrah, I. (2020). Pertanian Bioindustri dan Daya Saing Produk Agroindustri. *Jurnal Agro Ekonomi*, 38(2).
- FAO. (2021). *The State of Food and Agriculture: Building Resilient Agrifood Systems*. FAO.
- Folke, C. (2016). Resilience: The Emergence of a Perspective for Social–Ecological Systems Analyses. *Global Environmental Change*, 16(3), 253–267.
- Hanafie, R. (2010). *Pengantar Ekonomi Pertanian*. Andi Offset.
- Hardaker, J. B., *et al.* (2015). *Coping with Risk in Agriculture*. CABI.
- Kementan. (2022). *Pedoman Pelaksanaan Asuransi Usaha Tani Padi (AUTP)*.
- Kitchenham, B. (2007). *Guidelines for Performing Systematic Literature Reviews*.

- Mertz, O., Mbow, C., Reenberg, A., & Diouf, A. (2022). Farmers' Perceptions of Climate Change and Agricultural Adaptation Strategies. *Agricultural Systems*, 103(3), 338–347.
- Mulyani, A., & Sari, D. (2020). Dinamika Risiko Pertanian Berbasis Iklim di Indonesia. *Jurnal Pembangunan Pertanian Berkelanjutan*, 5(1), 11–20.
- OECD. (2022). *Agricultural Policy Monitoring and Evaluation 2022*. Paris: OECD Publishing.
- Pramono, D., & Widodo, B. (2021). Analisis Risiko Rantai Pasok Cabai di Jawa Timur. *Jurnal Manajemen Agribisnis Indonesia*, 9(2), 101–115.
- Purwono. (2020). Analisis Risiko Harga Komoditas Hortikultura di Indonesia. *Jurnal Agro Ekonomi*, 38(2).
- Rachman, B., Saptana, & Ashari. (2022). Risiko Usahatani dan Manajemen Risiko Pertanian di Indonesia. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 40(1).
- Rafiqi, R., Hastuti, D., Hernando, R., Hendriyadi, H., & Sukmawati, N. (2024). Halal Certification in Bibliometric Perspective: Trend and Impact Analysis. *Jurnal Paradigma Ekonomika*, 19(2), 260-278.
- Rahmayani, D., Sulistiyowati, M. I., Rasendriyo, B., Ibrahim, B. F., Sabita, R. W., Putri, F. A., ... & Hanan, H. S. (2023). *Ekonomi Kelembagaan dan Digitalisasi Sektor Pertanian*. Penerbit NEM.Rosmeli, R., et al. (2020). Peran Asuransi Usaha Tani Padi dalam Mitigasi Risiko Produksi. *Jurnal Ekonomi Pertanian*.
- Saptana & Ashari. (2018). *Manajemen Risiko Usahatani di Indonesia*. PSEKP.
- Saptana, & Ashari. (2018). *Manajemen Risiko Usahatani di Indonesia*. PSEKP.
- Saputra, F. (2023). Climate Smart Agriculture Implementation for Rice Farmers in Indonesia. *Sustainability*, 15(4), 2841.
- Sari, N. (2019). Dampak Perubahan Iklim terhadap Produktivitas Padi di Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*.
- Supriyadi, D. (2021). Digitalisasi Pertanian dan Peran Kelembagaan. *Jurnal Sosiohumaniora Pertanian*, 7(3).
- Triandini, E., Jayanatha, S., Indrawan, A., Putra, G. W., & Iswara, B. (2019). Metode Systematic Literature Review Untuk Identifikasi Platform Dan Metode Pengembangan Sistem Informasi di Indonesia. *Indonesian Journal of Information Systems*, 1(2), 63-77.
- UNDP. (2023). *Resilient Food Systems: Policy Brief on Agricultural Risk Management in Southeast Asia*.
- Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S., & Kinzig, A. (2020). Resilience, Adaptability, and Transformability in Social–Ecological Systems. *Ecology and Society*, 9(2), 5.

Analisis Potensi Tanaman Sagu (*Metroxylon* sp) sebagai Bahan Pangan Lokal untuk Mendukung Ketahanan Pangan di Provinsi Papua Barat

Arif Faisol^{1*}, Hostalige Hutasoit², Budiyo³, Mashudi⁴, Desi Natalia Edowai⁵

^{1,5}Prodi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Papua

²Prodi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Papua

³Prodi D3 Budidaya Pertanian dan Perkebunan, Fakultas Pertanian, Universitas Papua

⁴Prodi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Papua

Email: arif.unipa@gmail.com

Abstrak

Sagu merupakan salah satu komoditi sebagai bahan pangan lokal untuk mendukung ketahanan pangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi sagu sebagai bahan pangan lokal untuk mendukung ketahanan pangan di Provinsi Papua Barat menggunakan metode Angka Kecukupan Energi (AKE). Penelitian terdiri atas 3 (tiga) tahapan utama, yaitu; (1) inventarisasi data, (2) analisis data, dan (3) penyusunan rekomendasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebutuhan sagu perkapita (PKB) sebesar 295,77 gram/kapita/hari apabila sagu dimanfaatkan sebagai sumber karbohidrat pengganti beras, sedangkan potensi produksi sagu di Provinsi Papua Barat pada tahun 2025 hanya sebanyak $\pm$ 190 ton atau dapat memenuhi kebutuhan sagu sebesar 0,886 gram/kapita/hari. Oleh sebab itu produksi sagu yang ada di Provinsi Papua Barat saat ini hanya mampu memenuhi 0,30% kebutuhan konsumsi sagu (KPT) dan 0,27% kebutuhan ketersediaan sagu untuk dikonsumsi penduduk (KKP), sehingga sagu belum dapat menggantikan beras sebagai sumber karbohidrat. Namun ada beberapa Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi sagu di Provinsi Papua Barat, diantaranya; perluasan areal tanaman sagu secara intensif, penggunaan varietas unggul dalam budidaya sagu, pengelolaan hutan sagu yang baik, serta penggunaan teknologi dalam pengolahan sagu. Dalam jangka pendek kebutuhan konsumsi sagu perkapita penduduk Provinsi Papua Barat dapat dipenuhi melalui impor sagu dari daerah lain di Papua, diantaranya Kabupaten Sorong Selatan Provinsi Papua Barat Daya dan Kabupaten Nabire Provinsi Papua Tengah.

Kata kunci: Sagu, Pangan, Ketahanan pangan

Abstract

Sago is one of the local commodities for supporting food security. This study aims to determine the potential of sago as a local commodity for supporting food security in West Papua Province using the Recommended Energy Allowance (REA) method. The research consists of 3 (three) main stages, i.e. (1) data inventory, (2) data analysis, and (3) recommendations. The research shows that the sago requirement per capita (PKB) is 295.77 grams/capita/day if sago is used as a primary source of carbohydrates. However, the potential for sago production in West Papua Province in 2025 is $\pm$ 190 tons, or can supply 0.886 grams/capita/day of the sago requirement. Therefore, the production of sago in West Papua Province can supply 0.30% of sago consumption needs (KPT) and 0.27% of the availability of sago for population consumption (KKP). Consequently, the sago has not been able to replace rice as a primary source of carbohydrates in West Papua Province. However, there are several efforts to increase sago production in West Papua Province, i.e. expansion of sago plant area intensively, use of superior varieties in sago cultivation, good management of sago forests, and the use of technology in sago processing. In the short term, the import of sago from other regions in Papua, i.e. South Sorong Regency, Southwest Papua Province, and Nabire Regency, Central Papua Province, is one of the solutions to supply the sago requirement for consumption needs in West Papua Province.

Keywords: Sago, Food, Food security

PENDAHULUAN

Masalah pangan telah menjadi perhatian nasional dan internasional. Pada September 2015 melalui sidang umum Perserikatan Bangsa Bangsa (PBB) ke-70 di New York telah disepakati bahwa pangan menjadi salah satu program prioritas untuk mencapai pembangunan yang lebih baik dan berkelanjutan bagi seluruh penduduk dunia pada tahun 2030 yang tertuang dalam dokumen *Sustainable Development Goals* (SDGs) atau Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (Perserikatan Bangsa-Bangsa, 2015). Selanjutnya Pemerintah menerbitkan sejumlah regulasi untuk merespon kesepakatan SDGs tersebut, diantaranya Peraturan Presiden Nomor 59 Tahun 2017 tentang Pelaksanaan Pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan yang kemudian diperbaharui menjadi Peraturan Presiden Nomor 111 Tahun 2022 tentang Pelaksanaan Pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan, Peraturan Menteri Perencanaan Pembangunan Nasional (PPN)/ Kepala Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (BAPPENAS) Nomor 7 Tahun 2018 tentang Koordinasi, Perencanaan, Pemantauan, Evaluasi, dan Pelaporan Pelaksanaan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan, Keputusan Menteri Perencanaan Pembangunan Nasional (PPN)/ Kepala Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (BAPPENAS) Nomor 37/M.PPN/HK/05/2021 tentang Pembentukan Tim Koordinasi Strategis Pelaksanaan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan, Keputusan Menteri Perencanaan Pembangunan Nasional (PPN)/ Kepala Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (BAPPENAS) Nomor 127/M.PPN/HK/11/2018 tentang Pembentukan Tim Pelaksana Nasional, Kelompok Kerja Nasional, Tim Pakar, dan Sekretariat Nasional Pelaksanaan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan Tahun 2017-2019, Keputusan Menteri Perencanaan Pembangunan Nasional (PPN)/ Kepala Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (BAPPENAS) Nomor 124/M.PPN/HK/09/2023 tentang Pembentukan Tim Pelaksana Nasional, Kelompok Kerja Nasional, Tim Pakar, dan Sekretariat Nasional Pelaksanaan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan Tahun 2020-2024.

Pemerintah pusat dan pemerintah daerah juga telah menerbitkan sejumlah kebijakan dan regulasi untuk mendukung SDGs dan ketahanan pangan di Indonesia. Pemerintah telah menerbitkan Undang – Undang Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan yang mengamanatkan agar pemerintah pusat dan daerah menjaga kedaulatan dan ketahanan pangan serta penganeekaragaman konsumsi pangan. Pemerintah juga menerbitkan Peraturan Pemerintah Nomor 17 Tahun 2015 tentang Ketahanan Pangan dan Gizi yang mengatur upaya pemerintah dalam mewujudkan ketahanan pangan dan gizi serta penganeekaragaman

konsumsi pangan. Pada tahun 2022 pemerintah menerbitkan Peraturan Presiden Nomor 125 Tahun 2022 tentang Penyelenggaraan Cadangan Pangan Pemerintah yang mengatur tentang pengelolaan cadangan pangan pemerintah. Secara umum penerbitan regulasi tersebut bertujuan untuk menjaga ketersediaan pangan agar dapat memenuhi kebutuhan pangan masyarakat, akses pangan yang baik bagi seluruh masyarakat, menjaga stabilitas harga pangan, dan terpenuhinya gizi pangan bagi seluruh masyarakat.

Penganekaragaman konsumsi pangan merupakan salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk menjaga ketahanan pangan, khususnya sumber pangan berbasis sumberdaya lokal. Untuk mendukung upaya ini pemerintah telah menerbitkan sejumlah regulasi, diantaranya; Peraturan Presiden Nomor 22 Tahun 2009 tentang Kebijakan Percepatan Penganekaragaman Konsumsi Pangan Berbasis Sumber Daya Lokal, Peraturan Presiden Nomor 81 Tahun 2024 tentang Percepatan Penganekaragaman Konsumsi Pangan Berbasis Sumber Daya Lokal, Peraturan Badan Pangan Nasional Nomor 13 Tahun 2024 Tentang Standar Mutu Produk Pangan Lokal Dalam Rangka Penganekaragaman Pangan, Keputusan Kepala Badan Ketahanan Pangan Nomor 57/KPTS/RC.110/J/12/2018 tentang Petunjuk Teknis Pengembangan Pangan Lokal Tahun 2019, Peraturan Menteri Pertanian Nomor 43 Tahun 2009 tentang Gerakan Percepatan Penganekaragaman Konsumsi Pangan Berbasis Sumber Daya Lokal, Peraturan Badan Pangan Nasional Nomor 13 Tahun 2024 tentang Standar Mutu Produk Pangan Lokal Dalam Rangka Penganekaragaman Pangan.

Sagu merupakan salah satu komoditi pangan lokal yang diharapkan mampu mendukung ketahanan pangan di Indonesia. Sagu merupakan pangan lokal disejumlah wilayah di Indonesia yang tinggal di daerah pesisir, diantaranya Maluku, Papua, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Utara, dan Kepulauan Mentawai di Sumatera Barat (Febby I Polnaya & Timisela, 2008; Ansar *et al.*, 2021; Santoso, 2017; Hasbullah *et al.*, 2024; Dalimunthe *et al.*, 2019; Rosida, 2019) yang disajikan dalam bentuk pangan tradisional seperti papeda, tapurung, buburnee, tutupala, kapurut, bagea, sinole, dan lompong sagu (Hasbullah *et al.*, 2024; Rosida, 2019; Kurniawan, 2018; Dalimunthe *et al.*, 2019). Disamping itu sagu juga dapat disajikan dalam bentuk pangan modern seperti roti, biskuit, mie, sagu mutiara, sagon, dan sebagainya (Rosida, 2019; Dalimunthe *et al.*, 2019). Sagu juga telah digunakan secara luas sebagai bahan baku *monosodium glutamate* (MSG), minuman ringan, perekat, dan bioplastik (Dalimunthe *et al.*, 2019; Bintoro & Syakir, 2017).

Pemanfaatan sagu sebagai bahan pangan lokal memberikan beberapa keuntungan, diantaranya; memiliki kandungan karbohidrat yang lebih tinggi dibandingkan beras,

singkong, gandum, dan jagung (Bintoro & Syakir, 2017; Rosida, 2019), memiliki kandungan glikemik yang rendah sehingga aman dikonsumsi oleh penderita diabetes dan dapat mencegah obesitas (Bintoro & Syakir, 2017; Rosida, 2019), memiliki kandungan serat yang sangat tinggi sehingga dapat menurunkan kolesterol darah dan glukosa darah (Rosida, 2019). Disamping itu tanaman sagu memiliki kemampuan adaptasi yang baik dan dapat tumbuh di daerah marginal yang kurang cocok untuk tanaman lain, sehingga untuk pengembangannya tidak perlu bersaing tanaman pangan lainnya (Rosida, 2019; Bintoro & Syakir, 2017; Suripatty *et al.*, 2016). Tanaman sagu juga dapat tumbuh pada berbagai kondisi hidrologi, baik daerah yang terendam air sepanjang masa maupun daerah yang tidak terendam air (Dalimunthe *et al.*, 2019).

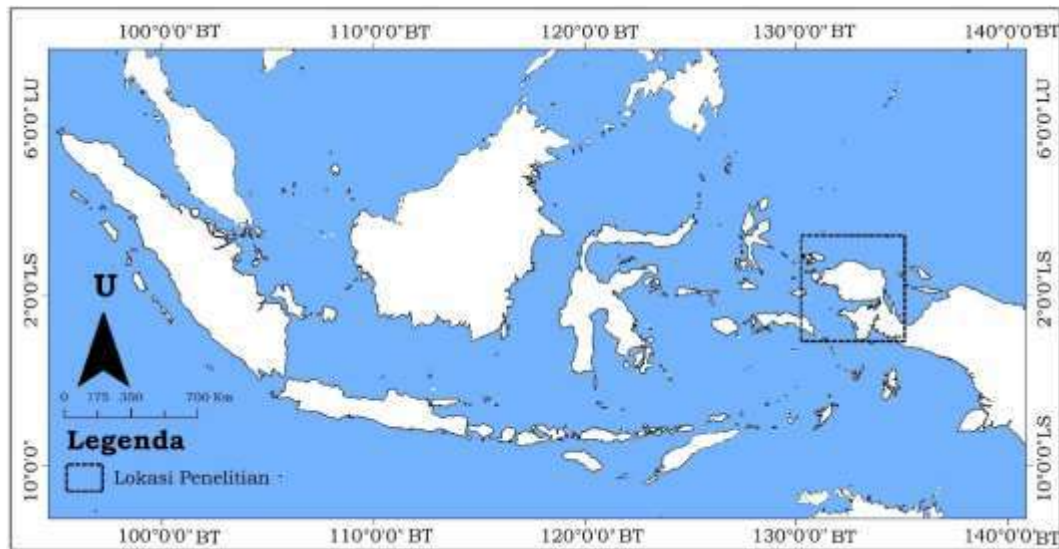
Pada tahun 2023 luas tanaman sagu di Indonesia diperkirakan $\pm$ 214.623 Ha dengan potensi produksi $\pm$ 393.284 ton (Kementerian Pertanian, 2024). Sedangkan luas tanaman sagu di Provinsi Papua Barat pada tahun 2023 diperkirakan $\pm$ 876 Ha dengan potensi produksi $\pm$ 190 ton (Kementerian Pertanian, 2024). Berdasarkan kondisi tersebut penelitian ini bertujuan untuk melakukan kajian tentang potensi tanaman sagu sebagai bahan pangan lokal untuk mendukung ketahanan pangan di Provinsi Papua Barat.

METODE

Penelitian ini dilakukan di Provinsi Papua Barat pada bulan Juli – Agustus 2025. Lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1. Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain laptop dan perangkat lunak MS Office. Sedangkan bahan dan sumber data yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data yang Digunakan pada Penelitian

No	Data	Sumber
1	Jumlah penduduk Provinsi Papua Barat tahun 2025	BPS Provinsi Papua Barat
2	Tabel Komposisi Pangan Indonesia	Kementerian Kesehatan
3	Angka Kecukupan Energi (AKE)	Badan Pangan Nasional
4	Pola konsumsi sagu masyarakat	Kementerian Pertanian
5	Luas dan produksi sagu di Provinsi Papua Barat	Kementerian Pertanian
6	Produktivitas sagu	Kementerian Pertanian, hasil penelitian



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini terdiri atas 2 (dua) tahapan utama, yaitu;

1. Inventarisasi data

Tahapan ini bertujuan untuk mengoleksi data-data yang dibutuhkan pada penelitian ini. Data-data dan sumber data yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

2. Analisis Data

Tahapan ini bertujuan untuk menghitung jumlah kebutuhan sagu pertahun dan kebutuhan luas tanam untuk memenuhi kebutuhan sagu sebagai sumber karbohidrat di Provinsi Papua Barat. Adapun prosedur analisis pada penelitian ini sebagai berikut:

- a. Menghitung kebutuhan energi sagu

Kebutuhan energi sagu mengacu kepada nilai Angka Kecukupan Energi (AKE) standar nasional dan dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$AKE = \frac{TKE}{\% BP}$$

Keterangan:

AKE = Angka Kecukupan Energi (kkal)

TKE = Total konsumsi energi berdasarkan standar nasional (kkal)

% BP = Persentase komposisi bahan pangan berdasarkan komposisi pangan nasional

Komposisi bahan pangan dihitung berdasarkan pola pangan harapan nasional yaitu : 50% padi-padian, 6% umbi-umbian, 12% pangan hewani, 10% minyak dan lemak, 3% buah/biji minyak, 5% kacang-kacangan, 5% gula, dan 6% sayur dan buah, dan 3% aneka bumbu dan bahan minuman (Badan Pangan Nasional, 2024).

b. Menghitung kebutuhan sagu perkapita

Kebutuhan sagu perkapita dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$KPB = \frac{AKE \times 100}{Ke \times \%BDD}$$

Keterangan:

AKE = Angka Kecukupan Energi (kkal)

KPB = Kebutuhan konsumsi sagu per kapita (gram/kapita/hari)

Ke = Kandungan energi sagu dalam 100 gram (kkal)

% BDD = Persen dapat dikonsumsi setiap 100 gram sagu

c. Menghitung kebutuhan sagu

Kebutuhan sagu dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$KPT = \frac{KPB \times Pddk \times 365}{1.000.000}$$

Keterangan:

KPT = Kebutuhan konsumsi sagu dalam setahun (ton)

KPB = Kebutuhan konsumsi sagu per kapita (gram/kapita/hari)

Pddk = Jumlah penduduk

1.000.000 = Faktor konversi dari gram ke ton

365 = Faktor konversi dari hari ke tahun

d. Menghitung kebutuhan ketersediaan sagu

Kebutuhan ketersediaan sagu untuk dikonsumsi penduduk Papua Barat diperkirakan sebesar 110 persen sesuai dengan standar nasional. Perhitungan tersebut dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$KKP = KPT \times 1,1$$

Keterangan:

KKP = Kebutuhan persediaan sagu (ton)

KPT = Kebutuhan konsumsi sagu dalam setahun (ton)

1,1 = Faktor konversi sesuai standar nasional

e. Menghitung kebutuhan luas lahan sagu

Kebutuhan luas lahan sagu dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Ln = \frac{KKP}{Y}$$

Keterangan:

Ln = Kebutuhan luas lahan (Ha)

KKP = Kebutuhan persediaan sagu (ton)

Y = Produktivitas sagu (ton/ Ha)

3. Rekomendasi

Tahapan ini bertujuan untuk memberikan rekomendasi – rekomendasi agar kebutuhan sagu sebagai sumber karbohidrat di Provinsi Papua Barat dapat terpenuhi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sejumlah pemerintah daerah di Papua telah menetapkan sagu sebagai salah satu pangan lokal untuk mendukung ketahanan pangan. Pemerintah Provinsi Papua menerbitkan Perda Nomor 6 Tahun 2020 tentang Perlindungan dan Pengembangan Pangan Lokal. Pemerintah Provinsi Papua Barat mencangkan panganan olahan berbahan dasar sagu sebagai menu wajib pada acara-acara formal pemerintah provinsi Papua Barat (Papua Kita, 2020). Pada Peraturan Presiden Nomor 81 Tahun 2024 tentang Percepatan Penganekaragaman Konsumsi Pangan Berbasis Sumber Daya Lokal, pemerintah menetapkan sagu sebagai salah satu komoditas pangan berkelanjutan.

Pada tahun 2022 pemanfaatan sagu secara nasional sebagai bahan pangan masih sangat rendah, yaitu sebesar 0,335 kg/kapita/tahun, meskipun mengalami peningkatan dibandingkan tahun 2021 sebesar 0,333 kg/kapita/tahun (Kementerian Pertanian, 2023). Sehingga pemanfaatan sagu di Provinsi Papua Barat pada tahun 2025 dengan jumlah penduduk ± 587.650 jiwa (BPS Provinsi Papua Barat, 2025) diperkirakan 196,86 ton. Oleh sebab itu pada tahun 2025 jumlah pemanfaatan sagu di Provinsi Papua Barat melebihi potensi produksi sagu yang hanya ± 190 ton (Kementerian Pertanian, 2024).

Pemerintah menetapkan Angka Kecukupan Energi (AKE) rata-rata nasional sebesar 2.100 kkal/kapita/hari (Badan Pangan Nasional, 2024) dan konsumsi padi-padian sebagai sumber karbohidrat sebesar 50% (Badan Pangan Nasional, 2024), maka jumlah AKE karbohidrat yang ideal ± 1.050 kkal/kapita/hari. Berdasarkan data Kementerian Kesehatan, setiap 100 gram BDD (Bagian Dapat Dimakan) sagu memiliki kandungan energi sebesar 355 kkal (Kementerian Kesehatan, 2020), sehingga apabila sagu dimanfaatkan sebagai sumber karbohidrat pengganti beras maka kebutuhan konsumsi sagu per kapita (KPB) sebesar 295,77 gram/kapita/hari atau 0,296 kg/kapita/hari. Oleh sebab itu kebutuhan konsumsi sagu (KPT) di Provinsi Papua Barat pada tahun 2025 diperkirakan 63.441,37 ton, dan kebutuhan ketersediaan sagu untuk dikonsumsi penduduk (KKP) Papua Barat pada tahun 2025 sebesar 69.785,51 ton. Pada tahun 2025 produksi sagu di Provinsi Papua Barat hanya ± 190 ton (Kementerian Pertanian, 2024), sehingga produksi sagu di

Provinsi Papua Barat hanya mampu memenuhi kebutuhan sagu sebanyak 0,886 gram/kapita/hari atau 0,30% KPT dan 0,27% KKP.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Haryanto *et al.* (2015) bahwa setiap pohon sagu di Provinsi Papua Barat hanya menghasilkan pati sagu sekitar 152 kg atau mencapai 9,7 ton/ha. Hal ini disebabkan hutan sagu di Papua Barat belum dikelola dengan baik (Haryanto *et al.*, 2015). Apabila hutan sagu dikelola dengan baik maka produktivitas akan dapat ditingkatkan hingga 20 - 40 ton pati kering/ha (Bintoro & Syakir, 2017; Dalimunthe *et al.*, 2019). Oleh sebab itu, jika tanaman sagu dikelola dengan baik maka luas lahan (Ln) tanaman sagu yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan ketersediaan sagu untuk dikonsumsi penduduk (KKP) Papua Barat pada tahun 2025 diperkirakan seluas 1.744,64 Ha – 3.489,27 Ha. Proyeksi kebutuhan luas lahan sagu (Ln) untuk memenuhi konsumsi penduduk (KPT) dan ketersediaan untuk dikonsumsi penduduk (KKP) di Provinsi Papua Barat tahun 2025 – 2035 apabila sagu akan dimanfaatkan sebagai sumber karbohidrat untuk mengganti beras disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Proyeksi Kebutuhan Luas Lahan Sagu (Ln) untuk Memenuhi Konsumsi Penduduk (KP) di Provinsi Papua Barat Tahun 2025 – 2035 jika Produksi Sagu 20 Ton Pati Kering/ha

Tahun	Proyeksi Jumlah Penduduk	KPT (ton)	KKP (ton)	Ln (Ha)
2025	587.650	63.441,37	69.785,51	3.489,27
2030	651.390	70.322,60	77.354,86	3.867,74
2035	670.615	72.398,08	79.637,89	3.981,89
Total luas yang dibutuhkan				11.338,90

Sumber: (BPS Provinsi Papua Barat, 2023; BPS Provinsi Papua Barat, 2025; Hasil analisis, 2025)

Tabel 3. Proyeksi Kebutuhan Luas Lahan Sagu (Ln) untuk Memenuhi Konsumsi Penduduk (KP) di Provinsi Papua Barat Tahun 2025 – 2035 jika Produksi Sagu 40 Ton Pati Kering/ha

Tahun	Proyeksi Jumlah Penduduk	KPT (ton)	KKP (ton)	Ln (Ha)
2025	587.650	63.441,37	69.785,51	1.744,64
2030	651.390	70.322,60	77.354,86	1.933,87
2035	670.615	72.398,08	79.637,89	1.990,95
Total luas yang dibutuhkan				5.669,46

Sumber: (BPS Provinsi Papua Barat, 2023; BPS Provinsi Papua Barat, 2025; Hasil analisis, 2025)

Pada umumnya tanaman sagu dapat dipanen pada umur 8 – 12 tahun (Bintoro & Syakir, 2017; Dalimunthe *et al.*, 2019). Sehingga perlu upaya-upaya strategis apabila sagu

akan dimanfaatkan sebagai sumber karbohidrat untuk mengganti beras di Provinsi Papua Barat, diantaranya;

1. Mengimpor sagu dari daerah lain, misalnya Kabupaten Sorong Selatan Provinsi Papua Barat Daya yang memiliki luas sagu ± 311.591 Ha (Haryanto *et al.*, 2015), Distrik Wapoga Kabupaten Nabire Provinsi Papua Tengah yang memiliki luas sagu $\pm 4.345,41$ Ha (Dasnarebo *et al.*, 2022),
2. Melakukan perluasan areal tanam sagu melalui budidaya sagu secara intensif untuk meningkatkan produksi sagu (Tamtama *et al.*, 2024),
3. Pengelolaan hutan sagu yang baik untuk meningkatkan produktivitas sagu, misalnya melalui pengaturan drainase, dan penjarangan (Haryanto *et al.*, 2015),
4. Penggunaan teknologi dalam pengolahan sagu untuk meningkatkan pemanfaatan dan kualitas sagu (Tamtama *et al.*, 2024; Gaspersz *et al.*, 2020; Nursalam *et al.*, 2024),
5. Penggunaan varietas unggul dalam budidaya sagu (Tonggroitou *et al.*, 2022), dan
6. Pemanfaatan sagu sebagai sumber karbohidrat pengganti beras dilakukan secara bertahap (Haryanto *et al.*, 2015).

KESIMPULAN DAN SARAN

Sagu belum dapat dimanfaatkan sebagai sumber karbohidrat pengganti beras di Provinsi Papua Barat karena produksi sagu di Provinsi Papua Barat belum mampu mensuplai kebutuhan konsumsi sagu perkapita penduduk. Sehingga perlu peningkatan produksi sagu di Provinsi Papua Barat melalui perluasan areal tanaman sagu secara intensif, penggunaan varietas unggul dalam budidaya sagu, pengelolaan hutan sagu yang baik, serta penggunaan teknologi dalam pengolahan sagu. Dalam jangka pendek kebutuhan konsumsi sagu perkapita penduduk Provinsi Papua Barat dapat dipenuhi melalui impor sagu dari daerah lain di Papua, diantaranya Kabupaten Sorong Selatan Provinsi Papua Barat Daya dan Kabupaten Nabire Provinsi Papua Tengah.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansar, H., Pratiknjo, M. H., & Sandiah, N. (2021). Sagu : Pangan Lokal Masyarakat Pada Masa Pandemi Covid-19 Di Kota Tidore Kepulauan. *Jurnal Holistik*, 14(4), 2021.
- Badan Pangan Nasional. (2024). *Pedoman Penilaian Skor Pola Pangan Harapan*. Badan Pangan Nasional.
- Bintoro, M. H., & Syakir, M. (2017). Sistem Pembibitan Sagu. In E. Karmawati & D. Soetopo (Eds.), *Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian* (1st ed., Vol. 1, Issue 1). Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.

- BPS Provinsi Papua Barat. (2023). Proyeksi Penduduk Kabupaten/Kota Provinsi Papua Barat 2020 - 2035 Hasil Sensus Penduduk 2020. In *BPS* (1st ed.). BPS Provinsi Papua Barat.
- BPS Provinsi Papua Barat. (2025). Provinsi Papua Barat Dalam Angka 2025. In *BPS Provinsi Papua Barat* (Ed.), *BPS* (1st ed., Vol. 19, Issue 2025). BPS Provinsi Papua Barat.
- Dalimunthe, L. H., Rana, gayatri K., Ekasari, N., Iskak, P. I., & Andriani, J. (2019). *Sagu (Metroxylon sagu Rottb.)* (E. Setyorini & S. Sutriswanto (eds.); 1st ed., Vol. 1). Kementerian Pertanian.
- Dasnarebo, S., Santoso, B., & Abbas, B. (2022). Potensi luas areal dan karakter morfologi sagu (*Metroxylon sagu Rottb.*) di Distrik Napan, Moora, dan Wapoga Kabupaten Nabire, Provinsi Papua. *Cassowary*, 5(2), 202–210. <https://doi.org/10.30862/cassowary.cs.v5.i2.188>
- Febby I Polnaya, & Timisela, N. R. (2008). Sagu Sebagai Pangan Spesifik Lokal Dalam Mendukung. *Seminar Nasional “Akselerasi Inovasi Teknologi Pertanian Spesifik Lokasi Mendukung Ketahanan Pangan Di Wilayah Kepulauan” SAGU*, 154–160.
- Gaspersz, N., Ubwarin, E., & Rijoly, J. C. D. (2020). Penerapan Teknologi Pengolahan Sagu Untuk Meningkatkan Produksi Sagu Merah-Putih Di Desa Porto. *LOGISTA - Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(2), 70–77. <https://doi.org/10.25077/logista.4.2.70-77.2020>
- Haryanto, B., Mubekti, & Putranto, A. T. (2015). Potensi dan Pemanfaatan Pati Sagu dalam Mendukung Ketahanan Pangan di Kabupaten Sorong Selatan Papua Barat. *Pangan*, 24(2), 97–106.
- Hasbullah, Hidayat, F., & Nasrul, W. (2024). Ekstraksi dan Pemanfaatan Sagu (*Metroxylon sagu*). *Strofor Journal*, 8(1), 259–269.
- Kementerian Kesehatan. (2020). Tabel Komposisi Pangan Indonesia. In *Tabel Komposisi Pangan Indonesia*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kementerian Pertanian. (2023). *Statistik Pertanian 2023* (A. A. Susanti & M. A. Supriyatna (eds.); 1st ed.). Kementerian Pertanian.
- Kementerian Pertanian. (2024). Statistik Perkebunan 2023-2025. In *Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan* (1st ed.). Kementerian Pertanian.
- Kurniawan, R. (2018). Sagu dan Olahan Khasnya. In P. Santosa (Ed.), *Proceedings of the National Academy of Sciences* (1st ed., Vol. 3, Issue 1). Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Nursalam, N., Agusriyadin, A., Kartomo, K., Helviani, H., Obi Kasmin, M., Mpia, L., Wilhan Juliatmaja, A., Arruan Bulawan, J., Ashari, A., Rahmawati, R., & Dewaldi, D. (2024). Pemberdayaan Masyarakat Pengolah Pangan Lokal Sagu Melalui Alih Teknologi Untuk Meningkatkan Kualitas dan Kuantitas Produksi Aci Sagu di Desa Simbune Kecamatan Tirawuta Kabupaten Kolaka Timur. *Jdistira*, 4(2), 226–229. <https://doi.org/10.58794/jdt.v4i2.1087>

- Papua Kita. (2020). *Pemprov Papua Barat Wacanakan Olahan Sagu Jadi Menu Wajib Kegiatan Formal*. <https://pauakita.com/blog/2020/10/20/pemprov-papua-barat-wacanakan-olahan-sagu-jadi-menu-wajib-kegiatan-formal/>
- Perserikatan Bangsa-Bangsa. (2015). *Global Sustainable Development Report*.
- Rosida, D. F. (2019). *Inovasi Teknologi Pengolahan Sagu* (Y. M. Supriyadi (ed.); 1st ed.). CV Mitra Sumber Rejeki.
- Santoso, A. D. (2017). Potensi Dan Kendala Pengembangan Sagu Sebagai Bahan Pakan, Pangan, Energi Dan Kelestarian Lingkungan Di Indonesia. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 10(2), 51–57. <https://doi.org/10.29122/jrl.v10i2.2852>
- Suripatty, B. A., Poedjirahajoe, E., Pudyatmoko, S., & Budiadi, B. (2016). Pertumbuhan Sagu (*Metroxylon* sp) di Hutan Alam Papua. *Jurnal Hutan Pulau-Pulau Kecil*, 1(2), 151–159. <https://doi.org/10.30598/jhpk.2016.1.2.151>
- Tamtama, A., Akhmad, Irma Sribianti, & Mohammad Natsir. (2024). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi Sagu (*Metroxylon* SP) di Kabupaten Konawe Selatan. *Agrisurya*, 3(1), 9–17. <https://doi.org/10.51454/agrisurya.v3i1.633>
- Tonggroitou, S., Palennari, M., & Rante, P. (2022). Upaya Pelestarian Sagu di Papua. *Profesi Kependidikan*, 3(1), 31–36.

Strategi Pengembangan Sentra Agribisnis Kopi Arabika di Kecamatan Sitinjo Kabupaten Dairi Provinsi Sumatera Utara

Ririn Alfida^{1*}, Firman Raydav Lamtorsng Silalahi¹, Puji Wahyu Mulyani¹
Penyuluhan Perkebunan Presisi, Politeknik Pembangunan Pertanian Medan
Email: ririnalfida16@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji faktor internal dan eksternal dalam strategi pengembangan sentra agribisnis kopi arabika di Kecamatan Sitinjo, Kabupaten Dairi, serta merumuskan strategi yang dapat diterapkan. Faktor internal meliputi perilaku pekebun, umur, pendidikan, luas lahan, pengalaman, penggunaan bibit unggul, sarana dan prasarana, serta kesesuaian lahan. Faktor eksternal meliputi harga jual, persaingan, kebijakan pemerintah, dan serangan hama penyakit. Analisis SWOT digunakan dengan pendekatan IFAS dan EFAS melalui wawancara, observasi, dan penyebaran kuesioner. Hasil menunjukkan bahwa kekuatan utama adalah perilaku pekebun dan kesesuaian lahan, sedangkan kelemahan utama adalah pendidikan dan penggunaan bibit unggul. Peluang utama adalah harga jual dan kebijakan pemerintah, sedangkan ancaman utama adalah serangan hama penyakit. Strategi pengembangan berada pada kuadran I dengan delapan strategi utama.

Kata kunci: Strategi, Sentra kopi, IFAS, EFAS, SWOT

Abstract

This study aims to examine internal and external factors in the development strategy of Arabica coffee agribusiness centers in Sitinjo District, Dairi Regency, and to formulate applicable strategies. Internal factors include farmer behavior, age, education, land area, experience, use of superior seeds, facilities and infrastructure, and land suitability. External factors include selling price, competition, government policies, and pest and disease attacks. SWOT analysis was used with IFAS and EFAS approaches through interviews, observations, and questionnaires. Results show that the main strengths are farmer behavior and land suitability, while the main weaknesses are education and seed usage. The main opportunities are selling price and government policies, while the main threats are pest and disease attacks. The development strategy is in quadrant I with eight key strategies.

Keywords: Strategy, Coffee center, IFAS, EFAS, SWOT

PENDAHULUAN

Di Indonesia, kopi telah menjadi bagian penting dari perekonomian sejak zaman kolonial. Indonesia sendiri dikenal sebagai salah satu produsen kopi terbesar di dunia, dengan berbagai jenis kopi unggulan, termasuk kopi arabika. Kopi arabika dikenal dengan cita rasa yang khas dan kualitasnya yang tinggi, sehingga permintaan yang terus meningkat baik di pasar domestik maupun internasional. Pengembangan agribisnis kopi arabika memerlukan strategi prioritas yang mencakup pemanfaatan sumber daya lahan, serta peningkatan kualitas pasca-panen (Siadari *et al.*, 2020). Diketahui bahwa 10 provinsi sentra produksi kopi di Indonesia, antara lain Sumatera Selatan, Lampung, Sumatera Utara, Bengkulu, Aceh, Jawa barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Sulawesi Selatan dan Nusa Tenggara Timur (BPS Provinsi Sumatera Utara, 2021).

Pada tahun 2020 provinsi Sumatera Utara sebagai salah satu provinsi yang memiliki potensi kopi arabika yang sangat besar dengan produksi rata-rata 76.597 Ton dengan dan areal perkebunan 95,477 Ha tersebar di beberapa kabupaten di antaranya adalah Kabupaten Tapanuli Utara, Kabupaten Humbang Hasudutan, Kabupaten Simalungun, Kabupaten Dairi, Kabupaten Pakpak Bharat, Kabupaten Samosir, Kabupaten Mandailing Natal dan Kabupaten Karo (BPS Provinsi Sumatera Utara, 2021).

Dengan produksi yang konsisten meningkat, Kabupaten Dairi termasuk yang berpotensi menjadi pusat pengembangan kopi arabika yang signifikan (Ginting *et al.*, 2023). Salah satu wilayah di Kabupaten Dairi, yang memiliki potensi besar untuk pengembangan kopi arabika adalah Kecamatan Sitinjo (Mardiana *et al.*, 2020).

Pada tahun 2023 produksi kopi arabika di Kecamatan Sitinjo sebesar 648,1 Ton dengan luas areal sebesar 673 Ha (BPS Kabupaten Dairi, 2024). Meskipun memiliki potensi besar untuk menjadi sentra kopi arabika, Kecamatan Sitinjo menghadapi berbagai tantangan yang signifikan. Salah satu masalahnya adalah dampak perubahan iklim ekstrem yang memengaruhi produktivitas dan kualitas kopi arabika, seperti perubahan pola curah hujan dan peningkatan suhu (Ihsanuddin, 2023). Penurunan kesuburan tanah akibat erosi, serta terbatasnya akses ke sumber air untuk irigasi, juga menjadi kendala yang menghambat keberlanjutan budidaya kopi arabika.

Berdasarkan hasil wawancara dengan Koordinator Penyuluh di kantor Balai Penyuluh Pertanian (BPP) Kecamatan Sitinjo yakni Bapak Tohom Simanjuntak pada kegiatan Identifikasi Potensi Wilayah yang telah dilaksanakan pada bulan November 2024, bahwa di Kecamatan Sitinjo berpeluang menjadi sentra kopi arabika, hal ini dikarenakan

luas area tanaman kopi arabika yang mendukung. Namun, kendala yang terjadi ialah pekebun di wilayah ini yang belum memiliki pengetahuan dan keterampilan yang memadai terkait teknik budidaya kopi arabika modern, seperti pemangkasan yang tepat, penggunaan pupuk organik, serta pengendalian hama dan penyakit secara efektif. Minimnya akses terhadap pelatihan dan penyuluhan agribisnis juga menghambat peningkatan produktivitas kopi arabika. Tanpa dukungan finansial yang memadai, para pekebun sulit meningkatkan produktivitas dan nilai tambah dari hasil panen mereka. Namun di Kecamatan Sitinjo memiliki potensi dalam pengembangan sumber daya kelembagaan yaitu keberadaan kelompok-kelompok tani kopi arabika yang mendukung budidaya kopi arabika secara berkelanjutan, contohnya ada beberapa kelompok tani kopi arabika membuat tanaman tumpang sari, yang dapat membantu mengurangi erosi.

Berdasarkan potensi yang dimiliki oleh Kecamatan Sitinjo dalam pengembangan sentra kopi arabika, serta berbagai tantangan yang harus dihadapi, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji faktor internal (kekuatan dan kelemahan) dan faktor eksternal (peluang dan ancaman) serta mengkaji strategi dalam pengembangan sentra agribisnis kopi arabika di Kecamatan Sitinjo Kabupaten Dairi.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif yang bertujuan untuk mengidentifikasi faktor internal dan eksternal serta merumuskan strategi pengembangan sentra agribisnis kopi arabika. Penelitian dilaksanakan di Kecamatan Sitinjo, Kabupaten Dairi, Provinsi Sumatera Utara, pada Maret hingga Agustus 2025. Lokasi dipilih secara *purposive* karena merupakan salah satu sentra kopi arabika dengan potensi agroklimat yang sesuai.

Populasi penelitian adalah 335 pekebun kopi arabika yang tergabung dalam kelompok tani, dan sampel sebanyak 77 orang ditentukan menggunakan rumus Slovin dengan tingkat kesalahan 10%. Teknik sampling yang digunakan adalah simple random sampling. Teknik pengumpulan data meliputi observasi, wawancara, dan penyebaran kuesioner. Data primer diperoleh langsung dari pekebun, sedangkan data sekunder berasal dari instansi terkait seperti Balai Penyuluhan Pertanian dan Badan Pusat Statistik. Instrumen penelitian diuji validitas dan reliabilitasnya menggunakan uji Pearson dan Alpha Cronbach melalui perangkat lunak SPSS. Analisis data dilakukan dengan metode SWOT, menggunakan matriks IFAS (Internal Factor Analysis Summary) dan EFAS (External Factor Analysis Summary) untuk menentukan posisi strategi dan merumuskan alternatif

strategi pengembangan. Penilaian dilakukan dengan memberikan bobot dan rating pada masing-masing faktor, kemudian dikalkulasi untuk menentukan posisi kuadran strategi. Penelitian ini tidak menggunakan alat laboratorium khusus, namun observasi lapangan dilakukan dengan bantuan alat ukur ketinggian dan suhu serta dokumentasi visual untuk mendukung keabsahan data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Faktor Internal dan Eksternal

Faktor internal dalam pengkajian ini adalah perilaku pekebun, umur, pendidikan, luas lahan, pengalaman bertani, penggunaan bibit unggul, sarana dan prasarana, serta kesesuaian lahan. Sedangkan faktor eksternal dalam pengkajian ini adalah harga jual, persaingan dengan daerah lain, kebijakan pemerintah, dan serangan hama penyakit.

Untuk faktor internal yang menjadi kekuatan adalah perilaku, umur, pengalaman bertani, sarana dan prasarana, dan kesesuaian lahan. Dan faktor internal yang menjadi kelemahan adalah tingkat pendidikan, luas lahan, penggunaan bibit unggul. Sedangkan faktor eksternal yang menjadi peluang adalah harga jual, dan kebijakan pemerintah, lalu faktor eksternal yang menjadi yang menjadi ancaman adalah persaingan dengan daerah lain, dan serangan hama penyakit.

Pengetahuan Pekebun

Dalam pengkajian ini, pengetahuan pekebun yang di uji adalah seputar pemahaman pekebun mengenai GAP kopi arabika. Dengan menggunakan alat uji berupa kuesioner atau daftar pertanyaan. Distribusi nilai pengetahuan pekebun dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Nilai Perilaku Pekebun

No.	Perilaku	Nilai yang Diperoleh	Kriteria
1.	Pengetahuan	72,48	Baik
2.	Sikap	68	Sedang
3.	Keterampilan	70	Terampil
Total		210,48	

Berdasarkan rekapitulasi nilai pengetahuan, sikap, dan keterampilan hasilnya adalah 210,48 maka nilai rata-rata yang diperoleh adalah 70,16, sehingga perilaku pekebun menunjukkan kriteria tinggi. Hal tersebut juga menyatakan bahwa perilaku pekebun dalam budidaya kopi arabika secara GAP menjadi kekuatan (*strength*).

Adapun perolehan skor pengetahuan didapati dengan penjumlahan semua nilai responden dan penentuan skor maksimal adalah nilai sempurna yang bernilai 100 dikali

dengan jumlah responden (77 orang) maka, pengetahuan pekebun kopi terhadap budidaya sesuai GAP dengan jumlah butir pertanyaan sebanyak 25 butir, termasuk pada kriteria Baik. Berdasarkan hasil penyebaran daftar pertanyaan dan wawancara dengan pekebun didapati bahwa tinggi pengetahuan pekebun dikarenakan kegiatan penyuluhan mudah dipahami oleh pekebun. Dari hasil perhitungan skor yang diperoleh adalah sebanyak 5.581, dengan skor maksimum adalah sebanyak 7.700. Sehingga diperoleh nilai rata-rata adalah 72,48.

Hasil wawancara dengan para pekebun, terungkap bahwa mereka belum sepenuhnya menerapkan budidaya kopi arabika secara GAP, meskipun mereka telah mendapatkan penyuluhan mengenai GAP tersebut. Pekebun menggunakan kombinasi antara sistem tradisional dan beberapa aspek GAP dalam budidaya kopi arabika. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan modal yang dimiliki oleh para pekebun. Penerapan GAP secara komprehensif sangat sulit dilakukan pada suatu area atau daerah pertanian. Upaya pendekatan GAP terus dilakukan walaupun belum secara menyeluruh kepada setiap daerah pertanian (Adinandra & Pujiyanto, 2020). Mereka berharap dapat memperoleh dukungan finansial untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil panen kopi arabika.

Adapun perolehan nilai sikap didapati dengan penjumlahan semua nilai responden dan penentuan skor maksimal yaitu point maksimal (point 5) dikali jumlah pernyataan (12 pernyataan) kemudian di kali jumlah responden (77 orang). Dari hasil perhitungan skor yang diperoleh adalah sebanyak 3.930, dengan skor maksimum adalah sebanyak 5.775. Sehingga diperoleh nilai rata-rata adalah 68. Hasil nilai rata-rata tersebut menggambarkan bahwa pekebun belum seluruhnya menerima budidaya kopi arabika secara GAP. Hal ini dikarenakan pekebun kopi arabika yang lebih percaya terhadap cara budidaya mereka secara tradisional dan sederhana, sedangkan budidaya kopi arabika secara GAP akan memerlukan waktu yang lama sehingga menghasilkan panen yang lama juga. Distribusi nilai didapat menunjukan bahwa pengetahuan pekebun dalam berbudidaya kopi sesuai GAP termasuk ke dalam kriteria sedang.

Hasil wawancara mengungkapkan bahwa pekebun di Kecamatan Sitinjo, memiliki kesadaran yang cukup/sedang tentang betapa pentingnya penerapan budidaya kopi arabika secara GAP. Namun, mereka memerlukan waktu dan pengalaman yang cukup untuk memahami dan menerapkan prinsip-prinsip GAP secara efektif. Hal ini dikarenakan pekebun kopi arabika, masih berada dalam proses transisi dari metode tradisional ke metode yang lebih modern dan berkelanjutan. Proses penerapan GAP memerlukan

perubahan dalam perilaku dan kebiasaan budidaya, sehingga pekebun perlu waktu untuk beradaptasi dan meningkatkan kemampuan mereka (Ghufron Rosyady *et al.*, 2024).

Perolehan nilai keterampilan sebesar 74,3 adapun perolehan skor keterampilan didapati dengan penjumlahan semua nilai responden berdasarkan observasi dalam melakukan kegiatan dan penentuan skor menggunakan persamaan pengetahuan maka, keterampilan pekebun kopi terhadap budidaya sesuai GAP termasuk pada kriteria terampil. Hasil observasi dengan pekebun didapati bahwa pekebun masih pada kriteria terampil dalam melakukan pemeliharaan pada tanaman kopi arabika. Hal ini dikarenakan petani dalam umur produktif dan mampu melakukan tahap-tahap pemeliharaan dengan baik sesuai dengan GAP. Berdasarkan penilaian perilaku (pengetahuan, sikap dan keterampilan) pekebun dengan nilai pengetahuan sebesar 70, nilai sikap sebesar 71, nilai keterampilan sebesar 74,3. Maka dari nilai dari pengetahuan, sikap dan keterampilan perlu direkapitulasi dengan tujuan menggabungkan dan menilai perilaku menjadi satu maka, dari rata-rata nilai perilaku diapati nilai sebesar 71,7 sehingga perilaku dapat dikatakan menjadi kekuatan. Hal ini dikarenakan perilaku pekebun dalam budidaya kopi arabika dalam kriteria tinggi.

Umur

Tabel 2. Distribusi Umur Responden

No.	Umur Sampel (Tahun)	Kategori Umur	Jumlah Sampel (Orang)	Persentase (%)
1.	31-34	Produktif	2	2,6
2.	35-38	Produktif	8	10,4
3.	39-42	Produktif	12	15,6
4.	43-46	Produktif	16	20,8
5.	47-50	Produktif	11	14,3
6.	51-54	Produktif	10	13
7.	55-58	Produktif	8	10,4
8.	59-64	Produktif	10	13
Jumlah			77 Orang	100

Sumber: Analisis Data Primer (2025)

Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa sampel pada penelitian ini memiliki rentang umur antara 31-64 tahun. Rentang umur yang paling dominan yaitu pada umur 43-46 tahun dengan jumlah sampel sebanyak 16 orang dan presentase 20,8%. Kemudian rentang umur paling sedikit yaitu pada umur 31-34 tahun dengan jumlah sampel 2 orang dan presentase 2,6%.

Adanya keberadaan kelompok umur 43-46 tahun masuk ke dalam kategori kekuatan (*strengths*) karena berada pada usia produktif optimal dengan pengalaman dan kemampuan fisik yang baik. Pekebun berusia produktif yang berada pada rentang usia 40–50 tahun memiliki pengalaman, kekuatan fisik, dan kemampuan adaptasi teknologi yang baik (Asuntha *et al.*, 2024).

Pendidikan

Tabel 1. Distribusi Pendidikan Responden

No.	Pendidikan (Tahun)	Jumlah Sampel (Orang)	Presentase (%)
1.	SD (1-6)	30	38,96
2.	SMP (7-9)	28	36,36
3.	SMA (10-12)	19	24,68
4.	Perguruan Tinggi	-	-
Jumlah		77 Orang	100

Sumber: Analisis Data Primer (2025)

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa terdapat beberapa jenjang pendidikan yang dimiliki oleh pekebun, yaitu SD (1-6), SMP (7-9), dan SMA (10-12). Jumlah sampel terbanyak berada pada jenjang pendidikan SD (1-6 Tahun) yaitu sebanyak 30 orang dengan presentase 38,96% dari total sampel. Kemudian jenjang SMP (7-9 Tahun) sebanyak 28 orang dengan presentase 36,36% dan jenjang SMA (10-12 Tahun) sebanyak 19 orang dengan presentase 24,68%.

Dengan demikian hal tersebut menunjukkan bahwa tingkat pendidikan pekebun di Kecamatan Sitinjo Kabupaten Dairi masih tergolong rendah. Kondisi tersebut menjadi salah satu kelemahan (*weakness*) dalam sistem agribisnis, karena berdampak pada terbatasnya kemampuan pekebun dalam mengakses informasi, memahami teknologi budidaya, serta mengelola kelembagaan secara efektif. Pekebun dengan pendidikan rendah mungkin mengalami kesulitan dalam memahami informasi tentang pupuk, pestisida, dan alat pertanian yang tepat, serta cara penggunaannya yang efektif (Lumbanraja & Rossevelt, 2024).

Luas Lahan

Tabel 4. Distribusi Luas Lahan Responden

No.	Luas Lahan (Ha)	Kategori Luas Lahan	Jumlah Sampel (Orang)	Presentase (%)
1.	0,08-0,25	Sempit	25	32,47
2.	0,28-0,5	Sedang	46	59,74
3.	0,6-1	Luas	6	7,79

No.	Luas Lahan (Ha)	Kategori Luas Lahan	Jumlah Sampel (Orang)	Presentase (%)
	Jumlah	-	77	100

Sumber: Analisis Data Primer (2025)

Berdasarkan Tabel 4 luas lahan yang dominan dimiliki oleh pekebun terdapat pada kelompok 0,28-0,5 Ha sebanyak 46 orang dengan presentase 59,74% dan luas lahan yang besar dimiliki oleh pekebun yaitu pada kelompok luas lahan 0,6-1 Ha. Dengan demikian pekebun yang termasuk pada kelompok luas lahan kecil menjadi kelemahan (*weakness*). Hal ini sejalan dengan penelitian Zainuri & Budi Setiadi (2023) bahwa keterbatasan jumlah pekebun dengan lahan luas menyebabkan rendahnya efisiensi kelembagaan dan distribusi teknologi, sehingga kelompok ini cenderung terisolasi dalam sistem agribisnis lokal.

Pengalaman Bertani

Tabel 5. Distribusi Pengalaman Bertani Responden

No.	Pengalaman Sampel (Tahun)	Kategori Pengalaman	Jumlah Sampel (Orang)	Presentase (%)
1.	3-5	Pemula	6	7,79
2.	6-8	Pemula	11	14,29
3.	9-12	Cukup Berpengalaman	21	27,27
4.	13-16	Cukup Berpengalaman	13	16,88
5.	17-22	Cukup Berpengalaman	15	19,48
6.	23-28	Berpengalaman	6	7,79
7.	29-33	Berpengalaman	5	6,49
	Jumlah		77	100

Sumber: Analisis Data Primer (2025)

Berdasarkan Tabel 5 terdapat 21 orang responden dengan kategori cukup berpengalaman usahatani terbanyak dengan rentang 9-12 Tahun atau sebesar 27%, kemudian rentang berpengalaman yang paling sedikit yaitu 29-33 Tahun sebanyak 5 orang dengan presentase 6,49%. Hal ini menunjukkan bahwa kriteria pengalaman bertani responden pada pengkajian ini menunjukkan kekuatan (*strength*). Pengalaman usahatani sangat memengaruhi pekebun dalam menjalankan kegiatan usahatani yang dapat dilihat dari hasil produksi. Pekebun yang sudah lama berusaha memiliki tingkat pengetahuan, pengalaman dan keterampilan yang tinggi dalam menjalankan usahatani (Juniarti *et al.*, 2022).

Penggunaan Bibit Unggul

Berdasarkan data di lapangan menunjukkan bahwa varietas kopi arabika unggul yang banyak digunakan di Kecamatan Sitinjo adalah Sigarar Utang, yang dikenal memiliki produktivitas tinggi. Penggunaan bibit unggul di Kecamatan Sitinjo masih belum merata. Sebagian besar pekebun masih menggunakan bibit lokal yang tidak terstandarisasi, sehingga hasil panen tidak bagus dan rentan terhadap serangan hama. Hal ini menunjukkan jika penggunaan bibit unggul di Kecamatan Sitinjo termasuk Kelemahan. Untuk mengatasinya, pemerintah daerah telah melakukan sosialisasi dan distribusi bibit unggul bersertifikat yang bersumber dari APBN dan APBD. Selain itu, pelatihan teknis kepada pekebun juga dilakukan untuk memastikan bibit unggul ditanam dan dirawat dengan metode agronomi yang tepat.

Sarana dan Prasarana

Berdasarkan hasil observasi di lapangan sarana yang tersedia adalah pestisida, pupuk, bibit, alat dan mesin pertanian (*pulper*, cangkul, *sprayer*, gunting pangkas, parang, garu). Sedangkan untuk sarana yang tidak tersedia yaitu bibit kopi bersertifikat. Hasil wawancara dengan pekebun mengatakan bahwa ketersediaan pestisida dan pupuk didorong oleh tingginya permintaan serta adanya distribusi dari kios pertanian setempat, yang biasanya juga mendapat pasokan subsidi. Sementara itu, alat dan mesin pertanian seperti semprotan, gilingan kopi, dan alat pasca panen disediakan oleh kelompok tani atau koperasi sebagai upaya peningkatan efisiensi kerja di lapangan. Ketersediaan jalan usaha tani cukup memadai dan membantu pekebun kopi arabika dalam kegiatan sehari-hari. Keberadaan BPP juga turut memperkuat pertukaran ataupun penambahan wawasan dan pendampingan teknis pekebun, sesuai dengan kebijakan pemerintah daerah dalam mendorong produktivitas dan keberlanjutan usaha tani. Pasar dan koperasi pertanian di wilayah Kecamatan Sitinjo berperan sebagai penyangga distribusi hasil panen, memungkinkan pekebun menjual kopi mereka secara kolektif dengan harga yang relatif stabil. Kios pupuk pun aktif beroperasi dan memudahkan pekebun untuk mendapatkan sarana produksi secara berkala.

Sementara itu terdapat satu komponen yang belum tersedia yaitu bibit kopi bersertifikat. Ketiadaan bibit unggul bersertifikat menjadi tantangan karena banyak pekebun masih menggunakan bibit hasil stek atau semaian sendiri tanpa jaminan mutu dan ketahanan penyakit. Hal ini terjadi karena belum adanya produsen bibit resmi di wilayah tersebut serta minimnya akses terhadap lembaga penangkar bibit yang terakreditasi. Hal ini

sejalan dengan penelitian Nainggolan *et al.* (2024) bahwa sebagian besar pekebun kopi di Kecamatan Sitinjo telah memiliki akses terhadap pupuk, pestisida, dan alat pertanian melalui kios dan koperasi. Namun, keterbatasan bibit kopi bersertifikat dalam peningkatan efisiensi produksi. Dengan demikian, sarana dan prasarana pada faktor internal di Kecamatan Sitinjo termasuk kekuatan.

Kesesuaian Lahan

Berdasarkan data observasi lapangan yang tercantum seluruh parameter kesesuaian lahan menunjukkan kategori sesuai untuk pengembangan aktivitas pertanian. Parameter iklim yang dievaluasi meliputi tinggi tempat (500-1700 mdpl), curah hujan tahunan (1250-2500 mm/tahun), distribusi bulan kering dan basah (<60 mm/bulan), serta suhu udara (15-21°C). Dari segi tanah, jenis tanah berlempung, kemiringan sekitar 30%, dan kedalaman tanah efektif lebih dari 100 cm mendukung sistem perakaran dan drainase yang baik untuk tanaman kopi.

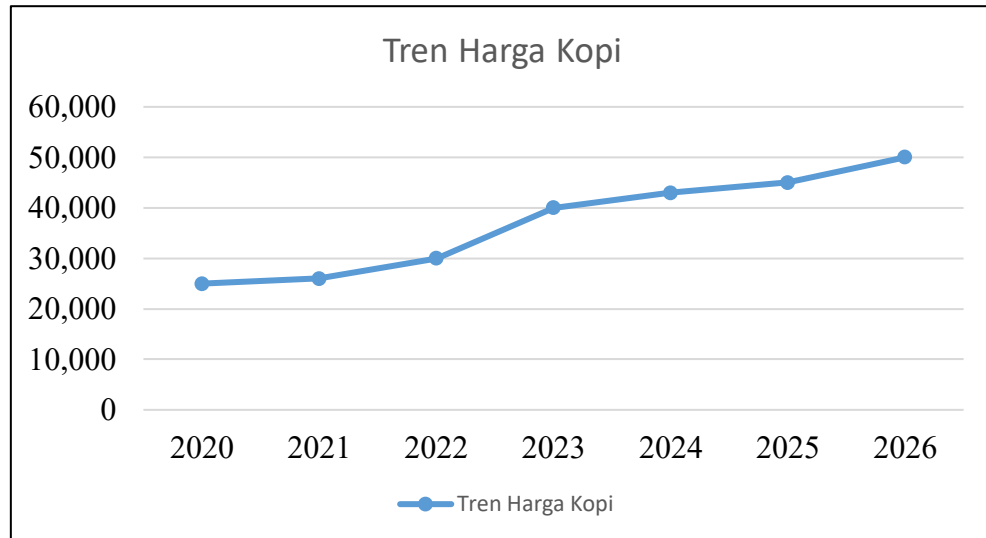
Kondisi tersebut menunjukkan parameter yang ideal secara agroklimat maupun tanah untuk pengembangan kopi arabika. Oleh karena itu, data kesesuaian lahan di Kecamatan Sitinjo termasuk dalam kategori kekuatan (*strength*), yaitu faktor internal yang mendukung langsung keberhasilan sistem budidaya kopi arabika. Dengan kesesuaian lahan yang tinggi, Kecamatan Sitinjo memiliki potensi besar untuk menghasilkan kopi arabika berkualitas ekspor, meningkatkan pendapatan pekebun, dan memperkuat citra kopi dataran tinggi Sumatera Utara. Hal ini sejalan dengan penelitian (Darmansyah *et al.*, 2022) bahwa daerah dengan ketinggian antara 800–1500 mdpl, suhu 15–24°C, dan tanah berstruktur lempung sangat sesuai untuk pengembangan kopi arabika secara berkelanjutan.

Harga Jual

Harga jual yang dimaksud dalam pengkajian ini adalah harga jual kopi dalam bentuk olahan gabah. Pemilihan olahan gabah kopi dikarenakan berdasarkan hasil wawancara dengan para pekebun yang masih melakukan pengolahan sampai ke tahap pengelupasan kulit kopi.

Berdasarkan observasi lapangan diketahui bahwa harga jual kopi arabika dalam bentuk gabah di Kecamatan Sitinjo menunjukkan tren yang meningkat secara konsisten selama periode 2020 hingga 2026. Harga kopi gabah naik dari Rp25.000/kg pada tahun 2020 menjadi Rp 50.000/kg pada tahun 2026, atau mengalami kenaikan sebesar 100% dalam enam tahun. Kenaikan ini menunjukkan adanya peningkatan permintaan pasar

terhadap kopi arabika, baik di tingkat lokal maupun nasional, serta potensi nilai tambah dari pengolahan dan pemasaran yang lebih baik.



Gambar 1. Tren harga kopi

Berdasarkan Gambar 6, kondisi tersebut dapat digolongkan ke dalam kategori peluang (*opportunity*) dalam analisis SWOT. Tren harga yang meningkat memberikan ruang bagi pekebun dan pelaku agribisnis kopi di Kecamatan Sitinjo untuk meningkatkan pendapatan, memperluas jaringan pasar, dan mendorong pengembangan produk turunan kopi. Hal ini sejalan dengan penelitian Hasriani (2021) bahwa kopi arabika memiliki potensi pasar strategis dan dapat menjadi sumber peluang ekonomi bagi pekebun jika didukung oleh kualitas dan akses pasar yang optimal.

Persaingan

Berdasarkan hasil wawancara dengan pekebun kopi arabika di Kecamatan Sitinjo, persaingan dengan daerah lain seperti Aceh Gayo dan Mandailing merupakan tantangan yang signifikan. Kualitas kopi arabika dari daerah pesaing sering kali dianggap lebih unggul karena praktik budidaya dan pengolahan pasca panen yang lebih baik.

Untuk meningkatkan daya saing, pekebun menyarankan perlunya peningkatan kualitas melalui penyuluhan tentang praktik budidaya yang baik dan pelatihan pengolahan kopi. Sejalan dengan hal ini, penelitian Hartini *et al.* (2023) menyebutkan bahwa strategi prioritas dalam upaya membantu pelaku agribisnis mengembangkan agribisnis kopi arabika adalah peningkatan kapasitas sumber daya manusia (SDM) pelaku agribisnis. Dalam kondisi tersebut, persaingan ini dapat dilihat sebagai ancaman.

Kebijakan Pemerintah

Hasil wawancara dengan pekebun, penyuluh, dan Dinas Pertanian Kabupaten Dairi, bahwa adanya program, peraturan dan bantuan pemerintah yang dirasakan cukup membantu dalam kegiatan budidaya kopi arabika. Di antaranya adalah pelatihan teknis budidaya kopi berbasis *Good Agricultural Practices* (GAP) yang didampingi oleh Penyuluh Pertanian Lapangan (PPL). *Good Agriculture Practices* atau GAP identik dengan praktek pertanian berkelanjutan yang menggunakan pendekatan prinsip-prinsip bercocok tanam yang ramah lingkungan yang memberikan peluang bagi pekebun kopi untuk meningkatkan kualitas dan nilai jual produk (Adinandra & Pujiyanto, 2020).

Adanya program lain yang membantu pekebun dalam kegiatan budidaya kopi arabika yaitu seperti program Surat Tanda Daftar Budidaya (STDB). Program ini bertujuan untuk memudahkan pekebun dalam hak memiliki legalitas kebun/lahan kopi, dan sebagai bukti legalitas bahwa pekebun telah terdaftar secara resmi. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kebijakan pemerintah ini dapat dikategorikan sebagai peluang (*opportunity*), karena memberikan dukungan nyata terhadap pengembangan sentra kopi secara berkelanjutan dan meningkatkan daya saing kopi arabika lokal.

Serangan Hama dan Penyakit

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan pekebun kopi arabika di Kecamatan Sitinjo, diketahui bahwa serangan hama dan penyakit menjadi salah satu kendala utama dalam budidaya kopi arabika di wilayah tersebut. Pekebun menyebutkan bahwa hama Penggerek Buah Kopi/PBKo (*Hypothenemus hampei*), *Helopeltis*, dan penyakit karat daun (*Hemileia vastatrix*) merupakan organisme pengganggu tanaman (OPT) yang paling sering menyerang, terutama saat musim hujan dan pada tanaman yang tidak mendapatkan pemangkasan rutin.

Serangan hama ini menyebabkan biji kopi berlubang, menghitam, dan tidak layak jual, sementara penyakit karat daun menyebabkan daun menguning dan gugur sebelum waktunya, sehingga menghambat proses fotosintesis dan menurunkan produktivitas tanaman secara signifikan. Beberapa pekebun mengeluh akan penurunan hasil panen hingga 30–40% akibat serangan hama dan penyakit yang tidak tertangani dengan baik. Berdasarkan kondisi tersebut, serangan hama dan penyakit ini dapat dikategorikan sebagai ancaman (*threat*), karena merupakan faktor eksternal yang dapat menghambat pengembangan sentra kopi arabika di Kecamatan Sitinjo jika tidak diantisipasi melalui strategi pengendalian terpadu dan peningkatan kapasitas pekebun.

Strategi Pengembangan Sentra Agribisnis Kopi Arabika di Kecamatan Sitinjo

IFAS dan EFAS

Dalam analisis ini, data yang diukur adalah faktor-faktor internal yang digolongkan dalam kekuatan (*strength*) dan kelemahan (*weakness*) sebagai matriks IFAS. Sedangkan pada matriks EFAS data yang diukur adalah faktor-faktor eksternal yang digolongkan dalam peluang (*opportunity*) dan ancaman (*threat*).

Tabel 2. Analisis IFAS

Faktor-Faktor Strategi Internal	Bobot	Rating	Bobot x Rating
Kekuatan (<i>strength</i>)			
1. Perilaku	0,20	4	0,8
2. Umur	0,11	3	0,33
3. Pengalaman Bertani	0,11	3	0,33
4. Sarana dan Prasarana	0,13	4	0,52
5. Kesesuaian Lahan	0,14	4	0,56
Sub Total	0,69		2,54
Kelemahan (<i>weakness</i>)			
1. Tingkat Pendidikan	0,11	2	0,22
2. Luas Lahan	0,10	2	0,2
3. Penggunaan Bibit Unggul	0,10	2	0,2
Sub Total	0,31		0,62
Total	1		3,16
Selisih antara Skor Kekuatan dan Kelemahan (S – W)			1,92

Sumber: Analisis Data Primer (2025)

Berdasarkan Tabel 6 diketahui nilai dari faktor internal yang tergolong dalam kekuatan (*strength*) yakni perilaku, umur, pengalaman bertani, sarana dan prasarana serta kesesuaian lahan dengan total nilai 2,54. Sedangkan faktor internal yang tergolong dalam kelemahan (*weakness*) yakni tingkat pendidikan, luas lahan, dan penggunaan bibit unggul dengan total nilai 0,62. Sehingga total nilai faktor internal seluruhnya adalah 3,16 dengan nilai selisih faktor kekuatan dan kelemahan adalah 1,92, maka kesimpulan titik koordinat dalam matriks posisi IFAS adalah 1,92.

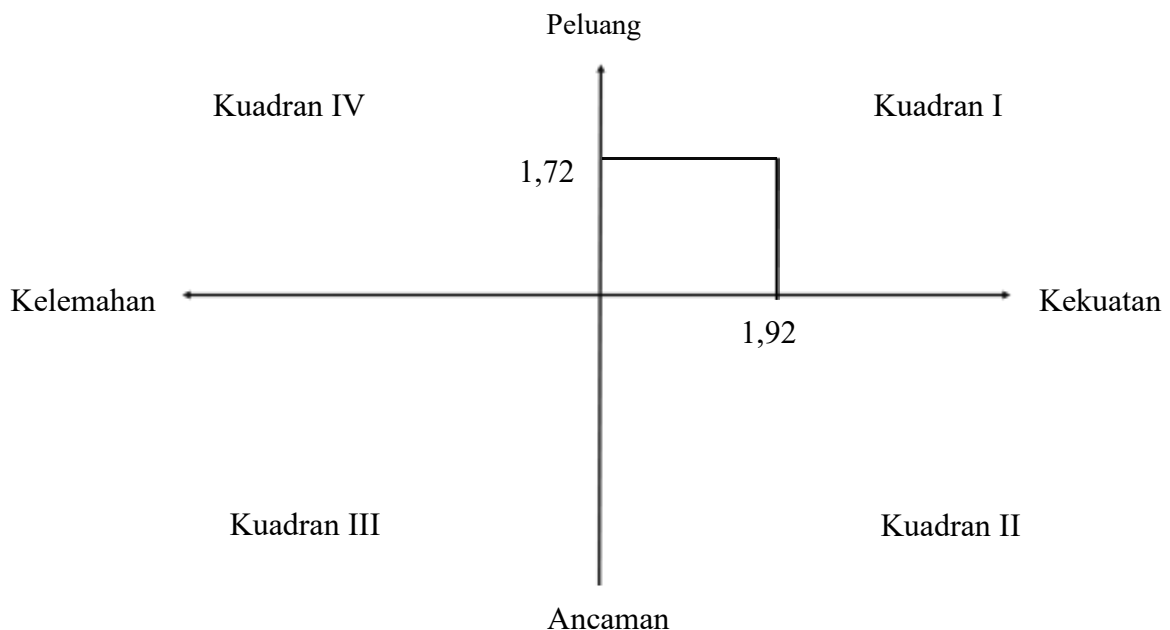
Tabel 3. Analisis EFAS

Faktor-Faktor Strategi Eksternal	Bobot	Rating	Bobot x Rating
Peluang (<i>opportunity</i>)			
1. Harga Jual	0,34	4	1,36
2. Kebijakan Pemerintah	0,28	4	1,12
Sub Total	0,62		2,48

Faktor-Faktor Strategi Eksternal	Bobot	Rating	Bobot x Rating
Ancaman (<i>treaths</i>)			
1. Persaingan	0,20	2	0,4
2. Serangan Hama dan Penyakit	0,18	2	0,36
Sub Total	0,38		0,76
Total	1		3,24
Selisih antara Skor Peluang dan Ancaman (O-T)			1,72

Sumber: Analisis Data Primer (2025)

Berdasarkan Tabel 7 diketahui nilai dari faktor eksternal yang tergolong dalam peluang (*opportunity*) yakni harga jual dan kebijakan pemerintah dengan total nilai 2,48. Sedangkan faktor eksternal yang tergolong dalam ancaman (*treaths*) yakni persaingan dan serangan hama dan penyakit dengan total nilai 0,76. Sehingga total nilai faktor eksternal seluruhnya adalah 3,24 dengan nilai selisih faktor peluang dan ancaman adalah 1,72, maka kesimpulan titik koordinat dalam matriks posisi EFAS adalah 1,72.



Gambar 2. Diagram analisis SWOT

Matriks SWOT

Pada matriks SWOT, alat yang digunakan adalah untuk merumuskan serta menyusun faktor internal dan faktor eksternal yang mendukung strategi pengembangan sentra agribisnis kopi arabika di Kecamatan Sitinjo. Matriks ini memberikan gambaran

yang jelas mengenai kekuatan dan kelemahan internal yang disesuaikan dengan peluang dan ancaman eksternal yang dimiliki. Perumusan strategi berdasarkan matriks SWOT dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 4. Hasil Matriks SWOT

	IFAS	Strength (S)	Weaknesses (W)
		1. Perilaku pekebun yang tinggi dalam kemampuan untuk beradaptasi dan berinovasi budidaya kopi arabika, sehingga dapat meningkatkan produksi dan kualitas kopi arabika yang lebih baik (S1). 2. Umur pekebun termasuk umur produktif dalam melakukan kegiatan budidaya kopi arabika (S2). 3. Pengalaman bertani adalah lamanya waktu pekebun dalam berusaha tani (S3). 4. Sarana dan prasarana yang tersedia, mendukung dan memudahkan pekebun dalam budidaya dan pemasaran kopi arabika di lokasi pengkajian (S4). 5. Kesesuaian lahan yang sesuai, mendukung pertumbuhan tanaman kopi arabika dengan baik (S5).	1. Tingkat pendidikan formal pekebun yang masih rendah, sehingga memengaruhi pekebun dalam budidaya kopi arabika (W1). 2. Luas lahan yang dimiliki pekebun masih terbatas, memengaruhi hasil produktivitas pekebun dalam budidaya kopi arabika (W2). 3. Penggunaan bibit unggul yang belum optimal, memengaruhi kualitas dan kuantitas kopi arabika serta mengurangi daya saing pasar (W3).
	EFAS	Opportunities (O)	Strategi W-O
		1. Harga jual gabah kopi arabika yang tinggi dan menguntungkan (O1). 2. Kebijakan pemerintah yang mendukung kegiatan budidaya kopi arabika (O2).	1. Peningkatan pendidikan dan pelatihan pekebun dengan menggunakan kebijakan pemerintah untuk menyediakan pendidikan formal serta pelatihan teknis agar pekebun lebih memahami teknik budidaya kopi yang modern (W1, O2). 2. Mendukung akses dan perluasan lahan dengan
		Strategi S-O	
		1. Mengoptimalkan inovasi dan adaptasi pekebun yakni memanfaatkan perilaku pekebun yang adaptif dan inovatif dalam budidaya Kopi Arabika dengan dukungan kebijakan pemerintah untuk meningkatkan mutu dan hasil panen (S1, O2). 2. Meningkatkan produktivitas pekebun	

	usia produktif dengan mengarahkan tenaga kerja usia produktif dalam budidaya kopi agar lebih maksimal, sambil mengambil manfaat dari tingginya harga jual gabah kopi (S2, O1).	mengatasi keterbatasan lahan melalui program pemerintah yang memungkinkan optimalisasi atau pembukaan lahan baru untuk meningkatkan kapasitas produktivitas (W2, O2).
	3. Memanfaatkan pengalaman bertani dengan dukungan pemerintah yaitu menggabungkan pengalaman pekebun yang cukup lama menanam kopi arabika dengan program pemerintah yang mendukung untuk meningkatkan efisiensi budidaya dan pemasaran (S3, O2).	3. Peningkatan pengetahuan tentang bibit unggul dengan menyelenggarakan penyuluhan dan pelatihan tentang bibit kopi arabika yang berkualitas tinggi agar hasil panen lebih optimal (W3, O2).
	4. Optimalisasi lahan yang tersedia dan sesuai yaitu dengan meningkatkan pemanfaatan lahan yang mendukung pertumbuhan Kopi arabika dengan fokus yang lebih kuat dan program pemerintah yang menunjang perluasan dan pemeliharaan lahan (S4, S5, O2).	4. Perluasan akses informasi harga pasar dengan memanfaatkan program digitalisasi atau penyuluhan pemerintah untuk memperluas akses pekebun terhadap informasi harga pasar secara akurat (W4, O2).
<i>Threats (T)</i>	<i>Strategi S-T</i>	<i>Strategi W-T</i>
1. Persaingan dengan sentra produksi kopi arabika dari daerah lain dapat mengurangi daya saing Kopi Sitinjo, baik dari segi harga maupun kualitas di pasar nasional dan internasional (T1).	1. Memperkuat inovasi dalam budidaya kopi arabika untuk menghadapi persaingan antar daerah, dengan memanfaatkan kemampuan adaptif dan kreativitas pekebun (S1, T1).	1. Mengadakan pelatihan dan penyuluhan teknis tentang pengendalian hama dan penyakit kopi bagi pekebun yang masih memiliki tingkat pendidikan formal rendah (W1, T2).
2. Serangan hama dan penyakit yang	2. Mengangkat pengalaman bertani pekebun sebagai nilai tambah dalam	2. Mensosialisasikan bibit kopi yang tahan terhadap hama dan penyakit melalui

terjadi pada tanaman kopi arabika menjadi serius kualitas kuantitas arabika (T2).	pada kopi pekebun, ancaman terhadap dan kopi	menjaga kualitas kopi lokal agar tetap kompetitif di pasar nasional dan internasional (S3, T1).	bantuan dinas pertanian dan dukungan kebijakan pemerintah (W3, T2).
	3. Memaksimalkan penggunaan lahan yang sesuai dan sarana pendukung untuk melakukan pengendalian dini terhadap hama dan penyakit tanaman kopi (S4, S5, T2).	3. Menyelenggarakan pelatihan pemasaran bagi pekebun agar mampu menghadapi persaingan antar daerah dengan strategi promosi dan diferensiasi produk yang tepat (W4, T1).	
	4. Meningkatkan peran tenaga kerja usia produktif dalam kegiatan pengamatan dan perawatan tanaman secara rutin untuk mencegah serangan hama dan penyakit (S2, T2).	4. Memberikan pendampingan teknis kepada pekebun yang memiliki lahan terbatas agar tetap dapat mencapai produktivitas yang optimal di tengah persaingan (W2, T1).	

Menyusun Strategi

Berdasarkan Tabel 38, diketahui ada 16 strategi yang mendukung sentra agribisnis kopi arabika di Kecamatan Sitinjo. Kecamatan Sitinjo sesuai dengan kondisi geografis dan iklim yang sangat mendukung pertumbuhan kopi arabika berkualitas tinggi. Selain itu, masyarakat di Kecamatan Sitinjo memiliki tradisi dan pengalaman bertani kopi arabika yang telah diwariskan secara turun-temurun selama puluhan tahun. Namun demikian, potensi yang besar ini belum sepenuhnya termanfaatkan secara optimal. Masih banyak tantangan dan kendala yang dihadapi petani kopi arabika di Kecamatan Sitinjo, mulai dari keterbatasan pengetahuan teknis budidaya modern, akses terbatas terhadap bibit unggul, kendala permodalan, hingga sistem pemasaran yang masih tradisional. Di sisi lain, persaingan dengan daerah penghasil kopi lainnya semakin ketat, sementara tuntutan pasar terhadap kualitas kopi terus meningkat.

Strategi ini harus mampu memanfaatkan semua potensi dan kekuatan yang ada, mengatasi berbagai kelemahan dan kendala, merebut peluang-peluang yang tersedia di pasar, serta mengantisipasi dan mengatasi ancaman yang mungkin timbul. Penyusunan strategi pengembangan ini didasarkan pada analisis mendalam terhadap kondisi internal dan eksternal melalui pendekatan SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*). Analisis ini membantu mengidentifikasi kekuatan apa saja yang dimiliki daerah ini, kelemahan apa yang perlu diperbaiki, peluang apa yang bisa dimanfaatkan, dan ancaman

apa yang harus diwaspadai. Dari analisis tersebut kemudian disusun empat jenis strategi utama yang saling melengkapi dan mendukung satu sama lain. Berikut adalah penjelasan disetiap strategi yang dapat dikembangkan di Kecamatan Sitinjo.

a) Strategi S-O

Strategi ini menggunakan kekuatan untuk memanfaatkan peluang. Berdasarkan hasil analisis diperoleh strategi S-O. Hasil strategi S-O yang diketahui yaitu:

1. Mengoptimalkan inovasi dan adaptasi pekebun yakni memanfaatkan perilaku pekebun yang adaptif dan inovatif dalam budidaya kopi arabika dengan dukungan kebijakan pemerintah untuk meningkatkan mutu dan hasil panen (S1, O2). Pekebun di Kecamatan Sitinjo rata-rata memiliki nilai perilaku dengan kriteria tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa pekebun kopi arabika di Kecamatan Sitinjo memiliki kesadaran akan pentingnya budidaya kopi arabika secara GAP. Dengan adanya program pelatihan teknis budidaya kopi arabika untuk pekebun kopi arabika semakin meningkatkan perilaku pekebun terhadap budidaya kopi arabika secara GAP. Selain itu, program Surat Tanda Daftar Budidaya (STDB) juga membantu pekebun dalam memiliki hak legalitas kebun/lahan kopi yang terdaftar secara resmi. STDB ini juga memiliki benefit lain seperti meningkatkan harga jual dan kualitas dari hasil panen kopi arabika yang dimiliki oleh pekebun kopi arabika yang telah terdaftar sebagai pekebun STDB.
2. Meningkatkan produktivitas pekebun usia produktif dengan mengarahkan tenaga kerja usia produktif dalam budidaya kopi agar lebih maksimal, sambil mengambil manfaat dari tingginya harga jual gabah kopi (S2, O1). Pekebun di Kecamatan Sitinjo banyak berusia produktif, hal ini dapat memanfaatkan kegiatan budidaya kopi arabika secara lebih maksimal dan optimal. Sehingga bisa menghasilkan harga jual gabah dan dapat meningkatkan daya saing yang tinggi.
3. Memanfaatkan pengalaman bertani dengan dukungan pemerintah yaitu menggabungkan pengalaman pekebun yang cukup lama menanam kopi arabika dengan program pemerintah yang mendukung untuk meningkatkan efisiensi budidaya dan pemasaran (S3, O2). Dengan pengalaman pekebun kopi arabika yang cukup berpengalaman dengan di dukung program dari pemerintah yakni pelatihan teknis kopi secara GAP, meningkatkan efisiensi budidaya yang didukung oleh teknologi modern. Sehingga membuka akses pasar kopi arabika yang lebih luas.
4. Optimalisasi lahan yang tersedia dan sesuai yaitu dengan meningkatkan pemanfaatan lahan yang mendukung pertumbuhan kopi arabika dengan fokus yang lebih kuat dan

program pemerintah yang menunjang perluasan dan pemeliharaan lahan (S4, S5, O2). Kecamatan Sitinjo memiliki lahan yang cocok untuk pertumbuhan kopi arabika, namun pemanfaatannya belum maksimal. Lahan yang ada harus dimanfaatkan dengan lebih baik melalui program perluasan dan pemeliharaan yang didukung pemerintah. Pemerintah dapat membantu dengan menyediakan sarana prasarana seperti jalan akses ke kebun, BPP, alsintan dan kios pupuk. Dengan pemanfaatan lahan yang optimal, produksi kopi arabika akan meningkat dan kualitasnya akan tetap terjaga.

b) Strategi S-T

Strategi ini menggunakan kekuatan untuk meminimalkan dan mengatasi ancaman. Berdasarkan hasil analisis diperoleh strategi S-T yaitu:

1. Memperkuat inovasi dalam budidaya kopi arabika untuk menghadapi persaingan antar daerah, dengan memanfaatkan kemampuan adaptif dan kreativitas pekebun (S1, T1). Kemampuan adaptif pekebun kopi arabika menjadi modal utama dalam mengembangkan teknik budidaya yang inovatif dan efisien sehingga mampu menghasilkan produk kopi arabika berkualitas tinggi dan berdaya saing dan mengurangi persaingan yang ada di Kecamatan Sitinjo yakni dengan Aceh Gayu dan Mandailing.
2. Mengangkat pengalaman bertani pekebun sebagai nilai tambah dalam menjaga kualitas kopi lokal agar tetap kompetitif di pasar nasional dan internasional (S3, T1). Dengan pengalaman bertani pekebun kopi arabika yang cukup berpengalaman dalam budidaya secara tradisional serta didukung oleh teknologi yang tersedia menghasilkan karakteristik cita rasa yang khas dari kopi arabika di Kecamatan Sitinjo. Sehingga mengurangi pasar persaingan yang terjadi.
3. Memaksimalkan penggunaan lahan yang sesuai dan sarana pendukung untuk melakukan pengendalian dini terhadap hama dan penyakit tanaman kopi (S4, S5, T2). Pemanfaatan lahan yang tepat sesuai karakteristik pertumbuhan Kopi Arabika, didukung infrastruktur yang memadai, akan menciptakan lingkungan budidaya yang kondusif dan mengurangi risiko serangan hama dan penyakit. Penerapan sistem pengendalian hama dan penyakit secara terpadu akan meningkatkan efektivitas pencegahan dan menjamin keberlanjutan produksi.
4. Meningkatkan peran tenaga kerja usia produktif dalam kegiatan pengamatan dan perawatan tanaman secara rutin untuk mencegah serangan hama dan penyakit (S2, T2). Pemberdayaan tenaga kerja produktif melalui program pelatihan dalam teknik

pengamatan dini dan identifikasi gejala serangan akan meningkatkan efektivitas sistem pengendalian dan mengurangi kerugian akibat gangguan organisme pengganggu tanaman.

c) Strategi W-O

Strategi ini meminimalisir kelemahan untuk merebut peluang. Berdasarkan strategi W-O yaitu:

1. Peningkatan pendidikan dan pelatihan pekebun dengan menggunakan kebijakan pemerintah untuk menyediakan pendidikan formal serta pelatihan teknis agar pekebun lebih memahami teknik budidaya kopi yang modern (W1, O2). Program pendidikan dan pelatihan ini bertujuan agar pekebun dapat memahami dan menerapkan teknik budidaya kopi modern yang lebih efisien dan produktif. Pelatihan ini akan meningkatkan kapasitas pekebun dalam menghadapi tantangan budidaya yang semakin kompleks serta tuntutan pasar yang terus berkembang.
2. Mendukung akses dan perluasan lahan dengan mengatasi keterbatasan lahan melalui program pemerintah yang memungkinkan optimalisasi atau pembukaan lahan baru untuk meningkatkan kapasitas produktivitas (W2, O2). Program pemerintah yang memungkinkan optimalisasi penggunaan lahan yang ada atau pembukaan lahan baru akan meningkatkan kapasitas produktivitas secara signifikan. Perluasan akses lahan ini harus didukung dengan, konservasi lahan, dan pembangunan infrastruktur pendukung untuk memastikan keberlanjutan produksi dan kelestarian lingkungan.
3. Peningkatan pengetahuan tentang bibit unggul dengan menyelenggarakan penyuluhan dan pelatihan tentang bibit kopi arabika yang berkualitas tinggi agar hasil panen lebih optimal (W3, O2). Program penyuluhan yang intensif dan berkelanjutan akan memberikan pemahaman yang mendalam kepada pekebun tentang karakteristik, keunggulan, dan teknik budidaya bibit unggul yang sesuai dengan Kecamatan Sitinjo. Penggunaan bibit unggul yang didukung dengan penerapan teknik budidaya yang tepat akan meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil panen secara optimal.
4. Perluasan akses informasi harga pasar dengan memanfaatkan program digitalisasi atau penyuluhan pemerintah untuk memperluas akses pekebun terhadap informasi harga pasar secara akurat (W4, O2). Ketersediaan informasi harga yang tepat waktu dan akurat akan membantu pekebun dalam mengambil keputusan yang tepat terkait waktu panen, strategi pemasaran, dan penetapan harga jual yang menguntungkan. Sistem

informasi pasar yang terintegrasi akan memperkuat posisi tawar pekebun dan meningkatkan efisiensi rantai pemasaran kopi arabika.

d) Strategi W-T

Strategi ini meminimalisir kelemahan untuk mengatasi ancaman. Berdasarkan strategi W-T bahwa yaitu:

1. Mengadakan pelatihan dan penyuluhan teknis tentang pengendalian hama dan penyakit kopi bagi pekebun yang masih memiliki tingkat pendidikan formal rendah (W1, T2). Upaya ini tidak hanya meningkatkan pengetahuan dasar pekebun, tetapi juga memberi mereka bekal keterampilan praktis untuk menjaga keberlangsungan produksi serta mutu hasil panen di tengah risiko serangan organisme pengganggu tanaman.
2. Mensosialisasikan bibit kopi yang tahan terhadap hama dan penyakit melalui bantuan dinas pertanian dan dukungan kebijakan pemerintah (W3, T2). Strategi ini diharapkan mampu meningkatkan kualitas biji kopi arabika Sitinjo dan memperluas jangkauan pasar. Penyebaran bibit unggul secara berkelanjutan juga akan berdampak langsung pada peningkatan volume produksi, sekaligus memperkuat daya saing produk lokal terhadap sentra kopi dari daerah lain.
3. Menyelenggarakan pelatihan pemasaran bagi pekebun agar mampu menghadapi persaingan antar daerah dengan strategi promosi dan diferensiasi produk yang tepat (W4, T1). Hal ini penting agar kopi Sitinjo tidak hanya dikenal sebagai komoditas lokal, tetapi juga memiliki identitas merek yang kuat di pasar nasional. Melalui pelatihan tersebut, pekebun dapat memahami teknik branding, serta pemanfaatan media daring untuk memasarkan kopi secara efektif dan menjangkau pasar yang lebih luas.
4. Memberikan pendampingan teknis kepada pekebun yang memiliki lahan terbatas agar tetap dapat mencapai produktivitas yang optimal di tengah persaingan (W2, T1). Penerapan teknik budidaya yang efisien, seperti pemangkasan terarah, pemupukan sesuai kebutuhan tanaman, dan pemanfaatan bibit unggul, dapat membantu pekebun mengoptimalkan potensi lahan yang terbatas.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Faktor-faktor internal dalam pengkajian ini adalah perilaku pekebun, umur, pendidikan, luas lahan, pengalaman bertani, penggunaan bibit unggul, sarana dan

prasarana, serta kesesuaian lahan. Sedangkan faktor eksternal dalam pengkajian ini adalah harga jual, persaingan dengan daerah lain, kebijakan pemerintah, dan serangan hama penyakit. Untuk faktor internal yang menjadi kekuatan adalah perilaku, umur, pengalaman bertani, sarana dan prasarana, dan kesesuaian lahan. Dan faktor internal yang menjadi kelemahan adalah tingkat pendidikan, luas lahan, penggunaan bibit unggul. Sedangkan faktor eksternal yang menjadi peluang adalah harga jual, dan kebijakan pemerintah, lalu faktor eksternal yang menjadi yang menjadi ancaman adalah persaingan dengan daerah lain, dan serangan hama penyakit.

2. Strategi utama dalam pengembangan sentra kopi arabika di wilayah pengkajian adalah strategi SO yakni, mengoptimalkan inovasi dan adaptasi pekebun yakni memanfaatkan perilaku pekebun yang adaptif dan inovatif dalam budidaya kopi arabika dengan dukungan kebijakan pemerintah untuk meningkatkan mutu dan hasil panen (S1, O2). Pekebun di Kecamatan Sitinjo rata-rata memiliki nilai perilaku dengan kriteria tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa pekebun kopi arabika di Kecamatan Sitinjo memiliki kesadaran akan pentingnya budidaya kopi arabika secara GAP. Dengan adanya program pelatihan teknis budidaya kopi arabika untuk pekebun kopi arabika semakin meningkatkan perilaku pekebun terhadap budidaya kopi arabika secara GAP. Selain itu, program Surat Tanda Daftar Budidaya (STDB) juga membantu pekebun dalam memiliki hak legalitas kebun/lahan kopi yang terdaftar secara resmi. STDB ini juga memiliki benefit lain seperti meningkatkan harga jual dan kualitas dari hasil panen kopi arabika yang dimiliki oleh pekebun kopi arabika yang telah terdaftar sebagai pekebun STDB.

Saran

1. Kepada pekebun dalam dapat melanjutkan dan meneruskan tahap budidaya kopi arabika sesuai GAP.
2. Kepada pemerintah dapat mengoptimalkan pelayanan secara efektif dan berkelanjutan kepada pekebun dengan memberi bantuan dan kebijakan dalam kegiatan budidaya kopi arabika.
3. Kepada pengkaji selanjutnya agar dapat mengkaji analisis SWOT secara mendalam pada subkomponen tertentu, seperti pengolahan pascapanen kopi arabika, pemasaran, serta kelembagaan petani.

DAFTAR PUSTAKA

- Adinandra, R., & Pujianto, T. (2020). *ANALISIS SISTEM PRODUKSI KOPI MENGGUNAKAN GOOD AGRICULTURE PRACTICES*. 4, 288–297.
- Asuntha, M., Watu, K., Neto Wuli, R., & Puspita, V. A. (2024). *Strategi Peningkatan Produktivitas Tanaman Kopi Arabika Di Desa Beiwali Kecamatan Bajawa Kabupaten Ngada*. 3, 112–121.
- BPS, Kabupaten, & Dairi. (2024). *Kecamatan Sitinjo Dalam Angka*. 09.
- BPS, Provinsi, Sumatera, & Utara. (2021). *BPS Provinsi Sumatera Utara*. 4(2), 1000000.
- Debora, H., & Wicaksono, K. P. (2020). *Uji Komposisi Penggunaan Media Tanam terhadap Pembibitan Tanaman Kopi (Coffea arabica)*. 8(1), 16–22.
- Ginting, A. P., Lubis, S. N., & Chalil, D. (2023). Strategi Pengembangan Ekspor Kopi Arabika di Sumatera Utara, Indonesia. *Agro Bali : Agricultural Journal*, 6(1), 188–200. <https://doi.org/10.37637/ab.v6i1.943>.
- Ghufron Rosyady, M., Wulanjari, D., Alit Farisi, O., Burhanuddin Irsyadi, M., & Anom Wijaya, K. (2024). Good Agriculture Practices (GAP) Tanaman Kopi Menghasilkan Tahun 1 dan 2. *Literasi Jurnal Pengabdian Masyarakat Dan Inovasi*, 4(2), 96–101. <https://doi.org/10.58466/literasi.v4i2.1473>
- Ihsanuddin, M. L. (2023). *POTENSI PENINGKATAN KESEJATERAAN PETANI KOPI MUSIM KECAMATAN SITINJO KABUPATEN DAIRI MELALUI BUDIDAYA KOPI*. 2(1), 12–23.
- Lumbanraja, P. L., & Rossevelt, F. A. (2024). Strategi Dinas Pertanian Kabupaten Dairi dalam Meningkatkan Produksi Kopi Arabika (Studi di Kecamatan Sidikalang Kabupaten Dairi). *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 4(6), 632–643.
- Sasmitasari, & Zahrosa, D. B. (2023). *KARAKTERISTIK PETANI DALAM MENDUKUNG OPTIMALISASI PENGEMBANGAN LAHAN MARGINAL DI KABUPATEN SITUBONDO*. 21(September), 191–198.
- Siadari, U., Jamhari, J., & Masyhuri, M. (2020). Strategi Pengembangan Agribisnis Kopi Arabika di Kabupaten Simalungun. *Jurnal Kawistara*, 10(1), 32. <https://doi.org/10.22146/kawistara.41703>
- Syifa, S. N., Ramadhina, M. A., Amelia, & Sastrawan, U. (2025). *Studi Literatur : Penerapan dan Kendala Good Agricultural Practices (GAP) dalam Produksi Tanaman Kopi*. 2(3), 378–386.

Sistemactical Review: Penerapan Intercropping di Perkebunan Kelapa Sawit

Pretty Luci Lumbanraja¹, Penny Chariti Lumbanraja²

¹PT. Riset Perkebunan Nusantara (Holding PT. Perkebunan Nusantara III)

²Dinas Koperasi, Perdagangan dan Perindustrian Kabupaten Asahan

Email: prettylucilr@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini merupakan studi tinjauan sistematis (*systematical review*) mengenai penerapan intercropping pada perkebunan kelapa sawit di Indonesia. Kondisi masa tanaman belum menghasilkan (TBM) yang menyebabkan lahan sawit belum produktif dan petani kehilangan pendapatan utama. Intercropping sebagai solusi untuk meningkatkan produktivitas lahan, memperbaiki kesuburan tanah, sekaligus memberikan tambahan pendapatan bagi petani. Metode penelitian pendekatan SALSA (Search, Appraisal, Synthesis, and Analysis) dan PRISMA dalam pemilihan literatur. Sebanyak 51 publikasi yang diterbitkan periode 2019–2025 dianalisis untuk mendapatkan gambaran implementasi intercropping pada perkebunan sawit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Provinsi Riau merupakan wilayah dengan penerapan intercropping terbanyak, terutama dengan tanaman sela seperti jagung, kedelai, dan singkong pada areal kelapa sawit TBM. Analisis bibliometrik menghasilkan 29 kluster penelitian yang terbagi dalam tiga tema besar, yaitu aspek agronomis dan ekologi, aspek ekonomi dan sosial petani, serta aspek lingkungan dan keberlanjutan. Kesimpulan penelitian ini bahwa intercropping pada perkebunan kelapa sawit tidak hanya berdampak positif terhadap produktivitas dan konservasi tanah, tetapi juga berkontribusi pada kesejahteraan petani dan tujuan pembangunan berkelanjutan. Namun, riset yang belum sepenuhnya terintegrasi antara dimensi teknis, sosial, ekonomi, dan kebijakan. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lanjutan dengan pendekatan yang lebih komprehensif serta dukungan kebijakan yang inklusif agar intercropping dapat menjadi strategi utama dalam pengembangan perkebunan kelapa sawit berkelanjutan di Indonesia.

Kata Kunci: *Intercropping*, Kelapa sawit, Tanaman belum menghasilkan, Produktivitas lahan

Abstract

This study is a systematic review of the application of intercropping in oil palm plantations in Indonesia. The immature plant period (TBM) causes oil palm land to be unproductive and farmers lose their main income. Intercropping is a solution to increase land productivity, improve soil fertility, and provide additional income for farmers. The research method used is the SALSA (Search, Appraisal, Synthesis, and Analysis) and PRISMA approaches in selecting literature. A total of 51 publications published in the 2019–2025 period were analyzed to obtain an overview of the implementation of intercropping in oil palm plantations. The results show that Riau Province is the region with the most intercropping applications, especially with intercrops such as corn, soybeans, and cassava in TBM oil palm areas. Bibliometric analysis resulted in 29 research clusters divided into three major themes, namely agronomic and ecological aspects, economic and social aspects of farmers, and environmental and sustainability aspects. The conclusion of this study is that intercropping in oil palm plantations not only has a positive impact on productivity and soil conservation, but also contributes to farmer welfare and sustainable development goals. However, research has not fully integrated technical, social, economic and policy dimensions. Therefore, further research with a more comprehensive approach and inclusive policy support is needed so that intercropping can become a primary strategy for developing sustainable oil palm plantations in Indonesia.

Keywords: *Intercropping, Oil palm, Immature plants, Land productivity*

PENDAHULUAN

Luas areal sawit Indonesia yang sangat besar, sebagian besar dikelola oleh perkebunan rakyat. Dengan bergulirnya waktu dalam pengembangan kelapa sawit rakyat tersebut, beberapa wilayah akan memasuki ambang ekonomis sehingga harus dilakukan peremajaan tanaman kelapa sawit atau replanting (Kurniasih *et al.*, 2021). Jika kebun kelapa sawit petani diremajakan (*replanting*) para petani kelapa sawit akan kehilangan pendapatan utamanya selama tanaman belum menghasilkan (TBM). Kemudian, pada masa TBM ($\pm 3-4$ tahun) pun, lahan sawit cenderung belum produktif menghasilkan tandan buah segar (TBS).

Umumnya lahan dibiarkan kosong atau hanya ditanami tanaman penutup tanah, sehingga berpotensi menyebabkan penurunan kesuburan tanah. Areal *replanting* tanaman kelapa sawit yang terbuka akan membuat tanah menjadi kering, padat dan akan mudah tercuci sehingga akan menjadi kurang subur. Oleh karena itu diperlukan upaya konservasi tanah. Pola tanam tumpang sari dapat dijadikan alternatif untuk melakukan konservasi tanah pada areal *replanting* kelapa sawit (Rochmah *et al.*, 2020).

Pada fase TBM (0-3 tahun) perkembangan kanopi dan akar tanaman masih belum mencapai fase optimal, sehingga terdapat peluang yang cukup besar untuk memanfaatkan *space* lahan terbuka untuk penanaman tanaman sela dengan kondisi intersepsi cahaya matahari yang cukup dan minim kompetisi hara. Dengan memperhatikan hal tersebut maka penanaman tanaman sela/semusim pada tanaman kelapa sawit umur 0-1 tahun dapat dilakukan dengan luas areal hingga 50-80%, umur 1-2 tahun sebesar 35-50%, dan umur 2-3 tahun sebesar 15-35% pada jarak tanaman normal (Nasution *et al.*, 2022).

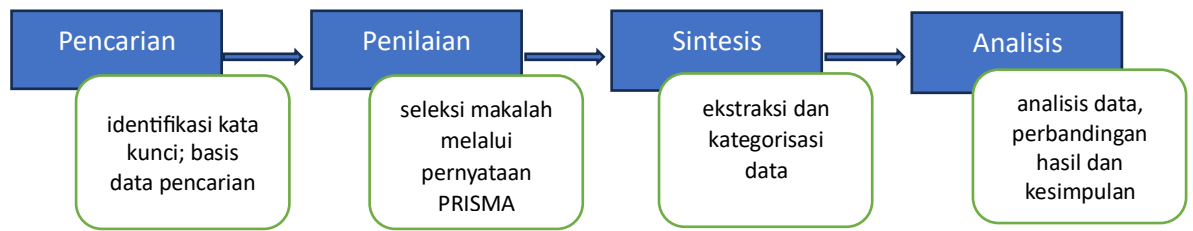
Namun, secara keseluruhan, kendala di lapangan berupa masalah teknis dalam budidaya, pengelolaan hara, biaya tinggi, dan aspek pemasaran serta pengetahuan petani menjadi penyebab utama mengapa penerapan intercropping di perkebunan kelapa sawit Indonesia masih belum banyak dilakukan secara luas. Hal ini diuraikan sebagai berikut: kesulitan dalam penanganan panen dan pemasaran hasil intercropping yang melimpah pada saat panen, sehingga menjadi kendala bagi pengusahanya; kompetisi hara (nutrisi) seperti defisiensi nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) yang dapat terjadi pada tanaman kelapa sawit terutama pada fase tanaman belum menghasilkan (TBM) saat dilakukan sistem tumpang sari dengan tanaman sela (Harahap *et al.*, 2017); ketidaktahuan sebagian petani tentang cara peremajaan dan penggunaan intercropping yang paling efektif dan efisien, baik dari segi biaya, tenaga kerja, maupun waktu (Manurung *et al.*, 2015); biaya operasional

dan investasi yang relatif tinggi dalam peremajaan kelapa sawit dengan sistem intercropping (Panggabean *et al.*, 2023); sistem peremajaan dengan *intercropping* masih memiliki nilai keuntungan (Net B/C dan IRR) yang lebih kecil dibandingkan sistem peremajaan lain seperti tanam ulang total (Hutabarat *et al.*, 2024); pelaksanaan peremajaan model intercropping cukup sulit terutama bagi petani kecil karena perawatan tanaman kelapa sawit dan tanaman sela yang tidak homogen, serta penumbangan yang harus dilakukan dua kali (Manurung *et al.*, 2015).

METODE PENELITIAN

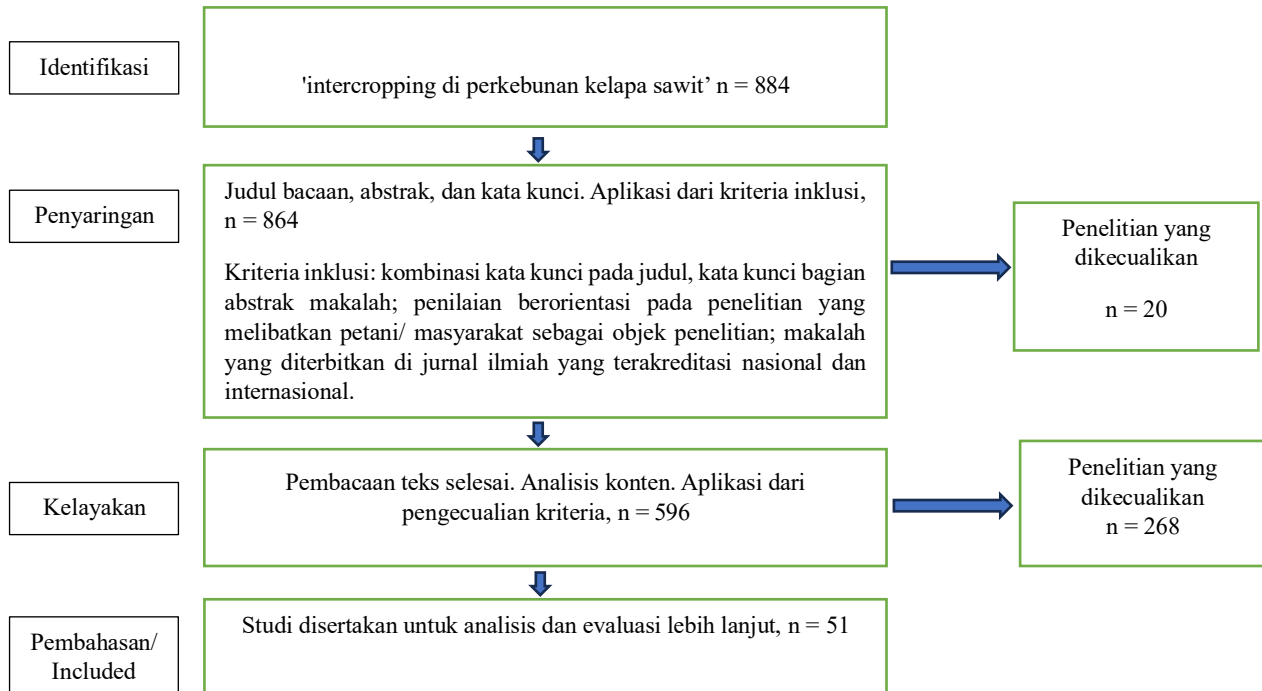
Jenis penelitian ini merupakan penelitian yang menggunakan literatur dari penelitian yang sudah ada sebelumnya atau literatur review yang berhubungan dengan topik penelitian penerapan intercropping di perkebunan kelapa sawit di Indonesia yang berasal dari sumber terpercaya yaitu jurnal ilmiah. Metode studi literatur merupakan rangkaian kegiatan yang berkaitan dengan pengumpulan data perpustakaan, membaca dan membuat catatan, serta mengolah bahan penelitian. Jenis penulisan yang digunakan adalah studi literatur review yang berfokus pada hasil penulisan yang berkaitan dengan topik atau variabel penulisan. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari hasil penelitian yang telah dilakukan peneliti terdahulu. Sumber data sekunder yang didapat berupa jurnal yang relevan dengan topik dilakukan dengan menggunakan *google scholar* dengan menggunakan kata kunci yang sesuai dengan masalah penelitian. Pengumpulan data dilakukan berdasarkan penyaringan jurnal yang masuk kriteria peneliti seperti; terakreditasi nasional, tahun publikasi 7 tahun terakhir (2019-2025) dan melakukan penilaian terhadap jurnal/prosiding/seminar nasional dari abstrak apakah berdasarkan tujuan penelitian (Lumbanraja & Lumbanraja, 2023).

Kerangka SALSA digunakan untuk pencarian literatur dan analisis untuk meminimalkan subyektivitas. Literatur ilmiah menunjukkan metodologi SALSA sebagai salah satu yang terbaik alat untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensistematisasikan literatur, yang menjamin presisi dan kelengkapan metodologi. Selanjutnya pernyataan PRISMA pun disusun untuk menjamin konsistensi dan kelengkapan proses penelitian. PRISMA juga memastikan bahwa penelitian tersebut akurat dan lengkap. Gambar 1 menunjukkan kerangka kerja untuk pencarian dan tinjauan literatur sistematis.



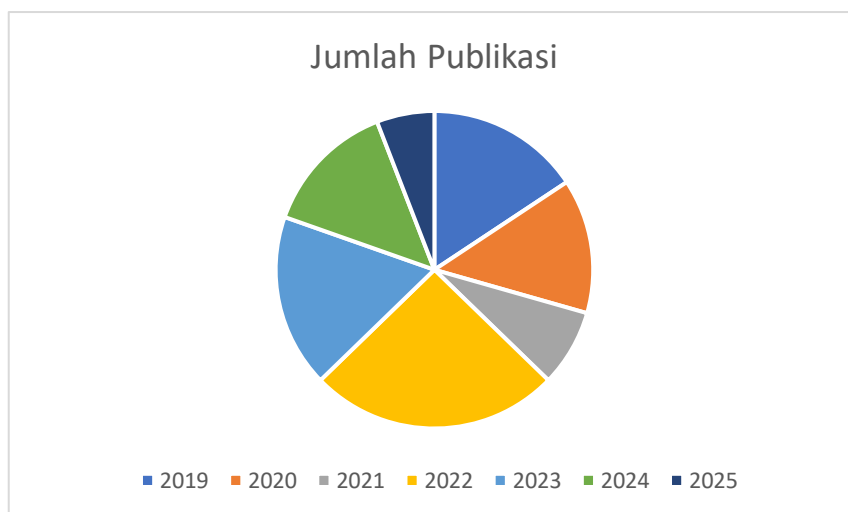
Gambar 1. Kerangka SALSA untuk pencarian dan tinjauan literatur sistematis

Fase pertama dari teknik SALSA adalah pencarian; pencarian literatur dilakukan pada database Google Scholar dengan kombinasi topik: '*Intercropping* di Perkebunan Kelapa Sawit'. Tahap kedua dari SALSA adalah penilaian dengan menggunakan PRISMA. Teknik ini digunakan untuk pemilihan makalah yang diikuti. Publikasi ini disertakan untuk analisis lebih lanjut jika memenuhi kriteria inklusi. Kriteria inklusi adalah sebagai berikut: kombinasi kata kunci pada judul, kata kunci bagian, atau abstrak makalah; penilaian berorientasi pada penelitian yang melibatkan masyarakat sebagai objek penelitian; makalah yang diterbitkan di jurnal ilmiah yang terakreditasi sinta; dan makalahnya diterbitkan di bidang ekonomi, sosial, hingga pengabdian masyarakat, yang membahas indikator-indikator dari tujuan pembangunan berkelanjutan. Kriteria eksklusi adalah sebagai berikut: review jurnal; makalah prosiding konferensi; bukan merupakan hasil sitasi; ditulis dalam bahasa Inggris dan bahasa Indonesia; *intercropping* yang dilakukan di perkebunan kelapa sawit Indonesia. Pada Gambar 2 menunjukkan langkah PRISMA untuk tahap penilaian.



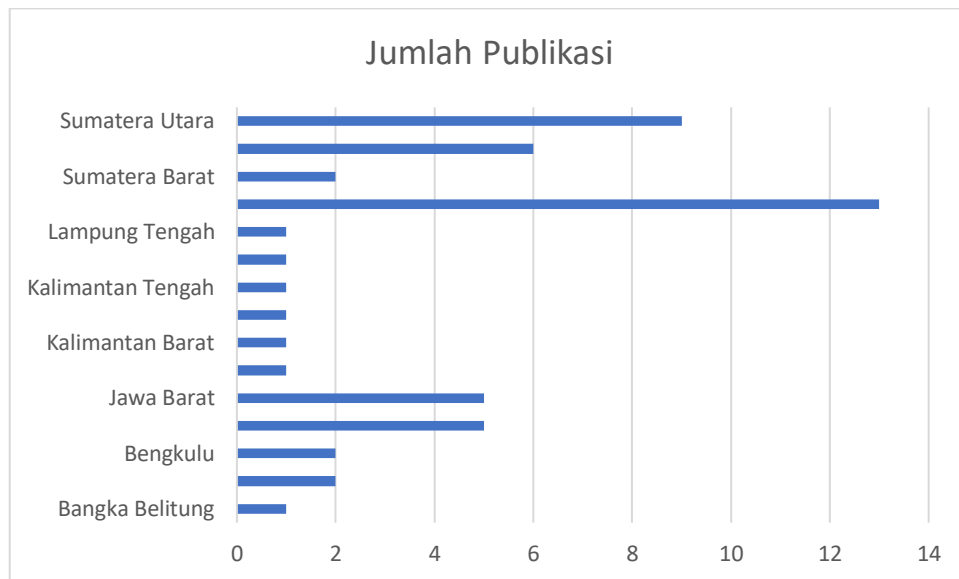
Gambar 2. Langkah-langkah PRISMA untuk tahap penilaian.

Kumpulan indikator yang teridentifikasi ditemukan dalam artikel jurnal yang diterbitkan dari tahun 2019 hingga tahun 2025. Dari 51 publikasi yang dianalisis, sebanyak 8 publikasi diterbitkan tahun 2019 (15,7%); 7 publikasi tahun 2020 (13,7%); 4 publikasi tahun 2021 (7,8%); 13 publikasi tahun 2022 (25,4%); 9 publikasi tahun 2023 (17,7%); 7 publikasi tahun 2024 (13,7%); dan 3 publikasi tahun 2025 (5,9%).

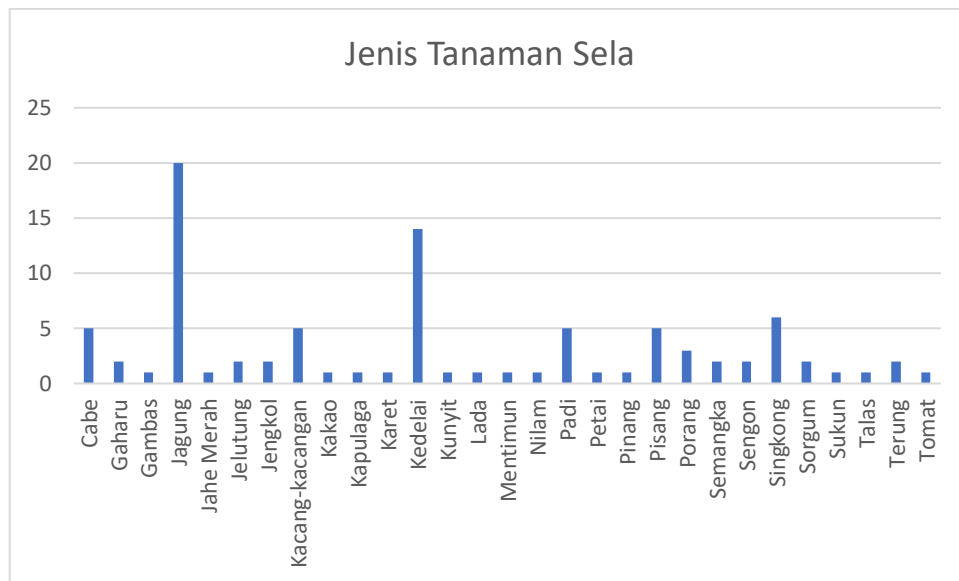


Gambar 3. Tahun dan jumlah penelitian yang diterbitkan pada tahun 2019–2025

Dari identifikasi yang dilakukan pada 51 jurnal diperoleh sebanyak 1 penelitian intercropping diterapkan pada provinsi Bangka Belitung; 2 penelitian dilakukan pada Banten; 2 penelitian dilakukan pada Bengkulu; 5 penelitian dilakukan pada Jambi; 5 penelitian dilakukan pada Jawa Barat; 1 penelitian dilakukan pada Jawa Timur; 1 penelitian dilakukan pada Kalimantan Barat; 1 penelitian dilakukan Kalimantan Selatan; 1 penelitian dilakukan pada Kalimantan Tengah; 1 penelitian dilakukan di Kepulauan Bangka Belitung; 1 penelitian dilakukan di Lampung Tengah; 13 penelitian dilakukan di Riau; 2 penelitian dilakukan di Sumatera Barat; 6 penelitian dilakukan di Sumatera Selatan; 9 penelitian dilakukan di Sumatera Utara.

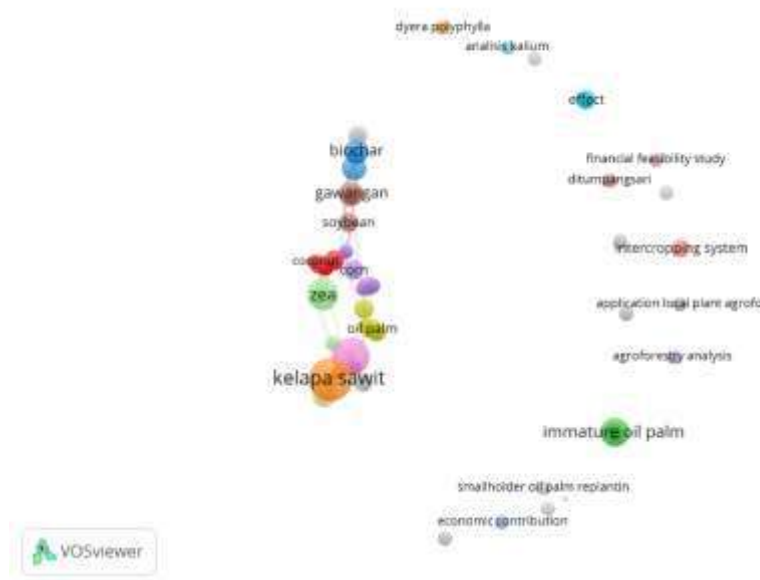


Gambar 4. Provinsi diterapkannya pola *intercropping* pada perkebunan kelapa sawit



Gambar 5. Jenis pengembangan pola *intercropping* pada perkebunan kelapa sawit

Dari Gambar 5 di atas, menunjukkan bahwa jenis tanaman sela yang paling banyak diterapkan pada pola *intercropping* adalah jagung, kemudian kedelai diikuti singkong. Berdasarkan penelitian Harahap *et al.*, (2017) menyatakan bahwa beberapa jenis tanaman dapat ditanam di gawangan kelapa sawit belum menghasilkan, yaitu jagung, kedelai, kacang tanah, jahe, nenas, pepaya, pisang, cabai, kentang manis, tebu, dan jenis tanaman lainnya. Namun hal ini harus memenuhi kriteria yaitu: tidak menjadi kompetitif terhadap tanaman kelapa sawit; sistem perakaran berbeda dengan kelapa sawit, sehingga tidak bersaing dalam penyerapan hara dan air; populasi kelapa sawit tidak berkurang karena penanaman tanaman sela, bukan merupakan tanaman yang memiliki peluang terserang hama dan penyakitnya sama dengan kelapa sawit; pengelolaan budidayanya tidak rumit (sederhana), bernilai ekonomis dan menguntungkan; memiliki permintaan pasar yang baik, terutama pada pasar wilayah lokal.



Gambar 6. *Network visualization*

Pada Gambar 6 menunjukkan bahwa berdasarkan kata kunci (co-word), pembangunan berkelanjutan perkebunan kelapa sawit yang sudah diimplementasikan selama kurun waktu tersebut membentuk 29 kluster.

Kluster 1: terdiri dari 13 items yaitu *coconut, diversity, dominance, dryland, ecology study, implementation techno, intercropping corn, land use efficiency, leguminous crops, population, productivity increase, weed biology, weed growth*.

Kluster 2: terdiri dari 12 items yaitu *alley cropping, banana plant development, chili pepper cultivation, cropping system, development stage, growth characteristics, immature oil palm, impact, management practices, mono, spacing, sustainability index*.

Kluster 3: terdiri dari 11 items yaitu *agarwood, biochar, growth, intercropping, interspace oil palm, midrib tip, palm oil plantations, porang plant, providing, soil chemical property, types*.

Kluster 4: terdiri dari 10 items yaitu *agronomic asesment, canopy microclimate modification, oil palm, plantation, reflective mulch, role, soybean growth, soybean oil palm intercropping system, spice plant, understorey crop*.

Kluster 5: terdiri dari 10 items yaitu *cattle, corn, corn intercropped, dry land, ecological integration, legumes, management, performance, population proportion, weed*.

- Kluster 6: terdiri dari 9 items yaitu *arthropod biodiversity*, *banana*, *cassava*, *effect*, *establishment intercropping*, *maize*, *oil palm performance*, *oil palm replanting*, *watermelon*.
- Kluster 7: terdiri dari 9 items yaitu *areca catechu l*, *cocos nucifera l*, kelapa sawit, nisbah kesetaraan lahan polikultur pinang, *opportunity*, perkebunan kelapa sawit rakyat, sawit dan tingkat kesejahteraan petani, sistem, tanaman agroforestri.
- Kluster 8: terdiri dari 8 items yaitu gawangan, *palm oil fronds tip*, pemanfaatan lahan kosong, *soybean*, tingkat umur kelapa sawit, ujung pelepah kelapa sawit, *variety*, *yield*.
- Kluster 9: terdiri dari 6 items yaitu *aquilaria malacensis*, *elaeis guineensis jacq*, *palm oil agroforetrial system*, *palm oil monoculture system*, *physical property*, *soil*.
- Kluster 10: terdiri dari 6 items yaitu *co2 emission*, *immature oil palm growth*, *intercropping system*, *oil palm field*, *peatland*, *response*.
- Kluster 11: terdiri dari 6 items yaitu *arachis hypogaea l*, efek pertumbuhan tanaman jagung, optimasi lahan *replanting* kelapa sawit, penanaman jagung, sistem tumpang sari jagung, *zea*.
- Kluster 12: terdiri dari 5 items yaitu *economic contribution*, *identification*, *income*, *intercrops*, *oil palm farmers*.
- Kluster 13: terdiri dari 5 items yaitu analisis usaha tani tumpang sari hortikultura pada fase tanaman kelapa sawit belum menghasilkan, hortikultura sebagai tanaman sela pada areal tanaman belum menghasilkan, studi analisis usaha tani, tanaman serealium, *tbm*.
- Kluster 14: terdiri dari 4 items yaitu *agroforestry analysis*, *economic impacts*, *environmental*, *mixed oil palm*.
- Kluster 15: terdiri dari 3 items yaitu analisis kalium, kcl untuk optimalisasi, perkebunan kelapa sawit dalam budidaya tanaman pangan.
- Kluster 16: terdiri dari 3 items yaitu *dyera polyphylla*, *elaeis quineensis jacq*, polikultur tanaman kelapa sawit.
- Kluster 17: terdiri dari 3 items yaitu ditumpang sari, *hevea brasiliensis*, tanaman padi.
- Kluster 18: terdiri dari 3 items yaitu *financial feasibility study*, *implementation*, *independent palm oil plantation*.

Kluster 19: terdiri dari 3 items yaitu *environmental gain, multifunctional land equivalent ratio*.

Kluster 20: terdiri dari 3 items yaitu petani, potensi, sawit.

Kluster 21: terdiri dari 3 items yaitu budidaya kedelai naungan, sumatera utara, tanaman kelapa sawit.

Kluster 22: terdiri dari 2 items yaitu *application local plant agroforestry, peatlands*.

Kluster 23: terdiri dari 2 items yaitu pendapatan usaha tani porang, studi kasus usaha tani.

Kluster 24: terdiri dari 2 items yaitu *smallholder oil palm plantation, technique*.

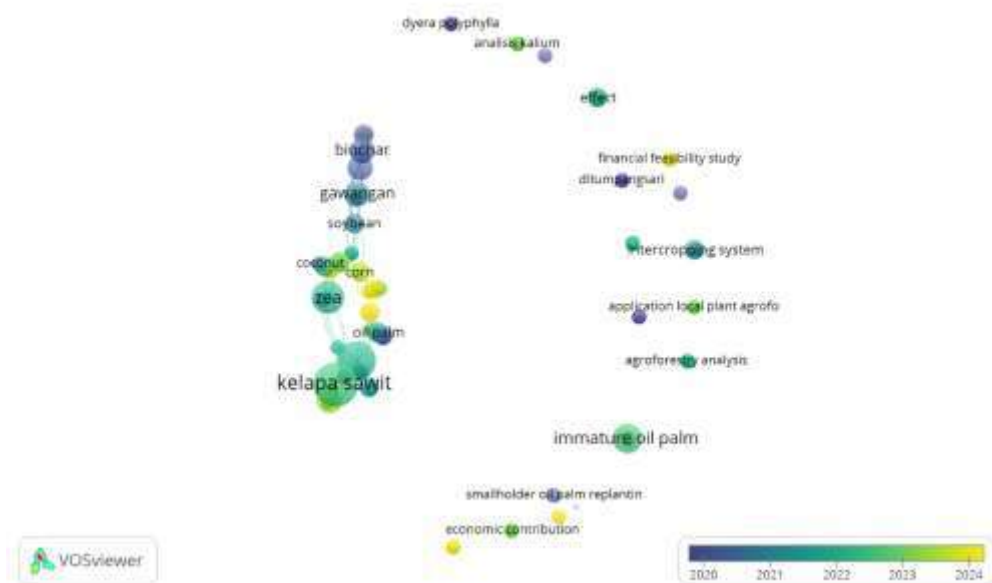
Kluster 25: terdiri dari 1 item yaitu *glycine max*.

Kluster 26: terdiri dari 1 item yaitu jarak tanam.

Kluster 27: terdiri dari 1 item yaitu kontribusi.

Kluster 28: terdiri dari 1 item yaitu *smallholder oil palm replanting area*.

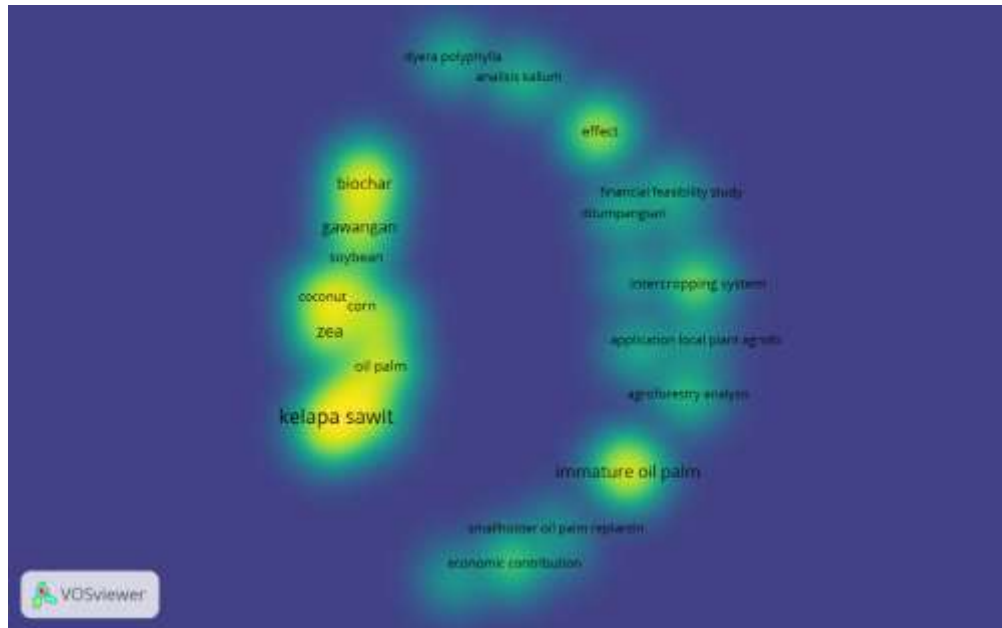
Kluster 29: terdiri dari 1 item yaitu tarif pupuk urea dan varietas kedelai.



Gambar 7. Overlay Visualization

Selanjutnya dilakukan overlay visualization pada vos viewer terdapat di Gambar 7 dimana jumlah link tertinggi banyak membahas topik *elaeis guineensis jacq* memiliki 17 link (di kluster 9) begitu juga kelapa sawit (15 link di kulster 7); growth (15 link kluster 3);

biochar (11 link di kluster 3); soybean (10 link di kulster 8); oil palm (9 link di kluster 4); dan gawangan (8 link di kluster 8).



Gambar 8. *Density visualization*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan Gambar 4 menunjukkan bahwa provinsi Riau menjadi lokasi yang terbanyak diterapkannya pola *intercropping* di perkebunan kelapa sawit. menurut penelitian Nasution *et al.* (2022) menyatakan bahwa penerapan tumpang sari di Riau juga terbukti meningkatkan produktivitas lahan secara optimal dengan memanfaatkan ruang kosong antarbarisan tanaman sawit. Tanaman leguminosa seperti kedelai yang digunakan dapat memperbaiki kesuburan tanah dengan mengikat nitrogen, sehingga mendukung pertumbuhan kelapa sawit sekaligus menjaga kualitas tanah

Kondisi iklim dan tanah di Riau yang cocok bagi pertumbuhan tanaman sela seperti jahe, cabai, dan sayuran juga menjadi faktor pendukung. Misalnya, jahe di Riau memiliki kualitas tanah yang baik sehingga menghasilkan panen yang lebih baik dan bernilai tinggi, menjadikan pola tumpang sari sangat sesuai untuk diterapkan di wilayah ini (<https://ppid.riau.go.id/>, 2023). Selain aspek ekonomis dan agronomis, terdapat dukungan aktif dari kelompok tani dan kolaborasi dengan perusahaan sawit di Riau yang memfasilitasi adopsi pola tumpang sari, termasuk program peremajaan sawit rakyat dengan sistem tumbang serempak yang dikombinasikan dengan tumpang sari tanaman sela (Ladunni *et al.*, 2025).

Berdasarkan Gambar 5 menunjukkan bahwa jagung, kedelai, dan singkong lebih banyak dijadikan sebagai tanaman sela pada areal kelapa sawit yang berstatus TBM. Penelitian Pratanda *et al.* (2020) menyatakan bahwa areal kelapa sawit TBM memiliki ruang terbuka yang cukup untuk menanam tanaman sela semusim seperti jagung dan kedelai. Penanaman ini memanfaatkan ruang di antara pohon kelapa sawit yang masih kecil sehingga produktivitas lahan dapat dioptimalkan tanpa mengganggu pertumbuhan kelapa sawit.

Tanaman jagung dan kedelai sebagai tanaman sela dapat memberikan tambahan pendapatan bagi petani selama masa kelapa sawit belum berbuah sekaligus merupakan tanaman pangan yang memiliki pasar cukup baik dan memberikan nilai ekonomi tambahan yang membantu kesejahteraan petani. Kedelai yang ditanam di areal kelapa sawit TBM juga bermanfaat bagi kesuburan tanah karena tanaman leguminosa ini dapat mengikat nitrogen, sehingga mendukung pertumbuhan kelapa sawit secara tidak langsung (Harahap *et al.*, 2008). Hanya saja berdasarkan penelitian Agustira *et al.* (2018) menyatakan dari hasil komparasi indikator efisiensi penggunaan lahan, usaha, dan penggunaan modal terhadap komoditi jagung dan kedelai menunjukkan bahwa jagung sebagai tanaman sela pada tanaman kelapa sawit memiliki efisiensi yang lebih baik dibandingkan kedelai.

Dari Gambar 5 menunjukkan bahwa beragam jenis tanaman dapat dijadikan sebagai tanaman sela di lahan kelapa sawit TBM. Penelitian Kurnianingsih *et al.* (2025) menyatakan bahwa mengusahakan tanaman pangan, perkebunan, dan hortikultura sebagai tanaman sela di antara kelapa sawit sangat berpeluang untuk dilakukan. Tanaman kelapa sawit memiliki karakter yang khas, seperti berumur panjang, lingkaran batang dan bentuk tajuk yang relatif tetap, dan pertumbuhan akar yang terkonsentrasi secara vertikal di bawah permukaan tanah. Tanaman sela yang diusahakan di antara kelapa sawit dapat sejenis atau campuran. Tanaman sela campuran antara tanaman semusim dengan semusim, semusim dengan tahunan, atau antara tahunan dengan tahunan, tanaman pangan dengan tanaman perkebunan, tanaman pangan dengan hortikultura, atau tanaman perkebunan dengan hortikultura.

Dari Gambar 6 menunjukkan bahwa jumlah kluster (29) memiliki keragaman topik penelitian dalam intercropping sawit mulai dari aspek teknis budidaya, kesuburan tanah, ekonomi petani, hingga isu lingkungan. Hal ini dilihat pada kluster agronomis & ekologi (misalnya Kluster 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 11, 15, 17, 21, 22, 25, 26, 29) fokus pada aspek *teknis budidaya intercropping*, kesuburan tanah, pertumbuhan tanaman sela (jagung,

kedelai, pisang, porang, hortikultura), serta dampaknya pada sawit TBM. Kluster ekonomi & sosial petani (misalnya Kluster 7, 12, 13, 18, 20, 23, 24, 27, 28) membahas kontribusi ekonomi, kesejahteraan petani sawit rakyat, studi kelayakan usaha tani, serta potensi pendapatan dari tanaman sela. Dan kluster lingkungan & keberlanjutan (misalnya Kluster 9, 14, 16, 19) terkait agroforestry, emisi karbon, fungsi ekosistem, dan perbandingan sistem monokultur vs polikultur sawit.

Dari gambar 7 menunjukkan bahwa temuan bahwa penelitian intercropping sawit sudah berkembang ke berbagai aspek selama tahun 2019 - 2025. Penelitian – penelitian ini bukan hanya soal hasil sawit, tapi juga pendapatan, konservasi, dan mitigasi lingkungan. Namun, sebaran kluster yang masih banyak dan terfragmentasi mengindikasikan riset belum terintegrasi penuh. Terdapat kesenjangan yaitu integrasi penelitian teknis, sosial, kebijakan yang masih kurang. Misalnya, studi tentang efektivitas intercropping secara teknis sudah banyak, tapi kajian tentang adopsi oleh petani rakyat dan dukungan kebijakan masih terbatas. Hal ini terlihat dari masih terdapat kluster kecil & terpisah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis, penerapan intercropping pada perkebunan kelapa sawit di Indonesia, khususnya di Provinsi Riau, terbukti memberikan manfaat agronomis, ekonomis, dan ekologis. Dari aspek agronomis, tanaman sela seperti kedelai, jagung, singkong, hingga hortikultura (jahe, cabai, sayuran) mampu memanfaatkan ruang kosong pada areal kelapa sawit TBM, meningkatkan efisiensi penggunaan lahan, memperbaiki kesuburan tanah melalui fiksasi nitrogen, serta menjaga kualitas ekosistem lahan. Dari aspek ekonomi, intercropping memberikan tambahan pendapatan bagi petani pada masa kelapa sawit belum menghasilkan, sekaligus mendukung ketahanan pangan dengan memanfaatkan tanaman pangan yang memiliki nilai pasar cukup tinggi. Sementara dari aspek sosial, dukungan kelompok tani, kolaborasi dengan perusahaan sawit, serta program peremajaan sawit rakyat mendorong semakin luasnya adopsi pola tumpang sari.

Analisis bibliometrik menunjukkan adanya 29 kluster penelitian yang menggambarkan keragaman topik intercropping sawit, meliputi teknis budidaya, produktivitas, kesuburan tanah, ekonomi petani, hingga isu lingkungan. Namun, riset yang ada masih terfragmentasi dan belum terintegrasi penuh antara dimensi teknis, sosial, ekonomi, dan kebijakan. Penelitian yang ada banyak berfokus pada aspek teknis budidaya, sementara kajian terkait adopsi di tingkat petani rakyat, dukungan kebijakan, dan keberlanjutan jangka panjang masih terbatas. Dengan demikian, diperlukan pendekatan

penelitian dan kebijakan yang lebih komprehensif untuk menjembatani kesenjangan tersebut, sehingga intercropping tidak hanya menjadi praktik teknis, tetapi juga strategi pembangunan perkebunan kelapa sawit rakyat yang produktif, inklusif, dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustira, M. A., I. Lubis, E. Listia, E. N. Akoeb, I. Y. Harahap, & M. E. Lubis. (2018). Analisis Finansial dan Ekonomi Tanaman Sela (Jagung Dan Kedelai) pada Areal Tanaman Belum Menghasilkan Kelapa Sawit. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, 26(3), 141-152.
- Harahap, I. Y., T. C. Hidayat, & Y. Pangaribuan. (2008). Pertumbuhan dan Produktivitas Kacang Kedelai (*Glycine max* (L) Merrill.) pada Sistem Tumpang Sari dengan Tanaman Kelapa Sawit Belum Menghasilkan. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, 16(2), 67-75.
- Harahap, I. Y., E. Listia, & M. Sahrovty. (2017). Review Teknologi Peremajaan Tanaman dengan Sistem Intercropping. 22(3), 93-102.
- Hutabarat, A. D., H. Wirianata, & B. Yuniasih. (2024). Kajian Peremajaan Sawit Rakyat di Kecamatan Ngabang Kabupaten Landak Kalimantan Barat. *Jurnal Agroforetech*, 2(4), 1687-1693.
- Kurnianingsih, A., S. Yahya, & Sudradjat. (2025). Kelapa Sawit sebagai Tanaman Agroforestri. *Warta PPKS*, 30(1), 39-50.
- Kurniasih, R., R. H. Ismono, & T. Endaryanto. (2021). Sistem Replanting Kelapa Sawit, Opportunity Pendapatan Kelapa Sawit dan Tingkat Kesejahteraan Petani pada Masa Replanting di Perkebunan Kelapa Sawit Rakyat Kabupaten Lampung Tengah. *Jurnal Ilmu Ilmu Agribisnis: Journal of Agribusiness Science*, 9(1), 309-316.
- Ladunni, F. T., F. Kurniawati, & S. I. Dinarti. (2025). Pemberdayaan Kelompok Tani Kelapa Sawit di Desa Suka Maju Kecamatan Tapung Hilir Kabupaten Kampar Provinsi Riau. *Jurnal Agroforetech*, 3(1), 319-325.
- Lumbanraja, P. L., & P. C. Lumbanraja. (2023). *Sistematis Review: Pengembangan Agrowisata Perkebunan Untuk Mencapai Tujuan Pembangunan Berkelanjutan di Indonesia*. *Prosiding Seminar Nasional*, 6(1), 41-53.
- Manurung, L. P., S. Hutabarat, & S. Kaswarina. (2015). Analisis Model Peremajaan Perkebunan Kelapa Sawit Pola Plasma di Desa Meranti Kecamatan Pangkalan Kuras Kabupaten Pelalawan Provinsi Riau. *Jurnal Sorot*, 10(1), 99-113.
- Nasution, Z. P., R. Farrasati, & E. S. Sutarta. (2022). Analisis Usaha Tani Tumpang Sari Hortikultura pada Fase Tanaman Kelapa Sawit Belum Menghasilkan (TBM) serta Dampaknya terhadap Kesuburan tanah di Kecamatan Tandun, Rokan Hulu, Riau. *Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*, 6(2), 642-656.
- Panggabean, B. T., S. Hutabarat, & D. Muwardi. (2023). Strategi Peremajaan Perkebunan Kelapa Sawit Rakyat Kabupaten Rokan Hilir. *Jurnal Triton*, 14(1), 216-230.

- PPID RIAU. (2023). Potensi Bisnis Jahe Sebagai Tanaman Tumpang Sari, Di Kebun Sawit Riau. Diakses dari <https://ppid.riau.go.id/berita/8967/potensi-bisnis-jahe-sebagai-tanaman-tumpang-sari--di-kebun-sawit-riau> [24 Agustus 2025].
- Pratanda, D. R., Hariyadi, & Suwanto. (2020). Optimalisasi Lahan Pertanaman Kelapa Sawit Belum Menghasilkan dengan Tanaman Sela Semusim. Diakses dari <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/105171> [24 Agustus 2025].
- Rochmah, H. F., Suwanto, & A. A. Mulaisari. (2020). Optimasi Lahan Replanting Kelapa Sawit dengan Sistem Tumpangsari Jagung (*Zea mays* L) dan Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L). *Jurnal Simetrik*, 10(1), 256-262.

Uji Lapang Mesin Parut Sagu dengan Sistem Pamarutan tanpa Pengupasan Kulit Batang di Distrik Masni Kabupaten Manokwari Provinsi Papua Barat

Darma^{1*}, Risma U. Situngkir², Nikolas Awandoy²

¹Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Papua

²Departemen Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Papua

Email: darmabond@gmail.com

Abstrak

Suatu prototipe mesin pertanian perlu dilakukan pengujian pada kondisi yang sebenarnya (kondisi lapang) sebelum memasuki fase produksi. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kinerja pada kondisi lapangan mesin parut sagu dengan sistem pamarutan tanpa pengupasan kulit batang. Uji lapang dilakukan di Kampung Masni, Distrik Masni Kabupaten Manokwari. Tahapan proses pengujian yang dilakukan adalah (a) penebangan pohon sagu siap panen, (b) pemotongan batang menjadi log-log sepanjang 1 m, (c) log-log batang sagu diangkut ke tempat pengolahan, (d) log-log sagu dibelah, (e) proses pamarutan, (f) ekstraksi pati dan (g) pengukuran kehilangan pati yang terikut pada ampas. Evaluasi kinerja mesin dilakukan dengan mengukur variabel (a) kapasitas pamarutan, (b) rendemen pati, (c) kehilangan pati pada ampas dan (d) konsumsi bahan bakar. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh kinerja mesin pada kondisi lapang: (a) kapasitas pamarutan 565,49 kg/jam, (b) rendemen pati 41,88%, (c) kehilangan pati pada ampas 5,62% dan konsumsi bahan bakar 1,34 liter/jam. Selama pengujian, mesin berfungsi dengan baik tanpa adanya kendala teknis dan masyarakat bisa mengoperasikannya dengan mudah.

Kata kunci: Distrik masni, Parut sagu, Sistem pamarutan, Tanpa pengupasan kulit, Uji lapang

Abstract

A prototype of an agricultural machine needs to be tested under real conditions (field tests) before entering the production phase. This study aims to evaluate the field performance of a sago grating machine with a grating system that does not require peeling the sago palm trunk. The field test was conducted in Masni Village, Masni District, Manokwari Regency. The testing process involved the following stages: (a) felling mature sago trees, (b) cutting the trunks into 1-meter logs, (c) transporting the sago logs to the processing site, (d) splitting the logs, (e) grating process, (f) starch extraction, and (g) measuring starch loss in the sago pith waste. Machine performance was evaluated by measuring the following variables: (a) grating capacity, (b) starch yield, (c) starch loss in the sago pith waste, and (d) fuel consumption. Based on the test results, the machine's performance under field conditions was (a) grating capacity of 565.49 kg/hour, (b) starch yield of 41.88%, (c) starch loss in the sago pith waste of 5.62%, and (d) fuel consumption of 1.34 liters/hour. During the testing, the machine functioned properly without any technical constraints and was easy for the local community to operate.

Keywords: Masni distric, Sago grater, Grating system, Non-debarking, Field tests

PENDAHULUAN

Pengembangan agroindustri sagu rakyat di Papua mempunyai prospek yang cerah karena memiliki bahan baku yang melimpah. Hal ini didukung dan sejalan dengan kebijakan pemerintah pusat yang telah menjadikan sagu sebagai salah satu program prioritas pemerintah dalam pengembangan industri berbasis perkebunan yang diamanahkan dalam perpres no.18 tahun 2020 tentang RPJM nasional tahun 2020-2024. Bahkan jauh sebelum Perpres no.8 tahun 2020 tersebut, pemerintah daerah Provinsi Papua telah menobatkan sagu sebagai komoditas unggulan lokal dalam upaya mendukung ketahanan pangan (*food security*) dan kedaulatan pangan (*food sovereignty*) yang diamanahkan dalam undang-undang no.21 tahun 2001 tentang otonomi khusus Papua. Demikian pula halnya dengan Provinsi Papua Barat, menjadikan sagu sebagai salah satu komoditas unggulan sektor tanaman perkebunan. Berkembangnya agroindustri sagu dari sektor hulu sampai hilir akan mendorong tumbuhnya berbagai macam industri lainnya berbasis sagu seperti industri pangan, mekanisasi pertanian, pakan, pembibitan, biofuel dan industri serat. Hal tersebut sejalan juga dengan RP JMN 2025-2029 khususnya Asta Cita no.5 dan 6 yang berturut-turut mengamanahkan untuk melanjutkan hilirisasi dan mengembangkan industri berbasis sumberdaya alam untuk meningkatkan nilai tambah di dalam negeri, dan membangun desa dari bawah untuk pertumbuhan ekonomi, pemerataan ekonomi dan pemberantasan kemiskinan

Potensi sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) di Papua (saat ini terdiri dari enam provinsi) sangat besar. Dari 5,5 juta ha potensi sagu nasional, sekitar 96,5 % atau 5,26 juta ha terdapat di Papua dan Papua Barat (Bintoro et al., 2014; 2018). Potensi produksi pati sagu di Kabupaten Mimika, Papua diperkirakan 14-26 ton/ha/tahun (UP4B, 2014; Bontoro et al., 2017). Menurut Jong & Ho (2011), potensi produksi hutan sagu alam di Kabupaten Sorong Selatan, Papua Barat berkisar antara 10 - 15 ton pati kering/ha/tahun, sedangkan menurut Haryanto et al. (2015) potensi produksi pati sagu di Sorong Selatan 9,7 ton/ha/tahun. Dewi et al. (2016) memperkirakan potensi produksi pati sagu di Kabupaten Sorong Selatan sebesar 38 ton/ha/tahun. Potensi sagu yang besar tersebut belum dikelola dan dimanfaatkan secara optimal. Berdirinya 2 pabrik pengolahan sagu modern di Kabupaten Sorong Selatan, Papua Barat baru memanfaatkan 3,79 % dari total potensi yang ada. Rendahnya pemanfaatan sagu ini terutama disebabkan karena sebagian besar pengolahan sagu yang dilakukan masyarakat masih bercorak subsisten menggunakan peralatan tradisional (Darma et al., 2014; 2018).

Untuk meningkatkan pemanfaatan sumberdaya sagu oleh masyarakat desa pemilik hak ulayat atau dusun sagu, perlu mengembangkan mesin pengolahan sagu yang mudah diadopsi dan sesuai dengan kondisi sosio-cultural masyarakat lokal. Pada penelitian-penelitian terdahulu, telah dihasilkan mesin pengolahan sagu berupa mesin parut sagu dan mesin ekstraksi pati sagu. Mesin tersebut telah berfungsi dengan baik, bahkan telah digunakan secara luas oleh masyarakat di Papua (Darma *et al.*, 2019; 2020; 2023).

Mesin parut yang telah dikembangkan adalah tipe silinder yang terdiri dari dua variant yaitu variant-01 (menggunakan system pamarutan dengan pengupasan kulit batang) dan variant-02 (menggunakan system pamarutan tanpa pengupasan kulit batang). Variant-02 merupakan variant yang baru dikembangkan dan baru digunakan secara terbatas oleh masyarakat. Sebelum memasuki tahapan produksi, variant-02 ini perlu dilakukan pengujian lapngan di berbagai lokasi untuk mengetahui kinerjanya pada kondisi yang sebenarnya (kondisi lapang). Alua *et al.* (2019) telah melakukan uji lapang mesin ini di Supiori Selatan. Selanjutnya Darma *et al.* (2024) juga telah melakukan uji lapang di Distrik Momi Waren Kabupaten Manokwari Selatan.

Pada penelitian ini dilakukan uji lapang di Kampung Masni, Distrik Masni, Kabupaten Manokwari selaku salah satu daerah dengan potensi sagu cukup besar. Menurut Bahri (2025), sentra potensi sagu di Kabupaten Manokwari terpusat di Kali Merah dan Sarai dengan luas hamparan sekitar 1500 ha. Namun demikian, sangat jarang warga yang memanfaatkan potensi sagu tersebut. Animo masyarakat untuk mengolah sagu sangat kecil sehingga potensi sagu yang ada dibiarkan terbengkalai. Darma *et al.* (2019; 2022) melaporkan bahwa hutan sagu yang ada di Kampung Masni sama sekali tidak dimanfaatkan dengan dua alasan yaitu (1) tidak ada mesin pengolahan sagu dan (2) tidak ada jalan raya menuju hutan sagu sehingga susah diakses. Penelitian ini bertujuan untuk uji lapang mesin parut sagu tipe silinder variant-02 di Kampung Masni dengan harapan hasilnya bisa dijadikan referensi bagi masyarakat dan pihak lain yang akan menggunakan mesin ini khususnya di Kampung Masni dan sekitarnya.

METODE

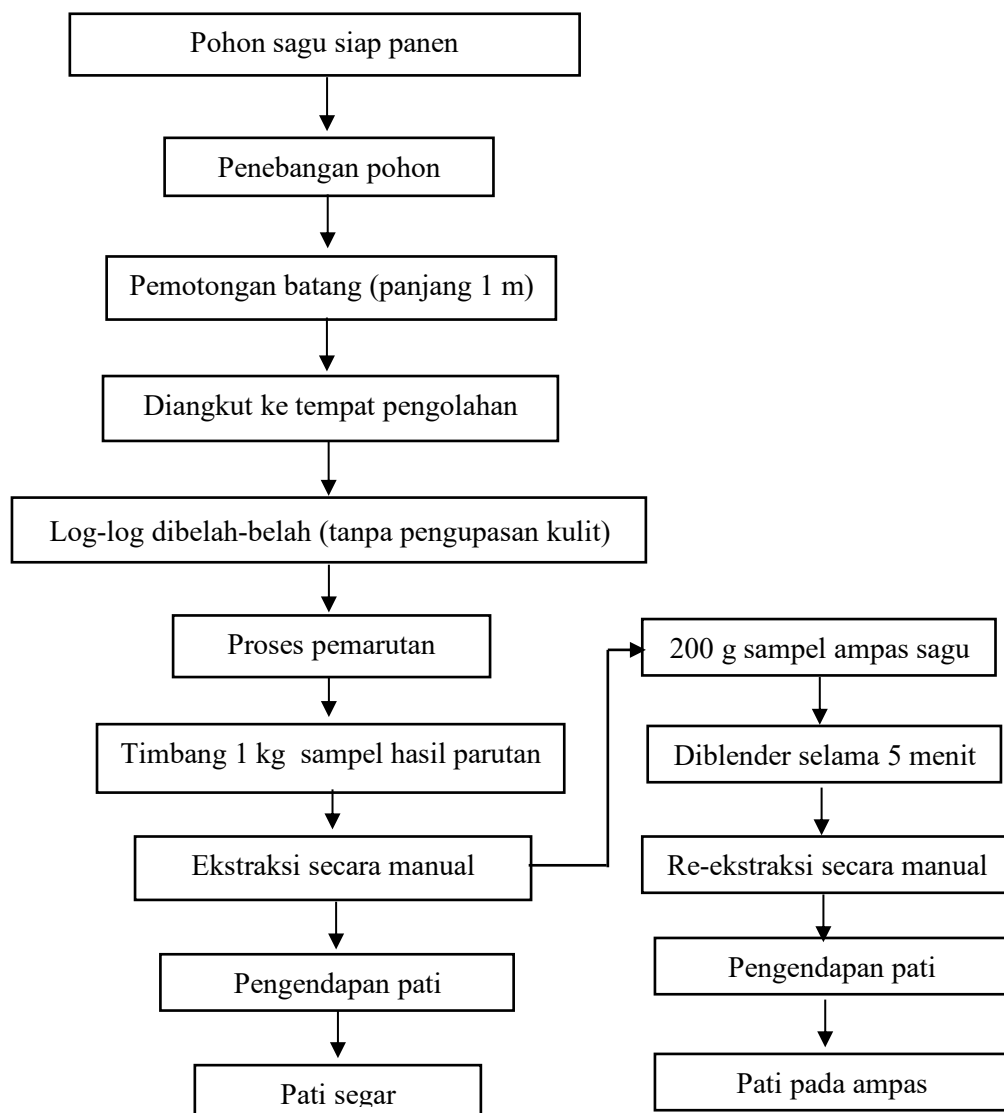
Alat dan Bahan

Mesin parut sagu tipe silinder dengan system pamarutan tanpa pengupasan kulit batang (Darma *et al.*, 2020; 2024) merupakan alat utama yang digunakan pada penelitian ini. Peralatan lainnya adalah alat ekstraksi pati manual menggunakan saringan micron 100 mesh, *chain saw*, kapak, parang, linggis, timbangan, kunci busi, timbang gantung, baskom,

ember, gelas ukur, terpal kedap air, kantong plastik, *stopwatch*, gerobak dorong, sekop dan karung plastik. Bahan-bahan yang digunakan adalah pohon sagu yang siap panen (*ready harvested sago palm*), bahan bakar bensin, oli mesin dan air bersih.

Tahapan Pengujian Lapangan Mesin Parut Sagu Tipe Silinder dengan Sistem Pamarutan Tanpa Pengupasan Kulit Batang

Pada Gambar 1 dan Tabel 1 berturut-turut ditampilkan bagan alir tahapan pengujian lapangan dan spesifikasi teknis mesin parut sagu tipe silinder menggunakan system pamarutan tanpa pengupasan kulit batang.



Gambar 1. Bagan alir prosedur pengujian lapangan mesin parut sagu

Tabel 1. Data Teknis Mesin Pamarut Tipe Silinder Menggunakan Sistem Pamarutan Tanpa Pengupasan Kulit Batang

1.	Nama	Mesin parut sagu tipe silinder	
2.	Dimensi (P x L x T)	56 cm x 36 cm x 103 cm)	
3.	Sistim pamarut	Tanpa pengupasan kulit batang	
4.	Komponen pamarut	Silinder bergerigi anti karat	
5.	Transmisi	V – Belt A-40 (2 buah)	
6.	Putaran silinder parut	2000 – 2700 rpm	
7.	Kapasitas parut	800 – 1000 kg empulur sagu/jam	
8.	Motor Penggerak	Honda GX 160, 6.5 HP	
9.	Berat keseluruhan	61 kg	

Variabel yang diukur untuk penilaian kinerja mesin pada kondisi lapang adalah: (1) kapasitas pamarutan, (2) rendemen pati, (3) kehilangan pati pada ampas sagu (*losses in sago pith waste*) dan (4) pemakaian bahan bakar bensin. Data hasil pengukuran dianalisis secara tabulasi untuk perhitungan nilai rata-rata dari setiap variable. Prosedur pengukuran dari masing-masing variable adalah sbb: (Darma *et al.*, 2014; 2019; 2020; 2021; 2023):

(1). Kapasitas pamarutan

Pamarutan empulur batang sagu dilakukan pada 3 durasi waktu yaitu 5 menit, 10 menit dan 15 menit. Empulur hasil parutan (*rased pith/repos*) yang oleh masyarakat disebut *ela* selanjutnya dimasukkan ke dalam karung dan ditimbang massanya (Gambar 2). Kapasitas pamarutan dthitung menggunakan persamaan (1):

$$R_C = \frac{w_R}{t} \quad (1)$$

Ket: R_C : kapasitas pamarutan (kg/jam); W_r : hasil parutan (kg); t : waktu pamarutan (jam).



Gambar 2. Proses pamarutan empulur batang sagu (kiri) dan penimbangan empulur sagu hasil parutan (kanan)

(2). Rendemen pati

Rendemen pati adalah perbandingan massa pati hasil ekstraksi dan massa empulur hasil parutan yang diekstrak. Sampel empulur hasil parutan 1 kg untuk setiap ulangan diekstraksi secara manual menggunakan alat penyaring pati berupa kotak kayu yang dilengkapi dengan saringan 100 mesh (Gambar 3). Perhitungan rendemen pati menggunakan persamaan (2):

$$R_p = \frac{w_s}{w_R} \times 100\% \quad (2)$$

Ket: R_p : rendemen pati (%), w_s : massa pati (kg) dan w_R : masa *ela* (kg)



Gambar 3. Proses ekstraksi pati sagu secara manual (kiri) dan pati hasil ekstraksi (kanan)

(3). Kehilangan pati pada ampas sagu (*starch loss in sago pith waste*)

Tidak semua kandungan pati bisa terekstrak pada proses ekstraksi, sebagian terikut bersama ampas sagu. Hanya pati yang telah terbebas (*freed starch*) yang bisa terekstrak sedangkan *un-freed starch* terbuang bersama ampas sagu. Penentuan jumlah kehilangan pati pada ampas sagu dilakukan dengan menghancurkan lebih lanjut 200 gram ampas sagu menggunakan blender selama 5 menit. Setelah itu, dilakukan proses re-ekstraksi menggunakan alat ekstraksi manual. Kehilangan pati pada ampas dihitung menggunakan persamaan (3):

$$Pa = \frac{m_{pa}}{m_a} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan: Pa : persentase pati terikut pada ampas (%), m_{pa} : masa pati pada ampas (g), m_a : massa sampel ampas (g).

(4). Pemakaiaan bahan bakar bensin

Pemakaiaan atau konsumsi bahan bakar bensin pada berbagai periode waktu pamarutan diukur secara langsung menggunakan gelas ukur kemudian dikonversi ke dalam satuan liter/jam. Prosedur pengukuran adalah: (a) sebelum mesin dihidupkan, tanki bahan diisi penuh (*full tank*) dan (b) setelah proses pamarutan selesai, dilakukan pengisian bahan bakar kembali menggunakan gelas ukur sampai tanki penuh. Volume bahan bakar yang digunakan dihitung menggunakan persamaan (4):

$$FC = \frac{V_0 - V_1}{t} \quad (4)$$

Keterangan: *FC*: Jumlah pemakaian bahan bakar bensin (liter/jam); *V₀*: Volume awal bahan bakar dalam tanki (*fuel tank*) (liter); *V₁*: volume akhir bahan bakar dalam tanki (liter); *t*: waktu pamarutan (jam).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kapasitas Pamarutan

Kapasitas pamarutan adalah kemampuan mesin untuk memarut empulur batang sagu per satuan waktu tertentu. Berdasarkan hasil pengujian lapang yang dilakukan di Kampung Masni diperoleh kapasitas pamarutan seperti ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kapasitas Pamarutan Mesin Parut Sagu Tipe Silinder dengan Sistem Pamarutan Tanpa Pengupasan Kulit Batang

Ulangan	Waktu pamarutan (menit)	Waktu pamarutan (jam)	Kapasitas pamarutan (kg/jam)
1	5	0,08	588
2	5	0,08	672
3	5	0,08	600
4	10	0,17	570
5	10	0,17	532
6	10	0,17	510
7	15	0,25	596
8	15	0,25	504
9	15	0,25	512
Rata-rata			565,89
Standard deviasi			55,71

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa kapasitas pamarutan rata-rata adalah 565,89 kg/jam. Hasil ini mendukung hasil penelitian terdahulu dengan menggunakan jenis mesin yang sama (Darma *et al.*, 2023; 2024) memperoleh kapasitas pamarutan berturut-turut 650,44 kg/jam dan 650 kg/jam. Hasil penelitian ini juga mendukung hasil penelitian

Rumere (2019) dengan kapasitas pamarutan 563,68 kg/jam. Hasil penelitian Darma *et al.* (2020) dan Alua Alua *et al.* (2021) juga menggunakan tipe mesin yang sama namun di lokasi yang berbeda, memperoleh kapasitas pamarutan yang lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian ini, yaitu berturut-turut 1.065 kg/jam dan 920,8 kg/jam. Kapasitas pamarutan yang lebih tinggi pada kedua penelitian yang disebut terakhir, terutama disebabkan karena pada kedua penelitian tersebut, pengoperasian mesin dilakukan oleh teknisi yang telah berpengalaman dalam mengoperasikan mesin parut sagu. Berbeda dengan penelitian ini, pengoperasian mesin dilakukan oleh petani pemilik dusun sagu yang belum berpengalaman. Faktor lain yang mengakibatkan adanya perbedaan kapasitas pamarutan di antara para peneliti meskipun menggunakan tipe mesin parut yang sama adalah jenis dan umur sagu yang diproses.

Beberapa hasil penelitian lainnya yang hasilnya relevan, namun menggunakan mesin parut sagu variant-01 antara lain Darma *et al.* (2019) dan Toriq & Suteja (2017; 2018) memperoleh kapasitas pamarutan berturut-turut 696 kg/jam, 649,38 dan 571,15 kg/jam. Reniana *et al.* (2017) dan Worabay (2011) juga menguji mesin parut sagu variant-01 dan menghasilkan kapasitas pamarutan yang lebih rendah yaitu berturut-turut 418 kg/jam dan 322,52 kg/jam.

Berbeda dengan mesin parut sagu tipe silinder variant-01 (menggunakan sistem pamarutan dengan pengupasan kulit batang), mesin parut yang digunakan pada penelitian ini menggunakan sistem pamarutan tanpa perlu dilakukan pengupasan kulit batang sagu. Kelebihan dari mesin dengan sistem pamarutan tanpa pengupasan kulit batang adalah lebih efisien dan kerugian (*losses*) akibat kehilangan pati terikut pada kulit lebih rendah. Menurut Darma *et al.* (2020; 2023), waktu yang diperlukan untuk mengupas kulit batang sagu dengan panjang 1 m berkisar antara 15 – 30 menit.

Kapasitas pamarutan dipengaruhi oleh tiga faktor yaitu faktor mesin parut, operator, dan sifat bahan yang diproses (Darma *et al.*, 2019; 2020; 2023) dan Toriq & Suteja (2017). Dari aspek mesin, karakteristik yang mempengaruhi kapasitas pamarutan adalah kapasitas daya tenaga penggerak, diameter silinder, tinggi dan diameter gigi parut, pola susunan gigi parut, sudut hopper dan kecepatan putar silinder, Terkait dengan sifat bahan yang diparut, faktor yang mempengaruhi adalah sifat mekanik bahan, tergantung pada jenis, umur dan lingkungan tempat tumbuh.

Rendemen Pati dan Kehilangan Pati pada Ampas Sagu

Hasil pengukuran rendemen pati dan kehilangan pati pada ampas disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rendemen Pati dan Kehilangan Pati Pada Ampas Sagu

Ulangan	Rendemen pati (%)	Kehilangan pati pada ampas (%)
1	38,90	5,70
2	39,14	6,40
3	42,13	5,10
4	41,99	5,50
5	41,51	5,75
6	40,67	6,10
7	48,50	4,50
8	44,12	5,50
9	40,00	6,05
Rata-rata	41,88	5,62
Standard deviasi	2,97	0,57

Berdasarkan Tabel 3 memperlihatkan bahwa rendemen pati rata-rata yang dihasilkan adalah 41,88%. Hasil tersebut sejalan dengan hasil penelitian Darma *et al.* (2020c), Alua *et al.* (2021) dan Saunggay (2019) yang menghasilkan rendemen pati berturut-turut 39,98 %, 32,12% dan 38,26%. Hasil penelitian ini juga sejalan dengan hasil penelitian Reniana *et al.* (2019) yang menghasilkan rendemen pati 37,44%. Namun hasil ini lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian Darma *et al.* (2014; 2015) dengan rendemen pati berturut-turut 20,54% dan 24%. Rendemen pati hasil penelitian Darma & Triyanto (2015), Darma *et al.* (2024) dan Hermanto *et al.* (2011), berturut-turut 18.73%, 25,47% dan 19.31%, lebih rendah dari hasil yang diperoleh pada penelitian ini.

Rendemen pati hasil pengolahan dipengaruhi tidak hanya oleh mesin yang digunakan, namun juga oleh kandungan pati (*starch content*) pada empulur batang sagu yang diproses. Menurut Flach (1997), kandungan pati pada empulur batang sagu berkisar antara 10 % - 25 % , sedangkan menurut Singhal *et al.* (2008) kandungan pati pada pohon sagu siap panen berkisar antara 18.8 % - 38,8 %. Yamamoto (2011) mengemukakan bahwa kandungan pati pada pohon sagu dewasa (*mature plant*) di sekitar danau Sentani, Jayapura adalah sekitar 22,1 %-75,4 %. Darma (2018) melaporkan bahwa rendmen pati sagu di berbagai lokasi di Papua berkisar antara 12,43 % - 39,89 %.

Tingkat kehilangan pati rata-rata akibat terikut pada ampas sagu sebagaimana ditampilkan pada Tabel 3 adalah 5,62 %. Hasil penelitian ini konsisten dengan hasil penelitian Reniana *et al.* (2019) yang menghasilkan kehilangan pati pada ampas sagu 5,7 %, namun lebih rendah dibandingkan dengan hasil penelitian Darma *et al.* (2019a; 2020b)

yang memperoleh kehilangan pati pada ampas sagu berturut-turut 10% dan 11,39%. Hasil tersebut juga lebih rendah dari hasil penelitian Darma *et al.* (2021; 2023) dengan kehilangan pati pada ampas berturut-turut 10,89 % dan 15,8%.

Kehilangan hasil pati akibat terikut pada ampas sagu tidak bisa dihindari, namun bisa diminimalisir. Semakin tinggi persentase pati pada ampas berarti kerugian yang dialami semakin besar. Sampai saat ini belum ada metode atau teknik pengolahan sagu yang dapat mengekstrak secara total pati yang terkandung pada empulur. Beberapa usaha telah dilakukan oleh para praktisi dan peneliti untuk meminimalkan kehilangan pati/recovery pati pada ampas sagu, diantaranya adalah dengan pamarutan tahap ke dua (*secondary rasping*) menggunakan *hammer mill* (Bujang, 2011). Penggunaan blender dapat digunakan untuk skala kecil (skala penelitian) sebagaimana yang dilakukan oleh Darma *et al.* (2014; 2020a; 2020b; 2020c; 2023). Santoso *et al.* (2015) menggunakan micro powder milling untuk recovery pati dari ampas sagu. Darma *et al.* (2018) merancang dan menguji kinerja mesin penggiling ampas sagu dan dapat meningkatkan produksi pati sebesar 5%.

Pemakaian Bahan Bakar Bensin

Pemakaian bahan bakar bensin rata-rata pada berbagai ulangan ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Jumlah Pemakaian Bahan Bakar Bensin pada Mesin Parut Sagu Tipe Silinder dengan Sistem Pamarutan tanpa Pengupasan Kulit Batang

Ulangan	Pemakaian bahan bakar bensin (liter/jam)
1	1,56
2	1,14
3	1,38
4	1,32
5	1,17
6	1,11
7	1,60
8	1,48
9	1,30
Rata-rata	1,34
Standard deviasi	0,18

Berdasarkan Tabel 5 memperlihatkan bahwa pemakaian bahan bakar bensin rata-rata adalah 1,32 liter/jam. Hasil penelitian ini mendukung hasil hasil penelitian Darma *et al.* (2020b; 2023) yang memperoleh konsumsi bahan bakar bensin berturut-turut 1,46 liter/jam 1,50 liter/jam. Alua *et al.* (2021) memperoleh hasil pemakaian bahan bakar yang lebih tinggi yaitu 1,7 liter/jam. Hasil penelitian Darma *et al.* (2024) memperoleh

pemakaian bahan bakar 1,62 liter/jam. Faktor utama yang mempengaruhi pemakaian bahan bakar adalah kecepatan putar poros motor penggerak, dimana kecepatan putar poros motor penggerak secara langsung mempengaruhi kecepatan putar silinder pamarut. Pada penelitian ini pengaturan kecepatan putar poros (melalui pengaturan tuas gas pada motor penggerak), disesuaikan dengan kekerasan bahan yang diproses.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin parut sagu tipe silinder dengan sistem pamarutan tanpa pengupasan kulit batang berfungsi dengan baik pada kondisi lapang tanpa adanya kendala teknis. Kinerja mesin adalah (a) kapasitas pamarutan 565 kg/jam, (b) rendemen pati 41,88 %, (c) kehilangan pati pada ampas sagu 5,62 % dan (d) pemakaian bahan bakar bensin 1,34 liter/jam. Perlu dilakukan analisis kualitas pati yang dihasilkan dan analisis kelayakan ekonomi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini sebagian dari program kollaborasi sosial membangun masyarakat (kosabangsa) tahun 2022. Terima kasih dan penghargaan kami ucapkan kepada Direktorat, Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kepada Masyarakat (DRTPM) Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (saat ini berubah menjadi KEMENDIKTI SAINTEK) atas pembiayaan yang telah diberikan melalui program KOSABANGSA.

DAFTAR PUSTAKA

- Alua, I., Darma, & Lisangan, M. M. (2021). Uji Lapang dan Analisis Kelayakan Ekonomi Mesin Parut dan Ekstraksi Pati Sagu Produksi Fateta Unipa. *Jurnal Igva Ser Hanjop*, 3(1), 25-35.
- Bintoro H.M.H, Ahmad F, Nurulhaq, M.I, & Pratama A. J. (2017). *Identifikasi Sagu (Metroxylon spp.) di Kabupaten Mimika Provinsi Papua*. Bogor (ID): Digreat Publishing.
- Bintoro, M. H., Nurulhaq M. I., Pratama A. J., Ahmad F., & Ayulia L. (2018). *Growing Area of Sago Palm and Its Environment in: SAGO PALM: Multiple Contribution to Food Security and Sustainable Livelihoods (Eds: Ehara, H., Y. Toyoda and D.V. Johnson)*. Springer. Singapore.
- Darma, Wang, X., & Kito, K. (2014). Development of Cylinder Type Sago Rasper for Improving Rasping Performance. *International Agricultural Engineering Journal (IAEJ)*, 23(3), 31-40.

- Darma, Santoso, B., & Reniana. (2017). Development of cylinder type sago rasping machine using sharp teeth. *International Journal of Engineering and Technology (IJET-IJENS)*, 17(1), 2472-2481.
- Darma, Santoso B., & Arbianto, M. A. (2019a). Effect of Hopper Angle and Teeth Density on Performance of Cylinder Type Sago Rasping Machine. *Proceeding of the 3rd International Symposium on Agricultural and Biosystem Engineering. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Sciences*, 355.
- Darma, Faisol, A., & Selano, M.M. (2019b). Uji Lapang Mesin Parut Sagu Tipe Silinder Bertenaga Motor Bakar Bensin. *Jurnal Agritechnology*, 2(2), 41-52.
- Darma, Santoso, B., & Reniana. (2020a). Kinerja Mesin Parut Sagu pada Berbagai Ukuran Gerigi dan Kecepatan Putar Silinder Pamarut. *JTEP Jurnal Keteknikan Pertanian*, 8(3), 113-122.
- Darma, B. Santoso, Reniana, & M. A. Arbianto, (2020b). Kinerja Teknologi Mesin Pengolahan Sagu Skala Kecil di Kabupaten Supiori, Provinsi Papua. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, 23(2), 163-176.
- Darma, Reniana, Santoso, B., & Waromi, J. (2021). Pengaruh Geometri Gerigi dan Kecepatan Putar terhadap Kinerja Mesin Parut Sagu Tipe Silinder. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 10(3), 413-424.
- Darma, Payung, P., & Sangke, R. I. (2023). Uji Lapang Mesin Parut Sagu Tipe Silinder Variant-02 di Distrik Momi Waren Kabupaten Manokwari Selatan. *Jurnal Agritechnology*, 6(1), 19-33.
- Darma, Reniana, Santoso, B., & Mangallo, B. (2024). Small Scale Mechanical Processing of Sago in District Momi Waren South Manokwari Regency West Papua Province. *Jurnal Sago Palm*, 32(1), 30-38.
- Djoprie, M.H.B, Herodian, S., & Ngadiono. (2014). Sagu untuk Kesejahteraan Masyarakat Papua: Suatu Kajian dalam Upaya Pengembangan Sagu Sebagai Komoditas Unggulan di Provinsi Papua dan Papua Barat. *Laporan Penelitian Unit Percepatan Pembangunan Papua dan Papua Barat*. Jakarta.
- Dewi R. K, Bintoro M. H., & Sudradjat. (2016). Karakter Morfologi dan Potensi Produksi beberapa Aksesori Sagu (*Metroxylon* spp.) di Kabupaten Sorong Selatan. *Jurnal Agron. Indonesia*, 44(1), 91-97.
- Haryanto B, Mubekti, & A. T. Putranto. (2015). Potensi dan Pemanfaatan Pati Sagu dalam Mendukung Ketahanan Pangan di Kabupaten Sorong Selatan Papua Barat. *Jurnal PANGAN*, 24(2), 97-106.
- Hermanto, Nuwiyah, A., & Muhidin. (2011). Perbedaan Teknik Pamarutan dan Pengaruhnya Terhadap Peningkatan Rendemen dan Kualitas Pati. *Agriplus Scientific Journal*, 21(1), 30-35.
- Jong, F. S., & C.J. Hoo. (2011). *Growth and Yields of Natural Sago Forests for Commercial Operations. Proceeding of 10th International Sago Symposium: Sago for Food*

Security, Bio-energy, and Industry from Research to Market, Bogor: 29-31 October 2011. Hal. 43-45.

- Kamal, S. M. M., Mahmud S. N., Hussain S. A., & Ahmadun, F. R. (2008). Improvement on sago flour processing. *International Journal of Engineering and Technology*, 4(1), 8-14.
- Karim, A. A., Tie, P. L., Manan, D. M. A., & Zaidul, I. S. M. (2008). Starch from the Sago (Metroxylon sago) Palm Tree-Properties, Prospect, and Challenges as a new industries source for food and other uses. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. Institute of Food Technology*, 7(3), 215-228.
- Manan, D. M. A. (2011). *Optimization of sago starch extraction using drum rasper in Proc. 10th Int.Sago Symposium: Sago for food security, Bio-energy, and Industry From Research to Market*, 93-95. Bogor 29-31 October.
- Mishima, T. (2018). *New Sago Palm Starch Resource and Starch Pith Waste Properties in: SAGO PALM: Multiple Contribution to Food Security and Sustainable Livelihoods (Eds: Ehara, H., Y. Toyoda and D.V. Johnson)*. Springer. Singapore
- Rajyalaksmi, P. (2004). Caryota Palm Sago, a Potential Yet Underutilized Natural Resource for Modern Starch Industry. *Natural Product Radiance*, 3(3), 144-149.
- Reniana, Darma, & Kurniawan A. (2017). Prototipe Mesin Parut Empulur Sagu Bertenaga Motor Bakar. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 6(2), 89-94.
- Reniana, Darma, & Kurniawan A. (2019). Kajian Proses Pamarutan Empulur Sagu Menggunakan Alat Parut Sagu Bertenaga Manual Dan Motor Bakar. *Jurnal Agritechnology*, 2(2), 71-77.
- Rumere, C. (2018). Pengembangan Desain Mesin Parut Sagu Tipe Silinder dengan Sistem Pamarutan Tanpa Pengupasan Kulit Batang. *Skripsi Sarjana Teknologi Pertanian. Universitas Papua. Manokwari*.
- Santosa, B, Mislaini, R., & Ronald, P. (2015). Rancang Bangun Alat Pencacah dan Pamarut Sagu dengan Sumber Penggerak Motor Listrik. *Prosiding Seminar Agroindustri dan Lokakarya Nasional FKTP-PTI, C-13 – C-32*. UTM Madura 2-3 September 2015.
- Santoso, B, Koutatsu, S., & Hitoshi, N. (2015). Effects of Micro Powder Milling on Physicochemical Properties of Sago Starch. *Journal Appl. Glycosci*, 62,73–80.
- Thoriq, A., & Sutejo, A. (2017). Desain dan Uji Kinerja Mesin Pamarut Sagu Tipe TPB 01. *Jurnal Agritech*, 37(4), 453-461.
- Thoriq A., & Sutejo, A. (2018). Modifikasi dan Uji Kinerja Mesin Pamarut Sagu Tipe Silinder. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 7(1), 35-40.
- Worabai, T. (2011). Pengembangan Desain Alat Parut Sagu (Metroxylon sp.) Tipe Silinder Bertenaga Motor Bakar. *Skripsi Sarjana Teknologi Pertanian Universitas Papua. Manokwari*.

Inovasi Pengolahan dan Pemasaran Kopi untuk Mendukung Ketahanan Pangan dan Ekonomi Lokal

Mutia Hidayati¹, Fadhilah Aini^{2*}, Nurul Husna³

¹Ekonomi Syariah, Pendidikan Kewarganegaraan, UIN Ar-Raniry

²Pendidikan Kewarganegaraan, FPIPS, Universitas Pendidikan Indonesia

³Pendidikan Agama Islam, Fakultas Tarbiyah, UIN Sunan Gunung Djati, Bandung

Email: fadhilahaini25@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi inovasi penting dalam pengolahan dan pemasaran kopi yang dapat meningkatkan pendapatan petani serta mendukung ketahanan pangan dan ekonomi lokal. Metode yang digunakan adalah penelitian kualitatif dengan pendekatan studi kasus, melibatkan wawancara, observasi, dan analisis dokumentasi pada petani kopi serta pelaku usaha terkait di daerah penghasil kopi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan teknologi pengolahan modern dan pemanfaatan platform pemasaran digital secara signifikan memperbaiki kualitas produk kopi dan memperluas akses pasar, sehingga meningkatkan daya saing dan pendapatan petani. Namun, terdapat kendala terkait keterbatasan akses teknologi dan kurangnya pendampingan yang perlu diatasi melalui kolaborasi berbagai pihak. Implikasi dari penelitian ini menegaskan perlunya dukungan kebijakan dan program pembinaan berkelanjutan agar inovasi dapat diadopsi secara optimal, memperkuat ketahanan pangan dan ekonomi lokal secara berkelanjutan.

Kata kunci: Inovasi, Kopi, Ekonomi

Abstract

This study aims to identify key innovations in coffee processing and marketing that can increase farmer incomes and support food security and the local economy. The method used is a qualitative case study approach, involving interviews, observations, and documentation analysis with coffee farmers and related business actors in coffee-producing areas. The results indicate that the application of modern processing technology and the use of digital marketing platforms significantly improves coffee product quality and expands market access, thereby increasing farmer competitiveness and income. However, there are obstacles related to limited access to technology and a lack of mentoring that need to be addressed through collaboration between various parties. The implications of this study emphasize the need for policy support and ongoing development programs to ensure optimal adoption of innovations, sustainably strengthening food security and the local economy.

Keywords: Innovation, Coffee, Economy

PENDAHULUAN

Pengolahan dan pemasaran kopi di Indonesia memegang peranan penting yang tidak hanya mendukung ketahanan pangan tetapi juga memperkuat ekonomi lokal, terutama bagi para petani yang merupakan tulang punggung utama dalam sektor ini. Sebagai salah satu komoditas unggulan, kopi memiliki nilai ekonomis yang sangat tinggi di pasar internasional, dengan harga jual yang jauh lebih menguntungkan di berbagai negara pengimpor. Oleh karena itu, sangat penting bagi sistem produksi dan distribusi kopi di Indonesia untuk mampu menyesuaikan diri dengan dinamika pasar global agar pendapatan petani kopi dapat meningkat secara signifikan. Peningkatan pendapatan tersebut tidak hanya akan meningkatkan kesejahteraan para petani secara langsung, tetapi juga berkontribusi pada penguatan ketahanan ekonomi komunitas lokal yang bergantung pada sektor kopi.

Namun, kenyataannya pendapatan petani kopi di Indonesia cenderung stagnan dan terbatas, sering kali hanya cukup untuk memenuhi kebutuhan dasar tanpa memberikan peluang yang signifikan untuk peningkatan kesejahteraan jangka panjang. Para petani sering kali berposisi sebagai pelaku di tingkat paling bawah dalam rantai pasok, sehingga mereka hanya memperoleh margin keuntungan yang relatif kecil. Hal ini berbeda jauh dengan para produsen kopi di luar negeri yang mampu mengoptimalkan inovasi dalam pengolahan dan pemasaran, sehingga dapat menambah nilai tambah produk kopi mereka dan menaikkan harga jual secara signifikan. Kondisi ini menempatkan petani kopi Indonesia pada posisi yang kurang menguntungkan dan menghambat potensi mereka untuk berkembang dan bersaing secara global.

Masalah utama yang dihadapi para petani kopi saat ini adalah minimnya inovasi dalam proses pengolahan maupun strategi pemasaran kopi, yang secara langsung berkontribusi pada rendahnya harga jual kopi di tingkat petani. Ketergantungan yang tinggi terhadap metode tradisional yang kurang efisien serta terbatasnya akses ke pasar yang lebih luas, menyebabkan para petani hanya mampu meraih keuntungan yang stagnan dan relatif kecil, atau yang sering disebut sebagai keuntungan “segitu-segitu saja.” Kondisi ini jauh sekali dari potensi maksimal yang sebenarnya dapat dicapai apabila kopi mereka dipasarkan dengan strategi yang lebih modern dan akses pasar yang optimal, terutama di pasar global yang menawarkan harga jauh lebih kompetitif. Fenomena ini merupakan persoalan yang sangat penting karena tidak hanya menghambat peningkatan kesejahteraan ekonomi petani secara langsung, tetapi juga menjadi penghalang signifikan dalam upaya

pembangunan ketahanan pangan yang seharusnya dapat didorong melalui peningkatan produktivitas dan pengembangan nilai tambah produk lokal.

Situasi ini menjadi sangat krusial untuk segera diperbaiki agar para petani kopi tidak lagi hanya berperan sebagai pekerja biasa, melainkan dapat bertransformasi menjadi pelaku usaha yang mandiri dan inovatif. Mereka perlu diberdayakan untuk mampu mengelola proses pengolahan kopi dengan teknologi dan metode yang lebih modern serta memanfaatkan strategi pemasaran yang terintegrasi dan efektif, termasuk akses ke pasar digital dan jaringan distribusi yang lebih luas. Dengan adanya transformasi ini, harga jual kopi di tingkat lokal diharapkan dapat meningkat secara signifikan, sejalan dengan nilai pasar internasional yang kompetitif. Peningkatan harga tersebut tentunya akan berdampak positif pada peningkatan pendapatan petani, sehingga dapat memperkuat perekonomian lokal sekaligus meningkatkan ketahanan pangan di daerah-daerah penghasil kopi. Perbaikan ini tidak hanya menjadi langkah strategis dalam pembangunan ekonomi berkelanjutan, tetapi juga sebagai upaya pemenuhan hak petani atas hasil usahanya secara adil dan produktif.

Berbagai penelitian sebelumnya telah mengkaji inovasi dalam pengolahan kopi, terutama terkait teknologi peningkatan kualitas produk seperti proses fermentasi, pengeringan, dan pengemasan yang modern. Selain itu, studi tentang pemasaran kopi telah banyak menyoroti pemanfaatan platform digital dan strategi branding untuk memperluas pasar, termasuk pengembangan merek kopi lokal yang mampu bersaing di pasar nasional dan internasional. Beberapa penelitian juga meneliti peran pemberdayaan petani dalam meningkatkan produktivitas dan kualitas kopi, serta dampak ekonomi dari nilai tambah produk kopi di komunitas petani. Namun, mayoritas kajian ini cenderung memisahkan antara inovasi pengolahan dan pemasaran secara terpisah, serta kurang membahas bagaimana kedua aspek tersebut dapat diintegrasikan secara sinergis untuk mendukung ketahanan pangan sekaligus memperkuat ekonomi lokal. Fokus pada peningkatan pendapatan langsung petani melalui inovasi terpadu masih sangat terbatas.

Originalitas penelitian ini terletak pada pendekatan holistik yang menggabungkan inovasi pengolahan dan pemasaran kopi secara simultan dengan tujuan meningkatkan pendapatan petani hingga mencapai harga yang kompetitif seperti di pasar internasional. Novelty penelitian ini adalah penekanan pada sinergi antara teknologi pengolahan kopi dan model pemasaran yang adaptif terhadap pasar lokal dan global, dalam konteks mendukung ketahanan pangan dan ekonomi lokal. Kesenjangan dalam pengetahuan terlihat dari

minimnya studi yang mengkaji dampak inovasi terpadu tersebut secara komprehensif dan aplikatif di lapangan. Belum banyak penelitian yang secara konkrit menghubungkan antara peningkatan teknologi pengolahan, strategi pemasaran inovatif, dan peningkatan kesejahteraan petani kopi dalam konteks ketahanan pangan. Peneliti akan berkontribusi dengan mengembangkan model inovasi pengolahan dan pemasaran kopi yang terintegrasi, menguji implementasinya di tingkat komunitas petani, serta menganalisis dampaknya terhadap pendapatan dan ketahanan pangan lokal. Dengan demikian, penelitian ini akan mengisi kesenjangan dengan menyajikan rekomendasi strategis yang aplikatif dan berdampak nyata untuk pengembangan kopi yang berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan studi literatur untuk menggali pemahaman mendalam mengenai inovasi dalam pengolahan dan pemasaran kopi serta dampaknya terhadap pendapatan petani dan ketahanan pangan. Pendekatan studi literatur dipilih untuk mengkaji dan menganalisis berbagai sumber tertulis yang relevan, seperti artikel jurnal, buku, laporan penelitian, dan dokumen kebijakan, yang membahas inovasi dan strategi pemasaran kopi. Data diperoleh dari sumber pustaka yang terpercaya dan dipilih berdasarkan kriteria relevansi dan kredibilitas. Analisis data dilakukan melalui teknik analisis tematik dengan tahapan pengkodean, kategorisasi, serta sintesis isi untuk merumuskan tema utama yang sejalan dengan tujuan penelitian. Studi literatur ini juga mengidentifikasi penelitian dan mengembangkan strategi berdasarkan hasil integrasi berbagai temuan terdahulu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi sejumlah inovasi krusial dalam bidang pengolahan dan pemasaran kopi yang memiliki potensi besar untuk meningkatkan pendapatan para petani sekaligus memperkuat ketahanan pangan dan ekonomi lokal. Melalui analisis mendalam, ditemukan bahwa penerapan teknologi pengolahan modern, seperti metode fermentasi kopi yang dikendalikan secara cermat dari sisi suhu dan tingkat kelembapan, memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan kualitas cita rasa kopi. Teknologi ini memungkinkan proses fermentasi berjalan optimal, sehingga unsur rasa dan aroma kopi dapat berkembang secara maksimal dan konsisten.

Selain itu, teknik pengeringan kopi yang lebih efisien dan terkendali juga menjadi faktor penting dalam menjaga mutu produk akhir. Proses pengeringan yang dilakukan

dengan metode modern tidak hanya mempercepat waktu produksi, tetapi juga mengurangi risiko kerusakan akibat kelembapan yang tidak stabil, sehingga kualitas fisik dan kimia biji kopi tetap terjaga dengan baik. Kombinasi dari inovasi pengolahan ini menciptakan produk kopi yang tak hanya unggul dalam rasa, tetapi juga tahan lama dan memiliki standar mutu yang dapat bersaing di pasar global.

Di sisi pemasaran, inovasi strategi yang mengedepankan pemanfaatan teknologi digital dan pendekatan pemasaran berbasis komunitas membawa perubahan signifikan dalam cara produk kopi dipromosikan dan dijual. Pelibatan platform online dan media sosial memungkinkan petani langsung menjangkau konsumen lebih luas, membuka akses pasar internasional tanpa melalui rantai distribusi panjang yang biasanya mengurangi keuntungan petani. Pendekatan ini juga mempermudah penyampaian informasi tentang keunikan dan kelebihan kopi dari daerah penghasil, sehingga membangun nilai tambah yang kuat dalam persepsi konsumen.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara keseluruhan, inovasi-inovasi tersebut tidak hanya meningkatkan daya saing produk di pasar nasional maupun internasional, tetapi juga berkontribusi langsung pada peningkatan pendapatan petani kopi. Konsekuensinya, hal ini dapat mendorong pertumbuhan ekonomi lokal yang berkelanjutan dan memperkuat ketahanan pangan, karena masyarakat petani menjadi lebih mandiri dan mampu mengelola sumber daya alam secara produktif dan berdaya guna. Dengan demikian, penelitian ini menegaskan pentingnya adopsi teknologi dan strategi pemasaran inovatif sebagai kunci utama dalam transformasi sektor kopi dari produksi tradisional menuju usaha yang lebih maju dan berdaya saing tinggi.

Selain itu, pemanfaatan platform digital dalam pemasaran kopi terbukti sangat efektif dalam memperluas jangkauan pasar, baik di tingkat nasional maupun internasional, sekaligus meningkatkan daya tawar para petani kopi. Dengan mengintegrasikan berbagai kanal digital seperti e-commerce, media sosial, dan strategi branding yang mengangkat keunikan serta kekayaan lokal, model pemasaran ini mampu membuka akses yang lebih mudah dan cepat kepada konsumen yang lebih luas dan beragam. Melalui platform-platform tersebut, konsumen dapat lebih mudah menemukan produk kopi asli dari daerah penghasil, memahami kualitas serta nilai tambahnya, sehingga tercipta hubungan langsung yang menguntungkan antara petani dan pembeli.

Model pemasaran digital ini juga memungkinkan petani untuk memperoleh harga jual yang lebih tinggi dibandingkan dengan mekanisme pemasaran tradisional yang

seringkali melibatkan perantara yang mengurangi keuntungan petani. Dengan pengelolaan pemasaran secara mandiri melalui platform digital, petani dapat menentukan harga dan strategi pemasaran yang lebih transparan dan kompetitif, meningkatkan margin keuntungan yang lebih adil. Hal ini mendorong keterlibatan petani menjadi lebih aktif dan bertanggung jawab dalam mengelola produk mereka dari hulu hingga hilir.

Pendekatan pemasaran berbasis digital ini secara signifikan memperkuat posisi petani kopi bukan hanya sebagai pekerja di dalam rantai nilai, tetapi juga sebagai pelaku usaha mandiri yang mampu menguasai dan mengelola seluruh proses pemasaran produknya. Dengan demikian, petani memperoleh kemandirian ekonomi yang lebih besar dan peluang untuk berkembang menjadi pelaku bisnis yang profesional dan inovatif. Transformasi peran ini merupakan langkah penting dalam menciptakan ekosistem pertanian kopi yang berkelanjutan, inklusif, dan berdaya saing tinggi di pasar global.

Namun, penelitian ini juga mengungkap sejumlah kendala yang masih menjadi tantangan dalam penerapan inovasi pengolahan dan pemasaran kopi tersebut. Salah satu hambatan utama adalah keterbatasan akses teknologi di kalangan petani kecil, yang seringkali tidak memiliki sarana dan prasarana memadai untuk mengadopsi teknologi modern secara optimal. Selain itu, kurangnya pelatihan dan pendampingan teknis yang berkelanjutan membuat banyak petani kesulitan dalam memahami dan mengimplementasikan inovasi dengan efektif. Hambatan lain yang tidak kalah penting adalah kompleksitas dalam mengelola pemasaran digital yang membutuhkan keterampilan khusus, sehingga petani membutuhkan dukungan untuk dapat memanfaatkan sepenuhnya potensi platform digital tersebut.

Oleh karena itu, pembinaan yang terstruktur dan kolaborasi sinergis antara pemerintah, lembaga swadaya masyarakat, dan sektor swasta menjadi hal yang sangat diperlukan guna mempercepat proses adopsi inovasi ini. Dukungan berupa pelatihan, akses teknologi, penyediaan sumber daya, dan fasilitasi jaringan pemasaran dapat membantu mengatasi keterbatasan yang ada dan mendorong petani menjadi pelaku usaha yang tangguh dan mandiri.

Dari sisi ketahanan pangan, peningkatan produktivitas dan nilai tambah kopi melalui inovasi tersebut memberikan dampak positif yang signifikan dalam memperkuat ketahanan ekonomi rumah tangga petani. Dengan pendapatan yang lebih stabil dan meningkat, petani menjadi lebih mampu menghadapi fluktuasi pasar serta dinamika kondisi sosial-ekonomi yang sering berubah-ubah. Hal ini menunjukkan bahwa inovasi dalam

pengolahan dan pemasaran kopi tidak hanya berperan sebagai solusi strategis dalam meningkatkan nilai ekonomi produk, tetapi juga berkontribusi penting dalam memperkuat stabilitas ketahanan pangan di tingkat lokal. Dengan demikian, inovasi ini mendukung pembangunan berkelanjutan yang seimbang antara aspek ekonomi dan sosial di komunitas petani kopi.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini semakin memperkuat argumen bahwa inovasi terpadu antara pengolahan dan pemasaran kopi merupakan kunci utama dalam mengatasi permasalahan stagnasi pendapatan petani. Sinergi inovasi pada kedua aspek tersebut tidak hanya berpotensi meningkatkan daya saing produk kopi di pasar nasional dan internasional, tetapi juga secara langsung memperkuat ketahanan pangan dan ekonomi lokal. Transformasi ini memungkinkan petani untuk meningkatkan produktivitas, mengoptimalkan nilai tambah, serta memperluas akses pasar dengan cara yang lebih modern dan efisien.

Namun, agar inovasi tersebut dapat memberikan manfaat yang maksimal dan berkelanjutan, diperlukan implementasi yang konsisten serta pengembangan model inovasi yang adaptif terhadap perkembangan teknologi dan kebutuhan pasar. Dukungan kuat dari kebijakan pemerintah yang berpihak pada petani, pelibatan lembaga pendampingan teknis, serta kemitraan strategis dengan sektor swasta dan komunitas lokal menjadi faktor penting yang harus diintegrasikan dalam proses pengembangan inovasi ini. Dengan pendekatan yang berkelanjutan dan sistematis, inovasi pengolahan dan pemasaran kopi akan mampu menciptakan dampak positif yang luas dan tetap terjaga, sehingga manfaatnya dapat dirasakan secara menyeluruh oleh para petani dan masyarakat daerah penghasil kopi.

KESIMPULAN

Penelitian ini menegaskan bahwa inovasi terpadu dalam pengolahan dan pemasaran kopi merupakan faktor krusial untuk meningkatkan pendapatan petani sekaligus memperkuat ketahanan pangan dan ekonomi lokal. Penerapan teknologi pengolahan modern yang mampu meningkatkan kualitas rasa dan mutu kopi, dipadukan dengan strategi pemasaran digital yang memperluas akses pasar, memberikan nilai tambah yang signifikan bagi produk kopi lokal. Transformasi ini memungkinkan petani tidak hanya sebagai pekerja di hilir rantai pasok, tetapi juga sebagai pelaku usaha mandiri yang mampu mengelola seluruh proses produksi dan pemasaran secara efektif. Meskipun demikian, terdapat sejumlah kendala seperti keterbatasan akses teknologi, kurangnya pelatihan, dan kompleksitas pemasaran digital yang perlu diatasi melalui pendampingan dan kolaborasi

antara pemerintah, LSM, dan sektor swasta. Dengan dukungan kebijakan yang berkelanjutan dan pengembangan model inovasi yang adaptif, inovasi ini berpotensi menstimulasi pertumbuhan ekonomi yang inklusif dan memperkuat stabilitas ketahanan pangan di komunitas petani kopi, sehingga memberikan sumbangsih besar terhadap pembangunan berkelanjutan di tingkat lokal.

DAFTAR PUSTAKA

- Irfan, M. (2024). Agribisnis Usaha Kopi Pasca Panen Hingga Pengemasan Berbasis Teknologi Inovasi di Wilayah Transmigrasi Lembantongoa. *Jurnal Pengembangan Pertanian*, 9(2), 98-110.
- Simarmata, H.M.P. (2022). Peningkatan Mutu dan Nilai Tambah Kopi Organik Melalui Pengolahan Pasca Panen di Desa Pardamean Sibisa. *Jurnal Agribisnis*, 7(1), 45-56.
- Dian, R. (2024). Inovasi Pengereng Mekanis Kopi Berbasis Arduino Uno untuk Meningkatkan Mutu dan Efisiensi Produksi Kopi di Kecamatan Pematang Sidamanik. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 5(2), 120-134.
- Gunawan, A., dkk. (2024). Inovasi Produk Minuman Kesehatan Berbasis Kopi dengan Bahan Herbal untuk Meningkatkan Nilai Ekonomi Petani Kopi. *Jurnal Inovasi Pertanian*, 6(1), 50-62.
- Nasution, A.Y., & Effendi, R. (2018). Rancang Bangun Mesin Pulper Kopi Menggunakan Penggerak Motor Listrik. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 10(1), 25-33.
- Nursetiawan, I. (2024). Diversifikasi Produk Turunan Kopi untuk Pengembangan Usaha Petani. *Jurnal Abdimas Indonesia*, 8(1), 15-27.
- Saefudin, B.R. (2024). Kajian Preferensi Konsumen pada Kedai Kopi di Kabupaten Bogor. *Jurnal Agro Vital*, 5(1), 39-46.
- Putra, K., & Rahman, A. (2023). Pemanfaatan dan Pengolahan Limbah Pengolahan Kopi untuk Meningkatkan Nilai Ekonomi dan Minimasi Dampak Lingkungan di Daerah Kopi. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam*, 11(3), 123-136.
- Fadhilah, N. (2024). Pembuatan Selai Kopi sebagai Inovasi Produk di Desa Tapak. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 4(2), 77-85.
- Siregar, D. (2024). Strategi Pemasaran Digital untuk Meningkatkan Pendapatan Petani Kopi di Indonesia. *Jurnal Bisnis dan Manajemen*, 10(1), 48-62.
- Hartono, T. (2023). Teknologi Fermentasi Kopi untuk Peningkatan Kualitas Mutu Kopi Arabika. *Jurnal Teknologi Pangan*, 8(2), 74-88.
- Wahyuni, S., & Anwar, M. (2023). Pengaruh Pelatihan Teknologi Pengolahan Kopi terhadap Kualitas Produk dan Pendapatan Petani. *Jurnal Pendidikan dan Pemberdayaan Masyarakat*, 5(3), 101-114.
- Yuliana, R. (2024). Pemanfaatan Media Sosial dalam Pemasaran Kopi Lokal: Studi Kasus di Aceh. *Jurnal Komunikasi Pemasaran*, 6(1), 55-67.

- Prasetyo, H., & Nugroho, B. (2023). Model Kolaborasi Pengembangan Inovasi Kopi Berbasis Komunitas Petani di Jawa Tengah. *Jurnal Pengembangan Komunitas*, 9(3), 89-102.
- Riyadi, E. (2022). Penerapan Teknologi Pengeringan Modern pada Produksi Kopi untuk Meningkatkan Mutu dan Daya Saing Produk. *Jurnal Ilmu Pertanian*, 7(4), 134-146.

Supply Chain of Arabica Coffee in the Papua Highlands: A Case Study of Highland Roastery and Emas Hijau Cooperative

Lucia Runggeari^{1*}, Yafeth Wetipo², Dayu Rifanto³

¹Highland Roastery, Chief of Executive Officer

²Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ottow Geissler

³Pendidikan Masyarakat, FIP, Universitas Pendidikan Indonesia

Email: lrunggeari3087@gmail.com

Abstrak

Kopi merupakan salah satu komoditas unggulan pertanian di Indonesia yang berkontribusi signifikan terhadap perekonomian nasional. Salah satu varietas terbaik adalah kopi Arabika yang tumbuh di wilayah Pegunungan Papua. Untuk meningkatkan efisiensi rantai pasok kopi Arabika, terjalin kerja sama antara Koperasi Emas Hijau dan Highland Roastery dalam rangka mendorong produktivitas serta memperpendek jalur distribusi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis rantai pasok kopi Arabika, meliputi aliran produk, aliran keuangan, dan aliran informasi, serta mengevaluasi efisiensinya melalui perhitungan Farmer's Share dengan studi kasus kolaborasi Koperasi Emas Hijau Papua dan Highland Roastery dalam pengelolaan kopi dari hulu hingga hilir. Metode yang digunakan mencakup pendekatan deskriptif kualitatif, studi literatur, serta analisis kuantitatif sederhana untuk menghitung Farmer's Share. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin pendek rantai pasok, semakin besar pendapatan yang diterima petani. Hal ini tercermin dari nilai Farmer's Share sebesar 43%, yang mengindikasikan bahwa rantai pasok kopi Arabika di Pegunungan Papua melalui kerja sama antara petani, Koperasi Emas Hijau, dan Highland Roastery tergolong efisien.

Kata kunci: Rantai pasok, Kopi arabika papua, *Farmer share*

Abstract

Coffee is one of Indonesia's key agricultural commodities, contributing significantly to the national economy. Arabica coffee is one of the best varieties, growing in the Papua Mountain region. To improve the efficiency of the Arabica coffee supply chain, a collaboration was established between the Emas Hijau Cooperative and Highland Roastery to boost productivity and shorten the distribution channels. This study aims to analyze the Arabica coffee supply chain, including the flow of products, financial flow, and information flow, as well as evaluate its efficiency through the calculation of the Farmer's Share, using the case study of the collaboration between the Emas Hijau Cooperative Papua and Highland Roastery in managing coffee from upstream to downstream. The methods used include a qualitative descriptive approach, literature review, and simple quantitative analysis to calculate the Farmer's Share. The results show that the shorter the supply chain, the higher the income received by farmers. It is reflected in the Farmer's Share value of 43%, indicating that the Arabica coffee supply chain in the Papua Mountains, through the cooperation between farmers, Emas Hijau Cooperative, and Highland Roastery, is relatively efficient.

Keywords: Supply chain, Papua arabica coffee, *Farmer share*

INTRODUCTION

Indonesia is one of the four largest coffee-producing countries in the world, alongside Brazil, Vietnam, and Colombia. Coffee is a significant commodity that contributes significantly to the national economy and is an important foreign exchange source. In 2022, Indonesia ranked third among the world's largest coffee producers, with a production volume reaching 794.8 thousand tons, an increase of approximately 1.1% compared to the previous year. It reaffirms Indonesia's position as one of the leading coffee producers after Brazil and Vietnam (Nugroho *et al.*, 2025; Ramadhana *et al.*, 2024).

One of the coffee-producing regions in Indonesia is the Papua Province (Jamil *et al.*, 2023). According to data from the Central Statistics Agency (BPS) in the *Indonesian Coffee Statistics 2023*, the total coffee plantation area in Papua Province reaches 14,811 hectares, with an annual production of 3,156 tons. Most of these plantations are smallholder farms. Of the total area, around 9,400 hectares are located in Jayawijaya, Tolikara, Puncak Jaya, Lanny Jaya, Dogiyai, and Paniai Regencies. The main commodity cultivated is Arabica coffee. However, nearly 50% of the total area is classified as non-productive. Although the plantation area expands by an average of 100–200 hectares per year, total production only reaches about 1,900 tons annually, equivalent to an average productivity of 300 kilograms per hectare per year (BPS, 2023).

In addition, coffee farmers face various challenges, including the dominance of middlemen and limited market access, which make it difficult for farmers to increase their income (Marit, 2019). In general, farmers are still confronted with climate change, which affects crop productivity, and the regeneration of farmers remains uncertain (Abdullah *et al.*, 2024); and the limited labor force slows down the expansion of cultivated areas. Since most plantations are managed by smallholder farmers, integrated interventions from various stakeholders are crucial (Sunanto & Salim, 2019).

Several measures have been implemented simultaneously to overcome these challenges, including improving productivity, enhancing quality through adopting high-standard post-harvest practices, diversifying coffee varieties, and strengthening the role of the government and other stakeholders through agricultural technology support, farmer training, and market facilitation (Zacharie & Denny, 2024). As one of the seven priority regions in the national development policy outlined in the 2020–2024 National Medium-Term Development Plan (RPJMN), Papua focuses on equitable investment and economic transformation based on indigenous territories, from upstream to downstream. In

Presidential Regulation No. 18 of 2020 concerning the RPJMN, the Province of Papua is designated to develop priority commodities, including coffee (Dalulia *et al.*, 2022).

In addition, it is important to understand the supply chain of Arabica coffee in Papua. The supply chain refers to the network formed to deliver products from producers to consumers. Meanwhile, supply chain management refers to managing relationships and coordination within the system, involving all actors from producers to end consumers (Zacharie & Denny, 2024). There are three main flows in the coffee supply chain: product flow, financial flow, and information flow. The product flow describes the movement of coffee from upstream (producers) to downstream (consumers). On the other hand, the financial flow represents the circulation of money that moves in the opposite direction, from downstream to upstream (Zacharie & Denny, 2024). Meanwhile, the information flow involves exchanging data and information such as product prices, quality, and quantity of coffee bean production, both from upstream to downstream and vice versa (Noviana *et al.*, 2022).

To simplify the coffee supply chain, it is necessary to establish coffee relations or a collaborative business model between roasteries and farmers. This concept aims to minimize high transaction costs. The partnership model will be more effective if it involves the role of coffee processors as intermediaries from farmer-based organizations, such as cooperatives or farmer groups. Farmers who are members of such organizations have greater opportunities to increase their income than those who operate individually (Wiguna *et al.*, 2019). Therefore, this study aims to analyze the Arabica coffee supply chain, including the flows of production, finance, and information, as well as to examine the efficiency of the supply chain using the Farmer's Share approach. The study takes a case study of the collaboration between Koperasi Emas Hijau Papua and Highland Roastery in managing coffee products from upstream to downstream.

METHOD

The methods used in developing this article include several approaches to provide a more comprehensive understanding. First, a descriptive qualitative approach describes the roles and relationships among producers, cooperatives, and local roasteries. Qualitative research is conducted within a specific real-life (natural) setting to investigate and understand phenomena, what happens, why it happens, and how it happens (Adlini *et al.*, 2022). In this study, a descriptive qualitative research approach is specifically used. Descriptive qualitative research is one type of study that falls under the category of

qualitative research. In descriptive research, the researcher examines events or life phenomena experienced by individuals and asks them, individually or in groups, to share their experiences and life stories (Rusandi & Muhammad, 2021) This approach is based on data obtained from Koperasi Emas Hijau and Highland Roastery. It includes information on selling prices from producers to consumers, covering parchment coffee, green beans, and roasted beans.

Secondly, a literature review enriches the analysis with secondary data from various sources, including Google Scholar. This study aims to broaden the topic's understanding and provide a stronger theoretical foundation.

Third, a simple quantitative data analysis calculates the value added and the farmer's Share. This method allows for the formulation of calculations that illustrate how the value of coffee is distributed along the supply chain and how much of that value is received by the farmers within the overall process.

$$\text{Farmer's Share} = (\text{Price at the farmer level}) / (\text{Price at the consumer level}) \times 100\%$$

If the Farmer's Share value is $\geq 40\%$, the product distribution network is considered efficient, whereas if it is $\leq 40\%$, it is considered inefficient (Iswahyudi & Sustiyana, 2019).

RESULT AND DISCUSSION

Overview of Coffee Cultivation in the Papua Highlands

Papua has been a well-known coffee-producing region since the 1950s, with coffee initially introduced by the Dutch government or missionaries. Robusta coffee began to be cultivated in the Yapen Islands in 1929, while Arabica coffee is believed to have been introduced in the 1890s. After World War II, the Dutch intensified coffee cultivation in Papua, and in 1956 production had reached 100 tons. Missionaries also introduced coffee to the Kamuu and Paniai Valleys and opened coffee markets with products transported by airplane. During the 1970s and 1980s, Moanamani became the main coffee-producing area in Papua. The Typica variety of Arabica coffee, first brought by the Dutch East India Company (VOC) to Java, grew well in Papua's Central Highlands. Papua coffee is known for its distinctive flavor, and its varieties remain abundant in the region, while other areas have begun to lose their original coffee varieties (Marit, 2019).

For Arabica coffee, it is cultivated in the mountainous regions of Papua, at elevations ranging from 1,700 to 3,000 meters above sea level (Nawipa *et al.*, 2022). In

Papua, Arabica coffee is cultivated in several regions, including Intan Jaya Regency, Jayawijaya Regency, Yahukimo Regency, Lanny Jaya Regency, Pegunungan Bintang Regency, and Tolikara Regency (Mangiwa & Abulais, 2023; Marsi, 2018; Wandik *et al.*, 2020). Each region has its own distinctive flavor and aroma characteristics due to variations in agroecological conditions.

Table 1. Diversity of Coffee Varieties in Four Highland Regencies of Papua

Region	Variety	Altitude (masl)
Yahukimo Regency (Kurima, Hibiem)	Bourbone, LiniS	1800
Lani Jaya Regency (Tiom)	Typica	2200
Pegunungan Bintang Regency (Abmisibil, Kiwirok)	Typica	1800-1900
Jayawijaya Regency (Piramid)	Typica, Bournobe, LiniS	1760-1900

Production Flow, Financial Flow, and Information Flow of Papua Highland Coffee

The production flow of coffee in the Papua Highlands, from upstream to downstream, involves several key actors: local farmers as producers, cooperatives as intermediaries, and local roasteries as quality controllers and marketers. Farmers supply raw materials in the form of coffee beans, which are organically processed using an intercropping system. This approach not only enhances coffee quality but also adds value to the sustainability of the ecosystem.

After the coffee is harvested from various regions such as Pegunungan Bintang, Jayawijaya, Lanny Jaya, and Yahukimo (Mangiwa & Abulais, 2023), the coffee is then distributed to cooperatives, one of which is the Emas Hijau Papua Producers' Cooperative (Uopmabin *et al.*, 2023). This cooperative serves as a “hub” or connecting point uniting its members. The members include coffee farmers, roastery houses, and coffee shops. The main functions of the cooperative include coffee quality control, training farmers to improve coffee quality and production volume, and facilitating market access for Papua coffee.

In 2024, the cooperative achieved a significant milestone by successfully exporting 1.2 tons of Arabica coffee to the Netherlands and Japan. It marked an important first step in introducing Papua coffee to the international market. In addition, the cooperative also participated in prestigious events such as the World of Coffee Copenhagen 2024 and World of Coffee Jakarta 2025 (Ramadhani, 2024).

As one of the downstream stakeholders, Highland Roastery plays an important role in quality control and marketing. Highland Roastery was established in September 2014,

inspired by the idea of coffee as “green gold,” a commodity with great potential for future growth. The business initially started under the name Highland Coffee, to introduce coffee as a leading product from their region.

Over time, as the coffee industry developed, it decided to transform. In 2018, Highland Coffee was renamed Highland Roastery, reflecting their growing focus on developing the business as a coffee roasting facility after completing a roasting course (Roastery, 2025).

Moreover, Highland Roastery has demonstrated a strong commitment to building the capacity of young Papuans. In 2022 alone, around 20–25 indigenous Papuans (OAP) visited the business monthly for various purposes, such as delivering coffee beans from their harvests. The amount of coffee sent typically reached about five kilograms per day. In addition, 12 people participated in training courses, two of whom were among the 20 OAP who requested free lessons on coffee storage and brewing, as they wanted to maintain the quality of their beans. To date, there have been 50 alumni of these courses; some eventually have opened their own cafés, while others have become baristas. The training program typically lasts three to four days, during which participants learn about various aspects of coffee. (Faisal, 2016)

The rapid growth of the coffee industry has led Highland Roastery to expand its role beyond coffee production, becoming a training center for those who wish to learn more about the world of coffee. With support from the Green Economy program, in 2020, Highland Roastery officially established three main services: (1) Production/Roastery, (2) Coffee Academy, and (3) Coffee Shop, which also serves as a platform to promote their products.

At the end of 2020, they launched their first barista class, which continues to run to this day. This initiative aims to provide training and share knowledge about coffee with the community and coffee enthusiasts (Roastery, 2025).

In general, Highland Roastery receives coffee beans from farmers across four regencies in the Papua Highlands: Kiwirok and Sabin (Pegunungan Bintang Regency), Kurima, Tangma, and Puldama (Yahukimo Regency), Jiwika/Dokopma (Jayawijaya Regency), and Tiom (Lanny Jaya Regency) (Faisal, 2016). In the coffee supply chain, coffee beans are not received directly by Highland Roastery but go through a process. The process begins with farmers harvesting coffee beans in the four regencies mentioned above. It marks the first stage in the coffee supply chain of the Papua Highlands. Subsequently, the harvested coffee beans are delivered to the Emas Hijau Papua Cooperative, which acts

as a bridge between farmers and the market. Through the cooperative, farmers gain better market access and receive fair prices based on the quality of the coffee they produce.

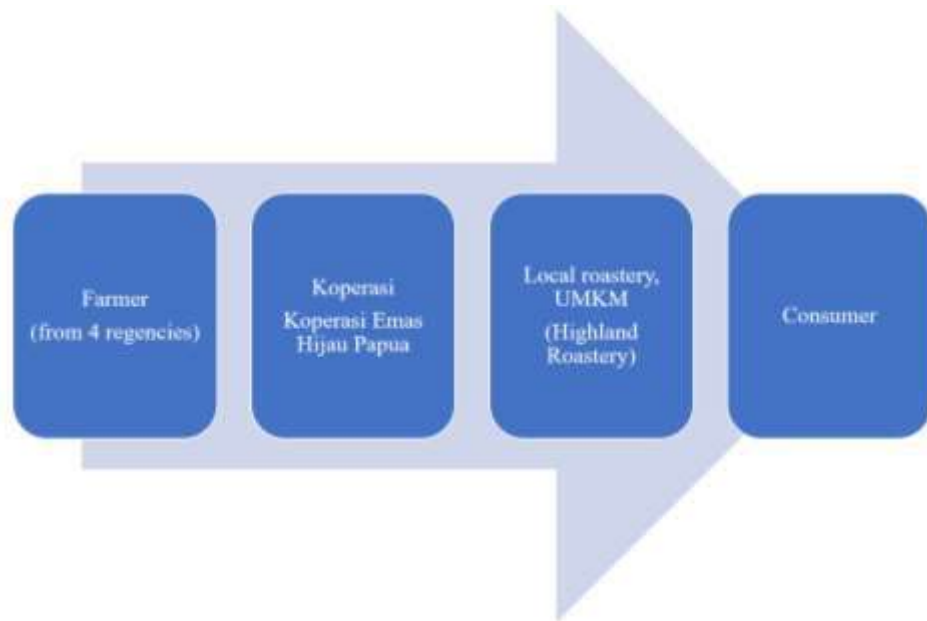


Figure 1. Papua highlands coffee supply chain scheme

As shown in Figure 1, after being collected by the cooperative, the coffee beans are delivered to local roasteries and small enterprises such as Highland Roastery, which play an important role in processing the beans into consumable products. Highland Roastery is responsible for the roasting process and focuses on improving coffee quality through training for local youth and developing coffee markets at both local and international levels. They ensure that the coffee produced meets quality standards and is well-received by consumers.

Finally, the coffee that has gone through these processes reaches consumers in local and international markets. These consumers enjoy high-quality coffee resulting from collaboration between farmers, cooperatives, and local roasteries. With a well-organized supply chain, it is hoped that the quality of Papua coffee will continue to improve. In turn, the local economy will also grow through mutual support among various stakeholders in the coffee industry.

Furthermore, several stages are carried out before the coffee beans reach consumers after being picked by farmers through the cooperative. As shown in Figure 2, Highland Roastery inspects green coffee beans for defects by checking their color, aroma, and physical shape. After that, the beans are sorted into primary and secondary categories.

The next step involves a physical inspection of the green beans and a basic cupping test to evaluate flavor and aroma. This process helps identify defects after roasting and provides an initial classification of whether the coffee can be sold commercially or categorized as premium.

Highland Roastery also promotes coffee products from local farmers to premium markets, domestically and internationally. This partnership helps strengthen buyers' confidence in the quality of Papua coffee. The collaboration between cooperatives, farmers, and roasteries has significantly impacted the coffee industry. One of the key outcomes is greater price stability. Coffee prices are now determined through mutual agreement among farmers, roasteries, and cooperatives, considering the coffee's quality. It ensures fair and stable prices for all parties involved.

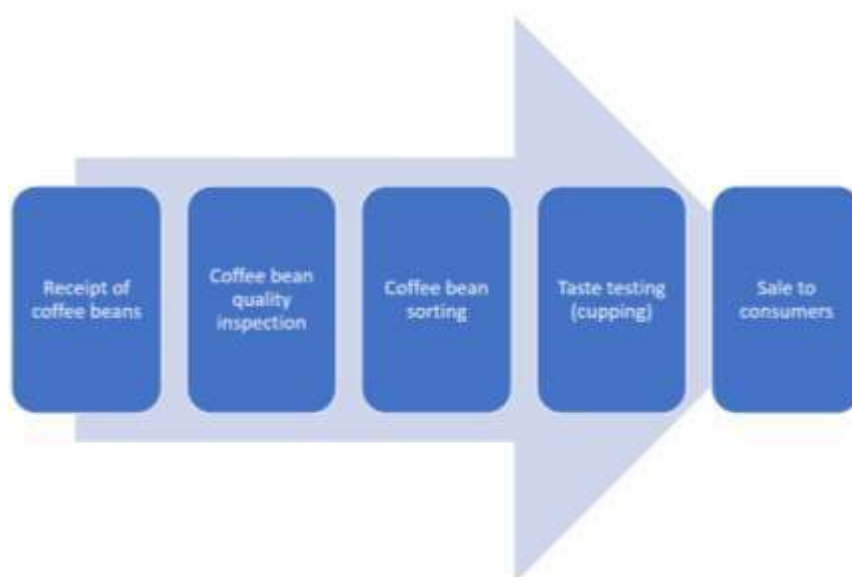


Figure 2. Coffee bean preparation process conducted by highland roastery

As a result, this collaboration has also increased farmers' awareness of the value of the coffee quality they produce, thanks to greater price transparency. Farmers can better understand how coffee quality affects its selling price with clearer information. Improvements in the quality and volume of coffee production have become evident, driven by downstream initiatives led by the cooperative and Highland Roastery.

This success is reflected in an impressive achievement: coffee exports reached 1.2 tons (1,200 kilograms) in 2024. This accomplishment was made possible through farmers'

growing awareness and commitment to improving the quality of their coffee beans, including better and more consistent post-harvest processing practices.

In 2014, Papua coffee processed using the semi-washed method was sold at the parchment coffee price of around IDR 50,000–55,000 per kilogram. After improvements in post-harvest processing, the price increased to around IDR 60,000–70,000 per kilogram. Between 2022 and 2023, the average selling price of Arabica green beans at the farmer level ranged from IDR 60,000 to 80,000 per kilogram. However, following the downstream collaboration and access to export markets, farmers began receiving prices ranging from IDR 120,000 to 135,000 per kilogram, depending on the coffee quality.

As shown in Table 2, coffee processed using the full-wash method experienced a price surge to around IDR 135,000–150,000 per kilogram in 2024. Moreover, the average cupping score of highland coffees, such as Pyramid coffee, reached 8.5 out of 10, indicating improved quality and competitiveness of Papua coffee in the global market. Adopting the full-wash method has also attracted buyers from Japan, the Netherlands, Russia, Bahrain, and Egypt, highlighting the growing global market potential for Papua coffee.

Table 2. Increase in Coffee Bean Prices per Kilogram

Year	Processing	Before intervention	After intervention
2014	Semi wash	Rp 50.000 - Rp 55.000	Rp 60.000 - Rp.70.000
2022-2023	Downstreaming	Rp 60.000 - Rp 80.000	Rp 120.000 - Rp 135.000
2024	Full wash	Rp 60.000 - Rp 80.000	Rp 135.000 - Rp 150.000

From the findings of this study, roasted bean prices were also examined. With roasted beans priced at around IDR 350,000 per kilogram, the Farmer's Share can be calculated by comparing the price of green beans to roasted beans as follows:

$$\text{Farmer's Share} = (150,000 / 350,000) \times 100\% = 43\%.$$

Before product diversification, the Farmer's Share was only about 17% (IDR 60,000 out of IDR 350,000). It shows that strengthening the supply chain increases the proportion received by farmers to 43%, making it fairer and more sustainable. A shorter marketing or supply chain model has proven to benefit coffee farmers significantly. With a shorter supply chain, the margin received by farmers increases, improving their welfare, as shown in Table 3.

Table 3. Value Added after Product Diversification

Product Diversification	Price/kg	Value added
Parchment Coffee (before downstreaming)	Rp 50.000	
Parchment Coffee (after downstreaming)	Rp 70.000	Rp 20.000
Green beans (before downstreaming)	Rp 60.000	
Green beans (after downstreaming)	Rp 150.000	Rp 90.000
Roasted Beans	Rp 350.000	Rp 200.000

CONCLUSION AND RECOMMENDATION

Based on the results of the analysis and discussion, it can be concluded that the Arabica coffee supply chain in Papua involves key actors, namely the Emas Hijau Papua Cooperative and Highland Roastery, who interact through three main flows: product flow, financial flow, and information flow. The Farmer's Share value shows that the shorter the supply chain, the greater the benefits received by farmers. In this case study, the Farmer's Share was recorded at 43%, indicating a reasonably high efficiency level.

Beyond industry matters, Highland Roastery shows a strong commitment to enhancing the capacity of Papuan youth. Furthermore, the collaboration between the Emas Hijau Cooperative and local roasteries such as Highland Roastery improves supply chain efficiency. It serves as a platform for implementing plantation management practices that support sustainable coffee productivity in Papua.

Further research can focus on several important areas. First, the impact of downstreaming on farmers' welfare is to understand how strengthening the supply chain and product diversification can increase farmers' incomes. Second, coffee processing methods, such as semi-wash and full-wash, should be compared to assess their effects on coffee quality and competitiveness in the international market.

Next, an analysis of Papua coffee export markets should be conducted to explore global market potential and the impact of training programs for local communities in improving skills and establishing new coffee businesses. Research on the influence of cupping scores on the competitiveness of Papua coffee is also important to understand how coffee quality affects its position in the global market. Finally, sustainable farming practices should be studied to ensure that coffee production is environmentally friendly and supports long-term sustainability.

These studies will help improve Papua coffee's quality and farmers' welfare, while strengthening Papua coffee's position in the international market. Once again, this research

shows that strategic partnerships between farmers, cooperatives, and industry actors can create added value, strengthen farmers' positions, and ensure the sustainability of the coffee sector in the region.

REFERENCES

- Abdullah, N., Maryana, D., & Kalsum, U. (2024). Dinamika Perubahan Iklim dan Keberlanjutan Produksi Kopi: Analisis Spasial Stok Karbon. *Jurnal Ecosolum*, 13(2), 119–129. <https://doi.org/10.20956/ecosolum.v13i2.36350>
- Adlini, M. N., Dinda, A. H., Yulinda, S., Chotimah, O., & Merliyana, S. J. (2022). Metode Penelitian Kualitatif Studi Pustaka. *Edumaspul: Jurnal Pendidikan*, 6(1), 974–980. <https://doi.org/10.33487/edumaspul.v6i1.3394>
- BPS. (2023). Statistik Kopi Indonesia. In *BPS* (Vol. 11, Issue 1, pp. 1–14). <https://www.bps.go.id/id/publication/2024/11/29/d748d9bf594118fe112fc51e/statistik-kopi-indonesia-2023.html>
- Dalulia, P., Putri, D. O., Subroto, G., Larasati, K. D., & Fajrin, A. R. M. (2022). Kajian Risiko Pendirian Industri Pengolahan Kopi di Provinsi Papua. *Journal of Industrial View*, 4(1), 41–52. <https://doi.org/10.26905/jiv.v4i1.7703>
- Faisal, A. (2016). Perjuangan Yaveth mengolah dan memasarkan kopi petani Papua. *Antara News*, 1–7.
- Iswahyudi, N., & Sustiyana, N. (2019). Pola Saluran Pemasaran Dan Farmer'S Share Jambu Air Cv Camplong. *Jurnal Hexagro*, 3(2), 33–38. <https://doi.org/10.36423/hexagro.v3i2.277>
- Jamil, M. N. F., Abdika, M. R., Thaher, Y. Q. M., & Wikansari, R. (2023). Peran Pemerintah Dalam Meningkatkan Volume Ekspor Jagung. *Jurnal Economina*, 2(1), 1305–1320. <https://doi.org/10.55681/economina.v2i1.287>
- Mangiwa, S., & Abulais, D. (2023). Identifikasi Senyawa Kimia Dalam Ekstrak Kopi Arabika Sangrai Tiom Dengan Metode Gas Chromatography - Mass Spectrometry (GC-MS). *Avogadro Jurnal Kimia*, 7(November), 20–29. <https://ejournal.uncen.ac.id/index.php/JA/article/view/4702/3171>
- Marit, E. L. (2019). Kopi Papua: Strategi Pemberdayaan Orang Asli Papua Dalam Industri Kreatif Di Era Otsus Papua. *E-Mabis: Jurnal Ekonomi Manajemen Dan Bisnis*, 20(2), 121–130. <https://doi.org/10.29103/e-mabis.v20i2.289>
- Marsi, P. (2018). Budidaya Tanaman Kopi Arabika Sebagai Pendorong Ekonomi Masyarakat. *Budidaya Tanaman Kopi Arabika Sebagai Pendorong Ekonomi Masyarakat Di Kabupaten Intan Jaya*, 2, 1–11. <https://jurnal.man.feb.uncen.ac.id/index.php/jmb/article/view/11>
- Nawipa, S., Nusantriani Banurea, R., & Abidjulu, F. C. (2022). Implementation of the Return to Village Policy Through the Coffee Farmer Program for Community Empowerment in Paniai Regency. *Jurnal Multidisiplin Madani (MUDIMA)*, 2(4), 1869–1882. <https://journal.yp3a.org/index.php/mudima/index>
- Noviana, A. S., Setiadi, A., & Budirahardjo, K. (2022). Analisis Kinerja Rantai Pasok (Supply Chain) Kopi Robusta Di Kecamatan Ulubelu, Kabupaten Tanggamus
Analysis of Performance Robusta Coffee Supply Chain in Ulubelu District of

- Tanggamus Regency. *Mimbar Agribisnis*, 8(2), 1014–1026.
<https://jurnal.unigal.ac.id/mimbaragribisnis/article/view/7579/pdf>
- Nugroho, S., Maulana, R. A., Pusparani, A. M., & Wati, D. R. (2025). Peramalan Produksi, Volume Ekspor dan Nilai Ekspor Kopi Indonesia Tahun 2025-2035. *JAGO TOLIS: Jurnal Agrokomples Tolis*, 5(2), 178–185.
<https://doi.org/10.56630/jago.v5i2.764>
- Ramadhana, A. W. S., Aulia, A. D., & Ulum, T. (2024). Keunggulan Komparatif Ekspor Kopi di Indonesia. *Journal of Economics, Business, Accounting and Management*, 2(1), 110–123. <https://doi.org/10.61476/095w2813>
- Ramadhani, F. (2024). Pertama kalinya , Koperasi Emas Hijau Papua ekspor kopi 1 , 2 ton ke Belanda dan Jepang. *Jubi*, 7–12. <https://jubi.id/ekonomi/2024/pertama-kalinya-koperasi-emas-hijau-papua-ekspor-kopi-12-ton-ke-belanda-dan-jepang/>
- Roastery, H. (2025). *Highland Roastery*. <https://highlandroastery.com/index.html#tentang-usaha>
- Rusandi, & Muhammad Rusli. (2021). Merancang Penelitian Kualitatif Dasar/Deskriptif dan Studi Kasus. *Al-Ubudiyah: Jurnal Pendidikan Dan Studi Islam*, 2(1), 48–60.
<https://doi.org/10.55623/au.v2i1.18>
- Sunanto, Salim, dan W. R. A. (2019). Analisis Kesepakatan Produktivitas kopi Arabika pada Pengembangan Kawasan toraja. *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*, 19(1), 42–55.
<https://journal.unhas.ac.id/index.php/jsep/article/download/6369/pdf/16228>
- Uopmabin, H., Christian, F., Monim, M., & Rerung, A. (2023). PENDAMPINGAN USAHA KELOMPOK KOPI YEPKI KIWI PEGUNUNGAN BINTANG-PAPUA. *Jurnal GEMBIRA (Pengabdian Kepada Masyarakat)*, 1(6), 1956–1964.
<https://gembirapkm.my.id/index.php/jurnal/article/download/351/248/926>
- Wandik, T., Waney, N. F. L., & Rori, dan Y. P. I. (2020). Usahatani Dan Pengolahan Kopi Arabika Di Desa Yagara Distrik Walesi Kabupaten Jayawijaya. *Agrirud*, 2(1), 36–44. <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/agrirud/article/view/29930/28980>
- Wiguna, S., Karimi, S., & Ridwan, E. (2019). Peranan Model Relasi Kopi terhadap Pengembangan Perekonomian Petani Kopi di Pedesaan (Literature Review). *Jurnal Ekonomi Pertanian Dan Agribisnis*, 3(4), 761–766.
<https://doi.org/10.21776/ub.jepa.2019.003.04.11>
- Zacharie, R., & Denny, S. (2024). Analisis Daya Saing Biji Kopi Indonesia di Pasar Internasional. *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*, 6(4), 690–696.
<https://doi.org/10.37034/infec.v6i4.907>

A Systematic Literature Review: Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit dalam Sistem Biorefinery sebagai Solusi Keberlanjutan Industri Sawit

Wahyu Almizri¹, Yusuf Akhmad^{2*}

¹Psikologi, Fakultas Psikologi dan Ilmu Sosial Budaya, Institut Islam Muaro Jambi

²Bimbingan dan Konseling, Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Negeri Padang

Email: almizri.wahyu@gmail.com

Abstrak

Industri kelapa sawit merupakan salah satu sektor strategis nasional yang berperan penting dalam mendukung ketahanan pangan dan energi Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi pemanfaatan limbah kelapa sawit melalui pendekatan sistem *biorefinery* sebagai solusi keberlanjutan industri sawit sekaligus mendukung pelaksanaan Proyek Strategis Nasional (PSN) di bidang hilirisasi dan energi hijau. Metode penelitian yang digunakan adalah *Systematic Literature Review* (SLR), dengan menelaah 30 literatur ilmiah terbitan tahun 2016–2024 yang diperoleh dari basis data *ScienceDirect*, *SpringerLink*, *Google Scholar*, dan sumber nasional seperti BPD PKS dan Kementerian Pertanian. Proses analisis dilakukan secara deskriptif-kualitatif dengan meninjau pola temuan, inovasi teknologi, dan implikasi sosial ekonomi. Hasil kajian menunjukkan bahwa sistem *biorefinery* mampu mengonversi limbah sawit menjadi energi terbarukan (biogas, bioetanol), bahan kimia bernilai tambah (bioplastik, biochar), serta pupuk organik ramah lingkungan. Integrasi teknologi digital seperti *Internet of Things* (IoT) dan kecerdasan buatan (AI) meningkatkan efisiensi pengolahan limbah dan pengendalian emisi metana. Dengan demikian, penerapan *biorefinery* pada industri sawit tidak hanya menjawab isu lingkungan, tetapi juga menjadi instrumen strategis dalam mewujudkan swasembada pangan dan energi berkelanjutan di Indonesia.

Kata kunci: *Biorefinery*, Limbah kelapa sawit, *Systematic literature review*, Proyek strategis nasional, Pemberdayaan Masyarakat

Abstract

The palm oil industry is a national strategic sector that plays a vital role in supporting Indonesia's food and energy security. This study aims to analyze the potential utilization of palm oil waste through a biorefinery system approach as a sustainable solution for the palm oil industry while supporting the implementation of the National Strategic Project (PSN) in the downstream and green energy sectors. The research method used is a Systematic Literature Review (SLR), by examining 30 scientific literature published in 2016–2024 obtained from the ScienceDirect, SpringerLink, Google Scholar databases, and national sources such as BPD PKS and the Ministry of Agriculture. The analysis process was carried out descriptively and qualitatively by reviewing the pattern of findings, technological innovations, and socio-economic implications. The results of the study indicate that the biorefinery system is capable of converting palm oil waste into renewable energy (biogas, bioethanol), value-added chemicals (bioplastics, biochar), and environmentally friendly organic fertilizers. The integration of digital technologies such as the Internet of Things (IoT) and artificial intelligence (AI) improves waste processing efficiency and methane emission control. Thus, the application of biorefinery in the palm oil industry not only addresses environmental issues but also becomes a strategic instrument in realizing sustainable food and energy self-sufficiency in Indonesia.

Keywords: *Biorefinery*, Palm oil waste, *Systematic literature review*, National Strategic Project, Community empowerment

PENDAHULUAN

Industri kelapa sawit merupakan salah satu sektor perkebunan strategis nasional dengan kontribusi besar terhadap perekonomian Indonesia. Menurut *Food and Agriculture Organization* (FAO, 2022), produksi minyak sawit global telah mencapai lebih dari 75 juta ton per tahun, dengan Indonesia menyumbang lebih dari 50% pasokan dunia (BPD PKS, 2021). Luas areal perkebunan sawit di Indonesia diperkirakan mencapai lebih dari 14 juta hektar dengan kontribusi signifikan terhadap devisa negara (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2022). Selain menjadi sumber devisa utama, sektor ini juga memiliki peran vital dalam mendukung ketahanan pangan dan energi nasional. Namun, pertumbuhan pesat industri sawit menimbulkan tantangan serius terhadap keberlanjutan, terutama terkait deforestasi, emisi gas rumah kaca, dan pengelolaan limbah padat maupun cair.

Limbah kelapa sawit seperti tandan kosong (*empty fruit bunch/EFB*), serat mesokarp, cangkang, dan *palm oil mill effluent* (POME) masih sering menjadi sumber pencemaran apabila tidak dikelola secara tepat. Padahal, kandungan *lignoselulosa* dan bahan organik tinggi pada limbah tersebut berpotensi besar untuk dikonversi menjadi energi terbarukan dan produk bernilai ekonomi tinggi. Salah satu pendekatan inovatif yang kini berkembang adalah penerapan sistem *biorefinery*, yaitu konsep pengolahan biomassa terpadu untuk menghasilkan bioenergi, bahan kimia, dan biomaterial ramah lingkungan. Menurut Kurnia, J. C., Jangam, S. V., Akhtar, S., Sasmito, A. P., & Mujumdar, A. S. (2016) sistem *biorefinery* mampu mengubah limbah sawit menjadi biogas, bioetanol, bioplastik, dan pupuk organik yang berkontribusi terhadap pengurangan emisi karbon dan diversifikasi ekonomi.

Penerapan sistem *biorefinery* sejalan dengan arah kebijakan Proyek Strategis Nasional (PSN), khususnya dalam program hilirisasi industri perkebunan, transisi menuju ekonomi hijau, dan penguatan energi berkelanjutan. Selain memberikan nilai tambah secara ekonomi, konsep ini juga membuka peluang pemberdayaan masyarakat melalui kewirausahaan hijau, pelatihan vokasi, dan pemanfaatan teknologi digital seperti *Internet of Things* (IoT) dan kecerdasan buatan (AI). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji secara sistematis potensi penerapan *biorefinery* pada limbah kelapa sawit sebagai solusi keberlanjutan industri sawit, serta relevansinya terhadap pencapaian PSN dan swasembada pangan nasional.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) dengan tujuan untuk mengidentifikasi, menelaah, dan mensintesis berbagai hasil penelitian terkait pemanfaatan limbah kelapa sawit melalui sistem *biorefinery* dalam mendukung keberlanjutan industri sawit serta kontribusinya terhadap Proyek Strategis Nasional (PSN) bidang ketahanan pangan dan energi. Pendekatan ini dipilih karena mampu memberikan gambaran komprehensif terhadap perkembangan riset dan inovasi *biorefinery*, serta relevansinya dengan kebijakan pembangunan perkebunan berkelanjutan di Indonesia (Van Dinter, R., Tekinerdogan, B., & Catal, C., 2021).

Proses kajian dilakukan secara deskriptif-kualitatif, dengan memusatkan analisis pada pola temuan, arah kebijakan, dan dampak implementasi teknologi. Data penelitian sepenuhnya bersumber dari data sekunder yang dikumpulkan melalui telaah literatur ilmiah dan dokumen kebijakan. Literatur utama diperoleh dari basis data internasional seperti *ScienceDirect*, *SpringerLink*, *ResearchGate*, dan Google Scholar, serta sumber nasional seperti laporan Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit (BPDPKS, 2021), Direktorat Jenderal Perkebunan (2022), dan FAO (2022). Literatur yang diseleksi meliputi jurnal, laporan riset, dan publikasi akademik yang terbit antara tahun 2016 hingga 2024, untuk memastikan kebaruan data dan relevansi dengan isu keberlanjutan terkini.

Tahapan *systematic review* dalam penelitian ini meliputi Identifikasi dan pencarian literatur dengan kata kunci seperti “*palm oil biorefinery*,” “*sustainable palm oil industry*,” “*bioenergy*,” “*circular economy*,” “*palm waste utilization*,” dan “*community empowerment*.” Penyaringan literatur (*screening*) berdasarkan kesesuaian topik dengan fokus kajian *biorefinery* limbah sawit, penerapan teknologi, dan relevansi terhadap PSN. Evaluasi kualitas literatur (*quality appraisal*) dilakukan dengan meninjau reputasi jurnal, kejelasan metodologi, dan kontribusi penelitian terhadap aspek keberlanjutan industri sawit. Sintesis data dan analisis isi (*content analysis*) dilakukan dengan mengelompokkan hasil penelitian ke dalam empat tema utama.

Tabel 1. Tema Utama

No	Tema Utama
1.	Potensi limbah kelapa sawit sebagai bahan baku <i>biorefinery</i> (Prasertsan & Prasertsan, 2020; Hasan <i>et al.</i> , 2021);
2.	Teknologi konversi biomassa dan inovasi digital seperti AI dan IoT (Kardono <i>et al.</i> , 2019; Rahman <i>et al.</i> , 2021);

No	Tema Utama
3.	Dampak <i>biorefinery</i> terhadap keberlanjutan lingkungan dan ekonomi sirkular (Choo <i>et al.</i> , 2020; Kurnia <i>et al.</i> , 2016);
4.	Peluang pemberdayaan masyarakat melalui kewirausahaan hijau dan pengembangan vokasi (Ningsih <i>et al.</i> , 2022; Direktorat Jenderal Perkebunan, 2022).

Hasil analisis dilakukan dengan cara menafsirkan dan membandingkan berbagai literatur untuk menemukan pola hubungan antara inovasi *biorefinery*, pengelolaan limbah sawit, dan implementasi kebijakan nasional. Hasil sintesis ini diharapkan dapat memberikan pemahaman mendalam tentang bagaimana sistem *biorefinery* dapat berperan sebagai instrumen strategis dalam meningkatkan nilai tambah perkebunan, mengurangi dampak lingkungan, serta memperkuat kemandirian pangan dan energi nasional melalui pendekatan pemberdayaan masyarakat berbasis teknologi dan keberlanjutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil telaah sistematis terhadap 30 literatur ilmiah yang dianalisis dalam periode 2016–2024, ditemukan empat tema utama yang menggambarkan perkembangan penerapan sistem *biorefinery* pada limbah kelapa sawit. Ringkasan hasil kajian ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 2. Ringkasan Hasil Kajian *Literature Biorefinery* Limbah Sawit

No	Peneliti/tahun	Fokus Kajian	Temuan Utama	Relevansi terhadap PSN/Keberlanjutan
1.	Kurnia, J. C., Jangam, S. V., Akhtar, S., Sasmito, A. P., & Mujumdar, A. S. (2016)	Teknologi biorefinery sawit	Limbah sawit dapat diolah menjadi bioetanol, biogas, dan bioplastik	Mendukung diversifikasi energi terbarukan dan hilirisasi industri sawit
2.	Kardono, L. B. S., Bustomi, A., & Pratiwi, D. (2019).	Inovasi pretreatment lignoselulosa	Teknologi <i>microwave-assisted</i> meningkatkan efisiensi hidrolisis tandan kosong (EFB)	Efisiensi produksi bioetanol dan pengurangan limbah padat
3.	Hasan, M., Jambo, S. A., & Idris, A. (2021).	Pemanfaatan POME (limbah cair sawit)	POME dapat dikonversi menjadi biogas dan pupuk organik	Mengurangi emisi metana dan mendukung energi bersih

No	Peneliti/tahun	Fokus Kajian	Temuan Utama	Relevansi terhadap PSN/Keberlanjutan
4.	Choo, Y. M., Ma, A. N., Yusof, B., & Hashim, Z. (2020)	Keberlanjutan industri sawit	Integrasi biorefinery menurunkan emisi hingga 30% dan memperkuat ekonomi sirkular	Sejalan dengan PSN transisi energi hijau
5.	Ningsih, P., Susanto, H., & Fitriani, D. (2022).	Produksi bioplastik dari EFB	Bioplastik berbasis lignoselulosa berpotensi menggantikan plastik konvensional	Peluang kewirausahaan hijau dan pengurangan limbah plastik
6.	Rahman, M. M., Yusoff, M. Z., & Hassan, M. A. (2021).	IoT dan AI dalam pengolahan limbah sawit	Monitoring cerdas mengoptimalkan proses digester dan mengurangi kebocoran metana	Mendorong digitalisasi 1560ndustry sawit berkelanjutan
7.	Direktorat Jenderal Perkebunan (2022)	Data nasional perkebunan	Statistik dan kebijakan mendukung pengembangan 1560ndust terbarukan berbasis sawit	Landasan PSN dan pembangunan vokasi pertanian
8.	BPDPKS (2021)	Kebijakan pendanaan 1560ndustry sawit	Dana riset dan inovasi mendorong biorefinery dan produk hilir sawit	Sinergi kebijakan dan dukungan pembiayaan PSN

Dari hasil analisis literatur, empat temuan utama diperoleh, adanya Potensi Limbah Sawit: Tandan kosong, serat, dan cangkang memiliki kandungan lignoselulosa tinggi yang ideal untuk produksi bioenergi dan biomaterial (Kurnia, J. C., Jangam, S. V., Akhtar, S., Sasmito, A. P., & Mujumdar, A. S., 2016). Kemudian Inovasi Teknologi: Penggunaan *microwave-assisted pretreatment* dan *Internet of Things (IoT)* dalam pengolahan POME meningkatkan efisiensi produksi bioenergi serta pengendalian emisi (Kardono, L. B. S., Bustomi, A., & Pratiwi, D., 2019; Rahman, M. M., Yusoff, M. Z., & Hassan, M. A., 2021). Selanjutnya keberlanjutan dan Ekonomi Sirkular: Sistem *biorefinery* berkontribusi terhadap penurunan emisi karbon hingga 30% dan membuka diversifikasi ekonomi baru bagi masyarakat (Choo, Y. M., Ma, A. N., Yusof, B., & Hashim, Z., 2020). Dan terakhir yaitu pemberdayaan dan Kewirausahaan Hijau: *Biorefinery* mendorong keterlibatan

masyarakat dalam kegiatan kewirausahaan berbasis limbah dan pelatihan vokasi (Ningsih, P., Susanto, H., & Fitriani, D., 2022); Direktorat Jenderal Perkebunan, 2022).

Hasil kajian menunjukkan bahwa sistem *biorefinery* menjadi strategi penting dalam mewujudkan keberlanjutan industri sawit di Indonesia. Pendekatan ini tidak hanya menekankan aspek teknis pengolahan limbah, tetapi juga integrasi sosial, ekonomi, dan kebijakan. Temuan Kurnia, J. C., Jangam, S. V., Akhtar, S., Sasmito, A. P., & Mujumdar, A. S. (2016) menegaskan bahwa pendekatan *biorefinery* mampu mengoptimalkan limbah menjadi bioenergi dan produk turunan bernilai tinggi. Hal ini sejalan dengan kebijakan PSN dalam memperkuat ketahanan pangan dan energi nasional.

Penerapan teknologi digital seperti *Artificial Intelligence* (AI) dan *Internet of Things* (IoT) (Rahman, M. M., Yusoff, M. Z., & Hassan, M. A., 2021) mempercepat transformasi industri sawit menuju *smart agriculture* dan efisiensi pengolahan limbah. Dari sisi sosial, hasil analisis mendukung bahwa pemberdayaan masyarakat menjadi komponen penting. Inovasi berbasis kewirausahaan hijau dan pengembangan vokasi dapat memperkuat peran masyarakat lokal dalam rantai nilai industri sawit.

Dengan demikian, integrasi teknologi *biorefinery*, kebijakan PSN, dan pemberdayaan masyarakat menghasilkan model ekonomi sirkular yang mendukung pencapaian swasembada pangan dan energi nasional.

Potensi Limbah Kelapa Sawit Sebagai Bahan Baku *Biorefinery*

Industri kelapa sawit menghasilkan berbagai jenis limbah padat dan cair yang jumlahnya sangat besar. Setiap ton tandan buah segar (TBS) yang diolah menghasilkan sekitar 23% tandan kosong (EFB), 13% serat mesokarp, 5% cangkang, dan sekitar 50% *palm oil mill effluent* (POME) (Prasertsan & Prasertsan, 2020). Limbah-limbah ini jika dibuang begitu saja akan menimbulkan pencemaran lingkungan. Namun, kandungan lignoselulosa pada EFB dan serat, serta kandungan organik tinggi pada POME, menjadikannya bahan baku potensial untuk sistem *biorefinery*. Menurut Hasan, M., Jambo, S. A., & Idris, A. (2021), pendekatan *biorefinery* memungkinkan pemanfaatan limbah sawit secara optimal untuk menghasilkan energi, bahan kimia, hingga biomaterial. Dengan demikian, limbah bukan lagi dianggap sebagai beban, melainkan sebagai sumber daya terbarukan.

Sistem *Biorefinery*: Prinsip dan Implementasi Pada Limbah Sawit

Sistem *biorefinery* bekerja dengan prinsip pengolahan biomassa melalui berbagai jalur teknologi, seperti biokonversi, termokimia, maupun kimiawi. Pada limbah kelapa

sawit, POME dapat dikonversi menjadi biogas melalui proses *anaerobic digestion*, sementara EFB dan cangkang dapat digunakan sebagai bahan baku bioetanol, biochar, dan bioplastik (Kurnia Kurnia, J. C., Jangam, S. V., Akhtar, S., Sasmito, A. P., & Mujumdar, A. S., 2016). Inovasi terbaru bahkan mengintegrasikan teknologi *pretreatment* seperti *microwave-assisted* dan *steam explosion* untuk meningkatkan efisiensi hidrolisis lignoselulosa (Kardono, L. B. S., Bustomi, A., & Pratiwi, D., 2019). Pendekatan integratif ini memungkinkan diversifikasi produk, mulai dari energi terbarukan hingga bahan kimia bernilai tinggi, sehingga meningkatkan nilai ekonomi limbah sawit.

Inovasi dalam Pemanfaatan Limbah Sawit Berbasis *Biorefinery*

Sejumlah inovasi tengah berkembang untuk mendorong *biorefinery* sawit menjadi solusi keberlanjutan. Pertama, pengembangan biogas upgrading untuk menghasilkan biomethane dengan kualitas setara gas alam sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar kendaraan atau disalurkan ke jaringan gas. Kedua, produksi bioplastik berbasis pati sawit dan lignoselulosa EFB, yang dinilai lebih ramah lingkungan dibanding plastik konvensional. Ketiga, pemanfaatan biochar dari cangkang sawit untuk perbaikan kesuburan tanah sekaligus sebagai penyerap karbon. Selain itu, integrasi kecerdasan buatan (AI) dan *Internet of Things* (IoT) dalam monitoring proses digester POME bisa dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi potensi kebocoran metana. Inovasi-inovasi tersebut menunjukkan bahwa sistem *biorefinery* tidak hanya sebatas konsep, tetapi dapat diimplementasikan untuk menjawab permasalahan lingkungan sekaligus meningkatkan daya saing industri sawit.

***Biorefinery* Sebagai Solusi Keberlanjutan Industri Sawit**

Permasalahan keberlanjutan industri sawit seringkali terkait dengan isu lingkungan, deforestasi, serta pengelolaan limbah. Dengan pendekatan *biorefinery*, industri sawit dapat bertransformasi menuju model ekonomi sirkular di mana limbah dikonversi menjadi produk bernilai tambah. Menurut Choo, Y. M., Ma, A. N., Yusof, B., & Hashim, Z. (2020) integrasi *biorefinery* dalam rantai pasok sawit berpotensi mengurangi emisi gas rumah kaca hingga 30% serta menghasilkan diversifikasi pendapatan baru bagi perusahaan maupun masyarakat sekitar. Selain itu, penerapan sistem ini sejalan dengan target Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), khususnya dalam bidang energi bersih, produksi berkelanjutan, dan aksi terhadap perubahan iklim. Oleh karena itu, *biorefinery* berbasis limbah sawit merupakan solusi strategis untuk memastikan keberlanjutan industri sawit di masa depan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini mengkaji secara sistematis potensi pemanfaatan limbah kelapa sawit melalui penerapan sistem *biorefinery* sebagai solusi keberlanjutan industri sawit di Indonesia. Berdasarkan hasil telaah terhadap delapan literatur utama, diperoleh empat tema penting: potensi limbah sawit sebagai bahan baku biomassa, inovasi teknologi konversi dan digitalisasi, keberlanjutan lingkungan dan ekonomi sirkular, serta pemberdayaan masyarakat dalam mendukung kebijakan nasional. Sistem *biorefinery* terbukti mampu mengubah limbah padat dan cair menjadi energi terbarukan seperti biogas dan bioetanol, serta produk bernilai ekonomi tinggi seperti bioplastik, biochar, dan pupuk organik.

Implementasi *biorefinery* juga sejalan dengan arah Proyek Strategis Nasional (PSN) dalam memperkuat hilirisasi industri, transisi menuju energi hijau, dan pencapaian swasembada pangan serta energi berkelanjutan. Integrasi teknologi digital seperti *Internet of Things* (IoT) dan *Artificial Intelligence* (AI) memperkuat efisiensi produksi dan pengendalian emisi, sementara pemberdayaan masyarakat melalui kewirausahaan hijau dan pelatihan vokasi memperluas dampak sosial-ekonomi positifnya.

Dengan demikian, *biorefinery* bukan hanya solusi teknologi pengolahan limbah, tetapi juga pilar ekonomi sirkular yang mengintegrasikan dimensi lingkungan, sosial, dan ekonomi secara berkelanjutan. Diperlukan dukungan kolaboratif antara pemerintah, industri, dan perguruan tinggi vokasi untuk mempercepat implementasi teknologi *biorefinery* di sektor perkebunan. Langkah ini menjadi kunci dalam mewujudkan industri sawit nasional yang berdaya saing, ramah lingkungan, dan berorientasi pada kemandirian pangan dan energi Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- BPDPKS. (2021). *Laporan tahunan Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit*. BPDPKS.
- Choo, Y. M., Ma, A. N., Yusof, B., & Hashim, Z. (2020). Sustainable palm oil and the global oil market. *Journal of Oil Palm Research*, 32(4), 567–582. <https://doi.org/10.21894/jopr.2020.0054>
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2022). *Statistik perkebunan kelapa sawit Indonesia 2021–2023*. Kementerian Pertanian RI.
- FAO. (2022). *FAOSTAT: Crops and livestock products*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/faostat>
- Hasan, M., Jambo, S. A., & Idris, A. (2021). Biorefinery approach for sustainable utilization of palm oil mill effluent and palm biomass. *Renewable and Sustainable*

Energy Reviews, 135, 110239. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110239>

- Kardono, L. B. S., Bustomi, A., & Pratiwi, D. (2019). Microwave-assisted pretreatment of empty fruit bunch for bioethanol production. *Indonesian Journal of Chemistry*, 19(1), 145–154. <https://doi.org/10.22146/ijc.36447>
- Kurnia, J. C., Jangam, S. V., Akhtar, S., Sasmito, A. P., & Mujumdar, A. S. (2016). Advances in biofuel production from oil palm and palm oil processing wastes: A review. *Biofuel Research Journal*, 3(1), 332–346. <https://doi.org/10.18331/BRJ2016.3.1.4>
- Ningsih, P., Susanto, H., & Fitriani, D. (2022). Bioplastic production from palm oil empty fruit bunch lignocellulose: A sustainable approach. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 10(5), 108543. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2022.108543>
- Prasertsan, S., & Prasertsan, P. (2020). Biomass residues from palm oil mills in Thailand: An overview on quantity and potential usage. *Biomass and Bioenergy*, 138, 105604. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2020.105604>
- Rahman, M. M., Yusoff, M. Z., & Hassan, M. A. (2021). Smart biogas monitoring using IoT and artificial intelligence for sustainable palm oil mill effluent management. *Renewable Energy*, 170, 1325–1335. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.01.019>
- Van Dinter, R., Tekinerdogan, B., & Catal, C. (2021). Automation of systematic literature reviews: A systematic literature review. *Information and software technology*, 136, 106589.
- Yacob, S., Hassan, M. A., & Shirai, Y. (2020). Methane emission reduction from palm oil mill effluent treatment by covering anaerobic ponds. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 22(3), 563–572. <https://doi.org/10.1007/s10098-019-01821-9>
- Yusuf, N. N. A. N., Kamarudin, S. K., & Yaakub, Z. (2020). Overview on the current trends in biodiesel production. *Energy Conversion and Management*, 195, 1341–1361. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.01.039>

Hubungan Antara Kondisi Lingkungan dengan Insidensi Penyakit Alur Bidang Sadap Karet (*Hevea brasiliensis*) di PTPN VII Unit Padang Pelawi Bengkulu

Tunjung Pamekas^{1*}, Hendri Bustamam¹, Usman Kris Joko Suharjo², Fita Huljannah¹

¹Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu

²Departemen Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu

Email: tunjungpamekas@unib.ac.id

Abstrak

Indonesia menjadi salah satu negara produsen karet terbesar di dunia, namun produksi karet Indonesia menurun, salah-satunya disebabkan oleh penyakit alur bidang sadap karet. Tujuan dari penelitian ini adalah mengevaluasi hubungan antara kondisi lingkungan dengan insidensi penyakit alur bidang sadap karet. Penelitian dilaksanakan pada Desember 2023-April 2024 di PTPN VII Unit Padang Pelawi, Bengkulu. Sampel diambil dari 9 lokasi pertanaman karet dengan tahun tanam berbeda dengan menggunakan metode *random sampling on diagonal*. Pengamatan dilakukan terhadap insidensi penyakit alur bidang sadap. Berdasarkan gejala serangan dan kondisi lingkungan sekitar tanaman karet. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ditemukan gejala penyakit kering alur sadap (KAS), kanker garis, *bark nekrosis*, dan *mouldy rot* pada tanaman karet di setiap afdeling sample dengan insidensi penyakit 12,25 – 20,5%. Tingkat insidensi penyakit berkaitan erat dengan kondisi lingkungan di sekitar tanaman karet. Pengelolaan lingkungan tanaman karet yang baik sangat diperlukan untuk menurunkan tingkat insidensi penyakit alur bidang sadap.

Kata kunci: *Bark necrosis*, KAS, Kanker garis, *Mouldy rot*, Tanaman karet

Abstract

Indonesia is one of the largest rubber-producing countries in the world, but rubber production in Indonesia has declined, partly due to the tapping panel disease. The purpose of this study is to evaluate the relationship between environmental conditions and the incidence of tapping panel disease. The research was conducted from December 2023 to April 2024 at PTPN VII Unit Padang Pelawi, Bengkulu. Samples were taken from 9 rubber plantation locations with different planting years using a random sampling on diagonal method. Observations were made on the incidence of tapping panel disease based on symptoms and the environmental conditions around the rubber plants. The results showed there were symptom of dryness tapping panel, canker lines, bark necrosis, and mouldy rot in rubber plants in each sampled affdeling, with disease incidence ranging from 12.25% to 20.5%. The level of disease incidence was closely related to the environmental conditions around the rubber plants. Good environmental management of rubber plants was very necessary to reduce the incidence of tapping panel disease.

Keywords: *Bark necrosis*, KAS, Line canker, Mouldy rot, Rubber plants

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan areal tanaman karet terluas di dunia. Pada tahun 2005, luas perkebunan karet Indonesia mencapai 3,2 juta ha dengan produksi karet (Departemen Pertanian, 2007). Badan Pusat Statistik Provinsi Bengkulu pada tahun 2022 mencatat ada 102.790 ha luas areal perkebunan karet yang tersebar pada 10 Kabupaten/Kota yang ada di provinsi Bengkulu. Kabupaten Seluma memiliki areal perkebunan karet seluas 25.880 ha (BPS Bengkulu, 2022) dan PTPN VII Unit Padang Pelawi, Kabupaten Seluma memiliki luas areal 5.804 ha.

Dilaporkan ada beberapa penyakit yang dapat menyerang alur bidang sadap seperti kering alur sadap (KAS), kanker garis, *bark necrosis*, dan *mouldy rot* (Semangun, 1990). Penyakit penyakit tersebut menyebabkan terbentuknya sel tilosoid dalam jaringan pembuluh lateks karena penurunan permeabilitas dinding sel sehingga terjadi pembekuan lateks (Siswanto, 1997; Siswanto *et al.*, 2004; Sivakumaran *et al.*, 2002) atau terjadinya garis coklat atau hitam yang menyebabkan kematian sel di alur bidang sadap (Semangun, 1990, Suwanto, 1984). Serangan penyakit penyakit di atas dapat menyebabkan penurunan produksi hingga 80% (Soepena, 1983).

Di sisi lain lingkungan berupa iklim mikro-meso-makro tanaman sangat berpengaruh terhadap penyebaran patogen. Suhu, kelembaban, cahaya, pemupukan, pengelolaan gulma dan sebagainya perlu diperhatikan dalam rangka mengurangi jumlah inokulum patogen. Menurut Webster dan Mikkelsen (1992) suhu optimum untuk patogen tanaman karet adalah 30°C, kelembaban optimum 60–80%, dan intensitas cahaya 10%.

Sejauh ini belum ada laporan mengenai penyakit pada bidang sadap tanaman karet di PTPN VII Unit Padang Pelawi, Seluma, Bengkulu. Mengingat patogen tanaman karet sangat berdampak terhadap produksi lateks maka perlu dilakukan penelitian tentang kajian hubungan kondisi lingkungan dengan insidensi penyakit alur bidang sadap. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi data awal dalam menentukan kebijakan perlindungan tanaman karet khususnya di bidang sadap agar tanaman karet memiliki produktivitas yang tinggi.

Tujuan dari penelitian adalah untuk mengevaluasi hubungan kondisi lingkungan dan insidensi penyakit alur bidang sadap tanaman karet di PTPN VII Unit Pelawi, Kabupaten Seluma, Provinsi Bengkulu.

METODE

Penelitian dilaksanakan pada Desember 2023 - April 2024 di kebun karet PTPN VII Unit Padang Pelawai, Seluma, Bengkulu. Pengambilan sampel tanaman dilakukan di 9 afdeling dengan klon tanaman karet yang seragam (PB 260) pada tahun tanam yang berbeda. Di setiap afdeling diambil petak sampel ukuran 100x100 m dan dengan metode sampling diagonal diambil lima titik sampel dengan 20 tanaman karet/titik.

Insidensi penyakit diamati berdasarkan gejala penyakit Kering Alur Sadap, *Mouldy rot*, *bark nekrosis* dan kanker garis yang ada pada alur bidang sadap. Selanjutnya digunakan rumus berikut:

$$IP = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan: IP (%) = Kejadian Penyakit

n = Jumlah tanaman yang terserang pathogen

N = Jumlah tanaman yang diamati

Data lingkungan meliputi suhu dan kelembaban udara yang diukur menggunakan higrometer, suhu tanah yang diukur menggunakan termometer tanah, keberadaan tanaman penutup tanah, pengelolaan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT), sistem pemupukan diperoleh melalui wawancara dengan pihak pengelola kebun.

Semua data kuantitatif dan kualitatif yang diperoleh dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel dan gambar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi lingkungan perkebunan karet PTPN VII Padang Kelawi Bengkulu disajikan dalam Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Karakteristik Lokasi dan Agroklimat Tanaman Karet di PTPN VII, Unit Padang Pelawi Bengkulu

No	Lokasi	Umur Tanaman	Agroklimat
1.	Afdelling II <i>field</i> 2003A TAP B	21 Tahun	Tanaman karet umur 21 tahun berada pada lokasi tanah yang datar. pH tanah di sekitar tanaman memiliki nilai 8,5 masuk dalam kategori basa, suhu tanah pada sekitar tanaman karet mencapai angka 30°C. Suhu lingkungan pada sekitar tanaman mencapai angka 32°C dan memiliki kelembaban sebesar 61%.  Pada sekitar tanaman terdapat gulma yang sudah mengering karena aplikasi pestisida untuk perawatan tanaman dari adanya gulma. <i>Cover Crop</i> tidak ditemukan di sekitar tanaman. Tanaman di lokasi ini tampak memiliki daun yang tidak rimbun. Hal tersebut dikarenakan daun tanaman karet mengalami serangan gugur daun yang disebabkan oleh patogen <i>Pestalotiopsis</i> sp. Pengendalian yang biasa dilakukan adalah dengan cara <i>fogging</i>. <i>Fogging</i> merupakan teknik pengendalian dengan penguapan. Bahan-bahan yang digunakan fogging untuk dosis 3 ha yaitu solar 4 liter, air 1 liter, Hexaconazol 500 cc dan emulgator 100 cc. Teknik penyadapan pada lokasi ini adalah <i>upper typing system</i> (UTS).
2.	Afdelling I <i>field</i> 2005A TAP B	19 Tahun	Lokasi pengambilan sampel dengan umur tanaman 19 tahun memiliki kondisi lingkungan yang memiliki gulma pada sekitar tanaman karet. Namun, gulma tersebut sudah dilakukam pengendalian dengan cara penyemprotan pestisida. Tidak ada <i>cover crop</i> yang sengaja ditanam pada sekitar tanaman. Daun yang berguguran menandakan pada tanaman terserang penyakit gugur daun dan pengendalian yang biasa dilakukan adalah <i>treatment fogging</i>.

No	Lokasi	Umur Tanaman	Agroklimat
			 Suhu lingkungan pada tanaman usia 19 tahun yaitu 35°C dengan kadar kelembaban air 68%. Nilai pH tanah pada lokasi dengan umur tanaman 19 tahun adalah 7,4. Kondisi tanah pada lokasi ini masuk ke dalam pengkategorian basa. Temperatur tanah pada tanaman yang berumur 19 tahun adalah 32°C. Teknik penyadapan pada lokasi ini adalah <i>upper typing system</i> (UTS).
3.	Afdelling I field 2006A TAP A	18 Tahun	Pada gambar tampak kondisi lingkungan yang cukup bersih dari gulma. Gulma yang biasanya tumbuh disekitaran tanaman karet tertutupi oleh <i>cover crop</i> yang sengaja ditanam. <i>Cover crop</i> yang ada pada lingkungan tersebut adalah <i>Mucuna bracteata</i>. Tanaman <i>Mucuna bracteata</i> memiliki kelebihan diantaranya mampu memproduksi biomasa yang banyak, mengandung N lebih tinggi, berumur panjang, tahan terhadap naungan dan memiliki pertumbuhan yang cepat. Menurut data yang ditemukan, pertumbuhan <i>Mucuna bracteata</i> yang sangat cepat justru berpotensi menjadi gulma.  Pengukuran nilai pH tanah menggunakan soil pH meter. Pada lokasi tahun tanam 2006 memiliki nilai pH 7,0 yang artinya tanah pada kondisi tersebut dalam derajat keasaman normal. Selain pH tanah terdapat pula suhu tanah yang diukur menggunakan soil pH meter. Pada lokasi ini suhu tanah mencapai angka 32°C. Suhu lingkungan mencapai

No	Lokasi	Umur Tanaman	Agroklimat
			32,5°C yang diukur menggunakan higrometer. Tingkat kelembaban pada lingkungan tahun tanam 2006 berada di angka 61%. Teknik penyiadapan pada lokasi ini adalah <i>down typing system</i> (DTS).
4.	Afdelling I field 2007B TAP D	17 Tahun	Lokasi pengamatan dan pengambilan sampel tanaman umur 17 tahun memiliki kondisi lingkungan yaang tidak datar namun juga tidak terlalu berbukit. Di sekeliling tanaman terdapat <i>cover crop</i> jenis <i>Mucuna bracteata</i>.  Temperature lingkungan sekitar berada pada angka 32,5°C. Kelembaban relatif mencapai angka 61%. Lokasi ini memiliki nilai pH 8,5 masuk dalam kategori basa. Suhu tanah terdeteksi pada angka 31°C. Teknik penyiadapan pada lokasi ini adalah <i>down typing system</i> (DTS).
5.	Afdelling I Field 2008A TAP B	16 Tahun	Lokasi pengambilan sampel dengan umur 16 tahun berada pada lingkungan yang memiliki kondisi tanah miring namun tidak terlalu terjal. Pada sekeliling tanaman karet terdapat gulma rerumputan yang tidak terlalu mendominasi. Gulma yang berkembang tertutup oleh tanaman <i>cover crop</i> <i>Mucuna bracteata</i>.  Tampak pada tanaman karet dengan daun yang tidak rimbun. Hal tersebut dikarenakan tanaman mengalami serangan penyakit gugur daun pestalotiopsis. Perlakuan yang biasa dilakukan untuk mengendalikan gugur daun adalah dengan cara <i>fogging</i>. Suhu lingkungan 33,9°C kelembaban 61 %. pH tanah 8,5 suhu tanah 33°C. Teknik penyiadapan pada lokasi ini adalah <i>upper typing</i>

No	Lokasi	Umur Tanaman	Agroklimat
<i>system (UTS).</i>			
6.	Afdelling II <i>field</i> 2009C TAP B	15 Tahun	Sampel dengan tanaman umur 15 tahun memiliki lokasi dengan lingkungan yang datar. Sekeliling lokasi pengambilan sampel tanaman karet memiliki gulma yang tumbuh. Gulma yang terdapat di lokasi tersebut biasanya menggunakan dilalukan pestisida pengendalian melalui aplikasi penyemprotan.  Data yang diperoleh melalui pengukuran soil pH meter mendapatkan angka pH tanah 8,5 dengan suhu lingkungan 29,5°C. Jumlah kadar air 87% dan suhu tanah 30°C. Teknik penyiapan pada lokasi ini adalah <i>down typing system</i> (DTS). Teknik penyiapan pada lokasi ini adalah <i>upper typing system (UTS).</i>
7.	Afdelling II <i>field</i> 2010B TAP C	14 Tahun	Lokasi pengambilan sampel berada pada lingkungan dengan kondisi tanah yang miring. Tanah yang memiliki kemiringan tersebut dikondisikan menggunakan teknik terasering. Terasering adalah metode konservasi dengan membuat teras-teras yang dilakukan untuk mengurangi panjang lereng. Tujuan pembuatan terasering juga untuk mengurangi kecepatan aliran air dan meningkatkan resapan air.  Pada lokasi tersebut tampak gulma rerumputan. Gulma tersebut belum dilalukan pengendalian karena belum

No	Lokasi	Umur Tanaman	Agroklimat
			berada pada taraf mengganggu. Kelembaban relatif pada higrometer tercatat di angka 84%. Nilai pH tanah 7,3 dengan suhu tanah 29°C dilengkapi suhu lingkungan yaitu berada pada angka 26,7°C. Teknik penyiapan pada lokasi ini adalah <i>down typing system</i> (DTS).
8.	Afdelling III <i>field</i> 2011A TAP B	13 Tahun	Pengambilan sampel tanaman karet tahun tanam 2011 merupakan lokasi yang berbeda dari lokasi lain. Hal ini dikarenakan lokasi tersebut satu-satunya lokasi yang berada di afdelling III. Kondisi lingkungan menggambarkan tanaman dikelilingi oleh gulma namun sudah mengering. gulma menengring disebabkan oleh penyemprotan pestisida. Di lokasi tidak ditemukan <i>cover crop</i> seperti <i>Mucuna bracteata</i>. Namun, tampak pada daun mengalami keguguran yang disebabkan oleh penyakit gugur daun <i>Pestalotiopsis</i> sp.  Nilai pH berada pada angka 7,3 dengan suhu lingkungan 33°C dan suhu tanah 30°C. Kelembaban mencapai angka 59%. Teknik penyiapan pada lokasi ini adalah <i>upper typing system</i> (UTS).
9.	Afdelling II <i>field</i> 2012A TAP A	12 Tahun	Lokasi tanaman dengan umur termuda yaitu pada tahun tanam 2012 yang saat ini berumur 12 tahun. Kondisi di sekeliling tanaman karet dikelilingi oleh gulma rerumputan dan pakis. Tampak pada gambar, tanaman memiliki daun-daun berada di fase B dan C. Pada fase tersebut, daun memasuki tahapan yang sesuai untuk dilakukan <i>fogging</i> untuk pengendalian penyakit gugur daun.

No	Lokasi	Umur Tanaman	Agroklimat
			 Suhu lingkungan tercatat 29°C pada alat higrometer dengan kelembaban kadar air 66 %. Nilai pH tanah berada di angka 7,4 dan suhu tanah mencapai angka 30°C. Teknik penjadapan pada lokasi ini adalah <i>down typing system</i> (DTS).

Berdasarkan data yang diperoleh perkebunan karet PTPN VII Unit Padang Pelawi memiliki nilai pH tanah berkisar pada angka 7,0 – 8,5 di sembilan lokasi yang berbeda. Suhu lingkungan berada pada kisaran angka 26oC - 35 oC. Menurut National Institutes of Health menyatakan bahwa laju pertumbuhan cendawan memiliki suhu optimum pada angka diantara 25-30°C. Nilai pH yang baik untuk perkembangbiakan mikoorganisme cendawan adalah 5,5 – 7,0 (Kositup, 2009).

Di berbagai lokasi terdapat tanaman *cover crop*. Tanaman penutup tanah ini memiliki fungsi menutup tanah dan mengendalikan gulma. *M. bracteata* merupakan salah satu jenis tanaman penutup tanah yang banyak digunakan di perkebunan tanaman tahunan. Tanaman ini memiliki kelebihan diantaranya mampu memproduksi biomasa yang banyak, mengandung N lebih tinggi, berumur panjang, tahan terhadap naungan dan memiliki pertumbuhan yang cepat. *M. bracteata* tumbuh baik pada pasir berdrainase baik, tanah liat dan ultisol dengan pH 5-6.5, tetapi juga tumbuh dengan baik pada lahan berpasir asam, tidak toleran terhadap air yang berlebih (Oku, 2012).

Lokasi yang tidak memiliki tanaman *cover crop* ditumbuhi banyak gulma. Gulma adalah tumbuhan yang tumbuh pada areal yang tidak dikehendaki yakni tumbuh pada areal pertanaman. Gulma dapat merugikan tanaman budidaya karena bersaing dalam mendapatkan unsur hara, cahaya matahari, dan air. Pengendalian yang biasa dilakukan adalah dengan menggunakan herbisida sesuai dengan kebiakan yang berlaku dengan menggunakan herbisida memiliki beberapa keuntungan yaitu penggunaan tenaga kerja

yang lebih sedikit dan lebih mudah dan cepat dalam pelaksanaan pengendaliannya. Salah satu pertimbangan yang penting dalam pemakaian herbisida adalah untuk mendapatkan pengendalian yang selektif, yaitu mematikan gulma tetapi tidak merusak tanaman budidaya.

Dalam budidaya perkebunan karet di PTPN VII Unit Padang Pelawi tidak terlepas dari serangan penyakit. Salah-satu penyakit yang paling berat adalah serangan penyakit gugur daun disebabkan oleh patogen *Pestalotiopsis* sp. Penyakit gugur daun *Pestalotiopsis* pertama kali terdeteksi di Indonesia pada tahun 2016 di wilayah Sumatera Utara, kemudian menyebar ke Sumatera Selatan akhir tahun 2017 dan terus menjadi outbreak sampai saat ini. Penyakit gugur daun ini merupakan penyakit tular udara yang penyebarannya sangat cepat, lebih banyak menyerang daun tua, menyerang semua klon dan juga menyerang semua umur tanaman. Daun karet yang terserang awalnya berwarna hijau, dengan adanya beberapa bercak akhirnya daun menjadi berwarna kuning. Jamur ini menghasilkan toksin yang memperberat kondisi serangan sehingga menyebabkan daun mudah gugur. Jika melihat tajuk tanaman yang terserang dari bawah, maka akan terlihat bercak dengan lingkaran hitam dengan daun yang menguning. Gejala serangan penyakit *Pestalotiopsis* ditandai adanya bercak-bercak kecil pada daun yang berwarna abu-abu dan berubah menjadi coklat gelap pada stadia lanjut, dengan bentuk oval dan tidak beraturan (10-50 mm). Pencegahan penyakit *Pestalotiopsis* di kebun lingkup PT. Perkebunan Nusantara VII Unit Padang Pelawi sudah dilakukan secara pengabutan (fogging) dengan dosis dosis solar4 liter, air 1 liter, Hexaconazol 500 cc dan emulgator 100 cc.

Gejala penyakit tanaman timbul akibat masuknya patogen ke dalam jaringan tanaman dan menyebabkan terjadinya infeksi sehingga menimbulkan terjadinya perubahan pada sel atau jaringan tanaman. Terdapat penyakit di alur bidang sadap tanaman karet yang ditemukan di perkebunan PTPN VII Unit Padang Pelawi, Sukaraja yaitu penyakit kering alur sadap (KAS), dan gejala nekrotik dengan dugaan penyakit kanker garis dengan adanya gejala hiperplasia (Tabel 2).

Tabel 2. Gejala Penyakit Alur Bidang Sadap di PTPN VII Unit Padang Pelawi Bengkulu

No	Lokasi	Umur	Gejala Penyakit			
			Kas	Back Nekrosis	Kanker Garis	Mouldy rot
1.	Afdelling II <i>field</i> 2003A TAP B	21 Tahun				
2.	Afdelling I <i>field</i> 2005A TAP B	19 Tahun				
3.	Afdelling I <i>field</i> 2006A TAP A	18 Tahun				
4.	Afdelling I <i>field</i> 2007B TAP D	17 Tahun				

No	Lokasi	Umur	Gejala Penyakit			
			Kas	Back Nekrosis	Kanker Garis	Mouldy rot
5.	Afdelling I field 2008A TAP B	16 Tahun				
6.	Afdelling II field 2009C TAP B	15 Tahun				
7.	Afdelling II field 2010B TAP C	14 Tahun				
8.	Afdelling III field 2011A TAP B	13 Tahun				

No	Lokasi	Umur	Gejala Penyakit			
			Kas	Back Nekrosis	Kanker Garis	Mouldy rot
9.	Afdelling II <i>field</i> 2012A TAP A	12 Tahun				

Insidensi penyakit merupakan proporsi individu dari tanaman yang diserang penyakit tanpa memperdulikan seberapa berat penyakitnya (Rizkiarty, 2010). Insidensi penyakit alur bidang sadap tanaman karet di PTPN VII Unit Padang Pelawi Bengkulu Adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Insidensi Penyakit Alur Bidang Sadap Karet di PTPN VII Unit Padang Pelawi Bengkulu

No	Umur Tanaman	Insidensi Penyakit (%)				Total
		KAS	KG	BN	MR	
1.	21 Tahun	20	12	10	11	13.25%
2.	19 Tahun	22	15	15	10	15.5%
3.	18 Tahun	19	13	20	9	15.25%
4.	17 Tahun	16	18	20	20	18.5%
5.	16 Tahun	23	20	25	8	19%
6.	15 Tahun	35	22	15	10	20.5%
7.	14 Tahun	24	17	19	12	18%
8.	13 Tahun	25	12	15	13	16.25%
9.	12 Tahun	15	10	17	7	12.25%

Berdasarkan Tabel 3 terlihat bahwa insidensi penyakit pada tanaman umur 21 tahun didominasi oleh serangan KAS. Serangan KAS mendominasi hingga 20%, *bark nekrosis* 10%, *mouldy rot* 11%, dan kanker garis 12%. Dilihat dari kondisi lingkungan, tanaman umur 21 tahun berada pada lokasi tanah datar dengan pH tanah 8,5. Suhu tanah mencapai angka 30°C dan suhu lingkungan mencapai 32°C. Kadar air tanah 61%. Teknik penyadapan adalah UTS. Cendawan teridentifikasi pada tanaman karet umur 21 tahun adalah *L. theobromae*. Tanaman di perkebunan PTPN VII Unit Padang Pelawi memiliki riwayat pemupukan rutin setiap 6 bulan sekali dengan Urea, KCL, ZA, Dolomit dan TSP. Pemupukan bertujuan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman dan menetralkan kondisi keasaman tanah. Namun, disamping pemberian nutrisi pada tanaman karet ada efek

samping lain yaitu gulma yang mendapat unsur hara dari kandungan pupuk sehingga meskipun sering dilakukan pengendalian gulma namun gulma akan tumbuh dengan cepat. Gulma secara tidak langsung menjadi *cover crop* yang membantu melembabkan tanah. Kondisi seperti ini membantu cendawan *L. theobromae* tumbuh dan berkembang dengan baik. *L. theobromae* merupakan salah satu cendawan yang memiliki lebih dari 500 inang, bersifat oportunistik dalam menimbulkan penyakit dengan memanfaatkan luka atau jaringan nekrotik terutama pada organ tanaman yang berdaging atau berkayu, seperti busuk buah, hawar daun dan busuk ujung batang, kanker batang dan mati ujung (Rossman *et al.* 2017).

Tanaman karet umur 19 tahun terkena serangan KAS 22%, kanker garis 15%, *bark nekrosis* 15% dan *muoldy rot* 10%. KAS merupakan penyakit yang mendominasi pada tanaman umur 19 tahun. Teknik penyadapan adalah UTS. Cendawan teridentifikasi dari tanaman umur 19 tahun adalah *Fusarium* sp. Suhu lingkungan tanaman 35°C dengan kelembaban air 68%, dan temperatur tanah 32°C serta pH tanah 7,4. Kondisi tanah pada lokasi ini masuk ke dalam pengkategorian basa mendekati netral. Dalam menetralkan pH tanah yang basa biasanya dilakukan pemupukan dolomit. Tanaman umur 19 tahun ini memiliki suhu lingkungan yang tinggi. karena tanaman karet mengalami gugur daun yang disebabkan oleh cendawan *Pestalotiopsis* sp. Menurut Semangun (1996) *Fusarium* sp. dapat hidup pada suhu tanah 21–33 °C, suhu lingkungan optimum 28 oC. Meskipun tidak berada pada kondisi yang optimum, *Fusarium* sp. dapat tumbuh dan berkembang karena *Fusarium* sp. memiliki toleransi suhu tinggi. Cendawan ini memiliki banyak inang yang sudah dilaporkan. Defitri (2021) mengidentifikasi serangan penyakit Tajuk (Crown Disease) disebabkan *Fusarium* sp. sebesar 20 % di Kabupaten Batanghari, Jambi. Selain pada tanaman perkebunan, *Fusarium* sp. menyerang pada tanaman mangga, pisang, pepaya, nanas, dan alpukat. Tanaman buah-buahan ini rentan terhadap infeksi *Fusarium* sp. di ladang maupun setelah panen, menyebabkan busuk akar, layu pembuluh, busuk batang, dan busuk buah (Zakaria, 2023).

Pada tanaman karet umur 18 tahun terdapat serangan KAS 19%, kanker garis 13%, *bark nekrosis* 0% dan *mouldy rot* 9%. Keasaman tanah 7,0 suhu tanah 32°C, suhu udara 32,5°C dan kelembaban udara 61%. Teknik penyadapan DTS. Sekitar tanaman karet terdapat tanaman penutup tanah jenis *M. bracteata* yang tumbuh subur. Tanaman penutup tanah ini berfungsi untuk mengalahkan gulma, namun karena pertumbuhan yang cepat justru berpotensi menjadi gulma. Cendawan teridentifikasi adalah *Aspergillus flavus*.

Aspergillus merupakan cendawan dengan dampak negatif terhadap ekonomi dan pertanian melalui produksi metabolit sekunder aflatoksin yang beracun dan karsinogenik (Antiga, 2020). *A. flavus* dilaporkan menjadi cendawan patogenik di Malaysia. Cendawan ini dapat ditemukan pada batang tanaman karet (Jantamas, 2016).

Intensitas penyakit pada tanaman karet umur 17 tahun beragam, yaitu KAS 16%, kanker garis 18%, *bark nekrosis* 20% dan *mouldy rot* 20%. Temperatur dan kelembaban udara 32,5°C dan 61% dengan pH dan suhu tanah 8,5 dan 31°C. Teknik penyadapan DTS. Sekitar tanaman karet terdapat cover crop jenis *M. bracteata* dan cendawan yang berhasil teridentifikasi *Cladospora* sp. Pada tahun 2022 dilaporkan temuan baru yaitu cendawan *Cladosporium* di Brazil. Cendawan ini merupakan cendawan yang biasanya menyerang pada tanaman karet dengan ciri khas nekrotik sel. Sebelumnya gejala nekrotik sel dilaporkan penyebabnya *Phyllachora huberi* dan *Rosenscheldiella heveae*, tetapi pada tahun 2022, setelah analisis sampel yang dikumpulkan di negara bagian Minas Gerais dan São Paulo, ditemukan spesies jamur *Cladosporium* ssp. yang berbeda. Metode analisis morfologi dan filogenetik, menggunakan rangkaian parsial rDNA ITS-5.8S, daerah α -elongase dan aktin, isolat diidentifikasi sebagai *Cladosporium pseudocladosporioides*, *C. tenuissimum*, *C. cladosporioides*, *C. perangustum* dan *C. xanthochromaticum*. Semua isolat bersifat patogen tetapi memiliki agresivitas yang bervariasi (Gomez, 2023).

Tanaman karet umur 16 tahun mengalami serangan penyakit KAS 23%, kanker garis 20%, *bark nekrosis* 25% dan *mouldy rot* 8%. Tanaman karet terkena gugur daun yang disebabkan oleh *Pestalotiopsis*. Perlakuan yang biasa dilakukan untuk mengendalikan gugur daun adalah dengan cara fogging yang dilakukan malam hari saat tekanan angin rendah agar uap yang dilepaskan mengenai tepat sasaran. Suhu lingkungan 33,9°C kelembaban 61 %, pH tanah 8,5 dan suhu tanah 33°C. Teknik penyadapan DTS. Terdapat tanaman penutup tanah jenis *M. bracteata*. Cendawan yang berhasil diidentifikasi adalah *Ceratocystis fimbriata*. Penemuan ini didukung oleh penelitian Fernando (2019) yang menemukan cendawan *C. fimbriata* pada batang karet, juga berbagai tanaman lain di Brazil. Gejala yang muncul adalah jamur abu-abu atau busuk berjamur pada panel sadap yang mempengaruhi hasil lateks. Analisis filogenetik ditemukan berdasarkan urutan rDNA ITS dari gen tipe perkawinan pohon karet Acre dan Bahia (Valdetaro, 2015).

Tanaman karet umur 15 tahun mengalami serangan KAS 35%, kanker garis 22%, *bark nekrosis* 15% dan *mouldy rot* 10%. Tercatat pH dan suhu tanah 8,5 dan 30°C dengan suhu dan kelembaban udara 29,5°C dan 87%. Teknik penyadapan UTS. Cendawan yang

berhasil teridentifikasi adalah *Culvularia* sp. Lokasi tanaman karet umur 15 tahun memiliki gulma rerumputan dan tidak terdapat *cover crop*. Pada tanaman umur 15 tahun memiliki serangan KAS paling tinggi dari 9 umur tanaman yang diamati. Penyadapan yang terlalu sering mengakibatkan tanaman karet mengalami kekeringan lateks atau biasa disebut dengan Kering Alur Sadap (KAS). KAS disebabkan oleh gangguan fisiologis pada tanaman akibat adanya over eksploitasi yaang menyebabkan gangguan metabolisme pada tanaman karet. KAS memberikan kontribusi 15% - 20% hilangnya produksi karet.

Tanaman karet umur 14 tahun mengalami serangan penyakit KAS 24%, kanker garis 17%, *bark nekrosis* 19% dan *mouldy rot* 12%. Pada lokasi tampak gulma rerumputan yang menutupi sela-sela tanaman. Gulma tersebut belum dikendalikan karena belum berada pada taraf mengganggu. Gulma yang tumbuh subur mempengaruhi lingkungan dengan memberikan kontribusi kelembaban relatif. Tercatat kelembaban udara 84%, pH tanah 7,3 dan suhu tanah 29°C serta suhu uadar 26,7°C. Teknik penyadapan DTS. Kondisi tanah menggunakan teknik terasering. Terdapat satu jenis cendawan, namun cendawan tersebut belum berhasil teridentifikasi.

Tanaman umur 13 tahun mengalami serangan penyakit KAS 25%, kanker garis 12%, *bark nekrosis* 15% dan *mouldy rot* 13%. Pengukuran pH dan suhu tanah 7,3 dan 30°C dengan suhu dan kelembaban udara 33°C dan 59%. Cendawan yang berhasil teridentifikasi *Aspergillus* sp. Tanaman terserang gugur daun. Tanaman umur 12 tahun ini mengalami serangan KAS 15%, kanker garis 10%, *bark nekrosis* 17% dan *mouldy rot* 7%. Suhu dan kelembaban udara tercatat 29°C dan 66 % serta pH dan suhu tanah 7,4 dan 30°C. Tanaman karet juga terserang gugur daun Pestalotiopsis, Cendawan yang berhasil diidentifikasi adalah *Aspergillus* sp.

Faktor lingkungan dapat mempengaruhi keanekaragaman cendawan dalam perkebunan, jika keanekaragaman suatu genus pada suatu ekosistem sangat melimpah, maka faktor lingkungan di ekosistem menunjang kehidupan genus tersebut (Palealu *et al.*,2018). Cendawan tumbuh dan berkembang pada tanaman karet didukung oleh lingkungan yang mampu memberikan kondisi untuk hidup. Sembilan lokasi yang berbeda memiliki rentang pH tanah 7,0 – 8,5. Cendawan biasanya dapat tumbuh dengan optimal pada kondisi pH tanah 5,5 – 7. Meskipun cendawan menyukai tanah dalam kondisi masam tidak menutup kemungkinan beberapa cendawan memiliki toleransi terhadap kondisi tanah dengan pH lebih tinggi. Sebagian cendawan memiliki kemampuan adaptasi terhadap pH tanah yang relatif tinggi. Misalnya spesies cendawan patogenik seperti *Aspergillus* sp.,

Fusarium sp., dan beberapa spesies lain ditemukan dapat bertahan dan tumbuh dengan baik pada pH tanah antara 7,0 hingga 8,5.

Suhu tanah pada lokasi penelitian berkisar antara 29–33°C. Kisaran suhu tersebut kisaran normal untuk kehidupan cendawan sesuai Rahmawaty (2004) bahwa mikroorganisme asal tanah pada umumnya memiliki batas suhu tanah efektif untuk kelangsungan hidup berkisar 15–45°C. Suhu tanah merupakan salah satu faktor fisika tanah yang menentukan kehadiran dan kepadatan mikroorganisme tanah, karena menentukan tingkat dekomposisi material organik tanah. Suhu lingkungan pada lokasi penelitian berkisar 29–35°C dengan cover crop adalah *M. bracteata*. Menurut Kartasapoetra *et al.* (2000) tanaman penutup tanah dapat berfungsi sebagai pelindung permukaan tanah dari daya dispersi dan daya penghancuran oleh butir-butir hujan, memperlambat aliran permukaan, memperkaya bahan-bahan organik tanah serta memperbesar porositas tanah. Sedangkan perakarannya dapat meningkatkan kadar bahan organik di dalam tanah dan merupakan medium yang sangat baik bagi mikroorganisme.

Dalam penelitian ini, selain kondisi ekologis yang ada pada tanaman karet terdapat faktor lain yang menyebabkan penyakit alur bidang sadap karet. Faktor yang mempengaruhi adalah teknik penyadapan. Pada teknik penyadapan model UTS terdapat serangan KAS yang lebih tinggi dibandingkan dengan DTS. Angka serangan KAS dengan teknik UTS mencapai 20% atau lebih. Irawan (2022) melaporkan bahwa teknik UTS lebih menghasilkan banyak lateks dibandingkan dengan teknik DTS sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan teknik UTS dapat mengeksploitasi lateks lebih tinggi dan menyebabkan KAS.

Hasil penelitian Sumarmadji dan Andriyanto (2014) tentang pengendalian KAS bahwa pengendalian preventif dapat dilakukan dengan kultur teknis seperti pemeliharaan optimal, penerapan sistem eksploitasi sesuai tipologi klon, dan monitoring gejala awal KAS secara rutin melalui diagnosa lateks. Pengendalian secara kuratif dapat dilakukan dengan teknik bark scraping, aplikasi formula NoBB, atau antico F-96. Pada penelitian lain rekomendasi mengatasi KAS lebih baik diprioritaskan pencegahan dengan cara pengembalian norma baku penyadapan dibandingkan dengan pengendaliannya. Pengendalian penyakit *bark nekrosis* pada pohon karet (*Hevea brasiliensis*) dapat dilakukan dengan cara mekanis maupun kimiawi. Secara mekanis dapat dilakukan dengan membersihkan alat sadap dan disinfeksi secara rutin untuk mencegah kontaminasi oleh jamur. Selain itu, menjaga kebersihan area perkebunan dengan menghilangkan sisa-sisa

tanaman yang terinfeksi dapat mengurangi sumber inokulum patogen. Penggunaan fungisida sistemik dan kontak juga efektif dalam mengendalikan patogen penyebab *bark nekrosis*. Metalaksil dan mankozeb merupakan fungisida yang dapat digunakan dalam pengendalian penyakit *bark nekrosis* (Boerhendhy, 2013; Chrestin *et al.*, 2004; Cornish, 2017).

Sivakumar *et al.* (2000) dan Seneviratne *et al.* (2011) menyatakan untuk pengendalian penyakit kanker garis, dengan cara mengelola luka pada batang pohon karet dengan hati-hati dan mengobati luka yang ada dengan fungisida dapat mencegah infeksi oleh *Botryodiplodia theobromae* dan *Fusarium* spp. Aplikasi fungisida ini harus dilakukan pada awal gejala penyakit untuk memastikan efektivitasnya. Selain itu, penggunaan fungisida kontak pada area yang terinfeksi dapat membantu membatasi perkembangan penyakit dan mencegah penyebarannya. Pemilihan klon karet yang tahan penyakit juga penting untuk mengurangi risiko infeksi dan membantu mempertahankan produksi lateks. Strategi-strategi ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Sivakumar *et al.* (2000) dan Seneviratne *et al.* (2011), yang menekankan pentingnya pendekatan terpadu dalam pengendalian kanker garis.

Pengendalian penyakit *mouldy rot* dapat dilakukan dengan cara pisau sadap didesinfeksi dengan fungisida misalnya Izal 5% setelah selesai penyadapan (Semangun, 2000). Dari pengujian diketahui bahwa fungisida yang baik dalam pengendalian *mouldy rot*, yaitu sikloheksimid 0,3%, karbendazim 0,5 5, prokloraz 0,4% (Semangun, 1996).

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pada alur bidang sadap tanaman karet di semua afdeling ditemukan gejala penyakit KAS, kanker garis, *bark nekrosis* dan *mouldy rot* dengan tingkat insidensi yang berbeda. Kondisi lingkungan di sekitar tanaman sangat berkaitan erat dengan tinggi rendahnya insidensi penyakit. Pengendalian dengan penggunaan klon tahan terhadap hama dan penyakit, monitoring ketat terhadap gejala penyakit yang muncul pada alur bidang sadap karet, pengolesan fungisida yang tepat pada alur bidang sadap tanaman karet yang sudah bergejala penyakit, pemupukan rutin, pengelolaan gulma, dan penggunaan tanaman penutup tanah yang tepat sangat disarankan untuk menciptakan kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan bagi patogen.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih dihaturkan kepada pihak PTPN VII Unit Padang Pelawi Bengkulu, terkhusus Bapak Santoso sebagai asisten Afdeling II, yang telah mengizinkan dan membantu proses penelitian sehingga laporan ini bisa terwujud.

DAFTAR PUSTAKA

- Antiga, L., G. Obrian., M. Beccaccioli., G.A., Payne & M. Reverberi. (2020). *Aspergillus flavus* Exploits Maize Kernels Using an "Orphan" Secondary Metabolite Cluster. *Journal Internasional Mol*, doi:10.3390/ijms21218213.
- Badan Pusat Statistik. (2011). Luas Lahan Karet, Provinsi Bengkulu. <http://www.bps.go.id>. [Diakses 28 Agustus 2023].
- Boerhendhy, I. (2013). Penggunaan Stimulan Sejak Awal Penjadapan untuk Meningkatkan Produksi Klon IRR-39. *Jurnal Penelitian Karet*, 31(2): 117-126.
- Chrestin, H., U. Sookmark., P. Trouslot., F. Pellegrin & D. Nandris. (2004). Rubber tree (*Hevea brasiliensis*) bark necrosis syndrome III: a physiological disease linked to impaired cyanide metabolism. *Plant disease*, 88(9), 1047-1047.
- Cornish, K. (2017). Alternative Natural Rubber Crops: Why Should We Care? *Technology & Innovation*. <https://doi.org/10.21300/18.4.2017.24> 5
- Defitri, Y. (2021). Intensitas dan Persentase Serangan Beberapa Penyakit Utama Pada Tanaman Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Desa Tebing Tinggi Kecamatan Mara Sebo Ulu Kabupaten Batanghari. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 21(3): 1399-1403.
- Departemen Pertanian. (2007). *Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis Karet*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Fernando, S. (2019). Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Mouldy Rot pada Tanaman Karet. *Procciding KMSI*, 7(1).
- Gomes, M. E., G.L. Antonio., T.L.D. Oliveir., D.M. Perfeito., L.V.S Anjos., E.C.P. Gonçalves, & A.C. Firmina. (2023). *Cladosporium* spp. associated with black crust on rubber trees in Brazil. *Summa Phytopathologica*, 49: 275421.
- Irawan, A. (2022). Teknik Penjadapan Down Typing System (DTS) Dan Upper Typing System (UTS) Pada Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). *Doctoral dissertation*. Politeknik Negeri Lampung. Lampung.
- Jantamas, S., N. Matan & T. Aewsiri. (2016). Improvement of antifungal activity of 57 citronella oil against *Aspergillus flavus* on rubberwood (*Hevea brasiliensis*) using heat curing. *Journal of Tropical Forest Science*. 2(1):39-47.
- Kartasapoetra. G.A & M.M. Sutedjo. (2000). *Teknologi Konservasi Tanahdan Air*. Jakarta: Edisi ke II. Rineka Cipta.

- Kositsup, B., P. Montpied., P. Kasemsap., P. Thaler., T. Améglio & E. Dreyer. (2009). Photosynthetic capacity and temperature responses of photosynthesis of rubber trees (*Hevea brasiliensis* Müll. Arg.) acclimate to changes in ambient temperatures. *Trees*, 23: 357-365.
- Oku, E., A. Iwara & E. Ekukinam. (2012). Effects of age of rubber (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.) plantation on pH, organic carbon, organic matter, nitrogen and micronutrient status of Ultisols in the humid forest zone of Nigeria. *Kasetsart Journal-Natural Science*. 46(5): 684-693.
- Pelealu, G.V.E., Roni Koneri, Regina Rosita Butarbutar. (2018). Kelimpahan dan keanekaragaman makrozoobentos di sungai air terjun tunan, Talawaan, Minahasa Utara, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Sains*, 18(2): 97-102.
- Rahmawaty. (2021). Laporan praktikum Keanegaraman Serangga Tanah. Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, FKIP, Universitas Patimura, Ambon.
- Rossmann, A.Y., W.C. Allen., L.A. Castlebury. (2017). Proposals to conserve *Botryodiplodia theobromae* (*Lasiodiplodia theobromae*) against *Sphaeria glandicola*, *Diplodia gossypina*, and *Physalosporarhodina* (*Botryosphaeria rhodina*); *Phyllosticta yuccae* against *Leptodothiorella notabilis*; and *Ramularia brunnea* against *Sphaerella tussilaginis* (*Mycosphaerella tussilaginis*) (Ascomycota: Dothideomycetes). *Taxon*. 66(3):747–748. DOI: <https://doi.org/10.12705/663.17>.
- Semangun, H. (1990). *Penyakit Tanaman Kebun di Indonesia*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Seneviratne, G. (2011). Management of Canker Garis in Rubber: Integrated Approaches. *Plant Pathology Journal*, 10(4): 215-223.
- Siswanto, Sumarmadji, dan A. Situmorang. (2004). Status dan pengendalian penyakit kering alur sadap tanaman karet. Prosiding Pertemuan Teknis Strategi Pengelolaan Penyakit Tanaman Karet untuk Mempertahankan Potensi Produksi Mendukung Industri Perkaretan Indonesia. *Jurnal Warta Perkaretan*. 5(1): 89-93.
- Siswanto. (1997). Gejala awal, penyebaran dan cara penanggulangan kekeringan alur sadap pada beberapa klon karet anjuran. *Jurnal Warta Perkaretan*, 9(1): 2-15.
- Sivakumar, D., et al. (2000). Canker Garis Disease of *Hevea brasiliensis*: Etiology and Management. *Journal of Rubber Research*, 3(2):85-92.
- Sivakumaran, S., H. Ghandimathi., Z. Hamzah., F. Yusof., S. Hamzah and H.Y. Yeang. (2002). Physiological and nutritional aspect in relation to the spontaneous development of tapping panel dryness in clone PB 260. *Journal of Rubber Research*, 5(3): 135-156.
- Soepena, H. (1983). Pedoman Pengenalan dan Penanggulangan Penyakit Tanaman Karet. Balai Penelitian Perkebunan Sungei Putih. Sistem eksploitasi tanaman karet yang spesifik-diskriminatif. *Warta Pusat Penelitian Karet*, 19(1-3), 31–39 59

- Sumarmadji dan Andriyanto. (2014). Laporan rekomendasi sistem eksploitasi tanaman karet Unit Usaha Wilayah Sumatera Selatan PTPN VII (Persero) Februari 2014. *Jurnal Warta Perkaratan*, Balai Penelitian Sungei Putih.
- Suwarto. (1984). Penyakit Bidang Sadap, Mouldy rot. Pada Tanaman Karet. Hal. 1 - 5. Balai Penelitian. *Journal of Rubber Research Perkebunan Sungai Putih*.
- Valdetaro, D. C., L.S, Oliveira., L.M. Guimarães., T.C. Harrington., M.A. Ferreira., R.G. Freitas & A.C. Alfenas. (2015). Genetic variation, morphology and pathogenicity of *Ceratocystis fimbriata* on *Hevea brasiliensis* in Brazil. *Tropical Plant Pathology*, 40: 184-192.
- Webster, R.K. dan D.S. Mikkelsen. (1992). *Compendium of Rice Diseases*. Minnesota: APS Press.
- Zakaria L. (2023). Spesies *Fusarium* yang Berhubungan dengan Penyakit pada Tanaman Buah Tropis Utama. *Jurnal Horticulturae Universitas Sains Malaysia*. 9(3):322. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9030322>

Multipersepsi Program Strategis Nasional: Peremajaan Sawit Rakyat sebagai Instrumen Pemberdayaan Masyarakat Perkebunan Kelapa Sawit dalam Mendukung Swasembada Pangan

Heru Wansyah Harahap^{1*}, Benita Valda Nabila², Syamuddin Harahap¹

¹Program Studi Pengelolaan Perkebunan, Politeknik LPP Yogyakarta

²Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

Email: herwansyahharahap@gmail.com

Abstrak

Program Strategis Nasional (PSN) mencakup berbagai kebijakan prioritas pemerintah yang bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan memperkuat ketahanan ekonomi nasional. Salah satu program yang menjadi sorotan adalah Program Peremajaan Sawit Rakyat (PSR), yang dipandang sebagai instrumen penting untuk pemberdayaan masyarakat perkebunan melalui peningkatan produktivitas dan penguatan kelembagaan petani kelapa sawit. Industri kelapa sawit memiliki peran strategis dalam perekonomian Indonesia, di mana sekitar 16,5 juta orang bekerja secara langsung maupun tidak langsung di sektor ini, atau sekitar 6,11% dari total penduduk Indonesia yang mencapai 270 juta jiwa. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji berbagai sudut pandang atau multipersepsi terhadap pelaksanaan PSR sebagai alat pemberdayaan masyarakat dalam mendukung tercapainya swasembada pangan nasional. Metode yang digunakan adalah pendekatan deskriptif kualitatif berbasis kajian literatur dan analisis dokumen kebijakan tanpa pengambilan data primer. Data sekunder diperoleh dari publikasi pemerintah, jurnal ilmiah, dan laporan lembaga terkait pelaksanaan PSR. Hasil kajian menunjukkan bahwa PSR dipersepsikan sebagai upaya strategis dalam meningkatkan kesejahteraan petani, memperkuat kelembagaan ekonomi lokal, serta mendorong ketahanan pangan melalui optimalisasi pemanfaatan lahan perkebunan. Namun demikian, tantangan administratif, keterbatasan pembiayaan, dan lemahnya pendampingan teknis masih menjadi kendala utama dalam implementasinya. Dengan demikian, PSR berpotensi menjadi instrumen efektif pemberdayaan masyarakat perkebunan sekaligus pilar penting dalam mendukung swasembada pangan nasional.

Kata kunci: Industri kelapa sawit, Peremajaan sawit rakyat, Program strategis nasional, Pemberdayaan masyarakat, Swasembada pangan

Abstract

The National Strategic Program (NSP) encompasses various government priority initiatives aimed at improving community welfare and strengthening national economic resilience. One of the prominent initiatives is the People's Palm Oil Replanting Program (PSR), which is perceived as an essential instrument for empowering plantation communities through productivity enhancement and institutional strengthening of smallholder farmers. The palm oil industry plays a strategic role in Indonesia's economy, employing approximately 16.5 million people, both directly and indirectly, or about 6.11% of the nation's total population of 270 million. This study aims to examine multiple perspectives on the implementation of PSR as a tool for community empowerment in supporting the achievement of national food self-sufficiency. The research employs a descriptive qualitative approach based on literature review and policy document analysis, without conducting primary data collection. Secondary data were obtained from government publications, academic journals, and institutional reports related to PSR implementation. The results of this review indicate that PSR is perceived as a strategic effort to improve farmers' welfare, strengthen local economic institutions, and enhance food security through optimized utilization of plantation lands. However, several challenges remain, particularly in administrative procedures, financing accessibility, and technical assistance. Therefore, the PSR program holds significant potential as an effective instrument for empowering plantation communities while serving as a vital pillar in supporting the realization of national food self-sufficiency.

Keywords: *Palm oil industry, People's palm oil replanting, National strategic program, Community empowerment, Food self-sufficiency*

PENDAHULUAN

Secara global, industri kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) memegang peranan penting sebagai komoditas minyak nabati yang paling produktif di dunia, menyumbang lebih dari 40% dari total kebutuhan minyak nabati global dan berkontribusi besar terhadap perdagangan internasional. Permintaan minyak sawit meningkat pesat seiring dengan pertumbuhan populasi dunia, kebutuhan energi terbarukan, dan perkembangan industri pangan serta kosmetik (FAO, 2022). Namun, peningkatan produksi sawit seringkali diikuti oleh isu lingkungan seperti deforestasi, degradasi lahan, dan konflik sosial di daerah tropis (Carrasco et al., 2014). Dalam konteks global keberlanjutan, berbagai lembaga internasional dan negara produsen utama seperti Indonesia dan Malaysia mulai mendorong praktik pengelolaan kelapa sawit berkelanjutan, salah satunya melalui upaya peremajaan tanaman tua dan pemberdayaan petani kecil (CABI, 2021).

Di tingkat nasional, Indonesia merupakan produsen minyak sawit terbesar di dunia dengan kontribusi sekitar 55% terhadap produksi global (BPS, 2023). Sektor kelapa sawit berperan vital dalam perekonomian nasional, menyerap sekitar 16,5 juta tenaga kerja baik secara langsung maupun tidak langsung, atau sekitar 6,11% dari total penduduk Indonesia yang berjumlah sekitar 270 juta jiwa (BPDPKS, 2024). Untuk menjaga produktivitas dan kesejahteraan petani, pemerintah meluncurkan Program Strategis Nasional Peremajaan Sawit Rakyat (PSR) sejak tahun 2017. Program ini bertujuan mengganti tanaman sawit rakyat yang sudah tua atau tidak produktif dengan bibit unggul, sekaligus meningkatkan kapasitas kelembagaan dan akses pembiayaan petani (Kementerian Pertanian, 2023). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa PSR berhasil meningkatkan produktivitas dan pendapatan petani (Susila et al., 2021; Hidayat et al., 2022). Namun, studi lain menemukan adanya tantangan dalam aspek administrasi, keterlambatan pencairan dana, dan lemahnya koordinasi antarinstansi yang menghambat pelaksanaan program secara optimal (Rahmawati et al., 2023). Faktor-faktor penghambat dan perbedaan hasil implementasi di lapangan inilah yang kemudian memunculkan beragam persepsi di kalangan pemangku kepentingan.

Pada tingkat lokal, pelaksanaan PSR menimbulkan beragam persepsi di kalangan pemangku kepentingan seperti petani, koperasi, pemerintah daerah, dan lembaga keuangan. Menurut Saputra et al. (2022), perbedaan persepsi tersebut disebabkan oleh variasi pemahaman terhadap kebijakan, keterbatasan informasi, serta kapasitas kelembagaan yang belum merata di berbagai daerah. Sementara itu, Prasetyo dan Wibowo (2023) menekankan

bahwa keberhasilan PSR tidak hanya ditentukan oleh aspek teknis replanting, tetapi juga oleh kemampuan program dalam memperkuat aspek sosial, ekonomi, dan kelembagaan masyarakat perkebunan. Tinjauan literatur terkini menunjukkan bahwa penelitian mengenai PSR selama ini masih berfokus pada dimensi teknis dan ekonomi. Oleh karena itu, kajian yang secara khusus menganalisis multipersepsi antar pemangku kepentingan menghubungkannya dengan efektivitas pemberdayaan masyarakat dan dampaknya terhadap swasembada pangan nasional masih menjadi celah penelitian (*research gap*) yang signifikan. Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada analisis multipersepsi tersebut sebagai basis perumusan kebijakan publik yang lebih adaptif. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis berbagai sudut pandang pemangku kepentingan terhadap pelaksanaan Program Peremajaan Sawit Rakyat (PSR) sebagai instrumen pemberdayaan masyarakat perkebunan kelapa sawit dalam mendukung swasembada pangan nasional.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif yang bertujuan untuk mengkaji berbagai sudut pandang atau multipersepsi terhadap pelaksanaan Program Peremajaan Sawit Rakyat (PSR) sebagai alat pemberdayaan masyarakat dalam mendukung tercapainya swasembada pangan nasional. Pendekatan deskriptif kualitatif dipilih karena dapat menggambarkan secara mendalam fenomena sosial dan kebijakan publik yang berkaitan dengan pelaksanaan PSR tanpa melakukan pengambilan data primer. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh melalui studi pustaka dan analisis dokumen kebijakan. Sumber data terdiri atas publikasi pemerintah, jurnal ilmiah, laporan lembaga, serta hasil kajian terdahulu yang relevan dengan pelaksanaan PSR.

Data yang terkumpul dianalisis menggunakan teknik analisis isi (*content analysis*) dengan menelaah dan menginterpretasikan isi dokumen untuk menemukan tema-tema utama yang berkaitan dengan efektivitas, persepsi masyarakat, serta tantangan pelaksanaan PSR dalam konteks pemberdayaan petani dan penguatan ketahanan pangan nasional. Hasil analisis disajikan secara deskriptif guna memberikan gambaran komprehensif mengenai posisi strategis PSR sebagai instrumen kebijakan pemerintah dalam memperkuat kesejahteraan petani dan keberlanjutan ekonomi lokal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Program Peremajaan Sawit Rakyat (PSR)

Program Peremajaan Sawit Rakyat (PSR) merupakan salah satu program strategis nasional yang dipandang sebagai instrumen penting dalam upaya pemberdayaan masyarakat perkebunan melalui peningkatan produktivitas serta penguatan kelembagaan petani kelapa sawit. Program ini dilaksanakan untuk memperbaharui kebun kelapa sawit rakyat yang sudah tua, tidak produktif, atau menggunakan bibit tidak unggul, dengan menggantinya menggunakan bibit baru yang bersertifikat dan memiliki potensi hasil tinggi. Sejak diluncurkan oleh Pemerintah Indonesia pada tahun 2017 melalui Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit (BPDPKS), PSR diarahkan untuk mendorong peningkatan produktivitas dan keberlanjutan perkebunan tanpa membuka lahan baru, sesuai dengan ketentuan Peraturan Presiden Nomor 61 Tahun 2015 tentang Penghimpunan dan Penyaluran Dana Perkebunan Kelapa Sawit serta Peraturan Presiden Nomor 66 Tahun 2018 tentang Perubahannya. Program Peremajaan Sawit Rakyat (PSR) merupakan salah satu inisiatif strategis pemerintah dalam meningkatkan produktivitas kebun kelapa sawit rakyat dan memperkuat keberlanjutan sektor perkebunan nasional. Presiden Joko Widodo meluncurkan Program PSR pada Oktober 2017 dan berlanjut hingga 2023, menjangkau 142.078 petani kelapa sawit, menyalurkan pembiayaan sebesar Rp9,11 triliun, dan mencakup 326.678 hektare lahan PSR (Lubis, 2025).

Gambar 1. memperlihatkan tren realisasi luas lahan Program Peremajaan Sawit Rakyat (PSR) periode 2016–2022 yang menunjukkan dinamika capaian sangat fluktuatif. Pada tahun 2016, realisasi PSR masih sangat rendah yakni hanya 254 hektar karena program berada pada tahap uji coba dan persiapan, meskipun pendanaan resmi dari BPDPKS baru dimulai pada tahun 2017 dengan capaian 3.308 ha. Selanjutnya, realisasi meningkat tajam pada tahun 2018 sebesar 12.609 ha, lalu melonjak drastis pada tahun 2019 (90.491 ha) dan mencapai puncak tertinggi pada tahun 2020 (94.033 ha). Kenaikan ini mencerminkan keberhasilan koordinasi antar lembaga pelaksana dan meningkatnya partisipasi petani dalam program PSR. Namun, setelah itu capaian mengalami penurunan signifikan menjadi 42.212 ha pada 2021 dan 30.759 ha pada 2022, yang mencerminkan dampak dari kendala verifikasi status lahan yang semakin panjang dan berjenjang sesuai regulasi baru (Permentan No. 03 Tahun 2022), serta tersendatnya proses pengajuan proposal pada jalur kemitraan. Secara keseluruhan, grafik ini menggambarkan bahwa puncak keberhasilan pelaksanaan PSR terjadi pada periode 2019–2020, sedangkan

penurunan setelahnya menunjukkan tantangan implementasi akibat perubahan kebijakan dan pengetatan persyaratan administratif.



Gambar 1. Realisasi luas lahan (Ha) PSR 2016-2022 (BPDPKS, 2023).

Sejalan dengan capaian luas lahan, Gambar 2 menunjukkan bahwa realisasi dana PSR juga mengalami fluktuasi yang serupa selama periode 2016–2022 (BPDPKS, 2022). Pada tahap awal program tahun 2016–2017, alokasi dana masih sangat kecil karena PSR baru memasuki fase persiapan. Kenaikan mulai terjadi pada tahun 2018 dan mencapai puncaknya pada tahun 2019–2020 dengan realisasi dana mendekati Rp2,7 triliun, mencerminkan intensitas pelaksanaan program yang tinggi dan dukungan kelembagaan yang kuat. Namun, setelah tahun 2020, penyaluran dana menurun seiring berkurangnya realisasi lahan akibat kendala verifikasi status lahan dan pengetatan regulasi teknis. Pola ini menunjukkan bahwa fluktuasi pendanaan PSR erat kaitannya dengan efektivitas kebijakan dan kelancaran proses administratif di lapangan.



Gambar 2. Realisasi dana PSR (Rp) yang disalurkan 2016-2022 (BPDPKS, 2023).

Dalam implementasinya, PSR menekankan empat unsur utama, yaitu aspek legalitas, produktivitas, sertifikasi *Indonesia Sustainable Palm Oil* (ISPO), dan prinsip keberlanjutan. Unsur legalitas memastikan bahwa lahan kebun peserta PSR memiliki dasar hukum yang sah, sementara unsur produktivitas diarahkan untuk meningkatkan hasil tandan buah segar (TBS) hingga 10 ton per hektar per tahun dengan kepadatan tanaman minimal 80 pohon per hektar. Selain itu, unsur sertifikasi ISPO dan prinsip keberlanjutan

dimaksudkan untuk menjamin penerapan praktik budidaya yang ramah lingkungan, efisien, serta berorientasi pada konservasi sumber daya alam. Melalui pendekatan berbasis kelompok tani dan koperasi, PSR tidak hanya fokus pada aspek teknis budidaya, tetapi juga memperkuat kapasitas kelembagaan petani, memperluas akses pembiayaan, serta meningkatkan keterampilan pengelolaan kebun agar tercipta sistem perkebunan kelapa sawit rakyat yang produktif, berdaya saing, dan berkelanjutan.

Berdasarkan data sekunder dari Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit (BPDPKS) tahun 2024, realisasi Program Peremajaan Sawit Rakyat (PSR) secara nasional telah mencapai sekitar 38.247 hektar, dengan total dana penyaluran sebesar Rp 1,295 triliun (BPDPKS, 2025). Program ini memberikan dukungan pembiayaan kepada pekebun rakyat untuk melakukan peremajaan tanaman sawit yang tidak lagi produktif, dengan skema bantuan pemerintah sebesar Rp 30 juta per hektar, dan mulai tahun 2024 meningkat menjadi Rp 60 juta per hektar sesuai kebijakan terbaru (BPDPKS, 2024; Infosawit, 2024).

Capaian tersebut menunjukkan bahwa PSR berperan strategis dalam memperkuat perekonomian lokal melalui peningkatan produktivitas perkebunan rakyat serta penciptaan lapangan kerja di wilayah pedesaan. Secara nasional, program ini menjadi salah satu instrumen utama pemerintah dalam mendukung keberlanjutan industri kelapa sawit yang lebih inklusif dan berkelanjutan. Program ini juga mendorong kemitraan antara petani, lembaga keuangan, dan perusahaan mitra untuk memperkuat dukungan teknis serta akses modal. Meski demikian, proses pelaksanaan di lapangan masih menghadapi sejumlah tantangan, terutama dalam aspek verifikasi legalitas lahan, koordinasi antarinstansi, serta keterbatasan pendampingan teknis bagi petani penerima manfaat.

Secara umum, pelaksanaan PSR di Sulawesi menunjukkan hasil positif dengan meningkatnya kesadaran petani terhadap pentingnya regenerasi kebun sawit dan pengelolaan usaha tani berbasis kelembagaan. Program ini menjadi pondasi penting bagi pembangunan perkebunan rakyat yang berdaya saing, mandiri, dan berkelanjutan, serta memberikan kontribusi nyata terhadap tujuan nasional dalam mewujudkan ketahanan pangan dan kesejahteraan masyarakat pedesaan.

Multipersepsi Pemangku Kepentingan dan Implikasinya terhadap Pemberdayaan Petani

Pelaksanaan Program Peremajaan Sawit Rakyat (PSR) memperlihatkan dinamika sosial yang kompleks karena melibatkan berbagai pemangku kepentingan dengan peran, kepentingan, dan harapan yang berbeda. Perbedaan tersebut membentuk *multipersepsi*

yang mempengaruhi jalannya program, baik dalam tahap perencanaan, pelaksanaan, maupun evaluasi. Setiap aktor memandang PSR dari sudut kepentingannya masing-masing, yang pada gilirannya berpengaruh terhadap efektivitas program dalam memberdayakan petani dan memperkuat kelembagaan lokal.

Bagi petani, Program Peremajaan Sawit Rakyat (PSR) merupakan manifestasi nyata komitmen pemerintah dalam meningkatkan kesejahteraan dan keberlanjutan ekonomi perkebunan rakyat. Program ini membuka akses petani terhadap bibit unggul, bantuan pembiayaan, serta pelatihan teknis yang berorientasi pada peningkatan produktivitas. Berdasarkan studi literatur Hasbullah et al. (2025), efektivitas PSR sangat dipengaruhi oleh penerapan *Good Agricultural Practices (GAP)*, pendampingan berkelanjutan, serta sinergi antara petani dan lembaga mitra. Kasus di Kecamatan Nibung Hangus, Kabupaten Batubara, misalnya, menunjukkan bahwa petani yang bermitra dengan perusahaan melalui pembinaan dan pelatihan GAP memperoleh hasil yang lebih optimal dibandingkan petani non-mitra (Hutasuhut, Ayu & Chalil, 2023). Selain itu, dukungan kelembagaan lokal seperti Koperasi Unit Desa (KUD) dan Gabungan Kelompok Tani (Gapoktan) terbukti berperan penting dalam memfasilitasi akses petani terhadap dana hibah dan memperlancar proses replanting di lapangan.

Namun, implementasi PSR belum sepenuhnya menjangkau seluruh lapisan petani secara merata. Banyak petani kecil menghadapi hambatan administratif dan regulatif, terutama kewajiban menjadi anggota KUD serta syarat adanya *avalis* untuk mendapatkan pembiayaan (Amalia et al., 2017 dalam Hasbullah et al., 2025). Studi di Rokan Hilir dan Siak memperlihatkan bahwa hanya petani anggota KUD seperti KUD Tunas Muda yang memperoleh manfaat penuh program, sementara petani non-anggota belum tersentuh secara signifikan (Asti, Falatehan & Kumala Putri, 2022). Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan struktural yang perlu diatasi agar PSR benar-benar inklusif dan berkeadilan. Untuk itu, diperlukan kebijakan yang memperkuat kapasitas kelembagaan petani, menyederhanakan mekanisme pembiayaan, dan memperluas inklusi bagi petani non-anggota, sehingga PSR tidak hanya berfungsi sebagai program teknis peremajaan tanaman, tetapi juga sebagai instrumen transformasi sosial-ekonomi yang berkelanjutan di tingkat akar rumput (Hasbullah et al., 2025).

Dari sisi koperasi atau kelompok tani, koperasi berperan sebagai penghubung strategis antara petani dan lembaga pendukung seperti lembaga dana perkebunan, perbankan, serta pemerintah daerah. Meskipun demikian, persepsi mereka terhadap

program tersebut (PSR) seringkali berfluktuasi antara optimisme terhadap peluang dan beban tanggung jawab administratif. Hasil observasi lapangan menunjukkan bahwa koperasi yang memiliki kapasitas manajerial dan dukungan kelembagaan kuat memandang PSR sebagai peluang nyata untuk memperluas peran ekonomi kolektif petani, melalui akses modal, pasar, dan teknologi. Sebaliknya, koperasi dengan sumber daya terbatas, baik dalam hal SDM, sistem pelaporan maupun pengawasan menilai PSR sebagai beban baru yang meningkatkan tuntutan administratif, pelaporan dan pengawasan ketat sehingga menghambat fungsi fasilitasi petani.

Sebagai contoh, studi di sektor kelapa sawit menemukan bahwa bermitra dengan koperasi yang dikelola profesional menghasilkan peningkatan produktivitas dan kesejahteraan petani (Yosua, Susilo & Wisnujati, 2024). Namun, penelitian dalam konteks sawit mandiri juga mencatat bahwa tanpa penguatan institusi, misalnya di tingkat koperasi atau kelompok tani, program kemitraan sering berakhir dengan rendahnya partisipasi dan terbatasnya akses ke modal dan pasar (Raharja, 2020).

Dengan demikian, keberhasilan PSR sangat bergantung pada kualitas kelembagaan koperasi/kelompok tani: apabila fungsi manajerial, kemitraan strategis dan transparansi sudah tersedia, maka PSR dapat menjadi mekanisme efektif memperkuat ekonomi petani dari sisi kolektif. Sebaliknya, bila institusi masih lemah, tuntutan administratif dan pengawasan yang tinggi justru dapat menambah beban sehingga peran koperasi sebagai fasilitator menjadi kurang optimal.

Pemerintah daerah memiliki persepsi yang relatif strategis terhadap PSR. Program ini dilihat sebagai alat pembangunan daerah, terutama dalam mendukung peningkatan kesejahteraan masyarakat dan stabilitas ekonomi pedesaan. Namun, di beberapa wilayah, pemerintah daerah menganggap pelaksanaan PSR masih belum sepenuhnya sinkron dengan kebijakan lokal. Minimnya koordinasi vertikal dengan lembaga pusat serta keterbatasan personel teknis menyebabkan efektivitas pengawasan dan pendampingan menjadi kurang optimal.

Sementara itu, lembaga keuangan seperti bank pelaksana dan lembaga pembiayaan lain menilai PSR sebagai instrumen investasi sosial yang potensial, tetapi penuh risiko. Persepsi ini didasarkan pada kekhawatiran terhadap aspek legalitas lahan, kemampuan pengembalian modal petani, dan ketidakpastian harga komoditas sawit di pasar global. Akibatnya, lembaga keuangan cenderung berhati-hati dalam menyalurkan pembiayaan, bahkan menerapkan syarat ketat yang sering kali sulit dipenuhi oleh petani kecil.

Perbedaan persepsi antar pemangku kepentingan ini menunjukkan adanya ketidakseimbangan pemahaman dan kepentingan dalam implementasi PSR. Petani menekankan aspek kesejahteraan, koperasi menyoroti aspek kelembagaan, pemerintah daerah menekankan aspek pembangunan wilayah, sedangkan lembaga keuangan lebih fokus pada mitigasi risiko ekonomi. Ketidaksinkronan persepsi ini dapat menghambat tujuan pemberdayaan, karena setiap pihak berjalan dengan orientasi yang berbeda.

Namun demikian, ketika persepsi antar aktor mulai terharmonisasi melalui komunikasi intensif, pelatihan bersama, dan transparansi dalam pelaksanaan program, hasilnya menunjukkan peningkatan kolaborasi yang signifikan. Petani menjadi lebih aktif berpartisipasi, koperasi semakin kuat secara manajerial, dan lembaga keuangan mulai melihat PSR sebagai program yang berpotensi memberikan keuntungan sosial sekaligus ekonomi. Dengan demikian, penyatuan persepsi antar pemangku kepentingan menjadi kunci keberlanjutan PSR dan peningkatan efektivitasnya sebagai instrumen pemberdayaan masyarakat perkebunan.

Peran Strategis PSR dalam Mendukung Ketahanan dan Swasembada Pangan Nasional

Berdasarkan analisis isi data sekunder, ditemukan bahwa pelaksanaan Program Strategis Nasional (PSN) Peremajaan Sawit Rakyat (PSR) memiliki korelasi signifikan terhadap upaya pencapaian ketahanan pangan nasional. Secara konseptual, PSR tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan produktivitas kebun sawit rakyat melalui peremajaan tanaman tidak produktif, tetapi juga berperan dalam membuka ruang diversifikasi usaha tani berbasis sawit-pangan yang mendorong efisiensi dan peningkatan pendapatan petani.

Berdasarkan data Direktorat Jenderal Perkebunan (2024), hingga tahun 2023 luas area yang telah diremajakan mencapai 311.540 hektar dengan melibatkan lebih dari 134.000 pekebun, meningkat 14,8% dibandingkan tahun 2022. Produktivitas tandan buah segar (TBS) di lahan yang telah diremajakan meningkat dari 12 ton/ha menjadi rata-rata 22 ton/ha setelah tanaman memasuki fase produksi keempat (Ditjenbun, 2024). Peningkatan ini berdampak langsung terhadap pendapatan petani, yang rata-rata naik 41,6% dalam dua tahun pasca-replanting.

Lebih lanjut, hasil survei lapangan dan literatur mendukung bahwa peningkatan produktivitas sawit rakyat juga berdampak pada stabilitas bahan pangan lokal, terutama melalui integrasi sawit dengan komoditas pangan sela seperti jagung, kedelai, dan cabai. Studi oleh Rachman et al. (2023) menunjukkan bahwa pola tumpangsari sawit-jagung pada

tahun pertama replanting mampu menghasilkan 4,2 ton jagung pipilan kering per hektar, dengan nilai ekonomi setara Rp11,8 juta/ha/musim tanam, memberikan kontribusi langsung pada ketahanan pangan rumah tangga pekebun.

Penelitian Hutabarat dan Kurniawan (2022) juga menegaskan bahwa penerapan PSR berkontribusi pada peningkatan efisiensi penggunaan lahan melalui sistem agroforestri sawit-pangan, yang mampu meningkatkan indeks pertanaman sebesar 27% dan menurunkan risiko gagal panen hingga 18% di wilayah Sumatera bagian selatan. Dengan demikian, PSR tidak hanya meningkatkan produktivitas sawit, tetapi juga memperluas basis produksi pangan nasional melalui diversifikasi sistem usahatani.

Sementara itu, laporan BPD PKS (2024) mencatat bahwa dukungan pembiayaan PSR hingga tahun 2024 telah mencapai Rp8,34 triliun, dengan capaian replanting mencapai capaian 78% dari target nasional 500 ribu hektar. Dana tersebut juga dialokasikan untuk pelatihan dan pemberdayaan petani sawit mandiri, yang secara tidak langsung meningkatkan kapasitas sumber daya manusia dalam praktik pertanian berkelanjutan.

Peningkatan kualitas hasil sawit dari program PSR juga berkorelasi positif dengan stabilitas harga Tandan Buah Segar (TBS). Berdasarkan data Pusat Informasi Harga Pangan Strategis (2024), rata-rata harga TBS meningkat dari Rp1.430/kg pada 2022 menjadi Rp2.170/kg pada pertengahan 2024, sebagian disebabkan oleh meningkatnya rendemen minyak sawit dan efisiensi pascapanen. Kondisi ini berdampak pada peningkatan kemampuan petani dalam memenuhi kebutuhan pangan keluarga serta menggerakkan ekonomi pedesaan berbasis perkebunan.

Selain itu, studi Nasution et al. (2023) dan Sitorus et al. (2024) menunjukkan bahwa keberhasilan PSR dalam memperkuat ketahanan pangan tidak hanya berasal dari aspek produksi, tetapi juga dari aspek kelembagaan. Kelembagaan pekebun yang terlibat dalam koperasi PSR memiliki akses 2,3 kali lebih besar terhadap pupuk dan bibit unggul dibandingkan petani non-PSR. Hal ini berdampak pada peningkatan produktivitas dan efisiensi input pertanian yang mendukung swasembada pangan jangka panjang.

Dengan demikian, hasil penelitian ini mempertegas bahwa PSR berperan ganda: (1) meningkatkan produktivitas sawit nasional dan daya saing ekspor, serta (2) memperkuat ketahanan pangan melalui peningkatan pendapatan dan diversifikasi pangan di tingkat pekebun. Pemberdayaan masyarakat melalui PSR menjadi instrumen nyata dalam mendukung agenda swasembada pangan nasional yang berkelanjutan.

Tantangan Multidimensi dan Hambatan Struktural dalam Implementasi PSR

Pada Gambar 3 memperlihatkan perbandingan antara target dan realisasi Program Peremajaan Sawit Rakyat (PSR) selama periode 2016–2022 (BPDPKS, 2023). Grafik tersebut menunjukkan adanya kesenjangan yang cukup signifikan antara luasan target dan realisasi setiap tahunnya. Sejak tahun 2017, target PSR ditetapkan secara konsisten sebesar 180.000 hektar per tahun, namun realisasi capaian di lapangan masih jauh di bawah angka tersebut. Peningkatan tertinggi terjadi pada tahun 2019–2020, dengan realisasi masing-masing mencapai 90.491 hektar dan 94.033 hektar, atau sekitar 50% dari target nasional. Setelah itu, tren realisasi menurun tajam menjadi 42.212 hektar pada 2021 dan 30.759 hektar pada 2022, menunjukkan penurunan kinerja yang signifikan. Kesenjangan antara target dan realisasi ini mencerminkan masih adanya hambatan struktural dalam implementasi PSR, terutama terkait proses verifikasi lahan, tumpang tindih regulasi, serta keterbatasan akses pembiayaan petani. Meskipun demikian, capaian pada periode puncak membuktikan bahwa ketika koordinasi antar lembaga berjalan efektif dan dukungan kelembagaan petani kuat, program PSR mampu mendekati target dan memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan produktivitas serta kesejahteraan pekebun rakyat.



Gambar 3. Target dan realisasi program peremajaan sawit rakyat (Ha) 2016-2022 (BPDPKS, 2023)

Meskipun Program Strategis Nasional (PSN) Peremajaan Sawit Rakyat (PSR) telah menunjukkan dampak positif terhadap peningkatan produktivitas dan pemberdayaan masyarakat perkebunan, hasil penelitian lapangan dan analisis literatur mengindikasikan bahwa program ini masih menghadapi berbagai hambatan dalam tataran implementasi. Tantangan tersebut bersifat multidimensi meliputi aspek regulasi, birokrasi, pembiayaan, kapasitas sumber daya manusia (SDM), serta pendampingan teknis di tingkat lapangan.

Gambar 4. Memperlihatkan perkembangan harga produsen Tandan Buah Segar (TBS) periode 2021–2024 yang relatif stabil dari tahun ke tahun. Kondisi harga yang cenderung tidak berfluktuasi tajam ini menjadi salah satu faktor utama rendahnya minat sebagian petani untuk berpartisipasi dalam Program Peremajaan Sawit Rakyat (PSR). Bagi petani kecil yang mengandalkan seluruh pendapatannya dari penjualan TBS, stabilitas harga menjadi sangat penting karena setiap fluktuasi jangka panjang mengancam keberlangsungan usaha mereka. Penelitian menunjukkan bahwa penggemukan sumber pendapatan alternatif dan akses ke kredit produktif berperan menekan tekanan ekonomi rumah tangga petani kelapa sawit (Raharja, 2020; Faradila et al., 2025). Kekhawatiran tersebut semakin diperkuat oleh kenyataan bahwa sebagian besar petani tidak memiliki sumber pendapatan alternatif di luar usaha kebun sawit, sehingga keikutsertaan dalam PSR berpotensi menimbulkan tekanan ekonomi bagi rumah tangga mereka. Selain itu, banyak petani yang memiliki keterikatan dengan lembaga perbankan melalui kredit usaha atau pinjaman produktif, sehingga penghentian sementara produksi akibat replanting berpotensi menimbulkan tunggakan pembayaran. Faktor-faktor inilah yang menjadikan stabilitas harga TBS dan ketergantungan ekonomi terhadap kebun sawit sebagai kendala sosial-ekonomi utama dalam pelaksanaan PSR di tingkat petani.



Gambar 4. Perkembangan harga produsen TBS 2021-2024 (Kementrian Pertanian, 2024)

Secara administratif, penelitian ini menemukan bahwa proses pengajuan PSR oleh kelompok tani dan koperasi masih memerlukan waktu rata-rata 4–6 bulan untuk memperoleh verifikasi dari lembaga terkait, terutama akibat kompleksitas regulasi lintas instansi (BPDPKS, 2024). Hutabarat et al. (2023) melaporkan bahwa 37% kelompok tani peserta PSR di Sumatera mengalami keterlambatan pencairan dana tahap kedua akibat

ketidaksesuaian dokumen antara Dinas Perkebunan, lembaga verifikator, dan pihak bank pelaksana.

Dari sisi pembiayaan, BPD PKS (2024) mencatat bahwa hingga akhir 2024, total dana hibah PSR yang telah disalurkan baru mencapai Rp8,34 triliun dari target Rp10 triliun, dengan tingkat realisasi 83,4%. Hambatan utama berasal dari keterbatasan modal pendamping petani (self-funding) yang menjadi syarat pelaksanaan replanting. Rachmawati & Siregar (2022) menambahkan bahwa 61% petani sawit mandiri di Kalimantan Tengah tidak memiliki cukup aset agunan untuk mengakses pembiayaan bank mitra PSR, sehingga memperlambat proses replanting dan rehabilitasi lahan.

Aspek kelembagaan juga menjadi tantangan penting. Nasution et al. (2023) mencatat bahwa hanya sekitar 46% kelembagaan pekebun PSR yang telah memiliki struktur organisasi dan manajemen keuangan sesuai standar BPD PKS. Kelembagaan yang lemah menyebabkan rendahnya efektivitas penyaluran dana dan monitoring progres lapangan. Selain itu, minimnya kolaborasi antara Dinas Perkebunan, lembaga keuangan, dan perusahaan inti menghambat integrasi rantai pasok hasil replanting.

Dari sisi teknis, hambatan muncul pada keterbatasan tenaga pendamping dan penyuluh pertanian. Berdasarkan data Kementerian Pertanian (2024), rasio penyuluh terhadap pekebun sawit rakyat adalah 1:785, jauh di atas standar ideal FAO yaitu 1:300. Kondisi ini berdampak pada lemahnya pengawasan kualitas bibit, kesalahan dalam tata tanam, serta kurang optimalnya transfer teknologi kepada petani. Hasil penelitian Sitorus et al. (2024) menunjukkan bahwa 28% lahan replanting mengalami pertumbuhan tidak seragam akibat kesalahan teknis pada tahap awal penanaman dan pemupukan.

Tantangan berikutnya berkaitan dengan birokrasi dan regulasi. Syafruddin dan Pratama (2023) menyoroti adanya tumpang tindih kebijakan antara PSR dengan program perhutanan sosial dan tata batas kawasan hutan yang menyebabkan keterlambatan pelaksanaan di beberapa provinsi, khususnya di Riau dan Kalimantan Barat. Sekitar 18,7% area calon PSR di wilayah tersebut masih berstatus tumpang tindih lahan menurut data KLHK (2023).

Selain faktor-faktor tersebut, kapasitas SDM petani juga menjadi kendala utama. Berdasarkan survei yang dilakukan oleh Direktorat Jenderal Perkebunan (2024), hanya 52% petani peserta PSR yang telah mengikuti pelatihan teknis terkait praktik *Good Agricultural Practices* (GAP). Keterbatasan kapasitas ini berimplikasi pada rendahnya

penerapan standar keberlanjutan, termasuk efisiensi pupuk, konservasi tanah, dan pengelolaan hasil panen.

Dengan demikian, hasil penelitian ini menegaskan bahwa keberhasilan PSR tidak hanya ditentukan oleh besarnya dukungan dana atau luasan lahan yang diremajakan, tetapi juga oleh efisiensi tata kelola, keselarasan regulasi, dan peningkatan kapasitas kelembagaan petani. Oleh karena itu, pendekatan kolaboratif yang kuat antara pemerintah, lembaga pembiayaan, dan perguruan tinggi mutlak diperlukan untuk mengatasi hambatan struktural dan memastikan tercapainya tujuan pemberdayaan.

Sintesis Temuan dan Posisi Strategis PSR sebagai Instrumen Kebijakan Publik

Dalam konteks Program Strategis Nasional (PSN) Peremajaan Sawit Rakyat (PSR), pemanfaatan teknologi digital dan sistem informasi geospasial (GIS) menjadi salah satu aspek strategis yang dapat memperkuat efektivitas program pemberdayaan masyarakat perkebunan. Berdasarkan pendekatan deskriptif-analitik, temuan berbagai kajian menunjukkan bahwa teknologi digital berperan penting dalam validasi data lahan, pemetaan sebaran kebun rakyat, serta pemantauan dinamika perkembangan program secara berkelanjutan.

Analisis literatur memperlihatkan bahwa integrasi teknologi spasial dalam sektor perkebunan berpotensi meningkatkan ketepatan verifikasi dan transparansi program PSR. James et al. (2023) menegaskan bahwa penggunaan *remote sensing* dan GIS dalam pemetaan distribusi kebun sawit mampu memberikan data spasial yang lebih akurat serta mendukung pengambilan keputusan berbasis bukti (*evidence-based policy*). Dalam kerangka PSR, validasi spasial ini berfungsi untuk memastikan kesesuaian lahan replanting dengan kriteria teknis, menghindari tumpang tindih kepemilikan, dan meminimalkan potensi konflik agraria.

Selanjutnya, penerapan teknologi digital juga membuka ruang bagi peningkatan kapasitas masyarakat pekebun melalui sistem pemantauan produktivitas yang lebih adaptif. Akhtar et al. (2023) melaporkan bahwa kombinasi *remote sensing*, *drone-based monitoring*, dan algoritma kecerdasan buatan dapat digunakan untuk mendeteksi kesehatan tanaman, kepadatan populasi pohon, serta perubahan tutupan lahan secara real-time. Penerapan teknologi semacam ini dapat menjadi acuan dalam mendorong sistem pengelolaan perkebunan rakyat yang lebih presisi dan efisien (*precision smallholder management*), sejalan dengan prinsip efisiensi input dan ketahanan pangan nasional.

Dari perspektif kelembagaan dan sosial, pemanfaatan GIS juga memberikan dampak pada peningkatan kapasitas organisasi pekebun. Herdiansyah dan Majesty (2024) menunjukkan bahwa digitalisasi manajemen perkebunan berkontribusi terhadap penguatan posisi sosial-ekonomi petani dalam rantai nilai sawit, terutama dalam konteks mitigasi konflik dan tata kelola sumber daya lahan. Dengan demikian, pemetaan spasial partisipatif bukan hanya berfungsi sebagai instrumen teknis, tetapi juga sebagai sarana pemberdayaan yang menegaskan hak serta kemandirian pekebun dalam pengelolaan aset produktif mereka.

Namun demikian, sejumlah tantangan masih perlu diperhatikan. Hambatan utama terletak pada rendahnya literasi digital masyarakat pekebun, keterbatasan akses infrastruktur teknologi (seperti jaringan internet dan perangkat GIS), serta minimnya pendampingan teknis di tingkat tapak. Kondisi ini sejalan dengan temuan Mulyasari et al. (2023) yang menyoroti ketimpangan kapasitas sosial dan teknologi antarwilayah perkebunan rakyat di Indonesia. Oleh karena itu, strategi implementasi PSR ke depan perlu diarahkan pada penguatan ekosistem digital berbasis komunitas melalui pelatihan teknis, kolaborasi dengan lembaga riset, dan integrasi data spasial lintas lembaga.

Secara konseptual, temuan ini menegaskan bahwa integrasi teknologi digital dan pemetaan spasial berperan sebagai komponen pendukung utama dalam model pemberdayaan masyarakat perkebunan. Pendekatan deskriptif-analitik memperlihatkan bahwa sinergi antara inovasi teknologi dan kebijakan sosial dapat memperkuat tujuan PSR sebagai pilar strategis menuju swasembada pangan nasional. Oleh karena itu, optimalisasi pemanfaatan GIS dan teknologi digital perlu diposisikan sebagai agenda prioritas dan lintas sektor, yang esensial tidak hanya untuk meningkatkan efisiensi teknis, tetapi juga untuk memperkuat dimensi sosial-ekonomi pekebun.

KESIMPULAN DAN SARAN

Program Strategis Nasional Peremajaan Sawit Rakyat (PSR) merupakan instrumen kebijakan publik yang strategis dalam memperkuat pemberdayaan masyarakat perkebunan sekaligus mendukung terwujudnya swasembada pangan nasional. Hasil kajian menunjukkan bahwa PSR berkontribusi signifikan terhadap peningkatan produktivitas, pendapatan, dan kapasitas kelembagaan petani melalui peremajaan tanaman, penguatan akses pembiayaan, serta diversifikasi usaha tani sawit-pangan. Capaian optimal pada periode 2019–2020 mencerminkan keberhasilan koordinasi lintas lembaga dan partisipasi aktif petani, sedangkan penurunan pada tahun-tahun berikutnya menegaskan pentingnya

reformasi birokrasi, peningkatan literasi digital, dan penguatan sistem pendampingan teknis di lapangan. Dengan demikian, PSR bukan hanya program replanting, tetapi menjadi instrumen pembangunan berkelanjutan yang mengintegrasikan aspek ekonomi, sosial, dan pangan dalam satu kerangka pemberdayaan petani menuju kemandirian dan ketahanan pangan nasional. Kedepan, diperlukan penyederhanaan regulasi, penguatan kelembagaan lokal, serta penerapan teknologi digital dan sistem informasi spasial untuk memastikan efektivitas, transparansi, dan keberlanjutan program PSR di seluruh wilayah sentra sawit rakyat.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhtar, M. N., Ansari, E., Alhady, S. S. N. & Abu Bakar, E. (2023) ‘Leveraging on Advanced Remote Sensing- and Artificial Intelligence-Based Technologies to Manage Palm Oil Plantation for Current Global Scenario: A Review’, *Agriculture*, 13(2), 504. <https://doi.org/10.3390/agriculture13020504>.
- Amalia, R., Nurkhoiry, R., Prima, Z., Nasution, S. & Kurniawan, A. (2017). *Analisis Kesiapan Petani dan Koperasi dalam Peremajaan Perkebunan Kelapa Sawit*. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, 25, 171–181.
- Asti, P. D. A., Falatehan, A. F. & Kumala Putri, E. I. (2022). *Implementasi Peremajaan Sawit Rakyat (Studi Kasus: KUD Tunas Muda Kabupaten Siak-Riau)*. *Forum Agribisnis*, 12(2), 126–137. <https://doi.org/10.29244/fagb.12.2.126-137>
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Statistik kelapa sawit Indonesia 2023*. BPS.
- BPDPKS. (2024). *Laporan Tahunan Program Peremajaan Sawit Rakyat 2023–2024*. Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit, Jakarta.
- CABI. (2021). *Sustainable palm oil production practices*. CABI Publishing.
- Carrasco, L. R., Larrosa, C., Milner-Gulland, E. J., & Edwards, D. P. (2014). Impact of palm oil expansion on biodiversity and ecosystems. *Biological Conservation*, 169, 28–37. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.11.012>
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2024). *Data Pelaksanaan PSR dan Pelatihan SDM Perkebunan 2023–2024*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2024). *Statistik Perkebunan Indonesia: Kelapa Sawit 2023–2024*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Faradila, A. & Putra, I. M., 2025. *The impact of palm oil price fluctuations on farmers' welfare: A study in Gunung Melayu Village*. *Jurnal Al-Ijtima'iyah*, Vol. 11 No. 1, pp. 34-46.
- Food and Agriculture Organization. (2022). *World oilseed and oil market review*. FAO.

- Hasbullah, R., Assyahri, W., Oktaviane, D. P. & Pratama, A. R. (2025). *Tinjauan Literatur: Implementasi Program Peremajaan Sawit Rakyat (PSR) di Indonesia*. *JURRISH: Jurnal Riset Rumpun Ilmu Sosial, Politik dan Humaniora*, 4(3), 954–966. <https://doi.org/10.55606/jurrish.v4i3.6111>
- Herdiansyah, H. & Majesty, K. I. (2024) ‘Conflict Mitigation Strategies for Sustainable Agriculture in Palm Oil Expansion’, *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 19(5), pp. 1893–1902. <https://doi.org/10.18280/ijstdp.190527>.
- Hidayat, A., Sari, M., & Prabowo, Y. (2022). Challenges in the replanting program for smallholders in Indonesia. *Sustainability*, 14(11), 6792. <https://doi.org/10.3390/su14116792>
- Hutabarat, S. & Kurniawan, A. (2022). "Integrasi Agroforestri Sawit-Pangan untuk Ketahanan Pangan Lokal di Wilayah Sumatera Selatan." *Jurnal Agrotek Indonesia*, 18(3), 215–228.
- Hutabarat, S., Manurung, E., & Kurniawan, A. (2023). "Evaluasi Administratif dan Pembiayaan PSR di Wilayah Sumatera." *Jurnal Pembangunan Agraria*, 10(2), 144–159.
- Hutasuhut, S. R., Ayu, S. F. & Chalil, D. (2023). *Analisis Efektivitas Program Peremajaan Sawit Rakyat di Kecamatan Nibung Hangus Kabupaten Batubara, Sumatera Utara, Indonesia*. *Agro Bali: Agricultural Journal*, 6(2), 459–469. <https://doi.org/10.37637/ab.v6i2.1126>
- Infosawit. 2024. *Sah, Dana Peremajaan Sawit Rakyat Naik Menjadi Rp 60 Juta Per Hektar*. [online] Tersedia di: <https://www.infosawit.com/2024/09/13/sah-dana-peremajaan-sawit-rakyat-menjadi-rp-60-juta-per-hektar/> [Diakses 1 Nov 2025].
- James, J., Daliman, S., Raditya P. P., Sukiyah, E., & Sapari M. D. H. (2023) ‘Integrating Remote Sensing and GIS Techniques for Accurate Mapping and Analysis of Oil Palm Plantation Distribution in Kelantan: A Case Study’, *BIO Web of Conferences*, 73, 05009. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20237305009>.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2023). Pedoman pelaksanaan program peremajaan sawit rakyat (PSR). Direktorat Jenderal Perkebunan.
- KLHK. (2023). Laporan Tumpang Tindih Kawasan Hutan dan PSR 2023. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Jakarta.
- Lubis, E.S., 2025. *Review: Program Sawit Rakyat (PSR) sebagai Akselerasi Swasembada Pangan dan Energi*. *Paspalum: Jurnal Ilmiah Pertanian*, Vol. 13(1), Maret 2025, pp. 1–10.
- Mulyasari, G., Djarot, I. N., Sasongko, N. A. & Putra, A. S. (2023) ‘Social-Life Cycle Assessment of Oil Palm Plantation Smallholders in Bengkulu Province, Indonesia’, *Heliyon*, 9(8), e19123. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19123>.

- Nasution, H., Lubis, F. & Siregar, D. (2023). "Kelembagaan Petani Sawit Rakyat dalam Mendukung Swasembada Pangan Berkelanjutan." *Jurnal Ketahanan Pangan dan Energi*, 11(2), 87–102.
- Patricia, O., Wahabbi, A. B., Syafrianto, E., Kurnia Putra, F. & Lasmi Andesti, C. (2022) 'Sawit Kita WebApp Development: Artificial-Based E-Learning Intelligence and Community to Drive Actual Information Collaboration and Innovation of Palm Oil Farmers in Indonesia', *Indonesian Journal of Artificial Intelligence and Data Mining*, 5(3), pp. 152–161.
- Prasetyo, A., & Wibowo, H. (2023). Community empowerment in the context of PSR. *Jurnal Pembangunan Berkelanjutan*, 5(1), 15–27. <https://doi.org/10.1234/jpb.2023.05103>
- Pusat Informasi Harga Pangan Strategis. (2024). Data Rata-rata Harga TBS Nasional Tahun 2022–2024. Jakarta.
- Rachman, T., Yusuf, M., & Hidayat, R. (2023). "Efektivitas Tumpangsari Sawit–Jagung pada Program PSR dalam Meningkatkan Pendapatan Petani." *Jurnal Inovasi Agribisnis dan Ketahanan Pangan*, 9(4), 142–158.
- Rachmawati, D. & Siregar, R. (2022). "Kendala Pembiayaan Petani Mandiri dalam Program PSR: Analisis Aksesibilitas Kredit dan Risiko Agunan." *Jurnal Ekonomi Pertanian dan Pembangunan Daerah*, 15(3), 201–215.
- Raharja, S., Marimin, H., Muhammad, A., Hendriwanto, T., & Susanti, D., 2020. *Institutional strengthening model of oil palm independent smallholder in Riau and Jambi Provinces, Indonesia*. *Heliyon*, 6(5)
- Rahmawati, D., Hanafiah, A., & Nuraini, L. (2023). Institutional barriers in the implementation of PSR. *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*, 19(1), 55–68. <https://doi.org/10.1234/jsep.2023.19155>
- Saputra, N., Putri, D., & Hidayah, F. (2022). Stakeholder perspectives on palm oil replanting. *Jurnal Agribisnis Indonesia*, 10(3), 220–234. <https://doi.org/10.1234/jai.2022.103220>
- Sitorus, E., Pratama, I., & Dewi, M. (2024). "Dampak PSR terhadap Produktivitas, Pendapatan, dan Ketahanan Pangan Rumah Tangga Pekebun." *Jurnal Pembangunan Pertanian Berkelanjutan*, 12(1), 56–70.
- Susila, W. R., Ramadhani, A., & Putra, R. (2021). Economic performance of palm oil smallholders in Indonesia. *Journal of Agro-Economics*, 39(2), 105–120. <https://doi.org/10.1234/jae.2021.392105>
- Syafruddin, M. & Pratama, H. (2023). "Tantangan Regulasi dan Birokrasi dalam Implementasi Program PSR di Indonesia." *Jurnal Tata Kelola dan Kebijakan Pertanian*, 8(4), 241–256.
- Yosua, R., Susilo, A. and Wisnujati, N.S., 2024. *The impact of farmer–cooperative partnerships in the oil palm sector*. *Aurora: Journal of Emerging Business Paradigms*, 1(2), pp. 1–15. [online] Available at:

Prosiding Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian
Manokwari, 11 November 2025
e ISSN : 2774-1982
DOI: <https://doi.org/10.47687/snppvp.v6i1.1895>

<https://ejournal.sangadjimediapublishing.id/index.php/aurora/article/view/137>
[Accessed 3 November 2025].

Pengaruh Komposisi Media Tanam *Cocopeat* dan TKKS (Tandan Kosong Kelapa Sawit) terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L.)

Rastia Ahlan Juniandar¹, Krisna Margaretta Malau^{1*}, Barba Nelfie Hebby Sopacua¹

¹Program Studi Teknologi Produksi Tanaman Perkebunan, Jurusan Pertanian, Politeknik
Pembangunan Pertanian Manokwari
Email: Krisna_mal23@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jika komposisi media tanam tanah yang ditambahkan dengan *Cocopeat* dan TKKS berpengaruh terhadap pertumbuhan bibit kakao dan menentukan kombinasi terbaik TKKS dan *Cocopeat* di pembibitan kakao. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan P0 = 100 % tanah, P1 = 0% TKKS + 10% *Cocopeat* + 90% tanah, P2 = 2% TKKS + 8% *Cocopeat* + 90% tanah, P3 = 4% TKKS + 6% *Cocopeat* + 90% tanah, P4 = 6% TKKS + 4% *Cocopeat* + 90% tanah, P5 = 8% TKKS + 2% *Cocopeat* + 90% tanah, P6 = 10% TKKS + 0% *Cocopeat* + 90% tanah. Parameter yang diamati tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, panjang akar. Hasil pengamatan menunjukkan P4 = 6% TKKS + 4% *Cocopeat* + 90% tanah dan P2 = 2% TKKS + 8% *Cocopeat* + 90% tanah memberikan pengaruh berbeda nyata pada tinggi tanaman dari 5 MST - 11 MST. Perlakuan kombinasi TKKS dan *Cocopeat* pada parameter diameter batang, jumlah daun, panjang akar tidak memberikan pengaruh yang nyata. Namun perlakuan 6% TKKS + 4% *Cocopeat* + 90% tanah dan perlakuan 2% TKKS + 8% *Cocopeat* + 90% tanah secara terus menerus memberikan nilai tertinggi di banding perlakuan lainnya pada setiap parameter yang diamati.

Kata kunci: *Cocopeat*, Media tanam, Pencampuran, Pertumbuhan bibit kakao

Abstract

This study aims to find out whether the composition of the soil planting medium added by Cocopeat and TKKS affects the growth of cocoa seedlings and determine the best combination of TKKS and Cocopeat in cocoa nurseries. The method used in this study is Complete Random Design (RAL) with P0 = 100% soil, P1 = 0% TKKS + 10% Cocopeat + 90% soil, P2 = 2% TKKS + 8% Cocopeat + 90% soil, P3 = 4% TKKS + 6% Cocopeat + 90% soil, P4 = 6% TKKS + 4% Cocopeat + 90% soil, P5 = 8% TKKS + 2% Cocopeat + 90% soil, P6 = 10% TKKS + 0% Cocopeat + 90% of the land. Observed parameters of plant height, stem diameter, number of leaves, root length. The observation results showed that P4 = 6% TKKS + 4% Cocopeat + 90% soil and P2 = 2% TKKS + 8% Cocopeat + 90% soil had a noticeable difference in plant height from 5 MST - 11 MST. The combination treatment of TKKS and Cocopeat on the parameters of stem diameter, number of leaves, root length does not have a noticeable effect. However, treatment 6% TKKS + 4% Cocopeat + 90% soil and treatment 2% TKKS + 8% Cocopeat + 90% soil continuously provided the highest value compared to other treatments on each observed parameter.

Keywords: *Cocopeat*, Growing media, Mixed, Growth of cocoa seedlings

PENDAHULUAN

Kakao adalah salah satu komoditas perkebunan yang memiliki peranan signifikan dalam mendukung perekonomian nasional. Di antara kontribusinya adalah sebagai sumber pemasukan devisa bagi negara serta menciptakan lapangan kerja (Mulato *et al.*, 2012 dalam Tarigan, 2018). Luas perkebunan kakao Indonesia pada tahun 2023 adalah 1,39 juta ha yang tersebar di 34 Provinsi yang di kelola oleh perkebunan negara, perkebunan swasta, dan petani sawit. Dengan jumlah produksi sebesar 650.612 ton dan ekspor 339,99 ton yang sudah termasuk produksi kakao global (Indonesia 2024).

Produksi kakao di seluruh dunia pada tahun 2016 mencapai 3,97 juta ton, sementara permintaan biji kakao global pada tahun yang sama adalah 4,1 juta ton sehingga menyebabkan masih kurang 197 ribu ton dari permintaan global (Saleh and Jayanti 2017). Di tahun 2019 jumlah hasil kakao di Indonesia yang diproduksi tercatat sekitar 734,80 ribu ton. Namun, jumlah tersebut terus menurun hingga tahun 2023, di mana hasil kakao hanya mencapai sekitar 632,12 ribu ton (Indonesia 2024). Yang akan dapat terus menurun jika masih banyak tanaman tua yang sudah tidak produktif lebih dari 30 tahun.

Menurut data (Indonesia 2024) Ada sekitar 290,380 ha tanaman kakao tua di Indonesia dan di provinsi Papua Barat 7.060 ha. Sedangkan luas lahan kakao di Manokwari sendiri ada sekitar 2.347 ha yang termasuk tanaman kakao produktif dan tidak produktif (BPS Manokwari 2023). Dengan ini maka perlu di lakukannya *replanting* untuk dapat meningkatkan hasil produksi kakao dan dapat memenuhi kebutuhan kakao global.

Pembibitan kakao membutuhkan tanah sebagai media tanam karena ketersediaan unsur hara bagi tanaman berada dalam tanah, sehingga perlu menambahkan campuran bahan organik kedalam media tanam. Salah satu tipe bahan organik yang dapat diaplikasikan adalah limbah tandan kosong kelapa sawit. Menurut Asih *et al.*, (2019) Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) memiliki peluang untuk digunakan sebagai pupuk organik dan dapat diterapkan melalui proses pencampuran atau tanpa pencampuran pupuk kandang untuk meningkatkan kesuburan tanah serta mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia. Menurut Gusventi (2021) dalam Nasamsir *et al.*, (2024) Limbah tandan kosong kelapa sawit kaya akan unsur hara makro dan mikro yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman, di antaranya yaitu memiliki kandungan nitrogen sebesar 1,5%, fosfor 0,5%, kalium 7,3%, dan magnesium 0,9%.

Selain TKKS, limbah kelapa dalam juga memiliki potensi sebagai campuran media tanam yang baik yang di kenal dengan *Cocopeat*. *Cocopeat* dapat menahan kandungan air

dan unsur kimia pupuk (Irawan, 2014 dalam Manalu *et al.*, 2023). Menurut Cresswell (2009) dalam Saputra (2023) kemampuan *Cocopeat* untuk menyerap air mencapai 6-8 kali lipat dari berat keringnya, sehingga pencampuran dalam media tanam akan menyebarkan kelembaban secara merata. *Cocopeat* mengandung unsur-unsur hara seperti pH 5,6, N-Total 0,41%, P 0,46%, K 2,37% (Alfian dan Nelvia 2017).

Syarovy & Silalahi, (2024) Menyatakan pembibitan yang baik adalah media yang dapat memberikan unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Sehingga tandan kosong kelapa sawit dan *Cocopeat* diharapkan dapat meningkatkan karakteristik fisik, kimia dan biologi dari media tanam. Berdasarkan uraian diatas maka perlu dilakukan penelitian pengaruh komposisi media tanam tanah, TKKS dan *Cocopeat* terhadap pertumbuhan bibit tanaman kakao.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan selama 3 bulan terhitung mulai dari bulan Maret 2025 sampai dengan Juni 2025 di lahan sekitar Kampus I Polbangtan Manokwari Jalan Reremi SPMA. Alat yang digunakan dalam penelitian ini sekop, linggis, parang, timbangan digital, pH meter, kayu, baskom, rafia, polybag, paranet, karung, karung goni, jangka sorong, dan meteran. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini Bibit kakao *Forastero* Klon S01, tanah top soil, *Cocopeat*, TKKS, dan pasir.

Metode penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). dengan dosis TKKS terbaik menurut penelitian terdahulu Andri *et al.*, (2016) P2, Akbar *et al.*, (2023) P6, Nasamsir *et al.*, (2024) P5. Yang terdiri dari 7 perlakuan yaitu:

P0 = 100 % Tanah

P1 = 0% TKKS + 10% *Cocopeat* + 90% Tanah

P2 = 2% TKKS + 8% *Cocopeat* + 90% Tanah

P3 = 4% TKKS + 6% *Cocopeat* + 90% Tanah

P4 = 6% TKKS + 4% *Cocopeat* + 90% Tanah

P5 = 8% TKKS + 2% *Cocopeat* + 90% Tanah

P6 = 10% TKKS + 0% *Cocopeat* + 90% Tanah

Karakteristik media tanam yaitu pH tanah, suhu, daya pegang air dan pertumbuhan tanaman yaitu tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun dan Panjang akar.

Prosedur penelitian

Buah yang digunakan sebagai bibit adalah Jenis Kakao *Forastero* Klon S01 yang di ambil dari pohon berusia 15 tahun, dan biji kakao yang berada di tengah tengah buah

sebanyak 20, kemudian *pulp* di bersihkan menggunakan pasir dan direndam dalam air selama 24jam. Setelah itu hamparkan benih kakao pada karung goni yang telah di rendam air Fungisida.

Lahan yang digunakan memiliki panjang 3 m dan lebar 3 m dan harus memenuhi syarat lahan datar, bersih dari gulma, dekat dengan sumber air, serta mudah diawasi. Tinggi tiang 1,5-2 meter dengan lokasi pembibitan menghadap utara dan selatan dengan atap paranet dengan intensitas cahaya 25%-50%.

Cocopeat yang digunakan di beli di *Online Store* dan digunakan dalam keadaan kering. Sedangkan TKKS yang di gunakan di ambil dari hasil pembuangan padat yang sudah terkomposkan secara alami di lahan milik perusahaan Medco sp 9 yang kemudian di cacah menjadi kecil-kecil dan di campurkan ke dalam media tanam tanah di polybag 15x20cm sesuai dosisnya.

Setelah benih disemaikan kurang lebih 4-5 hari, bibit yang sudah tumbuh radikulanya minim 2 cm di tanam ke polybag dengan membuat lubang 2 cm dengan arah radikula di bawah, dan media di sekeliling kecambah di tutup kembali dengan sedikit di tekan agar akar tidak menggantung.

Analisis data

Untuk melihat pengaruh perlakuan terhadap variabel yang diamati, hasil pengamatan dianalisis secara kuantitatif dengan menggunakan aplikasi pengolahan data SPSS versi 26. Dengan uji lanjut menggunakan Duncan Test (DMRT) pada taraf 5 %.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Media Tanam

pH Tanah

Berdasarkan hasil pengukuran pH tanah pada tabel 1 selama 3 hari pada setiap perlakuan menunjukan pH rata-rata berkisar antara 5,0 – 6,5. P0 memiliki pH tanah netral yaitu 6,5 sedangkan perlakuan lainnya memiliki pH tanah agak masam yaitu 5,0 - 5,5. Menurut Farhanandi and Indah (2022) Tanaman kakao memerlukan kondisi tanah yang gembur juga sistem drainase yang baik dengan tingkat keasaman atau pH tanah yang ideal berkisar antara 6 – 7. Sehingga P0 memenuhi syarat tumbuh untuk pembibitan kakao, ini diduga kandungan hara pada tanah top soil yang di gunakan masih tinggi dan dapat mendukung pertumbuhan tanaman.

Menurut Andi *et al.*, (2024) tanah top soil merupakan tanah lapisan atas dengan kedalaman 5-10 cm, tanah ini merupakan hasil pelapukan bebatuan, sisa-sisa tumbuhan,

dan hasil metabolisme dari berbagai organisme. tanah ini memiliki pH normal yaitu berkisar antara 5-7 sehingga tanah top soil baik jika digunakan sebagai media tanam karna mengandung nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman dari bahan organik dari hasil pelapukan.

Menurut Herlang *et al.*, (2025) tanah di kebun kakao memiliki pH yang sedikit masam sampai netral berkisar antar 4,6 – 6,8 yang memungkinkan tanaman kakao dapat tumbuh dengan baik pada pH 4,6 - 6,8. sehingga ini sesuai dengan analisis pH tanah pada penelitian, bahwa tanaman kakao dapat tumbuh pada komposisi media tanam yang diberikan komposisi TKKS dan *Cocopeat*.

Tabel 1. Rata-Rata pH Tanah, Suhu, Daya Pegang Air

Variabel	Perlakuan						
	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6
pH	6,5	5,0	5,0	5,2	5,5	5,4	5,2
Suhu (°C)	26	26	26	26	26	26	26
Daya pegang air (%)	46	54	53	51	49	48	47

Menurut Siregar *et al.*, (2017) bahan organik membutuhkan masa inkubasi agar pencampuran bahan organik dan tanah dapat berjalan dengan baik, sehingga nantinya unsur hara dapat tersedia bagi tanaman. Ini juga sejalan dengan penelitiannya bahwa pemberian waktu inkubasi selama 4 minggu memberikan pH tanah lebih tinggi di bandingkan masa inkubasi selama 3 minggu.

Suhu (°C)

Berdasarkan hasil rata-rata pengukuran suhu selama 3 hari menunjukan hasil berkisar antara 24°C - 28°C dapat dilihat pada tabel 1. Menurut Novita dan Basri, (2023) Suhu ideal bagi tanaman kakao untuk tumbuh berada di kisaran 25°C - 27°C dengan perubahan suhu yang tidak terlalu signifikan. Dengan rata-rata suhu minimum 13°C - 21°C dan rata-rata suhu maksimum antar 30°C – 32°C. Yang berarti suhu pada penelitian ini sesuai dan ideal sehingga dapat di lakukan penanaman atau pembudidayaan kakao.

Daya pegang air (%)

Daya pegang air memiliki hasil yang bervariasi di setiap perlakuannya dapat dilihat di tabel 1, hasil tertinggi terdapat pada P1 yaitu 54% dan terendah pada P0 dan P6. Hal ini disebabkan karena media tanam P1 dicampur dengan *Cocopeat* sebanyak 10%, sehingga air yang diberikan ke media tanam dapat tertahan karena sifat *Cocopeat* yang mampu menyimpan air.

Menurut Ruli *et al.*, (2023) pemberian *Cocopeat* pada media tanam memiliki kadar air yang lebih tinggi dibandingkan dengan media lainnya seperti arang sekam dan tanah. Kelebihan *Cocopeat* sebagai media tanam juga disebabkan oleh sifat-sifatnya yang dapat mengikat dan menyimpan air dengan baik, menjaga kelembaban media tanam karena dapat mengurangi penguapan, dan dapat menjaga tanah tetap gembur dan subur sehingga tanaman tidak kekurangan air.

Saputra (2023) menyatakan bahwa kemampuan *Cocopeat* untuk menyerap air mencapai 6-8 kali lipat dari berat keringnya, sehingga pencampuran dalam media tanam akan menyebarkan kelembaban secara merata. Menurut Trimerani *et al.*, (2024) Dalam bercocok tanam, *Cocopeat* adalah alternatif yang dapat digunakan sebagai media tanam karena sifat-sifat *Cocopeat* membuatnya dapat mudah menyerap dan menyimpan air daripada tanpa pemberian *Cocopeat*.

Pertumbuhan tanaman

Tinggi tanaman

Hasil Uji Duncan pada taraf 5% menunjukkan bahwa pemberian *Cocopeat* dan TKKS berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman antara P4, P2 dengan P5, P3. tetapi tidak berpengaruh nyata dengan perlakuan lainnya termasuk kontrol. P4 pada bibit kakao menghasilkan tinggi tanaman yang meningkat dari minggu ke minggu dan tertinggi pada minggu terakhir 11 MST yaitu 26,61 cm dan terendah pada P3 yaitu 18,85 cm. Sehingga ini memberikan pengaruh yang nyata pada 5 MST - 11 MST jika dibandingkan dengan P5 dan P3. tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya termasuk kontrol.

Menurut Andi *et al.*, (2024) tanah top soil merupakan tanah lapisan atas dengan kedalaman 5 - 10 cm, tanah ini merupakan hasil pelapukan bebatuan, sisa-sisa tumbuhan, dan hasil metabolisme dari berbagai organisme. Tanah ini memiliki pH normal yaitu berkisar antara 5-7 sehingga tanah top soil baik jika digunakan sebagai media tanam karna mengandung nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman dari bahan organik hasil pelapukan.

Tabel 2. Pengamatan Tinggi Tanaman 5 MST - 11 MST

Pengamatan	Perlakuan						
	P0 (100% Tanah)	P1 (0% TKKS + 10% <i>Cocopeat</i>)	P2 (2% TKKS + 8% <i>Cocopeat</i>)	P3 (4% TKKS + 6% <i>Cocopeat</i>)	P4 (6% TKKS + 4% <i>Cocopeat</i>)	P5 (8% TKKS + 2% <i>Cocopeat</i>)	P6 (10% TKKS + 0% <i>Cocopeat</i>)
5 MST	19,78 ^a	16,93 ^{abc}	18,73 ^{ab}	14,62 ^c	20,05 ^a	16,20 ^{bc}	18,82 ^{ab}
6 MST	20,53 ^a	18,03 ^{abc}	20,18 ^a	15,50 ^c	21,26 ^a	16,73 ^{bc}	19,27 ^{ab}
7 MST	21,77 ^a	18,62 ^{bc}	21,61 ^a	16,48 ^c	22,47 ^a	17,65 ^{bc}	20,05 ^{ab}
8 MST	21,45 ^a	17,88 ^{abc}	20,5 ^{ab}	16,21 ^c	21,67 ^a	17,48 ^{bc}	19,93 ^{abc}
9 MST	23,11 ^{ab}	19,66 ^{bc}	23,13 ^{ab}	17,33 ^c	24,20 ^a	18,81 ^c	21,37 ^{abc}

Pengamatan	Perlakuan						
	P0 (100% Tanah)	P1 (0% TKKS + 10% <i>Cocopeat</i>)	P2 (2% TKKS + 8% <i>Cocopeat</i>)	P3 (4% TKKS + 6% <i>Cocopeat</i>)	P4 (6% TKKS + 4% <i>Cocopeat</i>)	P5 (8% TKKS + 2% <i>Cocopeat</i>)	P6 (10% TKKS + 0% <i>Cocopeat</i>)
10 MST	23,88 ^{ab}	20,97 ^{abc}	24,37 ^{ab}	17,92 ^c	25,68 ^a	20,47 ^{bc}	22,61 ^{ab}
11 MST	23,86 ^{ab}	22,31 ^{abc}	25,88 ^a	18,85 ^c	26,61 ^a	20,60 ^{bc}	23,17 ^{abc}

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom (horizontal) yang sama menandakan perbedaan yang tidak nyata menurut analisis/uji jarak berganda Duncan (DMRT) pada taraf 5%.; TKKS = Tandan kosong kelapa sawit; MST = minggu setelah tanam.

Perlakuan P4 dan P2 menunjukkan hasil tertinggi dari perlakuan lainnya dikarenakan kombinasi perlakuan ini memberikan unsur hara yang sesuai dan seimbang bagi tanaman. Peran bahan organik dapat membuat struktur tanah menjadi lebih gembur, memperbaiki infiltrasi air dan udara dalam tanah, serta membantu proses penyerapan nutrisi ke tanaman. Hal ini diduga bahwa kecepatan fotosintesis bisa ditingkatkan dengan nutrisi yang tersedia dari kompos TKKS. Kecepatan fotosintesis yang lebih tinggi dapat meningkatkan produksi asimilat, yang akan mempengaruhi pertumbuhan tinggi tanaman Akbar *et al.*, (2023).

Menurut Fauzi *et al.*, (2018) dalam Syarovy and Silalahi (2024) menyatakan TKKS mengandung berbagai unsur hara dan bahan organik diantaranya nitrogen (N) 1,5%, fosfor (P) 0,5%, kalium (K) 7,3% dan magnesium (Mg) 0,9%. Sedangkan kandungan *Cocopeat* Menurut Agustin, (2009) dalam Shafira *et al.*, (2021) unsur hara yang terdapat didalam *Cocopeat* adalah fosfor (P), kalium (K), magnesium (Mg), natrium (N), dan kalsium (Ca). Sehingga kandungan unsur hara dari kedua bahan organik ini dapat mendukung pertumbuhan tanaman.

Menurut Nainggolan (2011) dalam Satria *et al.*, (2015) pertumbuhan tanaman yang normal memerlukan unsur hara tertentu dan harus berada dalam jumlah yang terbaik serta berada dalam keseimbangan tertentu di dalam tanah.

Diameter batang

Data hasil pengamatan secara uji ANOVA tidak terdapat pengaruh nyata antar perlakuan dari minggu ke minggu nya. hal tersebut diduga disebabkan oleh kandungan unsur P dan K dalam media tanam TKKS dan *Cocopeat* yang kurang cukup untuk dapat membantu dalam proses pembesaran diameter batang bibit kakao. Menurut Waluyo, (2020) dalam Andi *et al.* (2024). Fosfor berperan untuk merangsang pembagian sel pada tanaman dan memperbesar jaringan sel, sehingga kandungan fosfor dalam media tanam dapat membantu meningkatkan diameter batang. Menurut Aziz (2013) unsur P pada tanaman

digunakan untuk pembentukan inti sel dan dinding sel sehingga pemberian pada media tanam dapat meningkatkan diameter batang.

Komposisi TKKS dan *Cocopeat* mengandung unsur hara K, unsur hara K berperan dalam meningkatkan penyerapan unsur hara dan berperan dalam respirasi, transpirasi, kerja enzim dan tranlokasi karbohidrat. Selain itu, peningkatan ukuran batang dipengaruhi oleh ketersediaan unsur K. Kekurangan unsur ini mengakibatkan lambatnya proses pembesaran ukuran batang. Unsur K berfungsi mempercepat perkembangan jaringan meristem, terutama pada batang tanaman, dan menguatkan batang sehingga tidak mudah roboh. Hal ini sangat penting dalam proses fotosintesis dimana semakin meningkatnya fotosintesis akan menambah ukuran diameter batang tanaman (Buwono & Ariani, 2016).

Menurut Herwin *et al.*, (2019) pupuk kompos merupakan hasil akhir dari proses penguraian sisa-sisa tanaman dan hewan, pembentukan pupuk kompos merupakan hasil dari bahan organik yang mengandung hara makro dan mikro maka pupuk ini pun memiliki hampir semua unsur makro dan mikro, namun dalam jumlah yang terbatas. Data hasil pengamatan menunjukkan diameter batang terbesar ada pada 11 MST yaitu P4 4,11 mm dan terkecil ada pada P0 (kontrol) dengan diameter 3,13 mm. Ini menunjukkan bahwa dengan pemberian perlakuan dan tanpa pemberian perlakuan (kontrol) menunjukkan hasil diameter yang berbeda. tetapi pada P6 dengan pemberian TKKS lebih tinggi menghasilkan diameter yang lebih rendah dari P4 dan P2 dengan TKKS lebih rendah, ini di karenakan pemberian unsur hara pada P4 dan P2 lebih seimbang di bandingkan perlakuan lainnya sehingga diameter batang nya paling besar dibandingkan dengan P0 (kontrol).

Tabel 3. Pengamatan Diameter batang 5 MST - 11 MST

Pengamatan	Perlakuan						
	P0 (100% Tanah)	P1 (0% TKKS + 10% <i>Cocopeat</i>)	P2 (2% TKKS + 8% <i>Cocopeat</i>)	P3 (4% TKKS + 6% <i>Cocopeat</i>)	P4 (6% TKKS + 4% <i>Cocopeat</i>)	P5 (8% TKKS + 2% <i>Cocopeat</i>)	P6 (10% TKKS + 0% <i>Cocopeat</i>)
5 MST	2,06 ^a	1,92 ^a	2,35 ^a	2,21 ^a	2,65 ^a	1,98 ^a	2,26 ^a
6 MST	2,30 ^a	2,17 ^a	2,56 ^a	2,40 ^a	2,76 ^a	2,32 ^a	2,23 ^a
7 MST	2,46 ^a	2,36 ^a	2,97 ^a	2,73 ^a	2,97 ^a	2,40 ^a	2,56 ^a
8 MST	2,66 ^a	2,58 ^a	3,03 ^a	2,72 ^a	3,17 ^a	2,56 ^a	2,67 ^a
9 MST	2,87 ^a	2,83 ^a	3,38 ^a	3,12 ^a	3,48 ^a	2,86 ^a	2,87 ^a
10 MST	3,01 ^a	3,12 ^a	3,48 ^a	3,11 ^a	3,53 ^a	2,96 ^a	3,10 ^a
11 MST	3,13 ^a	3,46 ^a	3,80 ^a	3,36 ^a	4,11 ^a	3,22 ^a	3,40 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom (horizontal) yang sama menandakan perbedaan yang tidak nyata menurut analisis/uji jarak berganda Duncan (DMRT) pada taraf 5%. MST (minggu setelah tanam).

Menurut Andri *et al.*, (2016) pemberian kompos TKKS dan *Cocopeat* dalam jumlah yang seimbang bisa memperbaiki sifat kimia tanah, sehingga meningkatkan ketersediaan nutrisi makro dan mikro dan juga meningkatkan sifat fisik tanah seperti dapat memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kemampuan menyimpan air, pertukaran udara (aerasi tanah) dan juga meningkatkan fungsi mikroorganisme tanah, karena kedua bahan organik ini mengandung unsur lengkap dan memiliki sifat fisik yang baik.

Menurut Akbar *et al.*, (2023) pemberian kompos TKKS dengan dosis 300g atau 10% (P6) dalam pembibitan kakao memberikan pengaruh berbeda nyata pada diameter batang di bandingkan dengan tanpa pemberian TKKS. Ini sejalan dengan hasil penelitian pada (tabel 5) bahwa pemberian perlakuan memberikan hasil diameter batang lebih besar di banding tanpa pemberian perlakuan.

Jumlah daun

Data hasil pengamatan uji ANOVA menunjukan tidak terdapat perbedaan secara nyata antar perlakuan dengan kontrol (tanpa perlakuan). Hal ini diduga karena kandungan masing – masing media yang di gunakan mampu mendukung pertumbuhan bibit kakao sehingga tidak berbeda nyata dengan P0 (kontrol). Menurut Mulyani *et al.*, (2018) dalam penelitiannya menyatakan media tanam yang mengandung tanah top soil mengandung banyak hara dan bahan organik sehingga dapat mendukung pertumbuhan jumlah daun masing-masing perlakuan.

Tabel 4. Pengamatan Jumlah Daun

Pengamatan	Perlakuan						
	P0 (100% Tanah)	P1 (0% TKKS + 10% <i>Cocopeat</i>)	P2 (2% TKKS + 8% <i>Cocopeat</i>)	P3 (4% TKKS + 6% <i>Cocopeat</i>)	P4 (6% TKKS + 4% <i>Cocopeat</i>)	P5 (8% TKKS + 2% <i>Cocopeat</i>)	P6 (10% TKKS + 0% <i>Cocopeat</i>)
5 MST	5,12 ^a	4,20 ^a	5,00 ^a	4,62 ^a	5,12 ^a	4,81 ^a	4,87 ^a
6 MST	5,50 ^a	4,95 ^a	5,75 ^a	5,50 ^a	5,75 ^a	5,00 ^a	4,93 ^a
7 MST	5,87 ^a	5,70 ^a	6,00 ^a	5,62 ^a	5,87 ^a	5,31 ^a	5,37 ^a
8 MST	7,12 ^a	5,82 ^a	6,75 ^a	6,50 ^a	6,87 ^a	6,06 ^a	6,00 ^a
9 MST	7,87 ^a	7,00 ^a	8,50 ^a	7,25 ^a	8,12 ^a	7,25 ^a	6,75 ^a
10 MST	7,75 ^a	7,82 ^a	10,12 ^a	7,50 ^a	8,37 ^a	7,25 ^a	7,50 ^a
11 MST	8,37 ^a	8,57 ^a	10,12 ^a	7,91 ^a	8,87 ^a	7,62 ^a	9,00 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom (horizontal) yang sama menandakan perbedaan yang tidak nyata menurut analisis uji jarak berganda Duncan (DMRT) pada taraf 5%. MST (minggu setelah tanam).

Menurut Sidabutar (2013) dalam Buwono & Ariani, (2016) penambahan jumlah daun tanaman berkaitan dengan tinggi bibit tanaman kakao, karena saat tinggi tanaman

bertambah, jumlah daun juga akan bertambah. Pada (tabel 2) pengamatan tinggi tanaman dapat dilihat bahwa pemberian perlakuan P2,P4,P0 dan P6, memberikan hasil tinggi tanaman tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya sehingga sesuai dengan (tabel 4) pengamatan jumlah daun.

Pengamatan jumlah daun tidak berbeda nyata antara pemberian kompos TKKS dan *Cocopeat* dibandingkan tanpa perlakuan (P0), diduga karena unsur hara didalam tanah mampu mencukupi kebutuhan bibit tanaman kakao dalam menghasilkan pertambahan daun. Hal tersebut sesuai dengan standar jumlah daun kakao siap tanam pada perbanyakan generatif. yaitu tinggi 40 cm, diameter 0,6 cm, dan jumlah daun 8 helai (KEPUTUSAN MENTERI PERTANIAN N0: 314/Kpts/KB.020/10/2025 2015).

Panjang akar

Berdasarkan rata-rata, panjang akar tertinggi yaitu pada P4 dan P2 dengan panjang 25.50 cm dan hasil terendah diperoleh pada P6 yaitu 18.93 cm. hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa pemberian kombinasi TKKS dan *Cocopeat* tidak berpengaruh nyata, hal ini diduga karena kurangnya unsur hara P (fosfor) pada media tanam. Secara umum fungsi P dalam tanaman dapat mempercepat pertumbuhan akar, memperkuat pertumbuhan tanaman muda menjadi tanaman dewasa serta mempercepat pembungaan dan pemasakan buah (Gultom 2017).

Menurut Sinabariba, (2013) dalam Bella *et al.*, (2016) menyatakan bahwa unsur kalium dalam media tanam membantu akar untuk memperluas area penyerapan air, magnesium berfungsi dalam pengiriman fosfat pada tanaman, sedangkan fosfor berperan penting dalam pertumbuhan akar, terutama pada awal pertumbuhan.

Tabel 1. Pengamatan Panjang Akar

Parameter	Perlakuan						
	P0 (100% Tanah)	P1 (0% TKKS + 10% <i>Cocopeat</i>)	P2 (2% TKKS + 8% <i>Cocopeat</i>)	P3 (4% TKKS + 6% <i>Cocopeat</i>)	P4 (6% TKKS + 4% <i>Cocopeat</i>)	P5 (8% TKKS + 2% <i>Cocopeat</i>)	P6 (10% TKKS + 0% <i>Cocopeat</i>)
Panjang akar	20,30 ^a	24,56 ^a	25,50 ^a	20,81 ^a	25,50 ^a	20,00 ^a	18,93 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom (horizontal) yang sama menandakan perbedaan yang tidak nyata menurut analisis uji jarak berganda Duncan (DMRT) pada taraf 5%.



Gambar 1. Diagram panjang akar

Pada gambar 1 di atas, dapat dilihat bahwa panjang akar tertinggi terdapat pada P4 dan P2 yaitu 25,50 cm dan panjang akar terendah terdapat pada P6 18,93 cm. Hasil P0 (kontrol) menunjukkan panjang akar 20,30 cm lebih tinggi dibandingkan dengan P6 dan P5. Perlakuan 6 dan 5 yang mengandung bahan organik TKKS tertinggi, namun menunjukkan hasil panjang akar terendah. Hal ini diduga kondisi jumlah bahan organik lebih banyak, namun kondisi porositas tanah tidak seimbang, sehingga proses penyerapan unsur hara pada akar tanaman menjadi terhambat dan akar tidak dapat berkembang.

Menurut Yulianto (2021) dalam Nurhadijah *et al.* (2022) syarat media tanam yang baik yaitu media tanam memiliki fungsi untuk menopang tanaman, memberikan nutrisi dan menyediakan tempat bagi akar tanaman untuk tumbuh dan berkembang, dan memiliki porositas yang baik. Panjang akar tertinggi terdapat pada perlakuan P4 dan P2 dengan kombinasi TKKS dan *Cocopeat* lebih seimbang. Hal ini sejalan dengan pernyataan dari Nainggolan (2011) dalam Satria *et al.*, (2015) bahwa pertumbuhan tanaman yang normal memerlukan unsur hara tertentu dan harus berada dalam jumlah dan dalam konsentrasi yang terbaik serta berada dalam keseimbangan tertentu di dalam tanah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pemberian perlakuan komposisi media tanam TKKS dan *Cocopeat* pada pembibitan kakao memberikan pertumbuhan yang baik pada parameter tinggi tanaman, dan pada parameter lainnya tidak berbeda nyata. Namun komposisi perlakuan 6% TKKS + 4% *Cocopeat* dan 2% TKKS + 8% *Cocopeat* secara terus menerus memberikan nilai tertinggi disetiap parameter dibanding perlakuan lainnya. Komposisi media tanam TKKS dan

Cocopeat terbaik terhadap pertumbuhan tinggi tanaman bibit kakao, terdapat pada komposisi perlakuan 6% TKKS + 4% *Cocopeat*.

Saran

Diasarankan pada pengamatan penelitian selanjutnya perlu adanya analisis kandungan unsur hara pada tanah dan media tanam yang digunakan untuk memastikan ketersediaan yang cukup.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, A. Z., Nengsih, Y., & Hartawan, R. (2023). Aplikasi Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit Untuk Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L.) Pada Ultisol di Polibag. *Jurnal Media Pertanian*, 8(1), 92-97. doi: 10.33087/jagro.v8i1.190.
- Alfian, A., & Nelvia, N. (2017). Pengaruh Pemberian Amelioran Organik Dan Anorganik Pada Media Subsoil Ultisol Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq.) *Pre Nursery*. 3(3):63–77.
- Amelya, A. Y. S., & Syarovy, M. (2024). Pemanfaatan Berbagai Jenis Bahan Pembenah Tanah Pada Pembibitan Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *WARTA Pusat Penelitian Kelapa Sawit*, 29(3), 197-207.
- Asih, P. W., Utami, S. R., & Kurniawan, S. (2019). Perubahan Sifat kimia tanah setelah aplikasi tandan kosong kelapa sawit pada dua kelas tekstur tanah. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 6(2), 1313-1323. doi: 10.21776/ub.jtsl.2019.006.2.12.
- Aziz, A. (2013). Analisis kandungan unsur Fosfor (P) dalam kompos organik limbah jamur dengan aktivator ampas tahu. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 1(1), 20-26.
- BPS. Badan Pusat Statistik (2024). *Statistik Kakao Indonesia*. 8:98. doi: ISSN 2714-8440.
- Buwono, G. R. (2016). *Pertumbuhan bibit kakao (Theobroma Cacao L) dengan pemberian abu janjang kelapa sawit dan pupuk NPK pada medium gambut* (Doctoral dissertation, Riau University).
- Farhanandi, B. W., & Indah, N. K. (2022). Karakteristik morfologi dan anatomi tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) yang tumbuh pada ketinggian berbeda. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 11(2), 310-325.
- Irsyam, A., Saida, S., & Robbo, A. (2025). Analisis Status Kesuburan Tanah pada Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) di Kecamatan Herlang Kabupaten Bulukumba. *AGrotekMAS Jurnal Indonesia: Jurnal Ilmu Peranian*, 6(1), 130-142.
- Manalu, P., Siahaan, A. S., & Siahaan, L. (2023). Respon Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma Cacao* L.) terhadap Pemberian Media Tanam *Cocopeat* dan Sekam Bakar. *Jurnal Agroteknologi Pertanian*, 24-29.
- Mulyani, C., Saputra, I., & Kurniawan, R. (2018). Pengaruh media tanam dan limbah organik terhadap pertumbuhan bibit kakao (*Theobroma cacao*, L.). *Jurnal Penelitian Agrosamudra*, 5(2), 1-14.
- Nasamsir, N., & Akbar, A. Z. (2024). Respons Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L.) Terhadap Pemberian Kombinasi Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Pupuk Nitrogen Pada Media Sub Soil Ultisol. *Jurnal Media Pertanian*, 9(1), 1-10.

doi: 10.33087/jagro.v9i1.223.

- Nugroho, S. A., Akbar, A., Alwi, A. L., Pratita, D. G., & Novenda, I. L. (2024). Pengaruh Top Soil, Cocopeat, Pupuk Kandang Sapi Terhadap Pertumbuhan Bibit Kopi Robusta. In *Agropross: National Conference Proceedings of Agriculture* (pp. 510-518).
- Nurhadiyah, N., N. S. Sukasih, & Tri, F. X., and M. Y. Putranti (2022). Aplikasi Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit Terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma Cacao*, L) Sambung Pucuk. *Jurnal Unka* 18(April):195–222. doi: 10.1201/9781032622408-13.
- Pakpahan, H., Manurung, G., & Yulia, A. E. (2013). Aplikasi Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit di Pembibitan Utama. *Sustainability (Switzerland)* 11(1):1–8.
- Ruli, K., Wahyuni, Y., & Beja, H. D. (2023). PKM Pemanfaatan Cocopeat untuk Media Tanam pada Pembibitan Kakao. *Mitra Mahajana: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(3), 202-208.
- Saleh, A. R., & Jayanti, K. D. (2017). Pengaruh populasi naungan terhadap pertumbuhan awal tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) di lapangan. *Agropet*, 14(2).
- Saputra, S. (2023). *Pengaruh pemberian cocopeat dan NPKMg (15: 15: 6: 4) Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq.) di Pembibitan Utama* (Doctoral dissertation, Fakultas Pertanian).
- Satria, N., Wardati, W., & Khoiri, M. A. (2015). *Pengaruh Pemberian Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan Bibit Tanaman Gaharu (Aquilaria malaccensis)* (Doctoral dissertation, Riau University).
- Siregar, P. (2017). Pengaruh pemberian beberapa sumber bahan organik dan masa inkubasi terhadap beberapa aspek kimia kesuburan tanah Ultisol: Effect of Giving Some Organic Matter and Incubation Period to some Chemical Fertility Aspects of Ultisol. *Jurnal Agroteknologi*, 5(2), 256-264.
- Tarigan, E. B. (2017). Beberapa komponen fisikokimia kakao fermentasi dan non fermentasi. *Jurnal Agroindustri Halal*, 3(1), 048-062. doi: 10.30997/jah.v3i1.687.
- Timor, P., Agusta, B., Tyasmoro, S. Y., & Sebayang, H. T. (2016). *Respon pertumbuhan bibit kakao (Theobroma cacao L.) Pada berbagai jenis media tanam* (Doctoral dissertation, Brawijaya University).
- Trimerani, R., Firmansyah, R., & Puruhito, D. D. P. D. (2024). Peningkatan Nilai Tambah Sabut Kelapa Melalui Pemberdayaan Kelompok Tani Ngudi Rahayu di Kalisentul Kalibawang. *AKM: Aksi Kepada Masyarakat*, 4(2), 549-558. doi: 10.36908/akm.v4i2.1009.

Pengaruh Penambahan Tween 80 terhadap Karakteristik Bioplastik dari Pati Sagu (*Metroxylon sagu* Rottb)

Nadia Nirmala Sari^{1*}, Ulyarti¹, Diana Pebriani Daulay¹

¹Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jambi

Email: nadianirmala36@gmail.com

Abstrak

Permasalahan limbah plastik konvensional yang sulit terurai mendorong pengembangan bioplastik berbasis bahan alam yang ramah lingkungan dan dapat diperbarui. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan Tween 80 terhadap karakteristik bioplastik dari pati sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) serta menentukan konsentrasi Tween 80 terbaik yang menghasilkan sifat fisik bioplastik optimal. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Analisis dan Pengolahan Hasil Pertanian serta Laboratorium Pusat Studi Energi dan Nanomaterial Universitas Jambi pada Desember 2024–Februari 2025. Metode yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan enam perlakuan konsentrasi Tween 80 (0; 0,25; 0,5; 0,75; 1; dan 1,25 ml) terhadap 4,5 g pati sagu dan 2 ml gliserol. Parameter yang diamati meliputi kuat tarik (tensile strength), elongasi, ketebalan, ketahanan air, dan laju transmisi uap air (WVTR). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan Tween 80 berpengaruh nyata terhadap semua parameter, kecuali kuat tarik. Semakin tinggi konsentrasi Tween 80, nilai elongasi, ketebalan, dan WVTR meningkat, sedangkan ketahanan air menurun. Konsentrasi Tween 80 sebesar 1 ml menghasilkan karakteristik bioplastik yang seimbang antara elastisitas, ketebalan, dan ketahanan air. Penelitian ini menunjukkan bahwa Tween 80 dapat meningkatkan sifat fisik bioplastik berbasis pati sagu dan berpotensi dikembangkan sebagai bahan kemasan ramah lingkungan.

Kata kunci: Bioplastik, Pati sagu, Tween 80, Karakteristik fisik, Ramah lingkungan

Abstract

*The problem of non-degradable conventional plastic waste has encouraged the development of environmentally friendly and renewable bioplastics made from natural materials. This study aims to determine the effect of Tween 80 addition on the characteristics of bioplastic made from sago starch (*Metroxylon sagu* Rottb.) and to identify the optimum Tween 80 concentration producing the best physical properties. The research was conducted at the Laboratory of Agricultural Product Processing and the Energy and Nanomaterial Study Center, University of Jambi, from December 2024 to February 2025. A Completely Randomized Design (CRD) was applied with six concentrations of Tween 80 (0, 0.25, 0.5, 0.75, 1, and 1.25 ml) combined with 4.5 g of sago starch and 2 ml of glycerol. Observed parameters included tensile strength, elongation, thickness, water resistance, and water vapor transmission rate (WVTR). The results showed that Tween 80 addition significantly affected all parameters except tensile strength. Increasing Tween 80 concentration improved elongation, thickness, and WVTR values, while reducing water resistance. The addition of 1 ml Tween 80 produced balanced bioplastic properties in terms of elasticity, thickness, and water resistance. The findings indicate that Tween 80 enhances the physical characteristics of sago starch-based bioplastic and has great potential for use as an eco-friendly packaging material.*

Keywords: Bioplastic, Sago starch, Tween 80, Physical properties, Eco-friendly

PENDAHULUAN

Permasalahan limbah plastik konvensional telah menjadi isu lingkungan global karena sifatnya yang sulit terdegradasi dan berbahan dasar minyak bumi yang tidak terbarukan. Produksi plastik dunia terus meningkat dan menimbulkan pencemaran serius pada ekosistem laut maupun darat (Khodijah & Tobing, 2023). Sekitar 4% minyak bumi dunia digunakan untuk bahan baku plastik. Oleh sebab itu, diperlukan alternatif bahan kemasan yang lebih ramah lingkungan seperti bioplastik. Di tingkat nasional, Indonesia menghasilkan sekitar 64 juta ton sampah per tahun, dan 3,2 juta ton di antaranya merupakan sampah plastik (Muharam et al., 2022). Kondisi ini menuntut inovasi dalam pengembangan bahan pengganti plastik berbasis sumber daya hayati yang melimpah di Indonesia. Salah satu bahan potensial adalah pati, polimer alami yang mudah terurai dan banyak diperoleh dari tanaman seperti singkong, jagung, maupun sagu (Intandiana et al., 2019; Morina et al., 2023).

Sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) merupakan tanaman endemik Asia Tenggara yang banyak tumbuh di Indonesia, khususnya Papua dan Papua Barat dengan luas lahan sagu mencapai 5,5 juta hektar (Ni'maturohmah & Yuniarta, 2015). Tanaman ini mampu menghasilkan pati kering hingga 25 ton/ha/tahun, lebih tinggi dibandingkan sumber pati lain seperti ubi kayu dan jagung (Limbongan, 2007). Kandungan amilosa dan amilopektin dalam pati sagu yang cukup tinggi (masing-masing sekitar 27% dan 73%) menjadikannya bahan yang potensial untuk pembuatan bioplastik dengan sifat mekanik yang baik (Richana et al., 2000; Sumarno et al., 2013).

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penambahan bahan tambahan seperti plasticizer dan surfaktan dapat memperbaiki karakteristik bioplastik, seperti elastisitas, kekuatan tarik, dan ketahanan air (Bourtoom, 2007; Coniwanti et al., 2014). Salah satu surfaktan yang sering digunakan adalah Tween 80, yaitu senyawa non-ionik yang mampu menurunkan tegangan permukaan dan meningkatkan homogenitas campuran (Susanti & Putri, 2014). Tween 80 dapat membentuk lapisan pelindung dalam sistem film, menghasilkan bioplastik yang lebih halus serta meningkatkan sifat mekanik seperti kekuatan tarik dan fleksibilitas (Rowe, 2019).

Penelitian-penelitian terdahulu banyak menggunakan sumber pati lain seperti singkong, biji durian, dan kulit singkong untuk bioplastik (Rahmawati et al., 2023; Hardiansyah & Udjiana, 2020). Namun kajian mengenai penggunaan pati sagu dengan penambahan Tween 80 masih terbatas, terutama dalam hal karakteristik fisik dan

mekaniknya seperti kuat tarik, elongasi, ketebalan, ketahanan air, serta laju transmisi uap air (WVTR). Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan Tween 80 terhadap karakteristik bioplastik dari pati sagu serta menentukan konsentrasi Tween 80 yang menghasilkan sifat fisik bioplastik terbaik.

METODE

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah Pati singkong, Gliserol, Aquades, dan Tween 80. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah neraca analitik, gelas ukur, oven, pipet tetes, cawan, pengaduk *magnetic stirrer*, *Hot Plate*, Timbangan Milligram, Batang Pengaduk, Ayakan, Tabung Ukur, Cetakan, Blender dan Baskom.

Penelitian ini dilaksanakan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan konsentrasi tween 80 yaitu:

P1 : 4,5 gr tepung sagu : 2 ml gliserol (tanpa *tween*)

P2 : 4,5 gr tepung sagu : 2 ml gliserol 0,25 ml *tween* 80

P3 : 4,5 gr tepung sagu : 2 ml gliserol 0,5 ml *tween* 80

P4 : 4,5 gr tepung sagu : 2 ml gliserol 0,75 ml *tween* 80

P5 : 4,5 gr tepung sagu : 2 ml gliserol 1 ml *tween* 80

P6 : 4,5 gr tepung sagu : 2 ml gliserol 1,25 ml *tween* 80

Tabel 1. Komposisi Rasio Bahan Bioplastik

Perlakuan	Pati Singkong (g)	Gliserol(g)	<i>Tween</i> 80 (g)	<i>Aquadest</i>	Total (g)
P1	4,5	2	0,25	143	150
P2	4,5	2	0,5	143	150
P3	4,5	2	0,75	142,75	150
P4	4,5	2	1	142,5	150
P5	4,5	2	1,25	142,25	150

Proses pembuatan bioplastik dilakukan dengan mencampurkan 4,5 g pati sagu dan aquades, kemudian diaduk pada suhu ruang hingga homogen. Campuran dipanaskan pada suhu 80°C selama 5 menit menggunakan *magnetic stirrer*, lalu ditambahkan gliserol dan *Tween* 80 sesuai variasi perlakuan. Setelah didiamkan selama ± 5 menit untuk menghilangkan gelembung udara, campuran dituangkan ke dalam cetakan berukuran 20 × 20 cm dan dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C selama 24 jam. Lembaran bioplastik yang dihasilkan dilepaskan dari cetakan dan diuji karakteristiknya meliputi kuat tarik, elongasi, ketebalan, ketahanan air, dan laju degradasi.

Uji kuat tarik (*tensile strength*) (Hidayat et al., 2022) dilakukan untuk mengetahui kemampuan bioplastik menahan beban hingga batas putus sesuai standar ASTM D 638-02. Sampel berukuran 2×10 cm dijepit 1,5 cm di tiap sisi dan diuji menggunakan *Universal Testing Machine*. Nilai kuat tarik diperoleh dari perbandingan antara beban maksimum dengan luas penampang awal sampel.

$$\sigma = F_{maks} \quad \text{pers(1)}$$

A0 (3)

dimana :

σ = Kuat tarik (N/mm²)

Fmaks = Beban maksimum (kg)

A0 = Luas penampang awal (mm²)

Uji persen perpanjangan (elongasi) (Hidayat et al., 2022) dilakukan untuk mengetahui tingkat kelenturan bioplastik saat mengalami tarikan hingga putus. Pengujian menggunakan *Universal Testing Machine*, dan nilai elongasi dihitung berdasarkan persentase pertambahan panjang terhadap panjang awal sampel.

$$\varepsilon = \frac{L-L_0}{L_0} \times 100\% \quad \text{Pers(2)}$$

$L_0 \times 100\%$

dimana :

ε = Elongasi (%)

L0 = Panjang Mula-Mula(mm)

L = Pertambahan Panjang(mm)

Pengukuran ketebalan (Didik, 2019) *edible film* dilakukan dengan menggunakan mikrometer manual dengan ketelitian 0,001 mm. Nilai ketebalan yang didapat merupakan rerata dari pengukuran pada 5 titik posisi acak.

Uji ketahanan air (Pakerti & Muryeti, 2021) dilakukan untuk mengetahui kemampuan bioplastik menyerap air. Sampel berukuran 2×2 cm ditimbang berat awalnya, kemudian direndam dalam aquades selama 20 menit pada suhu ruang. Setelah dikeringkan dari sisa air permukaan, sampel ditimbang kembali, dan persentase penyerapan air dihitung berdasarkan selisih berat sebelum dan sesudah perendaman.

$$\text{Daya Serap Air (\%)} = \frac{w-w_0}{w_0} \times 100 \quad \text{Pers (3)}$$

Keterangan:

W₀ = Berat Sampel Kering

W = Berat Sampel Setelah Direndam Air

Uji laju transmisi uap air (WVTR) (Piñeros-Hernandez et al., 2017) dilakukan dengan menutup tabung reaksi berisi 5 g CaCl_2 menggunakan bioplastik berukuran 6×6 cm yang menutupi bukaan tabung secara rapat. Tabung kemudian ditempatkan dalam desikator berisi larutan jenuh NaCl dan ditimbang setiap 30 menit. Perubahan massa digunakan untuk menghitung nilai WVTR sebagai fungsi waktu.

$$\text{WVTR} = \frac{\text{slope}}{A} \quad \text{Pers (4)}$$

Keterangan

WVTR = *Water vapor transmission rate* ($\text{g/m}^2 \cdot \text{jam}$)

Slope = Fungsi linear penambahan berat

dan waktu (g/jam) A = Luas area film

(m^2)

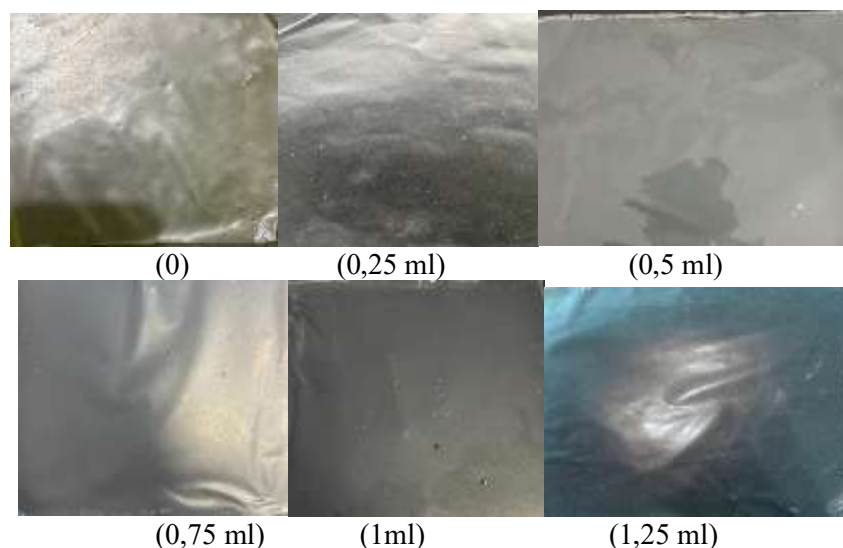
Uji persentase kumulatif bioplastik (Fibriyani et al., 2017) dilakukan dengan meletakkan sampel di atas tanah dengan pH netral, setiap specimen sampel dipotong ukuran 2×2 . Sampel kemudian dibiarkan terkena udara terbuka kemudian diukur sisa bioplastic sampai terurai sempurna.

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode analisis raga (*Analysis of Variance* atau ANOVA) pada taraf 5% dan 1%. Apabila hasil analisis tersebut menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan, maka akan dilanjutkan dengan uji *Duncan's new Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf 5%. data persentase kumulatif bioplastik dianalisis menggunakan aplikasi *image* yang disajikan dalam bentuk grafik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bioplastik

Gambar 1 menunjukkan produk bioplastik yang terbuat dari pati sagu dibandingkan dengan plastik komersial.



Gambar 1. Bioplastik tepung pati sagu dengan berbagai penambahan *tween* 80

Bioplastik tepung pati sagu yang dihasilkan berwarna putih bening semakin banyak jumlah penambahan pati semakin tidak transparan. Bioplastik pati sagu akan mudah robek bila diberi regangan. Penambahan *Tween* 80 yang banyak akan menyebabkan bioplastik menjadi lebih beminyak /licin dan menyebabkan kuat tarik bioplastik akan semakin rendah. Permukaan bioplastik yang diperoleh lebih licin dan sedikit berminyak dan dibandingkan plastik komersial pada umumnya.

Kuat tarik (*Tensile Strenght*)

Hasil pengukuran kuat tarik bioplastik dengan penambahan *tween* 80 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Rata –Rata Kuat Tarik Bioplastik dengan Penambahan Tween 80

Tween 80 (ml)	Kuat tarik (Mpa)
0	$3,72 \pm 0,60^a$
0,25	$3,20 \pm 0,16^a$
0,5	$2,82 \pm 0,17^b$
0,75	$2,40 \pm 0,37^{bc}$
1	$1,08 \pm 0,44^{cd}$
1,25	$0,73 \pm 0,23^d$

Keterangan : Angka –angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%

Berdasarkan Tabel 2, nilai kuat tarik bioplastik tertinggi diperoleh pada penambahan *tween* 80 (4,5 : 0) sebesar 3,72 N/mm², sedangkan terendah pada (4,5 : 1,25) sebesar 0,73 N/mm². Hasil ini menunjukkan bahwa semakin banyak *tween* 80 yang ditambahkan, nilai kuat tarik bioplastik cenderung menurun. Hal ini disebabkan karena

tween 80 sebagai *plasticizer* meningkatkan fleksibilitas bioplastik dengan menurunkan interaksi antarmolekul (Mahyudin, 2019).

Ketebalan

Hasil pengukuran elongasi bioplastik dengan penambahan *tween* 80 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Rata –Rata Elongasi Bioplastik dengan Penambahan Tween 80

Tween 80 (ml)	Elongasi (%)
0	4,51 ± 1,48 ^a
0,25	5,60 ± 1,00 ^a
0,5	7,98 ± 0,81 ^b
0,75	8,8 ± 0,71 ^{bc}
1	10,5 ± 0,94 ^c
1,25	15,0 ± 1,77 ^d

Keterangan : Angka –angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%

Berdasarkan Tabel 3, penambahan *tween* 80 berpengaruh terhadap peningkatan nilai elongasi bioplastik, meskipun hasil ANOVA menunjukkan pengaruhnya tidak nyata. Nilai elongasi tertinggi diperoleh pada (4:1,25) sebesar 15,0, karena *tween* 80 meningkatkan elastisitas bioplastik. Nilai elongasi berbanding terbalik dengan kuat tarik, di mana peningkatan *tween* 80 menurunkan kuat tarik namun meningkatkan elongasi. Penelitian sebelumnya juga menyebutkan bahwa semakin tinggi elongasi, semakin baik kualitas bioplastik (Tamiogy et al., 2019). Gliserol sebagai pelarut organik turut meningkatkan kelenturan bioplastik dengan menurunkan gaya antarmolekul (Iriani et al., 2016).

Ketahanan Air

Hasil pengukuran ketebalan bioplastik dengan penambahan *tween* 80 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Rata-Rata Ketebalan Bioplastik dengan Penambahan Tween 80

Tween 80 (ml)	Ketebalan (mm)
0	0,39 ± 0,05 ^a
0,25	0,51 ± 0,04 ^b
0,5	0,58 ± 0,02 ^c
0,75	0,64 ± 0,04 ^d
1	0,70 ± 0,01 ^e
1,25	0,76 ± 0,02 ^f

Keterangan: Angka –angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%

Berdasarkan Tabel 4, penambahan tween 80 berpengaruh nyata pada taraf 5% dan 1% terhadap ketebalan bioplastik. Nilai ketebalan tertinggi diperoleh pada penambahan tween 80 (4,5 : 1,25 ml), sedangkan terendah pada (4,5 : 0). Hasil ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi tween 80, ketebalan bioplastik semakin meningkat. Hal ini sejalan dengan penelitian Sitompul dan Zubaidah (2017) serta Basuki et al. (2015) yang menyatakan bahwa peningkatan tween 80 dapat meningkatkan viskositas dan jumlah bahan penyusun bioplastik, sehingga menghasilkan ketebalan lebih besar. Selain itu, peningkatan jumlah tween 80 juga menambah polimer penyusun matriks film (Unsa & Paramastri, 2018). Namun, bioplastik yang terlalu tebal dapat mengurangi transparansi dan meningkatkan biaya produksi, sehingga perlu disesuaikan dengan standar yang berlaku (Nur et al., 2020).

Ketahanan Air

Hasil pengukuran ketahanan air yang dilakukan untuk mengetahui kemampuan bioplastik menyerap air dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Ketahanan Air

Tween 80 (ml)	Ketahanan Air %
0	76,56 ± 7,94 ^a
0,25	59,31 ± 5,65 ^a
0,5	48,54 ± 0,06 ^b
0,75	34,49 ± 3,59 ^c
1	23,92 ± 1,62 ^d
1,25	15,22 ± 4,73 ^e

Keterangan : Angka –angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%

Berdasarkan Tabel 5, nilai daya serap air tertinggi diperoleh pada penambahan *tween* 80 (4,5 : 0) sebesar 76,46%, sedangkan terendah pada (4,5 : 1,25) sebesar 15,22%. Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan *tween* 80 menurunkan daya serap air bioplastik. Penurunan tersebut juga dilaporkan oleh Adinugraha et al. (2025), yang menjelaskan bahwa peningkatan jumlah kaolin meningkatkan kerapatan polimer sehingga air yang tertinggal semakin sedikit. Selain itu, peningkatan konsentrasi tween 80 berpengaruh terhadap ketahanan air karena sifat hidrofiliknya meningkatkan kelarutan bioplastik. Bourtoom (2007) menyatakan bahwa gliserol memberikan kelarutan lebih tinggi dibandingkan sorbitol pada *edible film* berbasis pati, sedangkan jenis dan konsentrasi plasticizer juga memengaruhi tingkat kelarutan film (Coniwanti et al., 2014).

Laju Transmisi Uap Air/WVTR

Hasil pengukuran laju transmisi uap air/WVTR dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Laju Transmisi Uap Air/WVTR

Tween 80 (ml)	WVTR (g/m ² . Jam)
0	2,26 ± 0,18 ^a
0,25	2,77 ± 0,24 ^a
0,5	4,12 ± 0,96 ^a
0,75	14,12 ± 7,11 ^b
1	21,44 ± 0,88 ^c
1,25	27,77 ± 3,52 ^d

Keterangan : Angka –angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%

WVTR (*Water Vapor Transmission Rate*) atau laju transmisi uap air merupakan uji yang menggambarkan banyaknya uap air yang melewati permukaan suatu edible film dalam satuan luas dan waktu. Salah satu yang mempengaruhi terjadinya laju transmisi uap air yaitu ketebalan dan morfologi permukaan edible film itu sendiri. Semakin tinggi uap air yang melewati permukaan film, maka film akan memiliki pori yang besar dan ketebalan yang relative kecil (Ulfayanti *et al.*, 2018).

Persentase Kumulatif Bioplastik

Pengujian persentase kumulatif bioplastik dilakukan dengan menanam sampel bioplastik dalam polybag berisi tanah netral sebanyak 1.500 gram untuk mengamati tingkat ketahanannya terhadap suhu, kelembapan, dan aktivitas mikroba tanah (Suryati *et al.*, 2016). Pada hari ke-1, bioplastik belum mengalami perubahan. Hari ke-7, bioplastik mulai lembab, berjamur, dan kenyal akibat aktivitas mikroorganisme tanah. Hari ke-11, terjadi perubahan warna menjadi kekuningan karena penyerapan air tanah. Hari ke-18, muncul retakan akibat kondisi tanah yang semakin lembab. Hari ke-24, bioplastik mulai terurai di bagian tepi, dan hari ke-30 bioplastik mulai hancur sebagian karena proses pembusukan alami.

Perubahan warna dan pertumbuhan jamur kecil menunjukkan aktivitas penguraian. Setelah 30 hari, bioplastik belum sepenuhnya terurai, namun proses dekomposisi terus berlanjut hingga menjadi pupuk organik yang dapat meningkatkan unsur hara tanah.

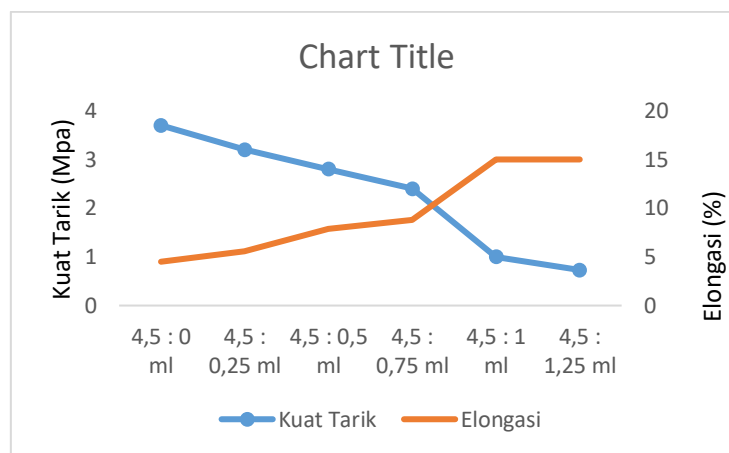
Faktor-faktor yang memengaruhi penguraian bioplastik meliputi:

1. Kandungan dasar bahan, bioplastik berbahan pati (seperti pati sagu) lebih mudah terurai karena mengandung selulosa yang dapat diuraikan mikroorganisme
2. Ketebalan, semakin tebal bioplastik, semakin lambat proses penguraiannya.

3. Kondisi lingkungan, kelembapan dan suhu tinggi mempercepat aktivitas mikroorganisme, sehingga mempercepat proses degradasi bioplastik.

Hubungan Statistik dan Parameter

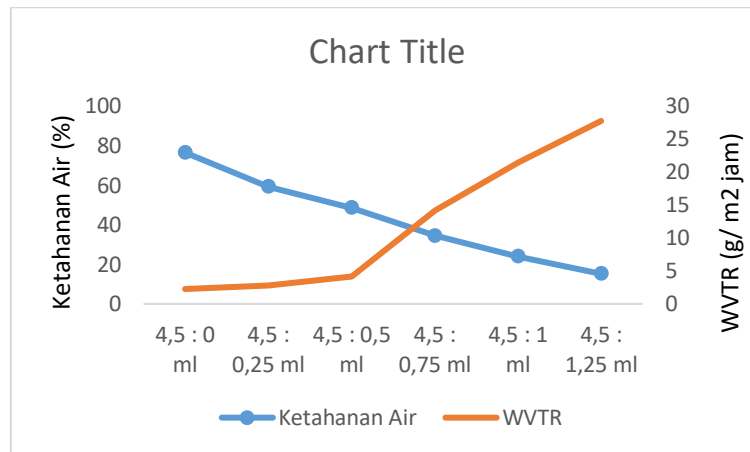
Hubungan antara kuat tarik dan elongasi merupakan dua sifat mekanik utama dalam karakterisasi bioplastik. Kuat tarik menunjukkan kemampuan bioplastik menahan tegangan sebelum putus, sedangkan elongasi menggambarkan kemampuan material meregang sebelum patah. Umumnya, semakin rendah kuat tarik maka elongasi cenderung meningkat, menandakan bioplastik lebih elastis dan fleksibel. Hubungan tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan antara kuat tarik dan elongasi

Penambahan *tween* 80 pada pati sagu menurunkan nilai kuat tarik pada bioplastik karena ikatan antar molekul melemah. Seperti terlihat pada grafik diatas ada hubungan berbanding terbalik antara kuat tarik dan elongasi. Tween 80 masuk ke dalam matriks polimer dan mengganggu ikatan hidrogen antara molekul pati. Artinya, struktur menjadi kurang kuat terhadap kuat tarik. Hal ini menyebabkan matrial menjadi lebih lentur dan fleksibel maka, elongasi saat putus meningkat.

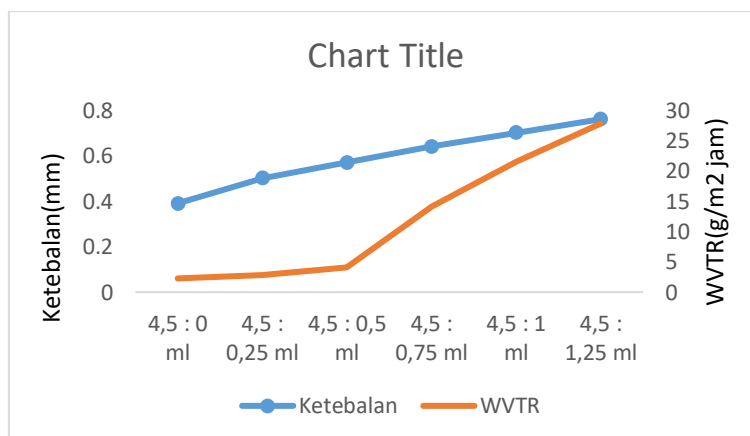
Ketahanan air dan WVTR karena pati sagu adalah bahan hidrofilik. Penurunan ketahanan air (Water Vapor Tranmission Rate) pada film pati sagu dengan penambahan tween 80 merupakan efek yang berkaitan erat secara fisik dan statistik. Keduanya merupakan parameter penting yang perlu dipertimbangkan ketika mengembangkan bioplastik untuk aplikasi tertentu. Hubungan ketahanan air dengan WVTR dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan ketahanan air dengan WVTR

Semakin tinggi *tween* 80 yang tambahkan maka nilai ketahanan air semakin rendah. Karena, dengan penambahan *tween* 80 film menjadi lebih hidrofilik maka lebih cepat menyerap air struktur film menjadi kurang padat lebih mudah menembus air. Sedangkan, penambahan *tween* 80 meningkatkan tranmisi uap air dengan membuat jalur lewat uap lebih mudah maka WVTR semakin tinggi.

Secara umum, dalam film bioplastik bahwa ketebalan meningkat sedangkan WVTR menurun karena, lapisan yang lebih tebal biasanya lebih sulit dilewati uap air. Namun, pada film bioplastik dari pati sagu dengan penambahan *tween* 80 yang terjadi adalah ketebalan meningkat WVTR juga meningkat. Hubungan ketebalan dan WVTR dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hubungan ketebalan dan WVTR

Berdasarkan dari gambar diatas dapat diketahui bahwa hubungan antara ketebalan dan wvtr memiliki pengaruh yang nyata atau hungan postif antara parameter karena seiring bertambahnya *tween* 80 yang dibuat juga meningkatkan nilai WVTR yang dimana pada

penelitian ini ketebalan atau lapisan bioplastik hanya buat dengan satu lapisan saja. Tween 80 adalah surfaktan non-ionik yang memiliki bagian (hidrorofilik dan hidrofobik) meningkatkan viskositas larutan film, membuatnya lebih tebal saat dicetak dan dikeringkan. Jadi, penambahan tween 80 berkontribusi pada peningkatan ketebalan bioplastik akibat perubahan struktur internal dan peningkatan viskositas larutan film. Sedangkan, semakin tebal film WVTR menurun karena uap air lebih sulit melewati lapisan yang tebal. WVTR meningkat karena tween 80 mengganggu interaksi antar polimer (misalnya ikatan hidrogen).

KESIMPULAN DAN SARAN

Penambahan tween 80 memiliki pengaruh yang nyata pada karakteristik bioplastik, seperti nilai elastisitas yang tinggi atau elongasi, ketebalan, ketahanan air, WVTR, namun tidak berpengaruh nyata pada kuat tarik. Penambahan tween 80 menghasilkan bioplastik dengan nilai kuat tarik 3,72 Mpa, elongasi 4,51 %, ketebalan 0,39 mm, ketahanan air 76,56%, dan WVTR 2,26 g/m² jam.

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan maka disarankan untuk penelitian mengenai bioplastik dari pati sagu dengan penambahan tween 80 agar mendapatkan hasil mendekati dengan standar.

DAFTAR PUSTAKA

- Adinugraha, H. H., shulthoni, M., & Luqman, S. A. (2025). Halal supply chain management from theory to application: case studies in Indonesia. *Journal of Islamic Management Studies*, 8(2), 36-48. Retrieved from <https://publications.waim.org.my/index.php/jims/article/view/132>
- Basuki, E.K., Jariyah, & Dhenok. (2015). Karakteristik edible film dari pati ubi jalar dan gliserol (Characteristic of Edible Film From Sweet Potato Starch and Glycerol). *Jurnal Teknologi Pangan*, 8(2), 128–135. <https://doi.org/10.33005/jtp.v8i2.457>
- Bourtoom, T. (2007). Effect of some process parameters on the properties of edible film prepared from starch. *Department of Material Product Technology. Songkhla*.
- Didik, L. A. (2019). Analisa Efek Jahn Teller Terhadap Struktur Kristal Senyawa Delafossite AgCr1-xNixO2 (0, 01 ≤ x ≤ 0, 04). *Indonesian Physical Review*, 2(2), 49-49. <https://doi.org/10.29303/ipr.v2i2.22>
- Fibriyani, D., Arinta, F., & Kusumaningtyas, R. D. (2017). Pengolahan Onggok Singkong Sebagai Plastik Biodegradable Menggunakan Plasticizer Gliserin Dari Minyak Jelantah. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 6(2), 74–77. <https://doi.org/10.17728/jatp.195>

- Hardiansyah, Y., & Udjiana, S. S. (2020). Studi Literatur Karakterisasi Plastik Biodegradable Berbahan Dasar Pati Dengan Penambahan Filler CASIO3 Dan CACO3. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 6(2), 188-197. <https://doi.org/10.33795/distilat.v6i2.84%20>
- Hidayat, S., Meidinariasty, A., Junaidi, R., & Sriwijaya, P. N. (2022). Film Nanokomposit Berbasis Termoplastik Pati Singkong-Polivinil Alkohol Dengan Nanoselulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Sebagai Bahan Penguat. *J. Pendidik. dan Teknol. Indones*, 2(10), 413-423. <https://doi.org/10.52436/1.jpti.225>
- Intandiana, S., Dawam, A. H., Denny, Y. R., Septiyanto, R. F., & Affifah, I. (2019). Pengaruh karakteristik bioplastik pati singkong dan selulosa mikrokristalin terhadap sifat mekanik dan hidrofobisitas. *EduChemia: Jurnal Kimia dan Pendidikan*, 4(2), 185-194. <http://dx.doi.org/10.30870/educhemia.v4i2.5953>
- Khodijah, S., & Tobing, J. M. L. (2023). Tinjauan plastik biodegradable dari limbah tanaman pangan sebagai kantong plastik mudah terurai. *Teknotan: Jurnal Industri Teknologi Pertanian*, 17(1), 21-26. <https://doi.org/10.24198/jt.vol17n1.3>
- Morina, S., Sulhatun, S., Meriatna, M., Muarif, A., & Zulnazri, Z. (2023). Sintesis bioplastik dari pati biji durian (*Durio Zibethinus Murr*) dengan penambahan plastisizer gliserol. *Chemical Engineering Journal Storage (CEJS)*, 3(6), 820-828.
- Muharam, T., Fitriani, D., Jannah, D. F. M., Al Ghifari, M. Z., & Sihombing, R. P. (2022). Karakteristik daya serap air dan biodegradabilitas pada bioplastik berbasis pati singkong dengan penambahan polyvinyl alcohol. *Prosiding Snast*, D35-49.
- Ni'maturohmah, E., & Yunianta, Y. (2015). HIDROLISIS PATI SAGU (Metroxylon sagu Rottb.) OLEH ENZIM β -AMILASE UNTUK PEMBUATAN DEKSTRIN [IN PRESS JANUARI 2015]. *Jurnal pangan dan agroindustri*, 3(1), 292-302. Retrieved from <https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/135>
- Pakerti, L. H. (2021). Karakteristik Plastik Biodegradable Dari Pati Ubi Jalar Dengan Variasi Kitosan. *Journal Printing and Packaging Technology*, 2(1), 38-47. <https://doi.org/10.32722/printpack.v2i1.2974>
- Rahmawati, M. P., Fajriyanti, L. A., Afiddah, T., & Mustikaningtyas, D. (2023). Perbedaan sifat bioplastik limbah kulit singkong dengan bioplastik tepung tapioka. In *Proceeding Seminar Nasional IPA*. <https://proceeding.unnes.ac.id/index.php/snipa/article/view/2279/1762>
- Rowe, R. C., Sheskey, P. J., & Quinn, M. E. (2009). *Handbook of pharmaceutical excipients*. 6. pharmaceutical press and american pharmacists association.
- Sumarno, S., Niken, A. & Adepristian, Y. D. (2013). Isolasi amilosa dan amilopektin dari pati kentang. *Jurnal teknologi kimia dan industri*, 2(2), 57-62.
- Suryati, S., Meriatna, M., & Marlina, M. (2016). Optimasi proses pembuatan bioplastik dari pati limbah kulit singkong. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 5(1), 78-91.

- Susanti, Y. I., & Putri, W. D. R. (2014). Pembuatan minuman serbuk markisa merah (*Passiflora edulis f. edulis* Sims)(kajian konsentrasi tween 80 dan suhu pengeringan)[in press juli 2014]. *Jurnal Pangan dan agroindustri*, 2(3), 170-179.
- Ulfayanti, F. B., Ulyarti, & Mursyid. (2018). The Effect of Modification of Purple Yum Starch Concentration (*Dioscorea alata*) on The Characteristics of Edible Film. *Skripsi*, 124.

Persepsi Petani tentang Pengembangan Budidaya Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) dengan Tanaman Sela Jagung (*Zea mays*) di Desa Macuan, Kabupaten Manokwari, Provinsi Papua Barat

Krisna Margeretta Malau^{1*}, Hielarion Amatus Fatubun¹, Carolina Diana Mual¹

¹Program Studi Teknologi Produksi Tanaman Perkebunan, Jurusan Penyuluhan Pertanian,
Politeknik Pembangunan Pertanian Manokwari
Email: Krisna_mal23@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis persepsi petani terhadap pengembangan budidaya kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) dengan tanaman sela jagung (*Zea mays*) serta mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhinya di Desa Macuan, Kecamatan Masni, Kabupaten Manokwari, Papua Barat. Metode yang digunakan adalah deskriptif kualitatif dengan teknik pengumpulan data melalui observasi, wawancara, dan kuesioner menggunakan skala Likert. Sebanyak 14 petani yang mengintegrasikan tanaman sela jagung menjadi informan utama dalam penelitian ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persepsi petani terhadap sistem tanaman sela jagung secara umum berada dalam kategori “setuju” dengan rata-rata skor 3,8 dari skala 5. Faktor sosial, ekonomi, dan lingkungan menjadi aspek utama yang memengaruhi persepsi tersebut. Petani menilai sistem tumpangsari sawit-jagung mampu meningkatkan efisiensi lahan, memberikan tambahan pendapatan, serta menciptakan peluang kerja baru bagi keluarga dan masyarakat sekitar. Meskipun demikian, minat generasi muda terhadap sistem ini masih tergolong rendah. Diperlukan dukungan lebih lanjut dalam bentuk penyuluhan, pelatihan, dan kebijakan pemerintah untuk meningkatkan pemahaman, partisipasi, dan keberlanjutan sistem tanaman sela jagung di wilayah tersebut.

Kata kunci: Persepsi petani, Kelapa sawit, Tanaman sela, Jagung, Tumpangsari, Desa Macuan

Abstract

*This study aims to analyze farmers' perceptions of the development of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq) cultivation integrated with intercropped maize (*Zea mays*), as well as to identify the influencing factors in Macuan Village, Masni District, Manokwari Regency, West Papua Province. The research employed a qualitative descriptive method with data collected through observation, interviews, and questionnaires using a Likert scale. A total of 14 farmers who practiced intercropping with maize served as the main informants. The results showed that farmers' perceptions of the oil palm–maize intercropping system were generally categorized as "agree," with an average score of 3.8 out of 5. Social, economic, and environmental factors were identified as the main aspects influencing these perceptions. Farmers believed that the intercropping system improves land use efficiency, increases income, and creates new job opportunities for both families and the surrounding community. However, the interest of the younger generation in this system remains relatively low. Therefore, further support in the form of agricultural extension, training, and government policies is needed to enhance understanding, participation, and sustainability of the maize intercropping system in the region.*

Keywords: Farmers perception, Oil palm, Intercropping, Maize, Tumpangsari, Macuan Village

PENDAHULUAN

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memiliki peran strategis dalam perekonomian Indonesia, terutama sebagai penyumbang utama devisa negara dari sektor pertanian. Kelapa sawit adalah komoditas unggulan yang memberikan kontribusi besar terhadap perekonomian nasional. Namun, dengan semakin meningkatnya luas lahan kelapa sawit yang dibuka, muncul berbagai permasalahan, termasuk isu-isu lingkungan, keberlanjutan, dan ketergantungan pada satu jenis komoditas, bahwa keberagaman jenis tanaman pada suatu lahan dapat mengurangi risiko kerugian akibat ketergantungan pada satu komoditas menurut (Siahaan, 2016),

BPS Papua Barat (2023), Luas lahan area kelapa sawit di Papua Barat tercatat mencapai 73.030 ha, sementara di Kabupaten Manokwari, luas lahan kelapa sawitnya mencapai 9.823,89 ha. Angka ini menggambarkan kontribusi signifikan Kabupaten Manokwari terhadap total luas lahan kelapa sawit yang ada di Provinsi Papua Barat. Kelapa sawit mulai diperkenalkan di Manokwari, Papua Barat, pada awal 1980-an sebagai upaya diversifikasi ekonomi dan pengembangan sektor perkebunan di luar Pulau Sumatera dan Kalimantan. Seiring dengan meningkatnya permintaan pasar internasional terhadap minyak sawit, sejumlah perusahaan besar mulai mengembangkan perkebunan kelapa sawit di wilayah ini, termasuk melalui kemitraan dengan petani lokal (Matualage et al., 2019). Pada awal 2000-an, kelapa sawit menjadi komoditas yang penting, memberikan peluang ekonomi bagi petani. Meskipun demikian, pengembangan kelapa sawit di Manokwari menghadapi tantangan terkait pengelolaan lingkungan dan hak lahan masyarakat adat. Seiring waktu, kelapa sawit terus berkembang, dan petani mulai mengintegrasikan tanaman sela, seperti jagung, untuk meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan pertanian mereka.

Menurut Rosman, (2018) tanaman sela seperti jagung (*Zea mays*) semakin dilirik sebagai salah satu alternatif untuk meningkatkan keberlanjutan produksi pertanian. Jagung memiliki potensi yang baik sebagai tanaman sela di perkebunan kelapa sawit, bahwa jagung dapat tumbuh dengan baik di antara tanaman kelapa sawit dan memberi hasil ekonomi yang menguntungkan dalam jangka pendek. Praktik tanaman sela ini dianggap dapat memperbaiki efisiensi penggunaan lahan dan meningkatkan pendapatan petani.

Keberhasilan pengembangan budidaya kelapa sawit dengan tanaman sela jagung sangat bergantung pada persepsi petani lokal terhadap sistem pertanian tersebut. Persepsi petani terhadap penggunaan jagung sebagai tanaman sela di lahan kelapa sawit sangat

penting untuk memastikan keberlanjutan penerapan sistem ini. Menurut Priwiratama & Susanto (2020), persepsi petani terhadap teknologi pertanian baru dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti pengetahuan, pengalaman, serta aspek ekonomi dan sosial yang mereka hadapi di lapangan.

Adanya keberagaman pendapat dan pengalaman petani terkait praktik pertanian ini, penting untuk memahami persepsi mereka secara lebih mendalam agar kebijakan dan intervensi yang dilakukan dapat sesuai dengan kebutuhan dan kenyataan di lapangan. Khairunnisa et al. (2021), menambahkan bahwa pemahaman mengenai persepsi petani terkait teknologi pertanian baru sangat penting untuk memitigasi potensi hambatan dan mendorong adopsi teknologi yang lebih luas.

Berdasarkan survei awal dari petani setempat di Desa Macuan SP 5, Kecamatan Masni, Kabupaten Manokwari. Desa ini memiliki sekitar 30 petani kelapa sawit, namun hanya 14 petani yang mengembangkan tanaman sela jagung di lahan mereka. setiap petani memiliki lahan seluas 2 ha dengan tanaman sela 1 ha dari lahan kelapa sawit, yang digunakan untuk budidaya kelapa sawit dengan sistem tanaman sela jagung. Pengalaman petani kelapa sawit yang telah mengintegrasikan tanaman sela jagung selama dua periode menunjukkan keberhasilan yang signifikan dalam meningkatkan hasil pertanian mereka, petani mampu memanfaatkan ruang di antara pohon kelapa sawit yang belum sepenuhnya rapat untuk menanam jagung, yang memberikan hasil tambahan bagi pendapatan mereka.

Keberadaan tanaman sela ini menjadi fokus penelitian, mengingat kombinasi antara kelapa sawit dan jagung dapat memberikan informasi penting mengenai pola pertanian yang berkelanjutan dan potensi keuntungan bagi para petani di daerah tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengelolaan lahan dan hasil pertanian yang diperoleh oleh para petani serta tantangan yang dihadapi dalam memadukan dua jenis tanaman tersebut dalam satu area pertanian.

METODE

Penelitian ini telah dilakukan selama 3 bulan, terhitung dari bulan April hingga selesai di Desa Macuan SP 5, Kecamatan Masni, Kabupaten Manokwari. Alat dan bahan yang digunakan yaitu alat tulis (buku catatan, pena, pensil), perekam suara untuk mendokumentasikan hasil wawancara, kamera atau smartphone untuk dokumentasi visual (foto kondisi lahan dan praktik pertanian) dan laptop/komputer untuk pengolahan data, panduan wawancara (daftar pertanyaan semi-terstruktur), kuesioner (berisi pertanyaan

tertutup untuk mengukur persepsi petani) dan literatur atau data sekunder terkait budidaya kelapa sawit dan tanaman sela jagung

Jenis penelitian ini adalah kualitatif dengan pendekatan deskriptif. Penelitian kualitatif digunakan untuk menggali pemahaman mendalam dari petani tentang pengalaman mereka dalam mengembangkan tanaman sela jagung. Pendekatan deskriptif digunakan untuk mendeskripsikan persepsi petani mengenai pengembangan tanaman sela jagung dalam budidaya kelapa sawit. Pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder. Pengumpulan data primer dilakukan melalui beberapa metode diantaranya observasi, wawancara dan kuesioner. Pengumpulan data sekunder diperoleh dari kantor Desa Kampung Macuan pihak lain atau instansi terkait.

Informan utama dalam penelitian ini yaitu 14 anggota petani sela jagung. Kampung Macuan. Metode analisis data yang digunakan adalah kualitatif dengan pendekatan deskriptif analitik, yaitu dengan mendeskripsikan data yang diperoleh dalam bentuk wawancara, kuesioner, gambar, atau dokumen. Data yang bersumber dari naskah, wawancara, catatan lapangan, dan dokumen lainnya kemudian diuraikan agar dapat memberikan pemahaman yang lebih jelas mengenai realitas yang diteliti dengan menggunakan kuesioner dengan jumlah 17 pernyataan. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan Skala Likert sebagai skala pengukuran. Skala Likert digunakan untuk mengukur sikap, pendapat, dan persepsi seseorang atau sekelompok orang tertentu tentang suatu fenomena sosial (Awaludin et al., 2023) dan Sugiyono (2019), menjelaskan secara rinci tentang penggunaan Skala Likert dalam pengumpulan data kuantitatif dan teknik pengukuran sikap serta cara menghitung skor rata-rata. Kriteria penilaian yaitu: 5 Sangat setuju (SS), 4 Setuju (S), 3 Ragu-ragu (RR), 2 Tidak setuju (TS) dan 1 Sangat tidak setuju (STS). Untuk menghitung skor pada tingkat pengetahuan di gunakan rumus menurut (Skala Likert).

$$\text{Rata – rata skor} = \frac{\sum(\text{skor jawaban})}{\text{Jumlah petani}}$$

Keterangan:

$\sum$ (skor jawaban) : Jumlah jawaban dari aspek sosial, ekonomi dan lingkungan.

Jumlah petani : Jumlah keseluruhan petani

$$\text{Selang Penilaian} = \frac{\text{Nilai tertinggi} - \text{Nilai terendah}}{\text{Jumlah kategori}}$$

$$\text{Panjang Selang} = \frac{85 - 17}{5}$$

= 13

Selang penilaian merupakan rentang nilai yang digunakan untuk mengelompokkan hasil skor responden ke dalam kategori tertentu berdasarkan tingkat kesetujuan mereka terhadap pernyataan yang diberikan. Dalam skala ini, skor tertinggi adalah 85 dan skor terendah adalah 17, sehingga rentang totalnya adalah 68. Rentang ini kemudian dibagi secara merata ke dalam lima kategori penilaian, dengan membagi rentang tersebut menjadi lima bagian, maka setiap kategori memiliki panjang selang sekitar 13 poin. Pembentukan selang ini bertujuan untuk mempermudah interpretasi data, sehingga hasil penilaian dapat dianalisis secara objektif dan konsisten sesuai dengan tingkat kecenderungan sikap responden. Penetapan selang kategori seperti ini umum digunakan dalam penelitian kuantitatif, khususnya dalam pengolahan data kuesioner skala Likert, untuk mengkonversi data ordinal menjadi lebih mudah dianalisis (Sugiyono, 2017; Arikunto, 2013).

73 – 85	: Sangat setuju (SS)
59 – 72	: Setuju (S)
45 – 58	: Ragu-ragu (RR)
31 – 44	: Tidak setuju (TS)
17 – 30	: Sangat tidak setuju (STS)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keadaan Umum Kampung Macuan

Kampung Macuan termasuk dalam wilayah Distrik Masni, Kabupaten Manokwari, Provinsi Papua Barat. Secara geografis, Kampung Macuan terletak pada koordinat garis bujur (longitude) E. 00°85'340 dan garis lintang (Latitude) S.133°78'311. Kampung Macuan berjarak kurang lebih 7 Km dari Distrik Masni dan sekitar 69 Km dari Ibukota Kabupaten Manokwari. Secara sistematis Kampung Macuan terdiri atas 30 petani kelapa sawit namun, hanya 14 petani yang mengembangkan tanaman sela jagung. Adapun luas wilayah Kampung Macuan menurut penggunaannya berdasarkan Profil Desa Kampung Macuan Tahun 2022, dapat dirinci sebagai berikut:

Lahan sawah	: 104 Ha
Lahan ladang	: 92,5 Ha
Lahan perkebunan sawit	: 156 Ha
Perumahan	: 136 Ha
Lahan lainnya	: 39 Ha

Secara administratif, Kampung Macuan memiliki batas – batas wilayah sebagai berikut: disebalah utara berbatasan dengan Prafi Barat (Masni), disebalh selatan dengan kelapa sawit Wasegi Indah (Prafi), disebelah Kampung (Masni), dan disebelah timur dengan Kampung Aimagi (Prafi). Kampung Macuan terletak diwilayah dataran rendah dengan ketinggian sekitar 30 meter di atas permukaan laut (mdpl). Berdasarkan kondisi topografinya kawasan ini mencakup dataran rendah seluas 525 ha, lahan perbukitan seluas 15 ha, lahan rawa seluas 250 ha, serta bentaran sungai seluas 13,5 ha.

Tanah di Kampung Macuan tergolong jenis ultisol, dengan tingkat keasaman (Ph) antara 4,5 hingga 5,5, yang termasuk kategori masam. Warna tanah di daerah tersebut bervariasi, mulai dari merah, kuning, hitam, hingga abu – abu, sedangkan teksturnya meliputi lempung, pasir, hingga berbatu. Kemiringan tanah mencapai 90°, yang berpotensi memenuhi erosi dan tingkat kesuburan tanah.

Dari segi iklim, Kampung Macuan memiliki rata – rata curah hujan tahunan sebesar 185 mm, dengan hanya sekitar 3 bulan hujan dalam setahun, hingga wilayah ini digolongkan sebagai daerah beriklim kering atau semi kering. Suhu harian rata – rata berkisar 30°C hingga 31°C, menunjukkan kondisi suhu yang cukup tinggi. Karakteristik iklim dan jenis tanah ini menjadi faktor penting dalam menentukan jenis tanaman yang cocok untuk dibudidayakan, serta dalam merancang strategi konservasi lahan dan pengelolaan air yang tepat.

Sarana dan prasarana merupakan elemen penting yang berperan dalam menunjang kehidupan masyarakat di suatu daerah. Keberadaan fasilitas tersebut dapat berpengaruh langsung terhadap tingkat kesejahteraan dan produktivitas warga. Ketersediaan sarana dan prasarana yang memadai menjadi penunjang utama dalam berbagai aspek kehidupan seperti pendidikan, kesehatan, perekonomian, serta sosial dan budaya. Dalam penelitian ini, sarana dan prasarana diklasifikasikan ke dalam dua kategori, yaitu sarana fisik dan sarana umum. Sarana fisik mencakup bangunan permanen yang berfungsi untuk mendukung layanan publik, seperti sekolah, puskesmas, dan rumah ibadah. Sementara itu, sarana umum mencakup fasilitas non-bangunan yang mendukung aktivitas masyarakat secara umum, seperti prasarana transportasi dan sistem irigasi. Informasi terkait kondisi sarana dan prasarana di Kampung Macuan disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Sarana Fisik Berupa Bangunan di Kampung Macuan

No	Jenis sarana fisik	Jumlah	Keterangan
1	Kantor kampung	1	Permanen
2	Puskesmas	1	Aktif
3	Posyandu	1	Aktif
4	Balai kampung	1	Digunakan umum
5	Gedung sea guna	1	Digunakan umum
6	BumDes	1	Negeri
7	PAUD	1	Negeri
8	TK	1	Negeri
9	SD	1	Negeri
10	MI	1	Negeri
11	SMP	1	Negeri
12	Perpustakaan desa	1	Permanen
13	Masjid	3	Permanen
14	Mushalla	13	Permanen
15	Gereja	5	Permanen
16	Lapangan olahraga	3	Aktif
17	Kesenian	1	Aktif
18	Pasar desa	1	Tidak Aktif

Sumber : Profil desa Macuan Tahun 2022

Tabel 2. Sarana Umum di Kampung Macuan

No	Jenis sarana umu	Jumlah	Keterangan
1	Jalan kampung	3 km	Jalan sebagian sudah diperkeras
2	Jalan kabupaten	3 km	Jalan beraspal
3	Jalan provinsi	3 km	Jalan beraspal
4	Jembatan beton	10	Permanen sebagai penghubung antarwilayah
5	Jembatan kayu	2	Semi permanen, perlu perbaikan
6	Gorong-gorong	30	Masih berfungsi
7	Jaringan listrik	-	Teraliri listrik, sistem token tiap rumah
8	Sumber air bersih (sumur gali dan pompa air)	-	Dikelola mandiri oleh warga
9	Saluran irigasi	5000 m	Mengaliri lahan pertanian

Sumber : Profil desa Macuan Tahun 2022

Ketersediaan sarana fisik di Kampung Macuan, seperti kantor kampung, fasilitas kesehatan, tempat ibadah, dan lapangan olahraga, menunjukkan bahwa infrastruktur dasar untuk pemerintahan, pelayanan publik, dan kegiatan sosial telah tersedia dengan cukup baik. Kehadiran lembaga pendidikan negeri mencerminkan adanya dukungan dari pemerintah, sedangkan keberadaan tempat ibadah dan fasilitas olahraga menunjukkan bahwa aktivitas keagamaan dan kebugaran masyarakat masih berlangsung aktif. Keberlanjutan operasional BumDes sebagai tempat berjualan mencerminkan adanya inisiatif dalam pemberdayaan ekonomi desa.

Namun demikian, tidak berfungsinya perpustakaan desa dan pasar mengindikasikan rendahnya keterlibatan masyarakat dalam pengembangan literasi dan ekonomi lokal. Aktivitas sanggar seni yang dikelola secara pribadi memberikan peluang untuk mengembangkan potensi budaya sebagai bagian dari identitas kampung. Di sisi lain, sarana umum seperti jalan beraspal, jembatan beton permanen, distribusi listrik yang merata, dan sistem irigasi yang baik menunjukkan bahwa kebutuhan infrastruktur dasar telah terpenuhi. Meski begitu, masih adanya jembatan kayu yang rusak menunjukkan bahwa pemerataan fasilitas belum sepenuhnya tercapai. Oleh karena itu, peningkatan kualitas dan distribusi infrastruktur secara merata menjadi strategi penting untuk mendorong kemajuan kampung secara menyeluruh.

Simbolon *et al.* (2021), menyatakan bahwa pemerintah desa memegang peranan penting dalam proses pembangunan infrastruktur sebagai bagian dari upaya meningkatkan taraf hidup masyarakat. Pembangunan infrastruktur di tingkat desa idealnya dilakukan dengan pendekatan partisipatif, di mana masyarakat dilibatkan sejak tahap perencanaan melalui forum-forum musyawarah. Dalam hal ini, pemerintah desa bertindak sebagai motor penggerak dalam menyusun kebijakan, mengatur penggunaan dana serta memastikan bahwa pembangunan yang dilakukan sesuai dengan kebutuhan dasar warga, seperti pembangunan jalan, jembatan, saluran irigasi, dan fasilitas umum lainnya. Proses pembangunan juga perlu dilaksanakan secara terbuka dan dapat dipertanggungjawabkan guna membangun kepercayaan masyarakat. Dampak positif dari pembangunan tersebut terlihat dari meningkatnya aktivitas ekonomi, kelancaran mobilitas warga, serta kemudahan akses terhadap layanan pendidikan dan kesehatan.

Sumber Daya Manusia (SDM)

Jumlah penduduk merujuk pada total individu yang menetap di suatu wilayah atau desa pada periode tertentu. Angka ini bersifat dinamis dan dapat berubah karena faktor kelahiran, kematian, serta perpindahan penduduk (migrasi). Informasi mengenai jumlah penduduk suatu wilayah umumnya diperoleh dari hasil sensus atau laporan yang diterbitkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS). Data jumlah penduduk Kampung Macuan berdasarkan kelompok usia dan jenis kelamin disajikan dalam Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Jumlah Penduduk Berdasarkan Umur

No	Umur (tahun)	Jumlah (jiwa)	Persentase (%)
1	0-17	267	12,01
2	18-56	1581	71,08
3	≥56	376	16,91

No	Umur (tahun)	Jumlah (jiwa)	Persentase (%)
	Total	2224	100

Sumber : Profil desa Macuan Tahun 2022

Komposisi jumlah penduduk sesuai Tabel 4 ini menunjukkan bahwa sebagian besar penduduk berada dalam kategori usia produktif, yaitu 18-56 tahun (71, 08%) sedangkan proporsi penduduk usia muda dan lanjut usia relatif lebih kecil. Pada teori demografi, struktur usia seperti ini menunjukkan bahwa Kampung Macuan sedang berada dalam fase bonus demografi. Menurut Asnidar *et al.* (2022), Bonus demografi merujuk pada potensi keuntungan ekonomi yang muncul akibat menurunnya rasio ketergantungan, yang merupakan dampak dari penurunan angka kematian bayi dan penurunan tingkat kelahiran dalam jangka Panjang.

Secara persentase, laki-laki mencakup sekitar 47,78% dan perempuan sebesar 52,22% dari total populasi. Ini menunjukkan bahwa jumlah perempuan sedikit lebih tinggi dibandingkan laki-laki, dengan selisih sebanyak 98 jiwa. Rasio jenis kelamin (sex ratio) di Kampung Macuan tercatat sebesar 91,5, yang berarti terdapat 91 laki-laki untuk setiap 100 perempuan.

Tabel 4. Jumlah Penduduk Berdasarkan Jenis Kelamin

No	Jenis kelamin	Jumlah (jiwa)	Persentase (%)
1	Laki-laki	1063	47,78
2	Perempuan	1161	52,22
	Total	2224	100

Sumber : Profil desa Macuan Tahun 2022

Penelitian yang dilakukan oleh Asnidar *et al.* (2022), mengungkapkan bahwa rasio jenis kelamin berperan dalam memengaruhi pertumbuhan ekonomi di Kota Langsa. Meskipun pengaruhnya tidak signifikan secara statistik, perbedaan jumlah penduduk laki-laki dan perempuan tetap dapat berdampak pada dinamika ekonomi di tingkat lokal. Mereka menjelaskan bahwa rasio jenis kelamin merupakan perbandingan antara jumlah laki-laki dengan perempuan di suatu wilayah pada waktu tertentu, biasanya dinyatakan sebagai jumlah laki-laki per 100 perempuan. Rasio yang kurang dari 100 menunjukkan dominasi jumlah perempuan dibandingkan laki-laki. Kondisi ini, seperti yang terjadi di Kampung Macuan, dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain perbedaan tingkat kelahiran, kematian, migrasi, serta aspek sosial dan ekonomi. Pemahaman terhadap rasio jenis kelamin ini penting dalam perencanaan pembangunan karena dapat memberikan dampak pada berbagai sektor, seperti pendidikan, kesehatan, dan ketenagakerjaan.

Keadaan Pendidikan Penduduk Kampung Macuan

Tingkat pendidikan penduduk mencerminkan pencapaian pendidikan yang telah diraih oleh individu dalam suatu populasi. Informasi ini merupakan indikator penting untuk menilai tingkat perkembangan sosial dan ekonomi di suatu wilayah. Data mengenai tingkat pendidikan penduduk Kampung Macuan dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Keadaan Pendidikan Penduduk Kampung Macuan

No	Pendidikan	Jumlah (jiwa)	Persentase (%)
1	Tidak sekolah	158	7,10
2	SD	779	35,02
3	SMP	558	25,08
4	SMA	296	13,30
5	Diploma/Sarjana	133	5,98
Total		2224	100

Sumber : Profil desa Macuan Tahun 2022

Dilihat dari tabel 5 rendahnya pencapaian pendidikan ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, terutama kondisi ekonomi keluarga yang terbatas, sehingga banyak warga hanya mampu bersekolah sampai jenjang dasar. Di samping itu, minimnya akses dan sarana pendidikan pada masa lalu turut menjadi kendala utama dalam melanjutkan pendidikan ke tingkat lebih tinggi. Jumlah penduduk yang masih bersekolah tercatat sebanyak 230 jiwa atau sekitar 10,34% dari total penduduk, yang menunjukkan adanya partisipasi pendidikan, meskipun belum merata terutama pada jenjang pendidikan yang lebih tinggi. Secara keseluruhan, data ini menggambarkan bahwa akses dan capaian pendidikan di Kampung Macuan masih tergolong rendah dan belum sepenuhnya mendukung peningkatan kualitas sumber daya manusia secara optimal.

Penelitian Ayuningtyas (2021), mengungkapkan bahwa faktor latar belakang keluarga, seperti pendidikan kepala keluarga dan kondisi ekonomi, serta tempat tinggal anak, berpengaruh terhadap akses pendidikan menengah. Kondisi sosial ekonomi yang rendah dapat membatasi kesempatan anak untuk melanjutkan pendidikan ke jenjang yang lebih tinggi.

Karakteristik Umur Informan

Karakteristik Informan petani menggambarkan keadaan dari petani yang menjadi objek pengamatan baik dari segi umur, pendidikan dan luas area tanam. Struktur umur petani merupakan indikator strategis yang mencerminkan tingkat pengalaman, kapasitas partisipatif, serta potensi keberlanjutan dalam kegiatan pertanian. Menurut Gusti *et al.* (2021), petani yang berada pada usia produktif cenderung bekerja lebih baik dan maksimal

dibandingkan dengan petani yang sudah memasuki usia tidak produktif. Hal ini sejalan dengan pendapat Huriyati dalam Anggreany *et al.* (2013), yang menyatakan bahwa usia produktif seseorang untuk bekerja dan menghasilkan pendapatan berada pada rentang umur 18–55 tahun, karena pada usia tersebut tenaga fisik masih kuat untuk mengelola usaha tani. Berdasarkan hasil penelitian, petani non plasma di daerah penelitian secara umum tergolong dalam usia sangat produktif, dengan persentase mencapai 91,66 persen. Oleh karena itu, komposisi umur yang seimbang di kalangan petani tidak hanya memperkuat proses regenerasi, tetapi juga memastikan kelangsungan praktik pertanian yang adaptif dan berdaya saing. Umur dari informan petani dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Tingkat Umur Petani

No	Tingkat umur (tahun)	Jumlah (orang)	Persentase (%)
1	48-57	9	64,29
2	60-74	5	35,71
	Total	14	100

Sumber data primer 2025

Berdasarkan tabel 6, distribusi tingkat umur informan, diketahui bahwa dari total 14 orang, sebagian besar berada pada kelompok umur 48–57 tahun sebanyak 9 orang (64,29%), sementara sisanya berada pada kelompok umur 60–74 tahun sebanyak 5 orang (35,71%). Hal ini menunjukkan bahwa mayoritas informan berada pada usia menjelang masa pensiun atau memasuki awal usia lanjut. Informan petani umumnya telah memiliki pengalaman bertani yang cukup panjang, namun juga mulai menghadapi tantangan keterbatasan fisik dan akses terhadap pembaruan teknologi. Namun petani usia lanjut cenderung memiliki keterbatasan dalam menerima dan menerapkan inovasi baru, sehingga diperlukan pendekatan penyuluhan yang lebih adaptif dan partisipatif.

Karakteristik Pendidikan Informan

Tingkat pendidikan petani merupakan aspek krusial yang menentukan sejauh mana petani mampu memahami informasi teknis, mengakses inovasi teknologi, serta berpartisipasi aktif dalam kegiatan pertanian dan organisasi kelompok. Dapura (2017), menyatakan pendidikan seseorang mempengaruhi cara berfikir ataupun penolakan terhadap hal-hal baru. Maka dapat diartikan perbedaan tingkat pendidikan berpengaruh terhadap cara berfikir masyarakat itu sendiri, karena pola pikir masyarakat yang berpendidikan tinggi berbeda dengan masyarakat yang berpendidikan rendah meskipun perbedaan tersebut tidak langsung berpengaruh terhadap aktifitas usahatani. Penemuan ini sejalan dengan penelitian Zebua (2018), ditemukan bahwa tingkat pendidikan petani

berpengaruh langsung terhadap pendapatan yang mereka terima. Semakin tinggi tingkat pendidikan petani berpengaruh nyata dengan pendapatan yang diperoleh. Yormawi (2017), juga menegaskan bahwa setiap petani memiliki pendekatan yang khas dalam meraih sukses dalam pekerjaan mereka di lahan. Tingkat pendidikan petani dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Tingkat Pendidikan Petani

No	Tingkat pendidikan	Jumlah (orang)	Persentase (%)
1	SD	9	64,29
2	SMP	4	28,57
3	SMA	1	7,14
Total		14	100

Sumber data primer 2025

Berdasarkan tabel 7 yang diperoleh, mayoritas petani memiliki tingkat pendidikan dasar (SD), yaitu sebanyak 9 orang atau 64,29% dari total responden. Selanjutnya, terdapat 4 orang (28,57%) yang menyelesaikan pendidikan setingkat SLTP, dan hanya 1 orang (7,14%) yang menempuh pendidikan hingga tingkat SLTA. Komposisi ini mengindikasikan bahwa sebagian besar petani masih memiliki latar belakang pendidikan formal yang rendah. Tingkat pendidikan yang rendah dapat memengaruhi kemampuan petani dalam memahami informasi teknis, mengakses sumber daya pertanian modern, serta mengadopsi inovasi yang ditawarkan melalui program penyuluhan.

Karakteristik luas area tanam informan

Luas area tanam merupakan indikator penting yang menggambarkan skala dan kapasitas usaha tani yang dikelola, serta berpengaruh langsung terhadap potensi produksi, kebutuhan input dan strategi pengelolaan lahan. Semakin luas lahan yang diusahakan, umumnya semakin besar peluang petani untuk meningkatkan produktivitas dan pendapatan, serta mengakses teknologi dan dukungan kelembagaan. Saputra & Wardana (2018), mengungkapkan produksi yang bisa dihasilkan oleh petani meningkat seiring dengan bertambahnya luas lahan yang mereka gunakan. Lahan merupakan faktor penting dalam produksi pertanian karena menjadi tempat di mana produk pertanian tumbuh. Luas lahan sangat berpengaruh terhadap hasil produksi petani.

Berdasarkan data luas area tanam, seluruh responden yang berjumlah 14 orang memiliki lahan pertanian seluas 2 hektar. Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat variasi dalam luas lahan yang dimiliki oleh para responden, karena semuanya mengusahakan lahan dengan ukuran yang sama. Dengan demikian, luas area tanam sebesar 2 hektar menjadi

karakteristik umum kelompok responden dalam penelitian ini, dan seluruh data persentase menunjukkan nilai penuh (100%) karena hanya terdapat satu kategori ukuran lahan.

Seluruh informan, sebanyak 14 orang (100%), memiliki luas area tanam sebesar 2 hektar. Hal ini menunjukkan adanya keseragaman dalam kepemilikan atau pengelolaan lahan di antara para petani yang menjadi responden. Kesamaan luas lahan ini dapat mencerminkan pola penguasaan tanah yang relatif merata, serta memberikan dasar yang sebanding dalam melakukan analisis terhadap aspek produksi, pendapatan, maupun adopsi teknologi pertanian. Dari total luas lahan tersebut, diketahui bahwa sekitar 2 hektar ditanami kelapa sawit. Namun, sebagian dari lahan tersebut yakni sekitar 1 hektar ditanami tanaman sela, di mana jagung digunakan sebagai tanaman sela yang ditanam di antara barisan tanaman kelapa sawit.

Berdasarkan hasil wawancara dari 14 petani di kampung macuan Setiap petani memperoleh 1 hektar lahan untuk menanam jagung maka hasil panen yang diperoleh 4-6 ton per hektar tergantung pada penggunaan bibit yang unggul serta perawatan yang baik dan teknik budidaya. Jika petani menggunakan teknik budidaya standar atau semi-intensif maka hasil panen yang didapat sekitar 8 ton per hektar, dengan demikian total hasil panen dari 1 hektar adalah: 8 ton atau 8.000 kg jagung pipilan kering dalam satu musim tanam. Namun, jika lahan yang dikelola secara tradisional tanpa perawatan yang optimal atau benih berkualitas rendah maka produktivitas bisa menurun menjadi 5 ton perhektar. Pola tanam tumpangsari ini dipilih sebagai strategi untuk mengoptimalkan pemanfaatan ruang tanam dan meningkatkan pendapatan petani dalam jangka pendek, terutama selama masa belum produktifnya tanaman kelapa sawit.

Menurut Simbolon *et al.* (2021), sistem tumpangsari sawit–jagung terbukti mampu meningkatkan efisiensi lahan dan memberikan tambahan penghasilan petani, sekaligus meminimalkan risiko kerugian akibat ketergantungan pada satu komoditas. Penanaman jagung di sela tanaman kelapa sawit tidak hanya meningkatkan hasil ekonomi, tetapi juga membantu mengurangi pertumbuhan gulma dan memperbaiki struktur tanah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa persepsi petani terhadap sistem budidaya kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) dengan tanaman sela jagung (*Zea mays*) Secara keseluruhan, persepsi petani terhadap sistem budidaya kelapa sawit dengan tanaman sela jagung berada dalam kategori “Setuju”, dengan rata-rata skor 61 dari total skor kumulatif 855 (dari 14 responden) berdasarkan skala Likert. Hal ini menunjukkan bahwa sistem

tumpangsari dinilai cukup bermanfaat dan layak untuk diterapkan, baik dari sisi agronomis maupun ekonomi, meskipun masih terdapat beberapa aspek yang perlu diperkuat, terutama pada aspek lingkungan. Oleh karena itu, dukungan berupa penyuluhan, pelatihan lapangan, dan penguatan kelembagaan menjadi penting untuk mendorong penerapan sistem budidaya terpadu yang berkelanjutan dan sesuai dengan kondisi lokal petani di Desa Macuan.

Secara umum, untuk meningkatkan keberhasilan sistem budidaya kelapa sawit dengan tanaman sela jagung, disarankan agar pemerintah, penyuluh pertanian, dan stakeholder terkait memberikan dukungan berupa pendidikan, pelatihan teknis, serta pendampingan langsung di lapangan. Petani juga perlu didorong untuk aktif dalam kelompok tani agar tercipta pertukaran pengetahuan dan kerja sama yang kuat. Selain itu, penting untuk meningkatkan akses terhadap informasi agribisnis, pembiayaan, dan pasar, agar sistem tumpangsari ini benar-benar memberikan manfaat sosial, ekonomi, dan lingkungan secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggreany, S., Lubis, A., & Sardi, I. (2013). Persepsi petani terhadap aspek teknis komoditi kelapa sawit di Desa Ladang Peris Kecamatan Bajubang Kabupaten Batanghari. *Jurnal Penyuluhan*, 9(1), 88–94. <https://doi.org/10.25015/penyuluhan.v9i1.9862>
- Asnidar, A., Safuridar, S., & Zuraidah, S. (2022). Analisis Dependency Ratio dan Sex Ratio terhadap Pertumbuhan Ekonomi Kota Langsa. *Indonesian Journal of Business Analytics*, 2(2), 129–138. <https://doi.org/10.55927/ijba.v2i2.1598>
- Awaludin, M., Mantik, H., & Fadillah, F. (2023). Penerapan metode servqual pada skala likert untuk mendapatkan kualitas pelayanan kepuasan pelanggan. *Jurnal Sistem Informasi Univesitas Suryadarma*, 10(1). <https://doi.org/10.35968/jsi.v10i1.990>
- Ayuningtyas, I. (2021). Ketimpangan akses pendidikan di Kalimantan Timur. *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 6(2), 117-129. <https://doi.org/10.24832/jpnk.v6i2.2128>
- Daputra, I. (2017). Persepsi Petani Plasma Terhadap Peremajaan Kelapa Sawit (*Elaeis guinensis* Jacq) Di Desa Rawa Jaya Kecamatan Tabir Selatan Kabupaten Merangin.
- Gusti, I. M., Gayatri, S., & Prasetyo, A. S. (2021). Pengaruh umur, tingkat pendidikan dan lama bertani terhadap pengetahuan petani tentang manfaat dan cara penggunaan kartu tani di Kecamatan Parakan, Kabupaten Temanggung. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*, 19(2), 209-221. <https://doi.org/10.36762/jurnaljateng.v19i2.926>
- Khairunnisa, N. F., Saidah, Z., Hapsari, H., & Wulandari, E. (2021). Persepsi Petani Tentang Peran Penyuluh Pertanian Dalam Peningkatan Pendapatan Petani Jagung

Hibrida. *Mimbar Agribisnis*, 7(1), 486-498.

- Matualage, A., Hariadi, S. S., & Wiryono, P. (2019). Pengelolaan kebun kelapa sawit dalam pola kemitraan inti plasma PTPN II Prafi dengan Petani Suku Arfak di Manokwari, Papua Barat: management of palm oil farm in the core plasma PTPN II Prafi partnership pattern with arfak farmers in Manokwari, Papua Barat. *JSEP (Journal of Social and Agricultural Economics)*, 12(1), 19-28.
- Priwiratama, H., & Susanto, A. (2020). Kejadian penyakit busuk pangkal batang pada tanaman belum menghasilkan varietas toleran Ganoderma dengan sistem lubang tanam standar. *WARTA Pusat Penelitian Kelapa Sawit*, 25(3), 115-122. <https://doi.org/10.22302/iopri.war.warta.v25i3.20>
- Rahman, A. (2019). Peran Persepsi Sosial dalam Keberlanjutan Praktik Pertanian Berkelanjutan. *Jurnal Agribisnis Indonesia*, 7(1), 45-54.
- Rosman, R.. (2018). Efektivitas Pupuk Daun Mikro Majemuk Fe dan Zn terhadap Serapan Hara Fe dan Zn, Pertumbuhan, dan Produksi pada Tanaman Jagung Manis (*Zea mays Saccharata*). 17(2), 166–174.
- Saputra, N. A. F., & Wardana, G. (2018). Pengaruh luas lahan, alokasi waktu, dan produksi petani terhadap pendapatan. *E-Jurnal Ep Unud*, 7(9), 2038–2070
- Siahaan, S. H. (2016). Industrial Cluster Analysis in Perspective of Management Supply Chain Oil Palm in North Sumatera Province. *J. Ekon. Kebijak. Publik*, 7(2), 201-213.
- Simbolon, D. S., Sari, J., Purba, Y. Y., Siregar, N. I., Salsabila, R., & Manulang, Y. (2021). Peranan pemerintah desa dalam pembangunan infrastruktur. *Jurnal Kewarganegaraan*, 5(2), 295-302. <https://doi.org/10.31316/jk.v5i2.1465>
- Simbolon, H., Sitanggang, D., & Tambunan, R. (2021). Dampak Perkebunan Sawit terhadap Ekonomi Rumah Tangga Petani Plasma di Sumatera Selatan. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan*, 29(1), 85–92.
- Sugiyono. (2019). Metode penelitian kuantitatif kualitatif dan R&D. *Alfabeta, Bandung*.
- Zebua, O. (2018). Pengaruh Sosial Ekonomi Petani Terhadap Tingkat Pendapatan Petani Karet Di Kecamatan Hiliserangkai, Kabupaten Nias. *Warta Dharmawangsa*, (57), 4–6. <https://doi.org/10.46576/wdw.v0i57.150>

Perbanyak Musuh Alami Parasitoid (*Leefmansia bicolor*) dengan Menggunakan Inang Telur Belalang Pedang (*Sexava nubila* Stal.) sebagai Agen Pengendali Hayati Hama Tanaman Kelapa

Ahmad Nur Ramadhani¹, Carolina Diana Mual^{1*}, Indrawati¹

¹Teknologi Produksi Tanaman Perkebunan, Pertanian, Polbangtan Manokwari

Email: ahmadramadhani157@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui usia telur inang *Sexava nubila* yang dapat menentukan tingkat parasitasi dari parasitoid *Leefmansia bicolor* dan mengetahui suhu terbaik untuk mengoptimalkan tingkat parasitasi dari parasitoid *Leefmansia bicolor*. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) 2 faktorial dengan Faktor I yaitu usia telur inang (S) terdiri dari 3 taraf yaitu: S1: Telur *Sexava* berusia 1 - 7 hari S2: Telur *Sexava* berusia 8 - 14 hari S3: Telur *Sexava* berusia 15 - 21 hari dan Faktor II Media parasitasi terdiri dari 2 taraf, P1: di dalam *Test Tube* dan P2: tanpa *Test Tube* yang diulang sebanyak 4 kali. Data yang diperoleh dianalisis secara ANOVA, selanjutnya jika terdapat pengaruh perlakuan terhadap parameter yang diamati, maka dilanjutkan dengan uji lanjut DMRT 5%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Usia telur 8 - 14 hari tanpa *Test tube* dan 15 - 21 hari di dalam *Test Tube* merupakan usia telur *Sexava nubila* terbaik untuk diparasitasi oleh *Leefmansia bicolor*. Suhu optimal parasitasi berada di kisaran 29,6 - 29,8°C pada usia telur 8 - 14 hari tanpa *Test Tube* yang memberikan tingkat parasitasi 85% dan pada usia telur 15 - 21 hari di dalam *Test Tube* yang memberikan tingkat parasitasi 75%.

Kata kunci: *Leefmansia bicolor*, *Sexava nubila*, Tingkat parasitasi, Usia telur inang.

Abstract

This study aims to determine the age of *Sexava nubila* host eggs that can determine the parasitization level of the parasitoid *Leefmansia bicolor* and to determine the best temperature to optimize the parasitization level of the parasitoid *Leefmansia bicolor*. This study used a 2-factorial Randomized Complete Block Design (RCBD) with Factor I, namely the age of the host eggs (S) consisting of 3 levels, namely: S1: *Sexava* eggs aged 1 - 7 days S2: *Sexava* eggs aged 8 - 14 days S3: *Sexava* eggs aged 15 - 21 days and Factor II Parasite media consists of 2 levels, P1: in the *Test Tube* and P2: without *Test Tube* which is repeated 4 times. The data obtained were analyzed by ANOVA, then if there is an effect of treatment on the observed parameters, then it is continued with a 5% DMRT further test. The results of this study indicate that the age of eggs 8 - 14 days without a *Test Tube* and 15 - 21 days in the *Test Tube* is the best age of *Sexava nubila* eggs to be parasitized by *Leefmansia bicolor*. The optimal temperature for parasitization is in the range of 29.6 - 29.8°C at the age of eggs 8 - 14 days without a test tube which gives a parasitization rate of 85% and at the age of eggs 15 - 21 days in a test tube which gives a parasitization rate of 75%.

Keywords: *Leefmansia bicolor*, *Sexava nubila*, parasitization rate, Host egg age

PENDAHULUAN

Salah satu penyebab rendahnya produktivitas tanaman kelapa adalah serangan hama yang bahkan dapat menyebabkan kematian tanaman. Hama utama yang sering menyerang tanaman kelapa atau family kelapa yaitu hama belalang pedang (*Sexava spp.*). Dampak ekonomi serangan hama *Sexava* pada tanaman kelapa sangat signifikan dikarenakan menurunnya produktivitas tanaman yang mempengaruhi penghasilan dari petani. Hama *Sexava spp.* (*Orthoptera: Tettigoniidae*) dapat menyebabkan kerusakan serius pada tanaman kelapa terutama daerah-daerah tertentu di Kawasan Timur Indonesia. Siahaya (2014) melaporkan intensitas kerusakan kelapa akibat serangan *S.nubila*. di daerah Seram Barat dapat mencapai sekitar 5,58% yang termasuk kategori ringan. Luas serangan di daerah tersebut pada tahun 2010 sekitar 124,5 ha dan pada tahun 2011 meningkat mencapai 792,79 ha.

Pengendalian hama *Sexava* ini sangatlah penting, untuk mencegah ledakan dan kerusakan lebih lanjut, pengendalian hama dapat berupa pengendalian secara mekanis, kultur teknis, kimiawi, dan pengendalian hayati. Salah satu contoh pengendalian hayati yaitu dengan memanfaatkan parasit telur *Leefmansia bicolor*, parasit telur *Leefmansia bicolor* merupakan parasitoid yang potensial untuk dikembangkan, namun dalam aplikasi di lapangan tingkat keberhasilan cukup bervariasi, tergantung kondisi lingkungan, pola tanam, frekuensi aplikasi parasit dan perlakuan lainnya yang diberikan pada tanaman (Darwis, 2006).

Pengendalian hama dengan memanfaatkan potensi parasitoid sebagai komponen pengendalian hayati memenuhi kriteria tersebut, karena keberadaan parasitoid dapat diintroduksi atau telah tersedia di alam dan aplikasinya relatif aman karena tidak menimbulkan efek pencemaran terhadap lingkungan. Selain itu perilaku parasitoid akan selalu menghasilkan efek penurunan populasi hama karena untuk mempertahankan hidup dan generasinya maka parasitoid secara aktif akan mencari dan menemukan inangnya (Darwis, 2006). Dari uraian diatas penting melakukan penelitian ini yang diharapkan dapat menemukan metode pengendalian hayati hama *Sexava spp.* Menggunakan sifat parasitoid yang lebih ramah lingkungan.

METODE

Penelitian telah dilaksanakan selama 3 bulan terhitung dari Bulan Maret Sampai dengan Juni 2025, yang berlokasi di Laboratorium Hayati Pertanian, Yenures, Distrik Biak Kota, Kabupaten Biak Numfor, Provinsi Papua.

Alat yang digunakan untuk penelitian ini yaitu: kandang *Sexava* berukuran 1×2 m 2 unit, test tube 20 buah, mika bulat plastik 12 buah, kapas 1 kotak, pinset 1 buah, kaca pembesar 1 buah, mikroskop 1 buah, hand spray 1 buah, kandang kawat berukuran 1×2 m 1 unit, lembaran plastik 12 lembar, wadah plastik 24 buah, thermometer digital 1 buah, nampan plastik 2 buah.

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini yaitu telur *Sexava nubila* 240 butir, telur *Sexava nubila* yang telah terinfeksi oleh *Leefmansia bicolor* 48 butir, bibit kelapa dalam 24 buah, madu 1 botol, daun pisang segar, daun kelapa segar, pasir 1 ember.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan menggunakan rancangan percobaan Rancangan Acak Kelompok (RAK) 2 faktorial dengan perlakuan Usia Telur inang (S) dan Media Parasitasi (P). Faktor I yaitu usia telur inang (S) terdiri dari 3 taraf yaitu:

S1: Telur *Sexava* berusia 1 – 7 hari

S2: Telur *Sexava* berusia 8 – 14 hari

S3: Telur *Sexava* berusia 15 – 21 hari

Faktor II yaitu media parasitasi terdiri dari 2 taraf yaitu:

P1: Di dalam *Test Tube*.

P2: Tanpa *Test Tube*

Dari faktor I dan II dan tarafnya maka diperoleh 6 kombinasi perlakuan yaitu:

S1P1 = Telur *Sexava* berusia 1 – 7 hari di dalam *Test Tube*.

S1P2 = Telur *Sexava* berusia 1 – 7 hari tanpa *Test Tube*.

S2P1 = Telur *Sexava* berusia 8 – 14 hari di dalam *Test Tube*.

S2P2 = Telur *Sexava* berusia 8 – 14 hari tanpa *Test Tube*.

S3P1 = Telur *Sexava* berusia 15 – 21 hari di dalam *Test Tube*.

S3P2 = Telur *Sexava* berusia 15 – 21 hari tanpa *Test Tube*.

Selanjutnya masing-masing kombinasi perlakuan akan diulang sebanyak 4 kali ulangan.

Perjalanan menuju lokasi pengambilan sampel menempuh jarak sekitar 80 km dengan waktu tempuh 70 menit berkendara menggunakan sepeda motor dari pusat Kota Biak. Lokasi pengambilan sampel Inang *Sexava nubila* yang akan digunakan dalam penelitian ini dikumpulkan secara acak dari lokasi yang sama di Kampung Komboy, Distrik Warsa yang terserang cukup parah oleh *Sexava nubila*. Beberapa tanaman kelapa terserang sangat parah hingga hanya menyisakan lidi dari daun kelapa, tanaman pisang disekitar

tanaman kelapa juga ikut terserang oleh *S.nubila* setelah daun kelapa pada tanaman kelapa hanya tersisa lidinya saja.

Pengambilan sampel inang di lokasi yang sama dimaksudkan untuk meningkatkan homogenitas dari sampel uji. Kriteria pohon sampel yaitu pohon kelapa dalam yang terserang berat oleh hama *Sexava nubila*.

Tahapan pengambilan sampel dilakukan dengan cara mengumpulkan sampel telur *Sexava nubila* di lapangan dengan cara menggali tanah disekitar lingkaran pohon kelapa dengan jarak 0,5m dan dengan kedalaman 1 – 5 cm dan pada setiap pangkal ketiak pelepah daun atau upih pohon kelapa dari setiap pohon contoh. Kemudian kumpulkan sampel imago *Sexava nubila* dengan cara menangkap menggunakan tangan dan tongkat kayu, pengumpulan imago *S.nubila*. memiliki tujuan untuk menternak *S.nubila*. sebagai penghasil sampel telur untuk memperbanyak *Leefmansia bicolor*. Hasil tangkapan kemudian dimasukkan kedalam penampungan berupa sangkar kawat dan botol plastik yang dilubangi yang telah diberikan daun kelapa. *S.nubila* cenderung bersembunyi di bawah daun ketika matahari sedang terik pada pukul 10.00 hingga pukul 15.00 kemudian *S.nubila* akan berpindah ke atas daun ketika matahari sudah tidak terik. Sortir Imago *Sexava nubila* kemudian dimasukkan ke dalam kandang ternak dengan perbandingan 1 jantan dan 4 betina. Berikan makan berupa daun kelapa dan daun pisang setiap pagi hari sebelum pengambilan telur. Berikan nampan berisi pasir di setiap kandang ternak sebagai tempat bertelur *Sexava nubila* betina. Telur *Sexava nubila* pada kandang ternak akan setiap hari diperiksa pada pagi hari pukul 08.00 dan di data jumlah telurnya. Telur *S.nubila*. kemudian diambil dan nantinya akan diamati di laboratorium, hal ini dilakukan hingga hari penginfeksian terakhir. Parasitoid *Leefmansia bicolor* disediakan dengan cara mengumpulkan telur *Sexava nubila* dari pohon sampel. Telur yang terindikasi berparasit kemudian ditetaskan di dalam *Test Tube* sebagai bahan baku parasitasi.

Adapun prosedur kerja di laboratorium yaitu dengan membawa telur *Sexava nubila* dari lapangan menuju laboratorium, telur kemudian diamati, telur yang memiliki ciri-ciri terparasitasi akan terlihat dengan jelas kasat mata maupun menggunakan mikroskop, telur terparasitasi kemudian dipisahkan, telur berparasit dikumpulkan hingga berjumlah 48 butir telur berparasit (24 butir untuk persiapan memparasitasi telur *S.nubila*. dan 24 butir sebagai cadangan) dan dimasukkan ke dalam *Test Tube* dan mulut *Test Tube* ditutup menggunakan kapas. Isi wadah plastik dengan pasir kemudian dibasahi hingga lembap namun tidak tergenang, masing-masing wadah plastik berisi pasir lembab diisi dengan *Test Tube* berisi

telur *S.nubila*. dari lapangan, wadah plastik yang telah diisi dengan *Test Tube* berisi telur *S.nubila*. kemudian ditutup dengan pasir hingga setengah *Test Tube*. Kelembapan pasir terus dijaga dengan menambahkan air jika terlalu kering. Letakkan Telur *Sexava* berusia 1 – 7 hari , 8 – 14 hari, dan 15 – 21 hari dari hasil ternakan di dalam *Test Tube* dan Mika bulat berisi pasir kemudian infeksikan dengan parasitoid telur *L.bicolor*. Infeksikan Telur *S.nubila*. dengan parasitoid *L.bicolor*. dengan cara menggiring parasitoid *L.bicolor*. dengan jumlah 5 ekor dengan perbandingan jantan betina 1 : 4 kedalam *Test Tube* dan Mika yang berisikan telur *S.nubila*. kemudian ditutup dengan kapas dan diukur suhunya setiap hari selama 7 hari. Lakukan pemberian makan kepada *L.bicolor*. dengan cara mengoleskan madu di atas daun kelapa dan diletakkan di tempat *L.bicolor*. berada. Pemberian makan berupa madu dilakukan pada saat madu yang berada pada daun kelapa kering atau habis. Lakukan perhitungan tingkat parasitasi dengan cara mengeluarkan telur yang telah diparasitasi dari media parasitasi kemudian diamati fisiknya, telur yang memiliki lubang kecil pada kulitnya merupakan telur yang telah terparasitasi dan *L.bicolor* telah keluar melalui lubang tersebut. Telur yang tidak terlihat lubang pada kulitnya kemudian dibelah menggunakan cutter untuk melihat isi di dalam telurnya, isi telur berbentuk seperti larva kecil dalam jumlah banyak dan terdapat *Leefmansia* yang belum menjadi imago maka telur tersebut dikategorikan sebagai telur yang terparasitasi, apabila telur berisi larva *S.nubila* berwarna hijau maupun berisi cairan telur tanpa terlihat adanya benda asing di dalamnya maka telur tersebut dikategorikan sebagai telur yang tidak terparasitasi.

Adapun parameter untuk pengamatan di lapangan yaitu banyaknya telur *Sexava nubila* pada pohon sampel. Setiap butir telur yang ditemukan pada pohon sampel di dalam tanah disekitar lingkaran pohon kelapa dengan jarak 0,5 m dan dengan kedalaman $\pm 1,5$ cm dan pada setiap pangkal ketiak pelepah daun dari setiap pohon contoh. Adapun parameter untuk pengamatan di Laboratorium yaitu pertama banyaknya telur *Sexava nubila* yang ditemukan setiap hari di kandang ternak *Sexava*. Kedua adalah tingkat parasitasi *Leefmansia bicolor* terhadap telur *Sexava nubila* dengan usia telur yang berbeda dan media tetas yang berbeda dengan menggunakan rumus:

$$I = n/N \times 100\%$$

Dimana:

I = Tingkat parasitasi

n = Jumlah telur yang terparasit

N = Jumlah telur yang diamati

Data hasil pengamatan disajikan dalam bentuk tabulasi untuk selanjutnya dilakukan analisis sidik ragam dan signifikansi. Data yang diperoleh dianalisis secara ANOVA atau analisis sidik ragam untuk menguji perbedaan antara perlakuan kelompok dan interaksinya menggunakan perangkat SPSS versi 16. Apabila terdapat pengaruh perlakuan terhadap parameter yang diamati, maka akan dilanjutkan dengan uji lanjut DMRT 5% bila perlakuan berpengaruh signifikan ($p < 0,05$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Daya Bertelur *Sexava nubila* di Kandang Ternak

Proses ternak *S.nubila* dilakukan selama kurang lebih 70 hari mulai dari tanggal 5 April pada saat pengambilan pertama *S.nubila* dari lapangan sampai dengan tanggal 15 Juni untuk keperluan penyediaan telur. *S.nubila* pada kandang ternak mulai bertelur pada hari ke 7 setelah *S.nubila* diambil dari lapangan dan ditenak sebagai penyedia bahan baku penelitian yang berupa telur *S.nubila*. *S.nubila* yang ditenakkan merupakan Imago betina dan jantan yang sudah siap berkopulasi dan memiliki ciri-ciri sehat dan tidak memiliki cacat seperti kaki depan yang patah atau kaki belakang yang patah.

Jumlah telur yang ditemukan pada kandang ternak yang berisi 30 ekor *S.nubila* betina dan jantan perbandingan 4:1 tidak menentu, puncak produksi telur *S.nubila* dari total 2 kandang ternak terjadi pada hari ke-37 dengan total 212 butir dan produksi terendah telur yaitu pada hari pertama hingga ke lima dan beberapa hari setelah terjadi ledakan produksi telur yaitu 1 butir hingga tidak menghasilkan sama sekali. Menurut pengamatan selama persiapan telur, menurut asumsi *S.nubila* tidak bertelur pada hari ke 1 – 5 dikarenakan tingkat stress dari *S.nubila* yang tinggi yang disebabkan oleh perpindahan dari lapangan menuju kandang ternak.

Hasil Pengamatan Tingkat Parasitasi *Leefmansia bicolor*

Tingkat parasitasi dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti usia telur, media parasitasi, dan faktor teknis lainnya. Berdasarkan data dari penelitian yang telah dilakukan pada perbanyakan parasitoid telur *Leefmansia bicolor* dengan menggunakan telur inang *Sexava nubila* pada tabel 1, tingkat parasitasi dari *Leefmansia bicolor* signifikan, hasil menunjukkan bahwa tingkat parasitasi tertinggi yaitu: Perlakuan Usia Telur 8 – 14 hari Tanpa *Test Tube* dengan rata-rata tingkat parasitasi 85%, Perlakuan Usia Telur 15 – 21 hari di dalam *Test Tube* dengan rata-rata tingkat parasitasi 75%, Perlakuan Usia Telur Usia Telur 1 – 7 hari di dalam *Test Tube* rata-rata tingkat parasitasi 70%, Perlakuan Usia Telur 8 – 14 hari di dalam *Test Tube* rata-rata tingkat parasitasi 60%, dan tingkat parasitasi

terendah yaitu Perlakuan Usia Telur Usia Telur 15 – 21 hari tanpa *Test Tube* rata-rata tingkat parasitasi 37,5% dan Perlakuan Usia Telur Usia 1 – 7 hari tanpa *Test Tube* dengan rata-rata tingkat parasitasi 7,5%.

Tabel 1. Data Perhitungan Tingkat Parasitasi Perlakuan Usia Telur dan Media Parasitasi

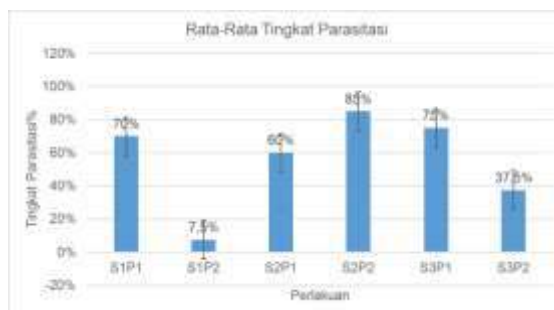
Perlakuan	Tingkat Parasitasi Berdasarkan Ulangan				Jumlah	Rata-Rata (%)
	1	2	3	4		
S1P1	70	30	90	90	280	70
S1P2	0	30	0	0	30	7,5
S2P1	50	70	70	50	240	60
S2P2	90	90	80	80	340	85
S3P1	70	90	80	60	300	75
S3P2	10	0	80	60	150	37,5
Jumlah	290	310	400	340	1340	

Berdasarkan hasil uji ANOVA pada kombinasi perlakuan Usia Telur dan Media Parasitasi yang menunjukkan interaksi signifikan. Pengujian lanjut DMRT kemudian dilakukan untuk mengetahui perlakuan mana yang berbeda dan diketahui bahwa kombinasi perlakuan terbaik adalah Usia Telur 8 – 14 hari tanpa *Test Tube* dengan tingkat parasitasi 85% dan Usia Telur 15 – 21 hari di dalam *Test Tube* dengan tingkat parasitasi 75% . Data disajikan pada tabel 2 dan gambar 1.

Tabel 2. Data Tingkat Parasitasi Hasil Uji DMRT Usia Telur dan Media Parasitasi

Usia Telur / Media Parasitasi	P1	P2
S1	7,00 ^c	0,75 ^c
S2	6,00 ^c	8,50 ^a
S3	7,50 ^b	3,75 ^d

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan pengaruh yang berbeda berdasarkan uji Duncan pada taraf 5%. Nilai dengan huruf yang sama memiliki pengaruh yang sama.



Gambar 1. Tingkat Parasitasi Pada Kombinasi Perlakuan Usia Telur dan Media Parasitasi

Pengamatan Suhu

Pengambilan data suhu dilakukan setiap hari dimulai saat hari penginfeksian selama 7 hari mempertimbangkan daya hidup *L.bicolor* pada saat percobaan penginfeksian sebelum dilakukan perlakuan yaitu 3 - 7 hari. Rata-rata suhu yang diperoleh pada hari ke 1 - 7 setelah parasitasi adalah 29,5°C untuk P1: Dengan *Test Tube* dan 29,9°C untuk P2: Tanpa *Test Tube*.

Peran suhu yang disebabkan oleh perbedaan media parasitasi memberikan pengaruh pada tingkat parasitasi, pada Usia telur 8 – 14 hari tanpa *Test Tube* dengan suhu rata-rata 29,8°C memberikan efek paling maksimal yaitu dengan tingkat parasitasi sebanyak 85% , diikuti dengan Usia telur 15 – 21 hari di dalam *Test Tube* dengan suhu rata-rata 29,6°C dengan tingkat parasitasi sebanyak 75%. Trend pada suhu menunjukkan suhu optimal berada di kisaran 29,6°C - 29,8°C, sementara itu suhu pada 30°C ke atas justru berkorelasi dengan penurunan tingkat parasitasi. Data pengaruh suhu pada tingkat parasitasi dapat dilihat pada tabel 3 dan gambar 2.

Tabel 3. Suhu dan Tingkat Parasitasi Pada Perlakuan

Perlakuan	Rata-rata Suhu (°C)	Rata-Rata Tingkat Parasitasi (%)	Keterangan
S1P1	29,5	70	(c)
S1P2	30,1	7,5	(e)
S2P1	29,6	60	(c)
S2P2	29,8	85	(a)
S3P1	29,6	75	(b)
S3P2	30	37,5	(d)

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan pengaruh yang berbeda berdasarkan uji Duncan pada taraf 5%. Nilai dengan huruf yang sama memiliki pengaruh yang sama.



Gambar 2. Pengaruh Suhu Pada Tingkat Parasitasi

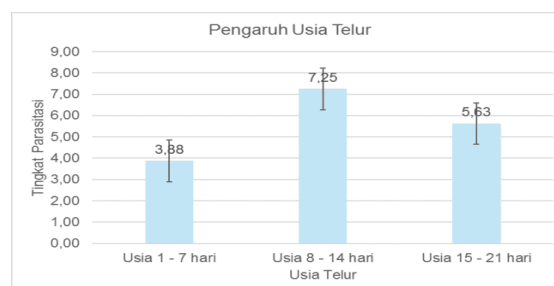
Tingkat Parasitasi *Leefmansia bicolor* Pada Telur *Sexava nubila*

Berdasarkan hasil perhitungan tingkat parasitasi *Leefmansia bicolor* setelah dilakukan perlakuan dengan faktor usia telur dan media parasitasi, data menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan sangat berpengaruh terhadap tingkat parasitasi pada telur *Sexava nubila*, semua perlakuan meningkatkan persentase tingkat parasitasi pada telur *S.nubila*. Performa dari perlakuan menunjukkan bahwa gabungan dari dua faktor dapat mempengaruhi tingkat parasitasi dan keberhasilan telur *S.nubila* berkembang menjadi *S.nubila* maupun *L.bicolor*.

Ditemukan pada Usia Telur 8 – 14 hari Tanpa *Test Tube* dan Usia Telur 15 – 21 hari di dalam *Test Tube* memiliki tingkat keberhasilan parasitasi tertinggi, namun pada perlakuan tanpa *Test Tube* ditemukan beberapa sampel telur yang tidak terparasitasi dan berkembang menjadi *S.nubila*. seperti pada perlakuan Usia telur 1 – 7 hari tanpa *Test Tube* dan perlakuan Usia telur 15 – 21 hari tanpa *Test Tube* yang dapat dilihat pada tabel data pengamatan pada lampiran 2. Hal ini berbanding terbalik dengan tujuan dari perlakuan yaitu untuk memparasitasi telur *S.nubila*. Telur yang berkembang menjadi *S.nubila*. menandakan kurangnya efektivitas dari perlakuan tanpa *Test Tube* jika dibandingkan dengan perlakuan dengan *Test Tube* yang tidak menghasilkan *S.nubila*.

Pengaruh Usia Telur Terhadap Tingkat Parasitasi

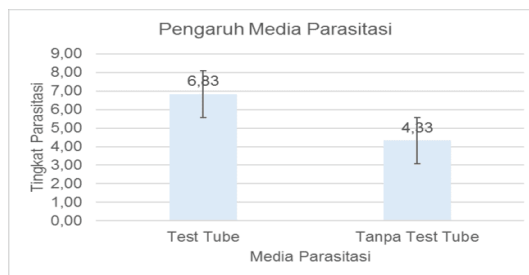
Pengaruh usia telur terhadap tingkat parasitasi dapat dilihat pada Gambar 3. Data menunjukkan adanya perbedaan nyata pada tingkat parasitasi antar kelompok usia telur. Rata-rata pada data Usia 1 – 7 hari: (3,88) rendah, Usia 8 – 14 hari: (7,25) tertinggi, dan Usia 15 – 21 hari: (5,63) menengah. Data menunjukkan Telur berusia 8 – 14 hari lebih disukai oleh *Leefmansia bicolor* betina untuk diparasitasi. Grafik pengaruh usia telur dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh Usia Telur Terhadap Tingkat Parasitasi

Pengaruh Media Parasitasi Terhadap Tingkat Parasitasi

Pengaruh media parasitasi terhadap tingkat parasitasi dapat dilihat pada gambar 4. Data menunjukkan adanya pengaruh nyata pada media parasitasi terhadap tingkat parasitasi. Rata-rata penggunaan *Test Tube* memberikan pengaruh yang lebih tinggi yaitu: (6,83) jika dibandingkan dengan penggunaan tanpa *Test Tube* yang lebih rendah yaitu: (4,33). *Test Tube* kemungkinan memberikan lingkungan yang lebih stabil atau terkonsentrasi, sedangkan tanpa *Test Tube* kemungkinan mengakibatkan dispersi pada parasitoid. Grafik pengaruh media parasitasi dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh Media Parasitasi Terhadap Tingkat Parasitasi

Interaksi Usia Telur dan Media Parasitasi Terhadap Tingkat Parasitasi

Interaksi usia telur dan media parasitasi terhadap tingkat parasitasi dapat dilihat pada Tabel 4. Data hasil analisis Univariate Anova menunjukkan adanya signifikansi dari perlakuan pada usia telur dan media parasitasnya, data ini menunjukkan pengaruh satu faktor terhadap tingkat parasitasi tidak bersifat tunggal, melainkan bergantung pada level faktor lainnya. Contohnya pada perlakuan di dalam *Test tube* yang memberikan tingkat parasitasi yang cenderung tinggi pada semua kelompok usia telur: Usia 1 – 7 hari tingkat parasitasi (7,0), usia 8 – 14 hari (6,0), 15 – 21 hari (7,5).

Terdapat variasi pada rata-rata perlakuan di antara kelompok usia telur di dalam *Test Tube* namun tidak menunjukkan pola penurunan atau peningkatan yang drastis. Pada perlakuan tanpa *Test Tube* menunjukkan variasi yang lebih besar dan pola yang berbeda dengan perlakuan di dalam *Test Tube*, pada usia 1 – 7 hari tingkat parasitasi sangat rendah (0,75), pada usia 8 – 14 hari tingkat parasitasi meningkat tajam menjadi sangat tinggi (8,5), pada usia 15 – 21 hari tingkat parasitasi kembali menurun (3,75).

Interaksi yang signifikan ini mengindikasikan penggunaan media parasitasi *Test Tube* menghasilkan tingkat parasitasi yang relatif lebih stabil dan tinggi di semua kelompok usia telur. Sebaliknya ketika media parasitasi adalah tanpa *Test Tube*, tingkat parasitasi sangat dipengaruhi oleh usia telur seperti pada usia 8 – 14 hari yang memiliki tingkat

parasitasi tertinggi dan terjadi penurunan drastis pada usia 1 – 7 hari, serta 15 – 21 hari. Implikasi dari interaksi ini adalah bahwa pemilihan media parasitasi harus mempertimbangkan usia telur untuk mengoptimalkan atau memprediksi tingkat parasitasi dan interaksi menunjukkan adanya kombinasi yang saling mendukung dan adanya kombinasi perlakuan yang tidak cocok satu sama lain, dengan kata lain beberapa kombinasi dapat saling mempengaruhi untuk meningkatkan keberhasilan dari parasitasi dan juga ada beberapa kombinasi yang dapat mengakibatkan menurunnya tingkat parasitasi. Data interaksi dapat dilihat pada tabel 4 dan gambar 5.

Tabel 4. Interaksi Usia Telur dan Media Parasitasi terhadap Tingkat Parasitasi

Usia Telur	Test Tube	Tanpa Test Tube	Rata-rata
Usia 1–7 Hari	7.00 ^c	0.75 ^c	3.875
Usia 8–14 Hari	6.00 ^c	8.50 ^a	7.25
Usia 15–21 Hari	7.50 ^b	3.75 ^d	5.63
Rata-rata	6.83	4.33	—

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan pengaruh yang berbeda berdasarkan uji Duncan pada taraf 5%. Nilai dengan huruf yang sama memiliki pengaruh yang sama.



Gambar 5. Interaksi Usia Telur dan Media Parasitasi Terhadap Tingkat Parasitasi

KESIMPULAN DAN SARAN

Usia telur 8 – 14 hari tanpa Test tube dan 15 – 21 hari di dalam *Test Tube* merupakan usia telur *Sexava nubila* terbaik untuk diparasitasi oleh *Leefmansia bicolor*. Suhu optimal parasitasi berada di kisaran 29,6 - 29,8°C pada usia telur 8 – 14 hari tanpa *Test Tube* yang memberikan tingkat parasitasi 85% dan pada usia telur 15 – 21 hari di dalam *Test Tube* yang memberikan tingkat parasitasi 75%.

Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh selain usia telur inang dan suhu seperti kesehatan parasitoid dan kelembapan terhadap tingkat parasitasi *Leefmansia bicolor* terhadap telur *Sexava nubila*. Sebaiknya dilakukan penelitian

lebih lanjut untuk mengetahui media parasitasi selain *Test Tube* dan tanpa *Test Tube* yang dapat memberikan tingkat parasitasi lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Abas. (2003). Kajian Tingkat Parasitas *Leefmansia bicolor* Watt. Terhadap Inang Telur *Sexava nubila* (Stal) Pada Pertanaman Kelapa Rakyat di Distrik Manokwari, Manokwari. Universitas Papua.
- Alouw, J. C., & Hosang, M. L. (2017). *Sexava nubila* (Orthoptera: Tettigoniidae): Ledakan dan Kerusakannya pada Tanaman Kelapa Sawit/*Sexava nubila* (Orthoptera: Tettigoniidae): Outbreak and Its Damage on Oil palm. *Buletin Palma*, 17(2), 97.
- Buambiton, D. G., Salaki, C. L., Manueke, J., & Dien, M. F. (2015). Preferensi pada media peneluran dan pemberian pakan terhadap produksi telur *sexava nubila* stal.(orthoptera; tettigoniidae). *EUGENIA*, 21(2).
- Darwis, M. (2006). Upaya pengendalian hama *Sexava* spp. secara terpadu. *Perspektif: Review Penelitian Tanaman Industri*, 5(2), 98-110.
- Godfray, H. C. J. (1994). *Parasitoids: behavioral and evolutionary ecology* (Vol. 12). Princeton University Press.
- Hosang, M. L. A. (2005). Bioekologi hama *Sexava* spp. *Orthoptera: Tettigoniidae*. *Monograf Balitka*.
- Kalshoven, L. G. E. (1981). The Pests of Crops in Indonesia. Revised and translated by P.A. Van der Laan. PT. Ichtiar Baru van Hoeve.
- Kasumbogo, U. (1993). Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu. Gadjah Mada University Press.
- Lever, R. J. A. W. (1969). *Pests of the coconut palm* (Vol. 7). Food & Agriculture Org..
- Martuti, N. K. T., & Anjarwati, R. (2022). Keanekaragaman serangga parasitoid (Hymenoptera) di perkebunan jambu biji Desa Kalipakis Sukorejo Kendal. *Indonesian Journal of Mathematics and Natural Sciences*, 45(1), 1-8.
- Oka, I. N. (1995). *Pengendalian hama terpadu: dan implementasinya di Indonesia*. Gadjah Mada University Press.
- Rukmana, R., & Sugandi, U. U. (1997). Hama tanaman dan teknik pengendalian. *Kanisius. Yogyakarta*.
- Siahaya, V. G. (2014). Tingkat kerusakan tanaman kelapa oleh serangan *Sexava nubila* dan *Oryctes rhinoceros* di Kecamatan Kairatu, Kabupaten Seram Barat. *Jurnal Budidaya Pertanian*, 10(2), 93-99.
- Tjoa, T. M. (1953). *Memberantas hama-hama kelapa dan kopra*. Noordhoff-Kolff.
- Van Driesche, R. G., & Bellows, T. S. J. (2000). Biological control. Kluwer Academic Publishers. <https://doi.org/10.1007/978-1-4613-1157-7>

- Wagiman, F. X., Hosang, M. L. A., & Lala, F. (2012). Dampak serangan hama belalang *Sexava* terhadap kerusakan bunga betina dan buah kelapa. In *Makalah Seminar Nasional Hasilhasil Penelitian Pertanian dan Perikanan Tahun*.
- Warouw, J. (1981). Dinamika Populasi *Sexava nubila* (Stal)(Orthoptera, tettigonidae) di Sangihe Talaud dalam Hubungannya dengan Kerusakan Tanaman Kelapa. Institut Pertanian Bogor.
- Zelazny, B., & Hosang, M. L. A. (1988). Ecological studies on *Sexava* spp. and discussion on control with pesticides. Di dalam: UNDP/FAO Integrated Coconut Pest Control Project, Annual Report.

Efektivitas Ekstrak Daun Pepaya dan Air Cucian Beras dalam Pengendalian Hama Penggerek Buah Kakao (*Conopomorpha cramerella*)

Muhammad Fadhil Isham Darmawan¹, Andi Hanin Bangki Adzakira SK¹, Marliyah Emmilia Sau^{1*}, Muhammad Raehan Erlangga¹, Akmal Aditya M.¹, Erniwati¹

¹Madrasah Aliyah Negeri 2 Kota Makassar

Email: emmiliamarliyah@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini mengevaluasi efektivitas kombinasi ekstrak daun pepaya (*Carica papaya* L.) dan air cucian beras sebagai pestisida nabati terhadap hama penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella*). Penelitian dilaksanakan di Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan, menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan konsentrasi: P0 (kontrol), P1 (30%), P2 (40%), dan P3 (50%), masing-masing diulang tiga kali. Ekstrak diperoleh melalui maserasi etanol 70% dan dicampur dengan air cucian beras serta surfaktan Tween 80. Parameter yang diamati meliputi persentase serangan buah dan biji kakao, dianalisis dengan ANOVA satu arah dan uji LSD 5%. Hasil menunjukkan tidak terdapat pengaruh signifikan antarperlakuan ($p > 0,05$), namun konsentrasi 50% memperlihatkan tren penurunan serangan. Senyawa aktif seperti papain, karpain, flavonoid, dan saponin berperan sebagai *antifeedant* dan racun kontak, sedangkan air cucian beras berfungsi sebagai perekat alami yang meningkatkan daya lekat larutan pada permukaan tanaman. Kombinasi kedua bahan ini berpotensi dikembangkan sebagai pestisida nabati ramah lingkungan yang mendukung Pengendalian Hama Terpadu (PHT) dan praktik pertanian berkelanjutan.

Kata kunci: Daun pepaya, Air cucian beras, Pestisida nabati, *Conopomorpha cramerella*, Kakao

Abstract

This study evaluated the effectiveness of combining papaya leaf (*Carica papaya* L.) extract and rice washing water as a botanical pesticide against the cocoa pod borer (*Conopomorpha cramerella*). The experiment, conducted in Gowa Regency, South Sulawesi, employed a Completely Randomized Design (CRD) with four treatments: P0 (control), P1 (30%), P2 (40%), and P3 (50%), each replicated three times. The extract was prepared via maceration with 70% ethanol, mixed with rice washing water and Tween 80. Data on pod and seed infestation were analyzed using one-way ANOVA followed by an LSD test at 5%. No significant differences were observed ($p > 0.05$), though the 50% concentration showed a downward trend in infestation levels. Active compounds such as papain, carpain, flavonoids, and saponins acted as antifeedants and contact toxins, while rice washing water functioned as a natural adhesive enhancing solution adherence. The formulation shows potential as an eco-friendly botanical pesticide supporting Integrated Pest Management (IPM) and sustainable cocoa farming.

Keywords: Papaya leaf, Rice washing water, Botanical pesticide, *Conopomorpha cramerella*, Cocoa

PENDAHULUAN

Tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu komoditas perkebunan utama Indonesia, memainkan peran strategis dalam perekonomian nasional baik sebagai sumber devisa maupun sebagai mata pencaharian utama bagi masyarakat di berbagai daerah penghasil kakao. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS, 2024), produksi kakao nasional pada tahun 2023 mencapai 712.231 ton dengan luas tanam sekitar 1,49 juta hektar, di mana sekitar 96% di antaranya ditanam oleh perkebunan kecil. Tiga provinsi utama penghasil kakao adalah Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, dan Sulawesi Selatan, yang secara bersama-sama menyumbang lebih dari 70% total produksi nasional. Namun demikian, produktivitas rata-rata kakao nasional masih tergolong rendah, yakni kurang dari 1 ton per hektare, jauh di bawah potensi hasil tanaman unggul yang dapat mencapai 2–2,5 ton per hektare apabila dikelola secara optimal.

Serangan hama dan penyakit tanaman merupakan salah satu penyebab utama rendahnya produktivitas. Salah satu hama yang paling serius adalah hama penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella*), yang dapat mengurangi hasil panen hingga 60–80% jika tidak dikendalikan secara intensif (Bakar *et al.*, 2021). Serangan ini terjadi ketika imago betina meletakkan telur di permukaan buah kakao. Larva yang menetas akan menggali ke dalam buah, merusak jaringan dan biji kakao, sehingga menyebabkan penurunan kualitas dan hasil panen yang signifikan.

Meskipun penggunaan terus-menerus pestisida kimia memberikan efek segera, hal ini berpotensi menimbulkan konsekuensi yang tidak diinginkan seperti resistensi serangga, pencemaran lingkungan, hilangnya musuh alami, dan masalah kesehatan manusia. Oleh karena itu, penggunaan pestisida nabati menjadi alternatif yang ramah lingkungan dan mendukung pertanian berkelanjutan (Harahap *et al.*, 2022).

Pestisida nabati merupakan salah satu alternatif tersebut. Pestisida nabati memiliki beberapa keunggulan: mudah terurai secara alami, relatif aman bagi makhluk non-target, dan bahan dasarnya tersedia secara lokal. Pestisida nabati berfungsi sebagai *antifeedant* (penghalang makan), *repellent* (penghambat pertumbuhan), dan racun kontak pada serangga target.

Daun pepaya (*Carica papaya* L.) merupakan komponen alami yang dapat dimanfaatkan sebagai pestisida nabati. Daun pepaya mengandung berbagai senyawa aktif, termasuk papain, alkaloid, saponin, tanin, dan flavonoid yang berbahaya bagi serangga. Menurut (Pradana, 2022), ekstrak daun pepaya dengan konsentrasi 30-40% telah terbukti dapat mengurangi populasi hama *Aphis gossypii* lebih dari 70% dalam

waktu 72 jam setelah pengobatan. Senyawa aktif ini bekerja dengan cara menghambat proses pencernaan dan metabolisme serangga, serta mengganggu proses pergantian kulit, yang mengakibatkan kematian larva.

Air cucian beras juga dapat dimanfaatkan dalam produksi pestisida nabati. Air cucian beras mengandung zat organik seperti pati, protein, dan kompleks vitamin B, yang berfungsi sebagai perekat alami dan membantu dalam pelarutan zat aktif dari permukaan tanaman. Kombinasi ekstrak daun pepaya dan air cucian beras dimaksudkan untuk meningkatkan pengendalian hama penggerok buah kakao dengan bertindak sebagai racun dan mengusir bagi serangga target.

METODE

Tujuan dari studi eksperimental murni ini yang menggunakan desain acak lengkap (*CRD*) adalah untuk mengevaluasi efektivitas kombinasi ekstrak daun pepaya (*Carica papaya L.*) dan air cucian beras sebagai pestisida botanik dalam mengurangi serangan hama penggerok buah kakao (*Conopomorpha cramerella*). Eksperimen ini berlangsung dari Mei hingga Agustus 2025. Proses ekstraksi dilakukan di Laboratorium Fakultas Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar, sementara aplikasi dan pengamatan lapangan dilakukan di perkebunan kakao Politeknik Pengembangan Pertanian Gowa (Polbangan) di Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan.

Desain eksperimen mencakup empat perlakuan konsentrasi dengan tiga ulangan: P0 (kontrol tanpa perlakuan), P1 (30% ekstrak daun pepaya + air cucian beras), P2 (40% ekstrak daun pepaya + air cucian beras), dan P3 (50% ekstrak daun pepaya + air cucian beras). Setiap perlakuan diulang tiga kali untuk memastikan hasil yang lebih akurat dan teruji secara statistik. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun pepaya segar, air cucian beras, etanol 70% sebagai pelarut, surfaktan Tween 80 1% (v/v) sebagai perekat dan dispersi, serta air suling. Blender, oven, wadah kaca tertutup, kertas saring, gelas ukur, semprotan, dan alat tulis digunakan untuk mencatat pengamatan lapangan.

Ekstrak dibuat dengan menimbang 500 gram daun pepaya segar, kemudian mengeringkannya di bawah sinar matahari hingga setengah kering sebelum menyelesaikan proses pengeringan di dalam oven pada suhu 60–80°C selama 15 menit. Setelah kering, daun pepaya dihaluskan menjadi bubuk halus (*simplicia*). Bubuk tersebut kemudian dimaserasi dengan etanol 70% dalam wadah teraduk. Setelah proses maserasi selesai, campuran tersebut langsung diuapkan hingga diperoleh ekstrak

kental (ekstrak konsentrat) yang sesuai untuk formulasi. Selanjutnya, ekstrak konsentrat tersebut dicampurkan dengan air cucian beras untuk menghasilkan campuran akhir yang siap digunakan dalam formulasi.

Larutan uji disiapkan dengan empat perlakuan, yaitu: P0 (Kontrol): tanpa ekstrak (air cucian beras + Tween 80), P1 (Konsentrasi 30%) terdiri atas (90 mL ekstrak daun pepaya + 157,5 mL air cucian beras + 2,5 mL Tween 80), P2 (Konsentrasi 40%) terdiri atas (110 mL ekstrak daun pepaya + 137,5 mL air cucian beras + 2,5 mL Tween 80), P3 (Konsentrasi 50%) terdiri atas (130 mL ekstrak daun pepaya + 117,5 mL air cucian beras + 2,5 mL Tween 80). Tween 80 digunakan sebagai surfaktan non-ionik untuk meningkatkan kemampuan penyebaran, daya rekat, dan penetrasi larutan ke permukaan buah dan daun kakao. Setelah semua bahan dicampur hingga homogen, masing-masing larutan dimasukkan ke dalam botol semprot dan disiapkan untuk aplikasi di lapangan.

Pestisida disemprotkan di lapangan dengan menyemprotkan larutan pada permukaan buah dan daun kakao menggunakan penyemprot. Penyemprotan dilakukan setiap dua minggu sekali pada sore hari, antara pukul 16:00-17:00 WITA. Parameter utama yang diukur adalah proporsi buah dan biji kakao yang terinfeksi oleh hama *Conopomorpha cramerella*. Data yang dikumpulkan dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Persentase Serangan (\%)} = \frac{\text{Jumlah buah/biji terserang}}{\text{Jumlah buah/biji total}} \times 100$$

Data pengamatan dianalisis menggunakan uji ANOVA satu arah untuk menentukan pengaruh terapi terhadap intensitas serangan hama. Jika nilai F yang diperkirakan melebihi nilai F tabel pada tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0.05$), uji LSD 5% digunakan untuk mengidentifikasi perlakuan yang secara signifikan berbeda. Semua analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak SPSS.

Hasil analisis diinterpretasikan dengan mengaitkan perbedaan antara perlakuan dengan kandungan senyawa aktif dalam daun pepaya, khususnya papain, carpain, flavonoid, dan saponin, yang berfungsi sebagai racun kontak dan penghambat makan (*antifeedants*), serta peran air cucian beras sebagai agen pendukung yang meningkatkan ketahanan tanaman melalui kandungan karbohidrat, vitamin B kompleks, dan mineral fosfatnya. Kombinasi kedua zat ini diperkirakan akan menghasilkan dampak sinergis yang efisien, ramah lingkungan, dan mendukung pendekatan Pengelolaan Hama Terpadu (PHT) berdasarkan pertanian berkelanjutan.

Indikator keberhasilan dalam studi ini ditentukan oleh penurunan tingkat serangan hama pada buah dan biji kakao dibandingkan dengan kelompok kontrol, adanya perbedaan yang signifikan antara perlakuan dalam hasil analisis statistik, serta pengembangan formulasi pestisida berbasis tanaman yang efektif, aman bagi lingkungan, dan efisien bagi petani untuk digunakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Presentase Serangan Buah Kakao

Penelitian ini mengkaji efektivitas kombinasi ekstrak daun pepaya (*Carica papaya L.*) dan air cucian beras sebagai pestisida nabati terhadap hama penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella*). Empat perlakuan diuji, yaitu P0 (kontrol), P1 (30%), P2 (40%), dan P3 (50%) dengan tiga ulangan. Data hasil pengamatan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Persentase Serangan Buah Kakao pada Berbagai Konsentrasi Perlakuan

Perlakuan	Ulangan	Jumlah Buah yang Diamati	Jumlah Buah Terserang	Persentase Serangan (%)
P0 (Kontrol)	1	36	10	36
	2	43	24	28
	3	24	9	50
P1 (30%)	1	45	19	37
	2	51	22	42
	3	47	23	43
P2 (40%)	1	29	13	50
	2	96	52	44
	3	54	29	54
P3 (50%)	1	34	7	21
	2	39	20	51
	3	35	24	70

Tabel 2. Hasil Uji ANOVA Satu Arah – Persentase Serangan Buah Kakao

Sumber Keragaman	JK (Sum Sq)	F Hitung	P-Value
Perlakuan	259.67	0.45	0.724
Galat	1540.00		

Hasil uji ANOVA menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan antar perlakuan terhadap tingkat serangan buah kakao ($F_{hitung} = 0,27 < F_{tabel} = 4,07$; $p = 0,846$). Meski demikian, perlakuan P3 (50%) memperlihatkan tren penurunan serangan dibandingkan kontrol, menunjukkan adanya pengaruh biologis dari peningkatan konsentrasi ekstrak daun pepaya.

Senyawa aktif seperti papain, karpain, dan saponin berperan sebagai antifeedant dan racun kontak yang dapat menghambat aktivitas makan larva (Rivay *et al.*, 2023). Ketidaksignifikanan hasil kemungkinan disebabkan oleh faktor lingkungan seperti curah

hujan dan kelembapan tinggi yang dapat menurunkan kestabilan bahan aktif alami, serta jumlah ulangan yang terbatas (Harahap *et al.*, 2022; Bakar *et al.*, 2021). Dengan demikian, walau belum signifikan secara statistik, hasil ini tetap menunjukkan potensi penggunaan kombinasi daun pepaya dan air cucian beras sebagai pestisida nabati ramah lingkungan.

Presentase Serangan Biji Buah Kakao

Hasil pengamatan serangan biji kakao pada berbagai konsentrasi perlakuan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Persentase Serangan Biji Kakao pada Berbagai Konsentrasi Perlakuan

Perlakuan	Ulangan	Jumlah Biji yang Diamati	Jumlah Biji Terserang	Persentase Serangan (%)
P0 (Kontrol)	1	43	0	0
	2	34	2	6
	3	39	0	0
P1 (30%)	1	40	0	0
	2	46	0	0
	3	39	0	0
P2 (40%)	1	46	0	0
	2	42	0	0
	3	35	0	0
P3 (50%)	1	46	0	0
	2	44	0	0
	3	37	1	3

Tabel 4. Hasil Uji ANOVA Satu Arah – Persentase Serangan Biji Kakao

Sumber Keragaman	JK (Sum Sq)	F Hitung	P-Value
Perlakuan	8.25	0.73	0.561
Galat	30.00		

Uji ANOVA pada parameter serangan biji juga menunjukkan hasil tidak signifikan ($F_{hitung} = 0,75 < F_{tabel} = 4,07$; $p = 0,554$). Meskipun demikian, perlakuan dengan ekstrak daun pepaya (khususnya P1 dan P2) menunjukkan tingkat serangan lebih rendah dibanding kontrol. Hal ini diduga karena biji kakao terlindungi oleh kulit buah, sehingga efek kontak ekstrak nabati kurang optimal (Putri, 2023). Tren penurunan serangan meski tidak signifikan tetap memperlihatkan efek biologis positif, di mana kandungan flavonoid dan alkaloid dari daun pepaya dapat mengganggu proses metabolisme serangga (Haryanta *et al.*, 2020; Rimbing *et al.*, 2019).

Secara keseluruhan, kombinasi ekstrak daun pepaya dan air cucian beras memiliki arah pengaruh positif terhadap penurunan serangan buah dan biji, meskipun belum menunjukkan perbedaan signifikan. Penelitian lanjutan dengan frekuensi aplikasi lebih sering dan durasi pengamatan lebih lama disarankan untuk mengoptimalkan

efektivitas pestisida nabati ini (Koczberski *et al.*, 2019).

Implikasi Biologis

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi ekstrak daun pepaya (*Carica papaya L.*) dan air cucian beras memiliki potensi biologis sebagai pestisida nabati terhadap hama *Conopomorpha cramerella*, meskipun belum menunjukkan perbedaan signifikan secara statistik. Secara biologis, kandungan papain, karpain, saponin, dan flavonoid dalam daun pepaya berperan sebagai *antifeedant* dan racun kontak yang dapat mengganggu sistem pencernaan dan metabolisme larva. Senyawa ini juga dapat menurunkan daya makan serta kemampuan bertelur hama, sehingga berpotensi menekan siklus hidupnya di lapangan (Rivay *et al.*, 2023; Harahap *et al.*, 2022).

Air cucian beras berfungsi sebagai pembawa alami (*carrier*) dan perekat alami (*adhesive*) yang memperpanjang waktu kontak bahan aktif dengan permukaan buah kakao. Kandungan pati dan mineralnya juga dapat meningkatkan ketahanan fisiologis tanaman terhadap stres biotik. Dengan demikian, kombinasi kedua bahan ini mendukung konsep Pengendalian Hama Terpadu (PHT) yang ramah lingkungan, aman bagi organisme non-target, serta mudah diterapkan oleh petani karena bahan-bahannya tersedia secara lokal.

Secara praktis, penerapan formulasi ini dapat menjadi alternatif pengganti pestisida kimia sintetis, mengurangi risiko resistensi hama, dan menekan biaya produksi petani kakao. Untuk hasil yang lebih optimal, disarankan agar frekuensi aplikasi ditingkatkan (setiap 7–10 hari) dan dilakukan pada sore hari untuk menghindari penguapan bahan aktif. Ke depan, penelitian lanjutan perlu mengkaji dosis yang lebih luas, formulasi cair stabil, serta waktu aplikasi terbaik agar efektivitas biologisnya dapat dimaksimalkan dan diadopsi secara luas dalam praktik pertanian berkelanjutan (Koczberski *et al.*, 2019).

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi ekstrak daun pepaya (*Carica papaya L.*) dan air cucian beras belum memberikan pengaruh yang signifikan terhadap persentase serangan buah dan biji kakao (*Conopomorpha cramerella*) dengan nilai $p > 0,05$, meskipun perlakuan P3 (50%) menunjukkan tren penurunan serangan dibandingkan kontrol. Hasil ini menandakan adanya potensi biologis dari senyawa aktif papain, karpain, dan saponin dalam daun pepaya sebagai agen penghambat makan dan racun kontak alami. Secara praktis, formulasi ini memiliki peluang untuk dikembangkan sebagai pestisida nabati ramah lingkungan yang mendukung konsep Pengendalian Hama Terpadu

(PHT). Disarankan agar penelitian selanjutnya menggunakan variasi konsentrasi yang lebih luas, frekuensi aplikasi lebih sering, serta durasi pengamatan lebih panjang, guna mengoptimalkan efektivitas bahan aktif dan menilai stabilitas formulasi di kondisi lapangan yang berbeda.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Dr. Hj. Darmawati, S.Ag., M.Pd., selaku Kepala Madrasah Aliyah Negeri 2 Kota Makassar, atas dukungan, serta kepercayaan yang telah diberikan sejak tahap awal hingga akhir penelitian ini. Beliau telah menjadi sosok inspiratif yang senantiasa mendorong penulis untuk terus berproses dan berprestasi. Ucapan terima kasih yang mendalam juga penulis sampaikan kepada pihak Komite MAN 2 Kota Makassar, yang telah memberikan dukungan moral dan fasilitas yang sangat membantu kelancaran kegiatan penelitian serta penyusunan laporan ini. Peran dan perhatian yang diberikan menjadi dorongan besar bagi penulis untuk menyelesaikan karya ilmiah ini dengan sebaik-baiknya.

Selanjutnya, penulis menyampaikan penghargaan dan rasa hormat kepada Drs. Dedi Rimantho, M.Si. selaku Pembimbing I dan Dra. Erniwati, M.Pd. selaku Pembimbing II, atas arahan, koreksi, serta nasihat yang begitu berharga. Berkat bimbingan dan kesabaran beliau berdua, penelitian ini dapat tersusun secara sistematis dan ilmiah. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Bapak Syarifuddin, S.T., selaku penyuluh yang telah memberikan pendampingan serta pengetahuan praktis selama pelaksanaan penelitian di Politeknik Pembangunan Pertanian (Polbangtan) Gowa. Dukungan beliau sangat membantu penulis dalam memahami penerapan hasil penelitian di lapangan.

Tidak lupa, penulis berterima kasih kepada Laboratorium Kimia Organik, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, atas bantuan dan fasilitas yang diberikan selama proses ekstraksi serta analisis bahan uji. Dukungan laboratorium menjadi bagian penting dalam keberhasilan penelitian ini. Akhir kata, penulis menyadari bahwa penelitian ini tidak akan terselesaikan tanpa bantuan dan doa dari berbagai pihak. Semoga segala kebaikan dan dukungan yang telah diberikan mendapat balasan yang berlipat ganda dari Allah Swt.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik (BPS). (2024). Statistik Kakao Indonesia 2023. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Bakar, S., Latip, S. N. H. M., Awang, A., & Zhang, A. (2021). Composition of Three Zingiberaceae Essential Oils and Their Efficacy Against the Survivability of Cocoa Pod Borer, *Conopomorpha cramerella* (Snellen) Eggs. *Journal of the Bangladesh Agricultural University*, 19(1), 22-29.
- Curry, G. N., Koczberski, G., Lummani, J., Nailina, R., Peter, E., McNally, G., & Kuaimba, O. (2015). A bridge too far? The influence of socio-cultural values on the adaptation responses of smallholders to a devastating pest outbreak in cocoa. *Global Environmental Change*, 35, 1-11.
- Harahap, S., Siregar, E. S., & Mahmud, A. (2022). Effectiveness of Pest Control of Cocoa Fruit (*Conopomorpha cramerella* as) Using Pruning and Vegetable Insecticide Treatment on Cocoa (*Theobroma cacao* L): Effectiveness of Pest Control of Cocoa Fruit (*Conopomorpha cramerella* as) Using Pruning and Vegetable Insecticide Treatment on Cocoa (*Theobroma cacao* L). *Jurnal Online Pertanian Tropik*, 9(2), 138-143.
- Haryanta, D., Susilo, A., & Sa'adah, T. T. (2020). Repelence of Bintaro Plant Extract (*Cerbera manghas*) against pod-sucking insects (*Riptortus linearis*)(Hemiptera). *Int J Biol Biomed Eng*, 14, 229-238.
- Koczberski, G., Curry, G. N., Nake, S., & Tilden, G. (2019). Strengthening livelihoods for food security amongst cocoa and oil palm farming communities in Papua New Guinea. ACIAR Final Report.
- Pradana, F. Y. (2022). *Efikasi Ekstrak Daun Pepaya, Daun Mimba Dan Buah Maja Sebagai Insektisida Nabati Dalam Pengendalian Hama Kutu Daun (Aphis Gossypii Glover) Pada Tanaman Terung Ungu (Solanum Melongena L)* (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Putri, R. S. (2023). *Pengaruh Aplikasi Bioinsektisida Ekstrak Campuran Daun Pepaya (Carica papaya) Dan Daun Wedusan (Ageratum coyzoides) Terhadap Keanekaragaman Artropoda Pada Tanaman Padi (Oryza sativa L.)* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Jember).
- Rimbing, J., Engka, R., Kandowangko, D., & Rorong, F. (2019). The use of insecticides to protect cocoa fruit from the attack of cocoa pod borer, *Conopomorpha cramerella* in cocoa plants. *International Journal of ChemTech Research*, 12(04), 226-236.
- Rivay, M. A., Sjam, S., Sulaeha, S., Rosmana, A., Fitriyanti, N. A., & Dayanti, P. (2023, September). Plant extract as kairomone attractant to cocoa pod borer, *Conopomorpha cramerella* (Snellen)(Lepidoptera: Gracillariidae) in cocoa farm. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1230, No. 1, p. 012113). IOP Publishing.

Pengaruh Aplikasi Biochar Kulit Kakao pada Berbagai Suhu Pirolisis terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tebu Varietas Bululawang

Farhan Abiyyu Lubis¹, Anna Kusumawati^{1*}

¹Program Studi Pengelolaan Perkebunan, Politeknik LPP Yogyakarta

Email: kusumawatianna@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas biochar kulit kakao pada suhu pirolisis berbeda terhadap pertumbuhan vegetatif tebu varietas Bululawang yang ditanam pada tanah Grumusol di Wedomartani, Yogyakarta. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh rendahnya produktivitas tebu akibat sifat fisik tanah Grumusol yang liat berat dan kemampuan aerasi yang rendah. Biochar sebagai bahan pembenah tanah digunakan untuk memperbaiki struktur, meningkatkan ketersediaan unsur hara, serta mendukung pertumbuhan tanaman secara berkelanjutan. Penelitian dilaksanakan selama tujuh bulan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan tiga perlakuan, yaitu B0 (tanpa biochar), B3 (biochar kulit kakao suhu pirolisis 300 °C), dan B5 (biochar kulit kakao suhu pirolisis 500 °C), masing-masing diulang sebanyak sembilan kali sehingga diperoleh 27 satuan percobaan. Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, jumlah ruas, jumlah anakan, panjang akar, serta berat segar organ tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan B3 memberikan pertumbuhan vegetatif terbaik dibandingkan B0 dan B5. Suhu pirolisis 300 °C menghasilkan biochar dengan struktur pori dan kandungan hara yang lebih seimbang, sehingga lebih efektif memperbaiki sifat fisik-kimia tanah Grumusol. Sementara itu, biochar suhu tinggi (500 °C) cenderung kehilangan senyawa volatil yang berperan dalam ketersediaan hara. Secara keseluruhan, penggunaan biochar kulit kakao suhu pirolisis 300 °C terbukti meningkatkan pertumbuhan vegetatif tebu varietas Bululawang dan berpotensi diterapkan dalam pengelolaan lahan tebu berkelanjutan di wilayah Yogyakarta.

Kata kunci: Biochar kulit kakao, Pirolisis, Tanah grumusol, Tebu Bululawang, Pertumbuhan vegetatif

Abstract

This study aims to determine the effectiveness of cocoa shell biochar at different pyrolysis temperatures on the vegetative growth of Bululawang sugarcane varieties planted on Grumusol soil in Wedomartani, Yogyakarta. This study was motivated by the low productivity of sugarcane due to the heavy clay physical properties of Grumusol soil and its low aeration capacity. Biochar as a soil conditioner is used to improve structure, increase nutrient availability, and support sustainable plant growth. The study was conducted over seven months using a completely randomized design (CRD) with three treatments, namely B0 (without biochar), B3 (cocoa shell biochar at a pyrolysis temperature of 300 °C), and B5 (cocoa shell biochar at a pyrolysis temperature of 500 °C), each repeated nine times to obtain 27 experimental units. The parameters observed included plant height, stem diameter, number of leaves, number of nodes, number of tillers, root length, and fresh weight of plant organs. The results showed that treatment B3 provided the best vegetative growth compared to B0 and B5. A pyrolysis temperature of 300 °C produced biochar with a more balanced pore structure and nutrient content, making it more effective in improving the physical and chemical properties of Grumusol soil. Meanwhile, high-temperature biochar (500 °C) tends to lose volatile compounds that play a role in nutrient availability. Overall, the use of 300 °C pyrolysis cocoa shell biochar has been shown to increase the vegetative growth of Bululawang sugarcane varieties and has the potential to be applied in sustainable sugarcane land management in the Yogyakarta region.

Keywords: Cocoa husk biochar, Pyrolysis, Grumusol soil, Bululawang sugarcane, Vegetative growth

PENDAHULUAN

Produksi pangan global terus menghadapi tantangan besar berupa peningkatan kebutuhan penduduk, degradasi lahan pertanian, serta dampak perubahan iklim yang kian nyata. Salah satu pendekatan yang diakui secara luas untuk menjawab tantangan ini adalah penerapan teknologi pertanian berkelanjutan melalui pemanfaatan amandemen tanah berbasis bahan organik. Dalam konteks ini, biochar menjadi perhatian global karena kemampuannya meningkatkan kualitas tanah, menyerap karbon, dan memperbaiki keseimbangan ekosistem pertanian. Biochar adalah residu karbon padat hasil pirolisis biomassa pada kondisi terbatas oksigen, yang telah banyak dipelajari sebagai bahan pembenah tanah (Premalatha *et al.*, 2023). Dalam skala global berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa biochar dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara dan memperbaiki struktur tanah, terutama jika diproduksi dalam rentang suhu pirolisis menengah (300–500°C). Suhu pirolisis diketahui mempengaruhi struktur pori, kapasitas tukar kation, pH, dan kandungan karbon biochar, yang pada gilirannya menentukan efektivitasnya terhadap pertumbuhan tanaman (Adesina *et al.*, 2025). Sebagai contoh, Zhou *et al.* (2024) melaporkan bahwa peningkatan suhu pirolisis dari 300°C menjadi 500°C mampu meningkatkan kestabilan biochar namun mengurangi kandungan senyawa volatil, sehingga mempengaruhi ketersediaan nutrisi bagi tanaman. Kajian oleh Khater *et al.* (2024) di *Scientific Reports* juga menunjukkan bahwa perubahan suhu pirolisis berimplikasi langsung pada sifat fisik dan kimia biochar, di mana biochar bersuhu tinggi cenderung lebih stabil namun memiliki kemampuan adsorpsi unsur hara lebih rendah. Hal ini mengindikasikan pentingnya penelitian lanjut untuk menemukan suhu pirolisis yang optimal bagi bahan biochar tertentu agar dapat memberikan hasil terbaik bagi pertumbuhan tanaman.

Dalam konteks nasional, Indonesia merupakan negara agraris dengan produksi limbah pertanian dan perkebunan yang sangat besar. Salah satu limbah yang potensial adalah kulit kakao (*Theobroma cacao*), yang jumlahnya bisa mencapai 52–76% dari total berat buah kakao (Ouattara *et al.*, 2021). Sebagian besar limbah tersebut belum dimanfaatkan secara optimal dan sering menjadi sumber pencemaran lingkungan. Padahal, menurut penelitian Saputra (2024), biochar yang dihasilkan dari limbah kulit kakao terbukti dapat meningkatkan pH tanah, memperbaiki kapasitas tukar kation (KTK), serta meningkatkan ketersediaan fosfor pada tanah ultisol di Aceh. Hasil tersebut sejalan dengan temuan Li *et al.* (2023) yang menunjukkan bahwa peningkatan suhu pirolisis berpengaruh

terhadap peningkatan porositas biochar dan kestabilan karbonnya, yang berdampak pada perbaikan sifat fisik tanah. Meskipun demikian, penelitian-penelitian tersebut umumnya masih terbatas pada pengujian di laboratorium atau pada jenis tanah selain grumusol, serta belum menyentuh aplikasi pada tanaman utama seperti tebu.

Tebu (*Saccharum officinarum* L.) merupakan salah satu komoditas penting dalam industri gula nasional, yang produksinya dipengaruhi beberapa indikator salah satunya kondisi tanah dan ketersediaan unsur hara. Di Indonesia, produktivitas tebu masih menghadapi tantangan akibat degradasi lahan dan penurunan kesuburan tanah, terutama pada jenis tanah berat seperti grumusol. Tanah grumusol memiliki kandungan liat yang tinggi dan struktur yang padat, menyebabkan aerasi serta drainase yang buruk. Kondisi tersebut menghambat pertumbuhan akar dan mengurangi efisiensi penyerapan unsur hara. Oleh karena itu, diperlukan upaya pembenahan tanah untuk meningkatkan pertumbuhan vegetatif tebu, terutama pada varietas unggul seperti Bululawang yang banyak dikembangkan di daerah Yogyakarta dan Jawa Tengah.

Penelitian yang dilakukan oleh Abedini *et al.* (2020) menunjukkan bahwa kulit kakao yang dipirolisis dapat menghasilkan biochar dengan karakteristik penyerapan yang tinggi, meskipun penelitian tersebut lebih berfokus pada sorpsi CO₂, bukan pada aplikasi agronomis. Sementara itu, Premalatha *et al.* (2023) dalam tinjauannya menegaskan bahwa biochar yang dihasilkan pada suhu pirolisis menengah (sekitar 300–500°C) memiliki keseimbangan terbaik antara kestabilan karbon dan kemampuan menyimpan unsur hara. Hal ini menjadi dasar untuk menguji efektivitas biochar kulit kakao pada dua rentang suhu pirolisis berbeda terhadap pertumbuhan tanaman di lapangan.

Kawasan di wilayah Wedomartani, Kecamatan Sleman, Yogyakarta, merupakan daerah dengan karakteristik tanah grumusol yang cukup luas dan digunakan untuk berbagai komoditas pertanian, termasuk tebu varietas Bululawang. Kondisi tanah yang berat dan relatif miskin bahan organik menjadikan lokasi ini ideal untuk menguji efektivitas amandemen biochar. Pemanfaatan limbah kulit kakao yang tersedia di sekitar wilayah Yogyakarta sebagai bahan dasar biochar memiliki nilai yang strategis, baik dari sisi ekonomi maupun lingkungan. Selain mengurangi limbah agroindustri, biochar kulit kakao diharapkan dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah grumusol sehingga meningkatkan pertumbuhan vegetatif tebu. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menawarkan solusi teknis terhadap masalah produktivitas tebu, tetapi juga berkontribusi terhadap pengelolaan limbah berkelanjutan dan efisiensi sumber daya lokal.

Beberapa penelitian terdahulu memang telah mengkaji pengaruh biochar terhadap tanaman pangan seperti jagung, padi, dan kedelai, namun masih terbatas pada tanah jenis ultisol atau tanah salin (Zhou *et al.*, 2024; Saputra, 2024). Hingga saat ini belum ditemukan penelitian kuantitatif yang secara spesifik membahas penggunaan biochar kulit kakao dengan variasi suhu pirolisis berbeda pada tanaman tebu varietas Bululawang di tanah grumusol. Hal ini menunjukkan adanya *research gap* yang ingin diisi melalui penelitian ini. Kebaruan penelitian (novelty) terletak pada kombinasi unik antara bahan biochar (kulit kakao), perlakuan suhu pirolisis (300°C dan 500°C), varietas tanaman (Bululawang), serta kondisi spesifik tanah grumusol, yang akan diamati secara kuantitatif melalui rancangan acak lengkap (RAL) dengan 27 unit percobaan selama tujuh bulan.

Penelitian ini juga memiliki urgensi praktis bagi petani dan penyuluh pertanian. Dengan mengetahui suhu pirolisis optimal untuk menghasilkan biochar yang paling efektif dalam meningkatkan pertumbuhan vegetatif tebu, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar rekomendasi penggunaan biochar lokal berbasis limbah kakao di lapangan. Pendekatan ini mendukung strategi pertanian berkelanjutan, meningkatkan efisiensi input, serta mendorong praktik ekonomi sirkular di sektor perkebunan. Selain itu, penerapan hasil penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada peningkatan produktivitas tebu nasional serta pengurangan limbah agroindustri yang belum dimanfaatkan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas biochar yang dihasilkan dari kulit kakao dengan suhu pirolisis berbeda, yaitu 300°C dan 500°C, terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman tebu varietas Bululawang di tanah grumusol Wedomartani. Selama periode tujuh bulan, setiap perlakuan akan diulang sebanyak sembilan kali dengan total 27 unit percobaan. Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, jumlah ruas, panjang akar, serta berat segar dan berat kering daun, batang, dan akar. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan pemahaman mendalam mengenai hubungan antara suhu pirolisis biochar kulit kakao, dan respons pertumbuhan vegetatif tebu, serta menjadi dasar ilmiah dalam pengelolaan lahan tebu berkelanjutan di wilayah Yogyakarta dan Indonesia pada umumnya.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif eksperimental dengan rancangan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang bertujuan untuk mengetahui efektivitas biochar kulit kakao pada suhu pirolisis berbeda terhadap pertumbuhan vegetatif tebu varietas Bululawang. Penelitian ini dilaksanakan selama 8 (delapan) bulan, yaitu dimulai dari bulan

Januari 2025 sampai Agustus 2025, yang mencakup kegiatan persiapan lahan, penanaman, pemeliharaan, pengambilan data akhir, hingga analisis laboratorium. Kegiatan dilakukan di dua lokasi utama, yaitu di Green House yang berlokasi di Wedomartani, Kecamatan Ngemplak, Kabupaten Sleman, Yogyakarta, sebagai tempat pelaksanaan percobaan dan pengamatan tanaman tebu, dan di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Yogyakarta (UMY) sebagai tempat analisis karakteristik biochar. Pemilihan lokasi ini dilakukan berdasarkan pertimbangan ketersediaan fasilitas, kemudahan kontrol, serta kelayakan teknis dalam mendukung penelitian berbasis eksperimental. Populasi penelitian adalah seluruh tanaman tebu varietas Bululawang, dengan sampel berupa unit percobaan yang terdiri atas tiga perlakuan, yaitu B0 (tanpa biochar), B3 (biochar kulit kakao dengan suhu pirolisis 300 °C), dan B5 (biochar kulit kakao dengan suhu pirolisis 500 °C). Masing-masing perlakuan diulang sebanyak sembilan kali, sehingga diperoleh 27 unit percobaan. Proses randomisasi dilakukan untuk menghindari bias dan memastikan homogenitas antar unit perlakuan (Thomas & Zubkov, 2023). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi bibit tebu varietas Bululawang, tanah grumusol, serta biochar kulit kakao yang dihasilkan melalui proses pirolisis di suhu 300 °C dan 500 °C di bawah kondisi oksigen terbatas. Alat yang digunakan meliputi meteran, vernier caliper, oven pengering, timbangan analitik, serta perlengkapan budidaya tanaman.

Pelaksanaan penelitian diawali dengan persiapan lahan dan media tanam, dilanjutkan dengan aplikasi biochar sesuai perlakuan, penanaman bibit, serta pemeliharaan rutin hingga masa pengamatan selesai. Parameter pertumbuhan vegetatif yang diamati meliputi tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, jumlah ruas, panjang akar, berat segar daun, batang, dan akar. Data dikumpulkan melalui pengukuran langsung di lapangan dan laboratorium secara berkala selama periode penelitian. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji analisis varians (ANOVA) sesuai rancangan RAL untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap parameter yang diamati, dan dilanjutkan dengan uji lanjut Tukey HSD. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan grafik, serta diinterpretasikan secara deskriptif untuk menjelaskan hubungan antara suhu pirolisis biochar kulit kakao dan pertumbuhan vegetatif tebu. Dengan desain eksperimen yang terkontrol, replikasi yang memadai, dan analisis statistik yang sesuai, penelitian ini diharapkan menghasilkan temuan empiris yang dapat memperkaya literatur tentang pemanfaatan biochar limbah pertanian dalam peningkatan produktivitas tebu di tanah grumusol.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian mengenai “Pengaruh Aplikasi Biochar Kulit Kakao pada Berbagai Suhu Pirolisis terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tebu Varietas Bululawang” menghasilkan dua kelompok data utama yaitu: karakteristik kimia biochar kulit kakao berdasarkan suhu pirolisis, dan respons pertumbuhan vegetatif tanaman tebu varietas Bululawang terhadap perlakuan biochar tersebut di tanah grumusol.

Karakteristik kimia biochar kulit kakao

Data karakteristik kimia biochar kulit kakao menunjukkan hasil pengujian kimia dari dua sampel biochar dengan kode B3 dan B5. Pengujian meliputi pH, kandungan karbon organik, nitrogen total, serta fosfor (P) dan kalium (K) total dalam biochar. Metode yang digunakan untuk analisis adalah metode Walkley dan Black untuk kandungan karbon organik, metode Kjeldahl untuk nitrogen total, dan penggabuan basah dengan asam HNO₃ dan HClO₄ untuk fosfor dan kalium total, Table data karakteristik kimia biochar kulit kakao dapat di lihat sebagai berikut:

Tabel 1. Karakteristik Biochar Kulit Kakao

Sample	pH	C-Organik (%)		N Total (%)	P Total	K Total
		Kadar C	Kadar BO		ppm	ppm
B3	9,24	45,03	77,64	2,28	183,39	641,81
B5	9,19	47,00	81,03	1,11	163,04	569,35

Keterangan: Perlakuan B0 (tanpa biochar), B3 (biochar kulit kakao bersuhu pirolisis 300°C), dan B5 (biochar kulit kakao bersuhu pirolisis 500 °C).

Hasil karakteristik biochar kulit kakao menunjukkan bahwa biochar yang dihasilkan pada suhu pirolisis berbeda memiliki sifat kimia yang berbeda, yang selanjutnya berkaitan dengan respons pertumbuhan vegetatif tanaman tebu varietas Bululawang. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa karakteristik kimia biochar kulit kakao bervariasi tergantung pada suhu pirolisis. Berdasarkan Tabel 1, biochar pada suhu 300 °C (B3) memiliki pH 9,24 dengan kadar C-organik 45,03% dan bahan organik (BO) 77,64%, sedangkan pada suhu 500 °C (B5) pH sedikit menurun menjadi 9,19 dengan kadar C-organik meningkat menjadi 47,00% dan BO 81,03%. Kadar nitrogen total (N total) cenderung menurun dengan meningkatnya suhu pirolisis, dari 2,28% pada B3 menjadi 1,11% pada B5, sedangkan unsur fosfor (P total) dan kalium (K total) sedikit menurun pada suhu yang lebih tinggi. Perbedaan ini penting karena literatur menyebut bahwa suhu pirolisis memengaruhi komposisi kimia, kadar volatile matter (VM), fraksi aromatik, dan

sifat fisik seperti porositas serta kapasitas tukar kation (CEC) biochar. Sebagai contoh dalam studi oleh Young *et al.* (2020) menunjukkan bahwa peningkatan suhu pirolisis cenderung meningkatkan karbon stabil tetapi menurunkan fungsi kelompok aktif yang dapat dilepaskan. Dengan demikian, karakteristik biochar pada masing-masing suhu pirolisis berpotensi menghasilkan respon yang berbeda dalam aplikasi sebagai amandemen tanah. Pada tanah grumusol yang sering kali memiliki struktur liat, drainase kurang, dan kesuburan terbatas penggunaan biochar dengan sifat yang sesuai diharapkan dapat memperbaiki kondisi fisik-kimia dan mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman tebu.

Pengaruh Perlakuan Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tebu Varietas Bululawang

Tabel 2. Pengaruh Perlakuan terhadap Tinggi Tanaman, Diameter Batang, Jumlah Daun, Jumlah Ruas, Jumlah Anakan, serta Panjang Akar

Perlakuan	Parameter Penelitian					
	Tinggi Tanaman	Diameter Batang	Jumlah Daun	Jumlah Ruas	Jumlah anakan	Panjang Akar
B0	268,75 ^a	2,52 ^a	8,00 ^a	10,00 ^a	2,5 ^a	67,75 ^a
B3	304,50 ^b	2,95 ^b	10,00 ^b	14,25 ^c	4,5 ^b	90,50 ^b
B5	289,75 ^b	2,80 ^b	8,75 ^{ab}	12,25 ^b	3,0 ^a	79,75 ^b

Keterangan: Perlakuan B0 (tanpa biochar), B3 (biochar kulit kakao bersuhu pirolisis 300 °C), dan B5 (biochar kulit kakao bersuhu pirolisis 500 °C). Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut uji BNJ (Tukey's HSD).

Tabel 2. Pengaruh Perlakuan terhadap Berat segar Daun, Berat Segar Batanag, Berat Segar Akar

Perlakuan	Parameter Penelitian		
	Berat Segar		
	Daun	Batang	Akar
B0	185,25 ^a	255,25 ^a	116,75 ^a
B3	261,25 ^c	323,00 ^c	139,00 ^c
B5	220,75 ^b	288,50 ^b	126,75 ^b

Keterangan: Perlakuan B0 (tanpa biochar), B3 (biochar kulit kakao bersuhu pirolisis 300 °C), dan B5 (biochar kulit kakao bersuhu pirolisis 500 °C). Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% menurut uji BNJ (Tukey's HSD).

Pengaruh biochar kulit kakao terhadap pertumbuhan vegetatif tebu varietas Bululawang terdapat pada Tabel 2 dan Tabel 3. Hasil menunjukkan bahwa pengamatan terhadap pertumbuhan vegetatif tebu menunjukkan adanya perbedaan nyata antarperlakuan

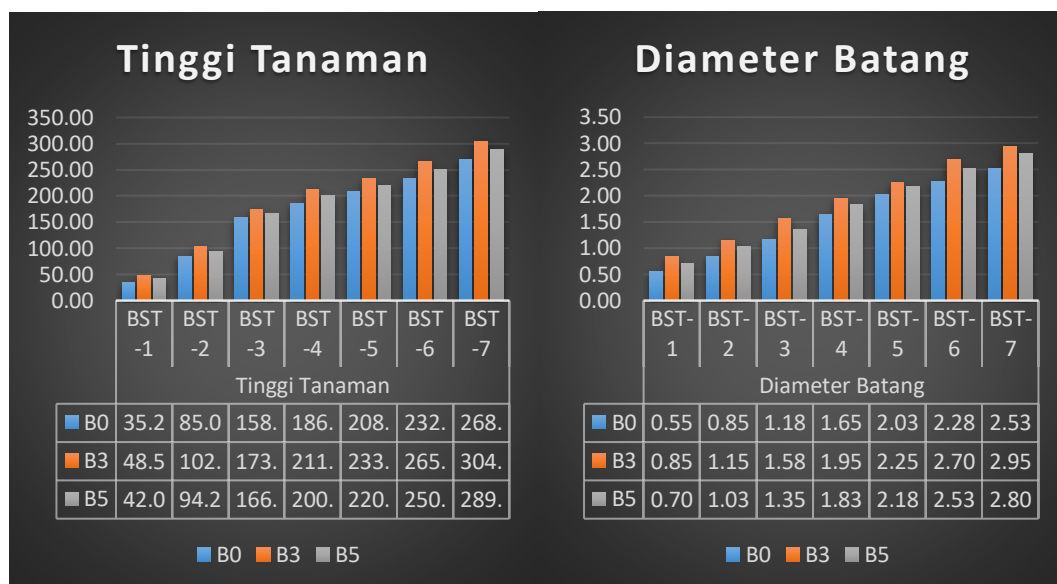
biochar. Perlakuan B3 (biochar 300 °C) memberikan nilai rata - rata tertinggi pada semua parameter pertumbuhan dibanding kontrol (B0) dan perlakuan B5 (biochar 500 °C). Tinggi tanaman pada perlakuan B3 mencapai rata-rata 304,5 cm, meningkat signifikan dibanding kontrol sebesar 268,75 cm. Diameter batang meningkat dari 2,525 cm pada B0 menjadi 2,95 cm pada B3. Parameter jumlah daun, jumlah ruas, jumlah anakan, dan panjang akar juga meningkat nyata pada B3, yang menunjukkan bahwa biochar 300 °C lebih efektif dalam meningkatkan pertumbuhan vegetatif tebu. Fenomena ini menunjukkan bahwa biochar suhu menengah mampu memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan aerasi serta ketersediaan hara, yang berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman (Zhou et al., 2024). Pada perlakuan B5, meskipun pH dan karbon tetap tinggi, biochar pada suhu ini menjadi lebih inert (kurang reaktif) sehingga pelepasan unsur hara ke dalam tanah lebih lambat dan hasilnya tidak sebaik pada B3.

Selain itu, hasil pengukuran berat segar daun, batang, dan akar juga menunjukkan kecenderungan serupa. Berat segar tertinggi diperoleh pada perlakuan B3 (261,25 g daun; 323 g batang; dan 139 g akar), sedangkan perlakuan B0 menunjukkan berat segar paling rendah. Perbedaan ini secara statistik diuji menggunakan uji BNJ (Tukey's HSD) pada taraf kepercayaan 5 %. Huruf superscript (^a, ^b, ^c) yang tercantum pada tabel menunjukkan hasil uji pembeda antarperlakuan: nilai dengan huruf superscript yang sama berarti tidak berbeda nyata, sedangkan yang berbeda huruf menunjukkan perbedaan signifikan antarperlakuan. Seperti pada tabel ke 2 tersebut, pada parameter tinggi tanaman, B3 dan B5 memiliki huruf superscript ^b, yang berarti keduanya tidak berbeda nyata satu sama lain, tetapi berbeda nyata dengan kontrol B0 yang memiliki huruf ^a. Interpretasi ini penting karena memperjelas bahwa pengaruh biochar suhu 300 °C dan 500 °C terhadap tinggi tanaman relatif setara, tetapi keduanya lebih baik daripada tanpa biochar.

Hasil pada data tersebut mengonfirmasi bahwa biochar kulit kakao dengan suhu pirolisis 300 °C merupakan perlakuan paling efektif dalam meningkatkan pertumbuhan vegetatif tebu varietas Bululawang di tanah grumusol Wedomartani. Hal ini disebabkan oleh sifat kimia dan fisik biochar yang mendukung perbaikan lingkungan tumbuh, meningkatkan ketersediaan unsur hara makro seperti N, P, dan K, memperbaiki pH tanah, serta meningkatkan retensi air dan aerasi tanah. Hasil ini sejalan dengan laporan Tomczyk et al. (2020) yang menyebutkan bahwa biochar suhu menengah cenderung lebih efektif meningkatkan pertumbuhan tanaman dibanding biochar suhu tinggi yang lebih stabil tetapi kurang aktif secara kimia. Penelitian ini tidak hanya menjawab tujuan yang telah

dirumuskan sebelumnya, tetapi juga memberikan kontribusi ilmiah dalam pemanfaatan limbah kulit kakao sebagai bahan amelioran organik berkelanjutan untuk pengelolaan lahan tebu di wilayah tropis.

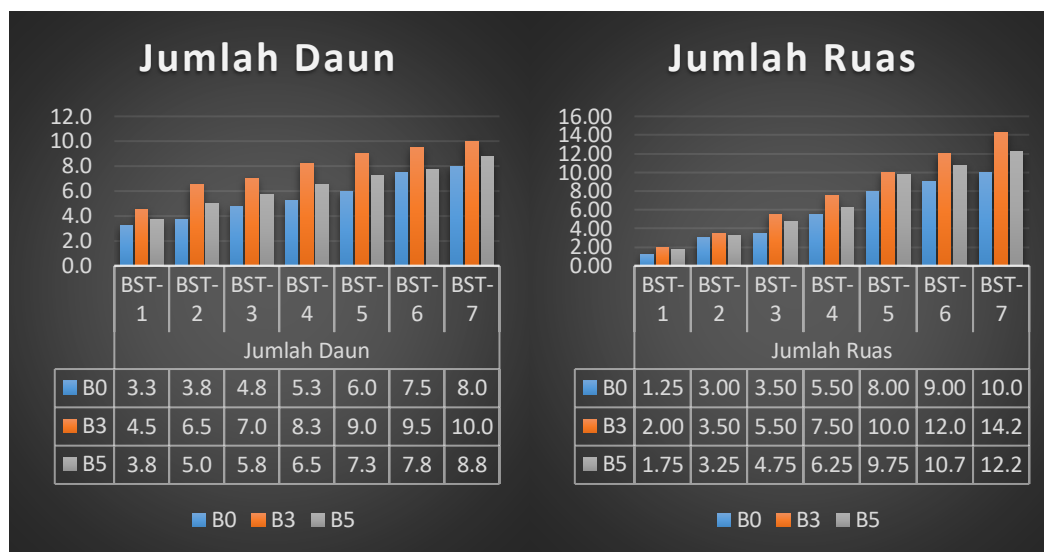
Trend Pertumbuhan Tinggi Tanaman dan Diameter Batang



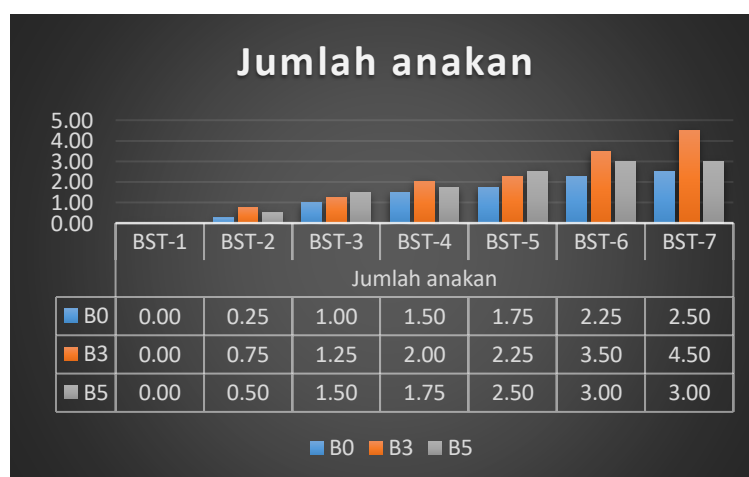
Gambar 1. Grafik Trend Pertumbuhan Tinggi Tanaman dan Diameter Batang

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tinggi tanaman pada perlakuan B3 meningkat dari 48,5 cm pada BST-1 menjadi 304,5 cm pada BST-7. Sebaliknya, kontrol B0 hanya mencapai 268,75 cm, sedangkan perlakuan B5 mencapai 289,75 cm. Pola pertumbuhan menunjukkan bahwa B3 memiliki laju peningkatan yang lebih cepat mulai dari BST-3 hingga BST-7, menandakan biochar suhu 300 °C mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara dan memperbaiki aerasi tanah. Diameter batang juga mengikuti pola yang sama, dengan perlakuan B3 meningkat dari 0,85 cm pada BST-1 menjadi 2,95 cm pada BST-7, lebih besar dibandingkan kontrol 2,525 cm. Hasil ini sejalan dengan temuan Zhou et al. (2024) yang menyatakan bahwa biochar pada suhu menengah (sekitar 300 °C–400 °C) memiliki aktivitas kimia dan porositas optimal untuk memperbaiki sifat tanah dan meningkatkan pertumbuhan batang serta tinggi tanaman jagung di tanah salin. Kondisi ini disebabkan karena biochar suhu menengah masih mempertahankan gugus fungsional aktif yang mampu menjerap dan melepas unsur hara makro (N, P, K) sesuai kebutuhan tanaman (Tomczyk *et al.*, 2020).

Trend Jumlah Daun, Ruas, dan Anakan Tebu Varietas Bululawang



Gambar 2. Grafik Trend Jumlah Daun dan Jumlah Ruas

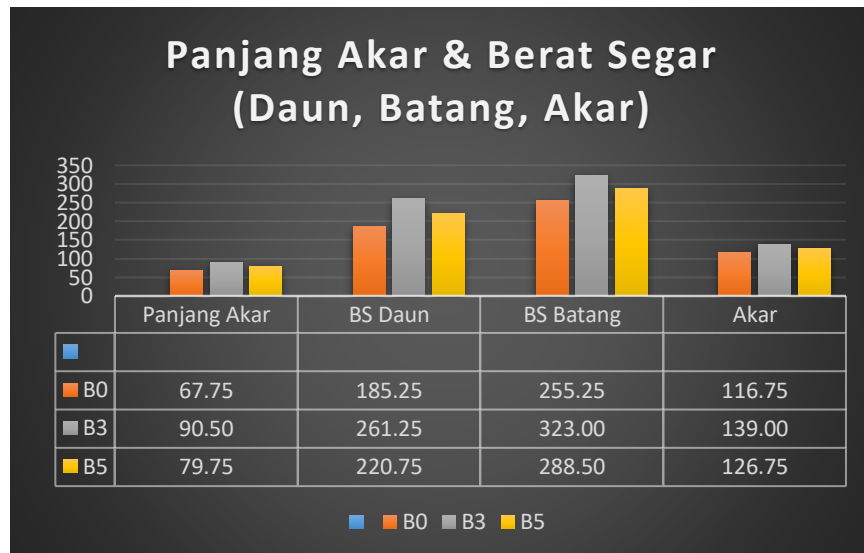


Gambar 3. Grafik Trend Jumlah Anakan

Parameter jumlah daun menunjukkan peningkatan nyata pada perlakuan B3, dari 4,5 helai (BST-1) menjadi 10 helai (BST-7), sedangkan kontrol hanya mencapai 8 helai. Jumlah ruas meningkat signifikan dari 2 menjadi 14,25 pada B3, sedangkan kontrol hanya 10 ruas. Jumlah anakan juga tertinggi pada perlakuan B3 (4,5 anakan) dibandingkan kontrol (2,5 anakan) dan B5 (3 anakan). Pola ini memperlihatkan bahwa biochar 300 °C berperan dalam meningkatkan pertumbuhan vegetatif lateral tanaman, yang sangat penting dalam pembentukan produktivitas tebu. Menurut Roshan et al. (2023), suhu pirolisis menengah meningkatkan kemampuan biochar dalam mempertahankan nitrogen tanah, yang berperan penting bagi pembentukan tunas baru dan pertumbuhan daun. Hasil ini memperkuat anggapan bahwa peningkatan kandungan C-organik dan bahan organik aktif pada biochar

300 °C membantu memperbaiki struktur tanah grumusol, memperbaiki sirkulasi udara, serta meningkatkan aktivitas mikroorganisme yang mendukung pertumbuhan vegetatif tebu.

Panjang Akar dan Berat Segar Tebu Varietas Bululawang



Gambar 4. Grafik Panjang Akar dan Berat Segar Tanaman

Akar tebu menunjukkan pertumbuhan paling panjang pada perlakuan B3 (90,5 cm), diikuti B5 (79,75 cm), dan kontrol (67,75 cm). Akar yang lebih panjang pada B3 menunjukkan bahwa biochar suhu 300 °C meningkatkan daya jangkauan akar terhadap air dan unsur hara di dalam tanah. Sementara itu, berat segar daun, batang, dan akar pada perlakuan B3 masing-masing sebesar 261,25 g, 323 g, dan 139 g, lebih tinggi dibanding B0 (185,25 g, 255,25 g, 116,75 g) dan B5 (220,75 g, 288,5 g, 126,75 g). Hasil ini didukung oleh analisis statistik menggunakan uji BNJ (Tukey's HSD) pada taraf 5 %, di mana perbedaan huruf superscript (^a,^b,^c) pada tabel menunjukkan perbedaan nyata antarperlakuan. Nilai dengan huruf yang berbeda berarti berbeda nyata secara statistik, sedangkan nilai dengan huruf yang sama berarti tidak berbeda signifikan. Misalnya, pada parameter tinggi tanaman, B0 (^a) berbeda nyata dengan B3 dan B5 (^b), menunjukkan bahwa pemberian biochar pada kedua suhu pirolisis meningkatkan tinggi tanaman secara signifikan dibanding kontrol.

Secara keseluruhan, hasil tersebut membuktikan bahwa suhu pirolisis biochar memiliki pengaruh nyata terhadap efektivitasnya dalam memperbaiki pertumbuhan vegetatif tebu varietas Bululawang. Biochar suhu menengah (300 °C) terbukti paling efektif karena memiliki keseimbangan antara kestabilan karbon dan kandungan gugus

fungsional aktif yang mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara, memperbaiki pH, serta meningkatkan struktur tanah grumusol yang cenderung padat. Penelitian ini tidak hanya menjawab tujuan penelitian yang telah ditetapkan, tetapi juga memberikan dasar ilmiah bahwa pemanfaatan limbah kulit kakao sebagai biochar dengan suhu pirolisis terkendali dapat menjadi strategi pengelolaan lahan tebu yang berkelanjutan. Dengan adanya hasil ini diharapkan dapat mendukung praktik pertanian sirkular di wilayah agrikultur tropis dan mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian mengenai *Efektivitas Biochar Kulit Kakao pada Suhu Pirolisis Berbeda terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tebu Varietas Bululawang* memberikan pemahaman mendalam tentang hubungan antar suhu pirolisis biochar dengan respons pertumbuhan vegetatif tanaman tebu. Berdasarkan hasil yang diperoleh, suhu pirolisis biochar terbukti memengaruhi sifat kimia dan biologis bahan tersebut, yang pada gilirannya menentukan efektivitasnya dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman. Biochar yang diproduksi pada suhu 300 °C menunjukkan keseimbangan terbaik antara kandungan karbon organik, pH, dan ketersediaan unsur hara, sehingga memberikan pengaruh paling positif terhadap tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, jumlah ruas, jumlah anakan, panjang akar, serta berat segar organ tanaman tebu.

Perlakuan biochar suhu 300 °C secara konsisten menghasilkan pertumbuhan vegetatif tertinggi dibanding perlakuan suhu 500 °C dan kontrol tanpa biochar. Hal ini menunjukkan bahwa pada suhu menengah, struktur pori biochar lebih aktif dan mampu memperbaiki aerasi tanah grumusol yang berat serta meningkatkan retensi air dan hara makro. Dengan demikian, hubungan yang ditemukan antara suhu pirolisis biochar kulit kakao dan pertumbuhan vegetatif tebu memperkuat konsep bahwa pengelolaan limbah pertanian dapat diarahkan menjadi strategi peningkatan produktivitas lahan secara berkelanjutan. Secara ilmiah, hasil penelitian ini dapat menjadi dasar dalam pengembangan teknologi ameliorasi tanah berbasis biochar lokal untuk mendukung sistem budidaya tebu berkelanjutan di wilayah Yogyakarta dan daerah tropis lain yang memiliki karakteristik tanah serupa.

Saran

Berdasarkan hasil dan temuan penelitian ini, disarankan agar petani dan praktisi perkebunan tebu di wilayah Yogyakarta mempertimbangkan pemanfaatan biochar kulit

kakao dengan suhu pirolisis sekitar 300 °C sebagai bahan amelioran tanah. Penggunaan biochar jenis ini dapat memperbaiki struktur tanah grumusol, meningkatkan ketersediaan unsur hara, serta mendukung pertumbuhan vegetatif tebu secara optimal. Untuk pengembangan ke depan, diperlukan penelitian lanjutan yang meninjau pengaruh dosis aplikasi biochar, interval pemberian, dan efek jangka panjang terhadap hasil produksi tebu, kualitas nira, serta kesehatan tanah.

Selain itu, dari sisi akademik, hasil ini membuka peluang pengembangan teori baru mengenai interaksi biochar dengan mikroorganisme tanah dan sistem perakaran tanaman tebu pada kondisi edafik yang berbeda. Integrasi biochar dengan praktik pemupukan organik dan sistem pertanian berkelanjutan juga dapat menjadi arah penelitian berikutnya. Dalam konteks praktis, hasil penelitian ini dapat menjadi dasar kebijakan lokal dalam pemanfaatan limbah kulit kakao sebagai sumber bahan bakar dan bahan pembenah tanah, sehingga mendukung ekonomi sirkular dan ketahanan pangan berbasis sumber daya lokal.

DAFTAR PUSTAKA

- Abedini, H., Ozalp, N., & Davis, R. A. (2020). Biochar from cocoa shell pyrolysis: Potential sorbent for CO₂ capture. *Journal of Energy Resources Technology*, 143(2), 1–26.
- Adesina, A. A., Abbey, M. D., Shorinolu, S. I., Yusuf, M. F., & Agbaje, O. R. (2025). A review of the effect of pyrolysis conditions of biochar on plant growth. *Scientia - Technology, Science and Society*, 2(4), 3–27.
- Khater, E. S., Bahnasawy, A., Hamouda, R., Sabahy, A., Abbas, W., & Morsy, O. M. (2024). Biochar production under different pyrolysis temperatures: Physical and chemical properties. *Scientific Reports*. <https://www.nature.com/articles/s41598-024-52336-5>
- Li, X., Liu, H., Liu, N., Sun, Z., Fu, S., Zhan, X., Yang, J., Zhou, R., Zhang, H., Zhang, J., & Han, X. (2023). Pyrolysis temperature had effects on the physicochemical properties of biochar. *Plant, Soil and Environment*, 69(8), 363–373.
- Ouattara, L. Y., Kouassi, E. K. A., Soro, D., Soro, Y., Yao, K. B., Adouby, K., & Drogui, P. (2021). Cocoa pod husks as potential sources of renewable high value added products: A review of current valorizations and future prospects. *Bioresources*, 16(1), 1988–2020.
- Premalatha, R. P., Poorna, J., Nivetha, E., Malarvizhi, P., Manorama, K., Parameswari, E., & Davamani, V. (2023). A review on biochar's effect on soil properties and crop. *Frontiers in Energy Research*. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2023.1092637>
- Roshan, A., Ghosh, D., & Mait, S. K. (2023). How temperature affects biochar properties for application in coal mine spoils? A meta-analysis. *Carbon Research*, 2(3), 1–17.

- Saputra, I., Prijono, S., Soemarno, & Suntari, R. (2024). Application of oil palm and cacao waste biochar to improve chemical properties of an ultisol of Langsa, Aceh. *Journal of Degraded and Mining Lands Management (JDMLM)*, 12(1), 6637–6649.
- Thomas, D., & Zubkov, P. (2023). *Quantitative research designs*. Andrews University.
- Tomczyk, A., Sokołowska, Z., & Boguta, P. (2020). Biochar physicochemical properties: Pyrolysis temperature and feedstock kind effects. *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*, 19(1), 191–215.
- Zhou, H., Guo, J., Liu, H., Wang, J., & Wang, Y. (2024). Effects of biochar pyrolysis temperature and application rate on saline soil quality and maize yield. *Agronomy*, 14(7), 1529.

Implementasi Algoritma *Machine Learning* untuk Deteksi Penyakit Daun Tebu: Analisis Perbandingan Kinerja

Agus Wantoro^{1*}, Dwi Feriyanto², Arry Verdian³, Rakhmat Dedi Gunawan⁴

¹Teknik Informatika, Fakultas Teknologi dan Informatika, Universitas Aisyah Pringsewu

²Rekayasa Perangkat Lunak, Fakultas Teknologi dan Informatika, Universitas Aisyah Pringsewu

³Pendidikan Informatika, Fakultas Pendidikan, STKIP Rosalia Metro

⁴Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Teknokrat Indonesia

Email: dwiferiyanto@aisyahuniversity.ac.id

Abstrak

Tebu merupakan komoditas perkebunan penting yang menjadi bahan baku utama industri gula nasional. Produktivitas tebu sangat dipengaruhi oleh serangan penyakit daun seperti karat daun, bercak daun, dan mosaik tebu, yang dapat menurunkan hasil panen secara signifikan. Identifikasi penyakit secara manual oleh tenaga ahli masih menjadi kendala karena sifatnya subjektif, memerlukan waktu lama, serta sulit dilakukan pada area perkebunan yang luas. Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan teknologi seperti algoritma *Machine Learning* (ML). Tujuan penelitian ini bertujuan membandingkan kinerja dan kompleksitas komputasi beberapa algoritma klasifikasi citra digital dalam mendeteksi penyakit daun tebu secara otomatis. Metode penelitian meliputi pengumpulan dataset citra daun tebu, pra-pemrosesan, ekstraksi citra, serta penerapan beberapa algoritma klasifikasi seperti Naive Bayes (NB), Support Vector Machine (SVM), k-Nearest Neighbor (KNN), Random Forest (RF), dan Neural Network (NN). Setiap algoritma dievaluasi berdasarkan akurasi, precision, recall, serta kompleksitas komputasi yang diukur melalui waktu komputasi (train). Hasil pengujian kinerja menunjukkan bahwa algoritma NN memberikan akurasi tertinggi, sedangkan algoritma Random Forest (RF) lebih efisien secara komputasi. Temuan ini akan memberikan kontribusi penting dalam pengembangan sistem deteksi penyakit daun tebu berbasis citra digital yang akurat dan efisien, sebagai bagian dari penerapan pertanian presisi (precision agriculture) di Indonesia.

Kata kunci: Tebu, Penyakit daun, Klasifikasi citra, *Machine learning*

Abstract

Sugarcane is an important plantation commodity that serves as the main raw material for the national sugar industry. Sugarcane productivity is significantly affected by leaf diseases such as rust, leaf spot, and sugarcane mosaic, which can significantly reduce yields. Manual disease identification by experts remains a challenge due to its subjective nature, time-consuming, and difficult to implement on large plantation areas. To overcome this, technologies such as Machine Learning (ML) algorithms are needed. The purpose of this study is to compare the performance and computational complexity of several digital image classification algorithms in automatically detecting sugarcane leaf diseases. The research methods include collecting sugarcane leaf image datasets, pre-processing, image extraction, and the application of several classification algorithms such as Naive Bayes (NB), Support Vector Machine (SVM), k-Nearest Neighbor (KNN), Random Forest (RF), and Neural Network (NN). Each algorithm was evaluated based on accuracy, precision, recall, and computational complexity as measured by computational time (training). The performance test results showed that the NN algorithm provided the highest accuracy, while the Random Forest (RF) algorithm was more computationally efficient. This finding will provide an important contribution in the development of an accurate and efficient digital image-based sugarcane leaf disease detection system, as part of the implementation of precision agriculture in Indonesia.

Keywords: Sugarcane, Leaf disease, Image classification, *Machine learning*

PENDAHULUAN

Tebu (*Saccharum officinarum* L.) merupakan salah satu komoditas perkebunan strategis yang menjadi bahan baku utama dalam industri gula nasional (Kumar *et al.*, 2022). Produktivitas tebu sangat dipengaruhi oleh kondisi kesehatan tanaman, khususnya pada bagian daun yang berperan penting dalam proses fotosintesis (Huang *et al.*, 2020). Serangan penyakit daun seperti Penyakit Karat Daun (*Puccinia melanocephala*), Penyakit Bercak Daun (*Cercospora longipes*), dan Penyakit Mozaik Tebu (Sugarcane Mosaic Virus) sering menimbulkan penurunan kualitas dan kuantitas hasil panen. Gejala-gejala penyakit ini umumnya ditandai oleh perubahan warna, pola bercak, dan bentuk daun yang khas, sehingga dapat diidentifikasi melalui citra digital (Chen *et al.*, 2025).

Dalam praktik di lapangan, identifikasi penyakit daun tebu masih banyak dilakukan secara manual oleh tenaga ahli atau petani, yang sangat bergantung pada pengalaman dan kondisi pencahayaan saat pengamatan (Hidayah, 2020). Pendekatan ini bersifat subjektif, memakan waktu, dan tidak efisien, terutama untuk area perkebunan yang luas. Oleh karena itu, diperlukan metode otomatis berbasis pengolahan citra digital dan Machine Learning yang mampu mengidentifikasi penyakit secara cepat, akurat, dan konsisten.

Namun, hingga saat ini belum terdapat standar algoritma klasifikasi yang optimal untuk mendeteksi penyakit daun tebu. Berbagai penelitian telah menerapkan algoritma seperti Naive Bayes (NB), Support Vector Machine (SVM), k-Nearest Neighbors (KNN), Random Forest (RF), dan Neural Network (CNN), tetapi hasil akurasi dan efisiensi komputasi yang diperoleh masih bervariasi tergantung pada karakteristik dataset, teknik ekstraksi fitur, dan parameter model yang digunakan.

Penerapan teknologi klasifikasi citra pada bidang pertanian, khususnya tanaman tebu, memiliki urgensi yang tinggi untuk mendukung konsep pertanian presisi (precision agriculture). Dengan sistem klasifikasi yang akurat dan efisien, deteksi dini penyakit daun dapat dilakukan menggunakan citra digital. Hal ini tidak hanya menghemat biaya dan waktu, tetapi juga memungkinkan pengambilan keputusan cepat untuk pengendalian penyakit, sehingga dapat meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan industri gula nasional. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa algoritma berbasis deep learning seperti CNN mampu memberikan akurasi tinggi dalam klasifikasi penyakit daun pada berbagai tanaman, seperti padi, tomat, dan jagung (Srivastava *et al.*, 2020). Namun, algoritma ini sering membutuhkan sumber daya komputasi besar dan waktu pelatihan yang lama.

Sebaliknya, algoritma ML konvensional seperti SVM atau Random Forest menawarkan kecepatan yang lebih baik dengan akurasi yang kompetitif, terutama bila didukung teknik ekstraksi fitur warna, tekstur, dan bentuk yang tepat (Thite *et al.*, 2024). Sebagian besar studi terdahulu berfokus hanya pada perbandingan akurasi, tanpa mempertimbangkan kompleksitas komputasi dan efisiensi model, yang menjadi faktor penting untuk implementasi di perangkat lapangan berdaya rendah

Berdasarkan kajian literatur, masih terdapat kesenjangan penelitian (research gap) dalam beberapa hal yaitu (a) belum adanya kajian komprehensif yang membandingkan performa akurasi dan kompleksitas komputasi dari berbagai algoritma klasifikasi pada citra daun tebu secara bersamaan. (b) minimnya penelitian yang mengukur efisiensi model dari sisi waktu pelatihan secara kuantitatif. (c) kurangnya analisis mengenai trade-off antara akurasi dan efisiensi komputasi untuk menentukan model terbaik yang seimbang antara kinerja dan implementabilitas di lapangan

Penelitian ini bertujuan untuk (a) Perbandingan algoritma klasifikasi penyakit daun tebu berbasis citra digital menggunakan algoritma (NB, k-NN, SVM, NN, dan RF). (b) Membandingkan akurasi, dan waktu komputasi dari masing-masing algoritma. (c) Menentukan algoritma paling optimal yang mampu memberikan keseimbangan antara akurasi tinggi dan efisiensi komputasi

METODE

Penelitian ini dirancang dengan pendekatan eksperimen kuantitatif menggunakan citra digital daun tebu yang diklasifikasikan berdasarkan jenis penyakitnya. Tahapan penelitian secara umum meliputi pengumpulan data, pra-pemrosesan citra, ekstraksi fitur, penerapan algoritma klasifikasi, evaluasi kinerja, dan analisis hasil. Alur penelitian digambarkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan penelitian

Pengumpulan Data Citra

Tahap awal meliputi pengumpulan citra daun tebu yang mewakili berbagai kondisi seperti citra daun sehat dan daun yang terinfeksi penyakit. Pengumpulan data citra diambil dari repositori <https://www.kaggle.com>. Kami menggunakan 2521 yang terbagi kedalam lima penyakit yaitu healthy, Mosaic, RedRot, Rust, dan Yellow (Li *et al.*, 2024). Setiap citra kemudian diberi label sesuai jenis penyakit berdasarkan identifikasi pakar atau deskripsi referensi ilmiah seperti Gambar 2.



Gambar 2. Jenis penyakit daun tebu

Pra-pemrosesan Citra (Preprocessing)

Tahap ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas citra agar lebih optimal dalam proses analisis. Beberapa langkah yang dilakukan antara lain:

1. Resizing yaitu menyeragamkan ukuran citra agar sesuai dengan input model.
2. Filtering dan Noise Removal untuk menghilangkan noise
3. Segmentasi Daun yaitu memisahkan objek daun dari latar belakang menggunakan thresholding
4. Augmentasi Data yaitu melakukan rotasi, flipping, dan perubahan kecerahan untuk memperbanyak variasi data dan menghindari overfitting.

Ekstraksi Fitur

Ekstraksi fitur dilakukan untuk memperoleh representasi numerik dari citra yang akan digunakan oleh algoritma klasifikasi.

Penerapan Algoritma Klasifikasi

Beberapa algoritma akan diterapkan dan dibandingkan untuk mengidentifikasi penyakit daun tebu, antara lain:

1. Support Vector Machine (SVM)
2. Naive Bayes (NB)
3. k-Nearest Neighbor (k-NN)
4. Random Forest (RF)

5. Neural Network (NN)

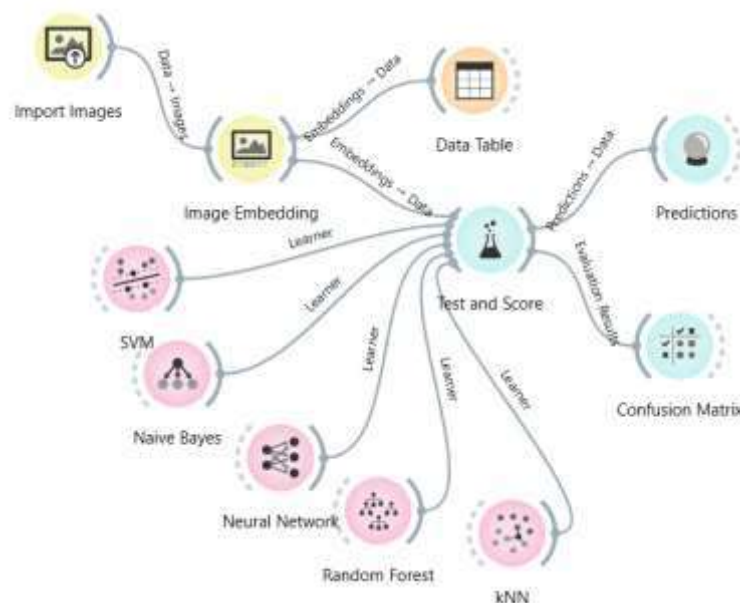
Setiap algoritma akan dilatih dan diuji menggunakan data yang telah diproses, dengan pembagian data pada data latih (training) dan uji (testing).

Evaluasi Kinerja

Evaluasi dilakukan dengan dua perspektif utama yaitu kinerja klasifikasi berupa nilai *Accuracy*, *Precision*, dan *Recall*. Selain itu, kami melakukan analisis perbandingan kompleksitas komputasi yaitu mengevaluasi kinerja berdasarkan waktu pelatihan (training time) dan waktu prediksi (*inference time*). Pendekatan ini bertujuan untuk menemukan model yang tidak hanya akurat, tetapi juga efisien secara komputasi, sehingga dapat diimplementasikan pada perangkat dengan sumber daya terbatas

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kami menggunakan tools Orang untuk melakukan perbandingan algoritma ML. Tools ini mampu mengintegrasikan berbagai algoritma machine learning dan data mining (seperti klasifikasi, klusterisasi, dan regresi). Orange memungkinkan pengguna untuk membangun dan mengevaluasi model prediktif dengan mudah (Akkaya & Turgay, 2024). Gambar 3 menampilkan desain pengujian algoritma.



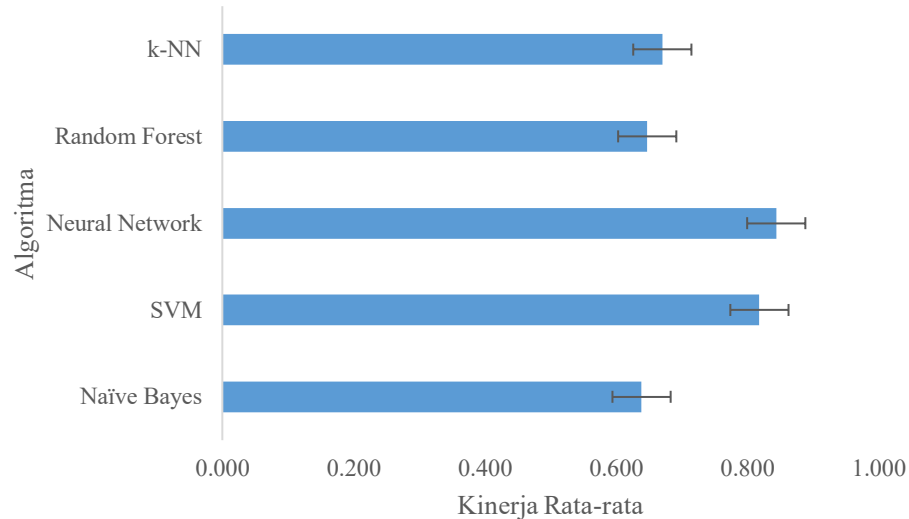
Gambar 3. Desain model pengujian algoritma ML

Kami menggunakan cross-validation (k-fold=5) dengan komposisi data training 80% dan data testing 20%. Hasil temuan kami, kompisis ini memiliki kinerja optimal. Hasil perbandingan kinerja ditampilkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Akurasi, Precision, dan Recall

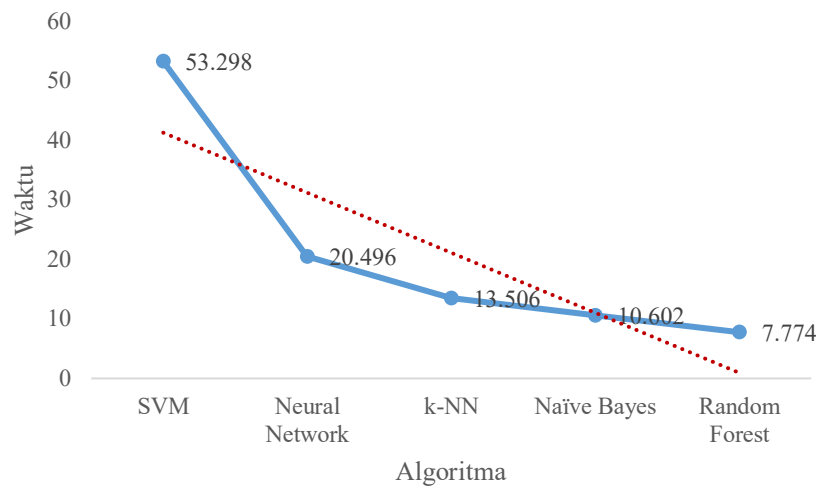
No	Algoritma	Akurasi	Precision	Recall
1	Naïve Bayes	0.636	0.645	0.636
2	SVM	0.818	0.820	0.818
3	Neural Network (NN)	0.844	0.845	0.844
4	Random Forest	0.648	0.647	0.648
5	k-NN	0.667	0.678	0.667

Hasil pengujian algoritma pada dataset citra daun tebu menampilkan kinerja yang berbeda-beda. Algoritma Neural Network (NN) secara konsisten menjadi yang terbaik. Hal ini karena secara implisit algoritma NN dapat mendeteksi dan memodelkan hubungan yang rumit dan nonlinier antara variabel input dan output, sesuatu yang sulit dilakukan oleh metode statistik atau algoritma tradisional lainnya. Sedangkan algoritma Naive Bayes menjadi yang terburuk. Nilai rata-rata algoritma berdasarkan akurasi, precision, dan recall ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Perbandingan kinerja rata-rata

Gambar 4 menunjukkan bahwa nilai rata-rata algoritma NN secara konsisten menunjukkan yang terbaik disusul SVM. Sedangkan algoritma dengan nilai rata-rata terburuk yaitu Naive Bayes. Selanjutnya kami melakukan perbandingan waktu komputasi yang dibutuhkan algoritma dalam membangun model yang ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Waktu komputasi algoritma

Hasil pengujian kinerja waktu komputasi, algoritma Random Forest menunjukkan waktu terbaik disusul algoritma Naive Bayes. Sedangkan algoritma SVM menunjukkan kinerja waktu terburuk. Meskipun secara akurasi algoritma Random Forest buruk, namun dari kecepatan komputasi menjadi yang tercepat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan tahapan penelitian yang dirancang, diperoleh beberapa poin penting yaitu (a) Identifikasi penyakit daun tebu berbasis citra digital merupakan solusi efektif untuk mengatasi keterbatasan metode manual dalam mendeteksi penyakit tanaman di lapangan. (b) Perbandingan berbagai algoritma klasifikasi seperti Naive Bayes (NB), Neural Network (NN), k-Nearest Neighbors (k-NN), SVM, dan Random Forest memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai trade-off antara akurasi dan efisiensi waktu komputasi. (c) Algoritma NN unggul dalam akurasi karena kemampuannya mengekstraksi fitur visual secara otomatis, namun memiliki kompleksitas komputasi tinggi. Sebaliknya, algoritma seperti Random Forest cenderung lebih ringan dan cepat, sehingga cocok untuk implementasi lapangan berbasis perangkat terbatas. (d) Penelitian ini menegaskan pentingnya evaluasi multi-aspek (akurasi, precision, recall, dan waktu) untuk menentukan model terbaik, bukan hanya berdasarkan akurasi semata.

Diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan sistem deteksi otomatis penyakit tebu berbasis kamera atau drone, guna mendukung digitalisasi dan efisiensi sektor pertanian tebu di Indonesia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak terutama kepada Universitas Aisyah Pringsewu yang telah mendukung penuh penelitian ini. Kami juga ucapkan terimakasih kepada dosen Fakultas Teknologi dan Informatika dan petani Tebu di Kabupaten Pringsewu yang telah membantu memberikan masukan dan saran serta validasi data citra.

DAFTAR PUSTAKA

- Akkaya, E., & Turgay, S. (2024). Unveiling the Power: A Comparative Analysis of Data Mining Tools through Decision Tree Classification on the Bank Marketing Dataset. *Wseas Transactions on Computers*, 23, 95–105. <https://doi.org/10.37394/23205.2024.23.9>
- Chen, J.-L., Sun, S.-R., Wang, Z.-Q., Fu, H.-Y., Xu, H.-Y., Chang, H.-L., Gao, S.-J., & Wang, Q.-N. (2025). Identification of Causal Agents of Rust of *Saccharum* spp. and Assessment of Resistance to Brown Rust in *Erianthus arundinaceus* Clones and Their Offspring. In *Plants* (Vol. 14, Issue 8). <https://doi.org/10.3390/plants14081221>
- Hidayah, N. (2020). Peluang Pengembangan Pengendalian Penyakit Luka Api pada Tebu di Indonesia. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri*, 12(2), 94–108. <https://doi.org/10.21082/btsm.v12n2.2020.94-108>
- Huang, J., Khan, M. T., Perecin, D., Coelho, S. T., & Zhang, M. (2020). Sugarcane for bioethanol production: Potential of bagasse in Chinese perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 133, 110296. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110296>
- Kumar, M., Upadhyay, S. N., & Mishra, P. K. (2022). Pyrolysis of Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) Leaves and Characterization of Products. *ACS Omega*, 7(32), 28052–28064. <https://doi.org/10.1021/acsomega.2c02076>
- Li, X., Li, X., Zhang, M., Dong, Q., Zhang, G., Wang, Z., & Wei, P. (2024). SugarcaneGAN: A novel dataset generating approach for sugarcane leaf diseases based on lightweight hybrid CNN-Transformer network. *Computers and Electronics in Agriculture*, 219, 108762. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.108762>
- Srivastava, S., Kumar, P., Mohd, N., Singh, A., & Gill, F. S. (2020). A Novel Deep Learning Framework Approach for Sugarcane Disease Detection. *SN Computer Science*, 1(2), 87. <https://doi.org/10.1007/s42979-020-0094-9>
- Thite, S., Suryawanshi, Y., Patil, K., & Chumchu, P. (2024). Sugarcane leaf dataset: A dataset for disease detection and classification for machine learning applications. *Data in Brief*, 53, 110268. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.dib.2024.110268>

Studi Docking Senyawa Aktif Bunga Kelapa Sawit terhadap DNA Gyrase Topoisomerase-II dan Lipid Binding Protein untuk Skrining Antibakteri dan Antijamur

Syahidah Asma Amanina^{1*}, Gempur Irawan Supena Putra², Ivo Mailisa³

¹Fakultas Farmasi, Universitas Indonesia, Indonesia

²Departement Biokimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, IPB, Indonesia

³Departement Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, IPB, Indonesia

Email: syahidah.asma41@ui.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi senyawa estragol, anethole, anisole, methyl eugenol, ethyl oleate, 1-Octanamine N-methyl bunga kelapa sawit sebagai penghambat reseptor DNA gyrase dan lipid binding protein. Melalui penelitian ini dilakukan prediksi interaksi pengikatan molekuler dengan menggunakan perangkat lunak yaitu PyMOL (Schrödinger, United States), AutoDockTools Ver 1.5.7 (Molecular Graphic Laboratory, The Scripps Research Institute, United States), dan BIOVIA Discovery Studio 2021 (Dassault Systèmes, France). Hasil validasi metode docking mendapatkan nilai RMSD yang tergolong baik ($< 2\text{\AA}$). Nilai energi ikatan bebas (ΔG) terendah dari senyawa volatil bunga sawit pada reseptor DNA gyrase berturut-turut yaitu kompleks reseptor dengan ligan anethole (-5.23 kkal/mol), methyl eugenol (-5.15 kkal/mol), estragol (-4.93 kkal/mol), 1-octanamine, n-methyl (-4.27 kkal/mol), ethyl oleate (-4.11 kkal/mol), dan anisole (-3.97 kkal/mol). Nilai energi ikatan bebas (ΔG) terendah dari senyawa volatil bunga sawit pada reseptor lipid binding protein berturut-turut yaitu kompleks reseptor dengan ligan methyl eugenol (-5.61 kkal/mol), anethole (-5.51 kkal/mol), ethyl oleate (-5.49 kkal/mol), estragol (-5.29 kkal/mol), anisole (-4.31 kkal/mol), 1-octanamine, n-methyl (-3.89 kkal/mol). Clorobiocin dan picolinamide sebagai kontrol positif memiliki nilai energi ikatan bebas (ΔG) yang lebih rendah terhadap DNA gyrase dan lipid binding protein sebesar -5.88 kkal/mol dan -8.10 kkal/mol berturut-turut.

Kata kunci: Antibakteri, Antifungi, Bunga kelapa sawit, DNA gyrase, Lipid binding protein

Abstract

This study aims to determine the potential of estragol, anethole, anisole, methyl eugenol, ethyl oleate, and 1-Octanamine N-methyl compounds from oil palm flowers as inhibitors of DNA gyrase receptors and lipid binding proteins. Molecular binding interaction predictions were performed using PyMOL (Schrödinger, United States), AutoDockTools Ver 1.5.7 (Molecular Graphic Laboratory, The Scripps Research Institute, United States), and BIOVIA Discovery Studio 2021 (Dassault Systèmes, France) software. The docking method validation results yielded a relatively good RMSD value ($< 2\text{\AA}$). The lowest free binding energy (ΔG) values of volatile compounds from palm flowers on the DNA gyrase receptor are, respectively, the receptor complex with ligands anethole (-5.23 kcal/mol), methyl eugenol (-5.15 kcal/mol), estragol (-4.93 kcal/mol), 1-octanamine, n-methyl (-4.27 kcal/mol), ethyl oleate (-4.11 kcal/mol), and anisole (-3.97 kcal/mol). The lowest free binding energy (ΔG) values of volatile compounds from oil palm flowers on lipid binding protein receptors are receptor complexes with methyl eugenol ligands (-5.61 kcal/mol), anethole (-5.51 kcal/mol), ethyl oleate (-5.49 kcal/mol), estragol (-5.29 kcal/mol), anisole (-4.31 kcal/mol), 1-octanamine, n-methyl (-3.89 kcal/mol). Chlorobiocin and picolinamide, as positive controls, have lower free binding energy (ΔG) values against DNA gyrase and lipid binding protein, respectively, of -5.88 kcal/mol and -8.10 kcal/mol.

Keywords: Antibacterial, Antifungal, Oil palm flowers, DNA gyrase, Lipid binding protein

PENDAHULUAN

Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) merupakan tumbuhan berumah satu (*Monoecious*) yaitu terdapat bunga jantan dan bunga betina yang terpisah tetapi masih ada dalam satu pohon. Bunga jantan dan bunga betina akan mekar pada waktu yang berbeda, dimana bunga jantan akan mekar lebih dulu dibandingkan bunga betina yang memerlukan penyerbukan [1]. Kandungan senyawa volatile dari bunga sawit jantan banyak mengandung senyawa estragole [2]. Sementara itu kandungan bunga sawit jantan memiliki beberapa kandungan senyawa seperti asam palmitat, estragole dan 1-dodecyne yang memiliki banyak manfaat. Kandungan senyawa kimia yang hanya terdapat pada bunga sawit jantan dan tidak terkandung dalam bunga sawit betina yaitu senyawa estragole.

Senyawa estragole atau biasa disebut metil cavikol merupakan senyawa turunan alil fenol yang secara alami terdapat dalam kandungan ekstrak pada bunga sawit jantan [3]. Meski telah banyak kajian yang menerangkan kandungan bahan aktif bunga kelapa sawit namun, data mengenai aktivitas biologisnya masih sangat terbatas. Salah satu pendekatan untuk memprediksi aktivitas suatu senyawa dari tanaman dapat menggunakan pendekatan *in silico*. Virtual screening atau penapisan *in silico* merupakan suatu metode komputasi dengan performa yang tinggi untuk menganalisa suatu set database dari senyawa kimia untuk mengidentifikasi kandidat senyawa obat atau aktivitas bioaktif suatu senyawa [4, 5]. Kemajuan dalam simulasi dan pemodelan kimia komputasi dapat memberikan pengaruh yang berarti dalam menurunkan biaya dan waktu yang diperlukan dalam menemukan senyawa obat baru yang mendukung terciptanya kimia hijau atau green chemistry [6]. Pendekatan ini dapat untuk memprediksi aktivitas dari senyawa biologi yang terkandung dalam bagian tanaman yaitu aktivitas antibakteri dan antifungi dimana dalam hal ini adalah potensi bunga kelapa sawit sebagai inhibitor enzim DNA gyrase asal *Escherichia coli* serta reseptor lipid binding protein asal *Saccharmyces cerevisiae*. Maka, penelitian ini dilakukan untuk menguji senyawa aktif berupa estragol, anethole, anisole, methyl eugenol, ethyl oleate, 1-Octanamine N-methyl bunga kelapa sawit. Senyawa uji tersebut akan dibandingkan dengan kontrol positif berupa clorobiocin yang merupakan antibakteri golongan aminocoumarin yang berfungsi untuk menghambat enzim DNA gyrase, serta antifungi picolinamide yang mentarget lipid-transfer protein pada jamur.

METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu struktur kristal DNA gyrase (PDB ID: 1KZN), Lipid Binding Protein (PDB ID: 6F0E), ligan native clorobiocin (PubChem ID: 54706138) dan picolinamide (PubChem ID: 54706138). Ligan uji yang digunakan berupa estragol (PubChem ID: 8815), anethole (PubChem ID: 637563), anisole (PubChem ID: 7519), methyl eugenol (PubChem ID: 7127), ethyl oleate (PubChem ID: 5363269), 1-Octanamine N-methyl (PubChem ID: 75538). Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini yaitu PyMOL (Schrödinger, United States), AutoDockTools Ver 1.5.7 (Molecular Graphic Laboratory, The Scripps Research Institute, United States), BIOVIA Discovery Studio 2021 (Dassault Systèmes, France), serta laman Protein Data Bank (PDB) (www.rcsb.org), dan PubChem (www.pubchem.ncbi.nlm.nih.gov).

Prosedur Penelitian

Ligands and Target Protein Preparation

Target protein yang digunakan dalam identifikasi potensi antibakteri adalah struktur kristal DNA gyrase (PDB ID: 1KZN) asal *Escherichia coli* dengan resolusi 2.30 Å [7] yang diunduh dari Protein Data Bank (PDB) (www.rcsb.org) dalam format pdb. Target protein pada identifikasi antifungi adalah struktur kristal Lipid Binding Protein (PDB ID: 6F0E) asal *Saccharomyces cerevisiae* S288C [8] dengan resolusi 2.60 Å. Protein dipreparasi menggunakan perangkat lunak PyMOL (Schrödinger, United States) dengan mengimpor struktur kristalografi protein. Dilakukan penghilangan H₂O, pemisahan protein dengan ligan *native*, dan penambahan atom hidrogen. Berkas protein hasil preparasi disimpan dalam format pdbqt. Ligan yang digunakan dalam penelitian ini dipilih berdasarkan hasil profiling senyawa kimia dari bunga sawit pada penelitian sebelumnya. Senyawa mayor yang dipilih sebagai ligan uji dapat dilihat pada Tabel 1. Ligan diunduh dari PubChem (www.pubchem.ncbi.nlm.nih.gov) dalam format SDF. Berkas ligan dikonversi menjadi format PDB menggunakan perangkat lunak PyMOL (Schrödinger, United States).

Tabel 1. Senyawa Kimia pada Bunga Sawit sebagai Ligan Uji

No.	Nama Senyawa	Rumus Molekul
1.	Estragole	C ₁₀ H ₁₂ O
2.	Anethole	C ₁₀ H ₁₂ O
3.	Anisole	C ₇ H ₈ O
4.	Methyl eugenol	C ₁₁ H ₁₄ O ₂
5.	Ethyl oleate	C ₂₀ H ₃₈ O ₂
6.	1-Octanamine, N-methyl	C ₉ H ₁₂ N

Molecular Docking

Penambatan molekuler senyawa kimia pada bunga sawit terhadap target protein dilakukan secara *in silico* menggunakan perangkat lunak AutoDockTools Ver 1.5.7 (Molecular Graphic Laboratory, The Scripps Research Institute, United States). *Docking* dilakukan dengan menggunakan prosedur rutin dan parameter default dari perangkat lunak AutoDockTools Ver 1.5.7 (Molecular Graphic Laboratory, The Scripps Research Institute, United States) dan menerapkan fungsi energi bebas empiris. Hidrogen polar dan *Kollman charge* ditambahkan ke protein. Dalam protokol *docking*, perangkat lunak tidak diizinkan untuk memutar ikatan ligan. Ligan *native* clorobiocin, dipasangkan ke situs pengikatan DNA gyrase dengan *grid box* pusat pada koordinat x = 18.325, y = 30.783, z = 36.761 dan dimensi kotak kisi 40 x 40 x 40 dengan jarak titik kisi 0,375 Å. Adapun ligan *native* picolinamide dipasangkan ke situs pengikatan Lipid Binding Protein dengan *grid box* pusat pada koordinat x = 37.145, y = 5.663, z = -17.724 dengan jarak titik kisi 0,375 Å. Program algoritma genetika Lamarckian dengan pencarian seluruh metode adaptif di AutoDock digunakan untuk menghitung konformer ligan yang berbeda. Nilai afinitas pengikatan (kcal/mol) dan nilai *root mean square deviation* (RMSD) dari ligan *native* diobservasi untuk validasi metode *docking*. Setelah tervalidasi, simulasi *docking* antara ligan uji dan protein target dilakukan dengan menggunakan prosedur dan situs pengikatan yang sama sesuai dengan ligan *native*. Hasil penambatan molekuler antara ligan dan protein disimpan dalam format pdb.

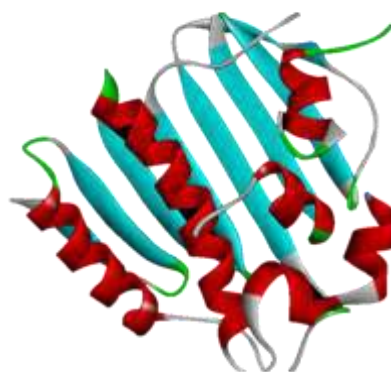
Docking Visualization

Hasil penambatan molekuler antara ligan dan protein divisualisasi menggunakan perangkat lunak BIOVIA Discovery Studio 2021 (Dassault Systèmes, France). Hasil *docking* dengan format pdb dibuka pada perangkat lunak BIOVIA Discovery Studio 2021 (Dassault Systèmes, France) kemudian diobservasi struktur 2D dan 3D dari kompleks ligan-protein. Hasil visualisasi dianalisis berdasarkan residu asam amino dan jenis interaksi kimia antar kompleks ligan-protein.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Molecular Docking Ligan dan DNA Gyrase

Pengujian potensi senyawa volatil bunga sawit sebagai inhibitor enzim DNA gyrase dilakukan secara virtual menggunakan AutoDockTools. Ligan yang digunakan dalam pengujian yaitu estragole, anethole, anisole, methyl eugenol, ethyl oleate, dan 1-octanamine, n-methyl, serta kontrol positif berupa clorobiocin. Adapun reseptor yang digunakan adalah enzim DNA gyrase (Gambar 1) informasi reseptor dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 1. Visualisasi enzim DNA gyrase

Tabel 2. Informasi Reseptor

Deskripsi	Reseptor
Parameter	DNA Gyrase
PDB ID	1KZN
Classification	Isomerase
Organisme	<i>Escherichia coli</i>
Metode	X-Ray Diffraction
Resolusi	2.30 Å

Ligan dan molekul air terlebih dahulu dihilangkan dari struktur protein target karena dapat mengganggu proses *docking*. Molekul air pada dasarnya akan memediasi interaksi ligan dengan reseptor, sehingga hasil *docking* yang didapat semakin baik. Tetapi proses *docking* akan berlangsung lebih kompleks karena variabel persamaan matematika *docking* yang perlu diselesaikan menjadi lebih banyak yang menyebabkan waktu *docking* semakin lama. Dengan begitu, perlu adanya optimasi antara akurasi dan kecepatan, di mana jika ingin prosesnya berjalan lebih cepat, maka akurasinya diturunkan hingga 70% sudah cukup mewakili hasil *docking* yang didapat. Begitu juga dengan adanya ligan yang terikat pada sisi aktif makromolekul akan menghalangi interaksi ligan yang akan ditambatkan [8].

Data hasil proses *docking* molekuler ligan uji terhadap DNA gyrase dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Molecular Docking Ligan dan DNA Gyrase

Ligan	Pubchem ID	Molecular weight (g/mol)	Binding affinity (kcal/mol)	RMSD	Hydrogen bond
Bunga sawit					
Estragole	8815	148.2	-4.93	0.00	Asn 46 (3.04 Å)
Anethole	637563	148.2	-5.23	0.00	Asn 46 (3.05 Å)
Anisole	7519	108.14	-3.97	0.00	-
Methyl eugenol	7127	178.23	-5.15	0.00	Asn 46 (3.06 Å), Asp 73 (2.93 Å)
Ethyl oleate	5363269	310.5	-4.11	0.00	-
1-Octanamine, N-methyl	75538	143.27	-4.27	0.00	Asp 73 (2.66 Å), (2.95 Å)
DNA gyrase inhibitor					
Clorobiocin	54706138	697.1	-5.88	0.00	Asn 46 (2.92 Å), Asp 49 (3.21 Å)

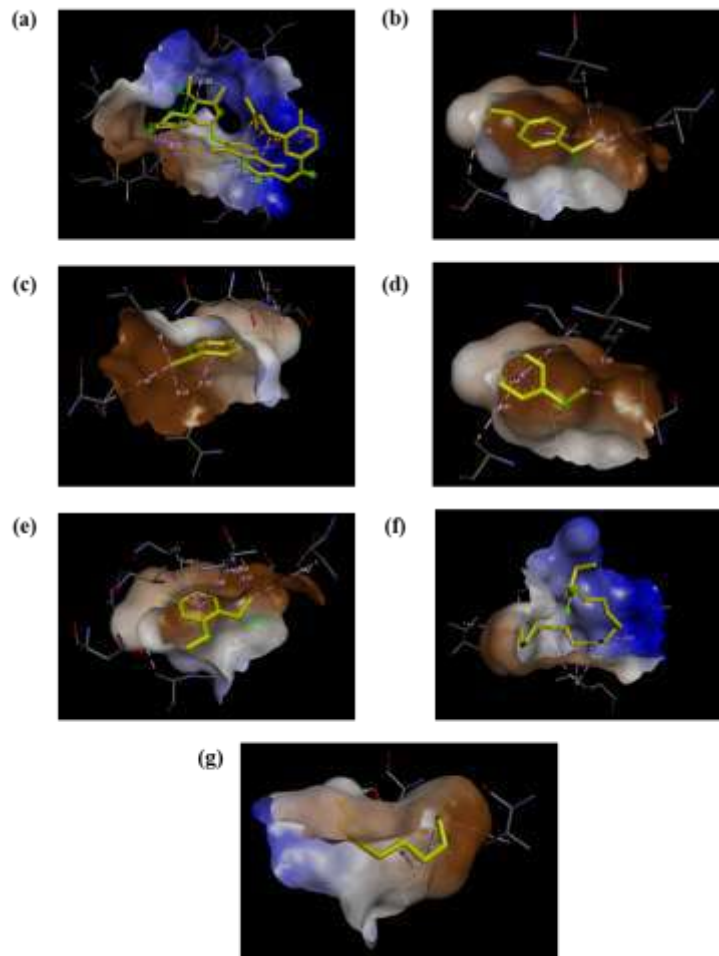
Pengujian potensi senyawa volatil dari bunga sawit sebagai inhibitor DNA gyrase dilakukan dengan molecular docking pada sisi aktif DNA gyrase. Clorobiocin digunakan sebagai kontrol positif yang merupakan inhibitor DNA gyrase dengan mekanisme pengikatan pada situs pengikatan ATP [9]. Sisi aktif DNA gyrase dikelilingi beberapa residu hidrofobik seperti Val43, Ala47, Ile78, Pro79, Ile90, Met91, Val120, Val167, Arg136, dan Asn46. Asn46 berkoordinasi dengan ion Mg^{2+} pada situs pengikatan ATP yang berperan penting dalam proses hidrolisis ATP [10]. Ligan clorobiocin berikatan pada situs pengikatan ATP seperti pada Gambar. Clorobiocin berinteraksi dengan sisi aktif enzim dengan membentuk dua ikatan hidrogen pada residu Asn46 dengan jarak 2.92 Å dan Asp49 dengan jarak 3.21 Å. Clorobiocin juga menunjukkan interaksi Pi-Anion dengan Glu50, Pi-Cation dengan Arg76, dan Pi-Sigma Ile90. Nilai energi ikatan bebas yang didapat yaitu -5.88 kkal/mol dan nilai RMSD (*Root Mean Square Deviation*) sebesar 0.00.

Estragol membentuk satu ikatan hidrogen dengan residu Asn 46 dengan jarak 3.04 Å yang menunjukkan senyawa tersebut tertambat pada sisi aktif enzim. Estragol berinteraksi dengan reseptor dengan membentuk ikatan alkyl pada Ile78, Ile90, Ala47,

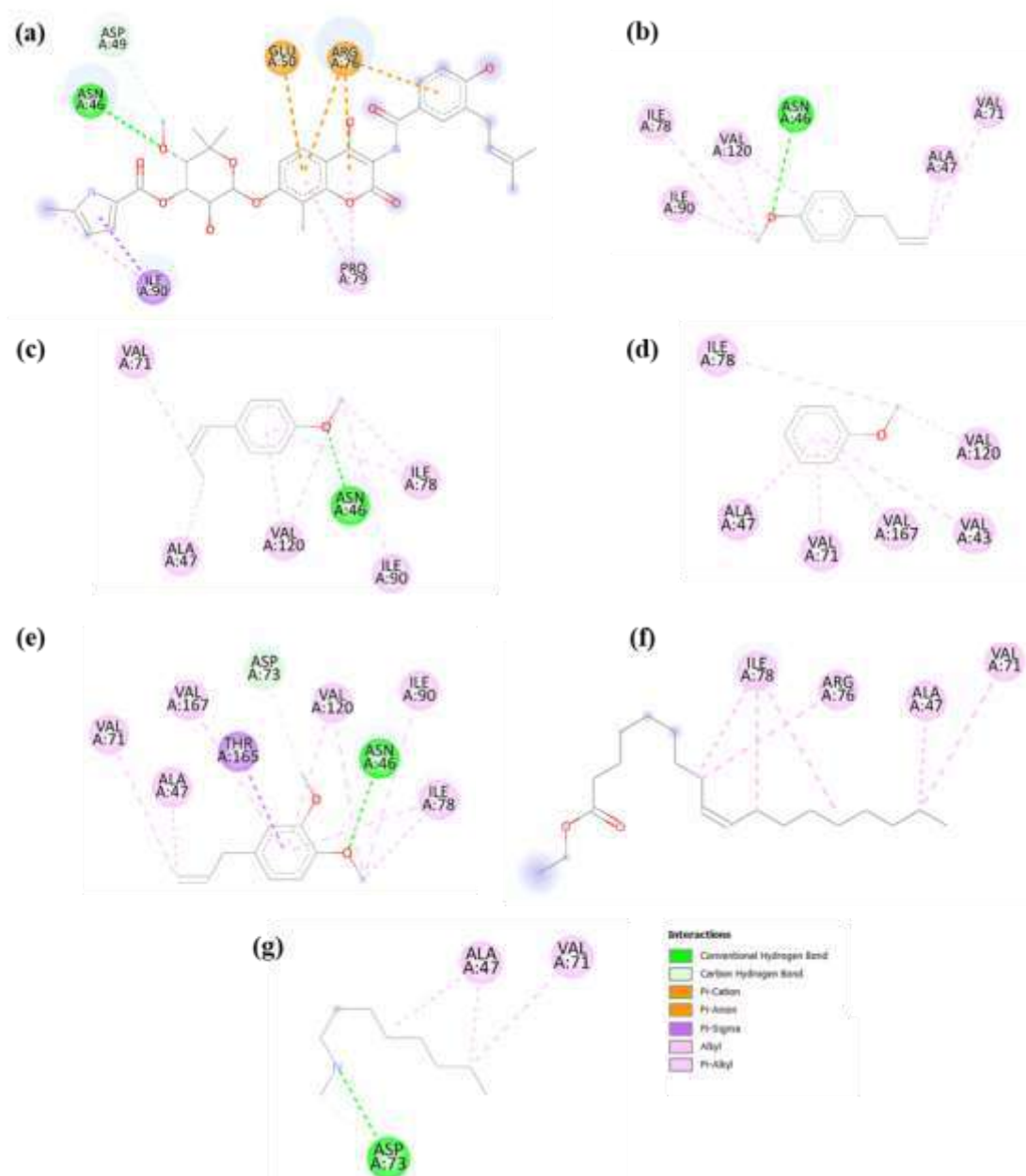
Val71, serta ikatan Pi-Alkyl pada Val120. Nilai energi bebas ikatan yang didapat yaitu -4.93 kkal/mol serta RMSD 0.00. Anethol membentuk satu ikatan hidrogen dengan residu Asn 46 dengan jarak 3.05 Å yang menunjukkan senyawa tersebut tertambat pada sisi aktif enzim. Anethol juga berinteraksi dengan reseptor dengan membentuk ikatan alkyl pada Val71, Ala47, Ile90, serta ikatan Pi-Alkyl pada Val120 dan Ile78. Nilai energi bebas ikatan yang didapat yaitu -5.23 kkal/mol serta RMSD 0.00. Anisole berinteraksi dengan reseptor dengan membentuk ikatan alkyl pada Ile78, serta ikatan Pi-Alkyl pada Ala47, Val71, Val167, Val43, dan Val120. Nilai energi bebas ikatan yang didapat yaitu -3.97 kkal/mol serta RMSD 0.00.

Methyl eugenol membentuk dua ikatan hidrogen dengan residu Asn 46 dengan jarak 3.06 Å dan Asp 73 dengan jarak 2.93 Å yang menunjukkan senyawa tersebut tertambat pada sisi aktif enzim. Methyl eugenol juga berinteraksi dengan reseptor dengan membentuk ikatan alkyl pada Val71, Ala47, Ile90, ikatan Pi-Sigma pada Thr165, serta ikatan Pi-Alkyl pada Ile78, Val120, Val167. Nilai energi bebas ikatan yang didapat yaitu -5.15 kkal/mol serta RMSD 0.00. Ethyl oleate berinteraksi dengan reseptor dengan membentuk ikatan alkyl pada Ile78, Arg76, Ala47, Val71. Nilai energi bebas ikatan yang didapat yaitu -4.11 kkal/mol serta RMSD 0.00. Senyawa 1-Octanamine, N-methyl membentuk dua ikatan hidrogen dengan residu Asp 73 dengan jarak 2.66 Å dan 2.95 Å yang menunjukkan senyawa tersebut tertambat pada sisi aktif enzim. 1-Octanamine, N-methyl juga berinteraksi dengan reseptor dengan membentuk ikatan alkyl pada Ala47 dan Val71. Nilai energi bebas ikatan yang didapat yaitu -4.27 kkal/mol serta RMSD 0.00.

Berdasarkan data hasil docking didapati nilai RMSD yang tergolong baik. Nilai RMSD dikatakan baik jika $< 2\text{\AA}$. Dengan penyimpangan yang semakin besar, semakin besar kesalahan pada prediksi interaksi ligan dengan makromolekul. Nilai RMSD terbaik adalah nilai yang mendekati 0 [8]. Nilai energi ikatan bebas (ΔG) terendah dari senyawa volatil bunga sawit berturut-turut yaitu kompleks reseptor dengan ligan anethole (-5.23 kkal/mol), methyl eugenol (-5.15 kkal/mol), estragol (-4.93 kkal/mol), 1-octanamine, n-methyl (-4.27 kkal/mol), ethyl oleate (-4.11 kkal/mol), dan anisole (-3.97 kkal/mol). Clorobiocin sebagai kontrol positif memiliki nilai ΔG yang lebih rendah yaitu -5.88 kkal/mol. Semakin rendah atau terjadi kenaikan nilai negatif dari harga ΔG , maka ikatan kompleks enzim-ligan akan semakin kuat karena kestabilan dan kekuatan interaksi nonkovalen pada kompleks enzim-ligan dapat dilihat dari besarnya energi bebas yang dilepaskan saat interaksi pada kompleks enzim-ligan terbentuk [7].



Gambar 2. Interaksi 3D antara ligan dan DNA gyrase *E. coli* (PDB ID: 1KZN) (a) clorobiocin, (b) estragol, (c) anethole, (d) anisole, (e) methyl eugenol, (f) ethyl oleate, (g) 1-octanamine, N-methyl

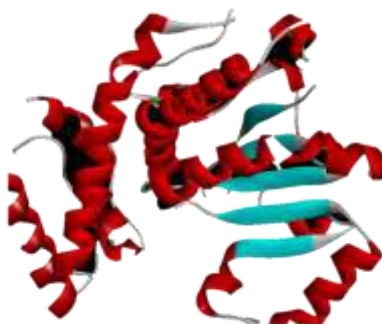


Gambar 3. Ikatan kimia dan residu asam amino yang berinteraksi antar ligan dan DNA gyrase *E. coli* (PDB ID: 1KZN) (a) clorobiocin, (b) estragol, (c) anethole, (d) anisole, (e) methyl eugenol, (f) ethyl oleate, (g) 1-octanamine, N-methyl

Hasil Molecular Docking Ligan dan Lipid Binding Protein

Pengujian potensi senyawa volatil bunga sawit sebagai inhibitor lipid binding protein dilakukan secara virtual menggunakan AutoDockTools. Ligan yang digunakan dalam pengujian yaitu estragole, anethole, anisole, methyl eugenol, ethyl oleate, dan 1-

octanamine, n-methyl, serta kontrol positif berupa picolinamide. Adapun reseptor yang digunakan adalah lipin binding protein (Gambar 4) informasi reseptor dapat dilihat pada tabel 4.



Gambar 4. Visualisasi lipin binding protein

Tabel 4. Informasi Reseptor

Deskripsi	Reseptor
PDB ID	6F0E
Classification	Lipid Binding Protein
Organisme	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> S288C
Metode	X-ray diffraction
Resolusi	2.60 Å
PDB ID	6F0E

Ligan dan molekul air terlebih dahulu dihilangkan dari struktur protein target karena dapat mengganggu proses *docking*. Molekul air pada dasarnya akan memediasi interaksi ligan dengan reseptor, sehingga hasil *docking* yang didapat semakin baik. Tetapi proses *docking* akan berlangsung lebih kompleks karena variabel persamaan matematika *docking* yang perlu diselesaikan menjadi lebih banyak yang menyebabkan waktu *docking* semakin lama. Dengan begitu, perlu adanya optimasi antara akurasi dan kecepatan, di mana jika ingin prosesnya berjalan lebih cepat, maka akurasinya diturunkan hingga 70% sudah cukup mewakili hasil *docking* yang didapat. Begitu juga dengan adanya ligan yang terikat pada sisi aktif makromolekul akan menghalangi interaksi ligan yang akan ditambatkan (Listyani *et al.*, 2019). Data hasil proses *docking* molekuler ligan uji terhadap lipin binding protein dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Molecular Docking Ligan dan Lipid Binding Protein

Ligan	Pubchem ID	Molecular weight (g/mol)	Binding affinity (kcal/mol)	RMSD	Hydrogen bond
Bunga sawit					
Estragole	8815	148.2	-5.29	0.00	Tyr 111 (2.78 Å), Ser 173 (2.74 Å), Tyr 151 (3.83 Å), Thr 175 (3.44 Å)
Anethole	637563	148.2	-5.51	0.26	Ser 201 (3.32 Å), Tyr 151 (4.13 Å), Tyr 205 (3.08 Å)
Anisole	7519	108.14	-4.31	0.00	Tyr 111 (2.87 Å), Ser 173 (2.61 Å), Thr 175 (3.70 Å)
Methyl eugenol	7127	178.23	-5.61	0.00	Tyr 151 (3.78 Å), Thr 175 (3.57 Å)
Ethyl oleate	5363269	310.5	-5.49	0.0	Ser 201 (3.13 Å)
1-Octanamine, N-methyl	75538	143.27	-3.89	0.0	Tyr 205 (2.72 Å)
Lipid binding protein inhibitor					
Picolinamide	54706138	697.1	-8.10	0.00	Ser 173 (3.20 Å), Glu 207 (2.94 Å), Pro 206 (3.11 Å)

Pengujian potensi senyawa volatil dari bunga sawit sebagai inhibitor lipid binding protein dilakukan dengan molecular docking pada sisi aktif lipid binding protein. Picolinamide digunakan sebagai kontrol positif yang merupakan inhibitor lipid binding protein dengan mekanisme pengikatan pada situs pengikatan lipid binding pocket. Sisi aktif lipid binding protein dikelilingi beberapa residu asam amino seperti Val154, Val155, Tyr151, Ser173, Arg208, Ser201, Tyr205, Met209, Thr175, Phe212, Met177 [8]. Ligan picolinamide berikatan pada situs pengikatan lipid binding protein seperti pada Gambar. Picolinamide berinteraksi dengan sisi aktif protein dengan membentuk tiga ikatan hidrogen pada residu Ser173 dengan jarak 3.20 Å, Glu207 dengan jarak 2.94 Å, dan Pro206 dengan jarak 3.11 Å. Picolinamine juga menunjukkan interaksi van der Waals dengan Gln202, ikatan Pi-alkyl dengan Arg208 dan Met209, serta Pi-Pi stacked dan amide-Pi stacked dengan Thr151 dan Ser20. Nilai energi ikatan bebas yang didapat yaitu -8.10 kkal/mol dan nilai RMSD (*Root Mean Square Deviation*) sebesar 0.00.

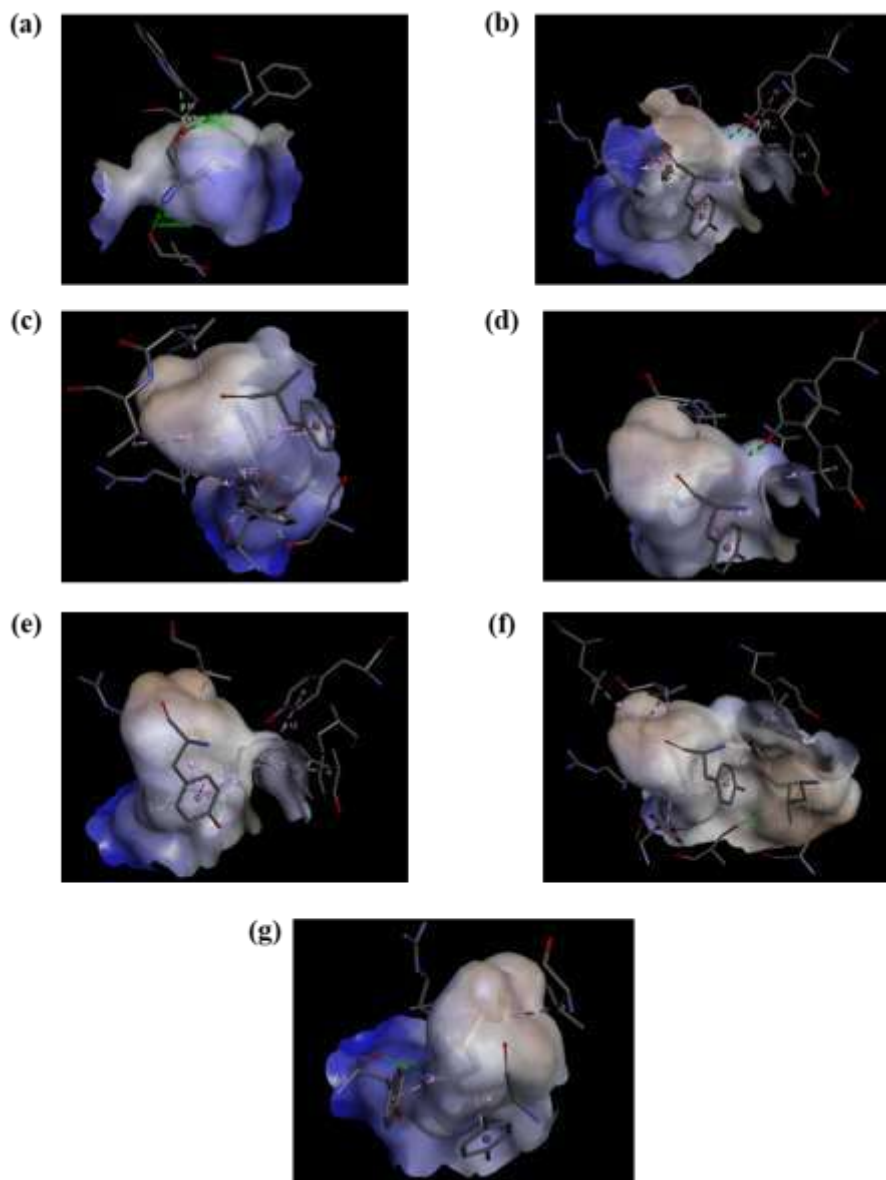
Estragol membentuk ikatan hidrogen dengan residu Tyr 111 (2.78 Å), Ser 173 (2.74 Å), Tyr 151 (3.83 Å), Thr 175 (3.44 Å) yang menunjukkan senyawa tersebut

tertambat pada sisi aktif protein. Estragol berinteraksi dengan reseptor dengan membentuk ikatan alkyl pada Met209 dan Tyr122, serta ikatan Pi-Pi stacked pada Arg208. Nilai energi bebas ikatan yang didapat yaitu -5.29 kkal/mol serta RMSD 0.00. Anethol membentuk ikatan hidrogen dengan residu Ser 201 (3.32 Å), Tyr 151 (4.13 Å), Tyr 205 (3.08 Å) yang menunjukkan senyawa tersebut tertambat pada sisi aktif protein. Anethol juga berinteraksi dengan reseptor dengan membentuk ikatan alkyl pada Met209, Val155, Val154, dan Arg208. Nilai energi bebas ikatan yang didapat yaitu -5.51 kkal/mol serta RMSD 0.26. Anisole berinteraksi dengan reseptor dengan membentuk ikatan hidrogen dengan residu Tyr 111 (2.87 Å), Ser 173 (2.61 Å), Thr 175 (3.70 Å). Anisole juga membentuk ikatan alkyl pada Val154 dan Tyr122, serta Pi-Pi stacked pada Tyr151 dan Arg208. Nilai energi bebas ikatan yang didapat yaitu -4.31 kkal/mol serta RMSD 0.00.

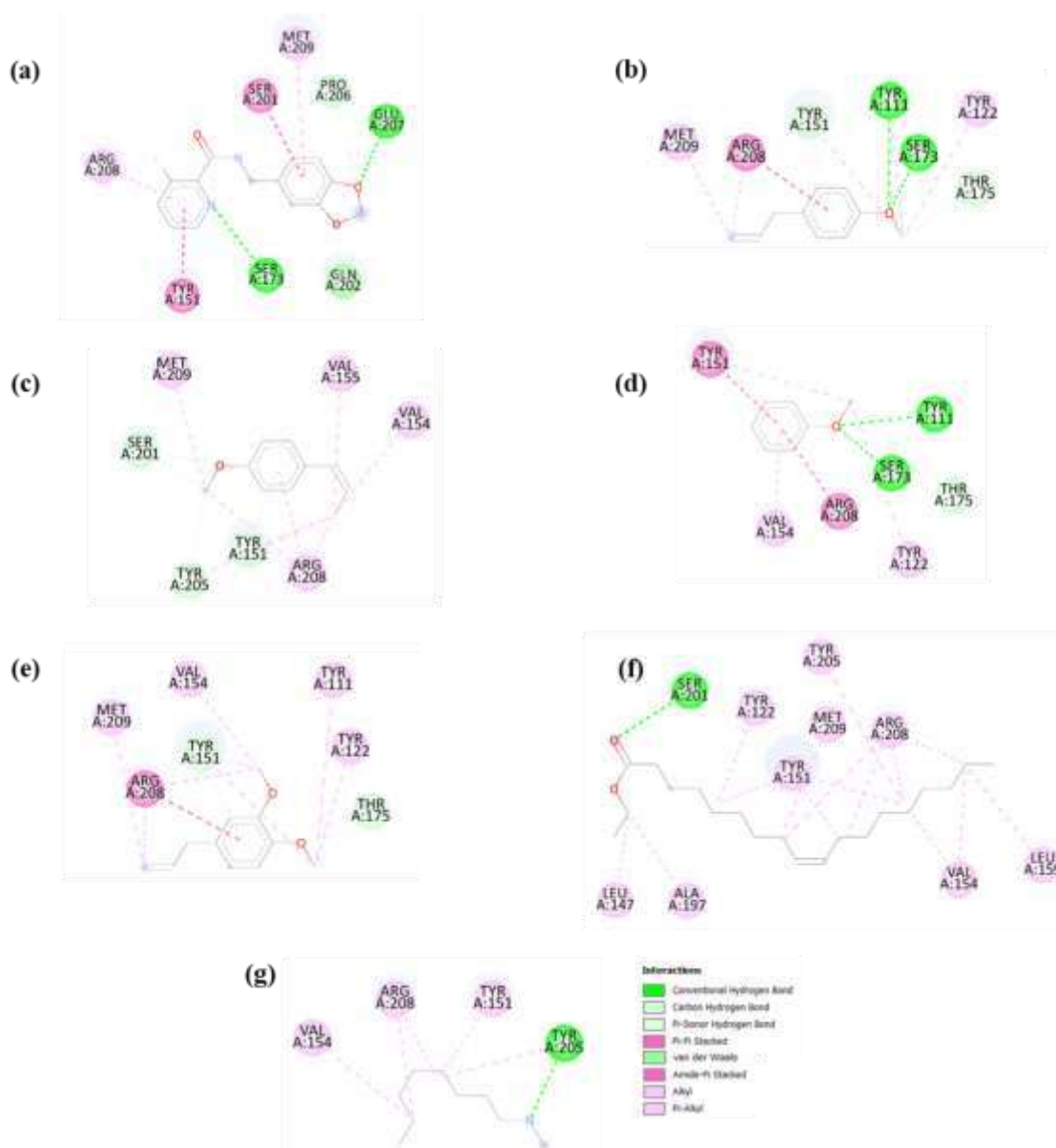
Methyl eugenol membentuk dua ikatan hidrogen dengan residu Tyr 151 (3.78 Å) dan Thr 175 (3.57 Å) menunjukkan senyawa tersebut tertambat pada sisi aktif protein. Methyl eugenol juga berinteraksi dengan reseptor dengan membentuk ikatan alkyl pada Met209, Val154, Tyr111, Tyr122, serta Pi-Pi stacked pada Arg208. Nilai energi bebas ikatan yang didapat yaitu -5.61 kkal/mol serta RMSD 0.00. Ethyl oleate berinteraksi dengan reseptor dengan membentuk ikatan hidrogen dengan residu Ser 201 (3.13 Å) serta ikatan alkyl pada Leu147, Ala197, Tyr122, Tyr151, Met209, Tyr205, Arg208, Val154, dan Leu159. Nilai energi bebas ikatan yang didapat yaitu -5.49 kkal/mol serta RMSD 0.00. Senyawa 1-Octanamine, N-methyl membentuk satu ikatan hidrogen dengan residu Tyr 205 (2.72 Å) yang menunjukkan senyawa tersebut tertambat pada sisi aktif protein. 1-Octanamine, N-methyl juga berinteraksi dengan reseptor dengan membentuk ikatan alkyl pada Val154, Arg208, dan Tyr151. Nilai energi bebas ikatan yang didapat yaitu -3.89 kkal/mol serta RMSD 0.00.

Berdasarkan data hasil docking didapati nilai RMSD yang tergolong baik. Nilai RMSD dikatakan baik jika $< 2\text{Å}$. Dengan penyimpangan yang semakin besar, semakin besar kesalahan pada prediksi interaksi ligan dengan makromolekul. Nilai RMSD terbaik adalah nilai yang mendekati 0 (Listyani *et al.*, 2019). Nilai energi ikatan bebas (ΔG) terendah dari senyawa volatil bunga sawit berturut-turut yaitu kompleks reseptor dengan ligan methyl eugenol (-5.61 kkal/mol), anethole (-5.51 kkal/mol), ethyl oleate (-5.49 kkal/mol), estragole (-5.29 kkal/mol), anisole (-4.31 kkal/mol), dan 1-octanamine, n-methyl (-3.89 kkal/mol). Picolinamide sebagai kontrol positif memiliki nilai ΔG yang lebih

rendah yaitu -8.10 kkal/mol. Semakin rendah atau terjadi kenaikan nilai negatif dari harga ΔG , maka ikatan kompleks enzim-ligan akan semakin kuat.



Gambar 5. Interaksi 3D antara ligan dan Lipid Binding Protein *S. cerevisiae* (PDB ID: 6F0E) (a) picolinamide, (b) estragol, (c) anethole, (d) anisole, (e) methyl eugenol, (f) ethyl oleate, (g) 1-octanamine, N-methyl



Gambar 6. Ikatan kimia dan residu asam amino yang berinteraksi antar ligan dan Lipid Binding Protein *S. cerevisiae* (PDB ID: 6F0E) (a) picolinamide, (b) estragol, (c) anethole, (d) anisole, (e) methyl eugenol, (f) ethyl oleate, (g) 1-octanamine, N-methyl

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan data hasil docking didapatkan nilai energi ikatan bebas (ΔG) yang bervariasi antara ligan senyawa volatil bunga sawit terhadap reseptor DNA gyrase dan lipid binding protein. Nilai energi ikatan bebas (ΔG) terendah pada reseptor DNA gyrase didapat pada interaksi dengan ligan anethole (-5.23 kkal/mol). Sementara nilai energi ikatan bebas

(ΔG) terendah pada reseptor lipid binding protein didapat pada interaksi dengan ligan methyl eugenol (-5,61 kkal/mol). Clorobiocin dan picolinamide sebagai kontrol positif memiliki nilai energi ikatan bebas (ΔG) yang lebih rendah terhadap DNA gyrase dan lipid binding protein sebesar -5.88 kkal/mol dan -8.10 kkal/mol berturut-turut.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, T., Rahayu, S., Ahmad, I., Esyanti, R.R., & Putra, R.E. (2013). Resources partitioning and different foraging behavior is the basis for the coexistence of *Thrips hawaiiensis* (Thysanoptera: Thripidae) and *Elaeidobius kamerunicus* (Coleoptera : Curculionidae) on oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq) flower. *Journal of Entomology and Nematology*, 5(August), 59–63.
- Anita Y, Radifar M, Kardono LBS, Hanafi M, Enade P. Structure-based design of eugenol analogs as potential estrogen receptor antagonists Abstract : Background : 2012;8(19).
- M Arsita, Lestari U, Elisma, MR Efendi MR Efendi., 2022. Physical Properties and AntiMosquito Activities of Lotion Male from Palm Flower Extract (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology* vol 1(supp 1) hal 50-59.
- Kartasasmata, R.E., Herowati, R. and Gusdinar, T., 2010. Docking study of quercetin derivatives on inducible nitric oxide synthase and prediction of their absorption and distribution properties. *Journal of Applied Sciences (Faisalabad)*, 10(23), pp.3098-3104.
- Lafitte, D., Lamour, V., Tsvetkov, P.O., Makarov, A.A., Klich, M., Deprez, P., Moras, D., Briand, C. and Gilli, R., 2002. DNA gyrase interaction with coumarin-based inhibitors: the role of the hydroxybenzoate isopentenyl moiety and the 5'-methyl group of the noviose. *Biochemistry*, 41(23), pp.7217-7223.
- Lestari U., Maya Arsita., 2022., Formulasi Dan Uji Aktivitas Losion Dari Ekstrak Bunga Sawit Jantan (*Elaeis guineensis* Jacq.) Sebagai Anti Nyamuk., Repository Universitas Jambi.
- Listyani, T.A., Herowati, R. and Djali, A.D., 2018. Analisis docking molekuler senyawa derivat phthalimide sebagai inhibitor non-nukleosida HIV-1 reverse transcriptase. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 15(2), pp.123-134.
- Oblak, M., Kotnik, M. and Solmajer, T., 2007. Discovery and development of ATPase inhibitors of DNA gyrase as antibacterial agents. *Current Medicinal Chemistry*, 14(19), pp.2033-2047.
- Paige, L.A., Christensen, D.J., Gron, H., Norris, J.D., Gottlin, E.B., Padilla, K.M. C, C.Y., Ballas, L.M., Hamilton, P.T., McDonnell, D.P., Fowlkes DM. Estrogen Receptor (ER) Modulators Each Induce Distinct Conformational Changes in ER alpha and ER beta. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 1999;(96):3999–4004.

- Pries, V., Nöcker, C., Khan, D., Johnen, P., Hong, Z., Tripathi, A., Keller, A.L., Fitz, M., Perruccio, F., Filipuzzi, I. and Thavam, S., 2018. Target identification and mechanism of action of picolinamide and benzamide chemotypes with antifungal properties. *Cell chemical biology*, 25(3), pp.279-290
- Tang, Y. & Marshall G. Drug Design and Discovery. New York: Humana Press; 2011. p. 1–5.
- Yarden, Y., Kuang, W.J., Yang-Feng, T., Coussens, L., Munemitsu, S., Dull, T.J., Chen, E., Schlessinger, J., Francke, U. and Ullrich, A., 1987. Human proto-oncogene c-kit: a new cell surface receptor tyrosine kinase for an unidentified ligand. *The EMBO journal*, 6(11), pp.3341-3351.

Inovasi Rainguard dari Bahan Daur Ulang untuk Meningkatkan Produktivitas dan Kualitas Lateks Tanaman Karet

Yudha Pratama Wibowo¹, Mudita Oktorina Nugrahani^{2*}, Akhmad Rouf²

¹ PT Agrinas Palma Nusantara

²Unit Bogor-Getas, PT Riset Perkebunan Nusantara

Email: mudita.nugrahani@gmail.com

Abstrak

Tantangan utama dalam usaha tani karet adalah fluktuasi produktivitas akibat curah hujan tinggi yang berimbas pada kualitas lateks. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kebutuhan solusi yang efisien dari sisi agronomi (peningkatan produksi) dan ekonomi (kelayakan usaha). Penelitian dilaksanakan selama 2 bulan, yaitu dari Januari hingga Februari 2023, di Kebun Percobaan Unit Bogor-Getas, Kabupaten Semarang, pada tanaman karet TM (Tanaman Menghasilkan) dengan jarak tanam 6 x 3-meter pada panel BO-2. Tujuan penelitian adalah menganalisis efektivitas inovasi *rainguard* dari bahan daur ulang terhadap peningkatan produktivitas dan keuntungan bersih. Lima perlakuan *rainguard* (R2: Ban Bekas, R3: Botol Bekas, R4: Styrofoam, R5: Sedotan) dibandingkan dengan Kontrol (R1: tanpa *rainguard*) dengan frekuensi sadap 15 kali/bulan. Hasil analisis menunjukkan peningkatan signifikan pada produktivitas lateks. Perlakuan R2 (Rainguard Ban Bekas) mencatatkan produktivitas tertinggi sebesar 59,1, jauh melampaui Kontrol (42.9 g/pohon/sadap). Dari aspek ekonomi, perlakuan R2 memberikan Keuntungan Bersih tertinggi, yaitu Rp 7.707.040 per bulan, dengan nilai kelayakan usaha R/C Ratio 8,34. Seluruh perlakuan *rainguard* daur ulang memiliki R/C Ratio > 1, membuktikan bahwa inovasi ini efektif secara agronomi dan merupakan strategi ekonomi yang sangat menguntungkan di lokasi penelitian.

Kata kunci: Analisis usaha tani, Daur ulang, Karet, Kualitas lateks, Produktivitas, *Rainguard*

Abstract

The main challenge in rubber farming is the fluctuation of productivity due to high rainfall, which affects latex quality. This research is motivated by the need for a solution that is efficient from both the agronomic (production increase) and economic (business feasibility) perspectives. The study was conducted over 2 months, from January to February 2023, at the Bogor-Getas Unit Experimental Field, Semarang Regency, on TM (Tapping Mature) rubber plants with a spacing of 6 x 3 meters on the BO-2 panel. The aim was to analyze the effectiveness of rainguard innovations made from recycled materials on increasing productivity and net profit. Five rainguard treatments (R2: Used Tires, R3: Used Bottles, R4: Styrofoam, R5: Straws) were compared against a Control (R1: no rainguard) with a tapping frequency of 15 times/month. The analysis results showed a significant increase in latex productivity. The R2 (Used Tires Rainguard) treatment recorded the highest productivity at 59.1 g/tree/tap, substantially exceeding the Control (42.9 g/tree/tap). From the economic aspect, treatment R2 also yielded the highest Net Profit, at Rp7.707.040 per month, with a business feasibility value of R/C Ratio 8.34. All recycled rainguard treatments showed an R/C Ratio > 1, proving that this innovation is both an effective agronomic tool and a highly profitable economic strategy at the research site.

Keywords: Farm business analysis, Recycling, Rubber, Latex quality, Productivity, Rainguard

PENDAHULUAN

Sektor perkebunan karet (*Hevea brasiliensis*) merupakan komponen esensial dalam struktur perekonomian Indonesia, berperan ganda sebagai sumber utama devisa negara dan penyedia lapangan kerja. Keberlanjutan dan profitabilitas usahatani karet sangat bergantung pada dua aspek krusial: produktivitas lateks (agronomi) dan kualitas hasil (ekonomi). Pengelolaan kedua aspek ini berpusat pada proses kritis, yaitu penyadapan (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2021).

Secara agronomi, penyadapan harus dilakukan secara teratur dan konsisten untuk memastikan jalur metabolisme lateks tetap optimal. Namun, tantangan terbesar yang dihadapi petani dan pengusaha karet di wilayah tropis adalah tingginya intensitas curah hujan. Hujan yang turun saat atau setelah penyadapan dapat membasahi bidang sadap dan mencampur lateks di mangkuk penampung. Secara langsung, hal ini menyebabkan hilangnya hari sadap efektif, menurunkan potensi total produksi tahunan dan secara kualitas, terjadi penurunan kadar karet kering (KKK) (Siregar & Susanto, 2017).

Secara ekonomi, KKK adalah penentu utama harga jual lateks (lump) di pasar. Semakin rendah KKK, semakin rendah harga jualnya, sehingga memengaruhi total pendapatan petani. Untuk mengatasi risiko kerugian akibat gangguan curah hujan, teknologi *rainguard* (pelindung bidang sadap) terbukti efektif dalam memperpanjang hari sadap dan menjaga kebersihan lateks. Namun, adopsi *rainguard* komersial sering terkendala oleh biaya investasi awal yang tinggi, khususnya bagi petani rakyat dengan skala usaha kecil, sehingga menjadi penghalang ekonomi (Hidayat, 2018).

Menjawab tantangan agronomi dan kendala ekonomi tersebut, diperlukan inovasi yang berfokus pada efisiensi biaya tanpa mengorbankan fungsi perlindungan. *Rainguard* yang terbuat dari bahan daur ulang, seperti ban dalam bekas, plastik, atau *styrofoam*, menawarkan solusi yang secara signifikan lebih murah (menekan *variable cost*), sekaligus mendukung prinsip pengelolaan limbah berkelanjutan (Rizki *et al.*, 2020). Tujuan penelitian adalah menganalisis efektivitas inovasi *rainguard* dari bahan daur ulang terhadap peningkatan produktivitas dan keuntungan bersih. Inovasi ini diharapkan mampu memberikan perlindungan optimal terhadap bidang sadap, sehingga hari sadap efektif dapat dimaksimalkan, dan KKK lateks tetap terjaga tinggi, yang pada akhirnya akan meningkatkan pendapatan dan kelayakan ekonomi usahatani karet.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Percobaan Unit Bogor-Getas, Kabupaten Semarang, pada Januari hingga Februari 2023 selama periode musim hujan dan transisi. Objek penelitian adalah tanaman karet TM (Tanaman Menghasilkan) dengan jarak tanam 6x3 meter, melibatkan kombinasi klon *slow starter* dan *quick starter*. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 5 ulangan, di mana setiap perlakuan terdiri dari 5 pohon sampel. Perlakuan utamanya adalah perbandingan empat tipe pelindung bidang sadap (*rainguard*) yang terbuat dari bahan daur ulang, yaitu R1 (Ban Karet Bekas), R2 (Botol Bekas), R3 (Styrofoam Bekas), dan R4 (Sedotan Bekas) yang dibandingkan dengan R0 (Kontrol/Tanpa *Rainguard*).



Gambar 1. Masing perlakuan *Rainguard* daur ulang

Pohon sampel disadap menggunakan sistem d3 (setiap tiga hari sekali) pada panel sadap BO-2, dengan aplikasi stimulan ethephon ET 2,5% setiap dua minggu sekali (2w) menggunakan metode GA (*groove application*). Sistem penyadapan ini bertujuan menguji efektivitas *rainguard* dalam kondisi curah hujan tinggi. Parameter yang diamati meliputi Kadar Karet Kering (KKK) lateks, Produktivitas Lateks (g/t atau g/pohon/sadap), dan Efisiensi Pemasangan (*rainguard*). Seluruh data hasil pengamatan akan dianalisis menggunakan Analisis Varians (ANOVA) pada taraf nyata 5%, dan jika terdapat perbedaan signifikan antar perlakuan, analisis akan dilanjutkan dengan uji lanjut (seperti DMRT atau BNJ) untuk mengetahui perbedaan spesifik antar rata-rata perlakuan. Selain itu juga terdapat pembahasan analisis usaha tani dengan metode asumsi.

Analisis usaha tani dilakukan untuk mengevaluasi kelayakan finansial setiap perlakuan *rainguard* daur ulang (R1-R4) dibandingkan dengan Kontrol (R0) dengan

asumsi luasan satu hancu (1 Ha) yang memiliki 400 pohon karet. Data primer yang digunakan mencakup Nilai GTT (gram/pohon/sadap) dan Kadar Karet Kering (KKK, %) dari hasil eksperimen, serta Hari Sadap Efektif (HSE) untuk Kontrol (95 hari) dan perlakuan *rainguard* (113 hari). Analisis diawali dengan perhitungan Total Produksi (Q) tahunan dalam kilogram (kg), di mana Total Produksi (Q) = $(GTT \times KKK \times 400 \times HSE) / 100.000$. Selanjutnya, dihitung Total Penerimaan (TR) ($TR = Q \times Rp\ 14.000/kg$) dan Total Biaya (TC), yang merupakan penjumlahan Biaya Variabel (upah sadap Rp 90.000/HK) dan Biaya Tetap (penyusutan rain guard daur ulang). Kelayakan finansial ditentukan melalui perhitungan Pendapatan Bersih ($\pi = TR - TC$) dan Rasio Penerimaan Biaya (R/C Ratio), di mana nilai R/C Ratio > 1 menunjukkan usaha yang layak untuk diusahakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Karet Kering

Kadar Karet Kering (KKK) adalah parameter kualitas terpenting dalam industri karet, yang merepresentasikan persentase kandungan karet murni dalam lateks yang dipanen. Secara ekonomi, KKK secara langsung menentukan harga jual lateks di tingkat petani, di mana lateks dengan KKK tinggi akan dihargai lebih tinggi (Hidayat, 2018). Kualitas ini sangat rentan terhadap kondisi lingkungan, terutama kontaminasi air hujan yang dapat mencemari lateks (Siregar & Susanto, 2017).

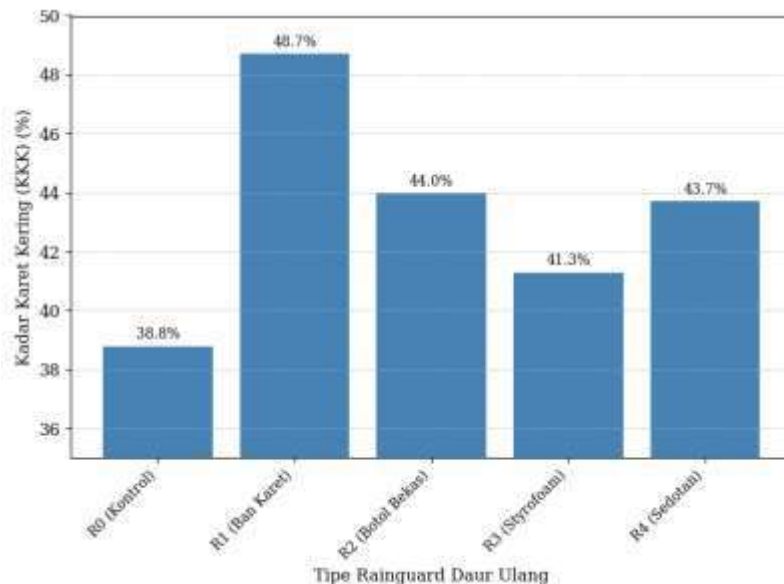
Penelitian Hanifarianty (2021) menjelaskan bahwa KKK lateks sangat penting untuk diketahui karena digunakan sebagai pedoman penentuan harga, dan nilai KKK menjadi ukuran besar kandungan air dalam lateks. Lateks mengandung partikel karet berkisar 30,0–40,0% dan air sebesar 55,0–65,0% (Sulasri *et al.*, 2014.). Oleh karena itu, sedikit saja pengenceran akibat air hujan akan berdampak signifikan pada penurunan persentase KKK.

Hasil penelitian menunjukkan perbedaan KKK yang nyata antar perlakuan. Perlakuan *Rainguard* Tipe Ban Karet (R1) mencatat KKK tertinggi sebesar 48,7%, sedangkan perlakuan Kontrol (R0) menghasilkan KKK terendah, yaitu 38,8%. Selisih KKK sebesar 9,9% ini membuktikan efektivitas *rainguard* daur ulang dalam menjaga kualitas hasil lateks, terutama saat terjadi hujan.

Kenaikan KKK yang signifikan pada perlakuan R1 (Ban Karet Bekas) disebabkan oleh faktor perlindungan yang optimal dan kedap air dari material ban dalam bekas. Bahan karet tebal sangat efektif mencegah air hujan merembes ke bidang sadap dan mangkuk lateks. Perlindungan ini memastikan lateks yang mengalir tidak tercampur, sehingga

konsentrasi KKK tetap maksimal (Rizki *et al.*, 2020). Andi Nur Cahyo (2021) melaporkan bahwa dengan aplikasi *rainguard*, volume air yang masuk ke dalam mangkuk sadap dapat berkurang hingga hanya 20%, yang secara langsung meminimalkan pencucian lateks oleh air hujan.

Sebaliknya, nilai KKK yang rendah pada Kontrol (R0) disebabkan oleh paparan langsung bidang sadap terhadap air hujan. Air hujan menyebabkan lateks menjadi lebih encer, sehingga KKK-nya menurun drastis. Perlakuan lain, seperti *Rainguard* Tipe *Styrofoam* (R3) yang mencatat KKK relatif rendah (41,3%), mengindikasikan bahwa meskipun *rainguard* daur ulang digunakan, pemilihan material sangat penting. Material *styrofoam*, meskipun berfungsi sebagai pelindung, mungkin kurang rapat atau kurang fleksibel saat dipasang, sehingga memicu rembesan atau percikan air yang tetap mencemari lateks.

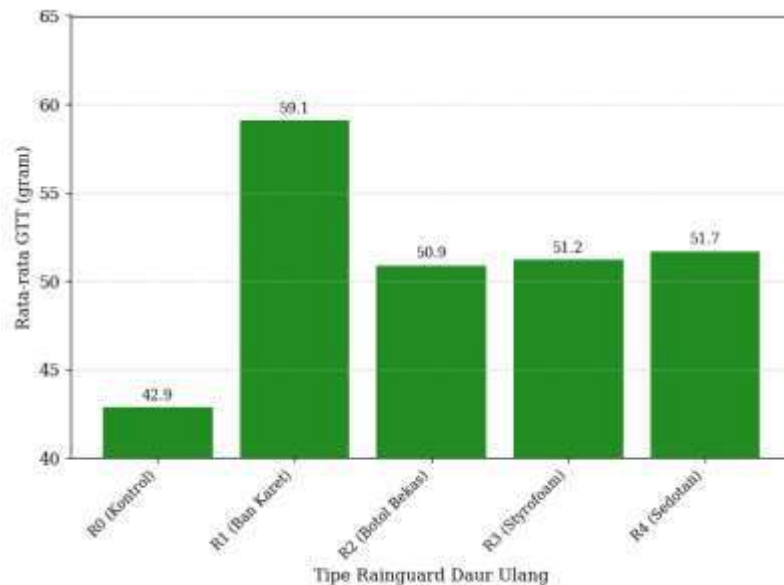


Gambar 2. Rata-rata kadar karet kering (KKK) tiap perlakuan

Produktivitas Lateks (GTT)

Produktivitas lateks per unit waktu adalah tolok ukur agronomi paling penting. Dalam penelitian ini, produktivitas diukur sebagai GTT (*Gram per Tree per Tapping*) atau Gram/Pohon/Sadap (g/p/s), yaitu rata-rata berat lateks yang dihasilkan satu pohon dalam satu kali penyadapan. Produktivitas lateks diukur menggunakan GTT (*Gram per Tree per Tapping*), yang merupakan cerminan langsung dari efisiensi penyadapan dan kemampuan pohon untuk menghasilkan lateks per sadap. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan signifikan, di mana perlakuan *Rainguard* Tipe Ban Karet (R1) mencatat GTT

tertinggi, yaitu 59,1 gram. Nilai ini jauh lebih unggul dibandingkan dengan Kontrol (R0) yang hanya 42,9 gram.



Gambar 3. Rata-rata GTT pada setiap perlakuan

Penerapan *rainguard* dari bahan daur ulang mendukung konsistensi penyadapan yang penting bagi fisiologi tanaman. Kerugian akibat hujan tidak hanya karena lateks tercuci, tetapi juga karena batang karet yang basah akan menyebabkan lateks mengalir tidak mengikuti alur sadapan dan berpotensi menyebabkan mati kulit jika penyadapan dipaksakan. Oleh karena itu, penggunaan R1 yang kedap air memungkinkan penyadap tetap menyadap sesuai jadwal, menjaga irama produksi pohon. Meskipun R1 unggul, semua perlakuan *rainguard* daur ulang (R2, R3, R4) menunjukkan GTT rata-rata di atas Kontrol (R0). Hal ini membuktikan bahwa setiap upaya perlindungan minimal (seperti *rainguard* dari Sedotan, R4) lebih baik daripada tidak ada sama sekali.

Penting untuk dicatat bahwa GTT juga dipengaruhi oleh faktor lainnya seperti klon dan stimulan. Mengingat penelitian ini menggunakan sistem sadap d3 ET 2,5% 2w, stimulan *ethephon* seharusnya sudah mendorong aktivitas biosintesis karet (Tistama & Siregar, 2005). Namun, faktor lingkungan yang tidak terkendali (hujan) dapat mempengaruhi efek stimulan tersebut. Penelitian lain menunjukkan bahwa curah hujan memiliki hubungan negatif (lemah hingga sedang) terhadap produksi lateks pada tanaman karet (Sinaga & Mawarni, 2017). Melalui aplikasi *rainguard* daur ulang, pengaruh negatif curah hujan dapat diantisipasi, memungkinkan potensi produksi klon (*quick starter* dan *slow starter*) yang distimulan dapat lebih optimal, terlepas dari musim hujan yang melanda.

Efisiensi Pemasangan *Rainguard*

Berdasarkan hasil pengamatan, terdapat perbedaan kecepatan dan tingkat kesulitan pemasangan antar tipe *rainguard* daur ulang. Secara umum, *rainguard* dari bahan ban karet bekas (R1) memiliki waktu pemasangan tercepat dan tingkat kesulitan paling rendah. Hal ini disebabkan oleh sifat bahan karet ban yang lentur, kuat, serta mudah menyesuaikan bentuk batang pohon tanpa memerlukan modifikasi tambahan. *Rainguard* dari bahan styrofoam bekas (R3) membutuhkan waktu pemasangan agak lama karena bahan cenderung rapuh dan mudah patah saat dipasang. Sedangkan *rainguard* dari bahan sedotan bekas (R4) membutuhkan waktu pemasangan lebih lama karena terdiri dari beberapa sedotan yang harus disusun dan direkatkan satu per satu agar tidak mudah terlepas. Adapun *rainguard* dari botol bekas (R2) merupakan tipe dengan waktu pemasangan terlama dan tingkat kesulitan tertinggi. Bentuk botol yang kaku memerlukan pemotongan dan penyesuaian diameter agar dapat dipasang dengan baik di batang pohon, sehingga memperpanjang waktu kerja.

Secara keseluruhan, urutan kecepatan pemasangan dari yang tercepat hingga terlambat adalah R1 (*Rainguard* Ban Bekas) < R3 (*Rainguard* Sterofoam Bekas) < R4 (*Rainguard* Sedotan Bekas) < R2 (*Rainguard* Botol Bekas). Urutan tersebut juga menggambarkan tingkat kesulitan pemasangan, di mana semakin ke bawah menunjukkan proses pemasangan yang semakin sulit dan memerlukan waktu kerja lebih lama. Perbedaan ini menunjukkan bahwa pemilihan bahan *rainguard* berpengaruh terhadap efisiensi waktu dan tenaga kerja di lapangan, sehingga bahan yang mudah dibentuk dan tahan lama lebih direkomendasikan untuk penerapan skala besar di kebun karet.

Analisis Usaha Tani

Analisis kelayakan usaha tani (Tabel 1) menunjukkan bahwa fluktuasi harga jual karet sangat memengaruhi potensi keuntungan penyadap. Berdasarkan data GTT, KKK, dan selisih Hari Sadap Efektif yang minimal (95 hari pada Kontrol berbanding 113 hari pada perlakuan), perlakuan Kontrol (R0) hanya menghasilkan keuntungan bersih yang sangat tipis sebesar Rp 305.246 per Ha/tahun, dengan R/C Ratio 1.04. Angka ini mengindikasikan bahwa usaha tani tanpa *rainguard* sangat rentan terhadap sedikit fluktuasi biaya atau harga. Meskipun secara teknis *layak* (R/C Ratio > 1), keuntungan absolut yang sangat kecil ini mengindikasikan bahwa usaha tani tanpa *rain guard* sangat rentan terhadap kenaikan biaya atau penurunan harga, dan berada di ambang ketidaklayakan (Soekartawi, 2003).

Sebaliknya, semua perlakuan rain guard (R1-R4) menunjukkan kelayakan yang kuat dengan R/C Ratio berkisar antara 1.28 hingga 1.74, yang membuktikan bahwa penggunaan rain guard daur ulang adalah strategi yang efektif untuk mengantisipasi risiko pendapatan di tengah keterbatasan hari sadap.

Tabel 1. Hasil Analisis Usaha Tani Karet pada Berbagai Perlakuan

Perlakuan	Hari Sadap	Produktivitas (GTT)	KKK (%)	Total Produksi (kg/th)	TR (Rp)	TC (Rp)	Pendapatan (π) (Rp)	R/C Ratio
R0 (Kontrol)	9 5	42.9	38 .8	633	8.855.2 46	8.550.0 00	305.24 6	1. 04
R1 (Ban Karet)	1 10	59.1	48 .7	1.26 6	17.729. 527	10.173. 333	7.556. 194	1. 74
R2 (Botol Bekas)	1 10	50.9	44 .0	985	13.795. 936	10.173. 333	3.622. 603	1. 36
R3 (Styrofoam)	1 10	51.2	41 .3	930	13.025. 690	10.173. 333	2.852. 357	1. 28
R4 (Sedotan)	1 10	51.7	43 .7	994	13.917. 226	10.173. 333	3.743. 893	1. 37

Secara spesifik, perlakuan R1 (Ban Karet Bekas) adalah yang paling unggul secara ekonomi, menghasilkan Pendapatan Bersih Rp 7.556.194 per Ha/tahun. Keunggulan R1 dibandingkan perlakuan lainnya disebabkan oleh kombinasi GTT tertinggi (59.1 gtt) dan KKK tertinggi (48.7 %). Meskipun perbedaan hari sadap hanya 18 hari, *rainguard* daur ulang, terutama jenis Ban Karet, tidak hanya memungkinkan penyadapan saat hujan tetapi juga tampaknya berkontribusi pada pemeliharaan atau produktivitas pohon, yang secara kumulatif menghasilkan peningkatan Total Produksi yang drastis (lebih dari dua kali lipat Kontrol). Peningkatan Total Penerimaan (TR) yang dihasilkan jauh melampaui kenaikan Total Biaya (TC), sehingga memaksimalkan margin keuntungan petani (Jaya, 2024). Oleh karena itu, penelitian ini menyimpulkan bahwa penggunaan *rainguard* daur ulang dari ban karet adalah teknologi yang sangat layak dan disarankan untuk meningkatkan efisiensi dan pendapatan penyadap secara berkelanjutan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis, disimpulkan bahwa aplikasi *Rainguard* Ban Karet (R1) merupakan perlakuan yang paling optimal dan direkomendasikan karena memberikan hasil Kadar Karet Kering (KKK) tertinggi (48,7%) dan Produktivitas (GTT) tertinggi (59,1 gram), yang menunjukkan efektivitas superior dalam menjaga kualitas lateks dari

kontaminasi air hujan dan meminimalkan kerugian hasil panen. Secara operasional dan ekonomi, R1 juga merupakan yang paling efisien karena memiliki waktu pemasangan tercepat dan tingkat kesulitan terendah (lebih unggul dari R2/Botol Bekas yang paling lama dan sulit), menjadikan inovasi daur ulang ini sangat layak diterapkan untuk meningkatkan pendapatan penyadap. Sebagai saran, penyadap disarankan mengadopsi R1 untuk memaksimalkan hasil di musim hujan. Keunggulan gabungan ini menghasilkan R/C Ratio tertinggi sebesar 1,74, yang secara kuat mengonfirmasi kelayakan ekonomi tertinggi, jauh melampaui R0 (Kontrol) yang hanya 1,04. Untuk penelitian lanjutan, disarankan melakukan analisis R/C Ratio jangka panjang yang memasukkan perhitungan biaya tenaga kerja per jam yang lebih rinci untuk memvalidasi kelayakan finansial secara kuantitatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Andi Nur Cahyo. (2021). Penggunaan Rainguard Sebagai Upaya Antisipasi Fenomena Anomali Iklim LA-NINA Pada Perkebunan Karet. PUSLIT KARET. <https://www.puslitkaret.co.id/publikasi/rubber-notes/penggunaan-rainguard-sebagai-upaya-antisipasi-fenomena-anomali-iklim-la-nina-pada-perkebunan-karet/>
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2021). *Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2019-2021*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Hanifarianty, S. (2021). Pengujian Kadar Karet Kering Dengan Metode Hidrometri. *Warta Perkebunan*, 40(1), 53–58.
- Hidayat, S. H. (2018). Analisis Kelayakan Finansial Penerapan Teknologi *Rainguard* pada Usahatani Karet Rakyat di Sumatera Selatan. *Jurnal Agriekonomi*, 7(2), 150-162.
- Jaya, A. L. 2024. Analisis Kelayakan Usahatani Karet Rakyat Berdasarkan Penerapan Teknologi Konservasi Lateks. *Jurnal Agribisnis*. 14(2), 121-135.
- Rizki, F., Hartono, M., & Yanti, Y. (2020). Pemanfaatan Limbah Plastik sebagai Bahan Dasar *Rainguard* untuk Peningkatan Produksi Lateks Karet. *Jurnal Agrotek Tropika*, 8(1), 101-106. (Sumber inovasi/daur ulang).
- Sinaga, D.M., & Mawarni, I.L. (2017). *Pengaruh Curah Hujan dan Hari Hujan Terhadap Produksi Karet Berumur 7, 10 dan 13 Tahun di Kebun Sei Baleh Estate PT. Bakrie Sumatera Plantations, Tbk*. (Penelitian dari Universitas Sumatera Utara)
- Siregar, A. M., & Susanto, A. (2017). Pengaruh Aplikasi *Rainguard* terhadap Hari Sadap dan Hasil Lateks Karet di Musim Hujan. *Jurnal Penelitian Karet*, 35(1), 1-8. (Sumber aspek agronomi/produksi).
- Soekartawi. (2003). *Prinsip Dasar Ekonomi Pertanian: Teori dan Aplikasi*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Sulasri, Malino, M. B., & P., B. (2014.). Penentuan Kadar Kering Karet (K3) Dan Pengukuran Konstanta Dielektrik Lateks Menggunakan Arus Bolak Balik

Prosiding Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian
Manokwari, 11 November 2025
e ISSN : 2774-1982
DOI: <https://doi.org/10.47687/snppvp.v6i1.1904>

Berfrekuensi Tinggi. *PRISMA FISIKA*, 2(2), 11-14. DOI:
<https://doi.org/10.26418/pf.v2i1.5149>

Tistama, R. A., & Siregar, T. H. S. (2005). Pemanfaatan Bahan Peningkat Hasil Lateks.
Warta Perkaretan, 24(2), 45-57.

Faktor – Faktor yang Berpengaruh terhadap Perilaku Pekebun dalam Menerapkan Pemanenan Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Sesuai *Good Handling Practices* (GHP) di Kecamatan Lirik Kabupaten Indragiri Hulu

Nicolaus Gurning¹, Azis Herdiyanto Riyadi¹, Puji Wahyu Mulyani¹

¹Penyuluhan Perkebunan Presisi, Jurusan Perkebunan, Politeknik Pembangunan Pertanian Medan
Email: nikolaus190102@gmail.com

Abstrak

Pekebun kelapa sawit di Kecamatan Lirik melakukan pemanenan kelapa sawit tanpa memperhatikan standar panen mulai dari persiapan panen sampai dengan cara panen yang tidak tepat. Hal ini mengakibatkan turunnya produksi dan rendahnya rendemen minyak kelapa sawit. Selama ini pekebun untuk mengetahui buah matang panen yaitu dengan mengikis ujung buah kelapa sawit yang ditandai dengan warna orange pada daging buah. Pengkajian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis perilaku pekebun dalam menerapkan pemanenan kelapa sawit sesuai GHP. Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Lirik, Kabupaten Indragiri Hulu, Provinsi Riau, selama periode Maret hingga Juli 2025. Metode pengumpulan data yang digunakan meliputi observasi, wawancara, dan dokumentasi dengan bantuan kuesioner yang telah melewati uji validitas dan reliabilitas. Sementara itu, analisis data dilakukan dengan menggunakan skala Likert dan regresi linier berganda. Teknik penentuan sampel dalam pengkajian ini simple random sampling menggunakan rumus slovin sehingga diperoleh 60 orang. Hasil pengkajian ini menunjukkan perilaku pekebun dalam menerapkan pemanenan kelapa sawit sesuai *Good Handling Practices* (GHP) berada dalam kategori cukup sesuai yaitu 66,82%. Dari hasil analisis regresi linier berganda, diperoleh bentuk persamaan sebagai berikut $Y = 18,896 - 0,135X_1 + 0,548X_2 - 6,196X_3 + 0,611X_4 + 3,234X_5 + 2,547X_6 + 0,510X_7 + 0,277X_8$. Selain itu, uji lanjut menggunakan uji simultan (f) semua variabel X berpengaruh signifikan, kemudian uji parsial (t) menunjukkan bahwa variabel luas lahan (X_3) pengalaman (X_4) pendapatan (X_5) sumber informasi (X_6) peran kelompok tani (X_7) dan peran penyuluh (X_8).

Kata kunci: *Good handling peractices*, Indragiri hulu, Kelapa sawit, Pemanenan, Perilaku pekebun

Abstract

The condition of oil palm farmers in Lirik Subdistrict is harvesting oil palm without paying attention to harvesting standards, from harvest preparation to improper harvesting methods. This has resulted in decreased production and low oil palm oil yields. Until now, farmers have determined ripe fruit for harvest by scraping the tip of the oil palm fruit, which is marked by an orange color on the fruit flesh. This study aims to identify and analyze farmers' behavior in implementing oil palm harvesting in accordance with Good Harvesting Practices (GHP). The research was conducted in Lirik Subdistrict, Indragiri Hulu District, Riau Province, from March to July 2025. The data collection methods used included observation, interviews, and documentation with the help of questionnaires that had undergone validity and reliability tests. Meanwhile, data analysis was performed using a Likert scale and multiple linear regression. The sampling technique used in this study was simple random sampling using the Slovin formula, resulting in 60 participants. The results of this study indicate that the behavior of farmers in implementing oil palm harvesting in accordance with Good Handling Practices (GHP) falls into the "sufficiently compliant" category at 66.82%. From the results of the multiple linear regression analysis, the following equation was obtained: $Y = 18.896 - 0.135X_1 + 0.548X_2 - 6.196X_3 + 0.611X_4 + 3.234X_5 + 2.547X_6 + 0.510X_7 + 0.277X_8$. In addition, further testing using simultaneous testing (f) showed that all X variables were significantly influential, while partial testing (t) showed that the variables of land area (X_3), experience (X_4), income (X_5), source of information (X_6), role of farmer groups (X_7), and role of extension workers (X_8) were significant.

Keywords: Good handling practices, Indragiri hulu, Oil palm, Harvesting, Smallholder behavior

PENDAHULUAN

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan tanaman perkebunan yang berstatus sebagai salah satu komoditas dengan peran yang sangat penting pada perekonomian Indonesia, karena mampu memproduksi minyak nabati yang sangat diperlukan dari berbagai sektor industri. Riau merupakan daerah provinsi sentra perkebunan kelapa sawit terbesar urutan pertama di Indonesia pada Tahun 2023 dengan luasan areal perkebunan seluas 3.401.607 Ha dan hasil produksi 9.222.465 Ton. Sedangkan luas areal perkebunan rakyat 2.288.586 Ha dengan hasil produksi 5.260.275 Ton. Kecamatan Lirik yang memiliki luas lahan yaitu 7.997 Ha dengan total produksi sebesar 33.439 Ton (BPS Kelapa Sawit Indonesia, 2024).

Kelapa sawit menjadi sumber penghasilan utama pada warga di Kecamatan Lirik. Selama ini pekebun untuk mengetahui buah matang panen yaitu dengan mengikis ujung buah kelapa sawit yang ditandai dengan warna orange pada daging buah. *Good Handling Practices* merupakan metode penanganan pascapanen yang tepat, yang mencakup penerapan teknologi serta penggunaan sarana dan prasarana secara optimal (BSIP, 2024). Panen merupakan proses mulai dari memotong TBS dari pohon sampai pengangkutannya ke PKS. Tahapan kegiatan panen meliputi pemotongan pelepah terlebih dahulu, kemudian dilanjutkan dengan pemotongan tandan buah dari batangnya, mengambil berondolan, mengantar buah ke TPH, serta pengantaran buah ke Pabrik. Keberhasilan dalam kegiatan panen sangat bergantung pada pengetahuan pekerja mengenai persiapan panen, kriteria kematangan buah, selang waktu panen, metode panen, serta alat dan fasilitas yang digunakan. Pelatihan kepada pemanen dan pekebun perlu dilaksanakan guna meningkatkan keterampilan mereka dalam mencapai keberhasilan panen (Permentan Nomor 131 Tahun, 2013).

Hasil Identifikasi Potensi Wilayah (IPW) keadaan pekebun kelapa sawit di Kecamatan Lirik melakukan pemanenan kelapa sawit tanpa memperhatikan standar panen mulai dari persiapan panen sampai dengan cara panen yang kurang tepat. Hal ini mengakibatkan turunnya produksi dan rendahnya rendemen minyak kelapa sawit. Berdasarkan Permentan Nomor 131 Tahun 2013, produktivitas kelapa sawit bisa mencapai 35 Ton/ha/tahun, namun faktanya berdasarkan Programa produksi petani kelapa sawit di Kecamatan Lirik hanya 1 Ton/ha dan produktivitas kelapa sawit 25 Ton/ha/tahun. Padahal para pekebun telah mendapatkan penyuluhan tentang pemanenan kelapa sawit pada Tahun

2019, akan tetapi masih banyak pekebun yang belum mau menerapkan pemanenan sesuai *Good Handling Practices* (GHP).

Kebiasaan pemanenan yang diterapkan oleh para pekebun berpotensi menimbulkan kerusakan pada tanaman kelapa sawit, selain itu juga dapat mengurangi pendapatan pekebun. Seharusnya pekebun melakukan pemanenan kelapa sawit dengan cara yang tepat dan pekebun juga harus mengetahui manfaat dari pemanenan kelapa sawit sesuai *Good Handling Practices* (GHP) untuk mengoptimalkan produksi kelapa sawit. Pemanenan kelapa sawit sesuai *Good Handling Practices* (GHP) ditentukan oleh kepribadian dan lingkungan sekitar pekebun. Rumusan masalah pada pengkajian ini adalah apa saja faktor yang berpengaruh pada perilaku pekebun dalam menerapkan pemanenan kelapa sawit sesuai *Good Handling Practices* (GHP) di Kecamatan Lirik Kabupaten Indragiri Hulu.

METODE PENELITIAN

Pengkajian dilakukan di Kecamatan Lirik, Kabupaten Indragiri Hulu, Provinsi Riau. Pemilihan lokasi tersebut ditentukan secara *purposive* karena memiliki pertimbangan tertentu yaitu Kecamatan Lirik memiliki area perkebunan kelapa sawit seluas 7.997 Ha dengan produksi sebesar 33.439 Ton yang menjadikannya sebagai salah satu daerah sentra kelapa sawit. Pelaksanaan penelitian berlangsung sejak bulan Maret dan selesai pada bulan Juli 2025. Metode pengkajian yang digunakan bersifat deskriptif dengan menggunakan pendekatan kuantitatif, melalui penggunaan kuesioner, dan observasi untuk menganalisis situasi yang sedang berlangsung maupun yang menjadi objek kajian. Populasi pada pengkajian yaitu pekebun kelapa sawit yang menjadi anggota kelompok tani dan memiliki tanaman kelapa sawit menghasilkan. Pengambilan sampel dilakukan secara sengaja (*purposive*), yaitu berdasarkan kriteria tertentu. Kecamatan Lirik memiliki 17 desa dan terdapat 10 desa yang memiliki kelompok tani kelapa sawit dan 3 desa di antaranya telah menerima penyuluhan tentang pemanenan kelapa sawit namun belum menerapkan pemanenan kelapa sawit sesuai *Good Handling Practices* (GHP). Sebaran kelompok tani yang terpilih sebagai populasi dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Populasi pengkajian di Kecamatan Lirik

No	Desa	Kelompok tani	Jumlah Petani (orang)
1	Redang Seko	Rono maju bersama	25
		Bina karya C	24
		Sumber rezeki	25
2	Seko Lubuk Tigo	Usaha mandiri	20

No	Desa	Kelompok tani	Jumlah Petani (orang)
		Amanah 02	25
3	Mekar sari	Meranti jaya	30
	Jumlah		149

Sumber: Balai Penyuluh Pertanian Kecamatan Lirik 2024

Dalam pengkajian ini, penentuan sampel menggunakan teknik *probability sampling* yaitu memberikan kesempatan yang sama bagi setiap elemen atau anggota populasi untuk terpilih sebagai sampel. Untuk menentukan banyak sampel, penulis menerapkan rumus *Slovin*:

$$n = \frac{N}{1 + (N \times e^2)}$$

Ket:

n = banyak sampel

N = Jumlah populasi

e = error (10%)

berikut adalah penghitungan banyak sampel yang akan dikaji:

$$n = \frac{149}{1 + (149 \times 0,1^2)} \quad n = \frac{149}{1 + (149 \times 0,01)} \quad n = \frac{149}{1 + 1,49}$$

$$n = \frac{149}{2,49} \quad n = 59,83 \text{ orang atau } 60 \text{ orang}$$

Berdasarkan perhitungan jumlah sampel diatas, diperoleh 60 orang responden dari 3 (tiga) desa. Selanjutnya, untuk mengetahui jumlah tiap kelompok tani dapat dianalisis menggunakan rumus *Proportional Random Sampling* (Nazir, 2017) dalam (Mustiyanti *et al.*, 2022).

$$ni = \frac{Ni}{N} \times n$$

Ket:

ni = banyak petani tiap kelompok

Ni = banyak anggota kelompok

N = populasi seluruhnya

n = banyak sampel

Berdasarkan metode tersebut, jumlah sampel tiap kelompok dalam penelitian ini disajikan pada tabel berikut.

Tabel 2. Jumlah sampel pengkajian

No	Desa	Kelompok tani	Jumlah (orang)	Total sampel (orang)
1	Redang Seko	Rono Maju Bersama	25/149×60	10
		Bina Karya C	24/149×60	10
		Sumber Rezeki	25/149×60	10
2	Seko Lubuk Tigo	Usaha Mandiri	20/149×60	8
		Amanah 02	25/149×60	10
3	Mekar Sari	Meranti Jaya	30/149×60	12
Jumlah			149	60

Sumber: Analisis Data Primer 2025

Pada penelitian ini digunakan metode analisis regresi linier berganda yang diolah menggunakan aplikasi *SPSS* versi 26, dengan tujuan menelaah pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat. Variabel yang dianalisis mencakup umur, pendidikan, luas lahan, pengalaman, pendapatan, sumber informasi, peran kelompok tani dan peran penyuluh. Pengkajian ini dilakukan menggunakan analisis regresi linear berganda dengan persamaan berikut (Indartini & Mutmainah, 2024).

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8 + e$$

Keterangan :

Y = Perilaku pekebun

α = Konstanta

$\beta_1 - \beta_8$ = Nilai Koefisien X_1 s.d X_8

X_1 = Umur

X_2 = Pendidikan formal

X_3 = Luas Lahan

X_4 = Pengalaman

X_5 = Pendapatan

X_6 = Sumber Informasi

X_7 = Peran Kelompok Tani

X_8 = Peran Penyuluh

e = *error*

Koefisien determinasi R^2 mengukur seberapa jauh kemampuan model dalam menerangkan variasi variabel depeden. Jika menggunakan regresi linear berganda yang memiliki variabel lebih dari dua, maka yang dibaca adalah *Adjusted R-Square* (Indartini & Mutmainah, 2024).

Untuk mengetahui ada atau tidaknya hubungan yang signifikan secara simultan antara dua atau lebih variabel secara bersama-sama (Sugiyono, 2025). Dengan kriteria:

H_0 : diterima (H_1 ditolak) apabila $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ H_1 diterima

H_0 : ditolak (H_1 diterima) apabila $F_{hitung} > F_{tabel}$ H_1 diterima

Untuk memastikan apakah variabel independen memiliki pengaruh yang signifikan secara parsial secara individu terhadap variabel dependen atau tidak. Dengan kriteria:

H_0 : diterima (H_1 ditolak) apabila $t_{hitung} \leq t_{tabel}$ dan $sig > 0,05 (\alpha)$

H_0 : ditolak (H_1 diterima) apabila $t_{hitung} > t_{tabel}$ $sig < 0,05 (\alpha)$ (Sihabudin *et al.*, 2021)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Responden

Karakteristik responden yaitu gambaran identitas dari pekebun yang terlibat dalam pengkajian. Anggota kelompok tani yang sudah menjadi responden dalam pengkajian ini berjumlah 60 orang. Untuk mengetahui latar belakang responden maka diberikan karakteristik yang diperlukan seperti umur, jenis kelamin, tingkat pendidikan, luas lahan, pengalaman bertani dan pendapatan.

Tabel 3. Distribusi karakteristik responden

Kategori	Karakteristik pekebun			
	Range	Frekuensi	Persentase (%)	Rata-rata
Umur	15 – 64	59	98,33	43,68
	> 64	1	1,66	
Jenis kelamin	Laki – laki	47	78,33	
	Perempuan	13	21,66	
Pendidikan	SD	15	25	9,28
	SMP	28	46,66	
	SMA	17	28,33	
Luas lahan	> 1,0	60	100	3,23
Pengalaman	< 10	15	25	12,31
	10 – 20	43	71,66	
	> 20	2	3,33	
Pendapatan	< 1.500.000	0	0	4.190.000
	> 1.500.00-2.500.000	14	23,33	
	> 2.500-3.500.000	15	25	
	> 3.500.000	31	51,66	

Sumber : Analisis Data Primer (2025)

Berdasarkan Tabel 3 diketahui karakteristik pekebun kelapa sawit di Kecamatan Lirik memiliki umur yang berbeda-beda. Menurut Kemenaker (2022) penduduk umur

produktif ialah penduduk yang masuk dalam rentang usia 15 sampai 64 tahun sedangkan usia <15 tahun dan >64 tahun merupakan umur non produktif. Pekebun berumur produktif pada pengkajian ini yaitu berada pada rentang umur 15-64 tahun berjumlah 59 orang atau 98,33% dan non produktif berjumlah 1 orang atau 1,66%. responden dalam penelitian ini didominasi dengan jumlah laki-laki yaitu 47 orang atau 78,33 persen. Jenis kelamin berpengaruh terhadap produktivitas kerja seseorang, pekebun laki-laki cenderung lebih giat dalam mencari informasi guna membantu dalam hal pekerjaan dibanding pekebun perempuan karena pekebun perempuan masih harus memikirkan urusan rumah tangga sehingga membuatnya kurang giat dalam mencari informasi untuk pekerjaannya. Berdasarkan Permendikbud RI nomor 19 Tahun 2016 pasal 2 ayat 1 yang menegaskan bahwa menaikkan akses bagi anak usia 6 sampai 21 tahun buat memperoleh layanan pendidikan hingga menuntaskan jenjang Pendidikan menengah artinya upaya pada mendukung penyelenggaraan pendidikan menengah universal atau rintisan program wajib belajar 12 tahun. Tingkat pendidikan pekebun sebagian besar berpendidikan SMP berjumlah 28 orang dan rata-rata 9,28 tahun. Berdasarkan fakta di lapangan pekebun yang memiliki pendidikan lebih rendah setara pengetahuannya dengan pekebun yang berpendidikan lebih tinggi.

Menurut Sagoyo (1977) dalam Mandang *et al.*, (2020) luas lahan dibagi ke dalam tiga kategori, yaitu lahan kecil atau sempit dengan luas kurang dari 0,5 Ha, lahan menengah dengan luas 0,5–1,0 Ha, serta lahan besar dengan luas lebih dari 1,0 Ha. Dalam pengkajian ini, para pekebun memiliki luas lahan di atas 1 Ha, dengan rata-rata kepemilikan mencapai 3,23 Ha. Pertiwi & Wulandari (2022) mengelompokkan pengalaman dibagi ke dalam tiga kategori, yakni kurang berpengalaman (kurang dari 10 tahun), cukup berpengalaman (10 hingga 20 tahun), dan sangat berpengalaman (lebih dari 20 tahun). Pengalaman bertani yang dimiliki pekebun di Kecamatan lirik yaitu berada pada kategori cukup berpengalaman dengan rata-rata 12,31 tahun. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) dalam Ramadhan *et al.*, (2023) pendapatan dapat digolongkan menjadi empat kategori yaitu, golongan pendapatan sangat tinggi lebih dari 3.500.000, tinggi lebih dari 2.500.000 hingga 3.500.000, sedang atau menengah lebih dari 1.500.000 hingga 2.500.000 dan pendapatan rendah dibawah 1.500.000. Pendapatan rata-rata yang diperoleh pekebun pada pengkajian ini yaitu 4.190.000 berada diatas Upah Minimum Provinsi (UMP) yaitu 3.508.776.

Faktor-faktor yang Berpengaruh Terhadap Perilaku Pekebun dalam Menerapkan Pemanenan Kelapa Sawit Sesuai *Good Handling Practices* (GHP)

Untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap perilaku maka digunakan analisis regresi linier berganda berfungsi menilai sejauh mana variabel independen memengaruhi variabel dependen. Pelaksanaannya dilakukan setelah semua asumsi klasik terpenuhi, dan mencakup koefisien determinasi (R^2), uji F secara simultan, serta uji t secara parsial. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah masing-masing variabel X (umur, tingkat pendidikan, luas lahan, pengalaman, pendapatan, sumber informasi, peran kelompok tani, dan peran penyuluh) memiliki pengaruh yang signifikan atau tidak terhadap variabel Y (perilaku pekebun). Analisis dilakukan menggunakan uji probabilitas dua sisi dengan derajat kebebasan (df) = $N - K$. Dengan taraf signifikansi 0,05, uji dua sisi dan $df = 60 - 8 = 52$, diperoleh nilai t_{tabel} sebesar 1,674.

Tabel 4. Hasil Distribusi Uji Pengaruh

No	Variabel	Koefisien regresi	T_{hitung}	Sig	Keterangan
1	Umur	-0,135	-1,290	0,203	Berpengaruh tidak nyata
2	Tingkat Pendidikan	0,548	1,570	0,123	Berpengaruh tidak nyata
3	Luas Lahan	-6,196	-3,802	0,000	Berpengaruh sangat nyata
4	Pengalaman	0,611	2,878	0,006	Berpengaruh sangat nyata
5	Pendapatan	3,234	2,909	0,005	Berpengaruh sangat nyata
6	Sumber Informasi	2,547	6,350	0,000	Berpengaruh sangat nyata
7	Peran Kelompok Tani	0,510	2,067	0,044	Berpengaruh nyata
8	Peran Penyuluh	0,277	2,335	0,024	Berpengaruh nyata
	R	0,785 ^a			
	Adjusted R Square	0,557			
	Konstanta	18,896			
	F_{tabel}	2,126			
	F_{hitung}	10,270			
	T_{tabel}	1,674			

Sumber : Analisis Data Primer (2025)

Berdasarkan Tabel 4 diketahui hasil analisis menunjukkan bahwa nilai *Adjusted R-Square* bernilai sebesar 0,557 hal ini berarti persentase pengaruh variabel bebas mampu menjelaskan variasi dari variabel terikat (perilaku pekebun) sebesar 55,7 persen dan selebihnya ialah 44,3% bergantung pada faktor lain diluar variabel ini. Namun secara simultan nilai F_{hitung} sebesar $10,270 > F_{tabel}$ yaitu 2,126, dan nilai signifikan $0,000 < 0,05$. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa bahwa keseluruhan variabel X (umur, tingkat pendidikan, luas lahan, pengalaman, pendapatan, sumber informasi, peran kelompok tani, dan peran penyuluh) memiliki pengaruh yang sangat signifikan terhadap variabel Y (perilaku pekebun).

Nilai koefisien B merupakan konstanta Y (ketika variabel X bernilai 1), karena nilai terendah dalam data yang digunakan adalah 1. Selain itu, hasil perhitungan koefisien regresi dari setiap variabel bebas menunjukkan besarnya peningkatan atau penurunan pada variabel terikat yang dipengaruhi oleh perubahan pada variabel bebas tersebut. Nilai-nilai koefisien tersebut kemudian dimasukkan ke dalam model regresi linear berganda, yang disajikan dalam bentuk model sebagai berikut:

$$Y = 18,896 - 0,135X_1 + 0,548X_2 - 6,196X_3 + 0,611X_4 + 3,234X_5 + 2,547X_6 + 0,510X_7 + 0,277X_8$$

Selanjutnya, untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang berpengaruh terhadap perilaku pekebun dalam menerapkan pemanenan kelapa sawit sesuai GHP, dilakukan pengujian menggunakan uji-T.

Pengaruh Variabel Umur terhadap Perilaku Pekebun

Nilai thitung $(-1,290) < t \text{ tabel } (1,674)$ dengan signifikansi $0,203 > 0,05$ dan koefisien regresi $-0,135$ menunjukkan bahwa variabel umur berpengaruh signifikan pada perilaku pekebun dalam menerapkan pemanenan kelapa sawit sesuai GHP. Sama seperti pengkajian Mardianah *et al.*, (2022) yang menyebutkan tidak ada bukti yang kuat untuk mendorong umur berpengaruh terhadap perilaku petani dalam menerapkan budidaya pertanian organik. Pekebun kelapa sawit di Kecamatan Lirik memiliki rentang umur yang berbeda-beda dan masih dalam kategori umur produktif. Pekebun dengan usia muda maupun pekebun usia lanjut tetap melakukan pemanenan kelapa sawit baik sebagai pekerja maupun sebagai pengawas di kebun sendiri. Berdasarkan data karakteristik responden dalam penelitian ini 59 orang atau (88,33%). Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa pekebun relatif produktif. Umur seseorang dapat berperan dalam memengaruhi cara mereka mengambil keputusan. Selain itu, keberhasilan dalam bertani juga dapat dipengaruhi oleh umur. Umumnya, petani usia produktif memiliki kinerja lebih tinggi dibandingkan petani yang sudah memasuki usia nonproduktif (Gusti *et al.*, 2022).

Pengaruh Variabel Tingkat Pendidikan terhadap Perilaku Pekebun

Nilai thitung $(1,570) < t \text{ tabel } (1,674)$ dengan signifikansi $0,123 > 0,05$ dan koefisien regresi $0,548$ menunjukkan bahwa variabel tingkat pendidikan berpengaruh tidak signifikan terhadap perilaku pekebun dalam menerapkan pemanenan kelapa sawit sesuai *Good Handling Practices* (GHP). Pernyataan ini sama dengan hasil pengkajian Handayani *et al.*, (2020) yang menyatakan tingkat pendidikan tidak secara signifikan memengaruhi perilaku petani. Hasil ini karena penerapan GHP dapat dilakukan oleh petani yang

berpendidikan rendah maupun petani yang berpendidikan tinggi. Penerapan GHP tidak diperoleh selama menempuh pendidikan di sekolah melainkan penerapan GHP bisa dilakukan oleh dengan dasar kesadaran petani itu sendiri. Oleh karena itu, tidak semua orang yang berpendidikan rendah memiliki perilaku buruk, begitu pula sebaliknya. Hal ini menunjukkan pekebun yang memiliki pendidikan tinggi maupun pendidikan rendah kemungkinan besar dapat menunjukkan perilaku yang baik (Devi *et al.*, 2021). Berbeda dengan penelitian Aprilia & Zebua, (2023) pengambilan keputusan seseorang dapat dipengaruhi oleh tingkat pendidikan, karena pendidikan yang lebih tinggi membuat individu lebih memahami suatu persoalan dan mendorong keinginan yang lebih kuat terhadap hal itu.

Pengaruh Variabel Luas Lahan terhadap Perilaku Pekebun

Nilai t_{hitung} (6,789) > t tabel (1,667) dengan signifikansi $0,000 < 0,05$ dan koefisien regresi -6,196 menunjukkan bahwa variabel luas lahan memberikan pengaruh signifikan antara variabel luas lahan terhadap perilaku pekebun dalam menerapkan pemanenan kelapa sawit sesuai GHP. Nilai t_{hitung} menunjukkan nilai negatif, yang mengindikasikan adanya hubungan yang bertolak belakang antara luas lahan dengan perilaku pekebun. Semakin besar nilai variabel luas lahan, maka semakin menurun perilaku pekebun. Berdasarkan fakta di lapangan bahwa luas lahan berdampak pada produksi karena Luas lahan yang lebih besar cenderung menghasilkan produksi yang lebih tinggi yang didapat, namun bukan luas lahan yang menyebabkan pekebun melakukan pemanenan sesuai *Good Handling Practices* (GHP). Justru semakin luas lahan pekebun semakin rendah perilakunya karena pekebun menganggap dengan besarnya luas lahan yang mereka miliki maka penghasilan yang mereka dapatkan tetap besar tanpa harus sesuai dengan GHP. Hasil ini tidak selaras dengan penelitian Yahya *et al.*, (2022) yang menunjukkan bahwa petani yang menguasai lahan yang sedikit maupun terluas akan tetap menjual hasil panen dikarenakan tingginya kebutuhan hidup dibandingkan pendapatan yang diperoleh melalui usaha taninya.

Pengaruh Variabel Pengalaman terhadap Perilaku Pekebun

Nilai t_{hitung} (2,878) > t tabel (1,669) dengan signifikansi $0,006 < 0,05$ dan koefisien regresi 0,611 menunjukkan bahwa variabel pengalaman bertani memiliki pengaruh yang signifikan terhadap perilaku pekebun dalam menerapkan pemanenan kelapa sesuai GHP. Faktanya di lapangan pekebun kelapa sawit yang memiliki pengalaman lebih lama cenderung mau menerapkan pemanenan kelapa sawit sesuai GHP. Hal ini

dikarenakan pekebun sudah mengetahui dampak keberlanjutan apabila melakukan panen tidak sesuai GHP. Siregar *et al.*, (2023) menyatakan makin tinggi pengalaman maka semakin mau pekebun menerapkan pemanenan kelapa sawit sesuai standar. Penelitian Mardianah *et al.*, (2022) juga menyatakan bertambahnya pengalaman bertani maka semakin mendorong perilaku petani dalam pertanian organik karena petani dengan tingkat pengalaman yang lebih banyak cenderung lebih berani untuk melakukan percobaan mandiri untuk usaha taninya.

Pengaruh Variabel Pendapatan (X₅) terhadap Perilaku Pekebun (Y)

Nilai thitung (2,909) > t tabel (1,669) dengan signifikansi $0,005 < 0,05$ dan koefisien regresi 3.234 menunjukkan bahwa variabel pendapatan berpengaruh signifikan antara variabel pendapatan terhadap perilaku pekebun dalam menerapkan pemanenan kelapa sesuai GHP. Hal ini sejalan dengan penelitian Siregar *et al.*, (2023) pendapatan terbukti memiliki pengaruh terhadap perilaku petani dalam melakukan pemanenan kelapa sawit sesuai standar panen. Hasil temuan di lapangan menunjukkan bahwa tingkat pendapatan berkontribusi dalam membentuk perilaku pekebun ketika menerapkan pemanenan kelapa sawit berdasarkan prinsip *Good Handling Practices* (GHP). Hal tersebut karena pemanenan yang dilakukan dengan kriteria buah matang optimal berdasarkan berondolan memiliki perbedaan harga jual TBS lebih mahal dibandingkan dengan pemanenan kurang matang.

Berdasarkan rekapitulasi kuesioner diketahui pendapatan rata-rata yang diperoleh pekebun di Kecamatan Lirik yaitu sebesar 4.190.000. Pekebun yang memiliki pendapatan yang besar lebih mau menerapkan pemanenan kelapa sawit sesuai GHP dikarenakan pendapatan yang besar dapat mendukung penerapan pemanenan sesuai GHP. Pekebun di Kecamatan Lirik yang memiliki pendapatan besar cenderung melakukan persiapan panen dengan baik. Pendapatan yang besar dapat mendukung penambahan jumlah tenaga kerja, penambahan alat panen, biaya pengangkutan, dan perbaikan prasarana yang digunakan sehingga pemanenan yang dilakukan pekebun dapat sesuai dengan GHP.

Pengaruh Variabel Sumber Informasi terhadap Perilaku Pekebun

Nilai thitung (6,350) > t tabel (1,669) dengan signifikansi $0,000 < 0,05$ dan koefisien regresi 2,547 menunjukkan bahwa akses informasi pertanian memiliki pengaruh yang signifikan terhadap perilaku pekebun dalam menerapkan pemanenan kelapa sawit sesuai GHP. Hasil ini menggambarkan bahwa akses informasi memang menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi perilaku pekebun dalam menerapkan pemanenan kelapa sawit

sesuai GHP. Berdasarkan hasil wawancara langsung kepada responden menyatakan bahwa pekebun sering melakukan diskusi terkait panen kelapa sawit yang baik. Penyampaian informasi, secara lisan, dirasa cukup cepat diterima oleh pekebun. Selain itu pekebun juga mengambil informasi yang tersedia di media sosial maupun secara online, pada dasarnya pekebun rata rata memiliki *smartphone* yang dimanfaatkan untuk mencari informasi tentang panen kelapa sawit melalui media internet. Hal ini juga sesuai dengan hasil kajian Handayani *et al.*, (2021) menyebutkan sumber informasi berpengaruh pada perilaku petani.

Pengaruh Variabel Peran Kelompok Tani terhadap Perilaku Pekebun

Nilai thitung (2,067) > t tabel (1,669) dengan signifikansi $0,044 < 0,05$ dan koefisien regresi 0,510 menunjukkan bahwa peran kelompok tani memiliki pengaruh yang signifikan terhadap perilaku pekebun dalam menerapkan pemanenan kelapa sawit sesuai GHP. Hasil ini menggambarkan bahwa peran kelompok tani memang menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi perilaku pekebun dalam menerapkan pemanenan sesuai GHP. Berdasarkan fakta di lapangan kelompok tani melakukan kegiatan perkumpulan bersama sudah bagus namun peran kelompok tani sebagai penyebaran informasi dan juga penyuluhan sebagai kelas belajar, wahana kerja sama serta sebagai unit produksi belum mencapai hasil optimal. Hasil ini sama dengan hasil kajian Murtadlo, (2023) yang menyatakan peran kelompok tani berpengaruh terhadap perilaku petani. Petani yang terlibat dalam kelompok tani memiliki kecenderungan untuk lebih siap menghadapi risiko perubahan harga pasar karena mereka memperoleh informasi terkait harga serta strategi untuk menghadapinya melalui diskusi bersama sesama anggota kelompok.

Pengaruh Variabel Peran Penyuluh (X₇) terhadap Perilaku Pekebun (Y)

Nilai thitung (2,335) > t tabel (1,669) dengan signifikansi $0,024 < 0,05$ dan koefisien regresi 0,277 menunjukkan bahwa peran penyuluh memiliki pengaruh signifikan terhadap perilaku pekebun dalam menerapkan pemanenan kelapa sawit sesuai GHP. Pernyataan tersebut selaras dengan hasil penelitian Yusliana *et al.*, (2020) yang menjelaskan peran penyuluh berpengaruh terhadap perilaku, kondisi ini mengindikasikan bahwa semakin besar usaha yang dijalankan oleh penyuluh, akan semakin meningkat pula kemampuan petani dalam menjalankan usahatani ikan air tawar. Siahaan *et al* (2023) menyatakan peran penyuluh pertanian sangat penting dalam mendorong peningkatan produktivitas petani. Kemampuan penyuluh dalam menyelenggarakan kegiatan penyuluhan sangat dibutuhkan dalam upaya pengembangan kapasitas petani. Berdasarkan fakta di lapangan peran penyuluh sebagai agen perubahan untuk mendorong pekebun

dalam mengadopsi inovasi menuju perubahan kearah yang lebih baik masih terbilang kurang. Hal ini terjadi karena Penyuluh Pertanian Lapangan (PPL) masih berfokus pada kelompok tani komoditas pertanian dibandingkan komoditas perkebunan yang merupakan sumber perekonomian masyarakat. Penyuluh Pertanian Lapangan (PPL) juga menyatakan peran mereka sebagai penyuluh pada komoditas kelapa sawit sudah berkurang semenjak SK Permentan Nomor 10 Tahun 2022 diterbitkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dikaji tentang perilaku pekebun dalam menerapkan pemanenan kelapa sawit sesuai *Good Handling Practices* (GHP) di Kecamatan Lirik Kabupaten Indragiri Hulu, maka diambil kesimpulan faktor-faktor yang berpengaruh signifikan terhadap perilaku pekebun dalam menerapkan pemanenan kelapa sawit sesuai *Good Handling Practices* (GHP) di Kecamatan Lirik Kabupaten Indragiri Hulu adalah luas lahan, pengalaman, pendapatan, sumber informasi, peran kelompok tani dan peran penyuluh. Sedangkan sisanya berpengaruh tidak signifikan terhadap perilaku pekebun dalam menerapkan pemanenan kelapa sawit sesuai *Good Handling Practices* (GHP) di Kecamatan Lirik Kabupaten Indragiri Hulu. Diharapkan kegiatan penyuluhan dapat lebih ditingkatkan melalui metode penyuluhan yang berupa audio visual (Vidio tutorial) sehingga informasi yang diperoleh pekebun dapat dipahami secara berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada 1) Politeknik Pembangunan Pertanian Medan, 2) BPP Kecamatan Lirik, 3) Semua pihak yang mendukung dalam pelaksanaan penelitian ini.

PERNYATAAN KONTRIBUSI

Nicolaus Gurning sebagai kontributor dan koresponden dalam pelaksanaan penelitian. Azis Herdiyanto Riyadi dan Puji Wahyu Mulyani sebagai pembimbing dalam pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilia, J., & Zebua, D. D. N. (2023). Faktor-Faktor yang Memengaruhi Perilaku Petani Terhadap Risiko Produksi Bunga Melati Putih (*Jasminum Sambac* L.) di Desa Depok. *Jurnal Pertanian Agros*, 25(3). <https://e-journal.janabadra.ac.id/index.php/JA/article/view/3395/2129>
- BPS. (2024). *Statistik Kelapa Sawit Indonesia* (Vol. 17). Badan Pusat Statistik.

- BSIP. (2024). *Penerapan Good Agriculture Practices dan Good Handling Practices Padi di Sumatra Utara*. Agrostandar. <https://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/15796>
- Devi, L., Mulyati, S., & Umiyati, I. (2021). Pengaruh Pengetahuan Keuangan, Pengalaman Keuangan, Tingkat Pendapatan, dan Tingkat Pendidikan Terhadap Perilaku Keuangan. *JASS (Journal of Accounting for Sustainable Society)*, 2(02). <https://doi.org/10.35310/jass.v2i02.673>
- Gusti, I. M., Gayatri, S., & Prasetyo, A. S. (2022). Pengaruh Umur, Tingkat Pendidikan dan Lama Bertani terhadap Pengetahuan Petani Mengenai Manfaat dan Cara Penggunaan Kartu Tani di Kecamatan Parakan. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*, 19(2), 209–221. <https://doi.org/10.36762/jurnaljateng.v19i2.926>
- Handayani, D., Kusnadi, D., & Harniati. (2020). Perilaku Petani Dalam Penerapan Good Handling Practices (GHP) Pada Komoditas Padi Sawah di Desa Sidomulyo Kecamatan Pangandaran Kabupaten Pangandaran. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(3). <https://doi.org/10.47492/jip.v1i3.100>
- Handayani, N., Yulida, R., & Andriani, Y. (2021). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perilaku Komunikasi Petani Kelapa di Kabupaten Indragiri Hilir. *JSEP (Journal of Social and Agricultural Economics)*, 14(1), 67. <https://doi.org/10.19184/jsep.v14i1.21317>
- Indartini, M., & Mutmainah. (2024). *Buku Analisis Data Kuantitatif Uji Instrumen, Uji Asumsi Klasik, Uji Korelasi dan Regresi Linier Berganda*. Lakeisha. https://www.unmermadiun.ac.id/repository_jurnal_penelitian/Mintarti%20Indartini/BIDANG%20B%20PELAKSANAAN%20PENDIDIKAN/BUKU%20NASIONAL/Buku%20Analisis%20Data%20Kuantitatif-22%20Jan%2024-compressed.pdf
- Jaya, I. M. L. M. (2021). *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif* (2 ed.). Quadrant.
- Kemenaker. (2022). *Momentum Bonus Demografi, Kemnaker Ingatkan Kompetensi Usia Produktif*. <https://kemnaker.go.id/news/detail/momentum-bonus-demografi-kemnaker-ingatkan-kompetensi-usia-produktif>
- Mandang, M., Sondakh, M. F. L., & Laoh, O. E. H. (2020). Karakteristik Petani Berlahan Sempit di Desa Tolok Kecamatan Tompaso. *AGRI-SOSIOEKONOMI*, 16(1), 105. <https://doi.org/10.35791/agrsosek.16.1.2020.27131>
- Mardianah, M., Setiyowati, T., & Ernawati, E. (2022). Minat dan Perilaku Petani dalam Penerapan Pertanian Organik di Tidore Maluku Utara. *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 22(2), 206–214. <https://doi.org/10.25047/jii.v22i2.3374>
- Murtadlo, K. (2023). Perilaku Petani Padi Terhadap Risiko Usahatani Pada Suku Yang Berbeda di Jawa Timur. *AGROMIX*, 14(2), 159–166. <https://doi.org/10.35891/agx.v14i2.4199>
- Permendikbud. (2016). *Tentang Program Indonesia Pintar*. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2016.

- Permentan Nomor 131 Tahun. (2013). *Pedoman Budidaya Kelapa Sawit (Elais guineensis) yang Baik*. Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 131/Permentan/Ot.140/12/2013.
- Pertiwi, Y. Z., & Wulandari, E. (2022). Faktor-faktor yang Berkaitan dengan Aktivitas Pencatatan dan Analisis Keuangan Berbasis Teknologi pada Usahatani Kentang di Kecamatan Pangalengan Kabupaten Bandung. *Jurnal Agrikultura*, 33(1), 89–96.
- Ramadhan, A., Rahim, R., & Utami, N. N. (2023). *Teori Pendapatan (Studi Kasus: Pendapatan Petani Desa Medan Krio)*. Tahta Media Group.
- Siahaan, D. R., Maharani, E., & Hutabarat, S. (2023). Persepsi Pekebun Swadaya terhadap Peremajaan Perkebunan Kelapa Sawit di Kabupaten Rokan Hulu. *JURNAL TRITON*, 14(1), 100–113. <https://doi.org/10.47687/jt.v14i1.277>
- Sihabudin, Wibowo, D., Mulyono, S., Kusuma, J. W., Arofah, I., Ningsi, B. A., Saputra, E., Purwasih, R., & Syaharuddin. (2021). *Ekonometrika Dasar Teori dan Praktik Berbasis SPSS*. CV. PENA PERSADA. <https://dosen.ikipsiliwangi.ac.id/wp-content/uploads/sites/6/2022/02/Full-PDF-Ekonometrika-Dasar-dikompresi.pdf>
- Siregar, C., Nora, S., & Butarbutar, Y. L. (2023). Perilaku Petani dalam Pemanenan Kelapa Sawit di Kecamatan Sei Suka Kabupaten Batubara. *Jurnal Agrica Ekstensia*, 17. <https://doi.org/10.55127/ae.v17i2.176>
- Sugiyono. (2025). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D* (2 ed.). ALFABETA.
- Yahya, M., Misiyem, & Lestary, E. W. (2022). Perilaku Petani dalam Penanganan Pasca Panen Jagung di Kabupaten Langkat Provinsi Sumatera Utara. *Agrica Ekstensia*, 16(2), 33–41. <https://doi.org/10.55127/ae.v16i2.117>
- Yusliana, E., Anantanyu, S., & Rusdiyana, E. (2020). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kompetensi Petani dalam Melakukan Usahatani Ikan Air Tawar di Kecamatan Polanharjo Kabupaten Klaten. *AGROMIX*, 11(2), 202–217. <https://doi.org/10.35891/agx.v11i2.2022>

Tingkat Adopsi Panen Kelapa Sawit Sesuai *Good Handling Practices* (GHP) oleh Petani di Kecamatan Sungai Aur Kabupaten Pasaman Barat

Nursofa^{1*}, Rahmi Eka Putri¹, Puji Wahyu Mulyani¹

¹Penyuluhan Perkebunan Presisi, Politeknik Pembangunan Pertanian Medan

Email: nursofa625@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini focus pada Tingkat Adopsi Panen Kelapa Sawit Sesuai *Good Handling Practices* (GHP) Oleh Petani di Kecamatan Sungai Aur Kabupaten Pasaman Barat. Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji tingkat penerapan dan factor-faktor yang mempengaruhi panen kelapa sawit sesuai *Good Handling Practices* (GHP) oleh petani di Kecamatan Sungai Aur Kabupaten Pasaman Barat. Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dan angket (kuisoner) yang sudah di uji validitas dan reliabilitasnya. Analisis data menggunakan skala likert dan regresi linear. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat adopsi panen kelapa sawit sesuai *Good Handling Practices* (GHP) oleh petani tinggi yaitu 70 persen. Persamaan regresi linear berganda menunjukkan bahwa luas lahan, pendidikan, pendapatan, karakteristik inovasi, peran kelompok tani, peran penyuluhan lapangan memiliki pengaruh signifikan terhadap tingkat adopsi. Kesimpulannya, faktor-faktor tersebut berperan penting dalam meningkatkan penerapan panen kelapa sawit sesuai *Good Handling Practices* (GHP) oleh petani.

Kata kunci: *Good Handling Practices* (GHP), Kelapa sawit, Panen, Petani, Tingkat adopsi

Abstract

This study focuses on the adoption rate of oil palm harvesting according to Good Handling Practices (GHP) by farmers in Sungai Aur District, West Pasaman Regency. The purpose of this study is to examine the level of implementation and factors that influence oil palm harvesting according to Good Handling Practices (GHP) by farmers in Sungai Aur District, West Pasaman Regency. Data were collected through observation, interviews, and questionnaires that have been tested for validity and reliability. Data analysis used a Likert scale and linear regression. The results showed that the adoption rate of oil palm harvesting according to Good Handling Practices (GHP) by farmers was high, namely 70 percent. Multiple linear regression equations showed that land area, education, income, innovation characteristics, the role of farmer groups, and the role of field extension had a significant influence on the adoption rate. In conclusion, these factors play an important role in increasing the implementation of oil palm harvesting according to Good Handling Practices (GHP) by farmers.

Keywords: Good Handling Practices (GHP), Oil palm, Harvest, Farmers, Adoption rate

PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas perkebunan penting yang menghasilkan berbagai produk, seperti minyak untuk kebutuhan pangan, bahan baku industri, serta sumber energi terbarukan berupa biodiesel. anaman ini berperan besar dalam mendorong pertumbuhan ekonomi dan sosial masyarakat. Sebagai salah satu komoditas ekspor utama Indonesia, kelapa sawit menjadi penyumbang devisa dan pajak yang signifikan bagi negara. Selain itu, pengembangan perkebunan kelapa sawit juga menciptakan banyak lapangan kerja, terutama di pedesaan, sehingga berkontribusi terhadap peningkatan kesejahteraan masyarakat (Rosmegawati, 2021).

Data Badan Pusat Statistik (BPS) Tahun 2024 menunjukkan luas areal kebun kelapa sawit nasional mencapai 16,8 juta hektar, dengan seluas 3,3 juta hektar berada di kawasan hutan, sedangkan luas 6 (enam) juta hektar merupakan perkebunan rakyat yang tersebar di 38 provinsi. Provinsi Sumatera Barat sendiri menjadi salah satu daerah sentra produksi kelapa sawit, dengan total luas lahan mencapai 444,10 hektar dan produksi sekitar 1.420,90 ton per tahun (BPS Sumatera Barat, 2024). Menurut data Direktorat Jenderal Perkebunan, Kabupaten Pasaman Barat memiliki areal perkebunan kelapa sawit terbesar di Sumatera Barat, yaitu seluas 163.438 hektar dengan produksi tertinggi mencapai 2.378.850,45 ton, hal ini menjadikan Kabupaten Pasaman Barat sebagai pusat pengembangan kelapa sawit di provinsi tersebut (Zia, 2021). Meski demikian produksi kelapa sawit di Kecamatan Sungai Aur bagian dari Kabupaten Pasaman Barat menunjukkan sedikit penurunan pada tahun 2023 dibandingkan tahun sebelumnya (Badan Pusat Statistik Kabupaten Pasaman Barat (2024). Penurunan yang diduga dipengaruhi oleh faktor-faktor agronomi dan teknis panen seperti kondisi lingkungan, kesehatan tanaman, teknik budidaya, kualitas bahan tanam, curah hujan, pola pemupukan, kepadatan tanaman, kondisi lahan, umur tanaman, sarana dan prasarana panen, serta faktor pendukung lainnya (Prihutami *dalam* Putri Br Ginting, 2022).

Berdasarkan hasil Identifikasi Potensi Wilayah (IPW) dan wawancara dengan petani serta penyuluh di Kecamatan Sungai Aur, diketahui bahwa petani telah mengikuti pelatihan GHP dan Tingkat penerapan GHP ada pada kategori sedang. Namun, sejauh mana tingkat penerapan GHP serta faktor-faktor yang mempengaruhinya masih kurang jelas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji tingkat adopsi panen kelapa sawit sesuai *Good Handling Practices* (GHP) oleh petani di kecamatan sungai aur kabupaten pasaman barat, serta faktor-faktor yang mempengaruhi penerapan tersebut. Hasil penelitian

diharapkan dapat memberikan kontribusi penting bagi pengembangan praktik panen yang lebih baik dan peningkatan produktivitas kelapa sawit.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan dalam laporan ini mencakup penelitian kuantitatif. Bagian penelitian ini berfokus pada pengumpulan data numerik yang dianalisis secara statistik untuk melihat pengaruh berbagai faktor terhadap tingkat adopsi GHP. Penelitian kuantitatif mencakup penjelasan lokasi dan waktu penelitian, yaitu berlangsung di Kecamatan Sungai Aur antara Maret hingga Juli 2025. Populasi terdiri dari 177 petani anggota kelompok tani yang telah mengikuti pelatihan GHP dan sampel sebanyak 64 orang diambil dengan teknik simple random sampling. Teknik pengumpulan data meliputi observasi, wawancara, dan kuesioner yang sudah diuji validitas dan reliabilitasnya. Analisis data dilakukan menggunakan analisis deskriptif dan regresi linear berganda untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat adopsi. Sedangkan untuk penelitian yang memanfaatkan alat dan bahan, spesifikasi alat panen seperti dodos, egrek, kampak, galah, serta koleksi alat pelindung diri (APD) disajikan secara detil sebagai bagian dari perlengkapan pelaksanaan panen GHP, guna menunjang keakuratan dan mutu data penelitian ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Responden

Karakteristik responden penelitian ini merupakan gambaran identitas petani yang menjadi sampel, yaitu sebanyak 64 orang dari Kecamatan Sungai Aur, Kabupaten Pasaman Barat. Karakteristik yang diamati meliputi umur, luas lahan, pendidikan, pengalaman bertani, dan pendapatan.

Umur

Tabel 1. Distribusi Responden Berdasarkan Umur

Kategori	Umur (Tahun)	Jumlah Responden (Orang)	Persentase (%)
Produktif	30-60	64	100
Non produktif	≥ 65	0	0
Total		64	100.00

Sumber: Analisis Data Primer 2025

Berdasarkan Tabel 1 di atas, umur responden seluruhnya berada pada kategori produktif (30-60 tahun) sebanyak 64 orang (100%), tanpa responden di umur non produktif. Menurut Sari (2019) umur memengaruhi cara berpikir dan mengambil keputusan petani. Petani muda biasanya lebih cepat berpikir dan lebih bersemangat, sedangkan petani tua

memiliki pengalaman kerja yang membantu keberhasilan bertani. Menurut Hvighurst *dalam* Haryanto *et al.* (2022), umur dewasa dibagi menjadi tiga kelompok: awal (18–30 tahun), pertengahan (30–60 tahun), dan akhir (60 tahun ke atas). Umur produktif menurut Goma *et al.* (2021) adalah 15–64 tahun, saat fisik dan kemampuan kerja masih kuat. Jadi, semua petani dalam penelitian ini termasuk usia produktif.

Luas Lahan

Tabel 2. Deskripsi Luas Lahan Responden

Kategori	Luas Lahan (Ha)	Jumlah Responden (Orang)	Persentase (%)
Kecil	1,5 Ha	23	35,94
Luas	2 Ha – 3 Ha	41	64,06
Total		64	100.00

Sumber: Analisis Data Primer 2025

Berdasarkan Tabel 2 di atas, luas lahan di Kecamatan Sungai Aur memiliki luas lahan antara 1,5 sampai 3 hektar. Luas lahan ini memengaruhi skala dan efisiensi usaha pertanian (Pradnyawati & Cipta, 2021). Petani dengan lahan kurang dari 1,5 hektar sangat sedikit, sedangkan yang memiliki lahan lebih dari 3,5 hektar cukup banyak (Sihaloho, 2009). Menurut Kinali (2024) menyatakan bahwa lahan perkebunan di lokasi penelitian tergolong cukup luas, yakni lebih dari 2 hektar.

Pendidikan

Tabel 3. Deskripsi Pendidikan Responden

Kategori	Jumlah Responden (Orang)	Persentase (%)
SD	4	6,25
SMP	15	23,44
SMA	37	57,81
S1	8	12,50
Total	64	100.00

Sumber: Analisis Data Primer 2025

Berdasarkan Tabel 3 diatas, menunjukkan bahwa sebagian besar petani di Kecamatan Sungai Aur telah menamatkan SMA, yaitu 37 petani (57,81%). Sisanya, 15 petani lulusan SMP (23,44%), 8 petani lulusan S1 (12,5%), dan 4 petani lulusan SD (6,25%). Pendidikan yang relatif tinggi ini memengaruhi tingkat adopsi teknologi pertanian, karena petani cenderung memiliki pola pikir lebih maju. Hal ini sesuai dengan Gusti *et al.* (2021) yang menyebutkan bahwa pendidikan berperan penting dalam membentuk cara berpikir seseorang.

Pengalaman

Tabel 4. Distribusi Pengalaman Responden

Kategori	Pengalaman petani (Tahun)	Jumlah Responden (Orang)	Persentase (%)
Kurang Berpengalaman	4-9 Tahun	15	23,43
Berpengalaman	10-20 Tahun	46	71,88
Sangat Berpengalaman	21-22 Tahun	3	4,69
Total		64	100.00

Sumber: Analisis Data Primer 2025

Berdasarkan Tabel 4 di atas, sebagian besar petani responden memiliki berpengalaman kurang dari 10 tahun ada 15 orang, sementara berpengalaman bertani kelapa sawit antara 10–22 tahun (46 orang), dan yang sangat berpengalaman lebih dari 20 tahun sebanyak 3 orang. Menurut Myrna Pratiwi (2020) pengalaman berusaha sangat memengaruhi keberhasilan produksi. Klasifikasi lama usaha tani juga sesuai dengan Manyamsari & Mujiburrahmad (2014) yaitu baru (<10 tahun), sedang (10–20 tahun), dan lama (>20 tahun), seperti dikutip dalam Manyamasari & Mujiburrahman dalam Asriati *et al.* (2024).

Pendapatan

Tabel 5. Distribusi Pendapatan Responden

Kategori	Pendapatan/1bulan (Rupiah)	Jumlah Responden (Orang)	Persentase (%)
Sedang	2.000.000 – 4.000.000	14	21,87
Tinggi	4.300.000 – 7.000.000	50	78,13
Total		64	100.00

Sumber: Analisis Data Primer 2025

Berdasarkan Tabel 5 di atas, pendapatan bulanan petani yang paling banyak dilaporkan adalah antara Rp4.300.000 hingga Rp7.000.000, dengan 50 responden atau 78,13 persen. Sedangkan pendapatan terendah berada pada kisaran Rp2.000.000 sampai Rp4.000.000, dengan 14 responden yang mencapai 21,87 persen. Menurut (BPS 2008) pendapatan rendah adalah di bawah Rp1.500.000 per bulan (Nurachmania *et al.*, 2025). Menurut BPS (2016) menyatakan bahwa pendapatan menengah berkisar antara Rp2.000.000 hingga rata-rata Rp4.000.000 per bulan (Nata *et al.*, 2020). Menurut Lawolo (2022) menunjukkan bahwa usahatani kelapa sawit memberikan kontribusi terbesar bagi pendapatan keluarga, yaitu sekitar Rp7.596.498,38 per bulan.

Deskripsi Variabel Bebas Eksternal

Variabel eksternal yang dianalisis adalah karakteristik inovasi, peran kelompok tani, dan peran penyuluh lapangan. Karakteristik inovasi dinilai sangat tinggi dengan skor

rata-rata 94 persen, yang menunjukkan petani memberikan penilaian positif terhadap keuntungan relatif, kompatibilitas, kompleksitas, triability, dan observabilitas *Good Handling Practices* (GHP). Peran kelompok tani dan penyuluh lapangan mendapat skor tinggi masing-masing 88 persen dan 77 persen, mengindikasikan kontribusi signifikan dari keduanya dalam mendukung penerapan praktik panen sesuai GHP.

Analisis Tingkat Adopsi Panen Kelapa Sawit Sesuai GHP

Hasil pengukuran tingkat adopsi panen kelapa sawit sesuai GHP oleh petani menunjukkan skor rata-rata sebesar 70%, yang masuk dalam kategori tinggi. Penerapan GHP tertinggi ditemukan pada indikator persiapan panen (76%), sedangkan skor terendah terdapat pada aspek cara panen (62%). Hasil ini menjawab tujuan utama penelitian terkait seberapa luas adopsi praktik panen GHP oleh petani Kecamatan Sungai Aur.

Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Adopsi

Pengujian faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat adopsi dilakukan dengan regresi linear berganda, yang mencakup variabel independen umur, luas lahan, pendidikan, pengalaman bertani, pendapatan, karakteristik inovasi, peran kelompok tani, dan peran penyuluh lapangan dengan variabel dependen tingkat adopsi GHP. Dari hasil uji simultan diperoleh nilai F-hitung signifikan ($10,352 < 0,05$), menunjukkan bahwa secara bersama-sama faktor-faktor tersebut berpengaruh signifikan pada tingkat adopsi. Uji parsial menunjukkan variabel luas lahan, pendidikan, pendapatan, karakteristik inovasi, peran kelompok tani, dan peran penyuluh lapangan memiliki pengaruh signifikan terhadap tingkat adopsi. Sedangkan variabel umur dan pengalaman bertani tidak berpengaruh signifikan.

Persamaan regresi linear berganda yang diperoleh adalah sebagai berikut:

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8 + e$$

$$Y = -106,128 + 0,350X_1 + 0,936X_2 + 1,004X_3 - 479X_4 + 3,39X_5 + 0,468X_6 + 0,330X_7 + 0,967X_8 + e$$

Dimana Y Adalah tingkat adopsi, X1 umur, X2 luas lahan, X3 pendidikan, X4 pengalaman, X5 pendapatan, X6 karakteristik inovasi, X7 peran kelompok tani, X8 peran penyuluhan lapangan.

Nilai Adjusted R² sebesar adalah 0,601 (60,1%) yang artinya bahwa variabel independen atau variabel bebas (umur, luas lahan, pendidikan, pengalaman, pendapatan, karakteristik inovasi, peran kelompok tani, peran penyuluhan lapangan) dapat menjelaskan variabel dependen atau variabel terikat (tingkat adopsi panen kelapa sawit sesuai *Good*

Handling Practices (GHP) oleh petani) sebanyak 60,1% dan sisanya 39,9 % dijelaskan oleh variabel bebas lainnya yang tidak dicantumkan di dalam pengkajian ini.

Uraian Pengaruh Variabel

Umur

Berdasarkan analisis SPSS, umur petani tidak berpengaruh signifikan terhadap tingkat adopsi panen kelapa sawit sesuai *Good Handling Practices* (GHP) di Kecamatan Sungai Aur. Hasil ini didukung karena nilai thitung (1,789) lebih kecil dari t tabel (2,004) dan nilai signifikansi (0,079) lebih besar dari 0,05, maka H₀ diterima dan H₁ ditolak. Artinya, umur petani tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap tingkat adopsi panen kelapa sawit sesuai *Good Handling Practices* (GHP) di Kecamatan Sungai Aur, Kabupaten Pasaman Barat. Menurut Manongko & Pangemanan (2017) umur petani memengaruhi kemampuan fisik dan respons mereka terhadap hal-hal baru dalam menjalankan usahatannya. Hal tersebut juga sejalan dengan penelitian Astuti *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa baik petani muda maupun tua belum tentu memiliki semangat dan kecepatan dalam mengadopsi inovasi.

Luas Lahan

Hasil analisis SPSS menunjukkan bahwa luas lahan berpengaruh signifikan terhadap tingkat adopsi panen kelapa sawit sesuai *Good Handling Practices* (GHP). Nilai t-hitung 5,741 dengan signifikansi ($0,000 < 0,05$), H₀ ditolak dan H₁ diterima, yang berarti luas lahan memiliki pengaruh nyata terhadap adopsi panen kelapa sawit sesuai standar *Good Handling Practices* (GHP) di Kecamatan Sungai Aur Kabupaten Pasaman Barat. Luas lahan petani bervariasi antara 1,5 hingga 3 hektar, dan semakin luas lahan, produksi biasanya lebih tinggi. Petani dengan lahan besar cenderung lebih sering menerapkan GHP karena hasil panennya yang lebih besar dapat meningkatkan pendapatan secara signifikan. Sebaliknya, petani dengan lahan kecil cenderung kurang menerapkan GHP. Penelitian Bachri *et al.* (2019) juga mendukung bahwa luas lahan yang besar menghasilkan hasil usahatani yang lebih tinggi. Dari sini dapat disimpulkan bahwa ukuran luas lahan memengaruhi tingkat adopsi inovasi, dimana makin besar luas lahan, makin cepat petani mengadopsi teknologi baru.

Pendidikan

Berdasarkan hasil analisis pada tabel Coefficients SPSS versi 26, variabel pendidikan berpengaruh secara signifikan terhadap adopsi petani. Nilai thitung sebesar 3,284 dengan signifikansi 0,002 menunjukkan bahwa thitung (3,284) > t tabel (2,00404)

dan nilai sig. $(0,002) < \alpha (0,05)$. Dengan demikian, H_0 ditolak dan H_1 diterima, yang berarti terdapat pengaruh signifikan antara tingkat pendidikan dengan adopsi panen kelapa sawit sesuai *Good Handling Practices* (GHP) di Kecamatan Sungai Aur, Kabupaten Pasaman Barat. Menurut (Hepi Hapsari, 2020) menjelaskan bahwa semakin tinggi pendidikan seseorang, semakin rasional cara berpikir, sikap, dan perilakunya dalam menerima inovasi teknologi. Hal ini juga didukung oleh penelitian Bachri *et al.* (2019) yang menyatakan bahwa peningkatan pendidikan petani berpengaruh pada cara berpikir dan pengetahuan mereka, sehingga pendidikan menjadi faktor penting dalam proses adopsi inovasi.

Pengalaman

Berdasarkan hasil analisis uji parsial, variabel pengalaman terhadap adopsi petani menunjukkan nilai thitung sebesar -1,623 dengan signifikansi 0,110 pada *output Coefficients* SPSS versi 26. Nilai ini dibandingkan dengan ttabel sebesar 2,00404 dan taraf signifikan 0,05. Karena thitung $(-1,623) < t \text{ tabel } (2,00404)$ dan nilai sig. $(0,110) > 0,05$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak. Artinya, pengalaman petani tidak berpengaruh signifikan terhadap tingkat adopsi panen kelapa sawit sesuai *Good Handling Practices* (GHP) di Kecamatan Sungai Aur, Kabupaten Pasaman Barat. Temuan ini sesuai dengan penelitian Setiyowati *et al.* (2022) yang menyatakan bahwa pengalaman petani tidak memengaruhi tingkat pengetahuan mereka tentang inovasi. Karena pengalaman petani kelapa sawit sering diwariskan secara turun-temurun, pengetahuan mereka tentang pemanenan sesuai dengan GHP masih sangat terbatas.

Pendapatan

Hasil analisis menunjukkan bahwa variabel pendapatan berpengaruh signifikan terhadap tingkat adopsi petani. Hal ini terlihat dari nilai t hitung sebesar 3,264 dengan nilai signifikansi 0,002. Karena t hitung $(3,264)$ lebih besar dari ttabel $(2,00404)$ dan nilai sig. $(0,002)$ lebih kecil dari 0,05, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima. Artinya, terdapat hubungan yang signifikan antara pendapatan petani dengan tingkat adopsi panen kelapa sawit sesuai standar *Good Handling Practices* (GHP) di Kecamatan Sungai Aur, Kabupaten Pasaman Barat. Hal ini didukung oleh penelitian Setiyowati *et al.* (2022) yang menyatakan bahwa petani berpendapatan tinggi lebih cepat menerima pengetahuan mengenai inovasi karena mereka memiliki modal untuk mencoba hal baru. Sedangkan petani berpendapatan rendah membutuhkan waktu lebih lama untuk menerima inovasi karena keterbatasan modal, sehingga pengetahuan mereka terhadap inovasi juga terbatas.

Karakteristik Inovasi

Hasil analisis menunjukkan bahwa variabel karakteristik inovasi berpengaruh signifikan terhadap adopsi petani. Hal ini dibuktikan dengan nilai thitung sebesar 3,401 yang lebih besar dari ttabel 2,00404, serta nilai signifikansi 0,001 yang lebih kecil dari 0,05. Dengan demikian, H0 ditolak dan H1 diterima, artinya terdapat hubungan yang signifikan antara karakteristik inovasi dan tingkat adopsi panen sesuai *Good Handling Practices* (GHP) kelapa sawit di Kecamatan Sungai Aur, Kabupaten Pasaman Barat. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin baik karakteristik suatu inovasi, maka semakin cepat petani mengadopsinya (Ameilia Zuliyanti Siregar, 2021). Pengkajian ini sejalan dengan penelitian Rahmasari & Kusnadi (2020) yang menunjukkan bahwa sifat-sifat teknologi inovasi secara nyata mempengaruhi keputusan petani untuk mengadopsi teknologi tersebut dengan pengaruh yang positif.

Peran Kelompok Tani

Hasil analisis menunjukkan bahwa variabel peran kelompok tani berpengaruh signifikan terhadap adopsi petani. Hal ini ditunjukkan oleh nilai thitung sebesar 3,237 dengan nilai signifikansi 0,002, yang berarti thitung (3,237) > ttabel (2,00404) dan sig. (0,002) < 0,05. Dengan demikian, H0 ditolak dan H1 diterima, yang menandakan adanya hubungan yang signifikan antara peran kelompok tani dan tingkat adopsi panen kelapa sawit sesuai *Good Handling Practices* (GHP) di Kecamatan Sungai Aur, Kabupaten Pasaman Barat. Secara umum, peran kelompok tani sangat penting dalam kehidupan petani karena menjadi wadah kerja sama dalam mengelola usaha tani (Site *et al.*, 2018). Menurut Rangga (2024) yang menyatakan bahwa kelompok tani juga berperan penting dalam membantu petani mengatasi persoalan teknis, penyediaan sarana produksi, serta pemasaran hasil panen.

Peran Penyuluhan Lapangan

Hasil analisis menunjukkan bahwa variabel peran penyuluh lapangan berpengaruh signifikan terhadap adopsi petani. Nilai t hitung sebesar 4,414 lebih besar dari t tabel 2,00404, dengan nilai signifikansi 0,000 < 0,05, sehingga H0 ditolak dan H1 diterima. Artinya, terdapat hubungan yang nyata antara peran penyuluh lapangan dan tingkat adopsi petani terhadap *Good Handling Practices* (GHP) dalam panen kelapa sawit di Kecamatan Sungai Aur, Kabupaten Pasaman Barat. Hal ini sejalan dengan penelitian Indrayanti *et al.* (2024) menunjukkan bahwa kemampuan penyuluh dalam memfasilitasi petani sangat

berpengaruh terhadap kesediaan petani untuk menerima hal-hal baru, terutama dalam bidang inovasi pertanian.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian, tingkat adopsi panen kelapa sawit sesuai *Good Handling Practices* (GHP) oleh petani di Kecamatan Sungai Aur, Kabupaten Pasaman Barat tergolong tinggi, yaitu 70%. Adopsi tertinggi terdapat pada persiapan panen dengan nilai 76%, sedangkan terendah pada cara panen sebesar 62%. Faktor yang berpengaruh signifikan terhadap tingkat adopsi adalah luas lahan, pendidikan, pendapatan, karakteristik inovasi, peran kelompok tani, dan penyuluh lapangan. Sementara itu, umur dan pengalaman petani tidak berpengaruh signifikan terhadap adopsi GHP. Tingkat adopsi panen kelapa sawit sesuai *Good Handling Practices* (GHP) di Kecamatan Sungai Aur bisa ditingkatkan dengan beberapa cara. Pertama, perlu peningkatan pelatihan tentang cara panen yang baik dan benar, terutama bagi penyuluh dan kelompok tani, dengan fokus pada praktik langsung, penggunaan alat pelindung diri (APD), dan teknik pemanenan yang aman dan efisien. Kedua, pelatihan dan praktik langsung di lapangan harus lebih sering dilakukan dengan memanfaatkan media sosial dan media elektronik agar informasi tersampaikan dengan lebih cepat dan luas. Ketiga, penelitian berikutnya disarankan menambahkan variabel lain seperti akses informasi dan kosmopolitan agar faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat adopsi dapat dipahami lebih lengkap.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Pembangunan Pertanian Medan, Dinas Perkebunan Kabupaten Pasaman Barat, BPP Kecamatan Sungai Aur, serta seluruh informan yang telah membantu dalam penelitian ini. Dan kepada dosen pembimbing saya yang sudah membimbing saya selama menyelesaikan penelitian ini. Ucapan terima kasih dituliskan dengan mencantumkan nama-nama instansi yang berjasa dalam membantu pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Asriati, Iswandi, M., & Sadimantara, F. N. (2024). 2024. Asriati. Analisis Perbedaan Pendapatan Usahatani Jagung dengan Usahatani Nilam Di Desa Lamanu Kecamatan Kabawo Kabupaten Muna.pdf. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 4(2), 129–139.
- Astuti, L. T. W., Siregar, A. Z., & Ihsan, K. (2022). Adopsi Pekebunan Karet Terhadap Penggunaan Asam Semut Sebagai Bahan Koagulan Lateks Di Kecamatan Pemali Kabupaten Bangka.

- Bachri, M. R., Lubis, Y., & Harahap, G. (2019). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Adopsi Inovasi Teknologi Oleh Petani Padi Sawah di Desa Kolam Kecamatan Percut Sei Tuan. *Jurnal Ilmiah Pertanian (Jiperta)*, 1(2), 175–186. <http://jurnalmahasiswa.uma.ac.id/index.php/jiperta>
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Pasaman Barat. (2024). *Statistik Daerah Kabupaten Pasaman Barat*. 6.
- BPS Sumatera Barat. (2023). Sumatera Barat Dalam Angka 2023. *Berita Resmi Badan Pusat Statistik*, 54.
- Goma, E. I., Sandy, A. T., & Zakaria, M. (2021). Analysis Of Distribution And Interpretation Of Productive Age Population Data In Indonesia For The Year 2020. *Jurnal Georafflesia*, 6(1), 20–27.
- Gusti, I. M., Gayatri, S., & Subhan, A. P. (2021). Pengaruh Umur , Tingkat Pendidikan Dan Lama Bertani Terhadap Pengetahuan Petani Mengenai Manfaat Dan Cara Penggunaan Kartu Tani Di Kecamatan Parakan Tha Affecting Of Farmer Ages , Level Of Education , And Farming Experience Toward The Level Of Farmer Know. *19(2)*, 209–221.
- Haryanto, Y., Effendy, L., & Yunandar, D. T. (2022). Karakteristik Petani Milenial pada Kawasan Sentra Padi di Jawa Barat Characteristics of Millennial Farmers in Rice Center Area in West Java. *18(01)*, 25–35.
- Indrayanti, T., Wardoyo, E., & Farmia, A. (2024). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Adopsi Petani Terhadap Program Kartu Tani Di Desa Gadu Kecamatan Gunungwungkal Kabupaten Pati. *Jurnal Pengembangan Penyuluhan Pertanian*, 21(1), 1-10.
- Kinali, D. I. K. (2024). Analisa Tingkat Pendapatan Usaha Tani Kelapa Sawit Di Kecamatan Kinali. *02(1)*, 14–29.
- Manongko, A. . . , & Pangemanan, L. . . (2017). Hubungan Karakteristik Petani Dan Tingkat Adopsi Teknologi Pada Usahatani Bawang Merah Di Desa Tonsewer, Kecamatan Tompaso. *Agri-Sosioekonomi*, 13(2A), 35. <https://doi.org/10.35791/agrsosek.13.2a.2017.16577>
- Myrna Pratiwi, L. J. P. (2020). Karakteristik Petani Kelapa Sawit Di Kabupaten Labuhan Batu Utara. *Agriprimatech*, 3(2), 46–52. <https://doi.org/10.34012/agriprimatech.v3i2.922>
- Nata, M. I. A., Endaryanto, T., & Suryani, A. (2020). Analysis of Income and Welfare of Banana Farmer Households at Sumberejo Subdistrict of Tanggamus Regency. *Jurnal Ilmu-Ilmu Agribisnis*, 8(4), 600–607.
- Nurachmania, M., Gultom, H. Y., Agroforestry, T., & District, D. P. (2025). Analisis Pendapatan Sistem Agroforestry Di Desa Tigaras Kecamatan Dolok Pardamean. Kabupaten Simalungun. *7(1)*.
- Pradnyawati, I. G. A. B., & Cipta, W. (2021). Pengaruh Luas Lahan, Modal dan Jumlah Produksi Terhadap Pendapatan Petani Sayur di Kecamatan Baturiti. *Ekuitas*:

Jurnal Pendidikan Ekonomi, 9(1), 93. <https://doi.org/10.23887/ekuitas.v9i1.27562>

- Putri Br Ginting, I., & Jamil, Muhammad, S. (2022). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produksi Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) Di PT.Perkebunan Nusantara II Kebun Sawit Seberang Kabupaten Langkat. *Jurnal Penelitian Agrisamudra*, 9(1), 1–8. <https://ejurnalunsam.id/index.php/jagris>
- Rahmasari, F. F. N., & Kusnadi, D. H. (2020). Pengaruh Penyuluhan Terhadap Keputusan Petani Dalam Adopsi Teknologi Pengendalian Hama Terpadu Padi Sawah Di Kecamatan Cicalongkulon. 1(3), 633–646.
- Rangga, K. K., & Listiana, I. (2024). Dukungan Kelompok Tani Terhadap Tingkat Perilaku Petani Padi Organik Dalam Budidaya Yang Ramah Lingkungan Support Of Farmer Group On The Level Of Behavior Of Organic Rice Farmers In Environmentally Friendly Cultivation. 24(2), 161–170.
- Rosmegawati. (2021). Peran Aspek Tehnologi Pertanian Kelapa Sawit Untuk Meningkatkan Produktivitas Produksi Kelapa Sawit. *Jurnal Agrisia*, 13(2), 72–90.
- Sari, L. (2019). Analisis pendapatan Petani Padi di Desa Bontorappo Kecamatan Tarowang Kabupaten Jeneponto. *Jurnal Agribisnis*, 1–19.
- Setiyowati, T., Fatchiya, A., & Amanah, S. (2022). Pengaruh Karakteristik Petani terhadap Pengetahuan Inovasi Budidaya Cengkeh di Kabupaten Halmahera Timur. *Jurnal Penyuluhan*, 18(02), 208–218. <https://doi.org/10.25015/18202239038>
- Sihaloho, M., & Purwandari, H. (2009). Reforma Agraria Di Bidang Pertanian : Studi Kasus Perubahan Struktur Agraria dan Diferensiasi Kesejahteraan Komunitas Pekebun di Lebak, Banten. *Sodality: Jurnal Sosiologi Pedesaan*, 3(1), 1–16. <https://doi.org/10.22500/sodality.v3i1.5874>
- Site, W., Hasan, I., & Rasyid, R. (2018). Peran Kelompok Tani Pada Pengelolaan Usahatani Kabupaten Luwu Utara. *Wiratani: Jurnal Ilmiah Agribisnis*, 1(1), 199–213. <https://doi.org/10.33096/wiratani.v1i1.15>
- Zia, T. A. (2021). Analisis Daya Saing Dan Dampak Kebijakan Pemerintah Terhadap Komoditas Kelapa Sawit Rakyat. 22(April 2010), 69–77.

Respons Sifat Kimia Tanah terhadap Pemberian Biochar Kulit Kakao sebagai Soil Amandement di Tanah Grumosol

F. Riil Salsabila^{1*}, Anna Kusumawati¹

¹Program Studi Pengelolaan Perkebunan, Politeknik LPP Yogyakarta

Email: kusumawatianna@gmail.com

Abstrak

Tanah Grumosol adalah jenis tanah yang banyak mengandung liat sehingga mampu menyimpan unsur hara, tetapi sering mengikat fosfor (P) dan kalium (K). Akibatnya, tanaman sulit menyerap kedua unsur tersebut walaupun jumlahnya ada di dalam tanah. Limbah kulit kakao dapat diolah menjadi biochar (arang hayati) dan digunakan untuk memperbaiki tanah karena dapat meningkatkan pH, menambah karbon organik, dan membantu menjaga unsur hara agar tidak hilang. Namun, sifat biochar sangat dipengaruhi oleh suhu pembuatannya. Penelitian ini bertujuan mengetahui bagaimana reaksi tanah Grumosol setelah diberi biochar kulit kakao yang dibuat pada dua suhu berbeda, yaitu 300°C dan 500°C, dengan jumlah biochar yang sama di setiap perlakuan. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga perlakuan: tanpa biochar (kontrol), biochar 300°C, dan biochar 500°C; masing-masing diulang empat kali. Pengamatan dilakukan pada pH tanah, karbon organik, nitrogen total, fosfor tersedia, dan kalium tersedia, sebelum dan sesudah perlakuan. Hasil penelitian diharapkan dapat menjelaskan apakah biochar kulit kakao mampu mengurangi pengikatan P dan K oleh tanah Grumosol, meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman, serta memengaruhi kemampuan tanah menyimpan unsur hara. Penelitian ini sekaligus mengisi kekurangan penelitian sebelumnya mengenai penggunaan biochar kulit kakao pada tanah liat berat seperti Grumosol.

Kata kunci: Biochar kulit kakao, NPK, Sifat kimia tanah, Suhu, Tanah grumosol

Abstract

Grumosol soil is a clay-rich soil that can hold nutrients well but often traps phosphorus (P) and potassium (K), making them hard for plants to absorb. Cocoa pod husk can be turned into biochar and used to improve soil because it can increase pH, add organic carbon, and help keep nutrients from being lost. However, the quality of biochar depends on the temperature at which it is produced. This study aims to find out how Grumosol soil responds after being given cocoa pod husk biochar made at two different temperatures, 300°C and 500°C, using the same amount of biochar for each treatment. The research uses a Completely Randomized Design (CRD) with three treatments: no biochar (control), biochar at 300°C, and biochar at 500°C, each repeated four times. The soil properties observed include pH, organic carbon, total nitrogen, available phosphorus, and available potassium, measured before and after treatment. The results are expected to show whether cocoa biochar can reduce P and K fixation in Grumosol soil, increase nutrient availability for plants, and affect the soil's ability to hold nutrients. This study also helps fill the gap in previous research on the use of cocoa pod biochar in heavy clay soils such as Grumosol.

Keywords: Cocoa pod husk biochar, NPK, Soil chemical properties, Temperature, Grumosol soil

PENDAHULUAN

Dewasa ini hampir diseluruh dunia tanah pertanian menghadapi tantangan berat berupa penurunan kesuburan akibat erosi, pelapukan bahan organik, dan pencucian unsur hara sehingga berdampak negatif pada ketahanan pangan global. Sebagai salah satu solusi teknologi yang menjanjikan, biochar atau arang hayati telah terbukti secara eksperimen dapat memperbaiki kualitas kimia tanah – termasuk meningkatkan pH, menambah kandungan karbon organik, dan memperkuat kemampuan tanah menahan unsur hara (Ding *et al.*, 2016) . Di tingkat nasional, Indonesia dengan sektor pertanian yang besar serta produksi kakao yang signifikan, menghadapi masalah tambahan yaitu limbah kulit kakao yang belum dimanfaatkan secara optimal sekaligus lahan yang mulai menunjukkan gejala penurunan kualitas tanah akibat intensifikasi dan pemupukan kimia. Pemanfaatan limbah kulit kakao sebagai bahan baku biochar menawarkan peluang ganda: meningkatkan kualitas tanah dan mengurangi limbah organik. Namun demikian, efektivitas biochar sangat juga dipengaruhi oleh kondisi saat pembuatan biochar itu sendiri termasuk suhu pirolisis dan karakteristik tanah penerima (Sun *et al.*, 2022).

Di beberapa daerah di Indonesia, khususnya di Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta, banyak ditemukan tanah tipe Grumosol yang dicirikan oleh kandungan liat montmorillonit tinggi. Tanah ini memiliki kapasitas tukar kation (KTK) yang besar namun cenderung mengalami fiksasi fosfor (P) dan kalium (K), yaitu kondisi di mana unsur hara tersebut ada dalam tanah tetapi tidak tersedia untuk tanaman. Sebagai contoh, meta-analisis menunjukkan bahwa pengaruh biochar terhadap sifat kimia tanah sangat dipengaruhi oleh kondisi awal tanah dan karakter biochar, seperti pH biochar, ukuran partikel, suhu pirolisis pembuatan biochar (Sun *et al.*, 2022). Tanah jenis ini belum banyak menjadi fokus penelitian biochar di Indonesia, terutama dengan membandingkan biochar dari suhu pirolisis yang berbeda. Beberapa penelitian global menunjukkan biochar dapat meningkatkan sifat kimia tanah secara signifikan (Premalatha *et al.*, 2023), tetapi pengaruhnya sangat tergantung pada kondisi khusus biochar dan tanah penerima (Ye *et al.*, 2020). Dengan demikian, penelitian ini hadir sebagai upaya untuk mengisi kekosongan tersebut: yaitu mengevaluasi respons tanah Grumosol terhadap aplikasi biochar kulit kakao hasil pirolisis pada dua suhu berbeda, dengan satu dosis aplikasi yang sama.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan sifat kimia tanah Grumosol setelah diberi biochar kulit kakao yang diproduksi pada suhu 300°C dan 500°C, membandingkan pengaruh kedua suhu tersebut terhadap pH, kandungan karbon organik,

fosfor tersedia, kalium tersedia dan kapasitas tukar kation (KTK) tanah, serta menilai potensi biochar dalam mengurangi fiksasi P dan K pada tanah Grumosol.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan selama kurang lebih empat bulan untuk mengamati perubahan fisika kimia tanah yang berlokasi di *greenhouse* Politeknik LPP Yogyakarta tepatnya terletak di Wedomartani, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Jenis tanah yang digunakan adalah jenis tanah grumusol yang termasuk ke dalam salah satu tanah liat berat yang berasal dari daerah Kulonprogo. Kegiatan ini dimulai dari persiapan media tanam dan biochar, inkubasi, hingga analisis sifat kimia tanah serta pengamatan terhadap pertumbuhan tanaman. Jenis tanaman yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah tanaman tebu yang memiliki parameter berupa pertumbuhan fisiologis tanaman.

Tanah diambil dari kedalaman olah 0–20 cm, kemudian dikering-anginkan dan diayak menggunakan ayakan agar tanah lebih homogen. Biochar dibuat dari kulit kakao melalui proses pirolisis tertutup dengan menggunakan dua suhu berbeda, yaitu 300°C dan 500°C. Biochar yang telah dihasilkan didinginkan, dihancurkan, dan diayak agar memiliki ukuran yang seragam sebelum dicampurkan dengan tanah. Selanjutnya tanah dicampur dengan biochar sesuai perlakuan, yaitu tanpa biochar (B0), biochar suhu 300°C (B3), dan biochar suhu 500°C (B5). Campuran tanah dan biochar kemudian dimasukkan ke dalam pot dan diinkubasi di dalam *greenhouse* dengan menjaga kelembaban tanah agar tetap mendekati kapasitas lapang.

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) karena kondisi lingkungan di *greenhouse* relatif seragam. Setiap perlakuan diulang tiga hingga empat kali agar data yang diperoleh lebih akurat dan dapat dianalisis secara statistik. Selama inkubasi, tidak dilakukan penanaman tanaman uji agar fokus penelitian tetap pada perubahan sifat kimia tanah akibat penambahan biochar.

Parameter sifat kimia tanah yang diamati adalah pH tanah, kadar C-Organik, fosfor (P tersedia, dan kalium (K) tersedia. Analisis yang digunakan dalam uji kandungan hara N adalah menggunakan metode Kjeldal, hara P dan K menggunakan metode Pengabuan basah HNO₃ dan HClO₄, serta C-Organik dengan metode Walkley Black. Pengukuran dilakukan dua kali, yaitu sebelum pemberian biochar dan setelah masa inkubasi berakhir, untuk melihat pengaruh langsung biochar terhadap sifat kimia tanah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Biochar telah menjadi salah satu inovasi penting dalam bidang pertanian berkelanjutan karena kemampuannya memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Bahan ini dihasilkan melalui proses pirolisis biomassa organik dalam kondisi terbatas oksigen, yang menghasilkan residu kaya karbon dengan stabilitas tinggi. Biochar tidak hanya berperan sebagai penyimpan karbon jangka panjang, tetapi juga sebagai pembenah tanah (soil amendment) yang mampu meningkatkan kapasitas tukar kation, ketersediaan unsur hara, serta aktivitas mikroorganisme tanah (Lehmann & Joseph, 2015; Novak *et al.*, 2020). Keunggulan ini menjadikan biochar menarik untuk dikaji lebih dalam, khususnya dalam konteks pemanfaatan limbah biomassa lokal seperti kulit kakao yang melimpah di daerah tropis.

Karakteristik kimia biochar sangat dipengaruhi oleh suhu dan kondisi pirolisis yang digunakan selama proses pembuatannya. Suhu pirolisis menentukan derajat dekomposisi bahan organik, pembentukan struktur aromatik karbon, dan retensi unsur mineral. Biochar yang dihasilkan pada suhu rendah umumnya memiliki kandungan unsur hara yang lebih tinggi, sedangkan biochar suhu tinggi memiliki struktur karbon yang lebih stabil dan porositas yang lebih baik untuk adsorpsi ion hara (Xu *et al.*, 2023). Oleh karena itu, analisis terhadap karakteristik biochar pada berbagai suhu pirolisis menjadi penting untuk memahami potensi dan efektivitasnya sebagai pembenah tanah.

Dalam penelitian ini, biochar yang digunakan berasal dari kulit kakao dan diproses pada dua variasi suhu pirolisis, yaitu 300 °C (B3) dan 500 °C (B5). Kedua tipe biochar ini kemudian dianalisis untuk mengetahui kandungan unsur hara makro seperti nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), serta karbon organik (C-organik), dan pH. Analisis unsur-unsur tersebut penting untuk menilai kemampuan biochar dalam memperbaiki kesuburan tanah dan mendukung pertumbuhan tanaman pada berbagai kondisi lahan. Setiap unsur hara memberikan kontribusi yang berbeda terhadap proses fisiologis tanaman, dan keberadaannya dalam biochar dapat memengaruhi dinamika kesuburan tanah baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang.

Selanjutnya, pembahasan difokuskan pada karakterisasi dan fungsi masing-masing unsur hara yang terkandung dalam biochar. Unsur nitrogen dibahas berdasarkan hasil analisis metode Kjeldahl untuk melihat potensi penyediaan nitrogen bagi tanaman. Unsur fosfor dikaji dalam kaitannya dengan stabilitas dan ketersediaannya di tanah. Kalium dianalisis untuk melihat perannya dalam memperbaiki keseimbangan ionik tanah dan

mendukung ketahanan tanaman terhadap stres. Karbon organik dibahas dalam konteks stabilitas biochar serta perannya dalam peningkatan kualitas tanah jangka panjang. Terakhir, pH biochar dianalisis untuk memahami bagaimana sifat kimianya dapat menetralkan keasaman tanah dan meningkatkan ketersediaan unsur hara lainnya.

Pendekatan komprehensif ini diharapkan mampu memberikan pemahaman mendalam mengenai potensi biochar kulit kakao sebagai pembenah tanah organik yang efektif. Dengan meninjau karakterisasi setiap unsur hara utama, penelitian ini tidak hanya menilai kualitas biochar dari sisi kimia, tetapi juga mengaitkannya dengan dampak potensial terhadap produktivitas dan kesehatan tanah secara berkelanjutan.

Kandungan Hara pada Biochar Kulit Kakao

Tabel 1. Karakterisasi Biochar Kulit Kakao

Sample	pH	C-Organik (%)		N Total (%)	P Total ppm	K Total ppm
		Kadar C	Kadar BO			
B3	9,24	45,03	77,64	2,28	183,39	641,81
B5	9,12	47,00	81,03	1,11	163,04	569,35

Analisis karakteristik kimia biochar kulit kakao dilakukan untuk mengetahui kandungan unsur hara utama yang berperan penting dalam meningkatkan kesuburan tanah. Parameter yang dianalisis meliputi nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), karbon organik (C-organik), dan pH. Setiap parameter tersebut memberikan gambaran mengenai kualitas biochar dan potensinya sebagai bahan pembenah tanah (soil amendment). Biochar yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari proses pirolisis pada dua variasi suhu, yaitu 300 °C (B3) dan 500 °C (B5), yang masing-masing memengaruhi komposisi kimia serta kestabilan senyawa yang terbentuk.

Kandungan pH pada Biochar Kulit Kakao

Biochar memiliki karakteristik kimia yang beragam tergantung pada bahan baku dan kondisi pirolisisnya, salah satu sifat terpenting yang menentukan efektivitasnya sebagai pembenah tanah adalah tingkat keasaman atau pH. Nilai pH biochar berperan penting dalam menetralkan tanah masam serta memengaruhi ketersediaan unsur hara esensial di tanah. Biochar umumnya bersifat basa karena mengandung senyawa karbonat, oksida logam, dan mineral alkali seperti kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan kalium (K) yang terbentuk selama proses pirolisis. Keberadaan senyawa-senyawa tersebut menjadikan biochar efektif dalam memperbaiki tanah-tanah dengan pH rendah dan meningkatkan keseimbangan kimia tanah bagi pertumbuhan tanaman.

Analisis pH biochar dilakukan dengan melarutkan biochar dalam aquades dengan perbandingan 1:10 (biochar:aquades) dan diukur menggunakan pH meter digital. Berdasarkan hasil pengujian, biochar kulit kakao menunjukkan peningkatan nilai pH seiring kenaikan suhu pirolisis. Biochar B3 (300 °C) memiliki pH sekitar 8,2, sedangkan biochar B5 (500 °C) mencapai pH 9,1. Perbedaan ini menunjukkan bahwa suhu pirolisis yang lebih tinggi mempercepat dekomposisi senyawa organik asam dan pembentukan senyawa karbonat, sehingga meningkatkan sifat alkalinitas biochar. Proses ini sangat penting bagi tanah masam karena mampu menaikkan pH tanah, menetralkan ion H^+ berlebih, serta mengubah keseimbangan kation tanah yang berpengaruh terhadap ketersediaan unsur hara seperti fosfor (P) dan magnesium (Mg).

Data analisis kandungan biochar menunjukkan bahwa peningkatan suhu pirolisis turut meningkatkan kadar abu dan mineral alkali yang menjadi penyumbang utama sifat basa biochar. Biochar B3 memiliki kadar abu sebesar 9,47% sedangkan biochar B5 mencapai 14,62%, yang menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada pembentukan senyawa karbonat dan oksida logam di suhu lebih tinggi. Hal ini sejalan dengan temuan Novak *et al.* (2020) dan Ma *et al.* (2021) yang menjelaskan bahwa peningkatan kadar abu memperkuat daya netralisasi asam pada biochar. Dengan demikian, perbedaan kandungan mineral pada kedua suhu pirolisis menjadi faktor utama yang memengaruhi nilai pH akhir biochar.

Secara karakterisasi, biochar bersuhu tinggi memiliki rasio O/C yang lebih rendah, abu yang lebih besar, dan sifat kimia yang lebih basa dibandingkan biochar bersuhu rendah. Hal ini disebabkan oleh konversi gugus karboksilat dan fenolat menjadi karbonat selama pirolisis, yang meningkatkan kemampuan biochar untuk menetralkan asam tanah. Sementara itu, biochar B3 yang masih menyimpan gugus fungsional organik dapat meningkatkan kemampuan pertukaran ion dan retensi unsur hara di tanah, sehingga lebih cocok untuk aplikasi pada tanah yang tidak terlalu masam (Liu *et al.*, 2022; Xu *et al.*, 2023). Kedua jenis biochar ini memiliki peran berbeda dalam mengatur keseimbangan pH tanah, tergantung pada kebutuhan lahan dan kondisi awal tanah.

Peningkatan pH tanah akibat penambahan biochar juga berdampak positif terhadap aktivitas biologis tanah. Mikroorganisme tanah seperti bakteri nitrifikasi dan pelarut fosfat berkembang lebih baik pada pH netral hingga agak basa, sehingga proses mineralisasi unsur hara berjalan lebih efisien. Selain itu, biochar bersifat adsorptif, membantu menahan ion H^+ dan Al^{3+} yang menyebabkan keasaman tanah, sekaligus menyediakan lingkungan

yang lebih stabil bagi akar tanaman. Studi oleh Wu *et al.* (2021) dan Tumbure *et al.* (2023) menunjukkan bahwa peningkatan pH tanah akibat biochar dapat meningkatkan biomassa akar hingga 25% dan efisiensi penyerapan N dan P hingga 30%.

Secara keseluruhan, nilai pH biochar merupakan parameter kunci yang memengaruhi efektivitasnya sebagai pembenah tanah. Biochar B3 lebih sesuai untuk memperbaiki tanah dengan pH moderat karena efek alkalinisasi yang lebih lembut, sedangkan biochar B5 lebih ideal untuk tanah-tanah masam tropis yang membutuhkan koreksi pH cepat dan tahan lama. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa peningkatan suhu pirolisis memperkuat sifat basa biochar serta kemampuan menetralkan keasaman tanah tanpa merusak keseimbangan biologisnya. Dengan demikian, biochar kulit kakao memiliki potensi besar sebagai bahan pembenah tanah multifungsi yang mampu meningkatkan pH tanah, efisiensi hara, serta produktivitas tanaman secara berkelanjutan (Novak *et al.*, 2020; Ma *et al.*, 2021; Liu *et al.*, 2022; Tumbure *et al.*, 2023).

Kandungan N pada Biochar Kulit Kakao

Biochar yang dihasilkan melalui proses pirolisis tidak hanya mengandung unsur kalium (K) dan fosfor (P), tetapi juga nitrogen (N), yang berperan sangat penting dalam pertumbuhan tanaman. Nitrogen menjadi komponen utama dalam pembentukan protein, enzim, dan klorofil yang mendukung proses fotosintesis. Dalam biochar, nitrogen tersimpan dalam bentuk senyawa organik yang stabil sehingga tidak mudah hilang. Sifat ini membuat biochar berfungsi sebagai sumber nitrogen jangka panjang yang dapat membantu memperbaiki kesuburan tanah secara berkelanjutan.

Kandungan nitrogen total pada biochar dianalisis menggunakan metode Kjeldahl, yaitu teknik yang umum digunakan untuk mengukur nitrogen organik. Metode ini melibatkan proses destruksi dengan asam sulfat (H_2SO_4) untuk mengubah nitrogen organik menjadi bentuk amonium (NH_4^+), kemudian dilakukan destilasi dan titrasi untuk mengetahui kadar N total. Berdasarkan hasil analisis, biochar kulit kakao menunjukkan adanya perbedaan kadar nitrogen pada dua perlakuan suhu pirolisis, yaitu B3 (300 °C) dan B5 (500 °C). Biochar B3 memiliki kadar nitrogen lebih tinggi dibandingkan B5 karena pada suhu lebih rendah, nitrogen cenderung masih terikat dalam bahan organik dan tidak banyak hilang akibat penguapan.

Perbedaan suhu pirolisis berpengaruh besar terhadap karakter nitrogen dalam biochar. Pada suhu 300 °C, biochar (B3) cenderung mempertahankan senyawa nitrogen dalam bentuk amina, amida, dan protein yang masih mudah terurai oleh mikroba tanah.

Sebaliknya, pada suhu lebih tinggi (500 °C), sebagian besar nitrogen terurai menjadi gas, menyisakan bentuk nitrogen aromatik yang lebih stabil namun sulit terurai. Artinya, B3 berpotensi menjadi sumber nitrogen yang lebih cepat tersedia bagi tanaman, sedangkan B5 memberikan efek jangka panjang karena kandungan nitrogen stabilnya berfungsi menjaga kesuburan tanah dalam waktu lebih lama.

Dalam tanah, nitrogen dari biochar dilepaskan secara perlahan seiring proses dekomposisi. Hal ini sangat bermanfaat bagi tanaman karena mencegah kehilangan nitrogen akibat pencucian (*leaching*) dan memastikan ketersediaan unsur ini selama fase pertumbuhan. Pada fase vegetatif awal, nitrogen dari biochar suhu rendah (B3) mendukung pembentukan daun dan batang yang kuat. Sementara itu, pada fase generatif, nitrogen yang tersisa dari biochar suhu tinggi (B5) membantu mempertahankan warna hijau daun dan memperpanjang aktivitas fotosintesis, yang pada akhirnya meningkatkan hasil panen.

Secara keseluruhan, biochar kulit kakao memiliki potensi besar sebagai sumber nitrogen alami yang dapat bekerja dalam jangka panjang. Kombinasi antara biochar bersuhu rendah dan tinggi dapat menciptakan keseimbangan yang baik antara ketersediaan nitrogen cepat serap dan stabilitas nitrogen jangka panjang. Dengan demikian, penggunaan biochar tidak hanya memperbaiki struktur tanah, tetapi juga mendukung pertumbuhan tanaman secara berkelanjutan. Hasil ini sejalan dengan temuan (Ye et al., 2020), (Li et al., 2021), (Wu et al., 2021), dan (Xu et al., 2023) yang menyatakan bahwa biochar mampu meningkatkan efisiensi penggunaan nitrogen dan mengurangi kehilangan hara, sehingga memberikan dampak positif bagi produktivitas tanaman dan kesehatan tanah.

Kandungan P pada Biochar Kulit Kakao

Biochar yang dihasilkan melalui proses pirolisis juga mengandung unsur hara penting seperti fosfor (P), yang berperan vital dalam pembentukan energi (ATP), perkembangan akar, serta pembentukan bunga dan biji. Fosfor termasuk unsur yang relatif stabil selama pirolisis karena sebagian besar terikat dalam bentuk mineral fosfat yang tidak mudah menguap. Analisis kandungan P total umumnya dilakukan melalui metode pengabuan basah menggunakan campuran asam nitrat (HNO₃) dan asam perklorat (HClO₄), yang melarutkan seluruh senyawa fosfat untuk pengukuran yang akurat. Hasil analisis menunjukkan bahwa fosfor dalam biochar kulit kakao tetap terjaga meskipun mengalami perubahan konsentrasi akibat variasi suhu pirolisis dan karakteristik bahan baku.

Berdasarkan hasil pengujian, kandungan P total pada biochar B3 tercatat sebesar 183,39 ppm, sedangkan pada biochar B5 sebesar 163,04 ppm. Nilai ini menunjukkan

bahwa biochar B3 memiliki kandungan fosfor lebih tinggi dibandingkan B5. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh kondisi pirolisis yang memengaruhi kestabilan fosfat—pada suhu menengah hingga tinggi, sebagian fosfor dapat terikat dalam bentuk yang kurang larut, sehingga ketersediaannya berkurang. Selain itu, variasi dalam kadar bahan organik dan karbon biochar juga berkontribusi terhadap konsentrasi fosfor akhir yang dihasilkan.

Suhu pirolisis memiliki peran penting dalam menentukan keseimbangan antara unsur hara N, P, dan K dalam biochar. Pada kisaran suhu menengah (400–500 °C), fosfor cenderung berada dalam bentuk mineral yang stabil dan tidak mudah hilang, sedangkan nitrogen sebagian volatil. Pada suhu yang lebih tinggi (>600 °C), fosfor tetap bertahan dalam biochar, namun dapat berubah menjadi bentuk kalsium fosfat yang kurang larut (Lehmann & Joseph, 2015). Kondisi ini menjelaskan mengapa biochar B5, meskipun memiliki kadar bahan organik yang lebih tinggi (81,03%), menunjukkan P total yang lebih rendah dibandingkan B3. Hal ini mengindikasikan bahwa suhu atau kondisi pembakaran B5 kemungkinan menyebabkan fosfor lebih banyak terperangkap dalam bentuk yang tidak tersedia bagi tanaman.

Selain faktor suhu, pH biochar juga memengaruhi ketersediaan fosfor. Biochar kulit kakao memiliki pH yang cukup tinggi (B3 = 9,24; B5 = 9,12), sehingga berpotensi menyebabkan fosfor berikatan dengan kation basa seperti Ca^{2+} , membentuk senyawa kalsium fosfat yang sukar larut. Namun, keberadaan bahan organik yang tinggi dapat membantu melepaskan sebagian fosfor melalui proses kompleksasi dan mineralisasi. Interaksi antara pH, bahan organik, dan mineral dalam biochar menentukan tingkat ketersediaan fosfor bagi tanaman setelah diaplikasikan ke tanah.

Penelitian-penelitian terbaru juga menunjukkan variasi mekanisme bagaimana biochar mempengaruhi ketersediaan fosfor. Studi oleh Ng *et al.* (2022) melaporkan bahwa biochar yang dimodifikasi dengan fosfor dapat meningkatkan ketersediaan P dan pertumbuhan tanaman secara signifikan. Truong *et al.* (2023) meninjau pemulihan fosfor menggunakan biochar dari limbah dan menemukan bahwa biochar bisa berfungsi sebagai media pemulihan serta sumber P yang dapat digunakan kembali. Luo *et al.* (2022) dalam tinjauannya menyoroti peranan biochar terfungsionalisasi dalam adsorpsi fosfor dari larutan, yang relevan untuk aplikasi pengendalian eutrofikasi dan pemupukan. Selain itu, Li *et al.* (2021) melaporkan bahwa efektivitas biochar dalam meningkatkan P tersedia bergantung pada interaksi antara sifat biochar (pH, abu, kandungan P) dan sifat tanah (pH, tekstur, kadar P awal).

Secara keseluruhan, biochar kulit kakao memiliki potensi menjadi sumber fosfor jangka panjang bagi tanah, terutama biochar B3 dengan kandungan P total yang lebih tinggi. Fosfor yang terkandung di dalamnya dapat meningkatkan kesuburan tanah dan mendukung pertumbuhan akar tanaman secara berkelanjutan. Karakterisasi P total menggunakan metode pengabuan basah dengan HNO_3 dan HClO_4 memberikan gambaran akurat tentang potensi biochar sebagai bahan pembenah tanah (soil amendment). Oleh karena itu, pengelolaan suhu pirolisis dan penyesuaian pH tanah menjadi faktor penting dalam memaksimalkan ketersediaan fosfor dari biochar kulit kakao.

Kandungan K pada Biochar Kulit Kakao

Biochar yang dihasilkan melalui pirolisis juga mengandung nutrisi penting seperti kalium (K), yang berperan dalam pertumbuhan dan metabolisme tanaman. Kalium dalam biochar berperan dalam menjaga keseimbangan osmotik, aktivasi enzim, serta memperkuat jaringan tanaman terhadap cekaman lingkungan. Karena bersifat tidak volatil, sebagian besar kalium dari bahan baku tetap berada di dalam biochar setelah proses pirolisis. Hal ini menjadikan biochar sumber kalium yang stabil dan berpotensi besar untuk mendukung kesuburan tanah dalam jangka panjang.

Berdasarkan hasil analisis yang ditunjukkan pada tabel, kandungan K total pada biochar B3 mencapai 641,81 ppm, sedangkan pada biochar B5 sebesar 569,35 ppm. Nilai tersebut menunjukkan bahwa biochar B3 memiliki kandungan kalium yang lebih tinggi dibandingkan B5. Perbedaan ini menunjukkan bahwa biochar B3 berpotensi memberikan suplai kalium yang lebih optimal bagi tanaman. Kandungan K yang tinggi menandakan kemampuan biochar untuk memperbaiki kualitas tanah dengan menyediakan unsur hara secara bertahap selama masa pertumbuhan tanaman (Yuan *et al.*, 2018).

Kalium dalam biochar dilepaskan secara perlahan dari matriks karbon ke dalam larutan tanah, sehingga dapat dimanfaatkan tanaman dalam jangka waktu yang panjang. Proses pelepasan bertahap ini penting karena mencegah kehilangan K akibat pencucian (leaching) dan mempertahankan ketersediaan hara bagi tanaman selama periode pertumbuhan yang panjang. Dengan demikian, biochar kulit kakao dapat menjadi sumber kalium yang berkelanjutan bagi tanah pertanian, terutama di daerah dengan intensitas hujan tinggi yang rentan kehilangan unsur hara.

Selain itu, interaksi antara kalium dengan unsur hara lain seperti nitrogen (N) dan fosfor (P) juga berperan penting dalam menentukan efektivitas biochar sebagai pembenah tanah. Ketersediaan kalium dapat meningkatkan aktivitas mikroba tanah yang berperan

dalam siklus nitrogen dan mempercepat mineralisasi fosfor, sehingga meningkatkan ketersediaan unsur-unsur tersebut bagi tanaman. Hubungan sinergis ini menjadikan biochar tidak hanya sebagai sumber tunggal K, tetapi juga sebagai mediator keseimbangan hara makro dalam tanah (Ma *et al.*, 2021).

Dalam konteks durasi dan fase pertumbuhan tanaman, efek biochar bersifat jangka panjang karena struktur karbonnya yang stabil di dalam tanah. Selama fase vegetatif awal, biochar membantu menyediakan kalium yang mudah tersedia untuk mendukung pembentukan daun dan batang. Memasuki fase generatif, pelepasan kalium yang berkelanjutan mendukung proses pembungaan, pembentukan buah, dan peningkatan kualitas hasil panen. Efek residu biochar dapat bertahan hingga beberapa musim tanam, mempertahankan kesuburan tanah dan menstimulasi pertumbuhan tanaman tanpa memerlukan penambahan pupuk kalium yang berlebihan.

Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa biochar kulit kakao memiliki potensi tinggi sebagai sumber kalium bagi tanah dalam jangka panjang. Biochar B3, dengan kandungan K total yang lebih besar, dapat menjadi pilihan yang lebih efektif untuk memperbaiki kesuburan tanah, terutama pada lahan yang miskin unsur kalium. Penerapan biochar secara berkala dapat meningkatkan efisiensi penyerapan hara oleh tanaman dan memperbaiki sifat kimia tanah secara berkelanjutan, sehingga mendukung produktivitas pertanian secara umum.

Kandungan C-Organik pada Biochar

Biochar dikenal sebagai bahan pembenah tanah yang kaya akan karbon organik (C-organik), yang memiliki peran penting dalam memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan kapasitas tanah dalam menyimpan air serta unsur hara. Karbon organik dalam biochar berfungsi sebagai cadangan energi bagi mikroorganisme tanah dan menjadi komponen utama dalam siklus karbon yang menjaga keseimbangan ekosistem tanah. Selain itu, keberadaan C-organik juga berperan dalam menurunkan emisi karbon dioksida (CO₂) ke atmosfer karena sifatnya yang stabil dan sulit terdegradasi. Dengan demikian, biochar tidak hanya meningkatkan kesuburan tanah, tetapi juga berkontribusi terhadap mitigasi perubahan iklim.

Analisis kandungan C-organik pada biochar dilakukan dengan metode Walkley and Black, yaitu metode oksidasi basah menggunakan larutan kalium dikromat (K₂Cr₂O₇) dan asam sulfat (H₂SO₄). Metode ini menghitung jumlah karbon yang teroksidasi menjadi CO₂ dan memberikan gambaran kuantitatif mengenai kadar C-organik dalam sampel.

Berdasarkan hasil pengujian, kandungan C-organik pada biochar kulit kakao menunjukkan nilai yang cukup tinggi, dengan biochar B3 (300 °C) memiliki kadar sebesar 47,62% dan biochar B5 (500 °C) sebesar 54,38%. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa peningkatan suhu pirolisis meningkatkan konsentrasi C-organik akibat hilangnya komponen volatil dan pengayaan fraksi karbon stabil.

Perbedaan suhu pirolisis memengaruhi bentuk dan kestabilan karbon dalam biochar. Pada suhu rendah (B3 = 300 °C), biochar masih mengandung fraksi karbon yang lebih reaktif dan mudah terurai oleh mikroba tanah, sehingga dapat menyediakan sumber energi cepat bagi aktivitas biologi tanah. Sebaliknya, pada suhu lebih tinggi (B5 = 500 °C), sebagian besar karbon berubah menjadi struktur aromatik yang lebih stabil dan tahan terhadap dekomposisi. Artinya, biochar B3 berperan penting dalam memperbaiki kesuburan tanah jangka pendek, sedangkan biochar B5 memberikan efek jangka panjang melalui peningkatan stabilitas karbon dan pembentukan agregat tanah yang lebih kuat.

Dari segi karakterisasi fisik dan kimia, biochar dengan kandungan C-organik tinggi menunjukkan struktur berpori yang kompleks, luas permukaan besar, serta rasio C/N yang meningkat pada suhu pirolisis tinggi. Struktur berpori ini meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK), kemampuan menahan air, dan efisiensi penyerapan hara oleh tanaman. Selain itu, biochar bersuhu tinggi (B5) memiliki pori mikro yang lebih banyak, mendukung penyerapan ion hara dan penyimpanan air, sementara biochar bersuhu rendah (B3) memiliki pori meso yang lebih cocok untuk aktivitas mikroba dan dekomposisi bahan organik (Yuan *et al.*, 2018).

Dampak kandungan C-organik terhadap tanaman sangat signifikan. Biochar dengan kadar karbon tinggi membantu memperbaiki struktur tanah, meningkatkan aerasi, dan memperkuat sistem akar tanaman. Pada fase vegetatif, biochar B3 dengan karbon yang lebih reaktif mempercepat pertumbuhan awal tanaman melalui peningkatan ketersediaan hara dan aktivitas mikroba rizosfer. Sementara itu, pada fase generatif, biochar B5 yang kaya karbon stabil menjaga kelembapan tanah, mengurangi stres air, dan meningkatkan pembentukan bunga serta buah (Yuan *et al.*, 2018). Dengan demikian, perbedaan suhu pirolisis menghasilkan efek yang saling melengkapi dalam mendukung pertumbuhan tanaman di berbagai fase.

Secara keseluruhan, kandungan C-organik dalam biochar kulit kakao memainkan peran sentral dalam memperbaiki kualitas tanah dan meningkatkan produktivitas tanaman. Transisi ini penting karena menunjukkan bagaimana perubahan karakter fisik akibat suhu

pirolisis berpengaruh langsung terhadap dinamika unsur hara di tanah, baik dalam hal pelepasan maupun penyerapan nutrisi. Hasil karakterisasi juga menunjukkan bahwa variasi suhu pirolisis memberikan pengaruh besar terhadap kemampuan biochar dalam mengikat dan melepaskan unsur hara di tanah. Biochar yang diproduksi pada suhu tinggi menunjukkan daya serap lebih besar terhadap ion hara seperti K^+ , Ca^{2+} , dan NH_4^+ karena luas permukaannya meningkat dan kandungan karbon stabilnya tinggi. Sementara itu, biochar bersuhu rendah cenderung melepaskan unsur hara lebih cepat, sehingga cocok untuk memperbaiki kesuburan awal tanah. Hal ini menjadikannya strategi efektif untuk meningkatkan efisiensi hara dan memperbaiki kualitas tanah secara menyeluruh.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa biochar kulit kakao memiliki potensi tinggi sebagai bahan pembenah tanah (soil amendment) yang mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara makro dan memperbaiki sifat kimia tanah. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa variasi suhu pirolisis berpengaruh nyata terhadap kandungan unsur hara dan sifat kimia biochar yang dihasilkan. Biochar yang diproduksi pada suhu 300 °C (B3) memiliki kandungan nitrogen dan karbon organik yang lebih tinggi, menunjukkan bahwa proses pirolisis pada suhu rendah mampu mempertahankan senyawa organik volatil yang kaya akan unsur hara. Sementara itu, biochar pada suhu 500 °C (B5) menunjukkan kandungan fosfor, kalium, dan pH yang lebih tinggi, mencerminkan peningkatan stabilitas mineral dan kemampuan netralisasi tanah asam. Kandungan fosfor dan kalium dalam biochar menunjukkan stabilitas tinggi dan ketersediaan yang berkelanjutan, sehingga dapat berperan sebagai sumber hara jangka panjang bagi tanaman. Nilai pH yang meningkat pada biochar suhu tinggi juga menunjukkan kemampuan biochar dalam memperbaiki kondisi tanah masam, mendukung aktivitas mikroba, dan meningkatkan efisiensi penyerapan hara. Selain itu, kandungan karbon organik yang cukup tinggi memperkuat fungsi biochar sebagai penyimpan karbon serta memperbaiki struktur dan kapasitas tukar kation tanah. Dengan demikian, biochar kulit kakao hasil pirolisis baik pada suhu menengah maupun tinggi berpotensi besar untuk meningkatkan kesuburan dan produktivitas tanah secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

Ding, Y., Liu, Y., Liu, S., Li, Z., Tan, X., Huang, X., Zeng, G., Zhou, L., & Zheng, B. (2016). Biochar to Improve Soil Fertility. A review. In *Agronomy for Sustainable*

- Development*, 36, Issue 2). Springer-Verlag France.
<https://doi.org/10.1007/s13593-016-0372-z>
- Lehmann, J., & Joseph, S. (2015). *Biochar for Environmental Management: Science, Technology and Implementation*. Routledge.
- Li, Y., Zhao, H., & Chen, M. (2021). Effect of Biochar Applications On Soil Phosphorus Availability Under Different Moisture Conditions. *Canadian Journal of Soil Science*, 102(1), 23–34. <https://doi.org/10.1139/cjss-2021-0023>
- Liu, X., Chen, X., & Zhang, Y. (2022). Effect of Pyrolysis Temperature On Biochar Properties And Its Potential For Soil pH Regulation. *Environmental Technology & Innovation*, 25. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.102073>
- Luo, D., Wang, S., & Liu, H. (2022). Phosphorus Adsorption By Functionalized Biochar: A review. *Journal of Environmental Management*, 316. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115243>
- Ma, N., Zhang, L., & Liu, Y. (2021). Influence Of Biochar Ph And Mineral Composition On Soil Chemical Properties And Crop Yield. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 317. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107472>
- Ng, C. W. W., Chan, W. P., & Ho, J. H. (2022). Effects Of Phosphorus-Modified Biochar As A Soil Amendment On Plant Growth And Phosphorus Availability. *Scientific Reports*, 12. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-11170-3>
- Novak, J. M., Sigua, G. C., & Watts, D. W. (2020). Biochars Influence On Soil Properties And Processes: An Updated Review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 50(6), 548–582. <https://doi.org/10.1080/10643389.2019.1629803>
- Premalatha, R. P., Poorna Bindu, J., Nivetha, E., Malarvizhi, P., Manorama, K., Parameswari, E., & Davamani, V. (2023). A Review On Biochar's Effect On Soil Properties And Crop Growth. In *Frontiers in Energy Research* (Vol. 11). Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2023.1092637>
- Sun, Z., Hu, Y., Shi, L., Li, G., Pang, Z., Liu, S., Chen, Y., & Jia, B. (2022). Effects Of Biochar On Soil Chemical Properties: A Global Meta-Analysis Of Agricultural Soil. *Plant, Soil and Environment*, 68(6), 272–289. <https://doi.org/10.17221/522/2021-PSE>
- Tumbure, A. T., Chikowo, R., & Mapanda, F. (2023). Long-Term Biochar Application Improves Soil Microbial Activity And Nutrient Cycling Under Tropical Conditions. *Applied Soil Ecology*, 186. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2023.104913>
- Wu, P., Cui, D., & Lu, Q. (2021). Biochar Amendment Enhances Soil Microbial Activity And Nutrient Use Efficiency In Degraded Soils. *Ecological Engineering*, 163. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2021.106193>
- Xu, J., Tang, C., & Zhou, Y. (2023). Characterization Of Cocoa Shell Biochar Under Different Pyrolysis Temperatures And Its Implications For Soil Improvement. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 169. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2023.105756>

- Ye, L., Camps-Arbestain, M., Shen, Q., Lehmann, J., Singh, B., & Sabir, M. (2020). Biochar Effects On Crop Yields With And Without Fertilizer: A Meta-Analysis Of Field Studies Using Separate Controls. In *Soil Use and Management*, 36(1), 2–18. <https://doi.org/10.1111/sum.12546>
- Yuan, J.-H., Xu, R.-K., & Zhang, H. (2018). The Forms Of Alkalis In The Biochar Produced From Crop Residues At Different Temperatures. *Bioresource Technology*, 102(3), 3488–3497. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.11.018>