



Vol. 4 No. 1 March 2026

Journal of Sustainable Agriculture Extension (JoSAE)

**Scientific Publication Media for Extension and Social
Economics in Agriculture, Livestock
and Plantation**

**POLITEKNIK PEMBANGUNAN
PERTANIAN MANOKWARI**



Journal of Sustainable Agriculture Extension (JoSAE)

Hasil Penelitian Terapan Bidang Penyuluhan dan Sosial Ekonomi Pertanian

Vol. 4, No. 1, Maret 2026



Politeknik Pembangunan Pertanian Manokwari

Journal of Sustainable Agriculture Extension

Vol. 4

No. 1

Hlm 1 - 59

Manokwari, Maret 2026



Journal of Sustainable Agriculture Extension (JoSAE)

Hasil Penelitian Terapan Bidang Penyuluhan dan Sosial Ekonomi Pertanian

Vol. 4, No. 1, Maret 2026

Journal of Sustainable Agriculture Extension (JoSAE) merupakan media publikasi ilmiah yang independen bagi Dosen, Peneliti, Widyaiswara dan Penyuluh Pertanian. Terbit dua kali setahun, pada bulan Maret dan September. Memuat hasil-hasil penelitian terapan dan *review* bidang Penyuluhan dan Sosial Ekonomi Pertanian dalam arti luas yang berbasis pada pemberdayaan masyarakat tani. Pedoman bagi penulis dicantumkan pada halaman belakang bagian jurnal.

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

Penanggung Jawab : Dr. Benang Purwanto, S.P., M.P.

Dewan Editor

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

Anggota : Bangkit Lutfiaji Syaefullah, M.Sc.
Hotmauli Febriana Pardosi, S.Pt., M.Pt.
Gallusia Marhaeny Nur Isty, M.Pt.
Rahmat Hidayat, S.Pt., M.Pt.
Tri Rachmanto Prihambodo

Mitra Bestari (*Reviewer*) : Prof. Dr. Lukman Effendy, M.Si.
Dr. Triman Tapi, SP., M.Si.
Dr. Oeng Anwarudin, S.Pt., M.Si.
Dr. Epsi Euriga, SE. M.Sc.
Dr. Indah Listiana, S.P., M.Si.
Dr. Sapja Anantanyu, S.P., M.Si.
Dr. Yoyon Haryanto
Dr. Helvi Yanfika
Dr. Reni Suryanti, S.Pt., M.Si.
Nurliana Harahap, SP, M.Si.
Echan Adam, S.E., M.Si.
Drs. Aprih Santoso, MM.
Ahmad Syariful Jamil, M.Si.
Maria Herawati, S.Pt., M.Si.
Meyta Puspa Dewi
Annisa' Qurrotun A'yun

Diterbitkan Oleh : Politeknik Pembangunan Pertanian Manokwari

Alamat Redaksi : Jalan SPMA Reremi, Manokwari, Papua Barat, 98312

Website : <https://jurnal.polbangtanmanokwari.ac.id/index.php/JoSAE/index>

Email : josae@polbangtanmanokwari.ac.id



Journal of Sustainable Agriculture Extension (JoSAE)

Hasil Penelitian Terapan Bidang Penyuluhan dan Sosial Ekonomi Pertanian

Vol. 4, No. 1, Maret 2026

DAFTAR ISI

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Transformasi Sistem Pakan Ternak melalui Inovasi dan Teknologi Presisi: Membangun Kemandirian Pangan Hewani Berbasis SDM Unggul Rezki Amalyadi | 1-18 |
| Edukasi Tatalaksana Kesehatan Hewan Kepada Peternak Sapi di Desa Pombulaa Jaya Kecamatan Konda Harapin Hafid, Fadli Ma'mun Pancar, La Malesi, Zahra Jinan Fadilla | 19-27 |
| Edukasi Promosi Online kepada Peternak Kambing di Kecamatan Poasia Kota Kendari Harapin Hafid, La Ode Arfan Dedu, Siti Hadrayanti Ananda | 28-35 |
| Peran Teknologi Presisi dalam Mewujudkan Pertanian Berkelanjutan: Systematic Literature Review Yunita Alfina Puspita Sari, Dinda Amalia Gumay | 36-48 |
| Integrating Agribusiness Management, Product Downstreaming, and Consumer Behavior for Sustainable Livestock-Based Food Enterprises I Putu Gede Didik Widiarta, Ananda Putra Agung, I Gede Arie Mahendra Putra, Muhammad Eriansyah Al Hakim, Made Hardinata Wijakesuma, A.A. Gde Agung Nanda Perwira | 49-59 |

REVIEW ARTICLE

Transformasi Sistem Pakan Ternak melalui Inovasi dan Teknologi Presisi: Membangun Kemandirian Pangan Hewani Berbasis SDM Unggul

Rezki Amalyadi¹

Program Studi Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Mataram
Email: rezkiamalyadi@staff.unram.ac.id

Artikel Info

Diterima 12/09/2025
Diterima dan disetujui 06/03/2026

Diterima dalam bentuk revisi 06/03/2026
Tersedia online 30/03/2026

Abstrak

Latar belakang: Sistem pakan ternak merupakan faktor penting dalam mewujudkan swasembada pangan hewani yang berkelanjutan di Indonesia. Saat ini, sektor ini menghadapi berbagai tantangan serius, antara lain tingginya ketergantungan pada bahan baku impor seperti jagung dan bungkil kedelai, fluktuasi harga global, serta keterbatasan pemanfaatan sumber daya lokal. Permasalahan lain mencakup variabilitas kualitas dan keamanan pakan akibat standar mutu yang belum seragam, hambatan rantai pasok dan logistik terutama di daerah dengan infrastruktur terbatas, serta kesenjangan sumber daya manusia dan teknologi yang membatasi adopsi inovasi, khususnya di kalangan peternak kecil.

Metode: Kajian ini disusun melalui pendekatan tinjauan pustaka dengan menelaah berbagai publikasi ilmiah, laporan kebijakan, dan hasil penelitian terkini yang relevan dengan sistem pakan ternak di Indonesia maupun negara tropis lainnya. Analisis dilakukan secara deskriptif-komparatif untuk mengidentifikasi tantangan utama serta solusi inovatif yang berpotensi diterapkan.

Hasil: Hasil kajian menunjukkan bahwa inovasi dalam formulasi dan produksi pakan, seperti fermentasi, probiotik, aditif alami, serta pemanfaatan produk samping agroindustri, mampu meningkatkan efisiensi nutrisi sekaligus mendukung keberlanjutan. Selain itu, penerapan teknologi presisi berbasis Internet of Things (IoT), sensor pintar, dan machine learning semakin berperan dalam manajemen pakan yang lebih cermat dan berbasis data. Agar transformasi ini optimal, diperlukan dukungan berupa pelatihan digital, kolaborasi lintas sektor, serta pemberdayaan generasi muda sebagai motor penggerak.

Kesimpulan: Pembangunan sistem pakan ternak yang mandiri dan berdaya saing membutuhkan pendekatan integratif melalui inovasi teknologi, penguatan sumber daya manusia, dan kebijakan nasional yang adaptif serta sejalan dengan agenda pembangunan berkelanjutan.

Kata kunci: Inovasi pakan, Teknologi presisi, Sumber daya manusia, Swasembada pangan hewani

*Penulis Korespondensi: Rezki Amalyadi, Program Studi Peternakan Fakultas Peternakan Universitas Mataram, rezkiamalyadi@staff.unram.ac.id

Sitasi: Amalyadi, R. (2026). Transformasi Sistem Pakan Ternak melalui Inovasi dan Teknologi Presisi: Membangun Kemandirian Pangan Hewani Berbasis SDM Unggul. *Journal of Sustainable Agriculture Science*, 4(1): 1-18.



© 2026 Politeknik Pembangunan Pertanian Manokwari

Abstract

Background: *The livestock feeding system is an important factor in achieving sustainable animal food self-sufficiency in Indonesia. Currently, this sector faces a number of serious challenges, including high dependence on imported raw materials such as corn and soybean meal, global price fluctuations, and limited utilization of local resources. Other problems include variability in feed quality and safety due to inconsistent quality standards, supply chain and logistical barriers, especially in areas with limited infrastructure, and gaps in human resources and technology that limit the adoption of innovation, particularly among small farmers.*

Method: *This study was conducted through a literature review approach by examining various scientific publications, policy reports, and the latest research results relevant to animal feed systems in Indonesia and other tropical countries. The analysis was conducted using a descriptive-comparative approach to identify key challenges and innovative solutions that could potentially be implemented.*

Results: *The results of the study show that innovations in feed formulation and production, such as fermentation, probiotics, natural additives, and the use of agro-industrial by-products, can improve nutritional efficiency while supporting sustainability. In addition, the application of precision technology based on the Internet of Things (IoT), smart sensors, and machine learning is increasingly playing a role in more careful and data-driven feed management. For this transformation to be optimal, support in the form of digital training, cross-sector collaboration, and the empowerment of the younger generation as the driving force is needed.*

Conclusion: *The development of an independent and competitive livestock feed system requires an integrative approach through technological innovation, human resource strengthening, and adaptive national policies that are in line with the sustainable development agenda.*

Keywords: Feed innovation, Precision technology, Human resources, Self-sufficiency in animal feed

PENDAHULUAN

Ketahanan pangan nasional semakin terancam oleh meningkatnya permintaan protein hewani yang didorong oleh pertumbuhan penduduk, urbanisasi, dan pembangunan ekonomi (Makkar, 2016a; Wang et al., 2023). Produk peternakan memberikan kontribusi yang signifikan terhadap konsumsi energi dan protein pangan global, menyediakan nutrisi penting seperti protein berkualitas tinggi, vitamin, dan mineral (Mansour & Ahmed, 2024). Namun, sektor peternakan menghadapi beberapa tantangan, termasuk keterbatasan sumber pakan dan air, wabah penyakit, dan dampak lingkungan seperti emisi gas rumah kaca dan degradasi lahan (Paul et al., 2020; Place, 2024).

Indonesia masih sangat bergantung pada impor bungkil kedelai sebagai sumber protein utama dalam pakan ternak. Lebih dari 80–90% kebutuhan kedelai nasional dipenuhi melalui impor, sehingga industri pakan rentan terhadap fluktuasi harga global. Sistem pakan sangat penting untuk meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan ternak. Biaya pakan menyumbang sekitar 70–80% dari total biaya produksi peternakan, baik pada sistem peternakan unggas maupun ruminansia. Berdasarkan data Kementerian Pertanian Republik Indonesia, produksi jagung nasional mencapai sekitar 23 juta ton pada tahun 2023, namun kebutuhan industri pakan terus meningkat setiap tahun. Penerapan teknologi Internet of Things (IoT) pada sektor peternakan di Indonesia masih terbatas dan umumnya diterapkan pada peternakan komersial berskala besar, terutama pada sektor unggas.

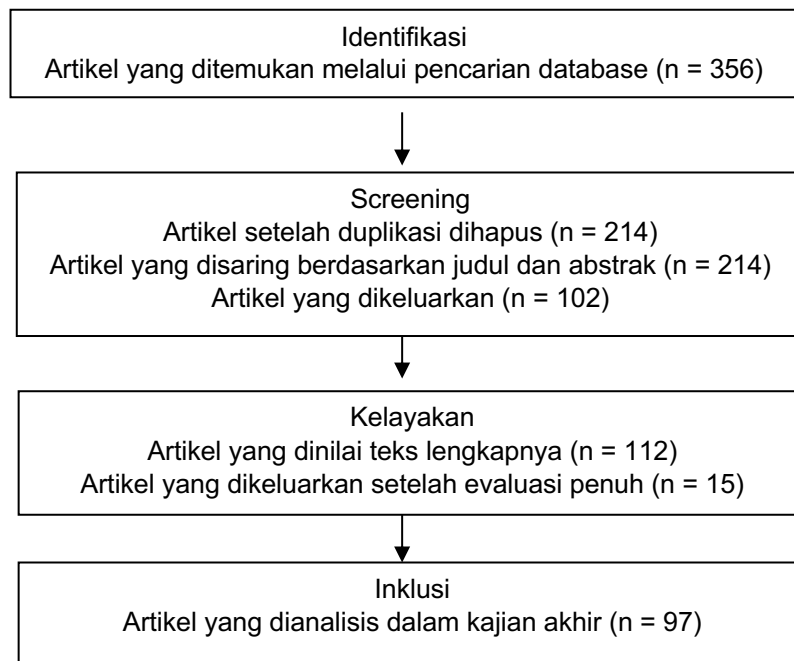
Sistem pakan yang lebih baik dapat menyeimbangkan permintaan ternak dengan variasi pasokan pakan, sehingga meningkatkan produktivitas dan mengurangi dampak lingkungan (Bell et

al., 2008). Pakan berdampak pada berbagai aspek sektor peternakan, termasuk produktivitas, efisiensi reproduksi, keberlanjutan lingkungan, dan kesejahteraan hewan. Formulasi dan manajemen pakan yang efektif dapat mengurangi kontribusi negatif terhadap lingkungan dan meningkatkan hasil positif, seperti pengurangan emisi gas rumah kaca dan peningkatan efisiensi penggunaan sumber daya (Capper, 2011; Heidari et al., 2021).

Inovasi dan teknologi presisi sangat penting untuk mengatasi tantangan di sektor pakan. Teknologi pertanian presisi, seperti sistem pemerahan otomatis dan pertanian susu presisi, dapat meningkatkan efisiensi pakan, mengurangi penggunaan sumber daya, dan meningkatkan keberlanjutan secara keseluruhan (Bucci et al., 2019; C. Eastwood et al., 2017; Vekic et al., 2017). Teknologi ini memungkinkan petani untuk mengelola masukan pakan secara lebih akurat, mengoptimalkan keseimbangan antara pasokan dan permintaan pakan. Selain itu, pertanian presisi dapat berkontribusi terhadap perlindungan lingkungan dan penggunaan sumber daya alam yang berkelanjutan (Miles, 2019; Oliver et al., 2013). Transformasi sistem pakan ternak memerlukan pendekatan terpadu yang menggabungkan inovasi teknologi pakan, penerapan teknologi peternakan presisi, peningkatan kapasitas sumber daya manusia, serta dukungan kebijakan pemerintah. Integrasi keempat komponen tersebut berperan dalam meningkatkan efisiensi pakan, menurunkan biaya produksi, serta mendukung keberlanjutan sistem peternakan. Tinjauan ini bertujuan untuk menilai tantangan saat ini dalam ketahanan pangan nasional terkait dengan pasokan protein hewani; mengevaluasi peran sistem pakan dalam meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan ternak; menyorot pentingnya inovasi dan teknologi presisi di sektor pakan; memberikan gambaran menyeluruh tentang strategi dan teknologi untuk meningkatkan sistem pakan dan produksi ternak.

METODE

Pencarian literatur dilakukan secara sistematis dengan mengikuti kerangka Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA). Artikel ilmiah diperoleh dari beberapa basis data akademik utama, yaitu Scopus, Web of Science, dan Google Scholar. Pencarian dilakukan menggunakan kombinasi kata kunci seperti *inovasi pakan ternak*, *precision livestock farming*, *teknologi pakan ruminansia*, *alternative feed resources*, dan *digital livestock management*. Pencarian dibatasi pada artikel jurnal ilmiah yang dipublikasikan dalam rentang tahun 2014–2024 dalam bahasa Inggris maupun bahasa Indonesia. Hasil pencarian awal menghasilkan 356 artikel. Setelah proses penghapusan duplikasi dan penyaringan awal berdasarkan judul serta abstrak, diperoleh 214 artikel yang relevan untuk ditinjau lebih lanjut. Selanjutnya dilakukan evaluasi teks lengkap berdasarkan kriteria inklusi yang meliputi relevansi terhadap inovasi pakan ternak, teknologi peternakan presisi, serta efisiensi produksi ternak. Dari proses tersebut diperoleh 78 artikel yang memenuhi kriteria dan dianalisis dalam kajian ini. Hasil akhir disajikan secara naratif dan sintetik untuk memberikan rekomendasi strategis berbasis bukti ilmiah.



Gambar 1. Diagram Alur PRISMA Seleksi Literatur

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tantangan dalam Sistem Pakan Ternak di Indonesia

Sistem pakan ternak di Indonesia sangat bergantung pada bahan baku pakan impor, sehingga menimbulkan tantangan yang cukup besar. Tingginya biaya pakan, yang mencapai sekitar 70%-80% dari biaya produksi tahunan bagi peternak ayam, menggarisbawahi beban ekonomi dari ketergantungan ini (Rapi et al., 2020). Selain itu, industri pengolahan daging menghadapi kendala karena ketergantungan yang tinggi terhadap bahan baku impor, yang mempengaruhi daya saing dan keberlanjutan (Wattie et al., 2024).

Kualitas dan keamanan produk pakan di Indonesia masih belum konsisten. Isu-isu seperti kontaminasi tidak disengaja, penipuan produk, dan residu dalam produk ternak dapat menyebabkan hilangnya pangsa pasar dan kepuasan pelanggan (Adhiwibowo et al., 2023). Selain itu, penggunaan produk samping industri basah seperti tahu dan tempe yang rentan terhadap pembusukan, memperburuk masalah variabilitas kualitas pakan (Smith et al., 2005). Rantai pasok pakan di Indonesia menghadapi sejumlah tantangan logistik. Infrastruktur transportasi ke pelabuhan ekspor belum memadai sehingga menghambat keberlanjutan dan daya saing ekspor jagung (Susilowati et al., 2021). Selain itu, sistem penggembalaan komunal di Sumbawa mengalami kekurangan pakan dan tingginya angka kematian anak sapi, sehingga menyoroti perlunya pengelolaan dan pemanfaatan sisa tanaman yang lebih baik (Hilmiati & Panjaitan, 2021). Pandemi COVID-19 semakin mengganggu rantai pasokan, yang menyebabkan lonjakan harga dan gangguan pasar (Stöber et al., 2021).

Terdapat kesenjangan yang signifikan dalam sumber daya manusia dan kesiapan teknologi di antara para pemangku kepentingan dalam sistem pakan ternak Indonesia. Keterbatasan pengetahuan di antara para petani dan perlunya strategi pengembangan kapasitas yang disesuaikan merupakan isu-isu penting (Sunarno et al., 2023; Villano et al., 2024). Keberlanjutan program bank pakan juga terhambat oleh manajemen sumber daya manusia dan infrastruktur yang kurang memadai (Mashur et al., 2022). Pemberdayaan perempuan dalam produksi ternak dan peningkatan adopsi teknologi sangat penting untuk meningkatkan kesejahteraan dan produktivitas rumah tangga.

Tabel 1. Permasalahan strategis dalam pengembangan sistem pakan ternak nasional

| Tantangan | Rincian | Sumber |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Ketergantungan pada Bahan Pakan Impor | Tingginya biaya pakan, ketergantungan bahan baku impor mempengaruhi daya saing dan keberlanjutan | (Rapi et al., 2020; Wattie et al., 2024) |
| Variabilitas Kualitas dan Keamanan | Kontaminasi yang tidak disengaja, penipuan produk, pembusukan produk sampingan industri yang basah | (Adhiwibowo et al., 2023; Smith et al., 2005) |
| Masalah Rantai Pasokan dan Logistik | Infrastruktur transportasi yang tidak memadai, kekurangan pakan, tingginya angka kematian anak sapi, dan | (Hilmiati & Panjaitan, 2021; Stöber et al., 2021; Susilowati et al., 2021) |

gangguan akibat COVID-19

Kesenjangan Sumber Daya Pengetahuan petani terbatas, (Mashur et al., 2022; Sunarno Manusia dan Teknologi perlunya peningkatan et al., 2023; Villano et al., kapasitas, manajemen sumber 2024) daya manusia yang tidak memadai.

Inovasi dalam Formulasi dan Produksi Pakan

Fermentasi pakan merupakan inovasi penting yang dapat mengawetkan bahan pakan berkualitas tinggi dan mendegradasi racun serta faktor anti-nutrisi. Metode yang digunakan meliputi fermentasi cair, fermentasi padat, dan silase, yang dapat meningkatkan kualitas pakan dan kesehatan hewan (Dai et al., 2020; Wu et al., 2020). Selain itu, produksi protein mikroba (MP) melalui bakteri pengoksidasi metana menawarkan alternatif yang berkelanjutan terhadap sumber protein tradisional (Shahzad et al., 2024). Proses ini disorot sebagai metode untuk mengawetkan pakan dan meningkatkan nilai gizinya dengan mengurangi mikroorganisme berbahaya. Alternatif antibiotik, seperti probiotik, prebiotik, dan sinbiotik, sedang dikembangkan untuk menjaga kesehatan usus dan meningkatkan kualitas pakan.

Inovasi dalam memanfaatkan limbah hayati perkotaan dan produk sampingan agroindustri untuk produksi pakan sangat penting. Ini termasuk menggunakan mikroorganisme berprotein tinggi dan mengintegrasikan pencernaan anaerobik dengan proses fermentasi untuk menghasilkan protein mikroba (Van Raamsdonk et al., 2023). Memanfaatkan sumber pakan lokal dan produk sampingannya dapat mengurangi dampak lingkungan dan meningkatkan keberlanjutan. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip ekonomi sirkular, yang bertujuan untuk meminimalkan limbah dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya. Pengembangan pakan fungsional meliputi penggunaan aditif alami, enzim, dan mineral organik untuk meningkatkan kualitas pakan dan kesehatan hewan. Aditif ini dapat meningkatkan penyerapan nutrisi dan mengurangi kebutuhan akan bahan kimia sintetis (Gencer, 2025). Pakan fungsional juga mengandung probiotik dan prebiotik untuk mendukung kesehatan usus dan kesejahteraan hewan secara keseluruhan (Onwulata et al., 2008).

Penggunaan sumber protein alternatif, seperti larva serangga dan produk sampingan unggas, dalam formulasi pakan akuatik telah terbukti mengurangi dampak lingkungan dibandingkan dengan pakan berbasis tepung ikan dan minyak ikan tradisional (Tignani et al., 2024). Inovasi dalam produksi pakan, seperti produksi protein mikroba dari metana dan pemanfaatan limbah biologis, berkontribusi pada sistem produksi pakan yang lebih berkelanjutan dan rendah karbon. Menekankan pertanian regeneratif dan peningkatan pemanfaatan produk sampingan berbasis tanaman dapat mengurangi dampak lingkungan dari produksi pakan (Brennan, 2024).

Tabel 2. Inovasi teknologi pakan ternak untuk keberlanjutan dan efisiensi produksi

| Inovasi | Keterangan | Manfaat | Referensi |
|------------|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Fermentasi | Metode cair, padat, dan silase | Mengawetkan pakan, mendegradasi racun | (Dai et al., 2020; Wu et al., 2020) |
| Probiotik | Alternatif untuk | Menjaga kesehatan | (Dai et al., 2020) |

| | | | | | | |
|------------------------|-----------|-----------------------------------------|--------|------------------------------|---------|-------------------------------------------------------|
| Produk Agroindustri | Sampingan | antibiotik Pemanfaatan biologis | limbah | us Sumber berkelanjutan | protein | (Shahzad et al., 2024; Van Raamsdonk et al., 2023) |
| Aditif Alami | | Enzim, mineral organik | | Meningkatkan kualitas pakan | | (Gencer, 2025) |
| Protein Alternatif | | Larva serangga, produk sampingan unggas | | Mengurangi dampak lingkungan | | (Tignani et al., 2024) hlm. xx dari xx |
| Produksi Berkelanjutan | | Protein mikroba dari metana | | Produksi rendah karbon | | (Shahzad et al., 2024; Tignani et al., 2024) |
| Pertanian Regeneratif | | Pemanfaatan produk sampingan tanaman | | Mengurangi jejak lingkungan | | (Brennan, 2024) |

Peran Teknologi Presisi dalam Pengelolaan Pakan

Teknologi IoT semakin banyak digunakan dalam manajemen peternakan untuk memantau berbagai parameter seperti asupan pakan, berat badan, dan perilaku pemberian pakan. Sistem ini sering kali melibatkan palung otomatis yang terhubung ke sistem komputer yang memproses data yang dikumpulkan dari masing-masing hewan (Pham et al., 2021; Saravanan & Saraniya, 2017). Kerangka kerja yang mendukung IoT dapat menyediakan kemampuan pemantauan waktu nyata, yang memungkinkan petani untuk melacak kesehatan dan status pemberian pakan hewan dari jarak jauh, yang dapat mengoptimalkan kuantitas pakan dan penjadwalan ransum (Kumar et al., 2021; Shreesha et al., 2020; Tholhappiyan et al., 2023). Sensor pintar merupakan bagian penting dari peternakan presisi, yang memungkinkan pemantauan kesehatan dan asupan hewan secara terus-menerus.

Sensor ini dapat mengukur parameter fisiologis seperti suhu tubuh, detak jantung, dan ruminasi, sehingga memberikan data berharga untuk manajemen Kesehatan (Gameil & Gaber, 2019; Reith & Hölscher, 2023). Sensor yang dapat dikenakan dan alat penginderaan non-invasif memungkinkan pengumpulan data secara real-time, yang dapat digunakan untuk melacak perilaku hewan dan status kesehatan, memastikan intervensi tepat waktu (Itoh et al., 2010; Neethirajan & Kemp, 2021; Siberski-Cooper & Koltjes, 2021). Pembelajaran mesin dan analisis data besar sangat penting dalam mengembangkan strategi pemberian pakan yang disesuaikan. Teknologi ini menganalisis kumpulan data besar untuk memprediksi pasokan nutrisi yang optimal dan merumuskan diet yang disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing hewan (Altaf & Ksouri, 2025; Pomar & Remus, 2023; Qiao et al., 2021).

Menggabungkan model berbasis pengetahuan dan berbasis data menggunakan algoritma pembelajaran mesin meningkatkan kemampuan untuk menggunakan data pertanian secara real-time, membuka peluang baru untuk nutrisi presisi (Ghavipanje et al., 2024). Platform digital memfasilitasi pengelolaan inventaris pakan dan optimalisasi logistik dengan menyediakan data real-time dan

analisis prediktif. Platform ini dapat mengotomatiskan berbagai proses pertanian, termasuk pelacakan inventaris pakan dan perencanaan logistic (Saha et al., 2025). Alat berbasis cloud dan platform analitik IoT membantu petani mengelola sumber daya pakan secara efisien, mengurangi biaya dan meningkatkan keberlanjutan.

Peningkatan Sumber Daya Manusia untuk Transformasi Sistem Pakan

Peternakan modern menuntut keterampilan baru, terutama dalam memanfaatkan teknologi digital dan precision livestock farming (PLF) untuk meningkatkan produktivitas dan kesejahteraan hewan (Hartung et al., 2017; Romanini et al., 2011). Integrasi pengetahuan biologi dengan teknologi juga menjadi elemen kunci dalam mendorong praktik pertanian yang inovatif dan berkelanjutan (Manteuffel, 2022). Namun, adopsi teknologi masih terhambat oleh rendahnya literasi, pendidikan dasar yang terbatas, serta kendala finansial (Akpan-Etuk, 2023; Serote et al., 2023; Van Greunen & Fosu, 2022). Faktor kepercayaan, persepsi usaha tambahan, dan sikap terhadap teknologi turut menghambat penerimaan inovasi (Chindasombatcharoen et al., 2024), ditambah keterbatasan akses TIK, konektivitas internet yang buruk, dan tingginya biaya perangkat (Puppala et al., 2023; Smidt & Jokonya, 2022). Risiko produksi dan masalah likuiditas menjadi hambatan tambahan bagi petani kecil (Tibamanya et al., 2022).

Di Indonesia, respons petani dan peternak terhadap inovasi teknologi pakan menunjukkan minat yang meningkat, terutama ketika manfaat ekonominya jelas. Namun, kebiasaan tradisional, keterbatasan informasi, serta akses teknologi yang tidak merata masih membatasi adopsi. Program penyuluhan, demonstrasi lapang, dan dukungan kelembagaan terbukti dapat meningkatkan penerimaan inovasi pakan di tingkat peternak kecil.

Transformasi digital dalam pendidikan kejuruan menjadi penting untuk memodernisasi praktik pertanian, termasuk melalui pemanfaatan AI, perangkat digital, metode pembelajaran daring, dan kemitraan universitas–industri untuk memastikan relevansi kompetensi (T. H. Nguyen, 2024). Selain itu, peningkatan keterlibatan pemuda melalui pelatihan, dukungan finansial, dan pendampingan berkontribusi pada munculnya inovator agribisnis yang mampu mempercepat adopsi teknologi dan memperkuat keberlanjutan sistem pangan.

Tabel 3. Aspek penguatan sumber daya manusia dalam transformasi sistem pakan ternak

| Aspek | Rincian |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kompetensi Baru | Literasi digital, pertanian presisi, integrasi pengetahuan biologi dan teknologi (Hartung et al., 2017) |
| Hambatan Adopsi | Faktor sosial ekonomi, hambatan psikologis, masalah teknis, kendala pasar (Puppala et al., 2023) |
| Pelatihan dan Kolaborasi | Pelatihan kejuruan digital, pembelajaran elektronik, kemitraan universitas-industri (Tibamanya et al., 2022) |
| Keterlibatan Pemuda | Mengatasi hambatan, memberikan pelatihan |

dan dukungan, mendorong inovasi (T. H. Nguyen, 2024)

Tabel 4. Ringkasan studi utama terkait inovasi pakan dan precision livestock farming

| Penulis | Tahun | Negara | Fokus Penelitian | Temuan Utama |
|-----------------|-------|-----------|------------------------------|-------------------------------------|
| Smith et al. | 2022 | USA | Precision feeding | Mengurangi limbah pakan sebesar 12% |
| Nguyen et al. | 2021 | Vietnam | Pemanfaatan limbah padi | Meningkatkan efisiensi pakan |
| Zhang et al. | 2020 | China | Sistem pakan berbasis IoT | Meningkatkan produktivitas |
| FAO Report | 2023 | Global | Keberlanjutan pakan | Pentingnya sumber pakan alternatif |
| Rahman et al. | 2022 | Indonesia | Digital livestock management | Adopsi awal teknologi IoT |
| Kumar et al. | 2021 | India | Smart feeding | Mengurangi kebutuhan tenaga kerja |
| García et al. | 2020 | Spanyol | Precision dairy farming | Produksi susu meningkat |
| Lee et al. | 2022 | Korea | Sensor feeding | Efisiensi nutrisi meningkat |
| Widodo et al. | 2021 | Indonesia | Inovasi pakan lokal | Pemanfaatan limbah singkong |
| Chen et al. | 2019 | China | Automated feeding | Biaya pakan menurun |
| Silva et al. | 2021 | Brazil | Sistem pakan tropis | Model peternakan berkelanjutan |
| Johnson et al. | 2020 | USA | Optimasi pakan | Emisi metana menurun |
| Hassan et al. | 2019 | Mesir | Pakan residu tanaman | Ketersediaan pakan meningkat |
| Prasetyo et al. | 2023 | Indonesia | Precision livestock farming | Tahap awal adopsi teknologi |
| FAOSTAT | 2023 | Global | Permintaan pakan | Permintaan pakan meningkat |

Studi Kasus dan Praktik Terbaik

Sistem pemberian pakan yang presisi telah terbukti meningkatkan produktivitas dengan memastikan bahwa hewan menerima jumlah nutrisi yang tepat pada waktu yang tepat, yang dapat menghasilkan peningkatan tingkat pertumbuhan dan hasil kesehatan yang lebih baik (Ait Sidhoum et al., 2021; X. T. Nguyen & Pham, 2022). Misalnya, pemberian pakan yang tepat pada sapi perah telah dikaitkan dengan peningkatan asupan pakan dan produktivitas, serta pengurangan polusi lingkungan (Empel et al., 2016). Sistem ini dapat mengurangi limbah pakan secara signifikan dan meningkatkan efisiensi pakan dengan menyesuaikan diet dengan kebutuhan spesifik hewan atau kelompok individu (Pham et al., 2021; Romano et al., 2023). Hal ini terutama penting di wilayah dengan sumber daya pakan terbatas.

Dengan meningkatkan efisiensi dan produktivitas peternakan, pemberian pakan yang tepat dapat berkontribusi pada ketahanan pangan lokal. Hal ini dicapai melalui pemanfaatan sumber daya yang lebih baik dan peningkatan produksi produk hewani (Erickson & Fausti, 2021; Raimi et al.,

2021). Di Afrika, pertanian presisi telah terbukti meningkatkan ketahanan pangan dengan meningkatkan efisiensi penggunaan air dan nutrisi (Ncube et al., 2018). Sistem pemberian pakan yang presisi juga dapat mengurangi dampak lingkungan dari peternakan, yang sangat penting untuk ketahanan pangan jangka panjang.

Implementasi sistem pemberian pakan presisi yang sukses memerlukan investasi yang signifikan dalam sumber daya manusia. Petani memerlukan pelatihan dan dukungan untuk menggunakan teknologi ini secara efektif (Makkar, 2016b). Di Selandia Baru, para petani menyoroti perlunya peningkatan dukungan dan pelatihan untuk memaksimalkan manfaat teknologi peternakan sapi perah presisi (C. R. Eastwood et al., 2015). Biaya awal yang tinggi dan kebutuhan akan infrastruktur yang kuat dapat menjadi hambatan adopsi, terutama bagi petani kecil. Namun, penggunaan sumber daya pakan lokal yang strategis dan teknologi yang lebih sederhana dapat membuat pemberian pakan yang tepat lebih mudah dilakukan. Kebijakan dan subsidi pemerintah dapat memainkan peran penting dalam mendorong penerapan sistem pemberian pakan presisi. Subsidi publik sangat penting dalam mendorong petani untuk mengadopsi teknologi digital modern.

Di negara-negara berkembang, konsep pemberian pakan seimbang, yang melibatkan penggunaan sumber pakan lokal untuk memenuhi kebutuhan nutrisi hewan, dapat menjadi alternatif praktis untuk sistem pemberian pakan presisi berteknologi tinggi. Melibatkan pengguna akhir selama proses penelitian dan implementasi memastikan bahwa teknologi kompatibel dengan praktik pertanian lokal dan sistem sosial-ekologis (Shilomboleni & De Plaen, 2019). Memanfaatkan sistem dan infrastruktur pertanian yang ada dapat memfasilitasi penerapan teknologi pemberian pakan presisi (Frongillo, 2020).

Implikasi Kebijakan dan Strategi Nasional

Kebijakan harus memberikan insentif bagi penerapan metode produksi inovatif melalui subsidi daripada pajak, karena subsidi terbukti dapat meningkatkan kesejahteraan sosial dan tingkat eksperimen (Akkaya et al., 2021). Meningkatkan dukungan finansial untuk penelitian dan pengembangan pertanian sangat penting, mengingat tingginya pengembalian investasi dan kebutuhan untuk mengatasi meningkatnya permintaan pangan dan tantangan iklim (Beachy, 2014). Mekanisme transfer teknologi yang efektif, seperti kemitraan publik-swasta, dapat menjembatani kesenjangan antara penelitian dan aplikasi praktis, memastikan petani memiliki akses terhadap teknologi mutakhir (Cortés-Muñoz & Pérez, 2024; Mangeni, 2019).

Membangun platform inovasi dapat mendorong kolaborasi antara berbagai pemangku kepentingan, termasuk LSM, pemerintah daerah, asosiasi, dan petani, untuk menerapkan pertanian cerdas iklim dan praktik inovatif lainnya (Odera et al., 2025; Osorio-García et al., 2020). Penerapan kebijakan kluster dapat meningkatkan kerjasama antara petani dan pelaku usaha pertanian, sehingga meningkatkan efisiensi, daya saing, dan inovasi (Zysk, 2023). Kemitraan kolaboratif antara akademisi, pemerintah, dan industri sangat penting untuk berbagi sumber daya, risiko, dan menghasilkan inovasi di sektor pertanian (Bertolo et al., 2018). Kebijakan pertanian harus selaras dengan Agenda Pembangunan Berkelanjutan 2030, dengan fokus pada makanan bergizi, produksi berkelanjutan, ketahanan iklim, dan pembangunan pedesaan (Caron et al., 2018; Kanter et al., 2016).

Negara-negara harus mengembangkan jalur sistem pangan dan tata guna lahan nasional yang menyelaraskan target global dengan prioritas lokal, memastikan koherensi kebijakan dan ambisi yang lebih besar untuk mencapai SDGs (Mosnier et al., 2023). Memperkuat ekosistem inkubasi bagi perusahaan petani-produsen (FPC) sangatlah penting, beralih dari pendekatan yang seragam ke dukungan yang disesuaikan berdasarkan kebutuhan spesifik (Govil & Neti, 2024). Membangun kapasitas bagi akselerator dan inkubator bisnis agritech dapat mendukung pengembangan teknologi yang berkontribusi pada sistem pangan yang berkelanjutan dan Tangguh (Newell et al., 2021). Peningkatan kapasitas pada tingkat sosial-teknologi dan tata kelola dapat mendorong peralihan menuju sistem pangan berkelanjutan, memanfaatkan kebijakan cerdas dan inovasi (Kugelberg & Bartolini, 2024). Pemanfaatan bahan pakan lokal yang tersedia di sekitar wilayah peternakan, dikombinasikan dengan penggunaan teknologi monitoring sederhana, dapat membantu peternak kecil menurunkan biaya pakan serta meningkatkan produktivitas ternak.

KESIMPULAN DAN SARAN

Sistem pakan ternak di Indonesia menghadapi tantangan kompleks yang mencakup ketergantungan pada bahan baku impor, variabilitas kualitas dan keamanan pakan, kendala logistik, serta kesenjangan sumber daya manusia dan teknologi. Untuk mengatasi tantangan ini, berbagai inovasi telah dikembangkan, seperti fermentasi, probiotik, aditif alami, protein alternatif, dan pemanfaatan produk sampingan agroindustri yang mendukung efisiensi dan keberlanjutan pakan. Teknologi presisi seperti Internet of Things (IoT), sensor pintar, machine learning, dan platform digital turut berperan dalam meningkatkan akurasi pemberian pakan dan pemantauan kesehatan ternak secara real-time. Namun, keberhasilan transformasi ini sangat bergantung pada kesiapan sumber daya manusia, sehingga penguatan kapasitas melalui pelatihan digital, kolaborasi pendidikan-industri, dan pemberdayaan generasi muda menjadi sangat krusial. Selain itu, dukungan kebijakan pemerintah perlu mendorong pengembangan sumber pakan alternatif berbasis limbah pertanian untuk mengurangi ketergantungan pada bahan pakan impor. Investasi dalam teknologi precision livestock farming perlu ditingkatkan untuk meningkatkan efisiensi produksi peternakan. Kerja sama antara lembaga penelitian, industri pakan, dan peternak perlu diperkuat untuk mempercepat adopsi inovasi teknologi pakan. Pengembangan teknologi precision feeding berbiaya rendah yang sesuai untuk peternakan rakyat. Penelitian jangka panjang mengenai dampak lingkungan dan efisiensi produksi dari sistem pakan berbasis teknologi digital.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ucapkan terima kepada semua pihak yang telah membantu hingga diterbitkannya artikel ini.

PERNYATAAN KONTRIBUSI

Penulis merupakan satu-satunya kontributor yang bertanggung jawab atas perancangan, pengumpulan data, analisis, serta penulisan naskah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhiwibowo, W., Widayat, W., & Syafei, W. A. (2023). Dual Blockchain Framework for Halal Food Safety and Traceability Concern with Internet of Things. *2023 International Conference on Technology, Engineering, and Computing Applications (ICTECA)*, 1–6.
- Ait Sidhoum, A., Guesmi, B., Monje, J. C., & Roig, J. M. G. (2021). The impact of alternative feeding strategies on total factor productivity growth of pig farming: Empirical evidence from EU countries. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 19(2), 4.
- Akkaya, D., Bimpikis, K., & Lee, H. (2021). Government interventions to promote agricultural innovation. *Manufacturing & Service Operations Management*, 23(2), 437–452.
- Akpan-Etuk, E. (2023). Technology Use by Nigerian Smallholder Farmers and the Significant Mediating Factors. *World Conference on Information Systems and Technologies*, 51–64.
- Altaf, Q. S., & Ksouri, R. (2025). Application of Machine Learning in the Food Industry. In *Artificial Intelligence in the Food Industry* (pp. 23–55). CRC Press.
- Beachy, R. N. (2014). Building political and financial support for science and technology for agriculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 369(1639), 20120274.
- Bell, L. W., Robertson, M. J., Revell, D. K., Lilley, J. M., & Moore, A. D. (2008). Approaches for assessing some attributes of feed-base systems in mixed farming enterprises. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 48(7), 789–798.
- Bertolo, R. F., Hentges, E., Makarchuk, M.-J., Wiggins, A. K. A., Steele, H., Levin, J., Grantham, A., Gramlich, L., & Ma, D. W. L. (2018). Key attributes of global partnerships in food and nutrition to align research agendas and improve public health. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 43(7), 755–758.
- Brennan, C. S. (2024). Regenerative food innovation: the role of agro-food chain by-products and plant origin food to obtain high-value-added foods. *Foods*, 13(3), 427.
- Bucci, G., Bentivoglio, D., & Finco, A. (2019). Factors affecting ICT adoption in agriculture: A case study in Italy. *Calitatea*, 20(S2), 122–129.
- Capper, J. L. (2011). Replacing rose-tinted spectacles with a high-powered microscope: The historical versus modern carbon footprint of animal agriculture. *Animal Frontiers*, 1(1), 26–32.
- Caron, P., Ferrero y de Loma-Osorio, G., Nabarro, D., Hainzelin, E., Guillou, M., Andersen, I., Arnold, T., Astralaga, M., Beukeboom, M., & Bickersteth, S. (2018). Food systems for sustainable development: proposals for a profound four-part transformation. *Agronomy for Sustainable Development*, 38, 1–12.
- Chen, X., Li, Y., Zhang, H., & Wang, J. (2019). Automated feeding systems and their effects on feed efficiency and production performance in livestock farming. *Computers and Electronics in Agriculture*, 162, 438–446. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.04.017>
- Chindasombatcharoen, N., Tsolakis, N., Kumar, M., & O'Sullivan, E. (2024). Navigating psychological barriers in agricultural innovation adoption: A multi-stakeholder perspective. *Journal of Cleaner Production*, 475, 143695.

- Cortés-Muñoz, M., & Pérez, A. M. (2024). National Center for Food Science and Technology linkage with the agri-food sector. *Agronomía Mesoamericana*, 35(SPE1).
- Dai, Z., Cui, L., Li, J., Wang, B., Guo, L., Wu, Z., Zhu, W., & Wu, G. (2020). Fermentation techniques in feed production. In *Animal agriculture* (pp. 407–429). Elsevier.
- Eastwood, C. R., Jago, J. G., Edwards, J. P., & Burke, J. K. (2015). Getting the most out of advanced farm management technologies: roles of technology suppliers and dairy industry organisations in supporting precision dairy farmers. *Animal Production Science*, 56(10), 1752–1760.
- Eastwood, C., Klerkx, L., & Nettle, R. (2017). Dynamics and distribution of public and private research and extension roles for technological innovation and diffusion: Case studies of the implementation and adaptation of precision farming technologies. *Journal of Rural Studies*, 49, 1–12.
- Empel, M. J. van, Makkar, H. P. S., Dijkstra, J., & Lund, P. (2016). Nutritional, technological and managerial parameters for precision feeding to enhance feed nutrient utilization and productivity in different dairy cattle production systems. *CABI Reviews*, 2016, 1–27.
- Erickson, B., & Fausti, S. W. (2021). The role of precision agriculture in food security. *Agronomy Journal*, 113(6), 4455–4462.
- FAO. (2023). *The future of livestock feed systems: Sustainability, innovation and resilience*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAOSTAT. (2023). *Feed demand and livestock production statistics*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/faostat/>
- Frongillo, E. A. (2020). Designing and implementing at-scale programs to improve complementary feeding. *Nutrition Reviews*, 78(Supplement_2), 62–70.
- Gameil, M., & Gaber, T. (2019). Wireless sensor networks-based solutions for cattle health monitoring: a survey. *International Conference on Advanced Intelligent Systems and Informatics*, 779–788.
- García, S. C., Fulkerson, W. J., & Brookes, S. U. (2020). Precision dairy farming technologies and their potential to improve milk production efficiency. *Animal Production Science*, 60(1), 1–13. <https://doi.org/10.1071/AN18510>
- Gencer, Ö. (2025). Dietary innovation in blue crab aquaculture: effects on performance and product quality. *Aquaculture International*, 33(3), 1–12.
- Ghavipanjanee, N., Nasri, M. H. F., & Vargas-Bello-Perez, E. (2024). Trends and future directions of artificial intelligence applications in Iranian livestock production systems. *ANNALS OF ANIMAL SCIENCE*.
- Govil, R., & Neti, A. (2024). Incubating Farmer Producer Companies: The Missing Middle. *Vikalpa*, 49(4), 277–289.
- Hartung, J., Banhazi, T., Vranken, E., & Guarino, M. (2017). European farmers' experiences with precision livestock farming systems. *Animal Frontiers*, 7(1), 38–44.
- Hassan, A. A., Mohamed, A. H., & El-Naggar, S. M. (2019). Utilization of crop residues as alternative feed resources for ruminants in arid regions. *Tropical Animal Health and Production*, 51(5), 1127–1135. <https://doi.org/10.1007/s11250-018-1765-4>

- Heidari, M. D., Gandasmita, S., Li, E., & Pelletier, N. (2021). Proposing a framework for sustainable feed formulation for laying hens: A systematic review of recent developments and future directions. *Journal of Cleaner Production*, 288, 125585.
- Hilmiati, N., & Panjaitan, T. (2021). Communal grazing area is as a potential source of calves in dry Sumbawa Island, Indonesia: the improvement of opportunities and challenges. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 788(1), 12175.
- Itoh, T., Masuda, T., & Tsukamoto, K. (2010). Development of a sensor system for animal watching to keep human health and food safety-A health monitoring system for chickens by using wireless sensors. *Synthesiology English Edition*, 3(3), 224–233.
- Johnson, K. A., Hristov, A. N., & Kebreab, E. (2020). Strategies for reducing methane emissions in ruminant livestock systems through feed optimization. *Journal of Animal Science*, 98(6), skaa145. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa145>
- Kanter, D. R., Schwoob, M.-H., Baethgen, W. E., Bervejillo, J. E., Carriquiry, M., Dobermann, A., Ferraro, B., Lanfranco, B., Mondelli, M., & Penengo, C. (2016). Translating the sustainable development goals into action: a participatory backcasting approach for developing national agricultural transformation pathways. *Global Food Security*, 10, 71–79.
- Kugelberg, S., & Bartolini, F. (2024). Smart Food Policy as a Response to a New Sustainable Food System Agenda. In *Smart Food Industry: The Blockchain for Sustainable Engineering* (pp. 211–217). CRC Press.
- Kumar, S., Kumar, S., Mishra, P., & Chaube, M. K. (2021). Internet of animal health things (IoAT): A new frontier in animal biometrics and data analytics research. *IoT-Based Data Analytics for the Healthcare Industry*, 261–275.
- Kumar, S., Singh, P., & Sharma, R. K. (2021). Smart feeding technologies and their role in improving livestock productivity. *Journal of Cleaner Production*, 295, 126400. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126400>
- Lee, J. H., Kim, D. H., & Park, S. H. (2022). Sensor-based precision feeding systems for improving nutrient efficiency in livestock production. *Animals*, 12(5), 621. <https://doi.org/10.3390/ani12050621>
- Makkar, H. P. S. (2016a). Animal nutrition in a 360-degree view and a framework for future R&D work: towards sustainable livestock production. *Animal Production Science*, 56(10), 1561–1568.
- Makkar, H. P. S. (2016b). Smart livestock feeding strategies for harvesting triple gain—the desired outcomes in planet, people and profit dimensions: a developing country perspective. *Animal Production Science*, 56(3), 519–534.
- Mangeni, B. (2019). The role of public-private partnerships (PPPs) in ensuring technology access for farmers in sub-Saharan Africa. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 19(1), 14137–14155.
- Mansour, A. T., & Ahmed, A. E. (2024). Role of livestock on food security in Saudi Arabia. In *Food and Nutrition Security in the Kingdom of Saudi Arabia, Vol. 1: National Analysis of Agricultural and Food Security* (pp. 141–157). Springer.

- Manteuffel, C. (2022). Cooperative livestock farming: A chance for a breakthrough for PLF. *10th European Conference on Precision Livestock Farming*, 584–591.
- Mashur, M., Bilad, M. R., Kholik, K., Munawaroh, M., Cheok, Q., Huda, N., & Kobun, R. (2022). The sustainability and development strategy of a cattle feed bank: a case study. *Sustainability*, *14*(13), 7989.
- Miles, C. (2019). The combine will tell the truth: On precision agriculture and algorithmic rationality. *Big Data & Society*, *6*(1), 2053951719849444.
- Mosnier, A., Schmidt-Traub, G., Obersteiner, M., Jones, S., Javalera-Rincon, V., DeClerck, F., Thomson, M., Sperling, F., Harrison, P., & Pérez-Guzmán, K. (2023). How can diverse national food and land-use priorities be reconciled with global sustainability targets? Lessons from the FABLE initiative. *Sustainability Science*, *18*(1), 335–345.
- Ncube, B., Mupangwa, W., & French, A. (2018). Precision agriculture and food security in Africa. *Systems Analysis Approach for Complex Global Challenges*, 159–178.
- Neethirajan, S., & Kemp, B. (2021). Digital phenotyping in livestock farming. *Animals*, *11*(7), 2009.
- Newell, R., Newman, L., & Mendly-Zambo, Z. (2021). The role of incubators and accelerators in the fourth agricultural revolution: a case study of Canada. *Agriculture*, *11*(11), 1066.
- Nguyen, T. H. (2024). Cooperation between universities and businesses in developing human resources to participate in the digital economy. *Journal of the Knowledge Economy*, *15*(2), 5230–5249.
- Nguyen, T. T., Nguyen, H. V., & Pham, T. H. (2021). Utilization of rice by-products as alternative feed resources in small ruminant production systems in Southeast Asia. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, *34*(7), 1045–1053. <https://doi.org/10.5713/ajas.20.0520>
- Nguyen, X. T., & Pham, L. M. (2022). Detecting Multiple Perturbations on Swine using Data from Simulation of Precision Feeding Systems. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, *12*(12), 136–145.
- Odera, E., Galindo, S., Hendrickx, S., Adesogan, A., Eilitta, M., & Pfluger, B. A. (2025). Innovation platforms in practice: a conceptual framework. *Development in Practice*, *35*(1), 152–166.
- Oliver, M. A., Bishop, T. F. A., & Marchant, B. P. (2013). *Precision agriculture for sustainability and environmental protection* (Vol. 39). Routledge Abingdon, UK.
- Onwulata, C., Flora, F. L., & Kramer, W. (2008). *Global opportunities in agri-food science & technology*.
- Osorio-García, A. M., Paz, L., Howland, F., Ortega, L. A., Acosta-Alba, I., Arenas, L., Chirinda, N., Martínez-Barón, D., Bonilla Findji, O., & Loboguerrero, A. M. (2020). Can an innovation platform support a local process of climate-smart agriculture implementation? A case study in Cauca, Colombia. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, *44*(3), 378–411.
- Paul, B. K., Groot, J. C. J., Maass, B. L., Notenbaert, A. M. O., Herrero, M., & Tiftonell, P. A. (2020). Improved feeding and forages at a crossroads: Farming systems approaches for sustainable livestock development in East Africa. *Outlook on Agriculture*, *49*(1), 13–20.

- Pham, L. M., Nguyen-Ba, H., Nguyen, H. S., & Le, H.-H. (2021). Simulation of precision feeding systems for swine. *2021 13th International Conference on Knowledge and Systems Engineering (KSE)*, 1–6.
- Place, S. E. (2024). Environmental Sustainability of Livestock Systems. *Meat and Muscle Biology*, 8(1).
- Pomar, C., & Remus, A. (2023). Fundamentals, limitations and pitfalls on the development and application of precision nutrition techniques for precision livestock farming. *Animal*, 17, 100763.
- Prasetyo, B., Santoso, B., & Wibowo, A. (2023). Adoption of precision livestock farming technologies in Indonesian livestock systems: Opportunities and challenges. *Tropical Animal Science Journal*, 46(2), 156–165. <https://doi.org/10.5398/tasj.2023.46.2.156>
- Puppala, H., Peddinti, P. R. T., Tamvada, J. P., Ahuja, J., & Kim, B. (2023). Barriers to the adoption of new technologies in rural areas: The case of unmanned aerial vehicles for precision agriculture in India. *Technology in Society*, 74, 102335.
- Qiao, Y., Kong, H., Clark, C., Lomax, S., Su, D., Eiffert, S., & Sukkarieh, S. (2021). Intelligent perception-based cattle lameness detection and behaviour recognition: A review. *Animals*, 11(11), 3033.
- Rahman, M. A., Hidayat, R., & Nugroho, T. (2022). Digital livestock management and IoT adoption in Southeast Asian farming systems. *Information Processing in Agriculture*, 9(4), 568–577. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2021.09.004>
- Raimi, L., Panait, M., & Sule, R. (2021). Leveraging precision agriculture for sustainable food security in sub-Saharan Africa: A theoretical discourse. *Shifting Patterns of Agricultural Trade: The Protectionism Outbreak and Food Security*, 491–509.
- Rapi, A., Arifin, A. N., & Lando, A. T. (2020). The manufacture of automatic chicken feed making machines as an economical solution for chicken farmers in Indonesia. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 885(1), 12044.
- Reith, S., & Hölscher, P. (2023). Automatically collected data in cattle, pig and poultry farming. *LANDTECHNIK*, 78(3), 185–197.
- Romanini, C. E. B., Bahr, C., Birk, U., Demmers, T., Eterradossi, N., Garain, P., Guarino, M., Halachmi, I., Hartung, J., & Lokhorst, C. (2011). BioBusiness project: research training program on Precision Livestock Farming (PLF). In *Precision Livestock Farming'11* (pp. 501–505). Czech Centre for Science and Society.
- Romano, E., Brambilla, M., Cutini, M., Giovinazzo, S., Lazzari, A., Calcante, A., Tangorra, F. M., Rossi, P., Motta, A., & Bisaglia, C. (2023). Increased cattle feeding precision from automatic feeding systems: considerations on technology spread and farm level perceived advantages in Italy. *Animals*, 13(21), 3382.
- Saha, D., Padhiary, M., & Chandrakar, N. (2025). AI Vision and Machine Learning for Enhanced Automation in Food Industry: A Systematic Review. *Food and Humanity*, 100587.
- Saravanan, K., & Saraniya, S. (2017). Cloud IOT based novel livestock monitoring and identification system using UID. *Sensor Review*, 38(1), 21–33.

- Serote, B., Mokgehle, S., Senyolo, G., du Plooy, C., Hlophe-Ginindza, S., Mpandeli, S., Nhamo, L., & Araya, H. (2023). Exploring the barriers to the adoption of climate-smart irrigation technologies for sustainable crop productivity by smallholder farmers: Evidence from South Africa. *Agriculture*, 13(2), 246.
- Shahzad, H. M. A., Almomani, F., Shahzad, A., Mahmoud, K. A., & Rasool, K. (2024). Challenges and opportunities in biogas conversion to microbial protein: a pathway for sustainable resource recovery from organic waste. *Process Safety and Environmental Protection*.
- Shilomboleni, H., & De Plaen, R. (2019). Scaling up research-for-development innovations in food and agricultural systems. *Development in Practice*, 29(6), 723–734.
- Shreesha, S., MM, M. P., Verma, U., & Pai, R. M. (2020). Computer vision based fish tracking and behaviour detection system. *2020 IEEE International Conference on Distributed Computing, VLSI, Electrical Circuits and Robotics (DISCOVER)*, 252–257.
- Siberski-Cooper, C. J., & Koltjes, J. E. (2021). Opportunities to harness high-throughput and novel sensing phenotypes to improve feed efficiency in dairy cattle. *Animals*, 12(1), 15.
- Silva, F. F., Carvalho, G. G. P., & Pereira, L. G. R. (2021). Sustainable tropical livestock feeding systems using alternative forage resources. *Animal Feed Science and Technology*, 273, 114829. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.114829>
- Smidt, H. J., & Jokonya, O. (2022). Factors affecting digital technology adoption by small-scale farmers in agriculture value chains (AVCs) in South Africa. *Information Technology for Development*, 28(3), 558–584.
- Smith, D. L., Jones, R. M., & Taylor, P. A. (2022). Precision feeding strategies to reduce feed waste and improve efficiency in ruminant production systems. *Animal*, 16(3), 100457. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100457>
- Smith, T., Jayasuriya, N., Mlambo, V., Lekule, F., Thomas, D., Owen, E., Pearson, A., & Titterton, M. (2005). *Feeds and feeding to improve productivity and survival*.
- Stöber, S., Adinata, K., Ramba, T., Paganini, N., & Sulejmanović, N. (2021). Smallholder farmers' challenges of coping with COVID-19 containments: insights from two food regions in Indonesia. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 21(6), 18223–18244.
- Sunarno, Solikhin, & Budiraharjo, K. (2023). Effects of feed additives nanochitosan on production performance of Tegal duck (*Anas platyrhynchos*) reared intensively and semi-intensively. *11TH INTERNATIONAL SEMINAR ON NEW PARADIGM AND INNOVATION ON NATURAL SCIENCES AND ITS APPLICATION (ISNPINSA): Developing Science and Technology Toward the New Normal Era*, 2738(1), 40010.
- Susilowati, S. H., Ariningsih, E., Saliem, H. P., Roosganda, E., & Adawiyah, C. R. (2021). Opportunities and challenges to increase corn export from Gorontalo province of Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 672(1), 12027.
- Tholhappiyan, T., Sankar, S., Selvakumar, V., & Robert, P. de. (2023). Agriculture Monitoring System with Efficient Resource Management using IoT. *2023 Second International Conference on Augmented Intelligence and Sustainable Systems (ICAISS)*, 1628–1633.

- Tibamanya, F. Y., Henningsen, A., & Milanzi, M. A. (2022). Drivers of and barriers to adoption of improved sunflower varieties amongst smallholder farmers in Singida, Tanzania: A double-hurdle approach. *Q Open*, 2(1), qoac008.
- Tignani, M. V., Santolini, E., Secci, G., Bovo, M., Parisi, G., & Barbaresi, A. (2024). Assessing environmental sustainability of substitute feeding formulas for gilthead seabream (*Sparus aurata*) using Life Cycle Assessment. *Science of the Total Environment*, 954, 176689.
- Van Greunen, D., & Fosu, A. (2022). ICT adoption challenges: Case of rural small-scale farmers in the Amathole district municipality of South Africa. *2022 IST-Africa Conference (IST-Africa)*, 1–9.
- Van Raamsdonk, L. W. D., Meijer, N., Gerrits, E. W. J., & Appel, M. J. (2023). New approaches for safe use of food by-products and biowaste in the feed production chain. *Journal of Cleaner Production*, 388, 135954.
- Vekic, A., Borocki, J., Stankovski, S., & Ostojic, G. (2017). DEVELOPMENT OF INNOVATION IN FIELD OF PRECISION AGRICULTURE. *Annals of DAAAM & Proceedings*, 28.
- Villano, R. A., Koomson, I., Thei, S., Taquuddin, M., Prameswari, F., Fachry, A., Fatah, L., Sumantri, I., & Burrow, H. (2024). Women's empowerment in integrated cattle-farming systems in Indonesia. *Applied Economics*, 1–16.
- Wang, G., Lin, Y., Wang, Q., Wu, X., Yin, Y., & Ma, Y. (2023). Microbial protein manufacturing: the developing trend and challenge. *Chinese Science Bulletin*, 21, 2779.
- Wattie, Y., Suparno, O., & Raharja, S. (2024). Enhancing competitiveness in the Indonesian meat processing industry: a literature review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1358(1), 12042.
- Widodo, E., Prabowo, A., & Suryani, N. (2021). Utilization of cassava by-products as alternative feed resources for sustainable livestock production in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 788, 012045. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/788/1/012045>
- Wu, Y., Zhao, J., Xu, C., Ma, N., He, T., Zhao, J., Ma, X., & Thacker, P. A. (2020). Progress towards pig nutrition in the last 27 years. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(14), 5102–5110.
- Zhang, Y., Wang, X., & Liu, G. (2020). Internet of Things-based intelligent feeding system for improving efficiency in livestock farms. *Computers and Electronics in Agriculture*, 175, 105566. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105566>
- Zysk, E. (2023). Perceived Benefits and Barriers to Cooperation Between Small Farms and Clusters—A Case Study of Poland. In *Sustainable Development Goals in Europe: A Geographical Approach* (pp. 171–192). Springer.

RESEARCH ARTICLE

Edukasi Tatalaksana Kesehatan Hewan Kepada Peternak Sapi di Desa Pombulaa Jaya Kecamatan Konda

Harapin Hafid^{1*}

Fakultas Peternakan
Universitas Halu Oleo
Email: harapin.hafid@uho.ac.id

Fadli Ma'mun Pancar²

Fakultas Peternakan
Universitas Halu Oleo
Email:
fadlimamunpancar@uho.ac.id

La Malesi³

Fakultas Peternakan
Universitas Halu Oleo
Email: lamalesi@uho.ac.id

Zahra Jinan Fadilla⁴

Fakultas Peternakan
Universitas Halu Oleo
Email: zahrajinan@uho.ac.id

Artikel Info

Diterima 08/11/2025
Diterima dan disetujui 17/03/2026

Diterima dalam bentuk revisi 11/03/2026
Tersedia online 30/03/2026

Abstrak

Latar belakang: Desa Pombulaa Jaya sebagai salah satu sentra produksi sapi pedaging yang ada di Sulawesi Tenggara. Permasalahan tatalaksana manajemen kesehatan ternak sangat penting dalam upaya mendukung produksi dan reproduksi pada ternak sapi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat pengetahuan peternak melalui edukasi tata laksana kesehatan ternak sehingga diharapkan peternak dapat mengambil tindakan preventif yang efektif dalam mencegah kejadian penyakit pada sapi.

Metode: Metode yang digunakan dalam pengambilan sampling adalah purposive sampling dengan kriteria peternak memiliki sapi minimal 2 ekor dan telah beternak minimal lebih dari 1 tahun. Jumlah peternak dalam kegiatan ini adalah sebanyak 20 peserta. Sumber data berdasarkan diskusi dan wawancara kepada peternak. Desain kegiatan meliputi survei awal kondisi pemeliharaan dan kesehatan, penyuluhan berbasis materi biosekuriti, sanitasi, vaksinasi, pengendalian parasit, dan manajemen pakan, serta pelatihan praktik. Evaluasi pengetahuan dilakukan melalui pretest dan posttest berdasarkan hasil scoring dari kuisioner.

Hasil: Hasil pemetaan menunjukkan 75 persen peternak menerapkan sistem intensif dan 25 persen semi intensif. Pola pakan mengandalkan hijauan *cut and carry* berbasis rumput gajah dan odot yang dilengkapi ampas tahu, dengan air minum ad libitum. Masalah kesehatan yang dominan mencakup gangguan reproduksi seperti kawin berulang dan kelahiran prematur, serta penyakit pencernaan akibat infestasi cacing, disertai laporan kasus klinis yang mengarah pada bovine ephemeral fever dan ancaman jembrana. Intervensi edukasi meningkatkan skor pengetahuan rata-rata dari 45,5 pada pretest menjadi 85,5 pada posttest. Kesenjangan pemahaman yang tersisa terkait program pencegahan penyakit, prosedur sanitasi kandang yang benar, dan langkah biosekuriti pintu masuk ternak.

Kesimpulan: Edukasi tatalaksana manajemen kesehatan ternak sapi dapat meningkatkan pengetahuan peternak dalam upaya pencegahan dan pengendalian penyakit pada sapi sehingga dapat meningkatkan produktivitas ternak sapi di Desa Pombulaa Jaya, Kecamatan Konda, Kabupaten Konawe Selatan.

Kata kunci: Biosekuriti, Edukasi kesehatan hewan, Pengendalian parasit, Sapi potong, Sanitasi kandang

*Penulis Korespondensi: *Harapin Hafid, Fakultas Peternakan, Universitas Halu Oleo, harapin.hafid@uho.ac.id*

Sitasi: Hafid H, L., Malesi, F.M. Pancar & Z.J. Fadilla. (2026). Edukasi Tatalaksana Kesehatan Hewan Kepada Peternak Sapi di Desa Pombulaa Jaya Kecamatan Konda. *Journal of Sustainable Agriculture Science*, 4(1):19-27.



Abstract

Background: Pombulaa Jaya Village is one of the beef cattle production centers in Southeast Sulawesi. The issue of livestock health management is very important in supporting cattle production and reproduction. This study aims to evaluate the level of farmers knowledge through livestock health management education, so that farmers can take effective preventive actions in preventing disease outbreaks in cattle.

Method: The sampling method used was purposive sampling, with the criteria being that farmers had at least two cows and had been farming for at least one year. The data sources were based on discussions and interviews with farmers. The number of farmers in this activity is 20 participants. The activity design included an initial survey of husbandry and health conditions, extension based on biosecurity, sanitation, vaccination, parasite control, and feed management materials, as well as practical training. Knowledge evaluation is conducted through pretest and posttest based on the scoring results from the questionnaire.

Results: The mapping results show that 75 percent of farmers use intensive systems and 25 percent use semi-intensive systems. The feeding pattern relies on cut and carry forage based on elephant grass and odot supplemented with tofu pulp, with ad libitum drinking water. The dominant health problems include reproductive disorders such as repeated mating and premature birth, as well as digestive diseases due to worm infestation, accompanied by clinical cases leading to bovine ephemeral fever and the threat of jembrana. The educational intervention increased the average knowledge score from 45.5 on the pretest to 85.5 on the posttest. The remaining gaps in understanding related to disease prevention programs, proper barn sanitation procedures, and biosecurity measures for livestock entry points.

Conclusion: Education on livestock health management practices can enhance farmers' knowledge in disease prevention and control, thereby improving cattle productivity in Pombulaa Jaya Village, Konda District, South Konawe Regency.

Keywords: Biosecurity, Animal health education, Parasite control, Beef cattle, Barn sanitation

PENDAHULUAN

Konawe Selatan merupakan salah satu kabupaten dengan populasi sapi potong tertinggi di Sulawesi Tenggara (BPS, 2024). Desa Pombulaa Jaya sebagai salah satu Desa di Kecamatan Konda, Kabupaten Konawe Selatan yang memiliki sumber daya alam, mendukung pengembangan peternakan sapi, termasuk lahan yang subur untuk pakan ternak dan ketersediaan sumber air yang cukup (Hafid et al., 2020; Moita, 2022). Pemeliharaan sapi sangat bergantung kepada manajemen efisien baik dalam pemilihan bibit unggul, pemberian pakan yang tepat dan berkualitas, pengelolaan perkandangan yang baik dan pengendalian kesehatan hewan secara menyeluruh. Hal tersebut sangat berpengaruh terhadap usaha peternakan rakyat (Hafid et al., 2022; Hafid et al., 2023; Haris & Mulawarman., 2020; Nur, 2022).

Kesehatan ternak sapi potong merupakan salah satu aspek penting yang secara langsung mempengaruhi produktivitas, kualitas dan kesejahteraan hewan. Penyakit pada sapi baik yang bersifat infeksius ataupun non infeksius berpengaruh terhadap kerugian ekonomi bagi peternak (Nuraini et al., 2022). Masalah kesehatan ternak sapi akibat kondisi kandang yang tidak higienis, penyimpanan pakan yang buruk, dan kurangnya program pencegahan penyakit, seperti pengobatan cacingan yang teratur, penerapan biosekuriti yang baik seperti sanitasi kandang yang tepat dan pengendalian penyakit secara proaktif, sangat diperlukan untuk meminimalkan kerugian dan meningkatkan produktivitas ternak (Hartady et al., 2021; Nuraini et al., 2020; Park et al., 2020).

Edukasi tatalaksana kesehatan hewan kepada peternak sapi khususnya di Desa Pombulaa Jaya, Kecamatan Konda, dapat dikembangkan dari hasil-hasil studi dan praktek di berbagai daerah yang menunjukkan pentingnya pengetahuan manajemen kesehatan hewan ternak dalam meningkatkan produktivitas dan menekan kerugian ekonomi peternak. Peternak sapi sering menghadapi kendala kurangnya informasi tentang cara merawat kesehatan sapi secara baik sehingga memicu penyakit, menurunkan kualitas dan kuantitas produksi, serta meningkatkan biaya pengobatan. Berbagai penelitian dan kegiatan pengabdian masyarakat di tingkat desa memperlihatkan bahwa penyuluhan dan pelatihan terkait tatalaksana kesehatan hewan untuk peternak sapi mampu meningkatkan pengetahuan mereka dan memperbaiki praktik pemeliharaan (Triyasari & Kamilah, 2024).

Melalui bekal pengetahuan yang lebih baik, peternak menjadi lebih mandiri dalam mengelola kesehatan ternaknya, yang pada akhirnya berkontribusi pada peningkatan produktivitas usaha sapi potong dan menurunnya risiko kerugian ekonomi. Kegiatan penyuluhan ini bertujuan untuk meningkatkan kapasitas peternak dalam meningkatkan pentingnya pencegahan dan pengendalian penyakit pada sapi dan meningkatkan keterampilan dalam pengelolaan dan perawatan kesehatan sapi secara tepat. Peningkatan pengetahuan peternak tentang tata laksana kesehatan sapi di Desa Pombulaa Jaya, Kecamatan Konda, Kabupaten Konawe Selatan sebagai upaya intervensi untuk memperbaiki praktik pencegahan dan pengendalian penyakit pada sapi sehingga dapat menekan resiko kerugian produksi dan biaya kesehatan ternak melalui model pendampingan yang terukur dan dapat direplikasi.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Pombulaa Jaya, Kecamatan Konda, Kabupaten Konawe Selatan pada periode 15 hingga 30 Oktober 2025. Objek penelitian adalah peternak sapi potong di desa tersebut, dengan total populasi sebanyak 53 ekor sapi. Pemilihan sampel dilakukan dengan menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu pemilihan sampel berdasarkan kriteria tertentu (Sufianto & Arifah, 2023). Kriteria yang digunakan untuk memilih peternak sebagai sampel adalah mereka yang memiliki usaha peternakan sapi minimal 2 ekor dan telah menjalankan usaha peternakan tersebut selama lebih dari 1 tahun. Berdasarkan kriteria tersebut, jumlah sampel yang terlibat dalam penelitian ini sebanyak 20 peternak.

Metode Pengumpulan Data

1. Survey dan wawancara untuk mengidentifikasi kondisi awal tatalaksana kesehatan ternak di Desa Pombulaa Jaya. Survei ini mencakup observasi terhadap kondisi kandang, pakan, program pencegahan penyakit, serta penanganan kesehatan hewan yang sudah diterapkan peternak.
2. Penyuluhan dan Pelatihan: Peternak akan diberikan materi edukasi mengenai tatalaksana kesehatan hewan, termasuk teknik biosekuriti, sanitasi kandang, pengelolaan pakan, vaksinasi, dan pengobatan parasit. Penyuluhan akan dilakukan dalam bentuk ceramah, diskusi kelompok, dan pelatihan langsung.
3. Kuisisioner pengetahuan peternak tentang penyakit pada ternak pretest dan posttest

Analisa Data

Data hasil pretest dan posttest kemudian dianalisis untuk mengetahui apakah ada peningkatan pengetahuan peternak. Analisis dapat dilakukan menggunakan statistik deskriptif, seperti rata-rata skor untuk membandingkan skor pretest dan posttest yang diperoleh oleh responden. Data yang diperoleh berdasarkan hasil survey dan wawancara dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan kondisi kesehatan ternak. Data yang diperoleh dari hasil pretest dan posttest serta wawancara dianalisis dalam bentuk gambar dan grafik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tatalaksana Pemeliharaan

Sistem pemeliharaan ternak sapi di Desa Pombulaa Jaya didominasi pola intensif ($\pm 75\%$), sementara $\pm 25\%$ menerapkan pola semi intensif. Sumber pakan meliputi rumput lapangan dan hijauan yang ditanam sendiri, terutama rumput gajah dan rumput odot dengan ampas tahu dari pabrik tahu setempat sebagai pakan tambahan. Pemeliharaan dilaksanakan dengan metode pemeliharaan intensif dimana semua sapi dikandangkan pada satu kandang kelompok (Gambar 1). Kandang dirancang terbuka dengan ventilasi memadai, lantai kedap dan berdrainase baik, serta dilengkapi palungan pakan dan tempat minum pada sisi yang mudah diakses.

Pemberian pakan mengikuti pola potong–angkut (cut and carry), hijauan segar (rumput gajah/odot) menjadi pakan dasar, dilengkapi ampas tahu sebagai sumber energi–protein, mineral, vitamin, dan garam. Jadwal pemberian dilaksanakan minimal dua kali per hari (pagi–sore) dengan air minum tersedia ad libitum. Rumput gajah dan odot yang dilengkapi dengan ampas tahu berperan sebagai sumber energi dan protein tambahan bagi ternak. Rumput gajah mengandung protein kasar yaitu 9,66% dan serat kasar yang tinggi yaitu 30,86% sedangkan rumput odot memiliki kandungan protein sebesar 10-15% dan serat kasarnya lebih rendah tergantung umur panennya (Churriyah et al., 2023; Naif et al., 2016). Penelitian menunjukkan bahwa rumput gajah dan odot dapat meningkatkan produksi daging sapi karena keduanya kaya akan serat yang membantu pencernaan. Selain itu, penambahan ampas tahu sebagai pakan tambahan juga memberikan manfaat signifikan dalam meningkatkan kandungan protein dan energi pada pakan ternak, yang mempercepat pertumbuhan sapi potong (Dumadi et al., 2021; Rachma et al., 2020). Pemilihan dalam sistem pemeliharaan sangat bergantung kepada tujuan peternak, ketersediaan modal, lahan, dan tenaga kerja. Peternakan skala komersial yang mengejar efisiensi waktu, sistem pemeliharaan intensif lebih dianjurkan sedangkan peternakan tradisional dengan lahan penggembalaan luas dan modal terbatas, sistem pemeliharaan semi intensif menjadi pilihan yang baik (Volkandari et al., 2018).

Sistem pemeliharaan intensif dan semi intensif di Desa Pombulaa Jaya dengan pengaturan pakan yang efisien dapat berupa pola kandang penuh atau kombinasi kandang dan penggembalaan terbatas. Pola intensif kontrol operasionalnya lebih kuat karena lebih efisien dalam pengaturan pemberian pakan dan bertujuan untuk target penggemukan sedangkan pola semi intensif memanfaatkan hijauan lahan pada jam tertentu tetapi tetap diberikan pakan ketika berada dikandang.



Gambar 1. Kondisi kandang Kelompok Tani di Desa Pombulaa Jaya

Gangguan Kesehatan Pada Ternak

Berdasarkan hasil kunjungan awal didapatkan permasalahan manajemen kesehatan utama adalah rendahnya pengetahuan anggota kelompok tani dalam melaksanakan manajemen kesehatan yang tepat dan sesuai. Berdasarkan hasil diskusi dan wawancara dengan peternak, terdapat beberapa kendala yang berkaitan dengan kesehatan ternak sapi potong yaitu permasalahan gangguan reproduksi seperti kawin berulang (*repeat breeding*), indukan melahirkan prematur dan indukan tidak menyusui pedet pasca partus. Gangguan penyakit yang berkaitan dengan sistem pencernaan infestasi parasit cacingan dengan gejala kekurusan, bulu berdiri dan rontok. Gangguan penyakit lainnya seperti *bovine ephemeral fever* (BEF) atau dikenal juga dengan penyakit demam 3 hari dan ancaman penyakit jembrana. Kejadian penyakit di Pombulaa Jaya memiliki kesamaan dengan (Pancar et al., 2024), bahwa kejadian penyakit yang paling sering terjadi menyerang sistem pencernaan yaitu cacingan (*helminthiasis*). Penyakit cacingan dapat dicegah dengan pemberian obat cacing rutin selama 4 bulan sekali. Pentingnya lalu lintas ternak dan biosecurity ditekankan dalam upaya pencegahan dan pengendalian penyakit pada ternak sapi.

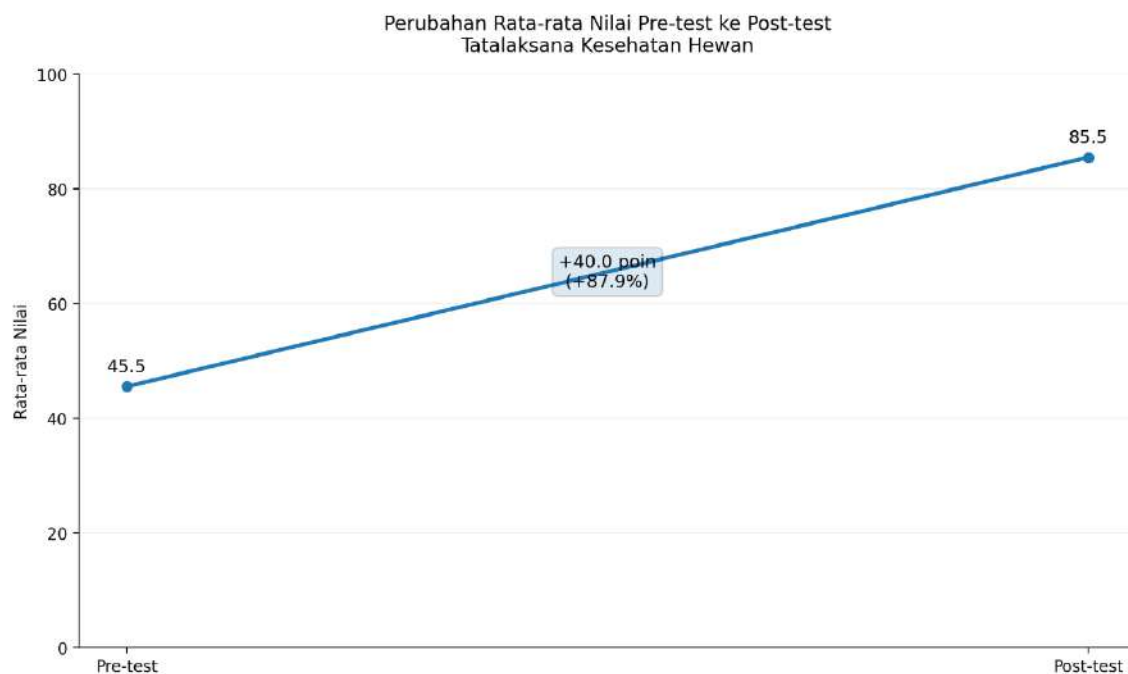
Edukasi Tata laksana Kesehatan Sapi

Berdasarkan temuan tersebut, penyuluhan difokuskan kepada penyuluhan manajemen kesehatan hewan secara umum dengan gambaran awal kondisi kesehatan sapi dan sapi sakit (Gambar 2), faktor-faktor kesehatan ternak, biosekuriti, vaksinasi, pengobatan cacing dan pentingnya sanitasi kandang, serta penyakit-penyakit yang umum ditemukan pada sapi, termasuk cacingan dan penyakit zoonosis pada sapi. Upaya mengurangi prevalensi patogen ini, perlu diterapkan langkah-langkah biosekuriti yang ketat (bila memungkinkan) dikombinasikan dengan vaksin dan intervensi nutrisi. Biosekuriti sebagai upaya pencegahan penularan penyakit dari suatu daerah/ tempat/ lokasi masuk ke daerah lain menular dan menyebabkan kerugian ekonomi bagi peternak (Christi et al., 2024).



Gambar 2. Pemaparan Materi Edukasi Tata Laksana Kesehatan Ternak Sapi

Penyuluhan diawali dengan pelaksanaan pre-test dengan pertanyaan umum mengenai kesehatan ternak. Gambaran secara umum peternak memiliki pengetahuan yang terbatas mengenai kesehatan ternak. Pemaparan materi mengedepankan pentingnya biosecurity dalam upaya pencegahan dan pengendalian penyakit pada sapi. Pengenalan beberapa penyakit yang sering menyerang ternak sapi seperti Penyakit Mulut dan Kuku (PMK), jembrana, *helminthiasis*, *Lumpy skin disease*, anthraks, brucellosis, dan myasis (Prasetyo et al., 2025). Setelah pemaparan materi, dilaksanakan diskusi. Dalam diskusi terlihat partisipasi aktif peserta dalam bertanya dan mengkonfirmasi materi serta kondisi yang pernah ditemui pada sapi di Kelompok Ternak Desa Pombulaa Jaya. Pertanyaan-pertanyaan yang masih sering ditanyakan adalah penanganan apabila ada sapi yang sakit dan cara mencegah kekurusan. Gambaran akhir menunjukkan bahwa terdapat peningkatan pemahaman mengenai manajemen kesehatan ternak (Gambar 3).



Gambar 3. Hasil pre-test menunjukkan bahwa rata-rata nilai yang didapatkan adalah 45,5 dan Hasil post-test menunjukkan nilai rata-rata sebesar 85,5.

Edukasi tatalaksana kesehatan sapi dapat dikatakan berhasil meningkatkan pengetahuan peternak jika materi tampak jelas dan menarik perhatian peternak serta bukti kuantitatif dari evaluasi pretest dan posttest yang naik setelah penyuluhan. Hal ini juga sejalan dengan (Qisthon et al., 2024; Yuliani et al., 2025), melalui intervensi edukasi dan penyuluhan kepada peternak dapat meningkatkan pengetahuan dan kapasitas peternak dalam tata laksana kesehatan sapi. Beberapa hal yang masih sulit ditangkap oleh peternak adalah mengenai tidak mengetahui program pencegahan penyakit yang benar seperti apa, cara membersihkan kandang dengan prosedur higienitas yang baik dan benar, serta cara pencegahan penularan penyakit dari luar kandang. Pencegahan penyakit dapat dilakukan dengan menjaga higienitas, sanitasi, serta pemberian vitamin dan obat cacing yang teratur. Pemberian vitamin diketahui merupakan langkah penting dalam meningkatkan produktivitas dan reproduksi ternak serta dalam mencegah berbagai penyakit. Pemberian obat cacing sebanyak dua kali dalam satu tahun juga perlu dilakukan untuk mencegah terjadinya cacingan akibat kontaminasi pakan (Ferreira et al., 2024).

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil edukasi tatalaksana manajemen kesehatan ternak sapi dapat meningkatkan pengetahuan peternak dalam upaya pencegahan dan pengendalian penyakit pada sapi sehingga dapat meningkatkan produktivitas ternak sapi di Desa Pombulaa Jaya, Kecamatan Konda, Kabupaten Konawe Selatan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih yang sebesar besarnya kami sampaikan kepada Kepala Desa Pombulaa Jaya dan Kepala LPPM UHO atas dukungan, arahan, serta fasilitasi yang diberikan selama pelaksanaan kegiatan ini sehingga seluruh rangkaian program dapat berjalan dengan lancar. Semoga kolaborasi dan kebaikan yang terjalin ini menjadi amal baik, serta dapat terus berlanjut dalam program program berikutnya.

PERNYATAAN KONTRIBUSI

Dalam artikel ini, Harapin Hafid berperan sebagai kontributor utama dan kontributor korespondensi, Fadli Ma'mun Pancar, La Malesi dan Zahra Jinan Fadilla sebagai kontributor anggota.

DAFTAR PUSTAKA

- Christi, R. F., Salman, L. B., Suharwanto, D., Edianingsih, P., & Sudrajat, A. (2024). Penerapan kesehatan pada sapi perah melalui upaya pemberian obat cacing di wilayah Kecamatan Sukaresmi anggota Koperasi Peternak Sapi Cianjur Utara. *Farmers: Journal of Community Services*, 5(1), 7–12.
- Churriyah, A. N., Khatifah, K., & Astaman, P. (2023). Karakteristik pertumbuhan dan kandungan bahan kering rumput gajah mini (*Pennisetum purpureum* cv. *Mott*) pada pertanaman campuran dengan legum sentro. *Media Agribisnis*, 7, 116–121. <https://doi.org/10.35326/agribisnis.v7i1.3221>
- Dumadi, E. H., Abdullah, L., & Sukria, H. (2021). Kualitas hijauan rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) berbeda tipe pertumbuhan: review kuantitatif. *Jurnal Ilmu Nutrisi Dan Teknologi Pakan*, 19(1), 6–13. <https://doi.org/10.29244/jintp.19.1.6-13>

- Ferreira, J. S., Baccili, C. C., Nemoto, B. S., Vieira, F. K., Sviercoski, L. M., Ienk, T., Pagno, J. T., & Gomes, V. (2024). Biosecurity practices in the dairy farms of southern Brazil. *Frontiers in Veterinary Science*, 11, Article 1326688.
- Hafid, H., Malesi, L., Hadrayanti A. S., & Ibrahim, M. A. (2022). Perbaikan tatalaksana dan tingkat produktivitas usaha penggemukan sapi sistem kereman di kecamatan konda. In *Jurnal Pengamas*, 5(2)
- Hafid, H., Ode Ba, L., Malesi, L., Hadrayanti A., S., & Patriani, P. (2020). Peningkatan pengetahuan peternak sapi di desa alebo kecamatan konda melalui bimbingan teknis cara beternak yang baik. In *Jurnal Pengamas*, 3(2)
- Hafid, H., Junaedi, I., H., Hetharia, C., Makmur, A., Ramaiyulis, Hambakodu, M., Kristanti, N.D., Maharani, N., Ridhana, F., Sujatmiko, Ina, Y.T., Zelpina, E., Widaningsih, N., Kurniasih, D., Sugiarto, M., Wijayanti, D.A.(2023). *Ternak Potong (Teori Dan Praktik)*. Widina Press, Bandung.
- Hartady, T., Widyastuti, R., & Hiroyuki, A. (2021). Health management of beef cattle: A case study. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 31(2), 102–108. <https://doi.org/10.21776/ub.jiip.2021.031.02.02>
- Haris, I. M., & Mulawarman, U. (2020). Pengaruh manajemen pemeliharaan terhadap penerimaan peternakan sapi potong rakyat di Kutai Barat. In *Jurnal Peternakan Lingkungan Tropis*, 3(2).
- Moita, S. (2022). Pelatihan penguatan tata kelola badan usaha milik desa (bumdes) berbasis karakter dan potensi masyarakat di Desa Pombulaa Jaya Kecamatan Konda Kabupaten Konawe Selatan. *Jurnal Abdidas*, 3(6), 959–966. <https://doi.org/10.31004/abdidas.v3i6.703>
- Naif, R., Nahak, O., & Dethan, A. (2016). Kualitas nutrisi silase rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) yang diberi dedak padi dan jagung giling dengan level berbeda. *JAS*, 1, 6–8. <https://doi.org/10.32938/ja.v1i01.31>
- Nur, K, A. (2022). Analisis efisiensi teknis dan faktor usaha penggemukan sapi lokal di desa dempo barat analysis of technical efficiency and factors of local cow fattening business in dempo west village, pasean district, pamekasan regency. 2. <http://journal.trunojoyo.ac.id/agriscience>
- Nuraini, D. M., Pramono, A., Prastowo, S., & Widyas, N. (2022). Penyuluhan manajemen kesehatan sapi potong dan penyakit zoonosis di kelompok tani kenteng makmur, Ngargoyoso, Karanganyar. *AgriHealth: Journal of Agri-Food, Nutrition and Public Health*, 3(1), 10. <https://doi.org/10.20961/agrihealth.v3i1.55870>
- Nuraini, D. M., Sunarto, S., Widyas, N., Pramono, A., & Prastowo, S. (2020). Peningkatan kapasitas tata laksana kesehatan ternak sapi potong di Pelemrejo, Andong, Boyolali. *PRIMA: Journal of Community Empowering and Services*, 4(2), 102. <https://doi.org/10.20961/prima.v4i2.42574>
- Pancar, F. M., Putra, I. P. C., Yaddi, Y., Libriani, R., Prasanjaya, P. N., & Fauzia, S. (2024). representasi penyakit pada sapi berdasarkan gangguan sistem organ di Kabupaten Muna Barat. *Jurnal Sains Dan Teknologi Peternakan*, 5(2), 44-54. <https://doi.org/10.31605/jstp.v5i2.3802>
- Park, R. M., Foster, M., & Daigle, C. L. (2020). A scoping review: The impact of housing systems and environmental features on beef cattle welfare. In *Animal*, 10(4). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ani10040565>
- Prasetyo, B.P., Muhammad, P., Nurdin, A., Pancar, F.M., Dymia, M., Pefdini, E., Putu, L., Santika, N., Suriansyah, Sekar, Y., Adryani, L., Fairuz, R., Marhabanaz, N., & Ummah, ; A Rifqatul. (2025.). *Penyakit Zoonosis Pada Ternak*. CV Azzia Press, Padang.
- Qisthon, M. A., Mirandy, M., Sirat, P., Farda, F. T., & Wanniatie, V. (2024). Edukasi peternak sapi melalui penyuluhan. *Jurnal Pengabdian Fakultas Pertanian Universitas Lampung*, 3(1), 1–017.
- Rachma, F. N., Hidanah, S., Sofyan, M. S., & Setiawan, B. (2020). The potency of dry-cooked rice waste and tofu dregs on weight gain and feed conversion in beef cattle. *Journal of Applied Veterinary Science And Technology*, 1(2), 48. <https://doi.org/10.20473/javest.v1.i2.2020.48-51>

- Sufianto, & Arifah, S.M. (2023). *Statistika Teori dan Aplikasi* (Vol. 1). UMM Press, Malang.
- Triyasari, S., & Kamilah, I. (2024). Analysis of the influence of farmers' knowledge skills and attitudes towards extension in understanding the capacity of Madurese cattle farmers in West Waru Village, Pamekasan Regency. *BIO Web of Conferences*, 146. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202414601088>
- Volkandari, D.,S., Sudrajad, P., Prasetyo, D., Prasetyo, A., Pujiyanto, J., & Cahyadi, M. (2018). Prosiding seminar nasional kesiapan sumber daya pertanian dan inovasi spesifik lokasi memasuki era industri 4.0 dampak sistem pemeliharaan intensif dan semi intensif terhadap ukuran tubuh sapi bali jantan di Balai Pembibitan Ternak Unggul (BPTU) Sapi Bali. BPTU, Semarang.
- Yuliani, M. G. A., Madyawati, S. P., & Hariyono, H. (2025). Empowerment of dairy cattle farmers in the areas selingkar willis through community service's postgraduate school. *Darmabakti Cendekia: Journal of Community Service and Engagements*, 7(1), 105–110. <https://doi.org/10.20473/dc.v7.i1.2025.105-110>

RESEARCH ARTICLE

Edukasi Promosi Online kepada Peternak Kambing di Kecamatan Poasia Kota Kendari

Harapin Hafid¹

Departemen Peternakan,
Fakultas Peternakan, Universitas
Halu Oleo
Email: harapin.hafid@uho.ac.id

La Ode Arfan Dedu²

Departemen Agribisnis, Fakultas
Pertanian, Universitas Halu Oleo
Email:
laodearfandedu@uho.ac.id

Siti Hadrayanti Ananda³

Departemen Gizi, STIKES Karya
Kesehatan Kendari
Email:
sitihadrayantia@gmail.com

Artikel Info

Diterima 17/11/2025
Diterima dan disetujui 11/03/2026

Diterima dalam bentuk revisi 11/03/2026
Tersedia online 30/03/2026

Abstrak

Latar belakang: Tujuan dari kegiatan abdimas ini adalah memberikan pelatihan dan bimbingan teknis pembuatan media promosi secara online menggunakan Canva serta Meningkatkan pengetahuan kelompok ternak dalam menyusun konten visual yang menarik seperti poster, flyer, infografis, banner, hingga katalog produk untuk media sosial.

Metode: Kegiatan pelatihan Canva ini dilaksanakan di Kecamatan Poasia Kota Kendari pada Hari Sabtu tanggal 14 Juni 2025. Mitra Kegiatan ini adalah masyarakat Kecamatan Poasia Kota Kendari. Indikator keberhasilan kegiatan ini adalah masyarakat mengenal, mengetahui dan menggunakan aplikasi Canva dengan mengevaluasi pengetahuan peserta dengan melaksanakan pretest dan posttest.

Hasil: Hasil kegiatan Pengabdian menunjukkan bahwa mayoritas peserta belum pernah mendengar aplikasi Canva yaitu 19 orang atau 86,36% dan hanya 3 atau 13,63% orang yang pernah mendengar informasi tentang Canva, setelah pelatihan semua peserta sudah mendengar aplikasi Canva. Semua peserta belum pernah menggunakan aplikasi Canva tetapi setelah pelatihan peserta sudah merasakan dan mencoba sendiri penggunaan aplikasi Canva. sebelumnya peserta belum pernah mengikuti pelatihan aplikasi Canva tetapi setelah mengikuti kegiatan pengabdian ini peserta sudah mengalami pengalaman mengikuti pelatihan aplikasi Canva.

Kesimpulan: Disimpulkan bahwa semua anggota kelompok ternak kambing di Kecamatan Poasia, Kota Kendari, yang berjumlah 22 orang sudah mendengar, menggunakan dan mengikuti pelatihan aplikasi canva serta dapat mengerti dan menguasai penggunaan aplikasi Canva. Hal ini didukung oleh fakta bahwa anggota kelompok tersebut tergolong mudah menerima inovasi baru dan sudah terbiasa menggunakan handphone.

Kata kunci: Pelatihan canva Pemasaran digital, Pengabdian masyarakat, Peternak kambing, Promosi media sosial

* Penulis Korespondensi: *Harapin Hafid, Fakultas Peternakan, Universitas Halu Oleo, harapin.hafid@uho.ac.id*

Sitasi: Hafid H, L.A. Dedu, & S.H. Ananda. (2026). Edukasi Promosi Online kepada Peternak Kambing di Kecamatan Poasia Kota Kendari. *Journal of Sustainable Agriculture Science*, 4(1):28-35.



© 2026 Politeknik Pembangunan Pertanian Manokwari

Abstract

Background: The purpose of this community service activity is to provide training and technical guidance in creating online promotional media using Canva, as well as to increase the knowledge of farmer groups in compiling attractive visual content such as posters, flyers, infographics, banners, and product catalogs for social media.

Method: This Canva training activity was held in Poasia District, Kendari City, on Saturday, June 14, 2025. The partners for this activity were the community of Poasia District, Kendari City. The success indicators for this activity were that the community became familiar with, learned about, and used the Canva application by evaluating the participants' knowledge through pre-tests and post-tests.

Results: The results of the community service activity showed that most participants had never heard of the Canva application, namely 19 people or 86.36%, and only 3 people or 13.63% had heard information about Canva. After the training, all participants were familiar with the Canva application. None of the participants had ever used the Canva application, but after the training, the participants experienced and tried using the Canva application themselves. Previously, the participants had never attended Canva application training, but after participating in this community service activity, the participants had experienced attending Canva application training.

Conclusion: It was concluded that all 22 members of the goat farming group in Poasia District, Kendari City, had heard about, used, and participated in training on the Canva application, and were able to understand and master its use. This was supported by the fact that the group members were receptive to new innovations and were accustomed to using mobile phones.

Keywords: Canva training, Digital marketing, Community service, Goat farmers, Social media promotion

PENDAHULUAN

Perkembangan sektor peternakan di Indonesia harus didukung oleh manajemen yang profesional dan tatalaksana yang memadai. Apabila pengelolaan dan tatalaksana tidak diterapkan dengan baik, hasilnya dapat tidak optimal. Dalam membangun suatu usaha peternakan, diperlukan kombinasi faktor-faktor produksi seperti lahan, modal, tenaga kerja, dan ternak itu sendiri. Tiga unsur penting yang menentukan hasil yang baik adalah kualitas bibit, pakan, dan manajemen atau pengelolaan (Hafid et al., 2023, 2024a,b).

Manajemen dalam peternakan tidak hanya mencakup tata laksana pemeliharaan ternak seperti perkawinan, pemberian pakan, perkandangan, dan kesehatan ternak. Lebih dari itu, manajemen juga meliputi penanganan hasil ternak, aspek pemasaran, dan pengaturan tenaga kerja. Bagi para peternak, usaha ternak kambing memiliki peran ganda sebagai sumber protein hewani dan sebagai sumber pendapatan.



Gambar 1. Salah Satu kandang Peternak

Meskipun sistem pengelolaan usaha ternak sudah baik, pendapatan dan keuntungan maksimal sulit dicapai tanpa didukung oleh sistem pemasaran yang efektif. Pemasaran yang dimaksud dalam konteks ini adalah pemasaran secara daring (online) melalui platform media sosial seperti Facebook, Instagram, WhatsApp, dan lainnya. Pemasaran online dapat dilakukan dengan memanfaatkan telepon genggam untuk membuat berbagai jenis flyer yang menarik menggunakan bantuan aplikasi seperti Canva, kemudian diunggah ke media sosial agar produk ternak yang dijual diketahui oleh masyarakat luas.



Gambar 2. Kandang Kambing Peternak

Pesatnya perkembangan teknologi informasi dan media sosial saat ini menjadikan pemasaran usaha peternakan melalui media sosial menjadi sangat efektif. Dengan adanya fenomena ini, bimbingan teknis tentang cara membuat materi promosi, seperti flyer, menggunakan aplikasi Canva menjadi sangat penting bagi peternak. Berdasarkan hasil survei dan diskusi dengan mitra di Kecamatan Poasia, Kota Kendari, diketahui bahwa kelompok peternak kambing di wilayah tersebut membutuhkan pendampingan dan bimbingan teknis untuk mengembangkan pemasaran produk ternak mereka secara daring.

Melalui program Pengabdian Kepada Masyarakat ini, yang diselenggarakan dalam bentuk bimbingan teknis, peternak diharapkan mendapatkan transfer pengetahuan dan teknologi terkait perbaikan pemasaran usaha ternak kambing mereka. Setelah beberapa kali melakukan kunjungan dan diskusi dengan pihak mitra, kelompok ternak kambing di Kecamatan Poasia, Kota Kendari, disepakati beberapa isu utama yang perlu segera ditangani yaitu mitra belum mempunyai jejaring pemasaran yang teratur untuk produk hasil ternak kambing mereka. Mitra belum pernah melakukan kegiatan promosi produk, baik secara offline maupun online, untuk menyebarkan informasi produk. Promosi yang dimaksud termasuk membuat brosur/leaflet atau konten promosi digital menggunakan aplikasi di handphone Android. Mitra belum menjalin kemitraan dengan pihak-pihak berkepentingan lain seperti rumah potong hewan, pedagang pasar, rumah makan, restoran, dan lain-lain.

Oleh karena itu, optimalisasi pendapatan peternak melalui promosi secara online sehingga perlu memberikan pelatihan kepada masyarakat poasia mengenai Canva agar dapat membuat promosi secara mandiri. Tujuan dari kegiatan ini adalah memberikan pelatihan dan bimbingan teknis pembuatan media promosi secara online menggunakan Canva serta Meningkatkan pengetahuan kelompok ternak dalam menyusun konten visual yang menarik seperti poster, flyer, infografis, banner, hingga katalog produk untuk media sosial.

METODE

Kegiatan pelatihan Canva ini dilaksanakan di Kecamatan Poasia Kota Kendari pada Hari Sabtu tanggal 14 Juni 2025. Mitra Kegiatan ini adalah masyarakat Kecamatan Poasia Kota Kendari. Indikator keberhasilan kegiatan ini adalah masyarakat mengenal, mengetahui dan menggunakan aplikasi Canva dengan mengevaluasi pengetahuan peserta dengan melaksanakan pretest dan posttest.

Prosedur pemecahan masalah mitra:

Tahap sosialisasi kegiatan

Tujuan tahap ini adalah mengidentifikasi permasalahan spesifik mitra dan memperkenalkan rencana kegiatan yang akan dilaksanakan untuk membantu penyelesaian masalah tersebut. Keterlibatan aktif mitra sangat penting dalam memberikan masukan dan informasi tentang kondisi lapangan. Luaran dari tahap sosialisasi adalah tim PKM mendapatkan data yang valid dan gambaran akurat dari mitra terkait rencana kerja yang akan dieksekusi. Masukan dari mitra diharapkan juga dapat menyempurnakan rencana kerja.

Tahap pelatihan pembuatan media promosi digital

Tahap ini merupakan inti bimbingan teknis di mana tim pengabdian melatih peternak untuk membuat media promosi digital seperti brosur dan flyer menggunakan aplikasi Canva. Konten promosi yang telah dibuat kemudian diunggah ke media sosial agar informasi mengenai usaha ternak kambing dan produk yang dijual diketahui oleh khalayak luas.

Tahap pembangunan jaringan pemasaran

Pihak luar yang dimaksud adalah lembaga atau organisasi terkait dengan ternak kambing, seperti rumah potong hewan, pedagang di pasar, dan pemilik restoran. Hasil yang diharapkan dari tahap ini adalah terbentuknya saluran pemasaran baru untuk produk mitra. Kerja sama ini berorientasi pada komitmen jangka panjang untuk menjaga kepastian produksi, kualitas, dan pasar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perkembangan teknologi dan informasi saat ini terjadi sangat cepat. Internet dan media sosial (seperti Facebook, Instagram, dan WhatsApp) telah menjadi bagian dari kehidupan sehari-hari banyak orang. Media sosial memungkinkan pengguna untuk berbagi informasi, foto, atau video tentang kegiatan mereka, termasuk mempromosikan produk, kepada orang lain di lokasi yang jauh (Kahpi, 2021; Puspasari & Hadithya, 2023).

Media sosial kini menjadi bagian integral dari kehidupan sehari-hari, memungkinkan pengguna untuk berbagi informasi, berkomunikasi, dan terhubung dengan orang lain di lokasi yang jauh. Kemajuan teknologi ini telah menciptakan peluang besar dalam bidang bisnis, khususnya untuk pemasaran digital. Media sosial telah menjadi platform efektif untuk promosi produk dengan jangkauan yang luas dan modal yang relatif terjangkau (Khalidah et al., 2023; Marleny et al., 2022; Nurhayaty et al., 2022).

Seiring dengan itu, munculnya aplikasi perangkat lunak yang mempermudah pengeditan gambar dan video telah membuat pembuatan konten promosi menjadi lebih menarik dan mudah diunggah ke media sosial. Aplikasi-aplikasi ini memfasilitasi pembuatan poster, flyer, infografik, banner, dan konten

media sosial lainnya. Meskipun terdapat perangkat lunak profesional seperti Corel Draw atau Photoshop, penggunaannya memerlukan pengetahuan, keterampilan, dan pengalaman khusus yang membutuhkan kursus atau waktu belajar yang lama.

Untungnya, saat ini sudah banyak tersedia aplikasi atau software yang berbasis online yang memudahkan pengeditan foto dan video, termasuk pembuatan materi promosi visual. Salah satu aplikasi yang digunakan dalam kegiatan pengabdian ini adalah Canva. Canva adalah aplikasi dan situs yang menyediakan fitur desain grafis dan publikasi online. Sejak diluncurkan pada 2013, Canva menjadi populer karena sangat mudah digunakan, bahkan oleh pemula. Aplikasi ini dapat diakses melalui website, PC, maupun handphone. Aplikasi seperti Canva dan Polotno Studio tidak memerlukan keahlian khusus karena telah menyediakan berbagai template, tema, dan konsep siap pakai. Pengguna hanya perlu memilih template yang sesuai dan memodifikasinya untuk membuat desain grafis untuk keperluan promosi online.



Gambar 3. Peserta Pelatihan sedang Memperhatikan Materi

Kegiatan pengabdian ini berfokus pada kelompok ternak kambing di Kecamatan Poasia, Kota Kendari, dengan memberikan bimbingan teknis atau pelatihan. Bimbingan teknis, menurut Arofa et al. (2021), merupakan kegiatan pelatihan yang bertujuan untuk meningkatkan kompetensi peserta. Bimbingan teknis yang diberikan di sini mengajarkan peternak cara membuat berbagai materi promosi digital (poster, flyer, infografik, dll.) yang menarik untuk diunggah di media sosial sebagai upaya pemasaran online. Pemanfaatan teknologi ini dapat mengoptimalkan layanan kepada pelanggan dan meningkatkan kinerja usaha. Hal ini sejalan dengan yang dikemukakan oleh (Fitrianti et al., 2024; Nurasiah et al., 2024) yang menjelaskan bahwa Program bimbingan teknis telah terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan pemasaran digital di kalangan petani skala kecil dan produsen ternak. Program-program ini berfokus pada pengajaran peserta untuk membuat materi promosi digital yang menarik, termasuk poster, brosur, dan infografis untuk pemasaran media sosial.

Para peserta sangat antusias mengikuti pelatihan hal ini terlihat dari keseriusan mereka memperhatikan penyampaian materi yang dimulai dari memperkenalkan aplikasi Canva, menjelaskan manfaatnya, sampai cara menggunakannya dan membagikan hasil pembuatan gambar di media sosial. Peserta juga dijelaskan aplikasi Canva bisa digunakan hanya dengan handphone sehingga lebih praktis.



Gambar 4. Pemateri sedang Menjelaskan

Menurut Wunawarsih et al. (2023) Tahapan pembuatan konten promosi menggunakan aplikasi Canva yang disampaikan dalam bimbingan teknis adalah sebagai berikut:

1. Mengunduh aplikasi Canva dari Play Store dengan melakukan pencarian menggunakan kata kunci "Canva".
2. Membuka aplikasi dan membuat akun Canva. Terdapat pilihan untuk membuat akun baru, menggunakan email/Gmail, atau menggunakan akun Facebook.
3. Disarankan memilih pembuatan akun menggunakan akun media sosial seperti Facebook agar desain grafis yang selesai dibuat dapat langsung dibagikan.
4. Setelah masuk ke aplikasi, pilih opsi "konten untuk media sosial" karena tema/desain ini sudah disesuaikan untuk platform media sosial.
5. Pilih jenis konten media sosial yang diinginkan (misalnya konten Instagram atau konten Facebook) dan pilih "lihat semua" untuk melihat semua pilihan template.
6. Pilih salah satu template yang paling sesuai dengan kebutuhan promosi.
7. Lakukan penyesuaian pada template (mengganti gambar, tulisan, dll.) hingga menjadi desain grafis yang diinginkan. Setelah selesai, desain dapat disimpan dalam format PDF atau JPG/JPEG dan langsung dibagikan ke media sosial yang dimiliki (Facebook, Instagram, WhatsApp, dll.).

Untuk mengukur pengetahuan dan kemampuan peserta mengenai Canva maka diadakan terlebih dahulu beberapa pertanyaan mengenai Canva, sebagai bentuk pretest. Tes ini dilaksanakan sebelum pelatihan dimulai. Setelah mengikuti pelatihan Canva peserta kemudian ditanya lagi dengan pertanyaan yang sama sebagai bentuk posttest. Adapun pertanyaan tersebut yaitu 1. apakah peserta pernah mendengar aplikasi canva?, 2. Apakah peserta pernah menggunakan aplikasi Canva?, dan 3. apakah peserta pernah mengikuti pelatihan mengenai cara menggunakan Canva.

Dari ketiga pertanyaan tersebut maka dapat di peroleh jawaban pada tabel 1, 2 dan 3 berikut:

Tabel 1. Jawaban Peserta tentang Pernah Mendengar Aplikasi Canva

| Mendengar Aplikasi Canva | Pretest | | Posttest | |
|--------------------------|-----------------|------------|-----------------|------------|
| | Peserta (orang) | % | Peserta (orang) | % |
| Ya | 3 | 13,63 | 22 | 100 |
| Tidak | 19 | 86,36 | 0 | 0 |
| Jumlah | 22 | 100 | 22 | 100 |

Dari Tabel diatas terlihat jelas bahwa mayoritas peserta belum pernah mendengar aplikasi Canva yaitu 19 orang atau 86,36% dan hanya 3 atau 13,63% orang yang pernah mendengar informasi tentang Canva. Setelah pelatihan semua peserta sudah mendengar aplikasi Canva

Tabel 2. Jawaban Peserta tentang Pernah Menggunakan Aplikasi Canva

| Menggunakan Aplikasi Canva | Pretest | | Posttest | |
|----------------------------|-----------------|------------|-----------------|------------|
| | Peserta (orang) | % | Peserta (orang) | % |
| Ya | 0 | 0 | 22 | 100 |
| Tidak | 22 | 100 | 0 | 0 |
| Jumlah | 22 | 100 | 22 | 100 |

Pada tabel 2 terlihat jelas bahwa semua peserta belum pernah menggunakan aplikasi Canva tetapi setelah pelatihan peserta sudah merasakan dan mencoba sendiri penggunaan aplikasi Canva

Tabel 3. Jawaban Peserta tentang Pernah Mengikuti Pelatihan Aplikasi Canva

| Mengikuti Pelatihan Aplikasi Canva | Pretest | | Posttest | |
|------------------------------------|-----------------|------------|-----------------|------------|
| | Peserta (orang) | % | Peserta (orang) | % |
| Ya | 0 | 0 | 22 | 100 |
| Tidak | 22 | 100 | 0 | 0 |
| Jumlah | 22 | 100 | 22 | 100 |

Pada tabel 3 terlihat jelas bahwa sebelumnya peserta belum pernah mengikuti pelatihan aplikasi Canva tetapi setelah mengikuti kegiatan pengabdian ini peserta sudah mengalami pengalaman mengikuti pelatihan aplikasi Canva.



Gambar 5. Salah Satu Hasil Pembuatan Promosi Online di Canva oleh Peserta

KESIMPULAN DAN SARAN

Disimpulkan bahwa semua anggota kelompok ternak kambing di Kecamatan Poasia, Kota Kendari, yang berjumlah 22 orang sudah mendengar, menggunakan dan mengikuti pelatihan aplikasi canva serta dapat mengerti dan menguasai penggunaan aplikasi Canva. Hal ini didukung oleh fakta

bahwa anggota kelompok tersebut tergolong mudah menerima inovasi baru dan sudah terbiasa menggunakan handphone.

PERNYATAAN KONTRIBUSI

Dalam artikel ini, Harapin Hafid berperan sebagai kontributor utama dan kontributor korespondensi, La Ode Arfan Dedu sebagai kontributor anggota.

DAFTAR PUSTAKA

- Arofa, E., Bachtiar, Susanto, Santoso, B., & Wiyono, B. (2021). Bimbingan Teknis Pembuatan Peraturan Desa. *Pro Bono Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1).
- Fitrianti, W., Sudarajat, J., & Suyatno, A. (2024). Peningkatan Kapasitas Kewirausahaan Petani Muda Melalui Pelatihan Aplikasi Canva Sebagai Media Pendukung Pemasaran Digital di Desa Bintang Mas Kabupaten Kubu Raya. *I-Com: Indonesian Community Journal*, 4(2), 1029–1039. <https://doi.org/10.33379/icom.v4i2.4682>
- Hafid, H., Junaedi, Hetharia, C., Makmur, A., & Ramaiyulis. (2023). *Ternak Potong: Teori dan Praktik: Vol. Cetakan pertama*. Penerbit Widina Bhakti Persada, Bandung.
- Kahpi, Mhd. L. (2021). Pengaruh Teknologi Komunikasi Informasi Terhadap Pergaulan Remaja. *Hikmah*, 15(1), 139–156. <https://doi.org/10.24952/hik.v15i1.4016>
- Khalidah, H., Deba, P., & Pramono. (2023). Pemanfaatan Media Sosial Sebagai Promosi Produk Usaha Untuk Peningkatan Penjualan Dalam Marketing E-Business. *Jurnal Kajian Dan Penalaran Ilmu Manajemen*, 2(2), 124–133. <https://doi.org/10.59031/jkpim.v2i2.411>
- Marleny, F. D., Maulida, I., Ansari, R., Ningrum, A. A., Elfirman, M. Z., Windarsyah, W., Gazali, M., Kamarudin, K., & Mambang, M. (2022). Pemanfaatan Media Sosial Untuk Pemasaran Produk Lokal Industri Rumah Tangga Di Kelurahan Sungai Andai. *Jumat Informatika: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(1), 48–53. https://doi.org/10.32764/abdimas_if.v3i1.2533
- Nurasiah, N., Kamar, K., Yulia, Y., Putra, F., Adiyanto, A., & Jamuri, A. (2024). Bimbingan Teknis Strategi Meningkatkan UMKM Unggul dengan Memanfaatkan Media Digital Marketing pada Kampung Tematik Bhineka. *Jurnal Abdimas Universitas Insan Pembangunan Indoneisa*, 2(1). <https://doi.org/10.58217/jabdimasunipem.v2i1.36>
- Nurhayaty, E., Pramularso, E. Y., Marginingsih, R., & Susilowati, I. H. (2022). Pelatihan Membuat Media Promosi Sederhana dengan Aplikasi Canva di Yayasan Desa Hijau. *Jurnal Abdimas BSI: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1), 69–77. <https://doi.org/10.31294/jabdimas.v5i1.10522>
- Puspasari, D., & Hadithya, R. (2023). Pemanfaatan Sosial Media Marketing Melalui Konten pada Instagram dalam Upaya Meningkatkan Brand Image Sebuah Produk. *Jurnal Manajemen Bisnis Dan Keuangan*, 4(2), 239–252. <https://doi.org/10.51805/jmbk.v4i2.122>
- Wunawarsih, I. A., Dedu, L. O. A., Padangaran, N. B., & Arfiani. (2023). Bimtek Pembuatan Promosi Secara Online Bagi Pemilik Usaha Berbasis Pertanian di Kelurahan Anggoeya. *Anoa: Jurnal Pengabdian Masyarakat Sosial, Politik, Budaya, Hukum, Ekonomi*, 4(2), 75–84.

REVIEW ARTICLE

Peran Teknologi Presisi dalam Mewujudkan Pertanian Berkelanjutan: Systematic Literature Review

Yunita Alfina Puspita Sari^{1*}

Departemen Sosial Ekonomi Pertanian, Fakultas
Pertanian,
Universitas Gadjah Mada
Email: yunitaalfinapuspitasari@mail.ugm.ac.id

Dinda Amalia Gumay²

Departemen Sosial Ekonomi Pertanian,
Fakultas Pertanian,
Universitas Gadjah Mada
Email: dindaamalia@mail.ugm.ac.id

Artikel Info

Diterima 03/12/2025
Diterima dan disetujui 03/03/2026

Diterima dalam bentuk revisi 01/03/2026
Tersedia online 30/03/2026

Abstrak

Latar belakang: Sektor pertanian di negara berkembang menghadapi tantangan akibat degradasi sumber daya, perubahan iklim, dan meningkatnya kebutuhan pangan, sehingga membutuhkan pendekatan produksi yang lebih efisien dan berkelanjutan. Kajian sebelumnya umumnya membahas teknologi presisi dan keberlanjutan secara terpisah. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengkaji keterkaitan jenis teknologi presisi, kontribusinya terhadap dimensi ekonomi, sosial dan lingkungan, serta hambatanya dalam konteks negara berkembang.

Metode: Kajian ini dilakukan menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) terhadap artikel ilmiah yang dipublikasikan dalam basis data Scopus. Proses seleksi mengikuti pedoman PRISMA yang mencakup tahap identifikasi, penyaringan, penentuan kelayakan, dan inklusi dengan fokus pada publikasi yang membahas pertanian presisi di negara berkembang. Hasil penelusuran literatur mengidentifikasi 65 artikel ilmiah, dengan 17 artikel yang memenuhi kriteria inklusi yang telah ditetapkan pada periode publikasi 2020–2025. Data dianalisis secara tematik untuk mengidentifikasi jenis teknologi yang digunakan, kontribusinya terhadap efisiensi usaha tani, serta dampak penerapannya dalam konteks keberlanjutan.

Hasil: Hasil kajian menunjukkan bahwa teknologi seperti *remote sensing*, *drone* dan *Geographic Information System* (GIS) berkontribusi terhadap efisiensi input dan keberlanjutan lingkungan, namun tingkat adopsinya masih rendah karena keterbatasan modal, infrastruktur dan kapasitas Sumber Daya Manusia (SDM).

Kesimpulan: Kajian ini menyimpulkan bahwa pertanian presisi memiliki potensi besar dalam mendukung usaha tani yang berkelanjutan melalui dukungan terhadap peningkatan akses teknologi, penguatan kapasitas petani dan kebijakan yang berpihak pada digitalisasi pertanian berkelanjutan.

Kata kunci: Adopsi teknologi, Keberlanjutan, Pertanian presisi

*Penulis Korespondensi: Yunita Alfina Puspita Sari, Universitas Gadjah Mada, yunitaalfinapuspitasari@mail.ugm.ac.id

Sitasi: Sari, Y. A. P., & Gumay, D. A. (2026). Peran Teknologi Presisi dalam Mewujudkan Pertanian Berkelanjutan: Systematic Literature Review. *Journal of Sustainable Agriculture Science*, 4(1): 36 - 48.



© 2026 Politeknik Pembangunan Pertanian Manokwari

Abstract

Background: The agricultural sector in developing countries faces significant challenges related to resource degradation, climate change, and increasing food demand, necessitating more efficient and sustainable production approaches. Previous studies have generally examined precision agriculture technologies and sustainability separately, resulting in a limited integrated understanding of their interconnections. Therefore, this study aims to analyze the relationship between different types of precision agriculture technologies, their contributions to economic, social, and environmental dimensions, and the barriers to their adoption in developing countries.

Method: This study employed a Systematic Literature Review (SLR) of scientific articles published in the Scopus database. The selection process followed the PRISMA guidelines, including the stages of identification, screening, eligibility assessment, and inclusion, with a focus on publications addressing precision agriculture in developing countries. The search yielded 65 articles, of which 17 met the inclusion criteria for the 2020–2025 publication period. The data were analyzed thematically to identify the types of technologies applied, their contributions to farm efficiency, and their implications for sustainability.

Results: The findings indicate that technologies such as remote sensing, drones, and Geographic Information Systems (GIS) have been utilized to increase input efficiency, reduce production costs, and minimize environmental impacts. However, adoption levels remain low due to constraints in capital, digital infrastructure, and human resource capacity.

Conclusion: The study concludes that precision agriculture holds substantial potential to support sustainable farming systems, provided that access to technology is improved, farmer capacity is strengthened, and supportive policies for sustainable agricultural digitalization are developed.

Keywords: , Technology adoption, Sustainability, Precision agriculture

PENDAHULUAN

Sektor pertanian global saat ini menghadapi tantangan yang semakin kompleks, seperti serangan organisme pengganggu tanaman, degradasi tanah, variabilitas iklim, serta meningkatnya kebutuhan pangan akibat pertumbuhan populasi dunia. Kondisi tersebut menimbulkan tekanan serius terhadap ketahanan pangan, produktivitas pertanian, dan keberlanjutan lingkungan (Mamabolo *et al.*, 2025). Pada tahun 2050, kebutuhan pangan diperkirakan meningkat hingga 70%, sementara kontribusi sektor pertanian terhadap PDB global tercatat berada pada kisaran sekitar 3–4% dalam beberapa tahun terakhir (Latino *et al.*, 2023; World Bank, 2024; Peña-Holguín *et al.*, 2025). Situasi ini menegaskan perlunya transformasi dalam sistem produksi pangan agar mampu memenuhi permintaan yang meningkat tanpa memperburuk kerusakan lingkungan.

Sejalan dengan tantangan global tersebut, sektor pertanian Indonesia dihadapkan dengan sejumlah persoalan struktural. Kementerian Pertanian (2025) melaporkan bahwa kontribusi sektor pertanian mencapai 14,35% terhadap PDB nasional pada triwulan III tahun 2025, namun sektor ini masih terkendala oleh ketergantungan pada faktor alam, krisis regenerasi petani, keterbatasan lahan, serta ancaman perubahan iklim (Wulandari & Kurniati, 2025). Kondisi ini menuntut adanya inovasi untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, sekaligus menjaga keberlanjutan ekosistem pertanian.

Pertanian presisi hadir sebagai salah satu pendekatan untuk menghadapi tantangan tersebut. Melalui pemanfaatan teknologi seperti *remote sensing*, *drone* dan *Geographic Information System* (GIS), petani dapat memperoleh data spesifik lokasi secara *real-time* untuk mendukung pengambilan keputusan terkait irigasi, pemupukan, pengendalian hama, serta manajemen panen (Saha *et al.*, 2023;

Mamabolo *et al.*, 2025). Teknologi ini mengintegrasikan data spasial dan temporal untuk mengidentifikasi variabilitas kondisi lahan, sehingga memungkinkan penerapan input secara presisi sesuai kebutuhan tanaman. Pendekatan berbasis data tersebut meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya (dimensi ekonomi), memperkuat kapasitas pengambilan keputusan (dimensi sosial) serta menurunkan risiko degradasi lingkungan (dimensi lingkungan) (Mešić *et al.*, 2024; Sharma *et al.*, 2025; Zaman, 2023). Dengan demikian, pertanian presisi berpotensi mendukung sistem produksi pangan yang lebih produktif dan berkelanjutan.

Tingkat adopsi pertanian presisi di Indonesia masih relatif rendah, meskipun berbagai teknologi dan dukungan pemerintah telah tersedia. Rendahnya tingkat adopsi ini berkaitan dengan karakteristik struktur pertanian nasional yang didominasi oleh petani skala menengah dan kecil, dengan rata-rata kepemilikan lahan sekitar 0,2 hektar per petani (BPS, 2023; Santoso *et al.*, 2024). Kelompok petani tersebut umumnya masih mengandalkan metode budidaya tradisional dan menghadapi keterbatasan modal, literasi digital, serta akses terhadap infrastruktur pendukung (Santoso *et al.*, 2024; Mgendi, 2024). Kesenjangan antara potensi manfaat teknologi dan tingkat realisasi penerapannya pada usaha tani mengindikasikan bahwa pendekatan yang berfokus pada aspek teknis belum cukup untuk menjelaskan kompleksitas proses adopsi pertanian presisi, terutama di kalangan petani skala kecil.

Beberapa penelitian sebelumnya (Sharma *et al.*, 2025; Mizik, 2023; Roy & Medhekar, 2025) umumnya membahas teknologi presisi dan aspek keberlanjutan secara terpisah. Berbeda dari studi-studi tersebut, kajian ini menggunakan pendekatan tematik dalam *Systematic Literature Review* untuk mengkaji keterkaitan antara jenis teknologi presisi, kontribusinya terhadap dimensi ekonomi, sosial, dan lingkungan, serta hambatan adopsinya dalam konteks negara berkembang. Pendekatan ini memungkinkan penyusunan yang terstruktur, sehingga dapat menjadi dasar perumusan strategi implementasi pertanian presisi yang relevan bagi Indonesia dan negara berkembang lainnya.

METODE

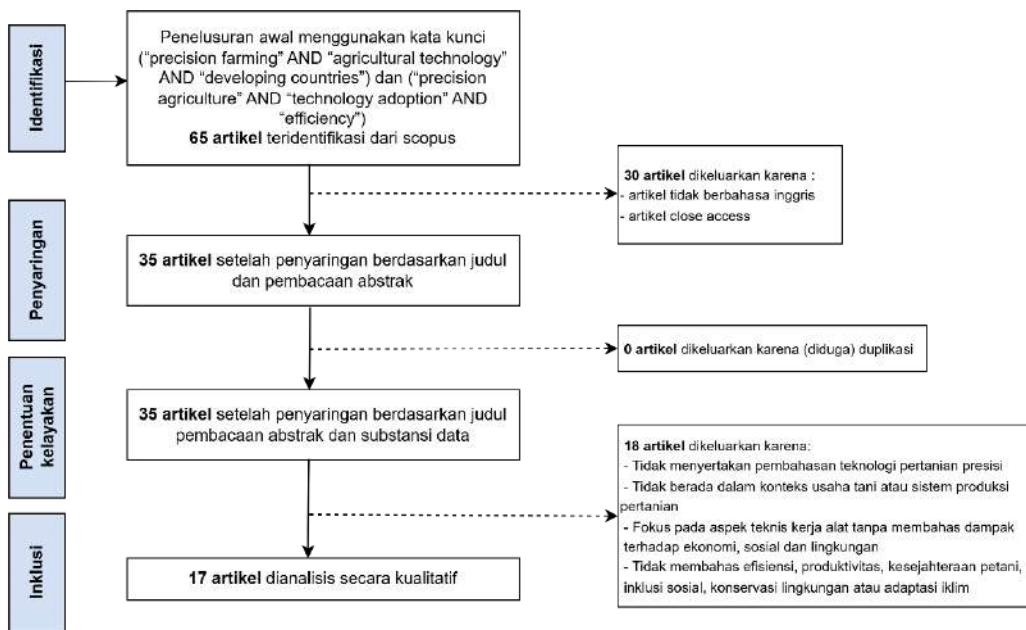
Periode publikasi 2020-2025 dipilih sebagai kriteria inklusif dengan pertimbangan bahwa fase ini merepresentasikan perkembangan pertanian presisi, ditandai oleh pergeseran dari adopsi teknologi tunggal menuju integrasi ekosistem digital yang mencakup sensor, data spasial, analitik, dan pengambilan keputusan berbasis sistem (Patria, 2025). Periode ini juga bertepatan dengan percepatan transformasi digital sektor pertanian, khususnya di negara berkembang, yang dipengaruhi oleh kemajuan teknologi informasi, kebijakan digitalisasi, serta meningkatnya perhatian terhadap keberlanjutan.

Tinjauan sistematis digunakan untuk membantu menghasilkan pengetahuan yang berhubungan dengan topik, tren, dan kesenjangan riset berdasarkan tinjauan mendalam pada literatur yang relevan (Lawasi, 2023). Teknik yang digunakan yaitu *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) untuk memastikan proses tinjauan yang komprehensif, transparan dan dapat direproduksi. Melalui diagram alur PRISMA, proses seleksi artikel terdiri dari tahap identifikasi, penyaringan, penilaian kelayakan dan inklusi akhir (Sirotujannah *et al.*, 2025). Kriteria inklusif dan eksklusif dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Inklusif dan Eksklusif

| Kriteria Inklusif | Kriteria Eksklusif |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Periode publikasi 2020-2025 | Tidak menyertakan pembahasan teknologi presisi |
| <i>Original research, review article, proceedings</i> | Tidak berada dalam konteks usaha tani atau sistem produksi pertanian |
| Artikel berbahasa Inggris | Fokus pada aspek teknis kerja alat tanpa membahas dampak terhadap ekonomi, sosial atau lingkungan |
| <i>Open access</i> | Tidak membahas efisiensi, produktivitas, kesejahteraan petani, inklusi sosial, konservasi lingkungan, atau adaptasi iklim |

Basis data yang digunakan dalam kajian ini yaitu scopus. Dari hasil penelusuran menggunakan kata kunci (“*precision farming*” AND “*agricultural technology*” AND “*developing countries*”) dan (“*precision agriculture*” AND “*technology adoption*” AND “*efficiency*”) ditemukan artikel sebanyak 65 artikel. Hasil tersebut kemudian disaring kembali menurut kriteria inklusif dan eksklusif yang dapat dilihat pada Tabel 1. Proses penyaringan diperoleh 17 artikel untuk dianalisis lebih mendalam. Tahapan tinjauan sistematis menggunakan metode PRISMA dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Tinjauan Sistematis

HASIL DAN PEMBAHASAN

RQ1: Apa saja komponen teknologi presisi yang telah diterapkan dalam berbagai sistem usaha tani, khususnya di negara berkembang?

International Society for Precision Agriculture mendefinisikan pertanian presisi adalah strategi manajemen yang mengumpulkan, memproses dan menganalisis data temporal, spasial dan individual serta menggabungkannya dengan informasi lain untuk mendukung keputusan manajemen sesuai dengan perkiraan variabilitas guna meningkatkan efisiensi sumber daya, produktivitas, profitabilitas dan keberlanjutan produksi pertanian (ISPA, 2021). Pengumpulan dan penggunaan data dalam pertanian

presisi untuk memperoleh wawasan berharga tentang kinerja dan kesehatan tanaman dapat secara signifikan meningkatkan hasil panen melalui alokasi sumber daya yang tepat, mengurangi limbah dan membantu meminimalkan dampak lingkungan dengan melindungi kesehatan tanah serta kualitas air (Olajide *et al.*, 2024). Literatur menunjukkan bahwa teknologi presisi yang telah diterapkan di negara berkembang mencakup: (1) *remote sensing*; (2) GIS; (3) *yield monitoring and mapping*.

Remote sensing merupakan komponen fundamental dalam teknologi presisi yang berfungsi menyediakan informasi spasial dan temporal mengenai kondisi biofisik lahan secara akurat dan berkelanjutan. Teknologi ini memungkinkan akuisisi data tanpa kontak langsung dengan objek di lapangan melalui pemanfaatan berbagai platform seperti satelit, drone, maupun sensor berbasis darat. Dalam konteks pertanian presisi, *remote sensing* berperan penting dalam mendukung proses pengamatan variabilitas lahan, deteksi kondisi tanaman, dan pemantauan perubahan lingkungan dalam skala luas dan waktu yang konsisten (Gelaye & Luo, 2024).

Berbagai jenis sensor digunakan dalam teknologi ini, termasuk sensor optik, multispektral, hiperspektral, serta sensor tanah seperti sensor pH, kelembapan, suhu, dan kandungan bahan organik. Sensor tersebut dapat dipasang pada satelit, wahana udara, atau peralatan pertanian, dan terhubung dengan sistem transmisi data untuk dianalisis secara terpusat (Sharma *et al.*, 2024). Mekanisme ini menghasilkan informasi diagnostik yang dapat digunakan petani untuk mengidentifikasi kebutuhan tanaman secara lebih presisi, mengatur strategi pemupukan dan irigasi, serta memetakan tingkat stres tanaman pada berbagai zona lahan.

Remote sensing berkontribusi signifikan terhadap peningkatan efisiensi penggunaan input, pengurangan variabilitas hasil, serta optimalisasi produktivitas melalui pengambilan keputusan berbasis data (Olajide *et al.*, 2024). Penggunaan *remote sensing* memiliki akurasi deteksi sebesar 92% untuk kondisi lingkungan dan tanaman (Padhiary *et al.*, 2024). Teknologi ini mempermudah deteksi dini terhadap serangan hama, defisiensi nutrisi, atau kekeringan, sehingga tindakan korektif dapat dilakukan lebih cepat dan tepat sasaran (Mgendi, 2024). Namun demikian, pemanfaatan *remote sensing* di negara berkembang masih menghadapi sejumlah hambatan. Tantangan tersebut mencakup keterbatasan kapasitas teknis dalam interpretasi data, tingginya biaya pengadaan dan pemeliharaan sensor, variabilitas biofisik lahan yang kompleks, serta keterbatasan infrastruktur digital yang mendukung transmisi dan pemrosesan data (Sharma *et al.*, 2024). Kendala ini berpengaruh pada tingkat adopsi di kalangan petani kecil, yang umumnya memiliki sumber daya terbatas.

Penerapan *remote sensing* di negara berkembang telah terdokumentasi dalam studi Fue *et al.*, (2025) di kawasan Afrika Timur, khususnya Kenya dan Tanzania, yang menunjukkan bahwa teknologi ini dimanfaatkan untuk pemantauan jarak jauh kesehatan tanaman dan evaluasi status nutrisi berbasis data spasial. Temuan tersebut sejalan dengan Dukat *et al.*, (2025) yang menegaskan bahwa integrasi data citra memungkinkan identifikasi variabilitas lahan dan deteksi zona stres tanaman secara dini. Melalui mekanisme ini, *remote sensing* mendukung pengambilan keputusan yang lebih responsif dalam pengelolaan budidaya, sehingga berkontribusi pada peningkatan efisiensi manajemen hasil dan pengurangan risiko kehilangan produksi.

Geographic Information System (GIS) merupakan komponen esensial dalam pertanian presisi yang berfungsi mengintegrasikan, menganalisis, dan memvisualisasikan data spasial untuk

mendukung pengambilan keputusan berbasis lokasi. GIS memungkinkan pengorganisasian berbagai lapisan informasi seperti kelembapan tanah, status hara, topografi, curah hujan, serta data hasil panen ke dalam peta digital yang dapat diinterpretasikan secara lebih komprehensif dibandingkan dengan peta konvensional (Sharma *et al.*, 2024). Kemampuan ini menjadikan GIS sebagai alat penting dalam memahami variabilitas spasial di dalam lahan pertanian serta dalam merancang intervensi manajemen yang lebih tepat.

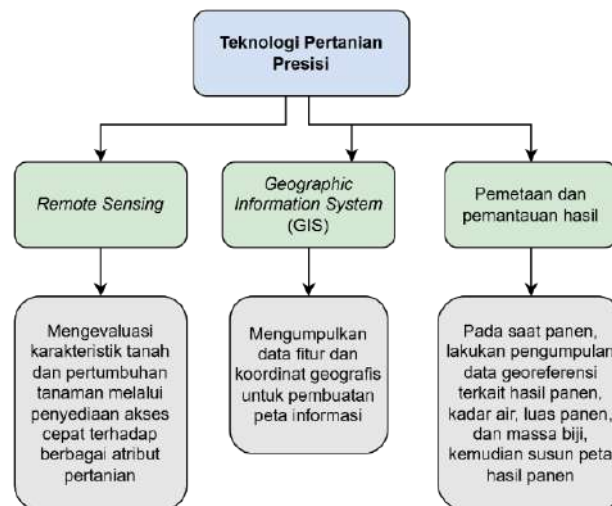
GIS memfasilitasi penerapan input pertanian secara presisi, seperti pemupukan, pengairan, dan pengendalian hama, sehingga mampu meminimalkan pemborosan sumber daya sekaligus menekan dampak lingkungan. Teknologi ini juga berperan penting dalam mendukung pertanian berkelanjutan melalui pemetaan potensi erosi, identifikasi zona risiko degradasi tanah, serta analisis kesesuaian lahan (Mani *et al.*, 2021). Di bidang pengelolaan hama terpadu, GIS memungkinkan deteksi pola penyebaran hama dan penyakit secara spasial, sehingga strategi pengendalian dapat dirancang dengan cakupan dan intensitas yang lebih efektif (Ahmad, 2025). Selain itu, integrasi GIS dengan data hasil panen, irigasi, dan analisis tanah memberikan gambaran yang lebih holistik mengenai kondisi agronomis lahan, yang diperlukan dalam manajemen berbasis bukti (Sharma *et al.*, 2025).

Penerapan GIS di negara berkembang telah dilaporkan pada berbagai sistem usaha tani. Sharma *et al.*, (2025), misalnya, menunjukkan bahwa GIS di India dapat dimanfaatkan untuk analisis kesesuaian lahan melalui integrasi persyaratan tumbuh tanaman dengan karakteristik biofisik lahan. Pendekatan spasial tersebut memungkinkan identifikasi area dengan keterbatasan fisik yang memengaruhi produktivitas serta penyusunan rekomendasi berbasis lokasi untuk perencanaan penggunaan lahan. Temuan ini menegaskan bahwa GIS tidak hanya meningkatkan akurasi perencanaan produksi, tetapi juga mendukung efisiensi tata kelola lahan secara lebih sistematis dalam konteks negara berkembang.

Yield monitoring and mapping atau pemantauan dan pemetaan hasil panen merupakan komponen kunci dalam pertanian presisi yang memungkinkan evaluasi spasial terhadap variabilitas hasil panen di dalam suatu lahan. Teknologi ini bekerja dengan mengumpulkan data georeferensi mengenai hasil biji-bijian, kadar air, massa per bulir, serta luas area yang dipanen. Data tersebut umumnya dihimpun secara kontinu pada setiap muatan atau setiap bidang lahan selama beberapa tahun (minimal lima tahun), sehingga menghasilkan basis data yang cukup stabil untuk mengurangi bias yang muncul akibat fluktuasi cuaca atau kondisi lingkungan yang tidak terduga (Sharma *et al.*, 2024).

Pengumpulan data hasil panen yang bersifat longitudinal sangat penting dalam mengevaluasi performa praktik budidaya, memetakan tren produktivitas, dan mengidentifikasi zona dengan produktivitas tinggi maupun rendah. Informasi ini memungkinkan petani dan pengambil keputusan untuk merancang intervensi spesifik lokasi, seperti penyesuaian dosis pupuk, pengendalian hama, atau pengaturan irigasi secara lebih presisi (Nafar *et al.*, 2025). Setelah data dikompilasi, peta hasil (*yield maps*) kemudian dirata-ratakan atau dianalisis berdasarkan pola spasial untuk memvisualisasikan fluktuasi hasil panen di dalam suatu satuan lahan, sehingga mempermudah interpretasi dan penetapan strategi manajemen yang optimal (Sharma *et al.*, 2024).

Penerapan teknologi *yield monitoring and mapping* di negara berkembang telah dibuktikan dalam beberapa studi. Sebagai contoh, penelitian Fatchurrachman *et al.*, (2023) di Malaysia mengimplementasikan teknologi ini untuk memprediksi potensi hasil panen padi dan memproyeksikan produksi di masa depan. Pemetaan sawah di wilayah tropis menjadi sangat penting karena padi ditanam sepanjang tahun, sehingga *monitoring* berkelanjutan diperlukan untuk mengidentifikasi dinamika produksi. Informasi yang dihasilkan dari peta hasil tersebut membantu pemangku kebijakan dalam mengevaluasi pencapaian target swasembada beras dan perencanaan strategi ketahanan pangan.



Gambar 2. Teknologi Presisi

Sumber: (Sharma *et al.*, 2024)

RQ2: Bagaimana penerapan teknologi presisi berkontribusi terhadap keberlanjutan usaha tani dari perspektif ekonomi, sosial, dan lingkungan?

(Latino *et al.*, 2021) menjelaskan bahwa keberlanjutan dapat ditinjau dari tiga perspektif. Pertama, keberlanjutan lingkungan mencakup pelestarian keanekaragaman hayati, pengelolaan sumber daya alam secara efisien, dan promosi produk lokal. Kedua, keberlanjutan sosial, yang menekankan penciptaan lapangan kerja di pedesaan, transfer pengetahuan kepada generasi baru, dan kerja sama dalam rantai nilai. Ketiga, keberlanjutan ekonomi menekankan jaminan mata pencaharian petani dan tercapainya harga yang adil bagi konsumen. Berdasarkan perspektif ini, pertanian presisi berperan penting dalam mendukung keberlanjutan usaha tani melalui optimalisasi input, peningkatan produktivitas, dan penguatan kapasitas sosial-ekonomi petani (Roy & Medhekar, 2025)

Aspek ekonomi. Penerapan teknologi presisi secara signifikan meningkatkan keberlanjutan ekonomi usaha tani melalui efisiensi penggunaan input dan peningkatan produktivitas. Teknologi seperti *yield monitoring*, *remote sensing*, dan GIS memungkinkan petani mengalokasikan pupuk, pestisida, dan air secara tepat sesuai kebutuhan tanaman dan kondisi lahan. Hal ini menurunkan pemborosan sumber daya, mengurangi biaya tenaga kerja, dan mengurangi kerugian pasca-panen (Nafar *et al.*, 2025). Selain itu, efisiensi input berdampak langsung pada profitabilitas (Pandeya *et al.*, 2025).

Dengan meningkatnya produktivitas dan kualitas hasil panen yang lebih konsisten, petani memperoleh pendapatan yang lebih stabil dan daya saing usaha tani yang lebih tinggi. Dengan

demikian, pertanian presisi tidak hanya mengoptimalkan sumber daya dan menurunkan biaya, tetapi juga memperkuat ketahanan ekonomi usaha tani, menjadikannya lebih berkelanjutan dalam jangka panjang. Namun, bagi petani kecil di negara berkembang, realisasi manfaat ekonomi tersebut bergantung pada solusi yang disesuaikan dengan kebutuhan spesifik petani seperti teknologi yang terjangkau, program pelatihan dan kebijakan yang mendukung (Dukat *et al.*, 2025).

Aspek sosial. Penerapan pertanian presisi berkontribusi terhadap keberlanjutan sosial usaha tani melalui penguatan stabilitas mata pencaharian, peningkatan kapasitas adaptif petani, serta pemerataan akses terhadap teknologi sebagai indikator utama keberlanjutan sosial jangka panjang. Peningkatan produktivitas dan profitabilitas yang dihasilkan dapat memperkuat ketahanan ekonomi rumah tangga petani dan keberlanjutan ekonomi pedesaan dalam jangka panjang. Namun, realisasi manfaat tersebut sangat bergantung pada kapasitas sumber daya manusia, khususnya literasi digital dan kemampuan pengolahan data, yang berperan sebagai prasyarat adopsi teknologi.

Di negara berkembang, keterbatasan akses teknologi dan rendahnya kompetensi digital menciptakan kesenjangan adopsi yang berpotensi melemahkan keberlanjutan sosial apabila tidak diimbangi dengan investasi pada pengembangan kapasitas petani (Fue *et al.*, 2025). Hal ini didukung oleh temuan Santoso *et al.*, (2024) di Indonesia yang menunjukkan bahwa kesiapan petani dalam mengadopsi teknologi presisi berada pada kategori sedang dan secara signifikan dipengaruhi oleh faktor kemampuan dan kesempatan. Temuan ini menegaskan bahwa peningkatan literasi digital, pelatihan teknis, dan pemberdayaan petani merupakan mekanisme penting dalam memperkuat keberlanjutan sosial dan mencegah eksklusi teknologi.

Keberlanjutan sosial pertanian presisi juga dipengaruhi oleh tingkat inklusi gender dan kelompok rentan. Hambatan budaya dan finansial yang dihadapi perempuan serta kelompok terpinggirkan berisiko memperdalam ketimpangan sosial dan membatasi distribusi manfaat jangka panjang. Oleh karena itu, kebijakan dan intervensi yang mendorong akses teknologi yang adil, partisipasi inklusif, serta program pelatihan berbasis komunitas termasuk melalui peran pemerintah dan inisiatif *Corporate Social Responsibility* (CSR) menjadi prasyarat penting untuk memastikan bahwa pertanian presisi berkontribusi pada penguatan kapasitas sosial, regenerasi petani, dan keberlanjutan sosial sistem pertanian secara berkelanjutan (Mishra *et al.*, 2024; Roy & Medhekar, 2025).

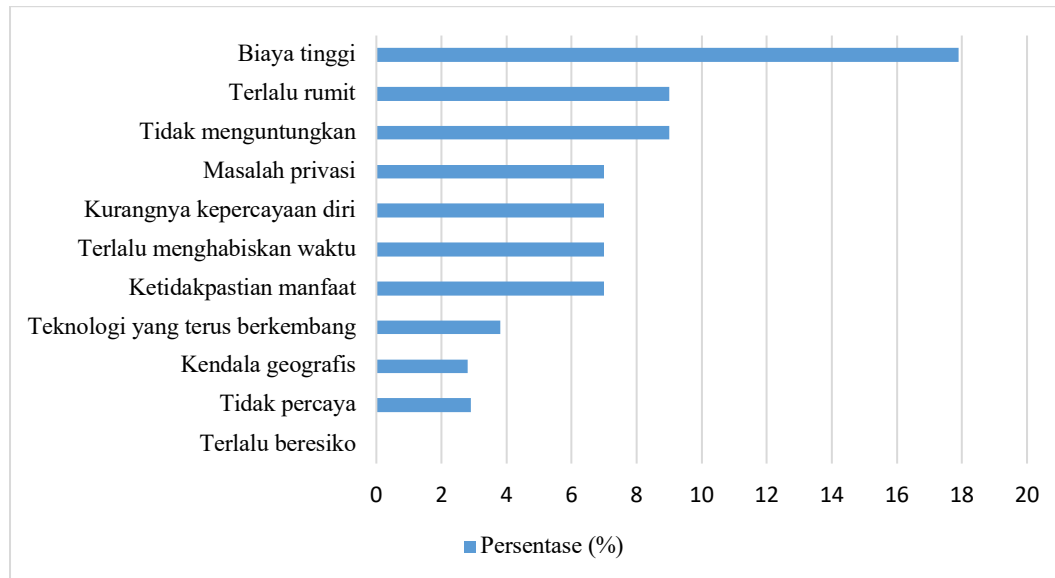
Aspek lingkungan. Penerapan pertanian presisi memberikan kontribusi penting terhadap keberlanjutan lingkungan melalui pemanfaatan sumber daya yang lebih efisien dan pengurangan dampak ekologis. Teknologi seperti irigasi presisi, sensor tanah, dan penerapan nutrisi otomatis memungkinkan alokasi air, pupuk, dan input lain secara tepat sesuai kebutuhan tanaman, sehingga meminimalkan pemborosan dan menurunkan dampak negatif terhadap lingkungan. Selain itu, keputusan berbasis data memungkinkan deteksi penyakit dan hama secara lebih cepat, memastikan intervensi yang tepat waktu, serta meningkatkan produktivitas tanaman. Praktik manajemen seperti penanaman langsung, penanaman tepat waktu, dan pengendalian gulma yang tepat berkontribusi pada efisiensi penggunaan sumber daya dan peningkatan hasil (Roy & Medhekar, 2025).

Dampak lingkungan jangka panjang dari penerapan pertanian presisi mencakup pengurangan penggunaan bahan kimia, mitigasi degradasi tanah, pengurangan emisi gas rumah kaca, dan

perlindungan keanekaragaman hayati. Selain itu, teknologi presisi mendukung adaptasi terhadap perubahan iklim, memungkinkan petani mengantisipasi fluktuasi iklim dan mengurangi risiko produksi.

Dengan mengintegrasikan teknologi presisi, petani dapat memperoleh manfaat ekonomi melalui efisiensi input dan peningkatan profitabilitas, serta memperkuat kapasitas sosial, mengurangi kesenjangan akses, dan mendukung keberlanjutan lingkungan. Dengan demikian, pertanian presisi berperan sebagai strategi utama untuk mewujudkan sistem pertanian yang produktif, inklusif, dan berkelanjutan

RQ3: Apa saja hambatan yang dirasakan petani dalam mengadopsi teknologi presisi?



Gambar 3. Faktor sosial, ekonomi dan ekologis yang menghambat petani mengadopsi teknologi presisi

Sumber: (Pandeya *et al.*, 2025)

Penerapan teknologi presisi menghadapi sejumlah hambatan struktural yang memengaruhi tingkat adopsi, terutama pada kelompok petani skala kecil di negara berkembang (Nafar *et al.*, 2025). Dari 17 artikel yang memenuhi kriteria inklusi, 10 studi secara eksplisit mengidentifikasi tingginya biaya investasi awal sebagai hambatan utama, menjadikannya tema yang paling dominan dalam analisis. Investasi tersebut mencakup pengadaan sensor tanah, *drone* pemantau tanaman, sistem pemetaan berbasis GIS, serta perangkat lunak analitik. Beban biaya ini menjadi kendala ketika tidak tersedia skema dukungan pemerintah, seperti subsidi, insentif atau fasilitas kredit yang mudah diakses (Puppala *et al.*, 2023). Roy & Medhekar (2025) dan Petrovic *et al.*, (2025) mendukung temuan bahwa tingginya kebutuhan modal, keterbatasan akses kredit, dan persepsi risiko finansial menjadi faktor yang secara substansial menunda keputusan adopsi teknologi presisi.

Selain kendala ekonomi, keterbatasan kapasitas teknis dan literasi digital juga menjadi hambatan yang menonjol. Banyak petani belum memiliki kemampuan untuk mengoperasikan perangkat digital, mengelola data yang dihasilkan, atau mengambil keputusan berbasis analitik (Acharya *et al.*, 2023). Rendahnya literasi digital tidak hanya menghambat proses adopsi, tetapi juga menimbulkan ketergantungan pada pihak eksternal seperti teknisi atau penyuluh. Berdasarkan temuan Kalfas *et al.*, (2024), tingkat pengetahuan dan pendidikan petani menyumbang 44,6% variabilitas yang

memengaruhi keputusan adopsi, sehingga aspek kompetensi manusia menjadi prasyarat penting dalam keberhasilan implementasi teknologi presisi.

Infrastruktur pendukung yang belum memadai turut menjadi hambatan signifikan. Kualitas jaringan telekomunikasi, ketersediaan akses internet, kestabilan pasokan listrik, serta biaya perangkat konektivitas masih menjadi tantangan terutama di wilayah pedesaan. Faktor infrastruktur ini tercatat menyumbang 17,9% pengaruh terhadap rendahnya adopsi (Kalfas *et al.*, 2024). Ketiadaan infrastruktur yang memadai menyebabkan berbagai perangkat presisi tidak dapat berfungsi secara optimal, terutama teknologi yang bergantung pada transmisi data *real-time*.

Selain itu, isu kelembagaan dan sosial seperti ketidakjelasan regulasi kepemilikan data pertanian, kekhawatiran terhadap privasi, dan keraguan petani terhadap penyalahgunaan data turut memperlambat proses adopsi. Persoalan ini semakin relevan seiring meningkatnya digitalisasi sektor pertanian. Pada tingkat komunitas, ketimpangan akses teknologi antar kelompok sosial, termasuk perempuan dan kelompok terpinggirkan, juga memperbesar kesenjangan adopsi dan menuntut kebijakan intervensi yang lebih inklusif.

Literatur secara konsisten menunjukkan bahwa pertanian presisi memberikan manfaat agronomis dan ekonomi yang substansial, termasuk peningkatan efisiensi penggunaan input, optimasi pengelolaan lahan, serta peningkatan produktivitas dan profitabilitas. Oleh karena itu, strategi untuk mengatasi hambatan adopsi meliputi peningkatan literasi digital melalui pelatihan teknis, pengembangan skema pembiayaan inovatif, pemberian subsidi perangkat teknologi, serta penguatan infrastruktur telekomunikasi pedesaan. Finco *et al.*, (2023) menekankan bahwa ketersediaan pelatihan berkualitas merupakan prasyarat utama bagi petani untuk memahami karakteristik dan operasional teknologi presisi, sekaligus meningkatkan kesiapan dan kepercayaan dalam mengadopsinya.

Berdasarkan sintesis literatur secara keseluruhan, keberhasilan implementasi pertanian presisi memerlukan pendekatan multidimensi yang mencakup penguatan ekonomi, peningkatan kapasitas teknis dan sosial petani, penyediaan infrastruktur digital yang memadai, serta pengembangan kerangka regulasi yang melindungi hak dan data petani. Intervensi yang terintegrasi, inklusif, dan berbasis bukti menjadi kunci dalam mempercepat transformasi digital sektor pertanian sekaligus memastikan adopsi teknologi yang berkelanjutan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kajian ini menunjukkan bahwa teknologi presisi seperti *remote sensing*, GIS, serta *yield monitoring and mapping* telah banyak dilaporkan dalam literatur yang ditinjau dan berkontribusi terhadap keberlanjutan usaha tani dari aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan melalui peningkatan efisiensi input, penguatan kesejahteraan petani, serta pengelolaan sumber daya alam yang lebih ramah lingkungan. Namun, analisis tematik terhadap 17 artikel terpilih menunjukkan bahwa hambatan yang paling sering dilaporkan adalah tingginya biaya investasi awal yang muncul pada mayoritas studi, diikuti oleh keterbatasan literasi digital dan infrastruktur pendukung.

Berdasarkan distribusi tema dalam literatur yang dianalisis, dimensi ekonomi (khususnya peningkatan efisiensi input dan produktivitas) merupakan aspek yang paling dominan dibahas, sementara dimensi sosial dan lingkungan relatif kurang dieksplorasi secara mendalam. Proporsi pembahasan antardimensi tersebut mengindikasikan adanya ketidakseimbangan fokus kajian yang

menunjukkan manfaat ekonomi memperoleh perhatian lebih besar dibandingkan implikasi sosial dan ekologisnya. Temuan tersebut menegaskan bahwa keberlanjutan pertanian presisi tidak hanya ditentukan oleh kemajuan teknologi, namun harus didukung oleh kesiapan sosial petani, kapasitas sumber daya manusia, serta tata kelola institusional yang mampu menjembatani transformasi digital secara inklusif. Dengan demikian, pengembangan pertanian presisi perlu dipahami sebagai proses multidimensional yang mengintegrasikan inovasi teknologi dengan penguatan kapasitas dan ekosistem kelembagaan.

Saran kebijakan dan riset di masa yang akan datang perlu difokuskan pada pengembangan skema pembiayaan adaptif bagi petani kecil (misalnya model sewa alat atau pembiayaan kolektif), program peningkatan kapasitas berbasis kebutuhan operasional di tingkat lahan, serta penguatan konektivitas digital pedesaan sebagai prasyarat sistemik adopsi. Selain itu, karena literatur masih didominasi oleh pembahasan dimensi ekonomi dibandingkan dengan sosial dan lingkungan, penelitian selanjutnya perlu memperluas analisis pada dampak sosial jangka panjang, inklusi kelompok rentan, serta pengukuran kuantitatif dampak ekologis agar pengembangan pertanian presisi tidak hanya efisien secara ekonomi, tetapi juga inklusif dan berkelanjutan secara menyeluruh.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada seluruh pihak yang telah membantu peneliti saat pelaksanaan penelitian dalam pengambilan data.

PERNYATAAN KONTRIBUSI

Dalam artikel ini, Yunita Alfina Puspita Sari berperan sebagai kontributor utama dan kontributor korespondensi, Dinda Amalia Gumay sebagai kontributor anggota.

DAFTAR PUSTAKA

- Acharya, B. K., Timalisina, A. K., Joshi, B., & Magar, B. T. (2023). IoT based distributed framework for agricultural decision support system. In *2023 7th International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud)(I-SMAC)* (pp. 83-93). IEEE.
- Ahmad, S. (2025). Information and communication technologies in sustainable crop protection: advancing towards sustainable agriculture. *Proceedings of the Indian National Science Academy 2025*, 1–11. <https://doi.org/10.1007/S43538-025-00443-W>
- Badan Pusat Statistik. (2023). Hasil Pencacahan Lengkap Sensus Pertanian 2023.
- Dukat, D., Wahyuni, I., & Prihtyantoro, W. (2025). The Role of Precision Agriculture Technologies in Enhancing Sustainable Farming Practices Among Smallholder Farmers. *The Journal of Academic Science*, 2(6), 1666-1677.
- Fatchurrachman, Rudiyanto, Soh, N. C., Shah, R. M., Giap, S. G. E., Setiawan, B. I., & Minasny, B. (2023). Automated near-real-time mapping and monitoring of rice growth extent and stages in Selangor Malaysia. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 31, 100993. <https://doi.org/10.1016/J.RSASE.2023.100993>
- Finco, A., Bentivoglio, D., Belletti, M., Chiaraluce, G., Fiorentini, M., Ledda, L., & Orsini, R. (2023). Does Precision Technologies Adoption Contribute to the Economic and Agri-Environmental Sustainability of Mediterranean Wheat Production? An Italian Case Study. *Agronomy 2023*, Vol. 13, Page 1818, 13(7), 1818. <https://doi.org/10.3390/AGRONOMY13071818>
- Due, K. G., Baitu, G. P., Jokonya, O., Banwart, S., & Korsten, L. (2025). Digitalization of precision

- fertilization in East Africa: adoption, benefits and losses. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 9, 1497577.
- Gelaye, Y., & Luo, H. (2024). Optimizing Peanut (*Arachis hypogaea* L.) Production: Genetic Insights, Climate Adaptation, and Efficient Management Practices: Systematic Review. *Plants* 2024, Vol. 13, Page 2988, 13(21), 2988. <https://doi.org/10.3390/PLANTS13212988>
- ISPA. (2021). *Precision Agriculture Definition: International Society of Precision Agriculture*. <https://www.ispag.org/resources/definition>
- Kalfas, D., Kalogiannidis, S., Papaevangelou, O., Melfou, K., & Chatzitheodoridis, F. (2024). Integration of Technology in Agricultural Practices towards Agricultural Sustainability: A Case Study of Greece. *Sustainability* 2024, Vol. 16, Page 2664, 16(7), 2664. <https://doi.org/10.3390/SU16072664>
- Kementerian Pertanian. (2025). Retrieved November 10, 2025, <https://www.pertanian.go.id/?show=news&act=view&id=7267>
- Kumar, S., & Sharma. (2025). Harnessing Big Data for Precision Agriculture: Improving Crop Yields and Resource Management. *2025 International Conference on Automation and Computation (AUTOCOM)*, 1196–1201.
- Latino, M., Corallo, A., Menegoli, M., & Nuzzo, B. (2021). Agriculture 4.0 as enabler of sustainable agri-food: A proposed taxonomy. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 70(10), 3678–3696.
- Lawasi, M., A. (2023). Peluang dan Tantangan Indonesia dalam Menghadapi Megatrend Dunia Tahun. *Seminar Nasional HMP UNS*.
- Mamabolo, E., Mashala, M. J., Mugari, E., Mogale, T. E., Mathebula, N., Mabitsela, K., & Ayisi, K. K. (2025). Application of precision agriculture technologies for crop protection and soil health. *Smart Agricultural Technology*, 12, 101270. <https://doi.org/10.1016/J.ATECH.2025.101270>
- Mani, P. K., Mandal, A., Biswas, S., Sarkar, B., Mitran, T., & Meena, R. S. (2021). Remote Sensing and Geographic Information System: A Tool for Precision Farming. *Geospatial Technologies for Crops and Soils*, 49–111. https://doi.org/10.1007/978-981-15-6864-0_2
- Mešić, A., Jurić, M., Donsì, F., Maslov Bandić, L., & Jurić, S. (2024). Advancing climate resilience: technological innovations in plant-based, alternative and sustainable food production systems. *Discover Sustainability*, 5(1), 423.
- Mgendi, G. (2024). Unlocking the potential of precision agriculture for sustainable farming. *Discover Agriculture*, 2(1), 87.
- Mishra, S., Deena, J. S., K., S., & Thoutam, N., R., R. (2024). Exploring The Potential Of Precision Agriculture Technologies To Enhance Resource Use Efficiency And Sustainability In Smallholder Farming Systems. *Journal of Environmental Protection and Ecology*.
- Mizik, T. (2023). How can precision farming work on a small scale? A systematic literature review. *Precision agriculture*, 24(1), 384-406.
- Nafar, N., Fatemi, M., & Rezaei-Moghaddam, K. (2025). Smart drone in sustainable agriculture: Evaluating four predictive models for technology adoption in Iran. *Smart Agricultural Technology*, 101363.
- Olajide, A. I., Bamiro, O. M., Adeyonu, A. G., & Faronbi, O. A. (2024). Technological innovations and Potential Adaptation Strategies for Agriculture in developing countries; A Case study of Nigeria. *IEEE International Conference on Emerging and Sustainable Technologies for Power and ICT in a Developing Society, NIGERCON, 2024*. <https://doi.org/10.1109/NIGERCON62786.2024.10927284>
- Padhiary, M., Saikia, P., Roy, P., Hussain, N., & Kumar, K. (2025). A review on advancing agricultural

efficiency through geographic information systems, remote sensing, and automated systems. *Cureus Journal of Engineering*.

- Pandeya, S., Gyawali, B. R., & Upadhaya, S. (2025). Factors Influencing Precision Agriculture Technology Adoption Among Small-Scale Farmers in Kentucky and Their Implications for Policy and Practice. *Agriculture* 2025, Vol. 15, Page 177, 15(2), 177. <https://doi.org/10.3390/AGRICULTURE15020177>
- Patria, I. (2025). Transformasi Pertanian Presisi Berbasis Digital di Indonesia: Tinjauan Sistematis Peluang dan Tantangan. *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi*, 4(6), 1462-1477.
- Peña-Holguín, R. R., Vaca-Coronel, C. A., Farías-Lema, R. M., Zapatier-Castro, S. V., & Valenzuela-Cobos, J. D. (2025). Smart agriculture in Ecuador: Adoption of IoT technologies by farmers in Guayas to improve agricultural yields. *Agriculture*, 15(15), 1679.
- Petrovic, B., Kononets, Y., & Csambalik, L. (2025). Adoption of drone, sensor, and robotic technologies in organic farming systems of Visegrad countries. *Heliyon*, 11(1).
- Puppala, H., Peddinti, P. R. T., Tamvada, J. P., Ahuja, J., & Kim, B. (2023). Barriers to the adoption of new technologies in rural areas: The case of unmanned aerial vehicles for precision agriculture in India. *Technology in Society*, 74, 102335. <https://doi.org/10.1016/J.TECHSOC.2023.102335>
- Roy, M., & Medhekar, A. (2025). Transforming smart farming for sustainability through agri-tech Innovations: Insights from the Australian agricultural landscape. *Farming System*, 3(4), 100165. <https://doi.org/10.1016/J.FARSYS.2025.100165>
- Saha, P., Kumar, V., & Kathuria, S. (2023). Precision agriculture using internet of things and wireless sensor networks. *2023 International Conference on Disruptive Technologies (ICDT)*, 519–522.
- Santoso, A. B., Ulina, E. S., Batubara, S. F., Chairuman, N., Sudarmaji, Indrasari, S. D., Pustika, A. B., Sutrisna, N., Surdianto, Y., Rahmini, Aryati, V., Manurung, E. D., Purba, H. F. P., Senoaji, W., Kotta, N. R. E., Parhusip, D., Widiastuty, Mugiasih, A., & Lumban Tobing, J. M. (2024). Are Indonesian rice farmers ready to adopt precision agricultural technologies? *Precision Agriculture* 2024 25:4, 25(4), 2113–2139. <https://doi.org/10.1007/S11119-024-10156-7>
- Sharma, A., Prakash, A., Bhambota, S., & Kumar, S. (2024). Investigations of precision agriculture technologies with application to developing countries. *Environment, Development and Sustainability* 2024 27:7, 27(7), 15135–15171. <https://doi.org/10.1007/S10668-024-04572-Y>
- Sirotujanah, R., Aros D. A., & Prasetyo, T., F. (2025). Systematic Literature Review lot Untuk Pertanian Presisi Dan Kesehatan Tanah. *Seminar Teknologi Majalengka (Stima)*.
- Wulandari, E. & Kurniati E. (2025). Karakteristik Pertanian Di Indonesia: Antara Tradisi, Tantangan Struktural, Dan Peluang Transformasi. *Jurnal Ekonomi Pertanian Dan Agribisnis*, 2(1), 57–72.
- Zaman, Q. U. (2023). Precision agriculture technology: a pathway toward sustainable agriculture. *Precision Agriculture: Evolution, Insights and Emerging Trends*, 1–17. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-18953-1.00013-1>

RESEARCH ARTICLE

Integrating Agribusiness Management, Product Downstreaming, and Consumer Behavior for Sustainable Livestock-Based Food Enterprises

I Putu Gede Didik Widiarta^{1*}
Department of Animal Science,
Faculty of Agriculture,
Mulawarman University
Email: didikwidiarta9@gmail.com

Ananda Putra Agung²
Department of Agribusiness,
Faculty of Agriculture,
Mulawarman University
Email:
anandaputraagung@gmail.com

I Gede Arie Mahendra Putra³
Department of Food Technology,
Faculty of Agriculture
Technology, and Center of
Excellence for Food Sovereignty
Udayana University
Email: ariemahendra@gmail.com

**Muhammad Eriansyah Al
Hakim⁴**
Food Agriculture and Natural
Resource,
Asian Institute of Technology
Email:
eriansyakhakim@gmail.com

Made Hardinata Wijakesuma⁵
Department of Recreation, Sport
Pedagogy and Consumer
Sciences,
Ohio University
Email:
hardinatawijak@gmail.com

**A.A. Gde Agung Nanda
Perwira⁶**
Business Administration,
Bali International University
Email: agungnanda@gmail.com

Artikel Info

Diterima 03/12/2025
Diterima dan disetujui 30/03/2026

Diterima dalam bentuk revisi 30/03/2026
Tersedia online 30/03/2026

Abstrak

Latar belakang: Sistem pangan berbasis peternakan berkelanjutan memiliki peran penting dalam menjawab tantangan global terkait ketahanan pangan, gizi, dan kesejahteraan masyarakat pedesaan. Sektor ini masih menghadapi berbagai permasalahan seperti rendahnya efisiensi, keterbatasan nilai tambah, serta lemahnya kepercayaan konsumen terhadap kualitas dan keberlanjutan produk. Kondisi tersebut menuntut transformasi menyeluruh dari model produksi konvensional menuju sistem agribisnis terpadu yang menghubungkan kompetensi manajerial, inovasi produk, dan strategi berbasis perilaku konsumen. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan kerangka konseptual integratif yang menghubungkan manajemen agribisnis, hilirisasi produk, dan perilaku konsumen untuk memperkuat keberlanjutan usaha pangan berbasis hasil ternak.

Metode: Dengan menggunakan pendekatan kualitatif melalui tinjauan pustaka sistematis terhadap publikasi tahun 2020-2025, penelitian ini mensintesis temuan teoritis dan empiris dari konteks global dan Indonesia.

Hasil: Hasil penelitian menunjukkan bahwa manajemen agribisnis yang efektif melalui kompetensi manajerial, integrasi rantai nilai sirkular, dan digitalisasi dapat meningkatkan efisiensi dan ketahanan usaha. Hilirisasi produk mendorong penciptaan nilai tambah dan daya saing pasar melalui inovasi teknologi dan pengolahan ramah lingkungan. Sementara itu, perilaku konsumen yang dipengaruhi oleh kesadaran keberlanjutan, kepercayaan sensorik, dan keterikatan emosional berperan penting dalam membentuk preferensi pembelian dan loyalitas merek.

Kesimpulan: Integrasi ketiga dimensi tersebut menghasilkan sistem sinergis yang mendorong inovasi, mengurangi limbah, serta memperkuat pertumbuhan pasar berkelanjutan. Kerangka ini berkontribusi pada pengembangan teori agribisnis berkelanjutan dan memberikan implikasi strategis bagi pembuat kebijakan, praktisi, serta wirausaha muda peternakan.

Kata kunci: Hilirisasi produk, Inovasi pasar, Manajemen agribisnis, Perilaku konsumen, Peternakan berkelanjutan

*Penulis Korespondensi: *I Putu Gede Didik Widiarta, Mulawarman University, didikwidiarta9@gmail.com*

Sitasi: Widiarta, I. P. G. D., Agung, A. P., Putra, I. G. A. M., Al Hakim, M. E., Wijakesuma, M. H., & Perwira A. A. G. A. N. (2026). Integrating Agribusiness Management, Product Downstreaming, and Consumer Behavior for Sustainable Livestock-Based Food Enterprises. *Journal of Sustainable Agriculture Science*, 4(1):49-59.



Abstract

Background: Sustainable livestock-based food systems have become increasingly vital in addressing global challenges related to food security, nutrition, and rural livelihoods. The sector faces persistent issues of inefficiency, limited value addition, and weak consumer trust in product quality and sustainability. These challenges necessitate a holistic transformation from production-oriented models toward integrated agribusiness systems that link managerial competence, product innovation, and consumer-oriented strategies. This study aims to develop an integrative conceptual framework linking agribusiness management, product downstreaming, and consumer behavior to enhance the sustainability of livestock-based food enterprises.

Method: Using a qualitative approach and a systematic literature review of publications from 2020–2025, the study synthesizes theoretical and empirical insights from global and Indonesian contexts.

Results: The findings reveal that effective agribusiness management through managerial competence, circular value chain integration, and digitalization strengthens enterprise efficiency and resilience. Product downstreaming fosters value creation and market competitiveness through technological innovation and eco-friendly processing. Consumer behavior, influenced by sustainability awareness, sensory trust, and emotional engagement, significantly affects purchasing preferences and brand loyalty.

Conclusion: Integrating these three dimensions establishes a synergistic system that promotes innovation, reduces waste, and supports sustainable market growth. This framework advances the theoretical discourse on sustainable agribusiness while offering strategic implications for policymakers, practitioners, and young livestock entrepreneurs.

Keywords: Product downstreaming, Market innovation, Agribusiness management, Consumer behavior, Sustainable livestock

INTRODUCTION

Sustainable food systems have become a central focus of global development agendas due to their crucial role in achieving food security, enhancing nutrition, and fostering inclusive economic growth. The livestock sector makes a significant contribution to the global food supply and provides essential livelihoods for millions of rural households. Sustainability is increasingly challenged by climate change, resource inefficiency, and market fragmentation (Doda et al., 2025). Livestock enterprises aiming for long-term viability must transition from traditional production-oriented models to integrated agribusiness systems that emphasize value addition, efficiency, and market responsiveness.

The growing demand for nutritious, safe, and ethically produced animal-based foods reflects a fundamental transformation in global consumption patterns. Consumers now seek livestock-derived products that combine high nutritional value with verifiable sustainability and health functionality (Rashidinejad, 2024; Vignesh et al., 2024). This trend creates both opportunities and challenges for producers. Livestock-based foods such as dairy, meat, eggs, and stingless bee honey hold significant potential to meet the rising demand. Producers must adapt through improved management practices, processing technologies, and consumer-oriented innovations. The ability to integrate these dimensions determines the competitiveness and resilience of livestock-based food enterprises.

Agribusiness management serves as the foundation for sustainable enterprise development by coordinating production, processing, and marketing activities within an efficient value chain. Strategic management facilitates the optimal allocation of resources, reduces operational risks, and strengthens institutional collaboration. Studies emphasize that well-managed value chain systems enhance the

capacity of livestock enterprises to respond to market dynamics and technological change (Humalangga et al., 2025). Product downstreaming, the systematic transformation of raw materials into high-value products, has emerged as a key mechanism for enhancing profitability and sustainability. Through effective downstreaming, producers can develop differentiated products, enhance quality standards, and expand into broader markets.

Product quality assurance and standardization are critical for maintaining market credibility and consumer trust. Empirical research on stingless bee honey highlights its unique bioactive composition, antioxidant activity, and therapeutic potential, positioning it as a promising livestock-based food commodity (Vit et al., 2024; Mello dos Santos et al., 2024). Nonetheless, weak regulatory frameworks and inconsistent certification systems have constrained its scalability and global acceptance. Establishing traceability mechanisms and harmonized quality standards is therefore essential to support both domestic and international market development.

Consumer behavioral understanding is indispensable for guiding enterprise strategies and policy formulation. Purchasing behavior in livestock-based food markets is influenced by multiple factors, including perceived health benefits, authenticity, transparency, and sensory quality (Widiarta et al., 2025; Melina et al., 2023). Behavioral dimensions dictate the success of marketing initiatives, brand differentiation, and customer loyalty. Integrating consumer insights into agribusiness decision-making ensures that product innovation and communication strategies align with evolving preferences and cultural values.

This study develops an integrative conceptual framework linking agribusiness management, product downstreaming, and consumer behavior as interrelated components of sustainable livestock-based food enterprises. This study approach enables a comprehensive analysis that progresses from systemic challenges in the global agri-food context to specific managerial and behavioral solutions. The framework contributes to advancing theoretical discourse on sustainable agribusiness while providing practical implications for policymakers, agripreneurs, and industry stakeholders seeking to enhance efficiency, value creation, and market sustainability in the livestock sector.

METHOD

This study employs a qualitative research design, utilizing a systematic literature review to analyze the integration of agribusiness management, product downstreaming, and consumer behavior within the context of sustainable livestock-based food enterprises. The methodological approach aims to synthesize theoretical and empirical insights to construct an integrative conceptual framework that explains how managerial efficiency, value-added product development, and consumer-driven innovation collectively enhance sustainability and competitiveness in the livestock agribusiness sector.

The research utilizes secondary data obtained from authoritative academic and institutional sources published between 2020 and 2025. Relevant references, including peer-reviewed journal articles, scholarly books, policy documents, and government reports, were systematically retrieved from four major databases: Scopus, ResearchGate, ScienceDirect, and Google Scholar. Literature selection was guided by inclusion criteria that focused on studies addressing sustainable agribusiness management, livestock product downstreaming, value chain development, and consumer purchasing behavior related to animal-based food products. Each selected publication was evaluated for

methodological rigor, conceptual relevance, and contribution to sustainability-oriented agribusiness discourse.

The data analysis followed three sequential stages to ensure methodological consistency and analytical depth. The first stage, data reduction, involved screening, identifying, and refining relevant literature to highlight key variables and remove redundant information. The second stage, data organization and synthesis, categorized findings into thematic clusters corresponding to agribusiness management, product downstreaming, and consumer behavior, enabling structured comparison and interpretation. The final stage, conclusion drawing and conceptual integration, involved synthesizing insights across studies to develop a comprehensive analytical framework illustrating the interconnection between management systems, product innovation, and consumer-oriented strategies in achieving sustainable livestock-based food enterprises. This systematic procedure ensures conceptual clarity, theoretical validity, and empirical relevance to the evolving global discourse on sustainable agri-food systems.

RESULTS AND DISCUSSION

Strengthening Agribusiness Management for Sustainable Livestock Enterprises

Effective agribusiness management forms the strategic foundation for advancing sustainable livestock-based food enterprises. It encompasses the integration of managerial, technical, and marketing competencies that collectively enhance productivity, competitiveness, and value creation within the agricultural and food supply chain. Sustainable livestock agribusiness depends on the systematic alignment of production efficiency, market responsiveness, and innovation capacity, ensuring adaptability in a highly dynamic economic environment (Gadanakis, 2024; Doda et al., 2025). Managerial competence is a key determinant of enterprise success, particularly among smallholder and young livestock entrepreneurs, who rely heavily on leadership agility, decision-making accuracy, and resource optimization (Widiarta et al., 2025).

Table 1. Key Managerial Dimensions Supporting Sustainability in Livestock Agribusiness

| Dimension | Strategic Function | Empirical Evidence | Key References |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Managerial Competence | Enhances decision-making and organizational efficiency | Improves enterprise resilience among smallholders | Widiarta et al. (2025a); Gadanakis (2024) |
| Circular Value Chain Integration | Promotes resource efficiency and waste valorization | Reduces production waste by 30–45% and increases profits by 10–15% | Delai & Alcantara (2022); Anita et al. (2025) |
| Digital Agribusiness Systems | Enables real-time data monitoring and marketing analytics | Increases efficiency by 20% and reduces transaction costs by 25% | Widiarta et al. (2024); Humalangi et al. (2025) |
| Entrepreneurial Leadership | Drives innovation and market adaptability | Strengthens competitiveness under market volatility | Donovan & Stoian (2023); Doda et al. (2025) |
| Social & Environmental Accountability | Ensures long-term sustainability and community inclusion | Enhances brand value and consumer trust | Anita et al. (2025) |

The transition toward sustainability-driven management has been marked by the integration of circular value chain principles, which reduce waste, promote resource recycling, and enhance eco-

efficiency (Delai & Alcantara, 2022). Agribusiness management models that incorporate circularity can reduce production waste by up to 30-45%, while simultaneously improving profit margins by 10-15% through value-added processing and waste utilization (Anita et al., 2025). Furthermore, leadership strategies that emphasize entrepreneurial innovation and adaptive management enable livestock enterprises to maintain operational resilience in the face of market volatility, input price fluctuations, and policy reforms (Donovan & Stoian, 2023).



Figure 1. Conceptual Framework of Sustainable Agribusiness Management in Livestock Enterprises
Source: Gadanakis (2024); Delai & Alcantara (2022); Widiarta et al. (2025); Humalangi et al. (2025)

Digital transformation represents a significant enabler of managerial excellence in modern agribusiness. The adoption of data analytics, Internet of Things (IoT) monitoring, and e-marketing platforms has strengthened real-time decision-making and improved supply chain traceability (Widiarta et al., 2024). In Indonesia, integrated digital livestock systems have demonstrated a 20% increase in operational efficiency and a 25% reduction in transaction costs, supporting more transparent, consumer-responsive business models (Humalangi et al., 2025). Digital-driven management not only improves profitability but also facilitates inclusive rural empowerment by connecting smallholders with formal markets and sustainable value networks.

Product Downstreaming and Value Creation in Livestock-Based Food Enterprises

Product downstreaming the strategic transformation of raw livestock outputs into diversified, value-added food products plays a central role in modernizing the livestock economy and enhancing producers' income sustainability. Downstream innovation acts as a catalyst for circular economy transitions, enabling more efficient utilization of biological resources while extending product shelf life and expanding market opportunities (Boimah et al., 2022). The global livestock sector increasingly prioritizes the development of value-added products, such as fortified meats, probiotic dairy beverages, and biofunctional animal-based foods, that address shifting consumer preferences toward health-conscious and sustainable diets (Rashidinejad, 2024; Vignesh et al., 2024). Empirical assessments indicate that effective downstream strategies can increase farmers' revenue by 25-40% and reduce

product waste by 15-30%, underscoring their dual economic and environmental benefits (Mello dos Santos et al., 2024; Vit et al., 2024).

Table 2. Mechanisms and Sustainability Outcomes of Product Downstreaming in Livestock Enterprises

| Dimension | Strategic Mechanism | Sustainability Outcome | Key References |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Value Addition | Diversification into processed meat, dairy, and nutraceutical products | Increased income by 25-40% | Boimah et al. (2022); Rashidinejad (2024) |
| Technological Innovation | Adoption of cold chain systems, vacuum packaging, and automation | Reduction of post-harvest losses by 15-30% | Ding et al. (2024); Vit et al. (2024) |
| Green Processing & Packaging | Use of eco-friendly materials and energy-efficient systems | Lowered carbon footprint by 20% | Mello dos Santos et al. (2024) |
| Collaborative Networks | Producer-processor-marketer partnerships for innovation sharing | Enhanced knowledge transfer and rural resilience | Donovan & Stoian (2023); Humalangi et al. (2025) |
| Policy and Market Support | Certification, financing, and downstream incentives | Market expansion and export competitiveness | Anita et al. (2025); Doda et al. (2025) |

Technological innovation constitutes the backbone of livestock product downstreaming. Advanced processing systems including cold chain logistics, vacuum packaging, and digital traceability enhance food safety, maintain nutritional integrity, and strengthen consumer trust (Ding et al., 2024). Integrating green technologies such as biodegradable packaging and energy-efficient equipment reduces carbon emissions along the livestock value chain by up to 20%, while enabling enterprises to comply with sustainability certification standards (Boimah et al., 2022). Cluster-based collaboration between producers, processors, and distributors facilitates innovation diffusion, improves economies of scale, and accelerates local enterprise upgrading (Donovan & Stoian, 2023). In Indonesia, livestock-crop integration models based on downstream diversification such as dairy horticulture symbiosis and poultry-biogas systems have demonstrated increased resilience among community-based agribusiness groups (Humalangi et al., 2025).



Figure 2. Conceptual Model of Product Downstreaming for Sustainable Livestock Enterprises
 Source: Boimah et al. (2022); Ding et al. (2024); Mello dos Santos et al. (2024); Vit et al. (2024); Humalangi et al. (2025).

Sustainable downstreaming requires a synergy of managerial capability, technological readiness, and supportive policy frameworks. A coordinated approach ensures that enterprises move beyond traditional production toward innovation-driven value creation (Anita et al., 2025).

This conceptual framework summarizes that product downstreaming serves as a dynamic interface connecting technological innovation, value creation, and circular economy practices within the livestock sector. The co-evolution of these elements enables livestock enterprises to enhance competitiveness, reduce ecological footprints, and contribute meaningfully to sustainable food system transformation. The success of downstreaming thus relies on the integration of science-based technology, strategic collaboration, and supportive governance to ensure long-term resilience and inclusivity in livestock agribusiness.

Consumer Behavior and Market Dynamics in Sustainable Livestock Products

Consumer behavior is a determining factor in the sustainability and competitiveness of livestock-based food enterprises. Purchasing decisions are increasingly shaped by sustainability values, digital engagement, and emotional connection with brands (Judijanto et al., 2025b; Vrtana & Krizanova, 2023). Consumers' willingness to pay for sustainably produced livestock products, particularly meat and dairy, indicates an upward shift toward environmental consciousness and ethical responsibility in urban consumption patterns (Widiarta et al., 2025). These behavioral shifts reflect not only functional expectations but also symbolic and moral dimensions that redefine market dynamics within the livestock sector.

Table 3. Key Behavioral Drivers and Market Dynamics in Sustainable Livestock Product Consumption

| Behavioral Driver | Influencing Mechanism | Key Studies | Strategic Implications |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sustainability Awareness | Environmental and ethical concerns influence purchasing behavior and brand preference | Widiarta et al. (2025); Salvatore et al. (2022) | Develop eco-labeled, traceable, and ethically certified livestock products to attract environmentally conscious consumers. |
| Digital Marketing Exposure | Social media platforms and e-commerce channels shape awareness and engagement | Widiarta et al. (2024); García-Salirrosas & Rondon-Eusebio (2022) | Use targeted content, influencer collaboration, and data analytics for personalized communication. |
| Emotional and Storytelling Appeal | Brand narratives strengthen consumer trust and perceived authenticity | Júnior et al. (2023); Vrtana & Krizanova (2023) | Employ storytelling to humanize the brand and enhance customer attachment. |
| Sensory and Quality Perception | Taste, aroma, and visual presentation determine repeat purchase decisions | Melina et al. (2023); Mello dos Santos et al. (2024) | Implement sensory marketing and maintain consistent product quality control. |
| Consumer Participation and Co-Creation | Consumers engage in feedback, reviews, and co-creation via digital platforms | Ding et al. (2024); Widiarta et al. (2025) | Foster participatory innovation and utilize consumer insights for adaptive product design. |

Sensory satisfaction and brand storytelling have emerged as powerful tools influencing consumer trust and loyalty. Products with clear traceability, authentic narratives, and superior sensory characteristics such as taste and texture tend to achieve stronger market retention and premium positioning (Júnior et al., 2023; Melina et al., 2023; Mello dos Santos et al., 2024). Emotional marketing

and narrative-based communication create perceived relational value that transcends price sensitivity, fostering a psychological bond between producers and consumers (Vrtana & Krizanova, 2023). This dynamic suggests that sustainable consumption is not only a rational act but also an emotional and cultural engagement.

The proliferation of green marketing, e-commerce, and social media platforms further amplifies consumer participation in shaping sustainable livestock markets. Consumers now act as active co-creators through digital feedback, advocacy, and information sharing (Ding et al., 2024). This behavioral transformation compels livestock enterprises to adapt through data-driven segmentation, personalized content marketing, and transparency-based brand management (Widiarta et al., 2024; Widiarta et al., 2025). In the long term, aligning production strategies with evolving digital behavior patterns enables enterprises to achieve both market differentiation and environmental stewardship (García-Salirrosas & Rondon-Eusebio, 2022; Donovan & Stoian, 2023).

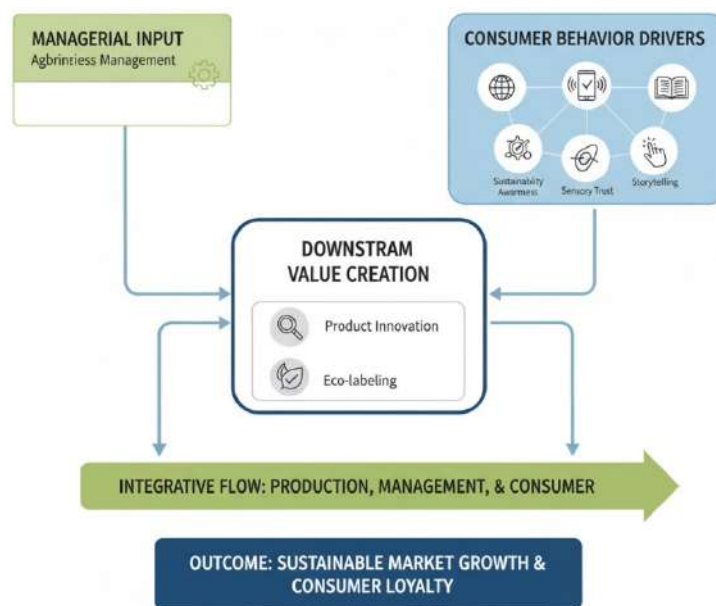


Figure 3. Conceptual Framework: Consumer Behavior in Sustainable Livestock Markets

The conceptual framework illustrates the integrated relationship among managerial input, consumer behavior drivers, and downstream value creation in sustainable livestock markets. Agribusiness management provides the strategic basis for aligning production, sustainability practices, and marketing objectives. Consumer behavior drivers sustainability awareness, sensory trust, and storytelling shape ethical purchasing preferences and strengthen brand loyalty. These drivers interact with downstream value creation through product innovation and eco-labeling, converting managerial strategies into tangible market value. This integrative flow between production, management, and consumers creates a feedback mechanism that enhances adaptability, trust, and market responsiveness, ultimately fostering sustainable market growth and long-term consumer loyalty (Da Siva & Widiarta, 2025).

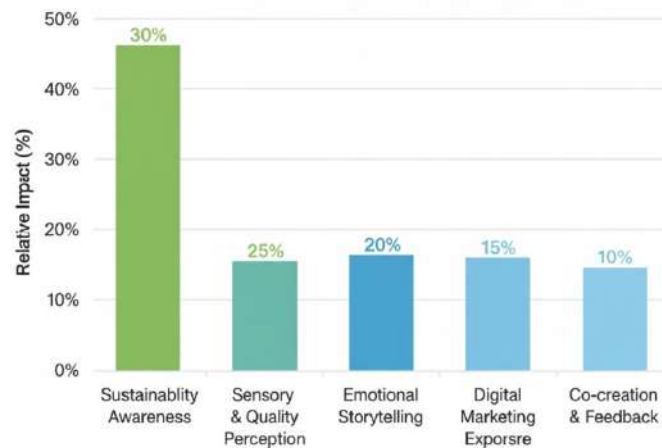


Figure 4. Behavioral Drivers Impact Chart

The Behavioral Drivers Impact Chart highlights the relative influence of factors shaping consumer decisions in sustainable livestock markets. Sustainability awareness (30%) is the strongest driver, reflecting consumers' preference for environmentally and ethically responsible products, followed by sensory and quality perception (25%), which reinforces trust and repeat purchases. Emotional storytelling (20%), digital marketing exposure (15%), and co-creation and feedback (10%) further support consumer engagement and brand loyalty. Sustainability awareness and product quality emerge as the core behavioral forces driving consumer preference and loyalty in sustainable livestock consumption.

CONCLUSIONS AND SUGGESTIONS

This study concludes that the sustainability of livestock-based food enterprises depends on the integrative alignment of agribusiness management, product downstreaming, and consumer behavior. Agribusiness management serves as the strategic foundation for enhancing efficiency, innovation, and institutional collaboration across the value chain. Product downstreaming contributes to value addition, technological advancement, and environmental stewardship, enabling producers to access premium markets and strengthen profitability. Consumer behavior driven by sustainability awareness, sensory perception, and storytelling engagement determines the success of market differentiation and brand trust. The synergy among these dimensions fosters adaptive, circular, and inclusive livestock agribusiness systems capable of sustaining competitiveness in dynamic markets. It is therefore suggested that policymakers encourage digital-based downstream innovation, establish standardized quality and eco-labeling frameworks, and facilitate capacity building for young livestock entrepreneurs. Future research should empirically test the proposed conceptual framework using mixed methods to evaluate its applicability across diverse livestock commodity chains and regional contexts.

CONTRIBUTION STATEMENT

In this article, I Putu Gede Didik Widiarta acts as the main contributor and correspondence contributor, Ananda Putra Agung, I Gede Arie Mahendra Putra, Muhammad Eriansyah Al Hakim, Made Hardinata Wijakesuma, and A.A. Gde Agung Nanda Perwira as member contributors.

REFERENCES

- Anita, A. S., Widiarta, I. P. G. D., Amir, F., Putri, R. R., Asasandi, I. G. N. A., Oktarina, Y., Ngangi, C. R., Arsela, P., Elza, N. I., & Anwar, M. F. (2025). *Agribisnis Berkelanjutan: Teori Dan Praktik*. Azzia Karya Bersama.
- Boimah, M., Chibanda, C., Schott, J., & Awuni, S. (2022). Doing it right to alleviate poverty: application of the sustainable food value chain development framework to Ghana's poultry sector. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 20(7), 1454-1469. <https://doi.org/10.1080/14735903.2022.2152605>
- Da Siva, M. I., & Widiarta, I. P. G. D. (2025). Analisis Persepsi Konsumen terhadap Keberlanjutan Produk Rumah Tangga Ramah Lingkungan: Studi Kasus di Indonesia. *JIMU: Jurnal Ilmiah Multidisipliner*, 4(01).
- Delai, I., & Alcantara, R. L. C. (2022). Circular value chain practices for developing resource value retention options. *Journal of Cleaner Production*, 359, 131925. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131925>
- Ding, Y., Zheng, D., & Niu, X. (2024). Collaborative green innovation of livestock product three-level supply chain traceability system: a value co-creation perspective. *Sustainability*, 16(1), 297. <https://doi.org/10.3390/su16010297>
- Doda, H., Sharma, A., & Thakur, N. (2025). A systematic review on sustainable practices transforming global agribusiness. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 9, 1566708. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2025.1566708>
- Donovan, J., & Stoian, D. (2023). Value chain research and development: The quest for impact. *Development Policy Review*, 41(5), e12703. <https://doi.org/10.1111/dpr.12703>
- Gadanakis, Y. (2024). Advancing farm entrepreneurship and agribusiness management for sustainable agriculture. *Agriculture*, 14(8), 1288. <https://doi.org/10.3390/agriculture14081288>
- García-Salirrosas, E. E., & Rondon-Eusebio, R. F. (2022). Green marketing practices related to key variables of consumer purchasing behavior. *Sustainability*, 14(14), 8499. <https://doi.org/10.3390/su14148499>
- Humalangga, M., Hippy, M. Z., Mukhtar, M., Purnomo, S. H., Machieu, S. R., Lantepon, N. N., & Butolo, I. (2025). Development model of food crop-beef cattle livestock integration based on technology and ecosystem downstreamization for improving social structure communities in Gorontalo Province. *Adv. Anim. Vet. Sci*, 13(1), 51-63. <https://dx.doi.org/10.17582/journal.aavs/2025/13.1.51.63>
- Judijanto, L., I. P. G. D. Widiarta, and R. Juliadilla. 2025. "A Bibliometric Analysis of the Effectiveness of Green Labeling in Enhancing Consumer Value Perceptions." *West Science Social and Humanities Studies* 3, no. 2: 218–231. <https://doi.org/10.58812/wsshs.v3i02.1684>.
- Judijanto, L., Widiarta, I. P. G. D., & Lotte, L. N. A. (2025). Analysis of The Influence of Digital Marketing on Consumer Purchasing Decisions In The Digital Economy Era. *International Journal of Economic Literature*, 3(6), 625-637.
- Júnior, J. R. D. O., Limongi, R., Lim, W. M., Eastman, J. K., & Kumar, S. (2023). A story to sell: The influence of storytelling on consumers' purchasing behavior. *Psychology & marketing*, 40(2), 239-261. <https://doi.org/10.1002/mar.21758>
- Melina, M., Adawiyah, D. R., & Hunaefi, D. (2023). Indonesian honey consumers' behavior and sensory preference for commercial trigona honey. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 34(1), 86-97. <https://doi.org/10.6066/jtip.2023.34.1.86>
- Mello dos Santos, M., Khan, N., Lim, L. Y., & Locher, C. (2024). Antioxidant activity, physicochemical and sensory properties of stingless bee honey from Australia. *Foods*, 13(11), 1657. <https://doi.org/10.3390/foods13111657>

- Rashidinejad, A. (2024). The road ahead for functional foods: Promising opportunities amidst industry challenges. *Future Postharvest and Food*, 1(2), 266-273. <https://doi.org/10.1002/fpf2.12022>
- Saludin, S. F., Kamarulzaman, N. H., & Ismail, M. M. (2019). Measuring consumers' preferences of stingless bee honey (meliponine honey) based on sensory characteristics. *International Food Research Journal*, 26(1).
- Salvatore, F. P., Adamashvili, N., & Conto, F. (2022). Factors affecting consumer purchasing behavior of functional food: a comparative analysis for consumer management. *British Food Journal*, 124(5), 1519-1536.
- Vignesh, A., Amal, T. C., Sarvalingam, A., & Vasanth, K. (2024). A review on the influence of nutraceuticals and functional foods on health. *Food Chemistry Advances*, 5, 100749. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2024.100749>
- Vit, P., Chuttong, B., Ramírez-Arriaga, E., Enríquez, E., Wang, Z., Cervancia, C., ... & Tomás-Barberán, F. (2024). Stingless bee honey: Nutraceutical properties and urgent call for proposed global standards. *Trends in Food Science & Technology*, 104844. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2024.104844>
- Vrtana, D., & Krizanova, A. (2023). The power of emotional advertising appeals: Examining their influence on consumer purchasing behavior and brand–customer relationship. *Sustainability*, 15(18), 13337. <https://doi.org/10.3390/su151813337>
- Widiarta, I. P. G. D., Adiputra, K. D. D., Qamara, C., Fatmarischa, N., & Arifin, D. N. (2025). Identification of Business Management, Marketing Patterns, and Bali Cattle Population in Tani Bhakti Village, East Kalimantan. *Journal of Agribusiness and Community Empowerment (JACE)*, 8(2), 94-104.
- WIDIARTA, I. P. G. D., Anindyasari, D., & Daru, T. P. (2025). Perilaku Konsumen Dalam Mengadopsi Limbah Ternak Untuk Pertanian Rumah Tangga Berbasis Urban Farming: Studi Pada Pemanfaatan Pupuk Organik Di Wilayah Perkotaan. *Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*, 9(3), 1084-1094. <https://doi.org/10.21776/ub.jepa.2025.009.03.18>
- Widiarta, I. P. G. D., Anindyasari, D., & Wahyuningtyas, A. N. (2024). The Role of Social Media Marketing and Electronic Word of Mouth on the Purchase Intention of Frozen Meat Products. *Agriwar Journal*, 4(2), 98-107.
- Widiarta, I. P. G. D., Putri, B. R. T., Qamara, C., Hellyward, J., & Wijakesuma, M. H. (2025). Willingness To Pay For Sustainably Produced Beef: A Study on Urban Consumer Preferences. *Buletin Peternakan*, 49(3), 226-236.
- Widiarta, I. P. G. D., Qamara, C., Azzara, A., Fahrul, M., & Ramadhani, R. B. (2025). Entrepreneurial Marketing for Enhancing Competitiveness in the Beef Cattle Industry among Smallholder Farmers. *International Journal of Business, Marketing, Economics & Leadership (IJB MEL)*, 2(3), 28-38.
- Widiarta, I. P. G. D., Qamara, C., Fatmarischa, N., Arifin, D. N., Putra, I. G. A. M., & Wijakesuma, M. H. (2025). Consumer segmentation and purchase behavior in the frozen beef market: Optimizing product attributes for sustainability-oriented marketing strategies. *SEAS (Sustainable Environment Agricultural Science)*, 9(1), 63-74.
- Widiarta, I. P. G. D., Suarna, I. W., Suryani, N. N., Suartiningih, N. P. M., Kertiyasa, I. K. Y., & Wijakesuma, M. H. (2025). The Role of Managerial, Technical, and Marketing Factors in the Success of Young Entrepreneurs in Beef Cattle Farming. *Animal Nutrition in Tropical Studies*, 1(1), 19-30.
- Widiarta, I., Qamara, C., Wijakesuma, M., & Wibowo, A. (2025). The Impact Of Sales Promotion, Content Marketing, And Shopping Lifestyle On Impulse Buying Decisions For Beef Products In E-Commerce: A Study Of Urban Consumers. *Majalah Ilmiah Peternakan*, 28(1), 55-63.

PERSYARATAN PENULISAN NASKAH
JOURNAL OF SUSTAINABLE AGRICULTURE EXTENSION (JoSAE)

Journal of Sustainable Agriculture Extension (JoSAE) merupakan media publikasi ilmiah yang independen bagi Dosen, Peneliti, Widyaiswara dan Penyuluh Pertanian. Terbit dua kali setahun, pada bulan Maret dan September. Memuat hasil-hasil penelitian terapan dan review bidang Penyuluhan dan Sosial Ekonomi Pertanian dalam arti luas yang berbasis pada pemberdayaan masyarakat tani. Ketentuan Penulisan naskah adalah sebagai berikut:

1. Naskah yang dikirim berupa hasil penelitian dan/atau review dalam bidang Penyuluhan dan Sosial Ekonomi Pertanian dalam arti luas, yang dilakukan dua tahun terakhir sebelum penerbitan.
2. Naskah belum pernah diterbitkan dan tidak akan diterbitkan pada media cetak lainnya.
3. Naskah ditulis dalam bahasa Indonesia atau Bahasa Inggris dengan ketentuan penulisan ilmiah.
4. Naskah harus dibuat dengan menggunakan program Microsoft Word for Windows, diketik dengan huruf Arial ukuran font 11, dengan spasi 1,5 (Kecuali Judul dan Abstrak spasi 1) dalam kertas A4 (21 × 29,7 cm) bermargin 2,5 cm pada keempat sisinya. Naskah juga harus diberi nomor halaman pada bagian bawah sebelah kanan. Jumlah halaman untuk Journal of Sustainable Agriculture Extension maksimal 15 halaman.
5. Susunan penulisan naskah secara berurutan terdiri atas: judul, nama penulis (ditulis tanpa gelar akademik), disertai nama lembaga (jika ada), abstrak 200-250 kata diketik 1 spasi, kata kunci (*keywords*) maksimal 5 kata kunci, pendahuluan, metode, hasil dan pembahasan, kesimpulan dan saran, daftar pustakada dan lampiran (jika ada). Pustaka yang ada di daftar pustaka harus disitir dalam naskah.
6. Nomor dan judul tabel dimuat di atas tabel sedangkan untuk gambar, nomor dan judul gambar dibawah gambar.
7. Naskah diserahkan dalam bentuk *Softfile* melalui *Online Journal System*.
8. Setiap naskah yang masuk ke redaksi akan mengalami proses penyuntingan dan editing dari redaksi tanpa mengurangi makna dan bobot dari isi tulisan.
9. Redaksi berhak melakukan penolakan bagi naskah yang tidak sesuai dan melanggar etika sosial.



Journal of Sustainable Agriculture Extension (JoSAE)

Hasil Penelitian Terapan Bidang Penyuluhan dan Sosial Ekonomi Pertanian

Alamat Redaksi :

Politeknik Pembangunan Pertanian Manokwari

Jalan SPMA Reremi, Manokwari, Papua Barat, 98312

Website/e-mail: <https://jurnal.polbangtanmanokwari.ac.id/index.php/JoSAE/index/>
josae@polbangtanmanokwari.ac.id

