



Kandungan Nutrisi Limbah Kulit Pisang Terfermentasi dengan Berbagai Substrat: *Systematic Literature Review*

Ririn Angriani¹, Anggi Derma Tungga Dewi^{2*}

^{1,2}Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Jalan Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1, Gedong Meneng, Rajabasa, Bandar Lampung, 35145, Indonesia

ARTIKEL INFO

Sejarah artikel
Diterima 30/04/2025
Diterima dalam bentuk revisi 19/01/2026
Diterima dan disetujui 18/02/2026
Terbit online 28/08/2026

Kata kunci
Fermentasi kulit pisang
Kandungan nutrisi
Substrat fermentasi

ABSTRAK

Limbah kulit pisang merupakan hasil samping dari konsumsi buah pisang yang memiliki potensi sebagai bahan pakan alternatif karena kandungan nutrisi seperti protein, lemak, dan mineral yang cukup tinggi. Namun, pemanfaatannya dalam ransum ternak masih terbatas karena kandungan serat kasar yang tinggi dan palatabilitas yang rendah. Salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas nutrisi limbah kulit pisang adalah melalui proses fermentasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penggunaan berbagai jenis substrat dalam proses fermentasi terhadap perbaikan kandungan nutrisi kulit pisang melalui pendekatan *systematic literature review* (SLR). Proses SLR dilakukan melalui tiga tahapan, yaitu perencanaan, pelaksanaan, dan pelaporan, dengan pencarian artikel dilakukan menggunakan aplikasi Publish or Perish dan database Google Scholar pada rentang tahun 2016 hingga 2024, dan setelah melalui proses alur studi literatur berbasis SLR, artikel yang digunakan sebanyak 30. Berdasarkan hasil telaah dari beberapa artikel, fermentasi kulit pisang dengan menggunakan substrat seperti molases, dedak, ampas tahu, tape yeast, serta mikroorganisme seperti *Lactobacillus plantarum*, *Neurospora crassa*, dan *Phanerochaete chrysosporium* terbukti mampu meningkatkan kadar protein kasar, lemak kasar, energi, dan pencernaan bahan kering, sekaligus menurunkan kadar serat kasar. Kandungan mineral seperti kalsium dan fosfor juga mengalami peningkatan bergantung pada jenis substrat yang digunakan. Dengan demikian, fermentasi kulit pisang dengan berbagai substrat tertentu secara signifikan dapat meningkatkan kualitas nutrisinya sehingga lebih layak digunakan sebagai bahan pakan alternatif dalam sistem peternakan berkelanjutan.

© 2026 Politeknik Pembangunan Pertanian Manokwari



ABSTRACT

Banana peel waste is a byproduct of banana consumption that holds potential as an alternative feed ingredient due to its relatively high content of nutrients such as protein, fat, and minerals. However, its direct use in livestock rations remains limited due to its high crude fiber content and low palatability. One effort to improve the nutritional quality of banana peel waste is through fermentation. This study aims to evaluate the effect of various fermentation substrates on the nutritional enhancement of banana peel using a systematic literature review (SLR) approach. The SLR process was carried out in three stages: planning, implementation, and reporting. Article searches were conducted using the Publish or Perish application and the Google Scholar database,

*covering the period from 2016 to 2024. Based on the reviewed articles, fermenting banana peel with substrates such as molasses, rice bran, tofu waste, tape yeast, and microorganisms like *Lactobacillus plantarum*, *Neurospora crassa*, and *Phanerochaete chrysosporium* has been shown to increase crude protein, crude fat, energy content, and dry matter digestibility, while reducing crude fiber levels. Mineral content, particularly calcium and phosphorus, also improved depending on the type of substrate used. In conclusion, fermenting banana peel waste with selected substrates significantly enhances its nutritional profile, making it more suitable as an alternative feed resource for sustainable livestock production systems.*

PENDAHULUAN

Limbah kulit pisang memiliki potensi besar sebagai pakan ternak karena mengandung nutrisi yang cukup baik. Secara alami, kulit pisang mengandung karbohidrat, serat, protein, lemak, serta berbagai mineral seperti kalium, magnesium, dan fosfor. Diperkirakan, kulit pisang menyumbang sekitar 35-40% dari berat total pisang segar (Al-sahlany & Al-musafer, 2020; Koni, 2013). Jika tidak dikelola dengan baik, limbah ini dapat mencemari lingkungan. Berdasarkan penelitian, kulit pisang mengandung 10,09% protein, 5,17% lemak kasar, 55,59% bahan kering, 0,36% kalsium, 0,10% fosfor, dan memiliki energi bruto sebesar 3.727 kcal/kg (Widjastuti & Hernawan, 2012). Sementara itu, kadar serat kasar bervariasi, yaitu 18,01% (Widjastuti & Hernawan, 2012), 18,71% (Koni, 2013), dan 37,64% (Sunarti & Sukamto, 2015). Meski kaya nutrisi, pemanfaatannya sebagai pakan ternak masih terbatas akibat tingginya kadar serat kasar.

Kandungan serat kasar yang berlebihan dalam pakan dapat menghambat penyerapan nutrisi dalam tubuh ternak. Oleh karena itu, kualitas nutrisi dalam pakan perlu ditingkatkan melalui berbagai metode pengolahan sebelum diberikan kepada ternak. Salah satu metode yang dapat diterapkan dalam pengolahan adalah fermentasi atau pengolahan biologis (Purwati & Windyasmara, 2019). Fermentasi bertujuan untuk mengoptimalkan kinerja mikroorganisme yang berperan dalam mengubah komponen pakan, termasuk menurunkan kadar serat kasar (Mandey *et al.*, 2015). Salah satu teknik fermentasi yang dapat digunakan dalam pengolahan pakan adalah pembuatan silase, yaitu hasil fermentasi dalam kondisi anaerob yang melibatkan aktivitas bakteri asam laktat (Handayani *et al.*, 2018).

Penelitian dari Zi *et al.* (2022) menunjukkan bahwa penambahan gula sederhana (sukrosa, glukosa, molase) dalam silase stylo meningkatkan asam laktat dan kualitas fermentasi karena menyediakan

substrat bagi bakteri asam laktat. Penambahan substrat ini berfungsi sebagai sumber energi (Handayani *et al.*, 2018) serta mempercepat penurunan pH, sehingga dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme aerobik yang merugikan. Selain itu, penggunaan substrat juga berkontribusi dalam menghasilkan silase dengan tekstur yang lebih baik (Kojo *et al.*, 2015).

Walaupun penggunaan limbah kulit pisang yang telah difermentasi sebagai pakan ternak menarik minat peneliti dan praktisi peternakan, hingga saat ini belum banyak tersedia sintesis literatur yang secara sistematis membandingkan efektivitas berbagai substrat (misalnya molases, dedak, ampas tahu, ragi, dan inokulum mikroba) terhadap perbaikan nutrisi utama kulit pisang. Sebagian besar studi masih dilaporkan secara terpisah dengan desain fermentasi dan parameter nutrisi yang beragam, sehingga menyulitkan penarikan kesimpulan mengenai substrat yang paling efektif untuk meningkatkan protein atau menurunkan serat kasar. Kajian pada limbah pertanian lain juga menunjukkan bahwa pemilihan sumber karbohidrat seperti molases dapat memengaruhi kualitas nutrisi dan fraksi serat silase (Juliantoni *et al.*, 2024). Oleh karena itu, systematic literature review (SLR) ini dilakukan untuk merangkum, menganalisis, serta menyajikan bukti ilmiah terbaru mengenai berbagai jenis substrat yang digunakan dalam fermentasi limbah kulit pisang serta dampaknya terhadap kandungan nutrisi.

METODE

Systematic literature review (SLR) adalah metode penelitian yang melibatkan pengumpulan, identifikasi, dan analisis berbagai hasil studi dengan mengikuti prosedur yang terstruktur, transparan, dan dapat direplikasi. SLR bertujuan untuk menjawab pertanyaan penelitian atau menguji hipotesis berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang menitikberatkan pada aspek-aspek penting dari perkembangan pengetahuan terbaru. Metode ini terdiri dari tiga tahap utama, yaitu perencanaan, pelaksanaan, dan pelaporan.

Perencanaan. Metode SLR ini menggunakan PICO untuk mensistemasi penelusuran dalam peninjauan jurnal, sebagai berikut:

Population: limbah kulit pisang

Intervention: pemanfaatan substrat pada teknologi fermentasi

Comparison: Teknologi pengolahan pakan

Outcome: kandungan nutrisi pakan

Pelaksanaan. Pencarian dilakukan menggunakan database Google Scholar melalui aplikasi Publish or Perish. Kata kunci yang digunakan adalah “fermentasi limbah kulit pisang sebagai pakan ternak” dengan batasan artikel dari tahun 2016 hingga 2024.

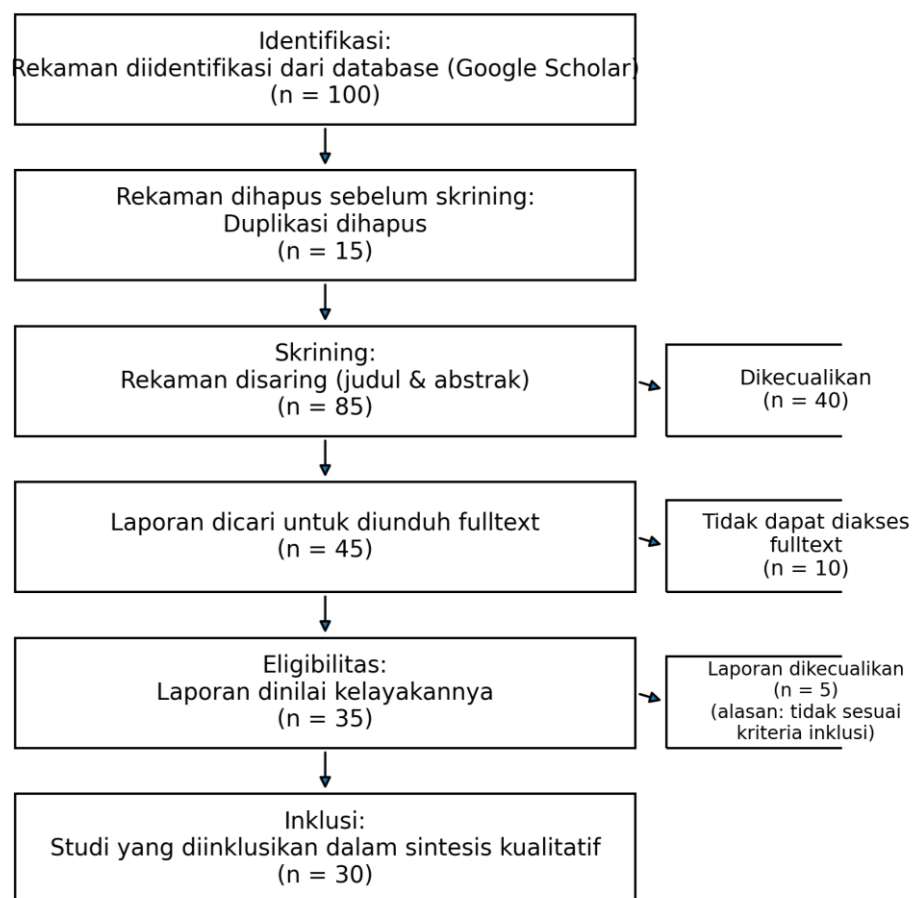
Kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi meliputi artikel penelitian primer (eksperimental atau analisis nutrisi) yang membahas fermentasi limbah kulit pisang sebagai bahan pakan ternak, publikasi berupa artikel jurnal ilmiah atau prosiding yang memuat metode dan hasil penelitian, rentang tahun publikasi 2016–2024, artikel berbahasa Indonesia atau Inggris, melaporkan minimal

satu parameter nutrisi (energi, protein kasar, lemak kasar, serat kasar, kalsium, fosfor, dan/atau pencernaan bahan kering), teks lengkap (fulltext) dapat diakses untuk penilaian kelayakan.

Kriteria eksklusi meliputi artikel review, opini, atau publikasi non-ilmiah, tidak menggunakan fermentasi pada limbah kulit pisang atau tidak menyediakan data nutrisi secara terpisah, tidak menyajikan data nutrisi secara kuantitatif atau parameter nutrisi tidak sesuai kebutuhan sintesis, duplikasi artikel teks lengkap (*fulltext*) tidak dapat diakses.

Proses identifikasi, skrining, penilaian kelayakan (eligibilitas), dan inklusi artikel

dilakukan mengikuti pedoman PRISMA. Pada tahap identifikasi diperoleh 100 rekaman dari database Google Scholar. Setelah penghapusan duplikasi ($n=15$), sebanyak 85 rekaman disaring berdasarkan judul dan abstrak; 40 rekaman dikecualikan karena tidak relevan. Selanjutnya, 45 laporan dicari untuk diakses fulltext; 10 laporan tidak dapat diakses. Sebanyak 35 laporan dinilai kelayakannya, kemudian 5 laporan dikecualikan karena tidak memenuhi kriteria inklusi. Dengan demikian, jumlah artikel yang diinklusi dalam sintesis kualitatif adalah 30 (Gambar 1).

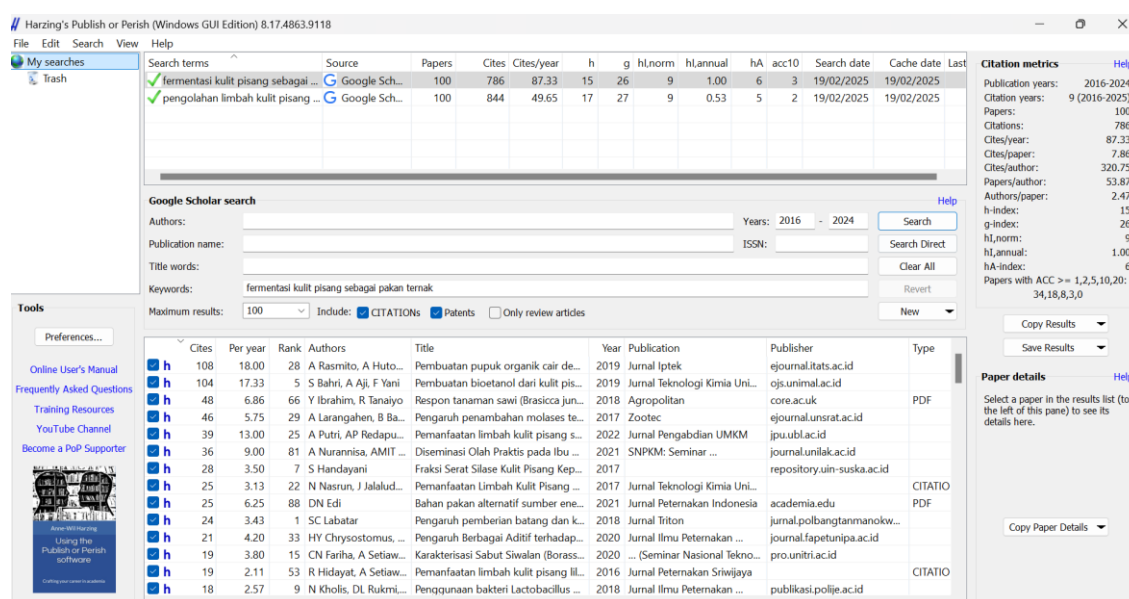


Gambar 1. Alur studi literatur berbasis SLR

Pengumpulan data. Pada tahap ini, data yang diperlukan dalam penelitian dikumpulkan untuk dianalisis lebih lanjut. Proses pengumpulan data dilakukan melalui beberapa langkah. Pertama, aplikasi Publish or Perish dibuka, kemudian dipilih database pencarian Google Scholar sebagai sumber referensi. Selanjutnya, kata kunci “fermentasi kulit pisang sebagai pakan ternak” dimasukkan ke dalam kolom pencarian. Setelah itu, pada kolom tahun

pencarian, rentang waktu ditetapkan dengan memasukkan tahun 2016 pada kotak pertama dan 2024 pada kotak kedua. Terakhir, tombol pencarian diklik, dan sistem akan menampilkan database artikel dari Google Scholar yang relevan dengan topik fermentasi kulit pisang sebagai pakan ternak dalam rentang tahun 2016 hingga 2024.

Pelaporan. Pelaporan dengan hasil mereview jurnal dilakukan secara deskriptif.



Gambar 2. Hasil pencarian artikel menggunakan Publish or Perish dengan kata kunci fermentasi kulit pisang sebagai pakan ternak

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nutrien merupakan kandungan yang ada pada makanan. Nutrien dibutuhkan untuk mempertahankan hidup, memelihara keutuhan tubuh dan memproduksi (Sudrajat & Riyanti, 2019). Nutrien berperan dalam menyediakan air, energi, serta komponen yang mendukung struktur dan pengaturan metabolisme sel. Nutrien yang tidak dapat diproduksi tubuh dalam jumlah yang cukup disebut sebagai nutrisi esensial atau indispensable (Despal et

al., 2007). Kandungan nutrisi dapat diketahui dengan menganalisis komponen pangan dan pakan secara kimia. Salah satu teknik yang umum digunakan untuk mengukur kadar nutrisi adalah analisis proksimat. Metode ini tidak menganalisis kandungan dalam jumlah yang cukup disebut sebagai nutrisi esensial atau indispensable (Despal et al., 2007). Metode ini tidak menganalisis kandungan nutrisi secara mendetail, melainkan hanya memberikan perkiraan nilai, sehingga disebut

analisis proksimat. Kandungan nutrisi dalam kulit pisang yang telah difermentasi tersaji pada Tabel 1. Nutrien yang dianalisis mencakup

energi, lemak kasar, protein kasar, serat kasar, kalsium, dan fosfor,

Tabel 1. Kandungan Nutrien pada Kulit Pisang Terfermentasi dengan Berbagai Substrat

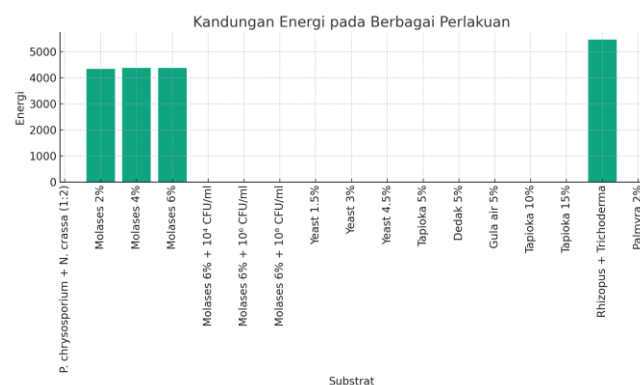
Bahan Pakan	Energi (Kkal/kg)	Lemak kasar (%)	Protein Kasar (%)	Serat Kasar (%)	Kalsium (%)	Fosfor (%)	Substrat	Pustaka
Kulit pisang + ampas tahu			23,14	26,54			<i>P. crhysosporium</i> + <i>N.crassa</i> (1:1)	Nuraini <i>et al.</i> , 2014
Kulit pisang + ampas tahu			33,80	48,11			<i>P. crhysosporium</i> + <i>N.crassa</i> (2:1)	Nuraini <i>et al.</i> , 2014
Kulit pisang + ampas tahu			20,64	20,27			<i>P. crhysosporium</i> + <i>N.crassa</i> (1:2)	Nuraini <i>et al.</i> , 2014
Kulit pisang	4334,33		6,27				Molases 2%	Larangahe <i>n, et al.</i> , 2017
Kulit pisang	4371,33		6,59				Molases 4%	Larangahe <i>n, et al.</i> , 2017
Kulit pisang	4378,33		6,77				Molases 6%	Larangahe <i>n, et al.</i> , 2017
Kulit pisang kepok		8,94	10,43	6,53			Molases 6%	Nurkholis <i>et al.</i> , 2018
Kulit pisang kepok		9,28	10,68	6,00			Molases 6% + 104 CFU/ml <i>L. Plantarum</i>	Nurkholis <i>et al.</i> , 2018
Kulit pisang kepok		9,41	11,04	5,69			Molases 6% + 106 CFU/ml <i>L. Plantarum</i>	Nurkholis <i>et al.</i> , 2018
Kulit pisang kepok		9,72	12,14	4,45			Molases 6% + 108 CFU/ml <i>L. Plantarum</i>	Nurkholis <i>et al.</i> , 2018
Kulit pisang	-	1,70	6,25	13,01	0,51	0,16	Tape yeast (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>) 1,5%	Koni <i>et al.</i> , 2019
Kulit pisang	-	1,88	7,81	12,79	0,64	1,18	Tape yeast (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>) 3%	Koni <i>et al.</i> , 2019
Kulit pisang	-	2,01	9,29	12,71	0,81	0,26	Tape yeast (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>) 4,5%	Koni <i>et al.</i> , 2019
Kulit pisang				10,64	0,78	0,24	Tapioka 5%	Chrysostomus <i>et al.</i> , 2020
Kulit pisang				13,12	0,79	0,49	Dedak 5%	Chrysostomus <i>et al.</i> , 2020

Bahan Pakan	Energi (Kkal/kg)	Lemak kasar (%)	Protein Kasar (%)	Serat Kasar (%)	Kalsium (%)	Fosfor (%)	Substrat	Pustaka
Kulit pisang				12,26	0,70	0,20	Gula air 5%	Chrysostomus et al., 2020
Kulit pisang kepok					0,25	0,89	Tapioka 5%	Koni et al., 2020
Kulit pisang kepok					0,17	0,99	Tapioka 10%	Koni et al., 2020
Kulit pisang kepok					0,07	0,84	Tapioka 15%	Koni et al., 2020
Kulit pisang	-	12,76	5,89	13,47	-	-	Nira lontar (<i>Saccharomyces cerevisiae</i> dan <i>Lactobacillus</i> sp.) 12,5%	Koni et al., 2021
Kulit pisang	-	10,99	6,09	13,37	-	-	Nira lontar (<i>Saccharomyces cerevisiae</i> dan <i>Lactobacillus</i> sp.) 15%	Koni et al., 2021
Kulit pisang	-	10,88	6,27	12,85	-	-	Nira lontar (<i>Saccharomyces cerevisiae</i> dan <i>Lactobacillus</i> sp.) 17,5%	Koni et al., 2021
Kulit pisang	-	10,85	6,72	11,55	-	-	Nira lontar (<i>Saccharomyces cerevisiae</i> dan <i>Lactobacillus</i> sp.) 20%	Koni et al., 2021
Kulit pisang		11,35	6,50	11,11			Aras tapioka 5%	Koni et al., 2021
Kulit pisang		9,71	4,17	9,03			Aras tapioka 10%	Koni et al., 2021
Kulit pisang		8,21	3,11	8,18			Aras tapioka 15%	Koni et al., 2021
Kulit pisang goroho	5469	7,07	10,79	12,41	1,02	0,37	<i>Rhizopus Oligosporus</i> + <i>Trichoderma Viride</i> 0.3%	Muda et al., 2022
Kulit pisang		12,05	6,84	16,06			Palmyra sugar liquid 2%	Koni et al., 2023
Kulit pisang		12,31	5,76	13,84			Palmyra sugar liquid 4%	Koni et al., 2023
Kulit pisang		12,09	6,44	12,70			Palmyra sugar liquid 6%	Koni et al., 2023
Kulit pisang		10,8	6,8	9,85			Tapioka 10%	Koni et al., 2024

Kandungan Energi

Berdasarkan Tabel 1 pada ditemukan bahwa kulit pisang terfermentasi memiliki kandungan energi tinggi yaitu 4334,3 – 5469 kkal/kg. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa kulit pisang terfermentasi mampu meningkatkan kandungan energi. Kulit pisang tanpa perlakuan memiliki kandungan energi sebesar 3828 kkal/kg (Muda *et al.*, 2022). Penelitian Larangahen *et al.* (2017) bahwa kulit pisang terfermentasi dengan penambahan

molases 2 – 6 % berpengaruh nyata terhadap kandungan energi kulit pisang. Penelitian yang dilakukan oleh Muda *et al.* (2022) mengungkapkan bahwa fermentasi kulit pisang dengan penambahan *Rhizopus oligosporus* dan *Trichoderma viride* sebesar 0,3% selama 120 jam dapat meningkatkan kandungan energi (Gambar 3). Peningkatan tersebut terjadi akibat terbentuknya gula yang dihasilkan dari pemecahan serat kasar (Wibawa *et al.*, 2015).

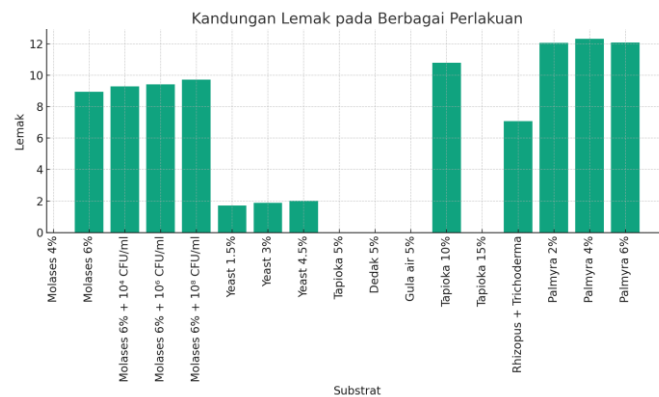


Gambar 3. Grafik kandungan energi kulit pisang pada berbagai perlakuan

Gula tersebut merupakan sumber energi bagi bakteri asam laktat. Menurut Yunus *et al.* (2000) penambahan bahan dengan kandungan karbohidrat tinggi (*fermentable*) dapat mempercepat penurunan pH, karena karbohidrat berperan sebagai sumber energi bagi pertumbuhan bakteri pembentuk asam laktat. Energi tersebut digunakan untuk aktivitas, dikonversi menjadi panas, serta disimpan dalam jaringan tubuh (Muda *et al.*, 2022).

Kandungan Lemak Kasar

Lemak kasar merupakan salah satu sumber energi selain karbohidrat. Lemak kasar pada kulit singkong terfermentasi pada Tabel 1 yaitu 1,70 – 12,76 %. Penelitian Muda *et al.* (2022) bahwa kulit pisang tanpa perlakuan memiliki lemak kasar 0,67%. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan kulit pisang yang telah difermentasi dapat meningkatkan kadar lemak kasar.



Gambar 4. Grafik kandungan lemak kasar kulit pisang pada berbagai perlakuan

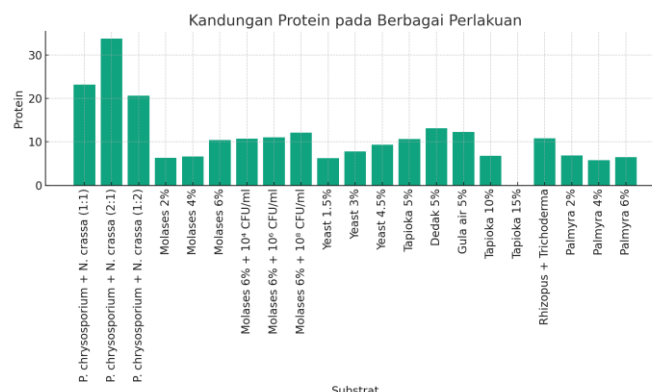
Lemak kasar paling tinggi pada kulit pisang terfermentasi dengan nira lontar (*Saccharomyces cerevisiae* dan *Lactobacillus* Sp.) 12.5%, namun pada penelitian [Koni et al. \(2021\)](#) juga ditemukan bahwa semakin tinggi penambahan nira lontar maka akan menurunkan lemak kasar (Gambar 4).

Nira lontar digunakan sebagai bahan makanan mikroorganisme sehingga semakin banyak penambahan nira lontar akan menyebabkan banyaknya bahan makanan mikroorganisme dan mikroorganisme pada substrat juga akan bertambah. Lemak kasar paling rendah pada kulit pisang terfermentasi dengan tape yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) 1,5%. [Koni et al. \(2019\)](#) menyatakan bahwa

peningkatan kadar ragi tape mampu meningkatkan secara nyata lemak kasar. Hal tersebut dikarenakan adanya kandungan lemak di dalam dinding sel mikroorganisme. Menurut [Ahmad \(2005\)](#) bahwa *Saccharomyces cerevisiae* memiliki kandungan lemak 4 – 5%.

Kandungan Protein Kasar

Protein merupakan merupakan bagian dari sel sebagai komponen membran sel, protein digunakan sebagai pembentuk jaringan ([Sudrajat & Riyanti, 2019](#)). Pada Tabel 1 ditemukan bahwa kulit pisang terfermentasi memiliki kandungan protein kasar 3,11 – 33,80 %. Kandungan protein kasar terfermentasi tersebut bervariasi tergantung pada bahan fermentator dan level pemberian (Gambar 5).



Gambar 5. Kandungan protein kasar kulit pisang pada berbagai perlakuan

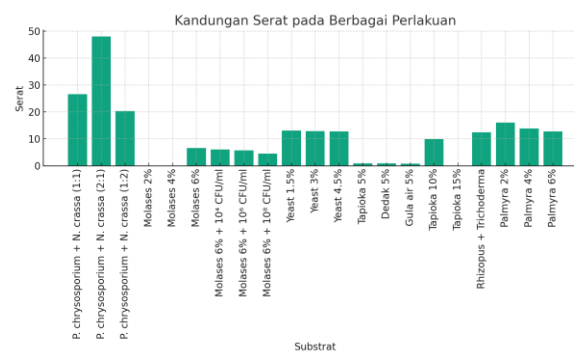
Protein kasar paling tinggi dengan penambahan *P. chrysosporium* + *N.crassa* (2:1). Peningkatan protein kasar pada penambahan penambahan *P. chrysosporium* + *N.crassa* (2:1) disebabkan oleh pertumbuhan kapang yang subur dan merata (Nuraini *et al.*, 2014). Menurut Marwah *et al.* (2021) bahwa pertumbuhan kapang yang subur akan menghasilkan lebih banyak protein jika berkembang dengan baik pada substrat. Hal ini disebabkan oleh tingginya kandungan protein pada kapang. Selain itu, peningkatan protein kasar juga karena adanya tambahan ampas tahu pada kulit pisang terfermentasi.

Ampas tahu merupakan bahan pakan sumber protein. Menurut Pardosi (2022) bahwa ampas tahu terfermentasi memiliki kandungan protein mencapai 23,28%. Protein kasar paling rendah dengan penambahan aras tapioka 15%.

Hal tersebut dikarenakan level pemberian aras tapioka yang tinggi. Menurut Koni *et al.* (2021), ketika kandungan kadar tapioka ditingkatkan maka kandungan protein kasar menurun. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Utomo *et al.* (2013), bahwa peningkatan level fermentator menyebabkan penurunan kadar protein kasar.

Kandungan Serat Kasar

Berdasarkan Tabel 1 bahwa serat kasar pada kulit pisang terfermentasi yaitu 4,45 – 48,11 %. Serat kasar merupakan bagian dari karbohidrat yang digunakan sebagai sumber enegi. Serat kasar pada ruminansia masih bisa dicerna dengan baik dikarenakan sistem pencernaan ruminansia yang kompleks, sedangkan serat kasar pada unggas memiliki keterbatasan dalam mencerna dikarenakan sistem pencernaan unggas yang sederhana.



Gambar 6. Kandungan serat kasar kulit pisang pada berbagai perlakuan

Serat kasar pada kulit pisang terfermentasi paling tinggi dengan penambahan *P. chrysosporium* + *N.crassa* (2:1) (Gambar 4). Penelitian Nuraini *et al.* (2014) menyatakan bahwa kapang mengekskresikan enzim ligninase dan selulase yang berfungsi untuk memecah kandungan lignin dan selulosa. Selain itu, tingginya serat kasar juga dikarenakan

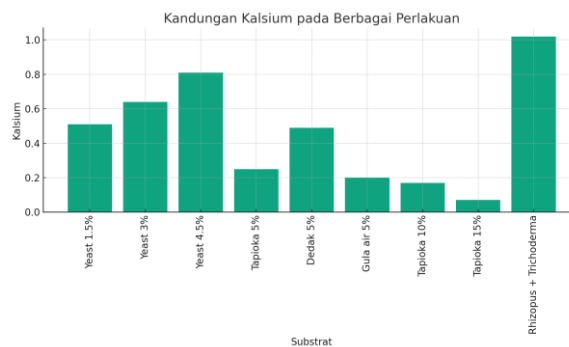
adanya penambahan ampas tahu yang memiliki kandungan serat kasar 2,45% (Pardosi, 2022). Serat kasar kulit pisang terfermentasi paling rendah dengan penambahan Molases 6% + 10⁸ CFU/ml *L. plantarum*. Penelitian Nurkholis *et al.* (2018) bahwa perlakuan inokulasi *L. plantarum* mampu menurunkan serat kasar. Hal tersebut dikarenakan aktivitas bakteri *L.*

plantarum. Semakin banyak inokulum bakteri mampu mempercepat proses fermentasi yang akan menyebabkan banyak substrat didegradasi.

Kandungan Mineral

Mineral merupakan salah satu mikro nutrien yang diperlukan untuk membantu

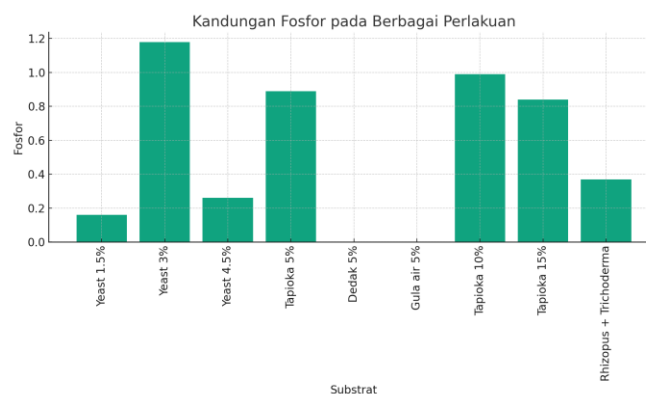
proses metabolisme pada tubuh. Selain itu, mineral juga berfungsi sebagai pembentuk tulang. Mineral makro yang sering diperhatikan pada pakan yaitu kalsium dan fosfor. Berdasarkan Tabel 1 bahwa kulit pisang terfermentasi memiliki kalsium 0,07 – 1,02 % dan fosfor 0,16 – 1,18 %.



Gambar 7. Kandungan kalsium kulit pisang pada berbagai perlakuan

Kadar kalsium tertinggi terdapat pada kulit pisang yang difermentasi dengan *Rhizopus oligosporus* dan *Trichoderma viride* sebesar 0,3% (Gambar 7). Menurut Muda *et al.* (2022), kombinasi inokulum *Rhizopus oligosporus* dan *Trichoderma viride* memberikan efek positif. Kalsium paling rendah pada kulit pisang terfermentasi dengan tapioka 15%. Menurut Koni *et al.* (2020), peningkatan kadar tapioka

menyebabkan penurunan kadar kalsium. Hal ini disebabkan oleh semakin tingginya level tapioka yang mendorong pertumbuhan mikroorganisme, sehingga kandungan mineral pada substrat berkurang. Mikroorganisme memerlukan mineral untuk mendukung pertumbuhan dan metabolismenya dalam media (Stanbury *et al.*, 2003).



Gambar 8. Kandungan fosfor kulit pisang pada berbagai perlakuan

Fosfor pada kulit pisang terfermentasi paling tinggi dengan tape yeast (*Saccharomyces*

cerevisiae) 3% dan paling rendah dengan tape yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) 1,5%

(Gambar 8). Penelitian Koni *et al.* (2019) ditemukan bahwa terjadi peningkatan fosfor secara nyata pada kulit pisang terfermentasi. Selain itu juga, semakin tinggi level tape yeast maka semakin tinggi pula jumlah mikroorganisme sehingga adanya peningkatan nutrisi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Fermentasi kulit pisang berpotensi meningkatkan nilai guna limbah ini sebagai bahan pakan alternatif karena dapat memperbaiki kualitas nutrisi dan mengurangi kendala utama seperti tingginya serat. Namun, variasi jenis kulit pisang, substrat, inokulum, dan kondisi fermentasi antar penelitian membuat perbandingan langsung tidak sepenuhnya setara, sehingga belum dapat ditetapkan satu kombinasi perlakuan yang paling efektif secara universal untuk peningkatan protein maupun penurunan serat. Secara praktis, perlakuan perlu dipilih sesuai tujuan: peningkatan protein lebih relevan menggunakan ko-substrat kaya protein dengan kapang pendegradasi lignoselulosa, sedangkan penurunan serat lebih sesuai menggunakan sumber gula (mis. molases) dengan bakteri asam laktat. Penelitian lanjutan perlu uji komparatif terstandar dan uji *in vivo* untuk menilai palatabilitas, pencernaan, performa produksi, keamanan, serta kelayakan biaya sebelum direkomendasikan untuk aplikasi lapang.

PERNYATAAN KONTRIBUSI

Dalam artikel ini Anggi Derma Tungga Dewi sebagai penulis pertama berkontribusi dalam konseptualisasi penelitian, penyusunan

metodologi, pengumpulan data, analisis data, pengelolaan data, dan penyusunan draf awal manuskrip Ririn Angriani sebagai penulis berkontribusi dalam konseptualisasi penelitian, penyusunan metodologi, supervisi penelitian, validasi, analisis dan interpretasi data, serta penelaahan dan penyuntingan manuskrip.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, R. Z. (2005). The Advantage of Yeast *Saccharomyces cerevisiae* for Livestock. *Indonesian Bulletin of Animal and Veterinary Sciences*, 15(1), 49–55. <https://garuda.kemdiktisaintek.go.id/documents/detail/1195434>
- Al-Sahlany, S. T. G., & Al-musafer, A. M. S. (2020). Effect of substitution percentage of banana peels flour in chemical composition, rheological characteristics of wheat flour and the viability of yeast during dough time. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 19(1), 87–91. <https://doi.org/10.1016/J.JSSAS.2018.06.005>
- Chrysostomus, H. Y., Foenay, T. A. Y. & Koni, T. N. I. (2020). Pengaruh Berbagai Aditif terhadap Kandungan Serat Kasar dan Mineral Silase Kulit Pisang Kepok. *Jurnal Ilmu Peternakan dan Veteriner Tropis*, 10(2), 91-97. <https://doi.org/10.46549/jipvet.v10i2.100>
- Despal, Astuti, D. A., & Toharmat, T. (2007). *Pengantar Ilmu Nutrisi*. IPB University. Unpublished.
- Handayani, S., Haraha, A. E., & Saleh, E. (2018). Kandungan fraksi serat silase kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca*) dengan penambahan level dedak dan lama pemeraman yang berbeda. *Jurnal Peternakan*, 15(1), 1–8. <https://doi.org/10.24014/jupet.v15i1.3663>
- Juliantoni, J., Harahap, A. E., Ali, A., Adelina, T., Mucra, D. A., Solfan, B., Misrianti, R., Rodiallah, M., Irawati, E., & Saleh, E.

- (2024). Evaluasi Kandungan Nutrien dan Fraksi Serat Pakan Fermentasi Berbahan Dasar Kulit Nanas dan Daun Singkong sebagai Pakan Ruminansia. *Jurnal Triton*, 15(1), 253-262. <https://doi.org/10.47687/jt.v15i1.639>
- Kojo, R. M., Rustandi, D., Tulung, Y. R. L., & Malalantang, S. S. (2015). Pengaruh penambahan dedak padi dan tepung jagung terhadap kualitas fisik silase rumput gajah (pennisetum purpureumcv. hawaii). *Zootec*, 35(1), 21-29. <https://doi.org/10.35792/zot.35.1.2015.6426>
- Koni T. N. I. (2013). Effect of fermented banana peel on broiler carcass. *Jurnal Ilmu Ternak Dan Veteriner*, 18(2), 153–157. <https://doi.org/10.14334/jitv.v18i2.315>
- Koni, T. N. I., Foenay, T. A. Y., & Asrul. (2019). The Nutrient Value of Banana Peel Fermented by Tape Yeast as Poultry Feedstuff. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 29(3), 232-240. <https://doi.org/10.21776/ub.jiip.2019.029.03.05>
- Koni, T. N. I., & Foenay, T. A. Y. (2020). Pengaruh Level Tapioka dan Lama Ensilase terhadap Kadar Tanin dan Mineral Silase Kulit Pisang Kepok. *Jurnal Ilmu Ternak*, 20(2), 87-94. <https://doi.org/10.24198/jit.v20i2.29894>
- Koni, T. N. I., Foenay, T. A. Y., Sabuna, C., & Rohyati, E. (2021). Nilai Nutrien Kulit Pisang Fermentasi yang Menggunakan Berbagai Level Nira Lontar. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 9(1), 62-71. <https://dx.doi.org/10.23960/jipt.v9i1.p62-71>
- Koni, T. N. I., Foenay, T. A. Y., & Chrysostomus, H. Y. (2021). Level Tapioka dan Lama Fermentasi terhadap Kandungan Nutrien Silase Kulit Pisang Kepok. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 23(2), 94-101. <https://doi.org/10.25077/jpi.23.2.94-101.2021>
- Koni, T. N. I., Marambandima, Y. T., & Foenay, T. A. Y. (2023). Nutrient Content of Banana Peel (Musa paradisiaca) Fermented at Different Levels of Palmyra Sugar Liquid Addition. *ICESAI*, 28, 163-168. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-116-6_21
- Koni, T. N. I., Banoet, Y., Wahon, W., Sabuna, C., Randu, M. D. S., Rumlakak, Y. Y., & Foenay, T. A. Y. (2024). Anaerobic Fermentation Can Improve Banana Peel Nutrients and Their Use in Crossbred Native Chicken Diet. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 12(2), 349-354. <https://dx.doi.org/10.17582/journal.aavs/2024/12.2.349.354>
- Larangahan, A., Bagau, B., Imbar, M. R., & Liew H. (2017). Pengaruh Penambahan Molases terhadap Kualitas Fisik dan Kimia Silase Kulit Pisang Sepatu. *Jurnal Zootek*, 31(1), 156-166. <https://doi.org/10.35792/zot.37.1.2017.14419>
- Mandey, J. S., Leke, J. R., Kaunang, W. B., & Kowel, Y. H. S. (2015). Carcass yield of broiler chickens fed banana (Musa paradisiaca) leaves fermented with Trichoderma viride. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 40(4), 229-233. DOI: <https://doi.org/10.14710/jitaa.40.4.229-233>
- Marwah, Hasanuddin, A., & Syahrir. (2021). Kandungan Nutrien Lumpur Sawit Biokonversi menggunakan *Rhizopus oligosporus* dan Potensinya sebagai Bahan Pakan. *Jurnal Agrisains*, 22(1), 41-48. <https://doi.org/10.22487/jiagrisains.v22i1.2021.41-48>
- Muda, P., Saleh, E. J., Djunu, S. S., & Bahri, S. (2022). Kandungan Energi dan Beta Karoten Kulit Pisang Goroho (Musa Acuminafe. Sp) Hasil Fermentasi. *Gorontalo Journal of Equatorial Animals*, 1(2). <https://ejurnal.ung.ac.id/index.php/gijea>
- Nuraini, Mahata, M. E., & Djulardi, A. (2014). Peningkatan Kualitas Campuran Kulit Pisang dengan Ampas Tahu melalui

- Fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* dan *Neurospora crassa* sebagai Pakan Ternak. *Jurnal Peternakan*, 11(1), 22-28. <http://dx.doi.org/10.24014/jupet.v11i1.2324>
- Nurkholis, Rukmi, D. L., & Mariani, Y. (2018). Penggunaan Bakteri *Lactobacillus plantarum* pada Silase Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L) sebagai Pakan Ternak. *Jurnal Ilmu Peternakan Terapan*, 2(1), 6-12. <https://doi.org/10.25047/jipt.v1i2.891>
- Pardosi, U. (2022). Pengaruh Pemberian Ampas Tahu Fermentasi dalam Ransum terhadap Karkas Ayam Broiler. *Jurnal Visi Eksakta*, 3(1), 82-89. <https://doi.org/10.51622/eksakta.v3i1.527>
- Purwati, C. S., & Windyasmara, L. (2019). Fermentasi Biji Kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus*) oleh Jamur *Trichoderma Viride* Terhadap Warna, Tekstur, dan Serat Kasar. *Jurnal Ilmu Peternakan dan Veteriner Tropis (Journal of Tropical Animal and Veterinary Science)*, 9(1), 1-5. <https://doi.org/10.30862/jipvet.v9i1.2>
- Stanbury, P. F., Whitaker, A., & Hall, S. J. (2003). *Principles of Fermentation Technology*. Butterworth Heinemann. <https://doi.org/10.1016/C2013-0-00186-7>
- Sudrajat, & Riyanti L. (2019). *Nutrisi dan Pakan Ternak*. Pusat Pendidikan Pertanian. <https://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/14292>
- Sunarti, P. H. D., & Sukamto, B. (2015). Pengaruh penggunaan kulit pisang terfermentasi dalam ransum terhadap ketersediaan energi ayam broiler. *AGROMEDIA: Berkala Ilmiah Ilmu-ilmu Pertanian*, 33(2). <https://doi.org/10.47728/ag.v33i2.109>
- Utomo, R., Budhi, S. P. S., & Astuti, I. F. (2013). Pengaruh Level Onggok sebagai Aditif terhadap Kualitas Silase Isi Rumen Sapi. *Buletin Peternakan*, 37, 173-180. <https://doi.org/10.21059/buletinpeternak.v37i3.3089>
- Wibawa, A. A. P., Wirawan, I. W., & Partama, I. B. G. (2015). Peningkatan Nutrisi Dedak Padi sebagai Pakan Itik melalui Biofermentasi dengan Khamir. *Majalah Ilmiah Peternakan*, 18(1), 11-16. <https://doi.org/10.24843/MIP.2015.v18.i01.p03>
- Widjastuti, T., & Hernawan, E. (2012). Utilizing of banana peel (*Musa sapientum*) in the ration and its influence on final body weight, percentage of carcass and abdominal fat on broilers under heat stress condition. *Lucrări Științifice – Seria Zootehnie*, 57, 104-109. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:82618090>
- Yunus, M., Ohba, N., Shimojo, M., Furuse, M., & Masuda, Y. (2000). Effects of adding urea and molasses on Napiergrass silage quality. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 13(11), 1542-1547. <https://doi.org/10.5713/ajas.2000.1542>
- Zi, X., Liu, Y., Chen, T., Li, M., Zhou, H., & Tang, J. (2022). Effects of Sucrose, Glucose and Molasses on Fermentation Quality and Bacterial Community of Stylo Silage. *Fermentation*, 8(5), 191. <https://doi.org/10.3390/fermentation8050191>