

Nutritional Quality of a Mixture of *Indigofera sp.* Leaves and Banana Steams Fermented Using Ma-11 Inoculant at Different Doses

Yunita Purnamasari¹, Ali Mursyid Wahyu Mulyono¹, Muhammad Husein¹

¹Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Veteran Bangun Nusantara, Kabupaten Sukoharjo, Indonesia;

Article History

Received : March 05th, 2026

Revised : April 28th, 2026

Accepted : May 04th, 2026

*Corresponding Author: **Ali Mursyid Wahyu Mulyono**,
Program Studi Peternakan,
Fakultas Pertanian, Universitas
Veteran Bangun Nusantara,
Kabupaten Sukoharjo,
Indonesia;
Email:
alimursyidwahyum@gmail.com

Abstract: Feed availability is one of the main constraints in livestock production, especially in tropical regions where supply is highly influenced by seasonal changes. Banana stems have potential as livestock feed due to their abundant availability; however, they contain low protein and high crude fiber, which requires processing to improve their nutritional quality. One of the methods that can be applied is fermentation using a bioactivator. This study aimed to evaluate the effect of different doses of Microbacter Alfaafa-11 (MA-11) inoculant on the nutritional quality of fermented banana stem and *Indigofera sp.* leaves. The study utilized a Completely Randomized Design (CRD) featuring three dose levels (0%; 0.05%; and 0.1%) and included four replicates over a period of 12 days of anaerobic fermentation. The measured variables were crude protein, crude fiber, and the weight of dry matter biomass. The data were examined using analysis of variance (ANOVA), followed by Duncan's Multiple Range Test at a significance threshold of 5%. The findings indicated that the addition of MA-11 notably raised the crude protein level ($P < 0.05$), with the highest value recorded at the 0.1% dose; however, it did not significantly affect ($P > 0.05$) the crude fiber or the dry matter biomass weight. These findings indicate that MA-11 is more effective in improving protein content than in reducing crude fiber or modifying dry matter biomass weight.

Keywords: Banana stem; Crude protein; Fermentation; *Indigofera sp.*; MA-11.

Pendahuluan

Penyediaan pakan merupakan salah satu masalah yang sering dihadapi dalam usaha peternakan. Ketersediaan pakan di daerah tropis secara umum sangat bergantung pada musim, kualitas yang rendah dan kontinuitasnya tidak stabil karena pada musim kemarau terjadi kekurangan pakan dan sebaliknya pada musim hujan pakan akan melimpah (RISKI, 2022).

Batang pisang memiliki kandungan nutrisi potensial, seperti air, serat kasar, dan beberapa mineral, yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak (Sitepu, 2025). Berdasarkan berbagai studi ilmiah, komposisi nutrisi dalam batang pisang diketahui mencakup kandungan yang relatif lengkap, sehingga dapat

dimanfaatkan sebagai alternatif pakan ternak. Komposisi rata-rata nutrisinya meliputi bahan kering (BK) sebesar 87,7%, lemak kasar (LK) 14,23%, abu 25,12%, protein kasar (PK) 3%, serta serat kasar (SK) 29,40% yang mencakup asam amino, amine nitrat, glikosida, unsur N, glikolipida, vitamin B, dan asam nukleat; selain itu, bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) mencapai 28,15% yang terdiri dari karbohidrat, gula, serta pati (Sirajuddin *et al.*, 2023).

Kesulitan yang terkait dengan penggunaan batang pisang sebagai pakan ternak berasal dari tingginya kandungan serat kasar dan rendahnya kadar protein. Kandungan nutrisi yang rendah dalam limbah pisang ini membatasi efektivitasnya sebagai sumber pakan utama untuk hewan ternak. Selain itu, tingginya kadar lignin dalam limbah pisang membuat mikroba rumen kesulitan memprosesnya (Nururrozi dkk.,

2020).

Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan metode pengolahan untuk meningkatkan profil nutrisi dan daya cerna batang pisang. Salah satu metode yang umum digunakan adalah fermentasi. Fermentasi adalah proses alami yang menggunakan mikroorganisme untuk mengubah zat kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana (Christo & Sutedja, 2024). Selama fermentasi, kandungan serat kasar batang pisang dapat menurun, sementara kadar protein dan senyawa bermanfaat lainnya dapat meningkat. Memilih bioaktivator yang tepat selama fermentasi sangat penting untuk meningkatkan kualitas batang pisang untuk nutrisi hewan (Sitepu, 2025). Proses fermentasi untuk limbah batang pisang melibatkan penggunaan mikroorganisme dan menjaga kondisi anaerobik. Batang pisang yang difermentasi meningkatkan daya cerna pakan untuk ruminansia, terutama karena bakteri yang terlibat dalam fermentasi menghasilkan enzim yang memecah serat kasar dan protein, selain menghasilkan vitamin B baru (Jati *et al.*, 2022).

Indigofera sp. adalah pohon legum tropis yang terkenal karena manfaat nutrisinya yang tinggi. Abdullah (2014) menyebutkan bahwa daun *Indigofera* menyediakan sumber protein hijau yang menawarkan manfaat produksi dan kualitas dibandingkan legum lainnya. Dari sudut pandang nutrisi, *Indigofera* sp. memiliki kadar protein kasar berkisar antara 24,42% hingga 31,05% (Holik *et al.*, 2019). Memadukan batang pisang dengan daun *Indigofera* sp. meningkatkan proses fermentasi karena kandungan proteinnya yang tinggi dan kemampuannya untuk menghasilkan pakan berkualitas tinggi (Anggraini, 2024).

Angkasa (2017) mencatat bahwa tanaman *Indigofera* mengandung kadar protein kasar 28–30%, serat kasar 13–14%, selulosa 16%, total nutrisi yang dapat dicerna 78%, dan sejumlah kecil tanin, saponin, kalsium, fosfor, kalium, dan magnesium. Aspek nutrisi *Indigofera* dapat dikombinasikan dengan limbah pertanian untuk menciptakan pakan ternak berkualitas tinggi (Asjanita *et al.*, 2024). *Microbacter Alfaafa 11* (MA-11) adalah formulasi mikroba yang diperkenalkan pada tahun 2011 oleh Dr. Ir. H. Nugroho Widiasmadi, M.Eng. Produk ini berfungsi sebagai mikroba pengurai yang efisien, mampu dengan cepat menguraikan berbagai

bahan organik dalam kondisi anaerobik. Lebih lanjut, MA-11 bertindak sebagai aktivator yang mempercepat penguraian zat organik sekaligus meningkatkan nilai gizinya (Prabowo & Sukaryani, 2025). MA-11 terdiri dari spesies bakteri *Rhizobium* yang membantu menangkap nitrogen bebas, bersama dengan berbagai jenis bakteri dari rumen sapi, termasuk bakteri proteolitik, selulolitik, dan amilolitik. Bakteri selulolitik memecah selulosa, bakteri proteolitik memetabolisme protein, dan bakteri amilolitik mendegradasi pati (Nastava *et al.*, 2024).

Berdasarkan penelitian Sukaryani dan Yakin (2014), MA-11 bertindak sebagai agen yang efisien dalam memecah komponen sel tanaman, terutama lignin. Selain itu, penggunaan MA-11 dalam fermentasi residu pertanian sangat meningkatkan kandungan nutrisi dalam jangka waktu yang relatif singkat (Oktavia, 2024). Berbagai jumlah MA-11 secara signifikan meningkatkan kadar protein kasar dan menurunkan kadar serat kasar, sekaligus meningkatkan kemampuan pencernaan produk fermentasi pakan ruminansia. Ditemukan bahwa penggunaan 0% *Indigofera* sp. dan 10% *Indigofera* sp. menghasilkan kualitas fermentasi yang positif dalam hal sifat fisik (Anggraini, 2024). Fermentasi kulit singkong dengan probiotik MA-11 selama 14 hari pada berbagai dosis memiliki dampak signifikan pada daya cerna bahan kering dan daya cerna bahan organik (Nastava *et al.*, 2024). Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan EM4 sebagai starter untuk fermentasi batang pisang dapat meningkatkan daya cerna pakan sebesar 39% dan menghasilkan peningkatan kadar protein, lemak, serat, serta ekstrak bebas nitrogen (Bagus *et al.*, 2020).

Hasil penelitian Istiana & Sukaryani (2026), penggunaan MA-11 sebagai inokulan dengan dosis 0-2 cc selama fermentasi campuran batang pisang dan *Indigofera* sp. yang disusun dalam rancangan acak lengkap 3x4 selama 12 hari meningkatkan beberapa karakteristik fisik seperti warna kuning, aroma asam, dan struktur remah. Selain itu, penurunan kadar pH yang signifikan diamati ($P < 0,01$), sedangkan berat kering tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P > 0,05$). Dengan demikian, penelitian ini mengkaji pengaruh variasi dosis inokulan MA-11 terhadap kualitas nutrisi pada fermentasi campuran batang pisang dan daun *Indigofera* sp.

Bahan dan Metode

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Pertanian, Universitas Veteran Bangun Nusantara Sukoharjo. Penelitian ini berlangsung selama 12 hari.

Alat dan Bahan

Bahan penelitian ini adalah Batang Pisang segar, Daun *Indigofera sp.*, *Microbacter Alfaafa-11* (MA-11) serta molase. Peralatan penelitian ini adalah timbangan digital dengan kapasitas 1 kg, pisau cacah, gelas ukur 10 dengan ukuran 10 ml, plastik silo ukuran 16×35 cm dengan ketebalan 0,8, dan nampan.

Materi Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan berupa variasi dosis MA-11 yang meliputi: 0, 0,05, dan 0,1% dari bobot campuran Batang Pisang dan Daun *Indigofera sp.* Fermentasi dilakukan selama 12 hari.

Prosedur Penelitian

Tahap Persiapan substrat: Batang pisang dan daun *Indigofera sp.* dicacah dengan ukuran 2–3 cm, kemudian diangin-anginkan selama 3 jam. Sebanyak 350 g batang pisang dan 150 g daun *Indigofera sp.* lalu dicampurkan secara merata.

Tahap persiapan mikroba dan tahap fermentasi: Inokulan disiapkan dengan mencampurkan MA-11 sesuai dosis perlakuan, molase 10 ml, dan aquadest 25 ml hingga homogen. Larutan inokulan tersebut kemudian disemprotkan dan dicampurkan secara merata ke dalam substrat. Campuran dimasukkan ke dalam plastik silo, dipadatkan untuk menciptakan kondisi anaerob, kemudian diinkubasi selama 12 hari. Tahap panen: Setelah fermentasi selesai, biomassa dipanen dan dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 24 jam, kemudian ditimbang. Sampel diambil, dihaluskan, dan disimpan dalam plastik ziplock untuk analisis lebih lanjut.

Variabel yang diamati

Variabel meliputi: kadar protein kasar (%) menggunakan metode kjeldahl (Idris *et al.*, 2021), kadar serat kasar (%) menggunakan

metode proksimat weender (Chrysostomus *et al.*, 2020), dan bobot biomasa bahan kering (g) (Sari *et al.*, 2024).

Analisis data

Data dianalisis menggunakan analisis varians (ANOVA) (Tandipayuk, 2020) dengan uji lanjut Duncan Multiple Range Test (DMRT) dengan bantuan *software* statistik SPSS (Anjani & Sukaryani, 2025).

Hasil dan Pembahasan

Kadar Protein Kasar

Hasil analisis varians menunjukkan bahwa dosis MA-11 memiliki dampak yang cukup besar terhadap kadar protein kasar ($P < 0,05$) (Tabel 1). Perlakuan P2 menunjukkan kadar protein kasar tertinggi, sedangkan P0 menunjukkan kadar terendah. Peningkatan dosis MA-11 menyebabkan peningkatan yang signifikan pada kadar protein kasar hasil fermentasi. Peningkatan kadar protein kasar yang signifikan pada perlakuan P1 dan P2 menyoroti kemampuan inokulan MA-11 untuk meningkatkan aktivitas mikroorganisme fermentatif, khususnya bakteri proteolitik dan bakteri pengikat nitrogen (Sukaryani dkk., 2025). Mikroorganisme ini berperan dalam mensintesis protein mikroba selama fermentasi, yang pada akhirnya meningkatkan kandungan nitrogen secara keseluruhan dalam bahan pakan (Nastava dkk., 2024).

Tabel 1. Rerata Protein Kasar (%) fermentasi campuran batang pisang dan daun *Indigofera* menggunakan inokulan MA-11 pada berbagai dosis

Ulangan	P0 (0%)	P1 (0,05%)	P2 (0,10%)
1	13,32	14,12	14,40
2	13,60	14,34	15,09
3	13,72	14,20	14,95
4	13,48	14,23	15,09
Rerata	13,53^a	14,22^b	14,88^c

^{a,b,c} Superskrip berbeda pada baris rerata menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$).

Batang pisang yang difermentasi menunjukkan kadar protein yang lebih tinggi karena pembentukan protein sel tunggal atau protein mikroba selama tahap fermentasi. Situasi ini menyebabkan pemecahan komponen serat

kasar, yang menyebabkan penurunan kadar protein, sehingga membantu meningkatkan kandungan protein secara keseluruhan. Selain itu, proses fermentasi menyebabkan pelemahan ikatan lignoselulosa dan lignohemiselulosa, memungkinkan pelepasan protein yang sebelumnya terikat pada lignin. Degradasi lignoselulosa ini juga menghasilkan pelepasan nitrogen, mineral, dan selulosa, yang pada akhirnya meningkatkan kadar protein kasar (Asma & Dona, 2024).

Penambahan *Indigofera* sp. sebagai sumber protein nabati berkualitas lebih lanjut meningkatkan kadar protein kasar. Fermentasi membantu mengubah protein kompleks menjadi varietas yang lebih sederhana, yang membuatnya lebih mudah diukur dalam analisis proksimat (Anggraini, 2024). Hasil penelitian ini sejalan dengan pernyataan Prabowo dan Sukaryani (2025) yang menunjukkan bahwa penggunaan MA-11 pada pakan fermentasi sangat meningkatkan kadar protein kasar dengan memperbaiki biomassa mikroba dan efisiensi penggunaan nitrogen.

Kadar Serat Kasar

Hasil analisis varians mengenai kandungan serat kasar rata-rata menunjukkan bahwa variasi jumlah MA-11 tidak secara signifikan mengubah kadar serat kasar ($P > 0,05$) (Tabel 2). Hal ini menunjukkan perubahan dosis MA-11 tidak secara efektif menurunkan kandungan serat kasar. Jumlah serat kasar (CF) di berbagai perlakuan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, kemungkinan karena sifat mikroba inokulan MA-11, yang tidak dikenal sangat efisien dalam memecah selulosa. Oleh karena itu, proses pemecahan serat pada batang pisang dan daun *Indigofera* sp. tidak sepenuhnya efektif. Kendala ini menghambat pemecahan struktur lignoselulosa yang tepat selama fermentasi anaerobik, bahkan dengan adanya perubahan mikrobiologis (Asjanita *et al.*, 2024).

Tidak adanya perbedaan yang signifikan pada kadar serat kasar antara P0 dan P2 juga dapat dijelaskan oleh konsentrasi lignin yang tinggi pada batang pisang, yang menghambat penguraian oleh mikroba dan oleh karena itu membatasi kerja enzim selulase yang bertanggung jawab untuk memecah serat (Nururrozi *et al.*, 2020). Selain itu, peningkatan jumlah inokulan tidak selalu menyebabkan

peningkatan penguraian serat, karena mungkin ada keterbatasan yang berkaitan dengan substrat dan persaingan antar mikroorganisme selama proses fermentasi, yang berarti bahwa aktivitas selulolitik mungkin tidak meningkat secara signifikan (Usman *et al.*, 2020). Proses fermentasi yang terjadi dalam kondisi anaerobik, dengan ukuran partikel yang relatif seragam, menghasilkan penguraian serat yang terjadi secara serupa di semua perlakuan, sehingga tidak ada perbedaan statistik yang signifikan (Oktavia, 2024).

Tabel 2. Rerata kadar serat kasar (%) fermentasi campuran batang pisang dan daun *Indigofera* menggunakan inokulan MA-11 pada berbagai dosis

Ulangan	P0 (0%)	P1 (0,05%)	P2 (0,10%)
1	30,13	28,85	32,01
2	32,56	29,24	31,24
3	32,65	29,89	30,28
4	36,95	32,50	32,20
Rerata^{ns}	33,07	30,12	31,45

^{ns} Superskrip pada baris rerata menunjukkan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$).

Bobot Biomasa Bahan Kering

Hal ini menunjukkan bahwa fermentasi tidak menyebabkan hilangnya bahan organik secara signifikan, meskipun terjadi penurunan jumlah berat biomassa bahan kering (BBBK). Kurangnya variasi yang mencolok di antara berbagai perlakuan menunjukkan bahwa proses fermentasi yang dilakukan oleh MA-11 hanya menggunakan sebagian kecil bahan kering sebagai sumber metabolisme, artinya degradasi yang terjadi cukup terbatas dan tidak cukup besar untuk menghasilkan dampak yang signifikan (Jati *et al.*, 2024).

Tabel 3. Rerata bobot biomassa bahan kering (BBBK) fermentasi campuran batang pisang dan daun *Indigofera* menggunakan inokulan MA-11 pada berbagai dosis

Ulangan	P0 (0%)	P1 (0,05%)	P2 (0,10%)
1	56,67	63,41	54,56
2	62,44	65,00	44,45
3	68,98	54,27	50,00
4	66,46	50,25	68,89
Rerata	63,63^a	58,23^a	54,47^a

^{ns} Superskrip pada baris rerata menunjukkan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$).

Kurangnya variasi yang signifikan pada BBBK mungkin terkait dengan jenis mikroorganisme (MO) yang ada dalam inokulan, yang mungkin tidak mencakup banyak spesies selulolitik yang sangat aktif, sehingga membatasi penguraian selulosa dan hemiselulosa (Ardiyanto & Sukaryani, 2025). Batang pisang mengandung kadar lignin yang tinggi dan sulit terurai. Oleh karena itu, jika aktivitas enzim selulase dan hemiselulase rendah, porsi bahan kering yang terurai akan kecil, sehingga mengakibatkan perubahan yang dapat diabaikan pada total biomassa bahan kering (Erlangga *et al.*, 2025). Situasi ini konsisten dengan temuan dari Nastava *et al.*, (2024), yang menunjukkan bahwa kemampuan mikroba untuk menghasilkan enzim pengurai serat secara signifikan memengaruhi efisiensi fermentasi dalam mengubah bahan kering.

Perubahan nutrisi selama fermentasi terutama terjadi pada komponen protein, yang menyebabkan kandungan bahan kering umumnya stabil (Mulyani, 2022). Kesimpulan ini sejalan dengan penelitian Prabowo dan Sukaryani (2025), yang menunjukkan bahwa penerapan MA-11 pada bahan berserat tinggi tidak secara konsisten menyebabkan perubahan signifikan pada kandungan bahan kering, terutama jika struktur lignoselulosa tetap relatif tahan terhadap penguraian dalam periode fermentasi singkat yang dibutuhkan untuk produksi enzim pengurai serat. Dengan demikian, meskipun fermentasi terjadi dan terdapat kecenderungan penurunan berat biomassa bahan kering rata-rata pada dosis yang lebih tinggi, laju degradasi yang terbatas berarti tidak ada perbedaan signifikan yang diamati antara perlakuan.

Kesimpulan

Penggunaan inokulan MA-11 dalam fermentasi campuran batang pisang dan daun *Indigofera sp.* secara nyata meningkatkan kandungan protein kasar ($P < 0,05$), tetapi tidak secara signifikan mempengaruhi ($P > 0,05$) kandungan serat kasar atau berat biomassa bahan kering (BBBK). Dengan demikian, penggunaan inokulan MA-11 dalam fermentasi terbukti lebih efektif dalam meningkatkan kualitas protein daripada menurunkan serat kasar atau mengubah biomassa bahan kering.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Biologi, Kimia dan Mikrobiologi, Fakultas Pertanian, Universitas Veteran Bangun Nusantara atas dukungan peralatan dan bahan kimia dalam pelaksanaan penelitian ini.

Referensi

- Anggraini, 2024. (2024). 56605-226395-2-Pb. 6(September), 100–107.
- Anjani, N., & Sukaryani, S. (2025). Improvement Of The Nutritional Value Of Corn Flour Through Fermentation Technology Using MA-11 and EM-4. *Agrisaintifika: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 9(2), 317-324. <https://doi.org/10.32585/ags.v9i2.6598>
- Ardiyanto, Y., & Sukaryani, S. (2025). Comparison of Fermentation Using MA 11 and EM4 on the Physicochemical Characteristics of Rice Straw. *Jurnal Biologi Tropis*, 25(4a), 178-183.
- Asjanita, L., Dona, A., & Elisia, R. (2024). Kandungan Fraksi Serat Fermentasi Batang Pisang Dengan Penambahan *Indigofera (Indigofera sp)* Sebagai Pakan Ternak. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Peternakan*, 12(81-86).
- Asma, N., & Dona, A. (2024). Pengaruh penambahan *indigofera sp* terhadap kualitas kimia Fermentasi batang pisang sebagai pakan ternak. *Ziraa'ah Majalah Ilmiah Pertanian*, 49(2), 382-389.
- Bagus, I., Gunam, W., & Udayana, U. (2020). Peningkatan Nilai Kecernaan Pakan Batang Pisang Melalui Fermentasi Menggunakan *Effective Microorganism 4 (EM4)* dan *Organic Liquid Supplement (OLS)*. 4.
- Christo, E. G., & Sutedja, A. M. (2024). Solid-State Fermentation Dengan Variasi Mikroorganisme. *Zigma*, 39(1), 37-48.
- Chrysostomus, H. Y., Koni, T. N. I., & Foenay, T. A. Y. (2020). Pengaruh Berbagai Aditif terhadap Kandungan Serat Kasar dan Mineral Silase Kulit Pisang Kepok: The effect of various additives on crude fiber and mineral content of kepok banana peels silage. *Jurnal Ilmu Peternakan Dan Veteriner Tropis (Journal Of Tropical*

- Animal And Veterinary Science*), 10(2), 91-â.
- <https://doi.org/10.46549/jipvet.v10i2.100>
- Erlangga, A. Y., Afida, L., & Billah, M. T. (2025). Pemanfaatan Limbah Batang Pisang Menjadi Bioetanol Melalui Proses Delignifikasi dan Metode SSF (Simultaneous Saccharification and Fermentation) Menggunakan *Serratia Marcescens* dan *Saccharomyces Cerevisiae*. *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 7(6), 4820-4831.
- Holik, Y. L. A., Abdullah, L., & Karti, P. D. M. H. (2019). Evaluasi nutrisi silase kultivar baru tanaman sorgum (*Sorghum bicolor*) dengan penambahan legum *Indigofera* sp. pada taraf berbeda. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*, 17(2), 38-46.
- Istiana, A., & Sukaryani, S. (2026). Physical Quality of Banana Stem and *Indigofera* sp Mixture Fermented Using MA-11 at Different Doses. *Jurnal Biologi Tropis*, 26(1), 148-155.
- Sitepu, Y. A. (2025). Kandungan Nutrisi Batang Pisang (*Musa Paradisiaca*) Fermentasi Bioaktivator Yang Berbeda Sebagai Pakan Ternak. *J. Innov. Res. Knowl*, 4(10); 7901–7908. Jati, putri zulia, Novita, M., & Setiawan, bagu dimas. (2024). *Indo Green*. 2, 87–92.
- Mulyani, S. (2022). Kualitas Fisik dan Nutrisi Silase Batang Pisang (*Musa paradisiaca*) dengan Penambahan Level Tepung Jagung dan Lama Fermentasi Berbeda. *Skripsi*, 1–88.
- Nastava, D. M., Sukaryani, S., & Purwati, C. S. (2024). In Vitro Digestibility Value of MA-11 Fermented Organic Materials of Organic Cassava Peel as Animal. *Jurnal Biologi Tropis*, 24(3), 969-973.
- Nururrozi, A., Indarjulianto, S., & Ramandani, D. (2020). *Review: Potensi Limbah Tanaman Pisang Sebagai Pakan Ternak Ruminansia Review: Potential of Banana Plant Waste as Ruminant Feed*. 20(1), 56–68.
<https://doi.org/10.24198/jit.v20i1.26358>
- Oktavia, E. (2024). *Pengaruh Penggunaan Bioaktivator Terhadap Kualitas Fisik, Kimia Dan Fraksi Serat Jerami Jagung Pada Lama Pemeraman Berbeda* (Doctoral Dissertation, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau).
- Prabowo, R. J., & Sukaryani, S. (2025). The Difference Between Using MA-11 and EM-4 in Corn Slammer Fermentation to Increase Dry Matter and Organic Matter Digestibility. *Jurnal Biologi Tropis*, 25(2), 2115–2122.
<https://doi.org/10.29303/jbt.v25i2.8984>
- Riski, H. (2022). *Kandungan Fraksi Serat Silase Batang Pisang (Musa Paradisiaca) Dengan Penambahan Level Tepung Jagung Dan Lama Fermentasi Berbeda* (Doctoral Dissertation, UIN Sultan Syarif Kasim Riau).
- Idris, I., Saade, A., & Aulia, R. (2021). Uji Kualitas Fisik Dan Kandungan Protein Kasar Fermentasi Jerami Padi Dengan Penambahan Batang Pisang Dan Dedak Padi Pada Konsentrasi Berbeda. *Jurnal Agrisistem*, 17(2), 97-102.
<https://doi.org/10.52625/j-agr.v17i2.204>
- Sari, I. P., Sjoftan, O., & Widodo, E. (2024). Pengaruh metode pengeringan oven dan microwave terhadap kualitas fisik pakan. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis*, 7(1), 34-44.
<https://doi.org/10.21776/ub.jnt.2024.007.01.5>
- Sirajuddin, S. N., Nurlaelah, S., Amrawaty, A., Rasyid, I., & Kalimbunga, S. (2023). Pembuatan Fermentasi Batang Pisang Untuk Pakan Ternak di Kabupaten Toraja Utara. *JDISTIRA-Jurnal Pengabdian Inovasi dan Teknologi Kepada Masyarakat*, 3(1), 39-43.
- Sukaryani, S., Sariri, A. K., & Husein, M. (2025). Peningkatan Kecernaan Protein Kasar dan Serat Kasar In Vitro Daun Sawit dengan Teknologi Fermentasi MA-11: Increasing Crude Protein and Crude Fiber Digestibility of Oil Palm Leaves In Vitro with MA-11 Fermentation Technology. *Journal of Livestock and Animal Health*, 8(2), 72-75.
- Tandipayuk, H., & Aslamyah, S. (2020). Fermentasi tepung ampas tahu dengan cairan mikroorganisme mix. Sebagai bahan baku pakan. *Jurnal Agrokompleks*, 9(1), 9-15.
- Usman, A., & Novieta, I. D. (2021). Kandungan Selulosa, Hemiselulosa Dan Lignin Silase Batang Pisang (*Musa Paradisiaca*)

Kombinasi Daun Indigofera (Indigofera
Sp) Sebagai Pakan Ternak

Ruminansia. *Agromedia: Berkala Ilmiah
Ilmu-ilmu Pertanian*, 39(1), 61-67.