

## Fermentation of Banana Stems with *Indigofera* sp using MA-11 on Dry Matter and Organic Matter Digestibility

Bayu Santoso<sup>1</sup> & Engkus Ainul Yakin<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Veteran Bangun Nusantara, Sukoharjo, Indonesia;

### Article History

Received : April 06<sup>th</sup>, 2026

Revised : April 20<sup>th</sup>, 2026

Accepted : May 10<sup>th</sup>, 2026

\*Corresponding Author :

**Engkus Ainul Yakin**, Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Veteran Bangun Nusantara, Sukoharjo, Indonesia;

Email:

[engkus\\_ainul@yahoo.com](mailto:engkus_ainul@yahoo.com)

**Abstract:** The limited availability of quality feed, especially during the dry season, encourages the use of agricultural waste as an alternative livestock feed. Fermentation with the addition of microbes has been widely used to improve feed quality, but information regarding the optimal dosage of MA-11 in a mixture of banana stems (*Musa paradisiaca*) and *Indigofera* sp. is still limited. The most effective dosage of MA-11 for increasing dry matter and organic matter digestibility in the fermentation of a mixture of banana stems and *Indigofera* sp. The study aimed to determine the most effective dosage of MA-11 for increasing dry matter and organic matter digestibility in a mixture of banana stems (*Musa paradisiaca*) and *Indigofera* sp. The study used a Completely Randomized Design (CRD) with three MA-11 dosage treatments: P0 (0 mL), P1 (1 mL), and P2 (2 mL), each replicated four times. The fermentation process was carried out for 12 days and was followed by a two-stage in vitro digestibility test. Data were analyzed using ANOVA followed by Duncan's Test (DMRT) at a significance level of  $P < 0.05$ . MA-11 administration significantly increased dry matter and organic matter digestibility. The best treatment was achieved at a dose of 2 mL (P2). Improved feed quality is influenced by the activity of cellulolytic, proteolytic, and amylolytic bacteria in MA-11, which are capable of breaking down crude fiber into simpler compounds. Fermenting banana stem waste combined with \**Indigofera*\* sp. using MA-11 can improve feed quality, particularly dry matter and organic matter digestibility.

**Keywords:** Banana Stems; Digestibility; Fermentation; *Indigofera* sp.; MA-11.

### Pendahuluan

Batang pisang (*Musa paradisiaca*) merupakan jenis limbah pertanian yang umum ditemukan di Indonesia. Limbah yang dihasilkan tanaman pisang terdiri dari daun pisang (Padam *et al.*, 2014), pelepah daun pisang (Ahmad & Danish, 2018), batang semu pisang (Basak *et al.*, 2016), dan kulit pisang (Hassan *et al.*, 2018). Batang pisang memiliki berbagai nutrisi, seperti 9,8% bahan kering (DM), 18,4% abu total, 3,2% lemak kasar (CF), 31,7% serat kasar (CF), dan 8,8% protein kasar (CP) (Novieta *et al.*, 2021). Analisis ini menunjukkan bahwa kadar serat kasar pada batang pisang tinggi, sedangkan protein kasar relatif rendah. Akibatnya, nilai gizi

batang pisang rendah, yang membatasi penggunaannya sebagai pakan ternak (Asjanita *et al.*, 2024).

Salah satu strategi yang mungkin untuk meningkatkan nilai gizi limbah batang pisang adalah melalui fermentasi. Ini berarti bahwa batang pisang membutuhkan komponen pakan yang berbeda untuk menutupi kekurangan nutrisinya, terutama terkait sumber protein. Alternatif potensial adalah *Indigofera* sp., sejenis tanaman polong yang memiliki nilai gizi tinggi dan dapat berfungsi sebagai bahan pakan kaya protein. Tanaman ini mampu tumbuh subur di tanah dengan kesuburan rendah (Mirzah *et al.*, 2023). *Indigofera* sp. mengandung kadar protein kasar 28-30%, kalsium 1,78%, fosfor 0,34%,

kalium 1,42%, dan magnesium 0,51%, serta daya cerna yang cukup baik (Anggraini *et al.*, 2024).

Kombinasi batang pisang (*Musa paradisiaca*) dengan *Indigofera* sp selama fermentasi bertujuan untuk meningkatkan kualitas fisik pakan ternak yang berasal dari hasil samping pertanian sebagai pilihan pakan pengganti. *Indigofera* sp dikenal sebagai tanaman legum yang kaya protein, serat, serta senyawa bioaktif seperti tanin dan flavonoid, sehingga berpotensi memperbaiki karakteristik fisik batang pisang melalui fermentasi (Ferdiansyah & Windyasmara, 2026). Penambahan *Indigofera* sp dalam campuran diharapkan mampu meningkatkan kualitas fisik hasil fermentasi (Istiana & Sukaryani, 2026). Selain meningkatkan nilai nutrisi, pencampuran ini juga meningkatkan nilai pencernaan, melalui interaksi yang terjadi selama proses fermentasi dengan bantuan starter MA-11.

Salah satu metode yang efektif dalam meningkatkan mutu bahan pakan berserat, termasuk batang pisang adalah dengan penerapan proses fermentasi (Djawapatty *et al.*, 2024). Penggunaan mikroba fermentor MA-11 untuk fermentasi dapat meningkatkan struktur serat, menurunkan kadar lignin, dan meningkatkan daya cerna bahan kering dan organik (Prabowo & Sukaryani, 2025). MA MA-11 terdiri dari bakteri *Rhizobium* sp bersama dengan bakteri rumen dari sapi, termasuk tipe selulolitik, proteolitik, dan amilolitik (Rahmawati *et al.*, 2024). Mikroba ini bekerja menguraikan bahan organik kompleks menjadi lebih sederhana MA-11 dipilih karena memiliki kemampuan menghasilkan enzim selulase dan protease yang efektif dalam menguraikan serat dan protein, sehingga dapat mempercepat proses fermentasi serta meningkatkan kualitas produk akhir.

Namun, efektivitas fermentasi sangat dipengaruhi oleh dosis mikroba yang digunakan (Apzani *et al.*, 2017). Dengan demikian, perlu dilakukan penelitian untuk menentukan dosis MA-11 yang paling optimal dalam meningkatkan pencernaan bahan kering (KcBK) dan bahan organik (KcBO) pada campuran *Indigofera* sp dengan batang pisang. Melalui penelitian ini diharapkan diperoleh informasi ilmiah mengenai pengaruh pemberian MA-11 dengan dosis yang berbeda terhadap pencernaan pakan campuran, agar dapat dimanfaatkan sebagai pakan alternatif yang berkualitas bagi ternak ruminansia dan turut

mendorong pemanfaatan limbah pertanian secara berkelanjutan.

## Bahan dan Metode

### Waktu dan tempat

Penelitian ini berlangsung selama 12 hari dimulai pada 18 November 2025 sampai 30 Desember 2025. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Veteran Bangun Nusantara Sukoharjo.

### Alat dan bahan

Alat yang digunakan mencakup timbangan digital, mesin chopper, gelas ukur, plastik silo 30x45 cm, kabel tis, nampan sebagai tempat mencampur fermentasi sedangkan bahan-bahan yang diterapkan terdiri atas batang pohon pisang, *Indigofera* sp., molase, MA-11, dan aquades.

### Metode penelitian

Percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan 3 perlakuan dan 4 ulangan. Rancangan Acak Lengkap (RAL) merupakan jenis rancangan percobaan yang paling sederhana dibandingkan dengan rancangan percobaan lainnya (Rahmawati & Erina, 2020). Perlakuan yang diuji meliputi fermentasi pakan berbasis batang pohon pisang dan *Indigofera* sp. dengan perbedaan dosis MA-11, yakni P0 (0 mL MA-11), P1 (1 mL MA-11), dan P2 (2 mL MA-11), masing-masing dengan komposisi 350 g batang pisang dan 150 g *Indigofera* sp. Unit percobaan didefinisikan sebagai satu satuan pakan hasil fermentasi per perlakuan dan ulangan, sehingga total unit percobaan mencapai 12 satuan (3 perlakuan × 4 ulangan). Populasi penelitian terdiri atas seluruh pakan fermentasi berbahan batang pohon pisang dan *Indigofera* sp. dengan fermentasi dosis MA-11 yang berbeda setiap perlakuan, sedangkan sampel penelitian adalah 12 unit pakan fermentasi yang dihasilkan dari kombinasi perlakuan dan ulangan tersebut.

### Prosedur penelitian

#### Tahap Persiapan

Bahan utama mencakup batang pohon pisang (350 g) dan *Indigofera* sp. (150 g) per perlakuan, dengan starter MA-11 sesuai perlakuan, molases (10 mL) dicampur aquades

(25 mL). Peralatan terdiri dari timbangan digital, baskom pencampuran, serta 12 plastik silo. Bahan utama ditimbang, dicampur di baskom, lalu ditambahkan starter sesuai perlakuan secara merata, dan dimasukkan ke dalam plastik silo (satu per perlakuan).

#### Tahap Fermentasi

Bahan dipasatkan di plastik silo kemudian ditali dengan kabel tis dan diinkubasi pada suhu 30–37°C. Proses fermentasi berjalan selama 12 hari.

#### Tahap Pemanenan

Sampel dipanen setelah 12 hari kemudian sampel diambil sebanyak 30g per sampel dan dibawa ke laboratorium untuk dianalisis hasil.

#### Variabel yang diamati

Variabel yang diamati untuk mengetahui keberhasilan dalam penelitian yaitu :

1. Kecernaan Bahan Kering (KcBK)
2. Kecernaan Bahan Organik (KcBO)

#### Kecernaan Bahan Kering (KcBK)

Kecernaan bahan kering (KcBK) merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui sejauh mana bahan pakan dapat dicerna oleh ternak berdasarkan bagian keringnya setelah melalui proses fermentasi. Pengukuran KcBK dilakukan dengan metode in vitro dua tahap menurut Tilley dan Terry (1963), di mana sampel hasil fermentasi campuran *Indigofera sp.* dan batang pisang diinkubasi dalam cairan rumen selama 48 jam, kemudian dilanjutkan dengan inkubasi menggunakan larutan pepsin-HCl selama 48 jam berikutnya. Setelah proses inkubasi, residu disaring, dikeringkan pada suhu 105°C hingga berat konstan, kemudian ditimbang untuk menentukan jumlah bahan kering yang tercerna. Rumus perhitungan KcBK sebagai berikut:

$$\text{KcBK (\%)} = \frac{\text{Berat BK awal (g)} - \text{Berat residu BK (g)}}{\text{Berat BK awal (g)}} \times 100 \quad (1)$$

#### Kecernaan Bahan Organik (KcBO)

Kecernaan bahan organik (KcBO) adalah ukuran yang menunjukkan seberapa besar bagian bahan organik dari pakan yang dapat dicerna oleh mikroba rumen dan enzim pencernaan. Pengukuran KcBO dilakukan menggunakan

metode yang sama dengan pengujian KcBK, yaitu in vitro dua tahap. Setelah tahap inkubasi, sisa bahan kering dibakar dalam tungku muffle pada suhu 550°C selama 4 hingga 5 jam untuk menghilangkan zat organik dan menghasilkan abu. Perbedaan antara zat organik awal dan zat organik yang tersisa menunjukkan jumlah bahan organik yang telah terurai.

Rumus perhitungan KcBO sebagai berikut:

$$\text{KcBO (\%)} = \frac{\text{Berat BO awal (g)} - \text{Berat residu BO (g)}}{\text{Berat BO awal (g)}} \times 100 \quad (2)$$

#### Analisis Data

Data hasil penelitian berupa nilai Kecernaan Bahan Kering (KcBK) dan Bahan Organik (KcBO) dari tiap perlakuan dianalisis secara statistik menggunakan Analisis Varian (ANOVA) Rancangan Acak Lengkap (RAL). Apabila hasil analisis menunjukkan pengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan (*Duncan's Multiple Range Test/DMRT*) untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Seluruh analisis statistik dilakukan menggunakan perangkat lunak IBM SPSS Statistics versi 26.

#### Hasil dan Pembahasan

##### Kecernaan Bahan Kering (KcBK)

Berdasarkan temuan yang disajikan pada Tabel 1, berbagai dosis MA-11 memiliki dampak yang signifikan ( $P < 0,05$ ) terhadap daya cerna bahan kering (KcBK) pada batang pisang fermentasi dan *Indigofera sp.*

**Tabel 1.** Nilai KcBK Fermentasi Batang Pisang dan *Indigofera sp*

Ulangan	Perlakuan		
	P0	P1	P2
U1	70,29	75,02	76,96
U2	73,93	74,82	75,47
U3	71,20	75,89	75,99
U4	74,86	75,08	77,33
Rerata	72,57 <sup>a</sup> ±2,17	75,20 <sup>b</sup> ±0,47	76,43 <sup>b</sup> ±0,86

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ )

Hasil penelitian pada Tabel 1, menunjukkan bahwa penambahan inokulan MA-11 pada fermentasi campuran batang pisang dan *Indigofera sp* memberikan pengaruh nyata terhadap nilai KcBK. Nilai rata-rata yang

diperoleh pada masing-masing perlakuan yaitu P0 sebesar  $72,57 \pm 2,17$ ; P1 sebesar  $75,20 \pm 0,17$ ; dan P2 sebesar  $76,43 \pm 0,86$ .

Hasil tersebut menunjukkan adanya peningkatan nilai KcBK seiring dengan bertambahnya dosis MA-11 yang diberikan. Perlakuan P0 (tanpa MA-11) memiliki nilai terendah, sedangkan perlakuan P2 (dosis 2 mL) menunjukkan nilai tertinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan inokulan berperan penting dalam meningkatkan kualitas hasil fermentasi.

Peningkatan KcBK pada perlakuan yang diberi MA-11 disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme fermentatif yang terkandung dalam inokulan tersebut. Mikroba tersebut mampu menghasilkan enzim seperti selulase, hemiselulase, dan enzim pendegradasi lainnya yang berfungsi memecah komponen serat kasar, khususnya lignoselulosa yang terdapat dalam batang pisang. Proses degradasi ini menyebabkan struktur dinding sel menjadi lebih sederhana, sehingga meningkatkan ketersediaan nutrisi dan kemudahan bahan untuk dicerna.

Selain itu, keberadaan *Indigofera sp* sebagai bahan campuran yang memiliki kandungan protein tinggi turut mendukung proses fermentasi. Kombinasi antara sumber serat (batang pisang) dan sumber protein (*Indigofera sp*) menciptakan kondisi substrat yang ideal bagi pertumbuhan mikroorganisme, sehingga aktivitas fermentasi berlangsung lebih optimal pada perlakuan dengan penambahan MA-11.

Perlakuan P1 menunjukkan peningkatan nilai KcBK dibandingkan P0, namun masih lebih rendah dibandingkan P2. Hal ini menunjukkan bahwa dosis 1 mL belum sepenuhnya optimal dalam mendukung pertumbuhan dan aktivitas mikroba. Sementara itu, pada perlakuan P2, jumlah inokulan yang lebih tinggi memungkinkan populasi mikroba berkembang lebih cepat dan stabil, sehingga proses fermentasi berlangsung lebih intensif dan efisien (Suryatmana & Setiawati, 2025).

Segi variasi data, perlakuan P1 memiliki simpangan yang sangat kecil ( $\pm 0,17$ ), yang menunjukkan hasil yang sangat homogen, namun nilai rata-ratanya masih di bawah P2. Sedangkan P2 menunjukkan kombinasi antara nilai rata-rata tertinggi dan variasi yang relatif rendah, sehingga dapat dikatakan sebagai perlakuan terbaik. Hal

ini menunjukkan bahwa peningkatan jumlah inokulan tidak hanya meningkatkan nilai KcBK tetapi juga menjaga proses fermentasi tetap stabil. Secara umum, peningkatan nilai KcBK pada perlakuan MA-11 menunjukkan bahwa proses fermentasi berpotensi meningkatkan kualitas pakan melalui peningkatan daya cerna. Hal ini sesuai dengan prinsip fermentasi, yang menyatakan bahwa aktivitas mikroba dapat meningkatkan nilai gizi pakan dengan menguraikan zat kompleks menjadi zat yang lebih sederhana dan lebih mudah dimanfaatkan (Junaidi & Winarno, 2024).

### Kecernaan Bahan Organik (KcBO)

Berdasarkan temuan yang ditunjukkan pada Tabel 2, berbagai dosis MA-11 memiliki dampak yang signifikan ( $P < 0,05$ ) terhadap daya cerna bahan organik (KcBO) dari batang pisang fermentasi dan *Indigofera sp*.

**Tabel 2.** Nilai KcBO Fermentasi Batang Pisang dan *Indigofera sp*

Ulanga	Perlakuan		
	P0	P1	P2
n			
U1	51,61	60,55	64,24
U2	55,99	62,77	69,26
U3	55,65	66,35	67,84
U4	55,01	69,70	68,16
Rerata	$54,31^a \pm 1,99$	$64,84^b \pm 4,0$	$67,37^a \pm 2,1$
	2	7	

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ )

Data pada tabel 2, menunjukkan bahwa penambahan inokulan MA-11 pada proses fermentasi campuran batang pisang dan *Indigofera sp* memberikan pengaruh nyata terhadap nilai KcBO. Rata-rata hasil yang diperoleh berturut-turut adalah P0 sebesar  $54,315 \pm 1,999$ , P1 sebesar  $64,843 \pm 4,024$ , dan P2 sebesar  $67,375 \pm 2,176$ . Terlihat adanya kecenderungan peningkatan nilai seiring dengan bertambahnya dosis MA-11.

Perlakuan P0 (tanpa penambahan MA-11), nilai yang diperoleh paling rendah. Hal ini menunjukkan bahwa fermentasi yang berlangsung hanya mengandalkan mikroorganisme alami (mikroba indigenous) dari bahan, sehingga aktivitas degradasi substrat belum berlangsung secara optimal. Mikroorganisme alami umumnya memiliki jumlah dan aktivitas yang terbatas, sehingga

proses fermentasi berjalan lebih lambat dan kurang efisien.

Peningkatan nilai pada perlakuan P1 menunjukkan bahwa penambahan MA-11 dosis 1 ml mampu meningkatkan aktivitas fermentasi. MA-11 berperan sebagai penyedia mikroorganisme yang bermanfaat yang dapat mempercepat penguraian bahan organik dengan memproduksi enzim seperti selulase, protease, dan amilase (Sukaryani *et al.*, 2025). Enzim-enzim ini membantu mengubah unsur-unsur kompleks seperti serat kasar, protein, dan karbohidrat menjadi zat yang lebih sederhana dan lebih mudah digunakan.

Pada perlakuan P2, diperoleh nilai tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan dosis MA-11 hingga 2 ml mampu mengoptimalkan populasi mikroba fermentatif sehingga proses biokonversi berlangsung lebih intensif. Aktivitas mikroba yang lebih tinggi menyebabkan peningkatan degradasi bahan lignoselulosa pada batang pisang serta pemanfaatan nutrisi dari *Indigofera sp.*, yang dikenal memiliki kandungan protein cukup tinggi. Dengan demikian, kombinasi bahan dan dosis inokulan yang lebih tinggi menghasilkan kualitas fermentasi yang lebih baik.

Selain itu, nilai simpangan pada P2 relatif lebih kecil dibandingkan P1, yang menunjukkan bahwa proses fermentasi pada dosis 2 ml lebih stabil dan konsisten. Stabilitas ini penting dalam proses fermentasi karena menunjukkan bahwa kondisi lingkungan dan aktivitas mikroba berada pada tingkat yang optimal dan seragam di setiap ulangan.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini sejalan dengan prinsip dasar fermentasi bahwa penambahan starter mikroba dalam jumlah yang cukup akan meningkatkan efisiensi proses fermentasi (Suningsih *et al.*, 2019). Mikroorganisme dalam inokulan bekerja secara sinergis dalam menguraikan bahan organik, menghasilkan metabolit seperti asam organik yang juga berperan dalam menekan pertumbuhan mikroba patogen dan meningkatkan kualitas produk fermentasi (Zainal *et al.*, 2025).

## Kesimpulan

Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penambahan inokulan mikroba MA-11

memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan kualitas nutrisi campuran batang pisang dan *Indigofera sp.* Dosis optimal dicapai pada perlakuan P2 (2 ml MA-11) yang menghasilkan nilai Kecernaan Bahan Kering (KcBK) tertinggi sebesar 76,43% dan Kecernaan Bahan Organik (KcBO) sebesar 67,375%. Peningkatan ini terjadi karena aktivitas bakteri selulolitik, proteolitik, dan amilolitik dalam MA-11 yang secara sinergis mendegradasi komponen serat kasar dan lignoselulosa menjadi senyawa yang lebih sederhana. Kombinasi antara batang pisang sebagai sumber serat dan *Indigofera sp.* sebagai sumber protein, didukung dengan dosis inokulan yang tepat, terbukti mampu menciptakan proses biokonversi yang stabil dan intensif untuk menghasilkan pakan alternatif berkualitas bagi ternak ruminansia.

## Ucapan terima kasih

Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang tulus dan mendalam kepada orang tuanya, yang telah memberikan doa dan bantuan yang tak henti-hentinya. Ia juga menunjukkan apresiasinya kepada mentornya, yang dengan kebijaksanaan memberikan nasihat dan kepemimpinan yang berharga. Selain itu, ia menyampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada teman-teman dan rekan kerjanya, yang secara konsisten menjadi sumber motivasi dan dukungan yang dapat diandalkan selama setiap fase perjalanan, dari tahap penelitian hingga penyelesaian artikel ini.

## Referensi

- Ahmad, T., & Danish, M. (2018). Prospects of banana waste utilization in wastewater treatment: A review. *Journal of Environmental Management*. 206, 330-348. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.10.061>
- Anggraini, G., Dona, A., 2, A., Elisia, R., 2, Meidita, F., & 2. (2024). Pengaruh Penambahan *Indigofera Sp.* Terhadap Kualitas Fisik Fermentasi Batang Pisang Sebagai Pakan Ternak. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis Dan Ilmu Pakan*, 6(September), 100–107.
- Apzani, W., Wardhana, H. A. W., & Arifin, Z.

- (2017). Efektivitas Pupuk Organik Cair Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Fermentasi *Trichoderma* spp. terhadap Pertumbuhan Selada (*Lactuca sativa* L.). *Jurnal Sangkareang Mataram*, 3(3), 1–9.
- 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).  
<https://doi.org/https://doi.org/10.20956/jitp.v12i2.34937>
- Basak, S., Saxena, S., Chattopadhyay, S.K., Narkar, R., & Mahangade, R. (2016). Banana pseudostem sap: A waste plant resource for making thermally stable cellulosic substrate. *Journal of Industrial Textiles*. 46(4), 1003-1023. DOI: 10.1177/1528083715591580
- Djawapatty, D., Mano, W. N., & Ngaku, M. A. (2024). Pemanfaatan Batang Pisang Fermentasi sebagai Pakan Tambahan dalam Ransum Ayam Kub Fase Finisher di Sekolah Tinggi Pertanian Flores Bajawa. *Jurnal Kridatama Sains Dan Teknologi*, 6(02), 659–668.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.53863/kst.v6i02.1381>
- Ferdiansyah, T., & Windyasmara, L. (2026). Fermentation of Banana Stems and *Indigofera* sp. Using MA-11 with Different Durations on Physical Quality. *Jurnal Biologi Tropis*, 26(1), 518–525.  
<https://doi.org/http://doi.org/10.29303/jbt.v26i1.11015>
- Hassan, H.F., Hassan, U.F., Usher, O.A., Ibrahim, A.B., & Tabe, N.N. (2018). Exploring the Potentials of Banana (*Musa Sapientum*) Peels in Feed Formulation. *International Journal of Advanced Research in Chemical Science (IJARCS)*. 5 (5), 10-14. DOI: <http://dx.doi.org/10.20431/2349-0403.0505003>
- Intan Dwi Novieta, Irmayani dan Fitriani, A. U. (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.  
<https://doi.org/10.47728/ag.v39i1.314>
- 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.  
<https://doi.org/http://doi.org/10.29303/jbt.v26i1.11027>
- Junaidi, F., & Winarno, D. W. A. (2024). Pengembangan Teknologi Fermentasi Pakan Berbasis Hijauan untuk Peningkatan Kualitas Nutrisi pada Ternak Kambing (Rojokoyo Farm). *Jurnal SainTek*, 1(1), 76–82.  
<https://doi.org/10.33830/saintek.v1i1.10047.2024>
- Mirzah, M., Hellyward, J., Fajrona, K., & Wilnawati, W. (2023). Penggunaan Produk Fermentasi Daun *Indigofera* (*Indigofera zollingeriana*) dengan Bakteri *Bacillus amyloliquefaciens* dalam Ransum terhadap Performa Ayam Broiler. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 25(3), 339–350.  
<https://doi.org/10.25077/jpi.25.3.339-350.2023>
- Padam, B.S., Tin, H.S., Chye, F.Y., & Abdullah, M.I. (2014). Banana byproducts: an under-utilized renewable food biomass with great potential. *J Food Sci Technol*. 51(12), 3527–3545. doi:10.1007/s13197-012-0861-2
- Prabowo, R. J., & Sukaryani, S. (2025). The Difference Between Using MA-11 and EM-4 in Corn Slamper Fermentation to Increase Dry Matter and Organic Matter Digestibility. *Jurnal Biologi Tropis*, 25(2), 2115–2122.
- Rachmawati, E. N., Sukaryani, S., & Purwati, C. S. (2024). Kecernaan Protein Kasar Dan Serat Kasar Kulit Singkong Terfermentasi Ma-11. *Agrinimal Jurnal Ilmu Ternak Dan Tanaman*, 12(2), 58–63.  
<https://doi.org/10.30598/ajitt.2024.12.2.58-63>
- Rahmawati, A. S., & Erina, R. (2020). Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan uji anova dua jalur. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 4(1), 54–62.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.37478/optika.v4i1.333>
- Sukaryani, S., Windyasmara, L., Sariri, A. K.,

- Purwati, C. S., & Husein, M. (2025). Kecernaan Invitro Tumpi Jagung Yang Difermentasi Menggunakan Ma-11 Dan Em4 Dengan Penambahan Molases Dan Urea. *AVES: Jurnal Ilmu Peternakan*, 19(2).  
<https://doi.org/https://doi.org/10.35457/6ykee985>
- Suningsih, N., Ibrahim, W., Liandris, O., & Yulianti, R. (2019). Kualitas fisik dan nutrisi jerami padi fermentasi pada berbagai penambahan starter. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 14(2), 191–200.  
<https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.31186/jspi.id.14.2.191-200>
- Suryatmana, P., & Setiawati, M. R. (2025). Efek Inokulasi Bakteri Pemfiksasi N dalam Carrier Organik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Padi Gogo pada Inceptisol. *Soilrens*, 23(2), 142–152.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.24198/soilrens.v23i2.69714>
- Zainal, Z. A., Hidayat, N., Rusmini, R., La Mudi, L. M., Mentari, F. S. D., Arifiana, N. B., & Krismiratsih, F. (2025). Efektivitas Bakteri Asam Laktat Terhadap Percepatan Dekomposisi Bahan Organik Mucuna Dalam Proses Fermentasi Kompos. *Median: Jurnal Ilmu Ilmu Eksakta*, 17(2), 50–60.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.33506/md.v17i2.4562>