

# Fermentation of Banana Stems and *Indigofera* sp. Using MA-11 with Different Durations on Physical Quality

Taufik Ferdiansyah<sup>1</sup> & Ludfia Windyasmara<sup>1\*</sup>

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

## Article History

Received : January 15<sup>th</sup>, 2026

Revised : January 26<sup>th</sup>, 2026

Accepted : February 03<sup>th</sup>, 2026

\*Corresponding Author:

**Ludfia Windyasmara,**

Program Studi Peternakan,  
Fakultas Pertanian, Universitas  
Veteran Bangun Nusantara,  
Jombor, Jawa Tengah,  
Indonesia;

Email:

[windyasmaraudfia@gmail.com](mailto:windyasmaraudfia@gmail.com)

**Abstract:** The high cost of ruminant feed and fluctuating forage availability have encouraged the use of local waste, such as banana stems, combined with *Indigofera* sp. through fermentation with the probiotic MA-11 to improve the feed's physical quality and pH. This study aimed to determine the effect of fermentation time (0, 3, 6, 9, and 12 days) on the texture, aroma, color, and pH of the mixture to determine the optimal time for use as an alternative feed based on agricultural waste. The study used a completely randomized design with five treatments and four replications, conducted over 12 days in the Microbiology Laboratory of the Faculty of Agriculture, Veteran Bangun Nusantara University, Sukoharjo. Testing involved panelist assessments for physical quality and periodic pH measurements. The results showed a highly significant effect of fermentation time on all parameters, with a 9-day treatment producing a soft texture, fresh sour aroma, yellowish-brown color, and an optimal low pH. A 9-day fermentation with MA-11 yields high-quality feed from local waste.

**Keywords:** Banana stem, fermentation, *Indigofera* sp., MA-11, physical quality, pH.

## Pendahuluan

Sektor peternakan, khususnya ruminansia, sangat bergantung pada ketersediaan pakan berkualitas sebagai komponen biaya terbesar. Pakan merupakan kebutuhan yang harus selalu diperhatikan untuk kelangsungan hidup dan pemeliharaan ternak agar dapat berproduksi dengan baik. Ketersediaan pakan dari segi kualitas maupun kuantitas sangat berpengaruh terhadap produktivitas ternak, yaitu pertumbuhan dan penambahan bobot badan ternak (Oke, 2025). Hal ini membuat para peternak harus mengeluarkan biaya yang relatif mahal untuk memenuhi ketersediaan pakan sumber protein dan zat gizi bagi ternak (Ton *et al.*, 2023). Salah satu cara untuk mengatasi masalah ini adalah dengan memaksimalkan penggunaan bahan pakan lokal. Di daerah tropis khususnya Indonesia, ketersediaan pakan cenderung berfluktuasi secara signifikan sepanjang tahun. Selama musim kemarau, terjadi kelangkaan

pakan, yang sering kali berkualitas buruk dan kurang konsisten. Di sisi lain, di musim hujan, pakan menjadi berlimpah dan lebih banyak (Djawapatty *et al.*, 2024). Oleh karena itu, diperlukan inovasi dalam teknologi pengolahan pakan untuk memanfaatkan bahan baku lokal yang melimpah dan meningkatkan kualitas fisik serta palatabilitasnya.

Batang pisang (*Musa paradisiaca*) merupakan limbah pertanian yang melimpah di Indonesia seiring dengan tingginya produksi pisang nasional. Limbah ini berpotensi dimanfaatkan sebagai pakan ternak karena mengandung karbohidrat yang cukup tinggi (Anggraini *et al.*, 2024). Namun, pemanfaatan batang pisang dalam bentuk segar masih terbatas akibat kandungan serat kasar dan kadar air yang tinggi, yang berdampak pada rendahnya palatabilitas dan pencernaan (Usman *et al.*, 2021). Beberapa penelitian melaporkan bahwa teknologi fermentasi, khususnya silase, mampu memperbaiki kualitas fisik dan nilai gizi batang

pisang sehingga lebih layak digunakan sebagai pakan ternak (Asjanita *et al.*, 2024; Wahid *et al.*, 2024).

*Indigofera sp.* merupakan tanaman leguminosa dengan kandungan protein kasar tinggi yang banyak dimanfaatkan sebagai pakan ternak ruminansia. Tanaman ini memiliki keunggulan berupa pertumbuhan cepat, toleran terhadap kondisi lahan marginal, serta kandungan protein kasar hingga 28–30% dan mineral esensial yang mendukung pertumbuhan ternak (Anggraini *et al.*, 2024). Penambahan *Indigofera sp.* pada pakan berbasis limbah pertanian dilaporkan mampu meningkatkan kandungan protein dan memperbaiki kualitas pakan secara keseluruhan (Dewa *et al.*, 2024). Oleh karena itu, pencampuran *Indigofera sp.* dengan batang pisang berpotensi menjadi strategi untuk mengatasi keterbatasan nutrisi pada limbah batang pisang.

Pencampuran batang pisang (*Musa paradisiaca*) dengan *Indigofera sp* dalam proses fermentasi merupakan strategi penting untuk meningkatkan kualitas fisik pakan ternak, terutama dalam konteks pengolahan limbah pertanian menjadi pakan alternatif untuk ternak. *Indigofera sp*, sebagai tanaman legum yang kaya akan protein, serat, dan senyawa bioaktif seperti tanin serta flavonoid, memiliki potensi untuk memperbaiki kualitas fisik batang pisang (*Musa paradisiaca*) melalui proses fermentasi (Karyono *et al.*, 2024). Batang pisang, yang umumnya bertekstur keras dan tinggi lignoselulosa, cenderung kurang stabil secara fisik dan sulit dicerna oleh ternak. Karena produktivitas dan kualitasnya yang lebih unggul dibandingkan kacang-kacangan lainnya, *Indigofera sp* menjadi sumber pakan protein atau pakan konsentrat (Anggraini *et al.*, 2024). Penambahan *Indigofera sp* diharapkan dapat meningkatkan kualitas fisik fermentasi campuran tersebut. Pencampuran ini tidak hanya meningkatkan nilai gizi tetapi juga secara signifikan memengaruhi kualitas fisik, seperti, warna, tekstur, aroma, dan pH melalui interaksi selama fermentasi dengan starter MA-11.

Proses fermentasi merupakan metode bioteknologi yang melibatkan aktivitas mikroorganisme untuk mengubah substrat organik menjadi produk dengan nilai gizi lebih baik, seperti peningkatan kandungan asam amino, vitamin, dan enzim (Heriyanto, 2025).

Mikroorganisme yang berpartisipasi dalam proses fermentasi tentunya harus ada. Bakteri, khamir, dan kapang adalah beberapa mikroorganisme yang mungkin digunakan untuk proses fermentasi. Fermentasi adalah salah satu cara untuk menaikkan kualitas pakan asal limbah, karena mikroorganisme membantu mendegradasi pakan dan mungkin menaikkan kualitas gizi pakan yang kurang baik (Wahid *et al.*, 2024). Hasil penelitian ini, digunakan starter MA-11. MA-11 merupakan salah satu jenis probiotik yang banyak digunakan dalam pengolahan pakan ternak (Dewa *et al.*, 2024). MA-11 dipilih karena kemampuannya menghasilkan enzim selulase dan protease yang efektif mendegradasi serat dan protein, sehingga mempercepat proses fermentasi dan meningkatkan kualitas produk akhir.

Proses fermentasi pakan, lama waktu merupakan salah satu faktor yang harus diperhatikan. Fermentasi yang terlalu singkat mengakibatkan terbatasnya kesempatan bagi mikroorganisme untuk berkembang sehingga komponen substrat yang akan dirombak menjadi massa sel juga akan sedikit. Oleh karena itu diperlukan waktu fermentasi yang lebih lama agar mikroorganisme memiliki lebih banyak kesempatan untuk tumbuh dan berkembang biak dan beraktifitas merombak substrat (Ton *et al.*, 2023). Lama waktu fermentasi merupakan variabel krusial yang memengaruhi keberhasilan proses fermentasi. Lama waktu fermentasi yang berbeda (misalnya 0, 3, 6, 9, dan 12 hari) dapat mempengaruhi tingkat degradasi serat, produksi asam organik, dan pembentukan aroma yang menarik bagi ternak, durasi optimal biasanya menghasilkan pakan dengan tekstur lunak dan rasa asam ringan yang merangsang nafsu makan (Sandi *et al.*, 2023). Sementara fermentasi berlebih berisiko menurunkan protein dan menimbulkan bau tidak sedap yang secara langsung memengaruhi tingkat penerimaan ternak dan efisiensi pakan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai perlakuan lama fermentasi (3, 6, 9, dan 12 hari) yang menghasilkan kualitas fisik (tekstur, aroma, dan warna) terbaik dan minimal dari pertumbuhan jamur pada fermentasi campuran batang pisang dan *Indigofera sp* menggunakan MA-11.

## Bahan dan Metode

### Waktu dan tempat

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

### Alat dan bahan

Alat-alat penelitian ini mencakup timbangan digital, mesin chopper, gelas ukur, plastik silo, baskom sebagai wadah pencampuran fermentasi, pH meter digital, termometer, kabel tis, kertas label, spidol, dan kertas skor. Adapun bahan-bahan yang diterapkan terdiri atas batang pohon pisang, *Indigofera sp.*, molase, Microbacter alfalfa-11 (MA – 11), dan aquades.

### Metode Penelitian

Penelitian ini menerapkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 4 ulangan. Rancangan Acak Lengkap (RAL) merupakan rancangan yang paling sederhana jika dibandingkan dengan rancangan-rancangan percobaan lainnya (Wijaya & Harahap, 2022). Perlakuan yang diuji meliputi variasi lama fermentasi pakan berbasis batang pisang dan *Indigofera sp.*, yakni P0 (0 hari), P1 (3 hari), P2 (6 hari), P3 (9 hari), serta P4 (12 hari), masing-masing dengan komposisi 350 g batang pisang dan 150 g *Indigofera sp.* yang difermentasi menggunakan inokulan MA-11. Unit percobaan didefinisikan sebagai satu satuan pakan hasil fermentasi per perlakuan dan ulangan, sehingga total unit percobaan mencapai 20 satuan (5 perlakuan  $\times$  4 ulangan).

Populasi penelitian terdiri atas seluruh pakan fermentasi berbahan batang pisang dan *Indigofera sp.* dengan variasi durasi fermentasi, sedangkan sampel penelitian adalah 20 unit pakan fermentasi yang dihasilkan dari kombinasi perlakuan dan ulangan tersebut. Kualitas fisik pakan dilakukan melalui penilaian organoleptik oleh 20 panelis semi terlatih, yang mencakup aspek warna, aroma, dan tekstur (Idris *et al.*, 2021). Panelis berfungsi sebagai instrumen pengukur, bukan sebagai unit percobaan, terhadap setiap unit pakan fermentasi.

### Prosedur Penelitian

#### Tahap Persiapan

Bahan utama mencakup batang pisang (350 g) dan *Indigofera sp.* (150 g) per perlakuan, dengan starter MA-11 (2ml), molases (10ml) dicampur aquades (25ml). Peralatan terdiri dari timbangan digital, baskom pencampuran, serta 20 plastik silo. Bahan utama ditimbang, dicampur di baskom, lalu ditambahkan starter secara merata, dan dibagi 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. Pengukuran pH dilakukan menggunakan pH meter digital pada hari ke-3, ke-6, ke-9, dan ke-12 untuk memantau proses fermentasi.

#### Tahap Pemanenan

Sampel dipanen pada jadwal pengukuran pH, dikeringkan di bawah sinar matahari (diangin-anginkan), kemudian dinilai kualitas fisiknya (tekstur, aroma, warna) oleh 20 panelis semi terlatih melalui kuisioner standar.

### Variabel yang Diamati

Variabel penelitian ini meliputi kualitas fisik fermentasi campuran batang pisang dan *Indigofera sp.* menggunakan starter MA-11 dengan lama fermentasi berbeda, yaitu tekstur (dinilai kasar, sedikit halus, atau halus melalui perabaan) (Putra & Dona, 2023), aroma (tidak asam, sedikit asam, atau asam segar melalui indera penciuman), serta warna (cokelat kehitaman, cokelat, atau cokelat kekuningan melalui penglihatan) (Idris *et al.*, 2021), yang semuanya dinilai secara organoleptik oleh 20 panelis berdasarkan kriteria skor *hedonic*. Derajat keasaman (pH) diukur menggunakan pH meter digital untuk menunjukkan keberhasilan fermentasi oleh bakteri asam laktat dari MA-11, dengan pengukuran dilakukan pada hari ke-3, 6, 9, dan 12.

### Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) sesuai dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap variabel yang diamati (Wahid *et al.*, 2024). Pengujian dilakukan pada taraf

signifikansi 1% ( $P < 0,01$ ). Apabila hasil analisis menunjukkan adanya pengaruh perlakuan yang sangat nyata, maka dilanjutkan dengan uji Jarak Berganda Duncan (*Duncan's Multiple Range Test/DMRT*) untuk mengetahui perbedaan yang signifikan antar perlakuan (Anjani & Sukaryani, 2025). Seluruh analisis statistik dilakukan menggunakan perangkat lunak IBM SPSS *Statistics versi 26*.

## Hasil dan Pembahasan

### Kualitas Fisik

#### Tekstur

Data hasil penelitian kualitas fisik dari tekstur menunjukkan bahwa P0 (1,00), P1 (2,00), P2 (2,00), P3 (2,93), dan P4 (2,91). Dari Tabel 1, dapat dilihat bahwa rerata hasil analisis kualitas fisik tekstur hasil fermentasi batang pisang dan *Indigofera sp* dengan lama fermentasi yang berbeda memberikan pengaruh yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ). Menurut (Anggraini *et al.*, 2024) untuk mengukur kualitas fisik adalah dengan melihat tekstur pada proses fermentasi, semakin lancar proses fermentasinya, semakin baik hasil fermentasinya. Peningkatan ini menunjukkan efektivitas MA-11 dalam mendegradasi serat kasar yang tinggi pada batang pisang melalui aktivitas enzim mikroorganisme, termasuk bakteri yang bersifat selulolitik, proteolitik, dan amilolitik (Prabowo & Sukaryani, 2025).

**Tabel 1.** Rerata hasil analisis kualitas fisik dan nilai pH batang pisang dan *Indigofera sp*.

Parameter	P0	P1	P2	P3	P4
<b>Tekstur</b>	1,00 <sup>a</sup>	2,00 <sup>b</sup>	2,00 <sup>b</sup>	2,93 <sup>d</sup>	2,91 <sup>c</sup>
<b>Aroma</b>	1,01 <sup>a</sup>	2,03 <sup>b</sup>	2,22 <sup>b</sup>	2,95 <sup>d</sup>	2,43 <sup>c</sup>
<b>Warna</b>	1,02 <sup>a</sup>	1,95 <sup>c</sup>	1,73 <sup>b</sup>	2,93 <sup>c</sup>	2,50 <sup>c</sup>
<b>Nilai PH</b>	7,17 <sup>c</sup>	5,0 <sup>b</sup>	4,72 <sup>ab</sup>	4,42 <sup>a</sup>	4,77 <sup>ab</sup>

Keterangan <sup>a, b, c, d, e</sup> : Superskrip yang berbeda pada baris yang sama signifikan menunjukkan berbeda sangat nyata ( $P < 0,01$ ).

Proses degradasi ini menghasilkan struktur fermentasi yang lebih halus, tidak menggumpal, dan tidak berlendir (Idris *et al.*, 2021). Penambahan *Indigofera sp*. yang kaya akan protein memperkuat struktur padat dan mengurangi sifat lengket, mengakibatkan tekstur yang halus dan tidak berlendir sesuai dengan kriteria silase berkualitas baik. Hal ini sejalan dengan pendapat (Jati *et al.*, 2024) yang

menyatakan bahwa silase yang baik yaitu tidak menggumpal, tidak berlendir dan berbentuk halus, jadi dapat digolongkan silase yang dihasilkan baik. Skor tertinggi yang tercatat pada Tabel 1, P3 dan P4 menunjukkan bahwa waktu fermentasi 9-12 hari adalah lama waktu fermentasi yang paling ideal untuk pembuatan silase yang baik dan dapat meningkatkan rasa dan daya tarik fisik bagi hewan ruminansia.

#### Aroma

Hasil penelitian yang disajikan pada Tabel 1, terlihat rata-rata hasil uji kualitas fisik aroma dari batang pisang dan *Indigofera sp*. yang difermentasi dengan MA-11 dan penambahan *Indigofera sp*, menurut perlakuan yaitu P0 (1,01), P1 (2,03), P2 (2,22), P3 (2,95), dan P4 (2,43). Aroma silase berasal dari aktivitas fermentasi yang meliputi keadaan anaerob dan perkembangan lainnya (Nugroho *et al.*, 2024). Hal ini sejalan dengan pendapat (Jati *et al.*, 2024) yang menyatakan bahwa dalam proses pembuatan silase bakteri anaerob aktif bekerja menghasilkan asam organik yang mengeluarkan bau asam pada silase. Perbaikan aroma dari 1,01 (tidak asam, P0) meningkat hingga 2,95 (asam segar, P3) akibat produksi asam organik volatil oleh bakteri anaerob MA-11, yang dapat meningkatkan palatabilitas hewan ternak tanpa memberikan bau amonia yang tidak sedap.

Hasil pendapat (Febrina *et al.*, 2022) fermentasi yang baik mempunyai bau asam karena mengandung asam laktat, bukan bau yang menyengat. Hal ini dijelaskan oleh (Landupari *et al.*, 2020) yang menyatakan bahwa aroma secara umum untuk hasil silase yang baik adalah aroma asam karena pada proses ensilase terjadi proses fermentasi. Aroma asam fermentasi pakan disebabkan karena pada proses fermentasi terjadi proses ensilase bakteri anaerob aktif bekerja menghasilkan asam organik (Rahayu, 2025). Penurunan yang terjadi pada P4 (2,43) menunjukkan terjadinya proteolisis berlebihan, yang menghasilkan senyawa yang kurang diinginkan, tetapi masih lebih baik dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Aroma asam segar pada P3 (2,95) fermentasi selama 9 hari menunjukkan indikator keberhasilan proses fermentasi, yang mendukung penerimaan pakan oleh ternak dari bahan pakan berbasis limbah lokal ini.

#### Warna



Hasil rerata uji kualitas fisik yang terdapat pada Tabel 4, perubahan skor warna yaitu P0 (1,02), P1 (1,95), P2 (1,73), P3 (2,93), dan P4 (2,50) menunjukkan degradasi minimal oksidatif selama fermentasi campuran batang pisang (*Musa paradisiaca*) dan *Indigofera sp.* menggunakan starter MA-11. Menurut pendapat (Anggraini *et al.*, 2024) menyatakan bahwa respirasi aerob berlangsung selama jumlah oksigen yang tersedia, hingga karbohidrat dalam bahan berakhir, ini menyebabkan perubahan warna. Pada P0 (kontrol 0 hari), warna gelap akibat paparan oksigen awal memicu reaksi Maillard prematur antara gula pereduksi batang pisang dan asam amino bebas, menghasilkan melanoidin cokelat kehitaman (Nur Alifah *et al.*, 2025). Sebaliknya, kondisi silo plastik anaerob pada P1–P4 membatasi respirasi aerob, secara bertahap mencegah degradasi pigmen hijau kekuningan khas legum tropis.

Menurut (Aglazziyah *et al.*, 2020) pigmen phaeophytin berperan sebagai faktor utama perubahan warna coklat pada silase, yang merupakan turunan klorofil akibat hilangnya ion magnesium dari pusat molekulnya. Kenaikan suhu selama proses fermentasi memicu pelepasan magnesium dari klorofil karena ketidakstabilan atom pusat pada struktur molekulnya. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian yang mengobservasi perubahan warna coklat pada perlakuan P1 dan P2. Warna cokelat kekuningan pada P3 fermentasi 9 hari, mirip bahan awal, yang meningkatkan daya tarik visual bagi ternak ruminansia. Hal ini sesuai dengan pendapat (Alwi *et al.*, 2022) yang menyatakan bahwa silase yang berkualitas baik akan berwarna hampir menyamai warna tanaman atau pakan sebelum difermentasi.

Warna optimal pada P3 fermentasi selama 9 hari tidak hanya indikator estetika tetapi juga fungsional, karena silase berwarna coklat kekuningan meningkatkan palatabilitas ternak melalui stimuli visual yang merangsang nafsu makan ternak. Proses fermentasi anaerob meminimalkan oksidasi karbohidrat dan lignin pada batang pisang, yang biasanya menyebabkan perubahan warna keabu-abuan atau kehitaman akibat hidrolisis hemiselulosa di bawah kondisi aerob. Aktivitas enzim selulolitik dari MA-11 memecah dinding sel lignoselulosa secara selektif, melepaskan gula sederhana untuk

fermentasi homolaktik tanpa akumulasi senyawa polimerik berpigmen gelap.

#### *Derajat Keasaman (pH)*

Hasil rata-rata yang ditunjukkan pada Tabel 1, penurunan pH dari 7,17 (netral pada P0, 0 hari) menjadi 4,42 (optimal pada P3, 9 hari) menunjukkan dominasi bakteri asam laktat (BAL) dari starter MA-11, yang mengkonsumsi karbohidrat larut batang pisang menjadi asam laktat, sehingga menghambat pertumbuhan patogen seperti *Clostridium sp.* dan jamur. Menurut (Wahid *et al.*, 2024) nilai keasaman (pH) fermentasi merupakan salah satu kriteria yang digunakan untuk mengevaluasi fermentasi. Hal ini ditegaskan oleh (Ermawati *et al.*, 2025) yang menyatakan bahwa proses fermentasi yang berlangsung secara optimal ditandai dengan penurunan nilai pH yang membentuk lingkungan asam, sehingga mendukung aktivitas bakteri asam laktat secara lebih efektif.

Rentang pH 4,2–4,5 pada P3 dikategorikan baik menurut kriteria ensilase, dengan perbedaan sangat nyata ( $P < 0,01$ ) antar perlakuan berdasarkan ANOVA dan uji Duncan, di mana peningkatan ringan pada P4 (4,77) mengindikasikan keseimbangan homeostasis mikroba setelah puncak degradasi. Hal ini sesuai dengan pendapat (Septian *et al.*, 2022) yang mengkategorikan kualitas fermentasi anaerob berdasarkan nilai pH yaitu (3,5–4,2) baik sekali, (4,2–4,5) baik, (4,5–4,8) sedang dan lebih dari 4,8 adalah jelek. Widiarso *et al.*, (2023) mempertegas bahwa semakin rendah nilai PH maka kualitas dari fermentasi adalah semakin baik. Hasil fermentasi terbaik dapat dilihat bahwa lama waktu fermentasi 9 hari menghasilkan nilai PH yang baik yaitu P3 (4,42) yang mengindikasikan proses fermentasi berjalan dengan baik.

#### **Kesimpulan**

Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa proses fermentasi campuran batang pisang (*Musa paradisiaca*) dan *Indigofera sp.* dengan menggunakan starter MA-11 serta lama fermentasi (0, 3, 6, 9, dan 12 hari) secara signifikan meningkatkan kualitas fisik pakan ternak, meliputi tekstur, aroma, warna, dan nilai pH. Perlakuan fermentasi yang berlangsung selama 9 hari (P3) memberikan kualitas terbaik

dengan tekstur yang halus (skor 2,93), aroma segar asam (skor 2,95), warna coklat kekuningan (skor 2,93), serta nilai pH terendah (4,42), yang menandakan bahwa degradasi serat lignoselulosa berlangsung dengan baik berkat enzim dari MA-11 dan adanya protein tinggi dari *Indigofera sp.*

### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang tak terperi dengan air mata haru kepada kedua orang tua yang tak pernah lelah menghembuskan doa dan dukungan tak putus asa, kepada dosen pembimbing yang dengan sabar menyinari jalan gelap melalui bimbingan dan arahan bijaknya, serta kepada orang tercinta, sahabat setia, dan teman-teman seperjuangan yang menjadi mercusuar semangat tak tergoyahkan, menyertai setiap langkah melelahkan dari proses penelitian hingga akhir penyusunan jurnal ini

### Referensi

- Aglazziyah, H., Ayuningsih, B., & Khairani, L. (2020). Pengaruh Penggunaan Dedak Fermentasi Terhadap Kualitas Fisik Dan Ph Silase Rumput Gajah (*Pennisetum Purpureum*) The Effect Of Fermented Bran On The Physical Quality And Ph Of The Elephant Grass (*Pennisetum Purpureum*) Silage. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis Dan Ilmu Pakan*, 2(3), 156–166. <https://doi.org/10.24198/jntip.V2i3.30290>
- Alwi, W., Hadrawi, J., Nur, K., & Fitriastuti, R. (2022). Buletin Peternakan Tropis Kualitas Fisik Dedak Fermentasi Dengan Penambahan Em4 Dan Lama Penyimpanan Berbeda. *Buletin Peternakan Tropis*, 3(1), 68–74. <https://doi.org/10.31186/bpt.3.1.68-74> Bul.
- Anggraini, G., Dona, A., Elisia, R., & Meidita, F. (2024). Pengaruh Penambahan Indigoferasp. Terhadap Kualitas Fisik Fermentasi Batang Pisang Sebagai Pakan Ternak. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis Dan Ilmu Pakan Jurnal*, 6(September), 100–107.
- Anjani, N., & Sukaryani, S. (2025). Perbaikan Nilai Nutrisi Tumpi Jagung Melalui Teknologi Fermentasi Menggunakan Ma-11 Dan Em-4. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 9(2), 317–324. <https://doi.org/10.32585/ags.V9i2.6598>
- 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*, Vol 12 No., 81–86. <https://doi.org/10.20956/jitp.V12i2.34937>
- Dewa, B. B., Sukaryani, S., & Yakin, E. A. (2024). Efektifitas Ma-11 Dalam Meningkatkan Kecernaan Daun Kelapa Sawit Sebagai Pakan Ternak Alternatif The Effectiveness Of Ma-11 In Improving The Digestibility Of Oil Palm Leaves As An Alternative Animal Feed. 13(3), 351–356.
- 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/10.53863/kst.V6i02.1381>
- Ermawati, N., Yanza, Y. R., Susilawati, I., & Saefulhadjjar, D. (2025). Karakteristik Fisik Dan Ph Silase Pueraria Montana Var . Lobata Dengan Penambahan Tebon Jagung , Ampas Tahu Dan Akselerator Physical Characteristics And Ph Of Silage Pueraria Montana Var . Lobata With The Addition Of Corn Stover , Tofu Dregs And Accelerat. *Jurnal Ilmu Pertanian*, 7(1), 10–19. <https://doi.org/10.37577/composite.V7i1.832>
- Febrina, D., Wahyono, T., Mulianda, R., Qomariyah, N., Nurfitriani, R. A., Khairi, F., Desraini, S., Prastyo, A. B., & Adli, D. N. (2022). Kualitas Fisik Silase Rumput Gajah Dan Ampas Tahu Segar Dengan Penambahan Sirup Komersial Afkir. *Jurnal Ilmu Nutrisi Dan Teknologi Pakan*, 20(2), 73–77. <https://doi.org/10.29244/jintp.20.2.73-77> J
- Heriyanto. (2025). Pengaruh Pemberian Pakan Fermentasi Terhadap Pertumbuhan Dan Efisiensi Pakan Sapi Potong. *Journal Of*

- Animal Husbandry*, 1(1), 1–6.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.70716/Joah.V1i1.40> Pengaruh
- 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>
- Jati, P. Z., Novita, M., & Setiawan, B. D. (2024). Pemanfaatan Limbah Batang Pisang Sebagai Alternatif Pakan Ternak Melalui Uji Kualitas Fisik Pakan. *Indo Green Journal*, 2(1), 87–92.  
<https://doi.org/10.31004/Green.V2i1.60>
- Karyono, T., Herlina, B., Utama Adlan, Z., & Trianah, Y. (2024). Komposisi Fermentasi Silase Jerami Padi Dan Legume Indigofera (*Indigofera Zollingeriana*) Terhadap Kualitas Fisik Dan Nutrisi Pakan Ternak Ruminansia. *Jurnal Peternakan Silampari*, 3(1), 31–42.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.58328/Jps.V3i1>
- Landupari, M., Foekh, A. H. B., & Utami, K. . B. (2020). Pembuatan Silase Rumput Gajah Odot (. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 22(2), 249–253.  
<https://doi.org/10.25077/jpi.22.2.249-253.2020>
- Nugroho, R. W., Mursyid, A., Mulyono, W., & Sariri, A. K. (2024). Pengaruh Variasi Dosis Ma-11 Dalam Fermentasi Onggok Terhadap Kualitas Fisik Dan Bobot Kering The Effect Of Varied Doses Of Ma-11 In Fermentation Onggok. *Tropical Animal Science*, 6(November), 73–78.  
<https://doi.org/10.36596/Tas.V6i2.1646>
- Nur Alifah, N., Ariana Setiawan, M., Rizky Anza, Y., Susilawati, I., & Saefulhadjar, D. (2025). Kualitas Fisik Dan Nilai Ph Silase Arachis Pinto Dengan Campuran Bahan Pakan Yang Berbeda Physical Quality And Ph Value Of Arachis Pinto Silage With Different Mixtures Of Feed Ingredients. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis Dan Ilmu Pakan Jurnal*, 7(1), 11–22.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.24198/Jnttip.V7i1.59173>
- Oke, H. (2025). Analisis Pengaruh Pakan Fermentasi Terhadap Pertumbuhan Sapi Potong Husna. *Journal Of Animal Husbandry*, 1(2), 44–50.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.70716/Joah.V1i2.92> Analisis
- Prabowo, R. J., & Sukaryani, S. (2025). Jurnal Biologi Tropis The Difference Between Using Ma-11 And Em-4 In Corn Slamper Fermentation To Increase Dry Matter And Organic Matter Digestibility. *Jurnal Biologi Tropis*, Vol. 25 No. <https://doi.org/10.29303/Jbt.V25i2.8984>
- Putra, R. W., & Dona, A. (2023). Uji Organoleptik Fermentasi Ampas Tebu Dengan Pemberian Em-4 Level Berbeda. *Journal Of Livestock And Animal Health*, 6(2), 63–67.  
<https://doi.org/10.32530/Jlah.V6i2.25>
- Rahayu, A. (2025). Analisis Kualitas Fisik , Ph , Dan Nilai Fleigh Dan Indigofera ( *Indigofera Zollingeriana* ) Dengan Analisis Kualitas Fisik , Ph , Dan Nilai Fleigh Silase Berbahan Dasar Sorgum ( *Sorgum Bicolor* ) Dan Indigofera ( *Indigofera Zollingeriana* ) Dengan.
- Sandi, S., Naidilah, A., Pratama, T., Sahara, E., Yosi, F., & Sari, M. L. (2023). Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Ph , Total Asam , Dan Amonia Ampas Jus Limbah Sayur Sebagai Pakan. *Jurnal Ilmu Peternakan Terapan*, 200.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.25047/Jipt.V6i2.3640>
- Septian, M. H., Arzaq, M., & Suhendra, D. (2022). Kualitas Fermentasi Kulit Kopi Menggunakan Probiotik Heryaki Berdasarkan Kandungan Asam Laktat , Ph , Bahan Kering , Dan Nilai Fleight. 4(2), 34–40.
- Ton, J. W., Lawa, E. D. W., Hilakore, M. A., & Lazarus, E. J. L. (2023). Pengaruh Lama Waktu Fermentasi Terhadap Kualitas Fisik Silase Isi Rumen Sapi. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 11(November), 176–189.  
<https://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/Jipt/Article/View/5507/3811#Page=11>
- Wahid, A. W. S., Mulyono, A. M. W., & Sukaryani, S. (2024). Pengaruh Lama Fermentasi Onggok Menggunakan Ma-11 Terhadap Kualitas Fisik Dan Berat Kering. *Tropical Animal Science*, 6(2), 79–84.

---

<https://doi.org/10.36596/Tas.V6i2.1647>  
Widiarso, B. P., Khoirunnisa, & Perdinan, A.  
(2023). Pengaruh Fermentasi  
Menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae*

Terhadap Kualitas Fisik Potential  
Hydrogen (Ph) Dan Kandungan Nutrien  
Jerami Padi. *Jurnal Penelitian Peternakan  
Terpadu*, 5(April 2022), 51–60.