

Physical Quality of Banana Stem and *Indigofera sp* Mixture Fermented Using MA-11 at Different Doses

Amanda Istiana¹ & Sri Sukaryani^{1*}

¹Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian, Universitas Veteran Bangun Nusantara, Jombor, Kec Bendosari, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah 57521, Indonesia;

Article History

Received : December 20th, 2025

Revised : January 05th, 2026

Accepted : January 16th, 2026

*Corresponding Author: **Sri Sukaryani**, Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian, Universitas Veteran Bangun Nusantara, Jombor, Kec Bendosari, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah 57521, Indonesia;
Email: srisukaryani@gmail.com

Abstract: This study aimed to evaluate the effect of different doses of MA-11 on the physical quality, pH, and dry weight of a fermented mixture of banana pseudostem and *Indigofera* forage with molasses addition. Fermentation was applied as a method to improve the utilization of local feed resources with low physical quality. The experiment was conducted using a Completely Randomized Design with three treatments and four replications. The treatments consisted of P0: banana pseudostem + *Indigofera* forage + molasses (control), P1: banana pseudostem + *Indigofera* forage + molasses + 1 cc MA-11, and P2: banana pseudostem + *Indigofera* forage + molasses + 2 cc MA-11. Fermentation was carried out for 12 days. The observed variables included physical quality (color, aroma, and texture), pH value, and dry weight. Data were analyzed using analysis of variance followed by Duncan's Multiple Range Test. The results showed that MA-11 supplementation significantly improved the physical quality of the fermented mixture, as indicated by higher scores for color, aroma, and texture compared to the control. In addition, MA-11 significantly reduced the pH value of the fermented product. However, the application of MA-11 had no significant effect on dry weight. It can be concluded that the fermentation of banana pseudostem and *Indigofera* forage using MA-11 effectively improved physical quality and fermentation characteristics, although it did not affect dry weight.

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

Pendahuluan

Batang pisang (*Musa paradisiaca*) merupakan limbah agroindustri yang melimpah namun kurang dimanfaatkan karena memiliki kadar air tinggi (85–90%) dan serat kasar dominan, sehingga bernilai gizi rendah, sulit disimpan, dan kurang palatable. Batang pisang mengandung bahan kering 87,7%, abu 25,12%, lemak kasar 14,23%, serat kasar 29,40%, protein kasar 3%, serta bahan ekstrak tanpa nitrogen 28,15% yang meliputi karbohidrat, gula, dan pati, juga mengandung asam amino, amine nitrat, glikosida, nitrogen, glikolipida, vitamin B, dan asam nukleat (Asjanita *et al.*, (2024). Batang pisang yang difermentasi merupakan pendekatan

baru dalam memanfaatkan hasil sampingan pertanian yang menawarkan potensi besar sebagai pengganti pakan ternak di Indonesia, terutama karena mudah didapatkan dan memiliki kandungan nutrisi yang tinggi setelah proses fermentasi. Secara kualitas fisik, fermentasi batang pisang bertujuan untuk memperbaiki karakteristik fisik seperti aroma, tekstur, warna, kapasitas serap air, dan kestabilan selama penyimpanan agar lebih sesuai sebagai bahan pakan ternak (Jati *et al.*, 2022).

Indigofera sp. diakui sebagai sumber protein alternatif yang superior, didukung oleh kandungan Protein Kasar (PK) yang tinggi (lebih dari 20%) serta adaptabilitasnya yang optimal terhadap kondisi lingkungan. Komposisi nutrisi

daun *Indigofera sp.* meliputi Protein Kasar sebesar 28-30%, kalsium (Ca) 1,78%, fosfor (P) 0,34%, kalium (K) 1,42%, dan magnesium (Mg) 0,51%. (Angkasa, 2017). *Indigofera* yang berkualitas memiliki warna hijau segar mirip bahan asli, aroma asam yang khas tanpa bau busuk, tekstur tetap jelas dan tidak berlendir, serta pH rendah yang menandakan fermentasi baik (Rahayu, 2025).

Peneliti terdahulu yang telah melakukan penelitian 1) tentang silage batang pisang yang dicampur dengan rumput benggala (Dhalika et al 2015); 2) fermentasi batang pisang menggunakan bioaktivator EM4 (Silviana, 2025). Berdasarkan potensi hijauan indigofera dan batang pisang, peneliti ingin mengungkapkan hal baru atau memberikan pembaharuan dari dari peneliti sebelumnya, yaitu melakukan fermentasi campuran batang pisang dan hijauan indigofera menggunakan bioaktivator MA-11 terhadap kualitas fisik, pH dan berat kering.

Integrasi batang pisang dan *Indigofera sp.* dalam formulasi pakan fermentasi dimaksudkan untuk mencapai keseimbangan rasio energi dan protein, sekaligus memanfaatkan batang pisang sebagai substrat karbohidrat utama. Guna mengatasi defisiensi fisik bahan baku tersebut dan meningkatkan utilitas ekonomisnya, penerapan teknologi fermentasi menjadi solusi yang efektif. Proses fermentasi, yang dilaksanakan dalam kondisi anaerobik, bertujuan untuk melestarikan pakan serta meningkatkan pencernaan melalui aktivitas mikrobial. Anggraini *et al.* (2024) menyatakan bahwa penambahan *Indigofera sp* dalam fermentasi batang pisang memberikan pengaruh signifikan terhadap kualitas fisik fermentasi. Kualitas fisik dinilai berdasarkan warna, aroma, dan tekstur, dimana fermentasi *Indigofera sp* dengan kadar 0% dan 10% menghasilkan warna kuning cerah, aroma asam khas fermentasi, dan tekstur yang halus, menandakan proses fermentasi berjalan optimal dan menghasilkan bahan pakan yang baik untuk ternak.

Microbacter Alfalfa-11 (MA-11) adalah probiotik cair yang mengandung campuran mikroorganisme yang bersumber dari rumen sapi (termasuk bakteri yang menguraikan selulosa, protein, dan pati) bersama dengan mikroorganisme rhizobium yang terkait dengan alfalfa (bakteri *Rhizobium sp.*) yang menangkap nitrogen bebas. Meskipun MA-11 telah lama

dikenal oleh peternak, penggunaannya dalam pengolahan hijauan belum meluas. MA-11 dapat menguraikan bahan pakan organik menjadi komponen dasarnya (Sukaryani *et al.*, 2025). Seperti yang dinyatakan oleh Prabowo & Sukaryani (2025), microbacter alfalfa (MA-11) bertindak sebagai pengurai mikroba yang kuat yang dapat dengan cepat membongkar struktur molekul organik, sekaligus meningkatkan kesehatan dan kesuburan tanah.

Bioaktivator microbacter alfalfa (MA-11) adalah jenis mikroba yang mampu dengan cepat mengubah rantai organik, berpotensi menyebabkan peningkatan yang signifikan baik dalam kuantitas maupun kualitas produksi pertanian dan peternakan. Penggunaan MA-11 akan mengurangi durasi fermentasi, meningkatkan kadar protein kasar, dan meningkatkan daya cerna komponen pakan (Wahid et al., 2024 dan Nastava et al., 2024). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan MA-11 dengan dosis 0 sampai 2 cc terhadap kualitas fisik (warna, aroma, tekstur), pH dan berat kering campuran batang pisang dan hijauan indigofera yang difermentasi selama 12 hari.

Bahan dan Metode

Alat dan Bahan

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi fakultas Pertanian Univet Bantara pada bulan Nopember 2025. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah : batang pisang (*Musa paradisiaca*), *Indigofera sp.*, molase, Microbacter Alfalfa-11 (MA-11), dan aquades. Peralatan menggunakan : timbangan digital, alat pencacah hijauan, gelas ukur, plastik fermentasi, pH meter digital, thermometer.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen fermentasi campuran batang pisang dan indigofera menggunakan bioaktivator MA-11 dengan perlakuan sebanyak 3 macam dan setiap perlakuan dilakukan 4 kali pengulangan, sehingga terdapat 12 unit percobaan. Perlakuan tersebut terdiri dari P0: 350 gram batang pisang + 150 gram *Indigofera sp* + 0 ml MA-11; P1: 350 gram batang pisang + 150 gram *Indigofera sp* + 1 ml MA-11; serta P2: 350 gram batang pisang + 150 gram *Indigofera sp* + 2 ml MA-11. Inkubasi

sampel dilakukan selama 12 hari. Pengujian kualitas fisik hasil fermentasi melibatkan 20 orang sebagai panelis untuk menilai kualitas fisiknya.

Prosedur Penelitian

Tahap persiapan: menyiapkan semua peralatan dan bahan yang akan digunakan (batang pisang, *Indigofera sp*, MA-11). Tahap kedua: pembuatan fermentasi campuran batang pisang dan *Indigofera sp* sesuai dengan masing-masing perlakuan. Fermentasi dilakukan secara *an aerob* selama 12 hari. Tahap ketiga: pemanenan meliputi pembukaan sampel setelah 12 hari yang kemudian diukur pH dan dilakukan penilaian kualitas fisik oleh panelis, serta pengovenan sebagian sampel untuk analisis kandungan bahan kering selanjutnya pengukuran berat kering dari sampel hasil fermentasi. Panelis yang memberi kan penilaian terhadap uji kualitas fisik, dilakukan oleh orang yang sudah terlatih sebanyak 15 orang

Variabel yang Diamati

Variabel yang diamati meliputi kualitas fisik (warna, aroma dan tekstur) dinilai secara organoleptik dengan skala hedonik (1-3: coklat kehitaman/apak/tidak remah hingga coklat kehijauan/asam segar/remah). Penilaian warna dilakukan pada 10 g sampel di kertas putih, aroma dengan indera penciuman, dan tekstur pada 20 g sampel dengan rabaan. derajat keasaman (pH) menggunakan pH meter digital, serta berat kering biomassa dihitung dari berat segar dikalikan bahan kering setelah pengeringan oven.

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis statistik menggunakan uji *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan taraf 1 % dan 5 % (Wahid *et al.*, 2024). Apabila terdapat perbedaan diantara perlakuan, kemudian dilanjutkan dengan uji Jarak Berganda Duncan (*Duncan's Multiple Range Test*) dengan taraf 1 % dan 5 % (Anjani & Sukaryani, 2025). Seluruh analisis statistik dilakukan menggunakan perangkat lunak Statistical Package for the Social Sciences (SPSS).

Hasil dan Pembahasan

Kualitas Fisik

Warna

Data hasil penelitian kualitas fisik dari warna Hasil penelitian menunjukkan nilai P0 (1,20), P1 (2,07), dan P2 (2,58). Pada Tabel 1, terlihat bahwa rata-rata pengamatan warna dari panelis mengenai campuran fermentasi batang pisang dan *Indigofera sp.*, dengan 0-2 ml MA-11, menunjukkan peningkatan kualitas warna yang signifikan ($P < 0,01$). Warna campuran fermentasi yang berasal dari batang pisang dan *Indigofera sp.* berubah menjadi coklat kehitaman pada (P0), coklat pada (P1), dan coklat kehijauan pada (P2), yang mencerminkan hasil fermentasi yang paling optimal, karena sesuai dengan warna komponen awal. Proses ini mengindikasikan bahwa fermentasi berlangsung dengan baik. Mikro-organisme secara aktif menguraikan bahan organik selama fermentasi, yang menyebabkan peningkatan produksi gas karbon dioksida (CO₂).

Tabel 1. Rerata Nilai Kualitas Fisik Fermentasi Campuran Batang Pisang dan *Indigofera Sp* Menggunakan MA – 11 dengan Dosis yang Berbeda

Parameter	P0	P1	P2
Warna	1.20 ^a	2.07 ^b	2.58 ^c
Aroma	1.21 ^a	2.35 ^b	2.77 ^c
Tekstur	1.20 ^a	2.18 ^b	2.67 ^c

Keterangan ^{a, b, c} : Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$)

Peningkatan CO₂ tersebut berkontribusi pada kenaikan suhu fermentasi serta perubahan warna pada substrat fermentasi. (Sukaryani, *et al.*, 2025). Warna coklat kehitaman pada P0 menunjukkan hasil fermentasi yang rendah kualitasnya, sesuai dengan pendapat Alifah *et al.* (2025) yang menyatakan bahwa perubahan warna pada proses fermentasi dalam proses fermentasi menjadi coklat tua kehitaman berpotensi menurunkan kualitasnya, disebabkan oleh degradasi karbohidrat yang berlebihan serta penurunan pencernaan protein. Aglazziyah *et al.*, (2020) menjelaskan pula bahwa pigmen *phaeophytin* merupakan penyebab utama warna coklat pada silase, di mana *phaeophytin* itu sendiri adalah turunan klorofil yang telah kehilangan ion magnesium. Kenaikan suhu

selama proses fermentasi menyebabkan klorofil melepaskan magnesiumnya, akibat ketidakstabilan atom pusat pada struktur klorofil.

Sesuai dengan hasil studi ini menunjukkan P1 berwarna coklat. Sebelum difermentasi batang pisang dan *indigofera sp* berwarna coklat kehijauan. Warna coklat kehijauan (P2) adalah warna fermentasi terbaik hal ini didukung oleh pendapat Firmansyah *et al.*, (2017) yang menyatakan bahwa hasil fermentasi yang baik adalah yang menghasilkan warna mirip atau sama seperti warna bahan asalnya. Secara normal, fermentasi hijau menghasilkan warna hijau cerah atau hijau kecoklatan. Perubahan warna pada bahan yang difermentasi menjadi hijau kecoklatan selama proses fermentasi berkaitan erat dengan degradasi klorofil dalam kondisi asam.

Kenaikan suhu turut mempercepat pembentukan pigmen *phaeophytin*, sehingga menyebabkan warna hijau hasil fermentasi memudar menjadi hijau kecoklatan akibat degradasi klorofil. Pigmen klorofil, yang bertanggung jawab atas warna hijau pada tanaman, mengalami penurunan melalui reaksi biokimia selama fermentasi, menghasilkan zat-zat baru seperti fitol dan katabolit klorofil lainnya. Proses ini dipicu oleh perubahan pH serta aktivitas mikroba, yang selanjutnya menghasilkan pigmen berwarna coklat atau kuning kecoklatan, sehingga mengubah tampilan warna hasil fermentasi (Alifah *et al.*, 2025 dan Pasi *et al.*, 2022)

Aroma

Aroma merupakan salah satu karakteristik sensorik terpenting dalam menilai keberhasilan fermentasi, karena menunjukkan aktivitas metabolik mikroorganisme yang mengubah bahan organik menjadi senyawa volatil yang berkontribusi terhadap aroma khas fermentasi. Skor aroma tertinggi dan terbaik (2,77) dicapai pada perlakuan P2 hal ini merefleksikan dominasi fermentasi asam laktat yang menghasilkan aroma segar dan menarik, suatu kondisi yang sangat diharapkan dalam fermentasi pakan ternak. Berkaitan dengan hasil ini, Rizqiana (2025) mengemukakan bahwa aroma fermentasi asam yang menyerupai tape merupakan indikator utama hasil fermentasi berkualitas, yang menandakan dominasi bakteri asam laktat dalam memfermentasi karbohidrat

menjadi asam organik. Penelitian oleh Nugroho *et al.*, (2024) juga melaporkan bahwa dosis MA-11 optimal mengarah pada emisi asam asetat dan asam laktat stabil, yang meminimalisasi degradasi lanjutan dan menjaga kualitas aroma fermentasi selama penyimpanan.

Tabel 1 menunjukkan hasil analisis kualitas fisik P1 (2,35) yaitu kurang asam. Kondisi aerobik pada hasil fermentasi memicu terjadinya proses proteolisis yang tidak terkendali serta perlambatan penurunan pH silase, yang disebabkan oleh aktivitas respirasi sel hijau yang berlangsung secara berlebihan dan berkepanjangan. Fenomena ini secara signifikan menghambat pembentukan asam laktat yang esensial selama proses fermentasi anaerobik, sehingga silase cenderung menghasilkan aroma yang bersifat asam atau kurang asam secara karakteristik (David *et al.*, 2021). P0 skor aroma (1,21) diduga tidak terjadi proses fermentasi karena tidak ada tambahan bioaktivator MA – 11 sehingga tidak ada mikroba yang melakukan proses fermentasi. Hal ini selaras dengan hasil penelitian Sukaryani, *et al.*, (2025) yang mengemukakan karena tidak terdeteksi proses fermentasi pada perlakuan kontrol (T0), aroma yang dihasilkan cenderung apek atau hambar.

Tekstur

Tekstur adalah salah satu aspek penting dalam mengevaluasi kualitas fisik fermentasi. Menurut pendapat Anggraini *et al.*, (2024) bahwa salah satu cara untuk mengukur kualitas fisik adalah dengan melihat tekstur pada hasil fermentasi. Semakin lancar proses fermentasinya semakin remah juga tekstur substrat hasil fermentasi. Penelitian ini menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan pada skor tekstur fermentasi seperti yang tertera pada table 1, yaitu meningkat dari 1,20 (tidak remah) pada perlakuan tanpa MA-11 (P0) menjadi 2,67 (remah) pada perlakuan dengan dosis MA-11 tertinggi 2 ml (P2).

Peningkatan ini menunjukkan efektivitas MA-11 dalam mendegradasi serat kasar yang tinggi pada campuran batang pisang dan hijau indigofera *sp* melalui aktivitas enzim mikroorganisme, termasuk bakteri yang bersifat selulolitik, proteolitik, dan amilolitik. Proses degradasi ini menghasilkan struktur fermentasi yang lebih halus, tidak menggumpal, tidak

berlendir, serta mudah dicacah, sesuai dengan kriteria tekstur silase yang baik. Sebagaimana ditunjukkan oleh Landupari *et al.*, (2020), silase dianggap efektif ketika metode ensilase menghasilkan tekstur remah. Hal ini didukung lebih lanjut oleh Permatasari dkk. (2025), yang mencatat bahwa fermentasi yang dilakukan dengan benar akan menghasilkan substrat fermentasi yang memiliki rasa segar dan tidak menggumpal, menyerupai bahan awal. Tekstur remah ini memainkan peran penting dalam meningkatkan palatabilitas pakan, karena ternak cenderung menyukai pakan yang lembut dan mudah dicerna.

Selain itu, penggunaan MA-11 selama fermentasi meningkatkan aktivitas bakteri asam laktat, yang membantu menjaga aspek fisik dan kimia silase serta menghambat pertumbuhan organisme penyebab pembusukan. Jumlah MA-11 yang tepat tidak hanya mempercepat proses fermentasi tetapi juga meningkatkan karakteristik fisik, terutama tekstur. Hal ini menghasilkan pakan fermentasi berkualitas tinggi yang tidak hanya unggul tetapi juga merupakan alternatif yang hemat biaya, terutama berguna untuk mengatasi kekurangan hijauan di musim kemarau.

pH / Derajat Keasaman

Rerata nilai derajat keasaman (pH) pada perlakuan P0 (6,37); P1 (4,67) dan P2 (4,60). Data selengkapnya tercantum pada tabel 2. Berdasarkan tabel 2 setelah dilakukan uji statistik menunjukkan hasil bahwa campuran batang pisang dan hijauan indigofera yang difermentasi menggunakan MA-11 sebanyak 0 – 2 ml berpengaruh sangat nyata terhadap nilai pH ($P < 0,01$). Rerata nilai pH tertinggi pada P0 (6,37) dan menurun signifikan pada P1 (4,67) serta P2 (4,60).

Tabel 2. Rerata nilai pH campuran batang pisang dan *Indigofera Sp Terfermentasi* MA-11

Ulangan	P0	P1	P2
1	6,1	4,5	4,7
2	6,4	4,5	4,5
3	6,3	4,5	4,6
4	6,7	4,9	4,9
Rerata	6,37^a	4,67^b	4,60^b

Keterangan :

^{a, b, c} : Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda sangat nyata ($P < 0,01$)

Penurunan nilai pH pada P1 dan P2 menunjukkan bahwa populasi bakteri asam laktat dan mikroba fermentatif lain yang terkandung dalam MA-11 bekerja secara efektif memfermentasi karbohidrat terlarut menjadi asam organik, terutama asam laktat. Secara umum, silase dengan kualitas sangat baik ditandai oleh rentang pH sekitar 3,2–4,2. Silase yang dikategorikan baik memiliki nilai pH antara 4,2–4,5. Hasil fermentasi hijauan berkualitas rata-rata biasanya berada dalam kisaran pH 4,5–4,8, sedangkan yang berkualitas rendah biasanya menunjukkan tingkat pH lebih tinggi dari 4,8 (Qadarullah *et al.*, 2018). Temuan dari penelitian menunjukkan bahwa kombinasi batang pisang dan hijauan *Indigofera sp.*, ketika difermentasi dengan MA-11, menunjukkan kualitas sedang, khususnya dalam kisaran 4,5–4,8. Perlakuan P2 menunjukkan bahwa pH paling asam diantara lainnya (4,60).

Ermawati *et al.*, (2025) memaparkan bahwa proses fermentasi yang berlangsung secara optimal, ditandai oleh penurunan nilai pH yang membentuk lingkungan bersifat asam sehingga mendukung aktivitas bakteri asam laktat bekerja secara lebih efektif. Alifah *et al.*, (2025) menjelaskan bahwa nilai pH memiliki hubungan erat dengan dinamika populasi bakteri asam laktat, selain dipengaruhi oleh ketersediaan substrat terlarut air yang memadai selama proses ensilase berlangsung. Asam laktat merupakan kontributor utama dalam penurunan pH silase, sementara asam organik lain seperti asam asetat juga turut berperan dalam menurunkan pH meskipun dengan kontribusi yang relatif lebih kecil.

Berat Kering

Rerata berat kering hasil penelitian P0 (488,79); P1 (474,79) dan P2 (487,30). Data selengkapnya tertera pada tabel 3. Berdasarkan analisis ragam didapatkan hasil bahwa perlakuan fermentasi campuran batang pisang dan *Indigofera sp* dengan penambahan MA – 11 sebanyak 0 – 2 ml tidak berpengaruh secara nyata terhadap berat kering yang dihasilkan ($P > 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa fermentasi menggunakan MA-11 tersebut belum mampu memengaruhi kehilangan atau akumulasi bahan kering, karena peran inokulum lebih dominan dalam meningkatkan kualitas fermentasi dan efisiensi degradasi nutrisi

dibandingkan perubahan massa atau berat kering hasil fermentasi.

Tabel 3. Rerata Berat Kering Campuran Batang Pisang dan Hijauan Indofera sp Terfermentasi MA – 11 (gram)

Ulangan	P0	P1	P2
1	506,49	416,60	504,49
2	463,21	502,06	467,73
3	473,12	504,65	463,02
4	512,35	475,87	513,96
Rerata	488,79^a	474,79^a	487,30^a

Keterangan ^{a, b, c} : Superskrip yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P>0,05$)

Namun secara numerik (P1) memiliki rerata berat kering yang paling bagus yaitu 474,79. Selama proses fermentasi berlangsung, terjadi serangkaian reaksi katabolisme yang intensif, di mana mikroorganisme secara bertahap menguraikan senyawa-senyawa organik kompleks yang terdapat dalam substrat menjadi komponen yang lebih sederhana, baik dalam bentuk gas maupun cairan. Melalui aktivitas enzimatis tersebut, komponen padat yang semula berkontribusi terhadap total bahan kering akan terkonversi menjadi metabolit yang mudah menguap atau larut, sehingga secara keseluruhan terjadi pengurangan massa padatan yang terukur.

Dengan demikian, proses katabolisme selama fermentasi berimplikasi langsung pada penurunan bobot kering panen substrat, karena sebagian fraksi bahan kering telah diubah menjadi produk akhir metabolisme yang tidak lagi dihitung sebagai bagian dari bahan kering akhir (Rahayu *et al.*, 2023). Sesuai dengan penelitian menunjukkan penurunan berat kering panen pada P1 (474,79) dan P2 (487,30) jika dibandingkan dengan P0 (488,79). Didukung oleh Wahid *et al.*, (2024) bahwa selama fermentasi berlangsung, reaksi katabolik menguraikan senyawa organik kompleks menjadi produk gas maupun cair yang lebih sederhana. Pembentukan fraksi cair dan gas tersebut berkontribusi terhadap berkurangnya fraksi padatan, sehingga berat kering produk pasca fermentasi mengalami penurunan.

Kesimpulan

Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa menggunakan fermentasi campuran batang

pisang dan hijauan Indigofera menggunakan bioaktivator MA – 11 sebesar 0 – 2 ml dapat meningkatkan kualitas fisik (warna, aroma dan tekstur) serta pH secara sangat nyata, namun tidak berpengaruh secara nyata terhadap berat kering hasil fermentasinya.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada orang tua atas doa dan dukungan finansial yang tidak pernah berhenti, kepada dosen pembimbing atas bimbingan dan arahnya, serta kepada sosok istimewa, sahabat, dan teman-teman seperjuangan yang selalu memberikan bantuan dan motivasi selama proses penelitian hingga 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*). *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*, 2(3).
- Alifah, N. N., Yanza, Y. R., Susilawati, I., Saefulhadjar, D., & Setiawan, M. A. (2025). Kualitas Fisik Dan Nilai Ph Silase *Arachis Pinto* Dengan Campuran Bahan Pakan Yang Berbeda. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*, 7(1), 11-22.
- ALWARDA, S. (2025). *Evaluasi Batang Pisang Kepok (Musa Paradisiaca Acuminata Balbusiana) Yang Diberikan Perlakuan Fermentasi Terhadap Kualitas Fisik Dan Kimia* (Doctoral Dissertation, Universitas Sulawesi Barat).
- Anggraini, G. (2024). Pengaruh Penambahan Indigofera Sp. Terhadap Kualitas Fisik Fermentasi Batang Pisang Sebagai Pakan Ternak. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*, 6(3), 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>
- Asjanita, L., Dona, A., & Elisia, R. (2024). The

- Content of Fermented Fiber Fraction of Banana Stems with Addition of Indigofera (Indigofera sp) as Animal Feed. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Peternakan Yapedumenu: Hasanuddin University, Faculty of Law*, 12(2), 81-86.
- David, L. A., Bagau, B., & Telleng, M. M. (2021). Pengaruh lama pemeraman berbeda terhadap kualitas fisik dan pH silase sorgum varietas Samurai 2 Ratun ke satu. *Zootec*, 41(2), 464-471.
- Dhalika, T., Budiman, A., & Mansyur, M. (2015). Kualitas Silase Rumput Benggala (*Panicum maximum*) pada Berbagai Taraf Penambahan Bahan Aditif Ekstrak Cairan Asam Laktat Produk Fermentasi Anaerob Batang Pisang. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 17(1), 77-82.
- Ermawati, N., Yanza, Y. R., Susilawati, I., Saefulhadjar, D., & Setiawan, M. A. (2025). Karakteristik fisik dan pH silase *Pueraria montana* var. Lobata dengan penambahan tebon jagung, ampas tahu dan akselerator. *Composite: Jurnal Ilmu Pertanian*, 7(1), 10-19.
- Firmansyah, W., Mahfudz, L. D., & Wahyono, F. (2017). Pengaruh probiotik, antibiotik, acidifier, dan kombinasinya dalam pakan terhadap pencernaan protein pakan pada ayam broiler. *Buletin Ilmu-Ilmu Pertanian*, 1.
- 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>
- Jati, P. Z., Novita, M., Zaki, M., Aswara, D., & Setiawan, B. D. (2022). Pelatihan Pembuatan Silase Fermentasi Batang Pisang sebagai Substitusi Penggunaan Hijauan di Kelompok Tani Mekar Jaya Kampung Pinang, Sebatang Timur Kecamatan Siak, Provinsi Riau. *JES-TM Social and Community Service*, 1(2), 34-38.
- Kurniawan, A., Kumalaningsih, S., & Febrianto, A. (2016). Pengaruh Penambahan Konsentrasi *Microbacter Alfaafa-11* (Ma. *Teknologi Pertanian*, 11(January), 1-11.
- Landupari, M., Foekh, A. H. B., & Utami, K. B. (2020). Pembuatan silase rumput gajah odot (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) dengan penambahan berbagai dosis molasses. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 22(2), 249-253. <https://doi.org/10.25077/Jpi.22.2.249-253.2020>
- Landupari, M., Foekh, A. H. B., & Utami, K. B. (2020). Pembuatan silase rumput gajah odot (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) dengan penambahan berbagai dosis molasses. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 22(2), 249-253.
- 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.
- Nugroho, R. W., Mulyono, A. M. W., & Sariri, A. K. (2024). Pengaruh Variasi Dosis Ma-11 Dalam Fermentasi Onggok Terhadap Kualitas Fisik Dan Bobot Kering. *Tropical Animal Science*, 6(2), 73-78. <https://doi.org/10.36596/Tas.V6i2.1646>
- Permatasari, D., Syarifuddin, N. A., Habibah, H., & Rizqiana, S. (2025). Kualitas Fisik Silase Batang Pisang Kepok (*Musa paradisiaca acuminata balbisiana*) Yang Diberi Effective Microorganism 4 (EM4) Pada Level Yang Berbeda. *Jurnal Penelitian Peternakan Lahan Basah*, 5(1), 1-8.
- Qadarullah, M. N., Munir, M., & Irmayanti, I. (2018). Analisis nilai pH dan tingkat kerusakan silase pakan komplit yang diformulasi dengan daun lamtoro (*Leucaena leucocephala*) sebagai pakan ternak ruminansia. *Jurnal Bionature*, 19(2), 119-125.
- Rahayu, A. (2025). Analisis Kualitas Fisik, pH, Dan Nilai Fleigh Silase Berbahan Dasar Sorgum (*Sorgum Bicolor*) Dan Indigofera (*Indigofera Zollingeriana*) Dengan Komposisi Yang Berbeda. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Rahayu, E. P., Saefulhadjar, D., & Supratman, H. (2023). Perubahan Kandungan Protein Kasar dan Bahan pada Kacang Kedelai yang difermentasi dengan Probiotik Heryaki cair. *Jurnal Sumber Daya*

- Hewan*, 4(1), 17-20.
- 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.
- Sukaryani, S., Windyasmara, L., Sariri, A. K., & Purwati, C. S. (2025). Kualitas Fisikokimia Tumpi Jagung Terfermentasi Ma-11 Dan Em-4. *Ziraa'ah Majalah Ilmiah Pertanian*, 50(3), 759-764.
- Sukoco, F. A., Rahardja, B. S., & Manan, A. (2019). Pengaruh pemberian probiotik berbeda dalam sistem akuaponik terhadap FCR (feed conversion ratio) dan biomassa ikan lele (*Clarias sp.*). *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 6(1), 24
- 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>