

KODE: STAP 015

CAIRAN RUMAN SEBAGAI INOKULUM DALAM MENINGKATKAN KANDUNGAN NUTRIEN SILASE BATANG PISANG

Eka Rizky Vury Rahayu(2), Novi Eka Wati*(1), Herdiyoni Banu Sanjaya(3), Efrilia Tri Wahyu Utami(1), Heni Suryani(1), Desi Maria Sinaga(1)

1 Program Studi Teknologi Pakan Ternak, Jurusan Peternakan, Politeknik Negeri Lampung

2 Department of International Agriculture and International Cooperation, National Pingtung University of Science and Technology

3 Program Studi Agribisnis Peternakan, Jurusan Peternakan, Politeknik Negeri Lampung

Email: noviekawati@polinela.ac.id

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini mengetahui penambahan macam inokulum yang memiliki pengaruh terbaik terhadap kualitas kimia silase batang pisang. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola searah dengan tiga perlakuan dan lima ulangan yaitu P1 tanpa inokulum, P2 ditambah inokulum komersial, P3 ditambah inokulum mikroorganisme lokal dari cairan rumen. Variabel yang diamati adalah kualitas kimia silase batang pisang. Data hasil penelitian dianalisa dengan analisis variansi dan untuk mengetahui perbedaan diantara perlakuan dilakukan uji DMRT. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata uji kualitas kimia sebagai berikut : bahan kering (%) P1:17,40; P2:19,19 dan P3:18,25; bahan organik (%) P1:91,08; P2:92,27 dan P3:91,74; protein kasar (%) P1:6,34; P2:9,16 dan P3:8,77; lemak kasar (%) P1:3,55; P2:3,20 dan P3:3,35; serat kasar (%) P1:20,37; P2:17,99 dan P3:18,73; dan bahan ekstrak tanpa nitrogen (%) P1:60,79; P2:61,93 dan P3:61,93. Disimpulkan bahwa inokulum komersial memberikan hasil terbaik, ditunjukkan oleh peningkatan bahan kering, bahan organik, dan protein kasar, serta penurunan serat kasar silase batang pisang.

Kata kunci: Batang pisang, cairan rumen, inokulum, kandungan nutrisi, silase

ABSTRACT

The objective of this study was to determine which type of inoculum provides the best effect on the chemical quality of banana-stem silage. The research employed an experimental method using a Completely Randomized Design (CRD) with a one-factor arrangement consisting of three treatments and five replications: P1 without inoculum, P2 with a commercial inoculum, and P3 with a local microorganism inoculum derived from rumen fluid. The observed variable was the chemical quality of banana-stem silage. Data were analyzed using analysis of variance, and differences among treatments were further evaluated using the DMRT test. The results showed the following mean values for chemical quality: dry matter (%) P1:17.40, P2:19.19, P3:18.25; organic matter (%) P1:91.08, P2:92.27, P3:91.74; crude protein (%) P1:6.34, P2:9.16, P3:8.77; extract ether (%) P1:3.55, P2:3.20, P3:3.35; crude fiber (%) P1:20.37, P2:17.99, P3:18.73; and nitrogen-free extract (%) P1:60.79, P2:61.93, P3:61.93. It was concluded that the commercial inoculum produced the best results, as indicated by increases in dry matter, organic matter, and crude protein, as well as a decrease in crude fiber in the banana-stem silage.

Keyword: *Banana stem, rumen fluid, inoculum, nutrient content, silage*

PENDAHULUAN

Silase merupakan pakan hijauan atau sumber serat yang diolah dan diawetkan dengan proses ensilase. Proses ensilase bertujuan mengawetkan pakan hijauan guna meningkatkan kualitas dan ketersediaan pakan ternak, terutama selama musim kemarau atau masa kekurangan hijauan

segar. Tanaman Pisang (*Musa paradisiaca*) merupakan tanaman lokal yang ketersediannya melimpah dan menghasilkan beberapa produk samping, diantaranya batang dan daun. Batang pisang berpotensi sebagai bahan pakan ruminansia karena mengandung bahan kering 8,00%; abu 19,50%, protein kasar 1,01%; serat kasar 19,50%; lemak kasar 0,75%; BETN 59,24% (Sutowo et al., 2016). Namun, penggunaannya masih terbatas karena kandungan serat kasarnya yang tinggi (Yang et al., 2016). Kadar serat yang tinggi dapat mengakibatkan menurunnya pencernaan dan palatabilitas. Oleh sebab itu, perlu dilakukan perlakuan untuk meningkatkan kualitas batang pisang.

Penggunaan inokulum sebagai agen fermentasi menjadi salah satu solusi utama untuk mempercepat dan meningkatkan kualitas fermentasi (Xiong et al., 2022). Penambahan inokulum dapat mendegradasi ikatan lignoselulosa yang merupakan faktor pembatas pada pencernaan serat kasar. Proses ini menyebabkan pelepasan ikatan lignoselulosa pada proses fermentasi sehingga meningkatkan pencernaan serat kasar. Penambahan inokulum enzimatis dapat meningkatkan kualitas fermentasi karena adanya penguraian karbohidrat struktural. Cairan rumen, yang mengandung mikroorganisme spesifik yang sesuai dengan kondisi lingkungan rumen ruminansia, menawarkan peluang sebagai inokulum alami yang efektif. Mikroorganisme dalam cairan rumen mampu memecah serat kasar dan meningkatkan degradasi bahan organik sehingga berpotensi meningkatkan kandungan nutrisi silase batang pisang.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh berbagai jenis inokulum terhadap peningkatan kualitas nutrisi batang pisang melalui proses fermentasi. Selain itu, penelitian ini juga menilai efektivitas masing-masing inokulum dalam memperbaiki mutu bahan sehingga batang pisang berpotensi digunakan sebagai pakan alternatif bagi ternak ruminansia.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan mulai tanggal 6 Desember 2021 hingga 26 Januari 2022 di Laboratorium Kimia, Fakultas Agroindustri, Universitas Mercu Buana, Yogyakarta, Indonesia. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi silo plastik 2 kg, ember berkapasitas 5 kg, tali raffia, erlenmeyer, blender, corong, cawan porselen, oven, desikator, bak air, alat filtrasi, peralatan pencernaan dengan kondensor refluks, tabung reaksi, tungku muffle, timbangan analitik (Sartorius, sensitivitas 0,0001 g), seperangkat alat analisis proksimat, pH meter (Hanna), inkubator, kompor listrik, dan kertas saring Whatman No. 42. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi batang pisang (*Musa paradisiaca* var. *klutuk*) yang diperoleh dari perkebunan pisang di Desa Sengkan, Kaliurang, Sleman, Yogyakarta, Indonesia. Bahan lain yang digunakan meliputi dedak padi, inokulum komersial, inokulum mikroorganisme lokal dari cairan rumen, akuades, asam sulfat (H_2SO_4), natrium hidroksida (NaOH), hidrogen klorida (HCl) dan etanol.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap RAL yang terdiri dari tiga perlakuan dan lima ulangan; yaitu P1: tanpa inokulum, P2: inokulum komersial, P3: inokulum mikroorganisme local dari cairan rumen sapi.

Persiapan dan Fermentasi Silase

Batang pisang segar dipotong menjadi potongan berukuran sekitar 2 cm dan dibiarkan layu selama 48 jam untuk mengurangi kandungan air. Total 1000 g bahan digunakan untuk setiap silo. Selama pemotongan, 100 g dedak padi ditambahkan sebagai aditif untuk mendukung proses fermentasi. Inokulum ditambahkan sebesar 15 mL, dicampur secara merata, lalu dimasukkan ke dalam silo plastik berkapasitas 2 kg. Bahan dikompres untuk menghilangkan udara sepenuhnya dan ditutup rapat untuk menciptakan kondisi anaerobik. Proses fermentasi berlangsung selama 7 hari pada suhu ruangan. Selanjutnya dilakukan analisis proksimat berupa analisis kadar air, protein kasar, serat kasar, lemak kasar dan kadar abu pada silase dengan metode AOAC (2005).

Prosedur Analisis Proksimat

Sampel silase batang pisang (kering, digiling, dan dicampur) untuk dianalisis untuk komposisi kimia meliputi bahan kering (BK), bahan organik (BO), protein kasar (PK), dan serat kasar (SK) (AOAC, 2005). Analisis bahan kering menggunakan metode AOAC (2005) dengan kode metode 925.09. Pada analisis bahan kering (DM), satu gram sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama minimal 6 jam hingga beratnya konstan. Kandungan Bahan kering (DM) dihitung dengan rumus berikut:

$$BK = [\text{Berat setelah dikeringkan di oven (g)} / \text{Berat sebelum dikeringkan di oven (g)}] \times 100\%$$

Untuk analisis kadar abu menggunakan metode AOAC (2005) dengan kode metode 942.05. sampel kering oven kemudian dibakar pada tanur pada suhu 600°C selama 2 jam hingga beratnya konstan. Kandungan BO dihitung sebagai 100% dikurangi kandungan abu. Kandungan abu dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Abu} = \{[\text{Berat sebelum pengeringan oven (g)} - \text{Berat setelah pembakaran } 600^\circ\text{C (g)}] / \text{Berat sebelum pengeringan oven (g)}\} \times 100\%$$

Pada pengukuran kandungan protein kasar (PK) menggunakan metode Kjeldahl. Sampel dilarutkan dalam tabung Kjeldahl untuk analisis CP dengan langkah berikut. Sekitar 0,5 g sampel ditambahkan dengan katalis 1 g CuSO₄ dan 2 g K₂SO₄ serta 20 mL asam sulfat pekat H₂SO₄ untuk pelarutan. Hasil pelarutan dilarutkan dengan 75 mL akuades dan dihomogenisasi. Tabung Erlenmeyer 300 mL disiapkan dan diisi dengan 60 mL larutan boraks dan campuran indikator. Tabung yang telah diisi dengan hasil penghancuran dan campuran indikator dimasukkan ke dalam alat destilasi, dan 50 mL NaOH dituangkan. Distilat dititrasasi dengan 0,1 N HCl hingga berubah warna. Kandungan protein kasar dapat dihitung menggunakan rumus:

$$PK = \{[(\text{Jumlah HCl sampel (mL)} - \text{Jumlah HCl blank (mL)}) \times N \times 0.014 \times 6.25] / \text{Berat sampel}\} \times 100\%$$

Pada pengukuran serat kasar menggunakan metode AOAC (2005) dengan kode metode 991.43. Dua gram sampel dimasukkan ke dalam gelas beaker dan ditambahkan 200 mL larutan 1,25% H₂ SO₄ lalu direbus selama 30 menit. Sampel disaring dan dibilas dengan akuades panas.

Sisa sampel dimasukkan kembali ke dalam gelas beaker, ditambahkan 200 mL larutan 1,25% NaOH dan direbus selama 30 menit. Campuran disaring dengan wol kaca menggunakan cawan Gooch dan dibilas dengan etil alkohol 95%. Hasil penyaringan, termasuk wol kaca, dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C semalaman dan kemudian dipanggang pada 600 °C selama 2 jam hingga beratnya konstan. CF dihitung menggunakan rumus berikut:

$$SK = \{[Berat\ sampel\ setelah\ dioven - berat\ abu] / berat\ sampel\ awal\} \times 100\%$$

Pengukuran lemak kasar dengan menggunakan metode soxhlet AOAC 2025. Sampel kering dan homogen ditimbang dan dimasukkan ke dalam alat Soxhlet. Pelarut heksan anhidrat dimasukkan ke labu lemak. Ekstraksi dilakukan selama sekitar 6 jam pada suhu sekitar 105°C menggunakan alat Soxhlet dengan proses refluks pelarut yang konstan. Setelah ekstraksi, pelarut diuapkan dan labu lemak yang berisi ekstrak lemak dikeringkan dalam oven pada suhu 100-105°C hingga beratnya konstan. Labu lemak didinginkan dalam desikator kemudian ditimbang kembali. Kadar lemak dihitung dari selisih berat labu sebelum dan sesudah ekstraksi dibandingkan dengan berat sampel. Kadar lemak kasar dapat dihitung dengan rumus:

$$LK = \{[Berat\ labu\ lemak\ dan\ lemak\ hasil\ ekstraksi - berat\ labu\ kosong] / berat\ sampel\ awal\} \times 100\%$$

Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen (BETN) merupakan fraksi karbohidrat yang dapat larut dan merupakan komponen bahan kering setelah dikurangi protein kasar, lemak kasar, serat kasar, dan abu. BETN dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut

$$BETN : 100\% - (kadar\ air + abu + protein + lemak + serat).$$

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan Analisis Variansi (ANOVA) berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Jika hasil analisis variansi terjadi perbedaan yang signifikan ($p < 0.05$) dilanjutkan dengan Duncan Multiple Range Test (DMRT) untuk menentukan perbedaan spesifik di antar perlakuan. Analisis ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh berbagai jenis inokulan terhadap kandungan nutrisi silase batang pisang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Kandungan nutrisi silase batang pisang dengan penambahan macam inokulum selama penelitian

Kandungan Nutrien (%)	P1	P2	P3
Bahan Kering (BK)	17.40±0.35 ^a	19.19±0.49 ^b	18.25±0.59 ^{ab}
Bahan Organik (BO)	91.08±0.20 ^a	92.27±0.04 ^b	91.74±0.12 ^b
Protein Kasar (SK)	6.34±0.13 ^b	9.16±0.13 ^a	8.77±0.12 ^a
Lemak Kasar (LK)	3.55±0.05	3.20±0.05	3.35±0.07
Serat Kasar (SK)	20.37±0.10 ^a	17.99±0.13 ^c	18.73±0.07 ^b
Bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN)	60.79±0.22	61.93±0.07	61.93±0.07

Keterangan : P1-tanpa inokulum; P2-inokulum komersial; P3-Inokulum MOL dari cairan rumen ^{a,b} Perbedaan superskrip pada baris yang sama menunjukkan pengaruh nyata ($P < 0.05$)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan inokulum berpengaruh nyata terhadap peningkatan BK, BO, PK, serta penurunan SK dibanding perlakuan tanpa inokulum. Kandungan nutrisi silase batang pisang dengan penambahan macam inokulum selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Rataan hasil analisis bahan kering (BK) silase batang pisang dapat dilihat pada tabel 1. Analisis variansi menunjukkan bahwa penambahan inokulum berpengaruh signifikan ($P < 0.05$) terhadap bahan kering silase. Berdasarkan hasil uji DMRT menginformasikan bahwa BK silase batang pisang pada P2 berbeda nyata ($P < 0.05$) dengan P1, tetapi P3 tidak berbeda nyata ($P > 0.05$) dengan P1 dan P2. Silase P2 menunjukkan bahan kering tertinggi yaitu 19.19%. Hal ini menunjukkan bahwa inokulum komersial mampu meningkatkan bahan kering dibandingkan tanpa penambahan inokulum. Sesuai dengan penelitian Balo et al. (2022) bahwa proses ensilase dapat menghambat kerusakan bahan pakan oleh mikroorganisme yang tidak diinginkan sehingga kandungan bahan kering yang meningkat selama fermentasi. Pada penambahan inokulum komersil terdapat BAL yang dapat mengurangi kehilangan bahan kering dengan meningkatkan fermentasi homolaktat dan meminimalkan kehilangan CO_2 selama fermentasi silase awal kehilangan bahan kering yang lebih rendah dibandingkan dengan silase yang diperoleh tanpa penambahan BAL (Huyen et al., 2020; Wróbel et al., 2023). Penambahan MOL rumen pada P3 berada pada posisi menengah dengan bahan kering 18.25%, tidak berbeda nyata ($P > 0.05$) dari P1 dan P2, menunjukkan bahwa MOL rumen cukup efektif dalam mendukung fermentasi, namun kestabilannya lebih rendah dibanding inokulum komersial. Hal ini karena mikroba rumen (bakteri, protozoa, dan jamur) tidak semuanya toleran terhadap kondisi pH rendah khas silase (Talapessy et al., 2024a).

Rataan bahan organik silase batang pisang dapat dilihat pada tabel 1. Analisis variansi menunjukkan bahwa penambahan inokulum berpengaruh nyata ($P < 0.05$) terhadap bahan organik silase batang pisang. Hasil uji DMRT menunjukkan bahwa penambahan inokulum pada P2 dan P3 berbeda nyata ($P < 0.05$) dengan tanpa penambahan inokulum (P1), tetapi antara penambahan inokulum komersil (P2) dan MOL rumen (P3) tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P > 0.05$). Bahan Organik yang lebih tinggi menandakan bahwa lebih sedikit bahan organik yang hilang selama fermentasi. Peningkatan BO pada perlakuan yang diberi inokulum komersil (P2) konsisten dengan temuan bahwa penambahan inokulan mikrobial dapat mengurangi kehilangan bahan organik dengan cara mempercepat transisi dari kondisi aerob ke anaerob dan menstabilkan jalur fermentasi sehingga lebih sedikit karbon hilang sebagai gas (CO_2) atau etanol (Marques et al., 2025; S. Y. Wang et al., 2025). Kondisi awal kandungan bahan kering kadar gula terlarut pada silase dan waktu penurunan pH dalam menentukan seberapa besar bahan organik dapat dipertahankan (Jatkauskas et al., 2024; Marques et al., 2025). Tinjauan sistematis terbaru menunjukkan bahwa selain pengaruh mikroba, formulasi dan aplikasi (dosis, homogeneitas pencampuran, penggunaan carrier) juga berpengaruh besar pada bahan organik (Afonso et al., 2025).

Rataan protein kasar silase batang pisang dapat dilihat pada tabel 1. Penambahan inokulum berpengaruh nyata ($P < 0.05$) terhadap protein kasar silase batang pisang. Silase batang pisang tanpa penambahan inokulum berbeda nyata ($P < 0.05$) dengan penambahan inokulum, tetapi silase dengan penambahan inokulum komersil dan MOL rumen tidak berbeda nyata ($P > 0.05$). Protein kasar tertinggi pada P2 menunjukkan bahwa inokulum komersial mampu menghambat degradasi protein menjadi amonia dan mempertahankan nitrogen dalam bentuk protein. Selain itu, ensilase meningkatnya nitrogen mikrobial akibat aktivitas mikroba fermentatif yang tumbuh pada substrat (S. Wang et al., 2025). Hal ini sejalan dengan temuan bahwa inokulum komersial dapat meningkatkan biomassa mikroba dan mengurangi proteolisis (Kung et al., 2018). Jenis inokulum P3 juga meningkatkan protein kasar secara signifikan dibanding kontrol. Mikroba rumen memiliki kemampuan adaptif dalam memfermentasi serat sekaligus menghasilkan biomassa mikrobial, yang dapat meningkatkan fraksi nitrogen. Namun tingginya variasi mikroba rumen (Shinkai et al., 2024) dan kondisi silo yang berbeda dengan rumen menyebabkan fermentasi sedikit kurang stabil dibanding inokulum komersial (Talapessy et al., 2024b).

Rataan lemak kasar silase batang pisang dapat dilihat pada tabel 1. Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa penambahan inokulum tidak berpengaruh nyata ($P < 0.05$) terhadap lemak kasar silase batang pisang. Meskipun tidak berpengaruh nyata tetapi terdapat kecenderungan lemak kasar pada silase dengan penambahan inokulum lebih rendah dibandingkan kontrol. Tidak terjadinya perubahan kandungan lemak kasar pada silase batang pisang diduga selama proses ensilase tidak banyak terjadi pemecahan lemak menjadi asam lemak. Kemudian, tidak terjadinya perubahan kandungan lemak kasar pada silase diduga dipengaruhi oleh mikroba ensilase tidak secara signifikan memanfaatkan lipid sebagai substrat fermentasi sehingga tercermin pada kandungan lemak kasar yang relatif sama pada semua perlakuan. Selain itu, batang pisang memiliki kandungan lemak rendah sehingga perubahannya sangat minimal (Sutowo et al., 2016b).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa lipid tanaman relatif stabil selama fermentasi anaerob, sehingga perubahan kandungan lemak kasar pada silase umumnya tidak signifikan. Perubahan yang terjadi lebih banyak berupa modifikasi komposisi asam lemak atau degradasi parsial lipid yang berlangsung terutama pada fase awal sebelum kondisi anaerob sempurna tercapai, ketika enzim lipase dan lipoxygenase tanaman masih aktif (Koivunen et al., 2015). Setelah pH turun dan kondisi anaerob stabil, aktivitas oksidatif maupun hidrolitik terhadap lipid menurun tajam, sehingga fraksi lemak cenderung terkonservasi sepanjang masa penyimpanan (Okoye et al., 2023). Temuan terbaru juga menunjukkan bahwa meskipun komposisi lipid dapat berubah, total fraksi lipid tetap relatif stabil selama fermentasi anaerob dan dapat dipengaruhi oleh inokulan yang mengatur dinamika mikroba dan kondisi ensilase (Meng et al., 2025; Tang et al., 2025). Dengan demikian, hasil penelitian ini yang menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata pada fraksi lemak antar perlakuan konsisten dengan karakteristik umum lipid tanaman yang tahan terhadap degradasi dalam kondisi silo.

Rataan serat kasar silase batang pisang dapat dilihat pada tabel 1. Analisis variansi menunjukkan bahwa penambahan inokulum berpengaruh nyata ($P < 0.05$) terhadap serat kasar silase batang pisang. Hasil uji DMRT menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0.05$). Serat kasar paling rendah pada penambahan inokulum komersil (P2) sebesar 17.99%, kemudian penambahan MOL rumen (P3) 18.73%, dan perlakuan kontrol (P1) sebesar 20.37%. Penurunan terbesar pada P2 menandakan bahwa inokulum komersial efektif dalam menurunkan fraksi serat. Asam laktat yang dihasilkan meningkatkan degradasi hemiselulosa dan mempermudah hidrolisis komponen struktural tanaman (Ding et al., 2022; Li et al., 2025). Hal ini menunjukkan bahwa bakteri cellulolytic utama dalam MOL rumen (mis. *Ruminococcus spp.*, *Fibrobacter succinogenes*) memiliki optimum aktivitas pada pH netral–mild-asam (sekitar pH 6–7) (Guo et al., 2021; C. W. Wu et al., 2017). Ketika pH turun di bawah kisaran ini (seperti pH silo ~3.8–4.5 pada ensilasi yang baik), aktivitas enzimatis dan pertumbuhan populasi fibrolytic menurun drastis sehingga degradasi serat menjadi kurang efektif; efek ini dikonfirmasi oleh studi kultur, analisis enzim, dan survei komunitas mikroba silase/rumen (Guo et al., 2021).

Rataan bahan ekstrak tanpa nitrogen silase batang pisang dapat dilihat pada tabel 1. Penambahan inokulum pada silase batang pisang tidak berpengaruh nyata ($P > 0.05$) terhadap bahan ekstrak tanpa nitrogen silase batang pisang. Namun, terdapat kecenderungan lebih tinggi pada penambahan inokulum komersil 61,93% dan MOL rumen 60,89% dibandingkan tanpa penambahan inokulum 60,79%. Hal ini dapat dijelaskan oleh kandungan gula larut air pada batang pisang yang relatif rendah sehingga perubahan fraksi karbohidrat non-serat selama fermentasi cenderung kecil dan tidak cukup besar untuk menghasilkan perbedaan statistik. (P. Wu et al., 2025) mencatat penurunan kandungan gula larut air pseudostem dari 19.75 ± 0.53 g/kg pada hari ke-20 menjadi 7.25 ± 0.09 g/kg pada hari ke-30 setelah ensilase, menunjukkan ketersediaan substrat gula yang awalnya terbatas dan cepat habis selama fermentasi. Pseudostem adalah bahan lignoselulosa dengan kandungan gula larut air lebih rendah dibanding forage konvensional sehingga sering memerlukan perlakuan (mis. pengeringan, penambahan molases, atau pencampuran dengan bahan kaya kandungan gula larut air) agar ensilase berjalan optimal (Mitiku 2020; Pillai, 2024; Moretti, 2025). Meskipun demikian, inokulum mampu memperbaiki efisiensi fermentasi awal dengan mempercepat penurunan pH dan menekan konsumsi gula oleh mikroba pembusuk, sehingga kehilangan BETN dalam bentuk CO_2 atau etanol dapat diminimalkan (Marques et al., 2025; Wang et al., 2025; Sun et al., 2024).

KESIMPULAN DAN SARAN

Inokulum komersial (P2) memberikan hasil terbaik, ditunjukkan oleh peningkatan BK, PK, BO serta penurunan SK dibanding Perlakuan tanpa inokulum dan MOL rumen. MOL rumen (P3) memperbaiki beberapa parameter, namun efektivitasnya lebih rendah karena stabilitas mikroba yang kurang pada kondisi silo. MOL rumen dapat dikembangkan lebih lanjut melalui standarisasi dan seleksi mikroba, untuk bahan dengan kandungan gula larut air rendah seperti batang pisang,

penambahan perlakuan (misalnya pengeringan, penambahan molases atau bahan lain) dianjurkan untuk meningkatkan efisiensi fermentasi. Penelitian lanjutan perlu menilai kecernaan dan performa ternak untuk memastikan manfaat nutrisi silase secara praktis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh lembaga dan pihak yang telah memberikan bantuan dan respon positif selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan artikel ini.

REFERENSI

- Afonso, R. B., Adivi, L. N., Linehan, K., O'Donovan, M., Hill, C., Ross, R. P., & Stanton, C. (2025). Potential of silage inoculants to mitigate methane production from the rumen: A systematic review. *Journal of Dairy Science*. <https://doi.org/10.3168/JDS.2025-27063>
- Balo, E. F. S., Pendong, A. F., Tuturoong, R. A. V., Waani, M. R., Malalantang, S. S., Peternakan, F., Sam, U., Manado, R., & Korespondensi, *. (2022). Pengaruh lama ensilase terhadap kandungan bahan kering (BK), bahan organik (BO), protein kasar (PK) sorgum varietas pahat ratun ke-1 sebagai pakan ruminansia. *ZOOTEC*, 42(1), 74–80. <https://doi.org/10.35792/ZOT.42.1.2022.41090>
- Ding, H., Han, Z., Li, J., Li, X., Dong, Z., Zhao, J., Wang, S., & Shao, T. (2022). Effect of Fibrolytic Enzymes, Cellulolytic Fungi and Lactic Acid Bacteria on Fermentation Characteristics, Structural Carbohydrate Composition and In Vitro Digestibility of Rice Straw Silage. *Fermentation* 2022, Vol. 8, Page 709, 8(12), 709. <https://doi.org/10.3390/FERMENTATION8120709>
- Guo, T., Guo, T., Cao, Y., Guo, L., Li, F., Li, F., & Yang, G. (2021). Changes in the Fermentation and Bacterial Community by Artificial Saliva pH in RUSITEC System. *Frontiers in Nutrition*, 8, 760316. <https://doi.org/10.3389/FNUT.2021.760316/BIBTEX>
- Huyen, N. T., Martinez, I., & Pellikaan, W. (2020). Using Lactic Acid Bacteria as Silage Inoculants or Direct-Fed Microbials to Improve In Vitro Degradability and Reduce Methane Emissions in Dairy Cows. *Agronomy* 2020, Vol. 10, Page 1482, 10(10), 1482. <https://doi.org/10.3390/AGRONOMY10101482>
- Jatkauskas, J., Vrotniakiene, V., Amaral, R. C. do, Witt, K. L., & Cappellozza, B. Ieda. (2024). Influence of Ensiling Timing and Inoculation on Whole Plant Maize Silage Fermentation and Aerobic Stability (Preliminary Research). *Plants* 2024, Vol. 13, Page 2894, 13(20), 2894. <https://doi.org/10.3390/PLANTS13202894>
- Koivunen, E., Jaakkola, S., Heikkilä, T., Lampi, A. M., Halmemies-Beauchet-Filleau, A., Lee, M. R. F., Winters, A. L., Shingfield, K. J., & Vanhatalo, A. (2015). Effects of plant species, stage of maturity, and level of formic acid addition on lipolysis, lipid content, and fatty acid composition during ensiling. *Journal of Animal Science*, 93(9), 4408–4423. <https://doi.org/10.2527/JAS.2014-8813>
- Kung, L., Shaver, R. D., Grant, R. J., & Schmidt, R. J. (2018). Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *Journal of Dairy Science*, 101(5), 4020–4033. <https://doi.org/10.3168/JDS.2017-13909>
- Li, C., Nair, J., Chevaux, E., McAllister, T. A., & Wang, Y. (2025). Effect of Inoculation of Lactic Acid Bacteria and Fibrolytic Enzymes on Microbiota in the Terminal and Aerobically Exposed Short-Growing Season Whole-Plant Corn Silage. *Fermentation* 2025, Vol. 11, Page 530, 11(9), 530. <https://doi.org/10.3390/FERMENTATION11090530>
- Marques, B. de S., Costa, K. A. de P., Silva, L. M. da, Costa, A. C., Ferrari, G. C., de Lima, J. F., da Silva, A. F., Matos, W. P., Gonçalves, L. F., Lima, D. A. S., Ferreira, J. V., Pontes, E. F., & Oliveira, F. F. P. (2025). Use of Bacterial-Enzymatic Inoculant Improves Silage Quality and Reduces Fermentation Losses in Intercropped Systems. *Agriculture* 2025, Vol. 15, Page 437, 15(4), 437. <https://doi.org/10.3390/AGRICULTURE15040437>

- Meng, H., Xu, Y., Wang, L., Wang, J., Wang, B., Wu, H., Hou, D., Wang, S., Tong, X., Jiang, Y., & Wang, S. (2025). Impact of *Lactiplantibacillus plantarum* on the fermentation quality, nutritional enhancement, and microbial dynamics of whole plant soybean silage. *Frontiers in Microbiology*, 16, 1565951. <https://doi.org/10.3389/FMICB.2025.1565951/BIBTEX>
- Okoye, C. O., Wang, Y., Gao, L., Wu, Y., Li, X., Sun, J., & Jiang, J. (2023). The performance of lactic acid bacteria in silage production: A review of modern biotechnology for silage improvement. *Microbiological Research*, 266, 127212. <https://doi.org/10.1016/J.MICRES.2022.127212>
- Shinkai, T., Takizawa, S., Enishi, O., Higuchi, K., Ohmori, H., & Mitsumori, M. (2024). Characteristics of rumen microbiota and *Prevotella* isolates found in high propionate and low methane-producing dairy cows. *Frontiers in Microbiology*, 15, 1404991. <https://doi.org/10.3389/FMICB.2024.1404991/BIBTEX>
- Sutowo, I., Adelina, T., & Febrina, D. D. (2016a). KUALITAS NUTRISI SILASE LIMBAH PISANG (BATANG DAN BONGGOL) DAN LEVEL MOLASES YANG BERBEDA SEBAGAI PAKAN ALTERNATIF TERNAK RUMINANSIA. 13(2), 41–47.
- Sutowo, I., Adelina, T., & Febrina, D. D. (2016b). KUALITAS NUTRISI SILASE LIMBAH PISANG (BATANG DAN BONGGOL) DAN LEVEL MOLASES YANG BERBEDA SEBAGAI PAKAN ALTERNATIF TERNAK RUMINANSIA. 13(2), 41–47.
- Talapessy, C., Rahayuningsih, M., Fidriyanto, R., Fitri, A., & Ridwan, R. (2024a). Daya Cerna dan Karakteristik Fermentasi Rumen dengan Penambahan Asam Amino Terenkapsulasi secara In Vitro: In Vitro Digestibility and Rumen Fermentation Characteristics with the Addition of Encapsulated Amino Acid. *Jurnal Ilmu Nutrisi Dan Teknologi Pakan*, 22(2), 85–90. <https://doi.org/10.29244/JINTP.22.2.85-90>
- Talapessy, C., Rahayuningsih, M., Fidriyanto, R., Fitri, A., & Ridwan, R. (2024b). Daya Cerna dan Karakteristik Fermentasi Rumen dengan Penambahan Asam Amino Terenkapsulasi secara In Vitro: In Vitro Digestibility and Rumen Fermentation Characteristics with the Addition of Encapsulated Amino Acid. *Jurnal Ilmu Nutrisi Dan Teknologi Pakan*, 22(2), 85–90. <https://doi.org/10.29244/JINTP.22.2.85-90>
- Tang, Y., Wang, Q., Li, Q., Wang, Y., Gong, L., Zhang, W., & Niu, J. (2025). Effect of Storage Time on the Fermentation Quality, Bacterial Community Structure, and Metabolic Profiles of Jinmu Grain Grass Silage. *Microorganisms*, 13(9), 1973. <https://doi.org/10.3390/MICROORGANISMS13091973/S1>
- Wang, S., He, Z., Jing, Y., Sun, L., Yang, G., Liu, B., & Gao, F. (2025). The Effect of Silage Microbial Inoculants on the Silage Quality of WL358HQ Alfalfa. *Microorganisms* 2025, Vol. 13, Page 1026, 13(5), 1026. <https://doi.org/10.3390/MICROORGANISMS13051026>
- Wang, S. Y., Jing, Y. Y., Yang, G., Liu, B., & Gao, F. Q. (2025). Effects of inoculants on the quality of alfalfa silage. *Frontiers in Microbiology*, 16, 1541454. <https://doi.org/10.3389/FMICB.2025.1541454/BIBTEX>
- Wróbel, B., Nowak, J., Fabiszewska, A., Paszkiewicz-Jasińska, A., & Przystupa, W. (2023). Dry Matter Losses in Silages Resulting from Epiphytic Microbiota Activity—A Comprehensive Study. *Agronomy* 2023, Vol. 13, Page 450, 13(2), 450. <https://doi.org/10.3390/AGRONOMY13020450>
- Wu, C. W., Spike, T., Klingeman, D. M., Rodriguez, M., Bremer, V. R., & Brown, S. D. (2017). Generation and Characterization of Acid Tolerant *Fibrobacter succinogenes* S85. *Scientific Reports*, 7(1). <https://doi.org/10.1038/S41598-017-02628-W>
- Wu, P., Liu, H., Guo, H., Maria De Souza Moretti, M., Borgonovi, T. F., Todorov, S. D., Lúcia, A., & Penna, B. (2025). Banana Pseudostem By-Product: A Sustainable Source of Prebiotics and Protection for Probiotic Lactic Acid Bacteria Under Gastrointestinal Conditions. *Fermentation* 2025, Vol. 11, Page 476, 11(8), 476. <https://doi.org/10.3390/FERMENTATION11080476>

- Xiong, H., Zhu, Y., Wen, Z., Liu, G., Guo, Y., & Sun, B. (2022). Effects of Cellulase, *Lactobacillus plantarum*, and Sucrose on Fermentation Parameters, Chemical Composition, and Bacterial Community of Hybrid Pennisetum Silage. *Fermentation*, 8(8). <https://doi.org/10.3390/fermentation8080356>
- Yang, J., Tan, H., & Cai, Y. (2016). Characteristics of lactic acid bacteria isolates and their effect on silage fermentation of fruit residues. *Journal of Dairy Science*, 99, 5325–5334. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-10952>