



Kecernaan dan Produksi Gas *In Vitro* Silase Pelepah Kelapa Sawit dengan Penambahan Inokulan Bakteri

Purwanta¹, Bangkit Lutfiaji Syaefullah^{2*}, Okti Widayati³, Hotmauli Febriana Pardosi⁴

¹Penyuluhan Peternakan dan Kesejahteraan Hewan, Politeknik Pembangunan Pertanian Gowa, Romanglompoa, Gowa, 92171, Indonesia

^{2,3,4}Penyuluhan Peternakan dan Kesejahteraan Hewan, Politeknik Pembangunan Pertanian Manokwari, Manokwari Barat, Manokwari, 98312, Indonesia

ARTIKEL INFO

Sejarah artikel
Diterima 13/01/2025
Diterima dalam bentuk revisi 27/05/2025
Diterima dan disetujui 03/06/2025
Tersedia online 06/10/2025
Terbit 19/12/2025

Kata kunci
In vitro
Pelepah kelapa sawit
Produksi gas
Silase

ABSTRAK

Pelepah kelapa sawit berpotensi dimanfaatkan sebagai pakan ruminansia karena tersedia melimpah, akan tetapi perlu pengolahan untuk meningkatkan kualitasnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh rasio penggunaan jenis bakteri dan komposisi hijauan silase pelepah kelapa sawit dengan menggunakan teknik produksi gas secara *in vitro*. Rancangan percobaan penelitian menggunakan pola faktorial 3x3, dengan menggunakan 3 jenis bakteri asam laktat (EM4, *Bacillus sp.*, dan *Lactobacillus sp.*) dan 3 formulasi hijauan yang berbeda (28,35% pelepah sawit + 50% *Mucuna bracteata*; 39,17% pelepah sawit + 39,17% *Mucuna bracteata*; dan 50% pelepah sawit + 28,35% *Mucuna bracteata*). Adapun bahan pakan lain penyusun silase adalah 20% dedak, 1% molases, 0,3 % premix, 0,3% garam serta 0,05 % bakteri asam laktat. Silase dievaluasi menggunakan *in vitro* gas tes yang diinkubasi selama 48 jam. Produksi gas dari hasil pengamatan mulai dari jam ke 0, 2, 4, 6, 12, 24, 36, dan 48 jam yang akan digunakan untuk dianalisis menggunakan program *fit curve*. Berdasarkan hasil penelitian, tidak terdapat interaksi yang nyata antara perbedaan penggunaan jenis bakteri asam laktat dengan proporsi hijauan silase terhadap produksi gas dan pencernaan bahan kering dan bahan organik secara *in vitro*. Perlakuan jenis bakteri memberikan pengaruh nyata pada fraksi b, fraksi a+b, nilai pH, dan NH₃ cairan rumen, sedangkan perlakuan proporsi pelepah sawit dan *Mucuna bracteata* memberikan pengaruh pada fraksi a, fraksi b, dan fraksi a+b. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa interaksi penggunaan bakteri *Lactobacillus sp.* dan penggunaan 28,35% pelepah sawit + 50% *Mucuna bracteata* menghasilkan produksi gas dan pencernaan yang paling tinggi.



ABSTRACT

Oil palm fronds have the potential to be used as ruminant feed because they are abundantly available, but they need to be processed to improve their quality. The aim of this research is to analyze the effect of the ratio of bacteria used and the composition of oil palm frond silage forage using *in vitro* gas production techniques. The research experimental design used a 3x3 factorial pattern, using 3 types of lactic acid bacteria (EM4, *Bacillus* sp., and *Lactobacillus* sp.) and 3 different forage proportions (28.35% palm fronds + 50% *Mucuna bracteata*; 39.17% palm fronds + 39.17% *Mucuna bracteata*; and 50% palm fronds + 28.35% *Mucuna bracteata*). Other feed ingredients that makes up silage are 20% bran, 1% molasses, 0.3% premix, 0.3% salt and 0.05% lactic acid bacteria. The silage was evaluated using *in vitro* gastest which was incubated for 48 hours. Gas production from

observations starting from 0, 2, 4, 6, 12, 24, 36 and 48 hours was used for analysis using the fit curve program. Based on the research results, there was no real interaction between the differences in the use of lactic acid bacteria and the proportion of silage forage on gas production and digestibility of dry matter and organic matter *in vitro*. The type of bacteria treatment had a real influence on fraction b, fraction a+b, pH value, and NH₃ of rumen fluid, while the treatment of the proportion of palm fronds and *Mucuna bracteata* had an influence on fraction a, fraction b, and fraction a+b. Based on the research results, it can be concluded that the interaction between the use of *Lactobacillus* sp. and the use of 28.35% palm frond + 50% *Mucuna bracteata* produces the highest gas production and digestibility.

PENDAHULUAN

Pengembangan sektor peternakan pada umumnya terkendala pada masalah penyediaan pakan ternak. Faktor penghambat dalam penyediaan pakan ternak antara lain perubahan iklim, alih fungsi lahan menjadi lahan pemukiman atau lahan tanaman industri, keterbatasan pengetahuan peternak dalam pengelolaan dan penyimpanan pakan. Potensi pemanfaatan limbah pelepah sawit sebagai bahan pakan menurut Rizali *et al.* (2018) dapat dilihat dari kemampuan satu hektar lahan sawit berkontribusi dalam penyediaan limbah pelepah. Jika dalam satu hektar lahan perkebunan kelapa sawit diasumsikan terdapat 130 pohon kelapa sawit, dan kemampuan setiap pohon menghasilkan pelepah pertahun adalah 22–26 pelepah dengan berat rata-rata 4–6 kg/pelepah, maka dari satu hektar lahan akan tersedia limbah pelepah sebanyak 2,3 ton bahan kering.

Kandungan zat-zat nutrisi pelepah dan daun sawit adalah bahan kering sebanyak 48,78%, protein kasar sebanyak 5,3%,

hemiselulosa Sebanyak 21,1%, selulosa sebanyak 27,9%, serat kasar sebanyak 31,09%, abu sebanyak 4,48%, BETN sebanyak 51,87%, lignin sebanyak 16,9%, dan silika sebanyak 0,6% (Imsya, 2007). Kendala penggunaan pelepah sawit untuk pakan ruminansia yaitu pada kandungan nutrisi yang belum bisa memenuhi kebutuhan ternak. Untuk meningkatkan nilai gizi dan memperpanjang masa simpan hijauan pakan ternak supaya ketersediaannya tetap berkelanjutan, maka diperlukan teknologi pengolahan pakan hijauan, yang salah satunya adalah silase (Hanafi, 2008). *Mucuna bracteata* merupakan gulma kelapa sawit yang dapat dikombinasikan dalam pembuatan silase untuk menambah nilai nutrisi pelepah kelapa sawit karena mengandung protein kasar yang cukup tinggi sekitar 18,06% (Kii *et al.*, 2024). *Mucuna bracteata* merupakan tanaman penutup tanah dalam perkebunan guna melindungi tanah dari erosi, banjir dan penyinaran langsung, memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah, menjaga kelembapan tanah serta menekan

pertumbuhan gulma lainnya. Tanaman ini perlu dipangkas pada waktu tertentu karena sifat tumbuhnya yang relatif cepat sehingga dapat merugikan tanaman pokok yang ditanam. Tanaman *Mucuna bracteata* sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai pakan ternak, akan tetapi palatabilitasnya rendah jika diberikan langsung sehingga perlu dilakukan pengolahan pakan untuk meningkatkan daya tarik ternak melalui teknologi silase.

Pada pembuatan silase bakteri asam laktat digunakan untuk mempercepat proses fermentasi. [Suryani *et al.* \(2020\)](#) menyatakan bahwa penambahan bakteri asam laktat pada silase pelepah kelapa sawit (*Oil Palm Frond*) meningkatkan kandungan protein kasar. Penambahan pakan sumber energi pada bakteri asam laktat mampu meningkatkan kualitas silase OPF (*Oil Palm Frond*) dengan pakan sumber energi terbaik yang digunakan adalah bekatul.

[Rohmat *et al.* \(2024\)](#) menyatakan bahwa penggunaan jenis bakteri asam laktat (BAL) yaitu *Lactobacillus plantarum* dan *Pediococcus pentosaceus* yang dikombinasikan pada fermentasi pelepah daun sawit dapat meningkatkan degradasi bahan kering sebesar 41,10%, pencernaan NDF sebesar 18,01%, dan pencernaan ADF sebesar 16,10%. Ditambahkan oleh [Indriyani \(2019\)](#) bahwa penambahan *Bacillus circulans* sebanyak 0,1% dalam perlakuan jerami padi amoniasi dapat menurunkan kandungan BK dan NDF serta peningkatan protein kasar dan amonia.

Pakan dengan nilai pencernaan rendah memiliki degradasi pakan yang lebih rendah, sehingga tidak dapat mengimbangi aktifitas

fermentasi pakan oleh mikroba rumen. Akibatnya, pertumbuhan mikroba di dalam rumen menjadi lebih rendah dan konsumsi pakan menjadi lebih rendah. Produksi gas berkaitan dengan proses fermentasi di dalam rumen, sehingga salah satu teknik untuk mengevaluasi pencernaan pakan dengan menggunakan teknik pengukuran produksi gas secara in vitro ([Kurniawati, 2007](#)). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh penggunaan jenis bakteri dan komposisi hijauan silase pelepah kelapa sawit dengan menggunakan teknik produksi gas secara in vitro.

METODE

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan analitik merk Sartorius kapasitas 160 g dengan kepekaan 0,0001 g, seperangkat alat untuk analisis proksimat, syringe ukuran 100 ml model Fortuna produksi Poulten dan Graft GmbH Germany, pH meter (Merk Hanna), serta analisis amonia menggunakan spektrofotometer. Bahan-bahan yang digunakan antara lain pelepah sawit, *Mucuna bracteata*, dedak, molases, berbagai jenis bioaktivator (Effective Microorganisms 4/EM4, *Lactobacillus* sp., *Bacillus circulans*), premix, garam, cairan rumen sapi bali, bahan-bahan kimia untuk uji in vitro produksi gas ([Menke & Steingass, 1988](#)), dan uji NH₃. Pelepah sawit dan *Mucuna bracteata* yang digunakan diperoleh dari perkebunan milik P4S Kharisma Putra Papua Distrik Masni Kabupaten Manokwari Provinsi Papua Barat. Pelepah tersebut merupakan limbah dari kegiatan

pruning (pemangkasan) yang merupakan bagian penting pemeliharaan kelapa sawit.

Rancangan percobaan penelitian menggunakan pola faktorial 3x3 dengan faktor jenis starter dan proporsi hijauan pada silase.

Tabel 1. Formulasi Silase (%)

Bahan	Komposisi Silase								
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
Pelepah Sawit	50	39,17	28,35	50	39,17	28,35	50	39,17	28,35
<i>Mucuna bracteata</i>	28,35	39,17	50	28,35	39,17	50	28,35	39,17	50
Dedak	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Molases	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Premix	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Garam	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
EM4	0,05	0,05	0,05	0	0	0	0	0	0
<i>Lactobacillus</i> sp.	0	0	0	0,05	0,05	0,05	0	0	0
<i>Bacillus circulans</i>	0	0	0	0	0	0	0,05	0,05	0,05
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Berat Kering (%)	48,02	46,98	47,56	45,56	46,04	47,62	49,04	45,04	42,17
Protein Kasar(%)	9,36	9,14	9,44	8,73	9,59	9,57	8,90	9,03	9,05
Lemak Kasar(%)	0,53	0,72	1,04	0,69	0,96	0,93	0,55	0,79	0,95
Serat Kasar (%)	39,51	42,47	39,59	39,50	38,30	38,38	39,13	38,57	37,48

Sumber : Hasil analisis Lab. Biokimia Nutrisi Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada (2024)

Proses pembuatan silase dimulai dengan menyiapkan pelepah sawit dan *cover crop* *Mucuna bracteata* dengan menghaluskannya terlebih dahulu menggunakan chopper. Kemudian bahan ditimbang sesuai perlakuan dan untuk aktivasi inokulan bakteri asam laktat yang digunakan dilakukan dengan mencampurkan ke dalam molases. Bahan yang berbentuk tepung seperti dedak, premix dan garam dicampur dan ditambahkan dengan inokulan yang telah aktif. Setelah itu diwadahi lainnya laukan pencampuran pelepah sawit dengan *Mucuna bracteata*. Kemudian aduk secara merata semua bahan dari kedua hasil pencampuran sebelumnya. Silase yang telah diaduk dimasukkan kedalam wadah silo dan disimpan selama 21 hari.

Komposisi medium terdiri dari cairan rumen dan larutan buffer dengan perbandingan

Pengujian in vitro menggunakan teknik gas tes menurut Menke & Steingass (1988). Komposisi silase yang diuji in vitro produksi gas dapat dilihat pada Tabel 1.

1:2. Syringe dengan volume 100 ml diisi substrat sebanyak 300 mg pakan silase sesuai perlakuan pada Tabel 1. Syringe tanpa penambahan sampel digunakan sebagai blanko. Campuran cairan rumen dan larutan buffer ditambahkan sebanyak 30 ml ke dalam syringe. Inkubasi dilakukan pada suhu 39°C selama 48 jam. Volume gas diamati pada interval waktu 0, 2, 4, 6, 12, 36, dan 48 jam yang digunakan untuk dianalisis produksi gas dari fraksi pakan serta total produksi gas dengan program *fit curve* (Chen, 1996). Analisis produksi gas diperoleh dari persamaan eksponensial oleh Ørskov & McDonald (1979) sebagai berikut:

$$p = a + b (1 - e^{-ct})$$

Keterangan :

p : produksi gas kumulatif pada waktu t jam
a : produksi gas dari fraksi yang mudah

- larut
- b : produksi gas dari fraksi yang tidak larut namun dapat difermentasikan
- c : laju reaksi pembentukan gas
- a+b : produksi gas maksimum yang dapat terbentuk selama proses fermentasi pada waktu t mendekati tak hingga
- e : Eksponensial
- t : Waktu inkubasi (jam)

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji ANOVA: *One Way* dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial 3x3, dengan faktor jenis starter dan proporsi hijauan pada silase. Ketika ada perbedaan dilanjutkan menggunakan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT).

Hasil fermentasi *in vitro* berupa residu pakan dianalisis bahan kering dan bahan organik tercerna, sedangkan filtrat ditampung untuk dianalisis pH dan NH_3 pada inkubasi ke 48 jam. Analisis NH_3 dilakukan berdasarkan prinsip bahwa pengikatan NH_3 oleh asam borat. Kadar NH_3 ditentukan dengan teknik mikrodifusi Conway.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data pengaruh penggunaan perbedaan bakteri dan komposisi hijauan silase pada fermentasi pakan secara *in vitro* terhadap nilai pH, NH_3 cairan rumen, kecernaan bahan kering (KcBK), dan kecernaan bahan organik (KcBO) ditampilkan pada Tabel 2, sedangkan data produksi gas ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 2. Pengaruh Penggunaan Perbedaan Bakteri dan Komposisi Hijauan Silase pada Fermentasi Pakan secara *In Vitro* terhadap Nilai pH, NH_3 Cairan Rumen, Kecernaan Bahan Kering (KcBK), dan Kecernaan Bahan Organik (KcBO)

Parameter	Hijauan	Bakteri			Rata-Rata
		EM4	<i>Lactobacillus</i> sp.	<i>Bacillus</i> sp.	
pH	50%PS:28,35%MB	6,95±0,03	6,96±0,02	6,95±0,02	6,95±0,02
	39,17%PS:39,17%MB	6,99±0,03	6,97±0,02	6,96±0,01	6,97±0,03
	28,35% PS:50% MB	7,00±0,02	6,96±0,02	6,95±0,02	6,97±0,03
	Rata-Rata	6,98±0,03 ^a	6,96±0,02 ^b	6,95±0,02 ^b	
NH_3 (mg/100ml)	50%PS:28,35%MB	12,52±2,99 ^c	16,41±2,80 ^{abc}	22,61±1,86 ^a	17,18±4,94
	39,17%PS:39,17%MB	16,86±3,26 ^{abc}	21,60±6,09 ^{ab}	17,07±7,55 ^{abc}	18,51±5,81
	28,35% PS:50% MB	16,65±2,48 ^{abc}	15,02±4,15 ^{bc}	22,42±2,79 ^a	18,03±4,42
	Rata-Rata	15,34±3,37 ^b	17,67±5,07 ^{ab}	20,70±5,08 ^a	
KcBK (%)	50%PS:28,35%MB	20,30±5,82 ^{abc}	20,57±2,50 ^{abc}	22,47±2,64 ^{abc}	21,11±3,72
	39,17%PS:39,17%MB	18,89±5,15 ^{bc}	24,04±4,68 ^{ab}	16,48±5,46 ^c	19,81±5,67
	28,35% PS:50% MB	17,22±5,56 ^{bc}	20,77±3,19 ^{abc}	26,99±2,88 ^a	21,66±5,59
	Rata-Rata	18,80±5,16	21,79±3,64	21,98±5,70	
KcBO (%)	50%PS:28,35%MB	21,26 ±6,30	22,42±3,56	21,80±2,37	21,83±4,01
	39,17%PS:39,17%MB	19,39±6,85	22,02±6,30	16,47±5,56	19,29±6,14
	28,35% PS:50% MB	18,67±6,63	22,11±1,76	26,10±4,04	22,29±5,23
	Rata-Rata	19,77±6,07	22,18±3,89	21,46±5,60	

Keterangan:

PS: pelepah kelapa sawit

MB: *Mucuna bracteata*

^{a, b, c, :} Angka yang diikuti superskrip yang berbeda pada kolom yang sama untuk setiap parameter menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata ($P < 0,05$)

Derajat Keasamaan (pH) Cairan Rumen

Berdasarkan analisis statistik, perlakuan jenis starter bakteri asam laktat menunjukkan perbedaan nilai pH, sedangkan perbedaan proporsi pelepah sawit dan *Mucuna bracteata* tidak menunjukkan perbedaan signifikan ($p>0,05$). Nilai pH yang dihasilkan dari silase dengan penambahan inokulan EM4 berbeda nyata dengan penambahan *Lactobacillus sp.* dan *Bacillus sp.* Kisaran pH cairan rumen yang diperoleh berada pada angka 6,95 hingga 6,98. Choudhury *et al.* (2015) menyatakan bahwa pH fisiologis cairan rumen berkisar antara 5,5 dan 6,9, sedangkan menurut Imanda *et al.* (2016), pH cairan rumen sebesar 5,5 hingga 7,5. Berdasarkan literatur, nilai pH rata-rata cairan rumen dalam penelitian ini masih dalam kisaran normal, sehingga tidak mengganggu aktivitas mikroba rumen. Kondisi aktivitas mikroba rumen, terutama proses fermentasi pakan, dipengaruhi oleh pH. Dengan kondisi pH yang normal, aktivitas mikroba tidak akan terganggu, sehingga pakan dapat dicerna dengan sempurna (Sretenović *et al.*, 2008). Nilai pH hasil fermentasi silase pelepah sawit dan *Mucuna bracteata* dengan penambahan EM4 yaitu 4,38; dengan penambahan bakteri *Lactobacillus sp.* yaitu 4,00 dan dengan penambahan *Bacillus sp.* yaitu 4,00. Berdasarkan penelitian Suryani *et al.* (2020) bahwa nilai pH dari fermentasi silase pelepah kelapa sawit adalah sebesar 3,65 sedangkan nilai dari fermentasi silase pelepah kelapa sawit yang ditambahkan dengan Bakteri Asam Laktat 5 ml/kg sebesar 3,56. Pada fermentasi pelepah kelapa sawit dengan penambahan Bakteri Asam Laktat 5 ml/kg dan 3% poles menghasilkan pH sebesar 3,75.

Bakteri Asam Laktat yang digunakan mengandung bakteri *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus fermentum* dengan konsentrasi 10^{10} CFU/mL.

Konsentrasi Amonia (NH₃)

Perlakuan jenis starter bakteri asam laktat menunjukkan perbedaan nilai konsentrasi NH₃ pada cairan rumen hasil in vitro, sedangkan perbedaan proporsi pelepah sawit dan *Mucuna bracteata* tidak menunjukkan perbedaan signifikan pada konsentrasi NH₃ ($p>0,05$). Nilai konsentrasi NH₃ pada silase dengan komposisi 50% pelepah sawit 28,35% *Mucuna bracteata* dengan penambahan EM4 menunjukkan perbedaan signifikan dengan penambahan *Bacillus sp.* Untuk silase dengan komposisi 28,35% pelepah sawit 50% *Mucuna bracteata* dengan penambahan bakteri *Lactobacillus sp.* menunjukkan perbedaan signifikan dengan penambahan *Bacillus sp.* Silase yang menggunakan starter bakteri *Bacillus sp.* menghasilkan konsentrasi NH₃ paling tinggi dibandingkan silase yang menggunakan EM4 dan bakteri *Lactobacillus sp.* Bakteri *Bacillus sp.* termasuk ke dalam bakteri yang bersifat proteolitik, memiliki kemampuan dalam mendegradasi senyawa organik seperti protein, pati, selulosa, dan hidrokarbon, berperan dalam nitrifikasi dan denitrifikasi, dan dapat mengikat nitrogen (Hatmanti, 2000). Sedangkan komposisi EM4 terdiri dari *Lactobacillus sp.*, *Saccharomyces sp.*, dan *Rhodopseudomonas palustris* (Hasanah *et al.*, 2024). Bakteri *Lactobacillus sp.* dapat menghasilkan berbagai macam senyawa, termasuk bakteriosin (lantibiotik), asam organik (seperti laktat dan asetat), asam lemak,

senyawa aromatik, dan hidrogen peroksida (Oleksy & Klewicka, 2018). *Rhodopseudomonas palustris* dapat mendegradasi monomer lignin dan senyawa aromatik lainnya, melakukan fiksasi karbon dioksida dan nitrogen serta menghasilkan energi untuk pertumbuhan dari Cahaya (Harwood, 2022). McDonald *et al.* (2011) menjelaskan bahwa bakteri proteolitik menggunakan enzim protease untuk memecah protein pakan menjadi peptida, yang kemudian dihidrolisis menjadi asam amino dan kemudian deaminasi menjadi NH_3 . Hackmann & Firkins (2015) menjelaskan bahwa jumlah degradasi protein kasar yang terjadi dalam rumen memengaruhi konsentrasi NH_3 .

Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik

Perlakuan jenis starter bakteri asam laktat dan perbedaan proporsi pelepah sawit dan *Mucuna bracteata* tidak mempengaruhi kecernaan bahan kering dan bahan organik dari pakan silase yang dibuat ($p>0,05$). Besarnya kecernaan bahan kering berada pada $18,80\pm 5,16$ hingga $21,98\pm 5,70\%$, sedangkan untuk bahan organik antara $19,29\pm 6,14$ hingga $22,29\pm 5,23\%$. Besarnya degradasi bahan kering fermentasi pelepah sawit menggunakan *Lactobacillus plantarum* menurut penelitian Rohmat *et al.* (2024) yaitu sebesar $38,30\pm 2,70\%$ dengan kecernaan NDF dan ADF berturut-turut sebesar $13,74\pm 3,29$ dan $10,96\pm 3,74$.

Nilai kecernaan bahan kering untuk proporsi hijauan yaitu 28,35% pelepah sawit 50% *Mucuna bracteata* yang ditambahkan EM4 menunjukkan perbedaan signifikan dengan penambahan *Bacillus sp.* Untuk nilai

kecernaan bahan kering pada komposisi hijauan komposisi 39,17% pelepah kelapa sawit 39,17% *Mucuna bracteata* dengan penambahan bakteri *Lactobacillus sp.* memiliki perbedaan dengan penambahan bakteri *Bacillus sp.*

Kecernaan bahan kering dan bahan organik paling tinggi terdapat pada perlakuan bakteri *Lactobacillus sp.* dan proporsi hijauan pelepah sawit 28,35% dan *Mucuna bracteata* 50%. Pelepah kelapa sawit mengandung lignin yang tinggi sebesar 30,18% (Febrina *et al.*, 2018). Semakin tinggi kandungan serat yang tidak mudah terdegradasi dalam rumen, menyebabkan kecernaan bahan kering dan bahan organik rendah. Besarnya kecernaan pakan di dalam rumen dipengaruhi oleh komposisi kimia pakan terutama kandungan serat dan protein, kondisi fermentasi seperti pH, NH_3 , dan VFA (Hambakodu *et al.*, 2019). Kecernaan bahan organik dan bahan kering akan bertambah ketika kandungan protein dan karbohidrat mudah larut seimbang, sehingga pertumbuhan mikrobial dalam rumen yang bertugas mencerna pakan akan optimum (Kurniawati, 2007; Ayuningsih *et al.*, 2018).

Produksi Gas

Perlakuan jenis starter bakteri asam laktat berpengaruh pada total produksi gas (a+b) dan produksi gas fraksi potensial terdegradasi (b) ($p<0,05$), sedangkan perbedaan proporsi pelepah sawit dan *Mucuna bracteata* mempengaruhi total produksi gas (a+b), produksi gas dari fraksi pakan mudah terdegradasi (a), dan produksi gas dari fraksi potensial terdegradasi (b) ($p<0,05$). Untuk nilai fraksi b dengan proporsi hijauan komposisi 50% pelepah sawit 28,35% *Mucuna bracteata* ;

39,17% pelepah kelapa sawit 39,17% *Mucuna bracteata* menunjukkan perbedaan signifikan pada ketiga starter bakteri yang digunakan.

Tabel 3. Pengaruh Penggunaan Perbedaan Bakteri dan Komposisi Hijauan Silase pada Fermentasi Pakan secara *In Vitro* terhadap Produksi Gas dari Fraksi Pakan Mudah Terdegradasi (a), Potensial Terdegradasi (b), Laju Produksi Gas Fraksi b dan Total Produksi Gas (a+b)

Jenis Perlakuan	Hijauan	Bakteri			Rata-Rata
		EM4	<i>Lactobacillus</i> sp.	<i>Bacillus</i> sp.	
a (ml/300 mg/BK)	50%PS:28,35%MB	2,70±1,02	1,72±0,49	1,27±0,34	1,90±0,88 ^a
	39,17%PS:39,17%MB	0,15±1,07	1,33±0,58	0,53±0,77	0,67±0,91 ^b
	28,35% PS:50% MB	0,83±0,70	0,95±0,82	1,13±1,17	0,97±0,84 ^b
	Rata-Rata	1,22±1,41	1,33±0,67	0,97±0,83	
b (ml/300 mg/BK)	50%PS:28,35%MB	15,41±1,87 ^{bc}	19,50±1,46 ^a	12,86±0,63 ^{cd}	15,92±3,13 ^b
	39,17%PS:39,17%MB	16,02±2,15 ^b	19,87±1,35 ^a	10,93±1,78 ^d	15,60±4,15 ^b
	28,35% PS:50% MB	18,45±2,94 ^{ab}	17,02±2,99 ^{ab}	18,15±1,79 ^{ab}	17,87±2,47 ^a
	Rata-Rata	16,63±2,54 ^b	18,80±2,29 ^a	13,98±3,46 ^c	
c (ml/jam)	50%PS:28,35%MB	0,10±0,01	0,12±0,02	0,12±0,00	0,11±0,02
	39,17%PS:39,17%MB	0,12±0,03	0,10±0,01	0,11±0,03	0,11±0,02
	28,35% PS:50% MB	0,10±0,01	0,09±0,01	0,11±0,01	0,10±0,01
	Rata-Rata	0,11±0,02	0,10±0,02	0,12±0,02	
a+b (ml/300 mg/BK)	50%PS:28,35%MB	18,11±2,50 ^{ab}	21,22±1,33 ^a	14,13±0,51 ^{cd}	17,82±3,38 ^{ab}
	39,17%PS:39,17%MB	16,17±2,50 ^{bc}	21,20±1,05 ^a	11,48±1,84 ^d	16,27±4,49 ^b
	28,35% PS:50% MB	19,28±3,61 ^{ab}	17,97±2,81 ^{ab}	19,28±1,23 ^{ab}	18,84±2,56 ^a
	Rata-Rata	17,85±2,96 ^b	20,13±2,34 ^a	14,95±3,59 ^c	

Keterangan:

a: produksi gas fraksi pakan mudah terdegradasi

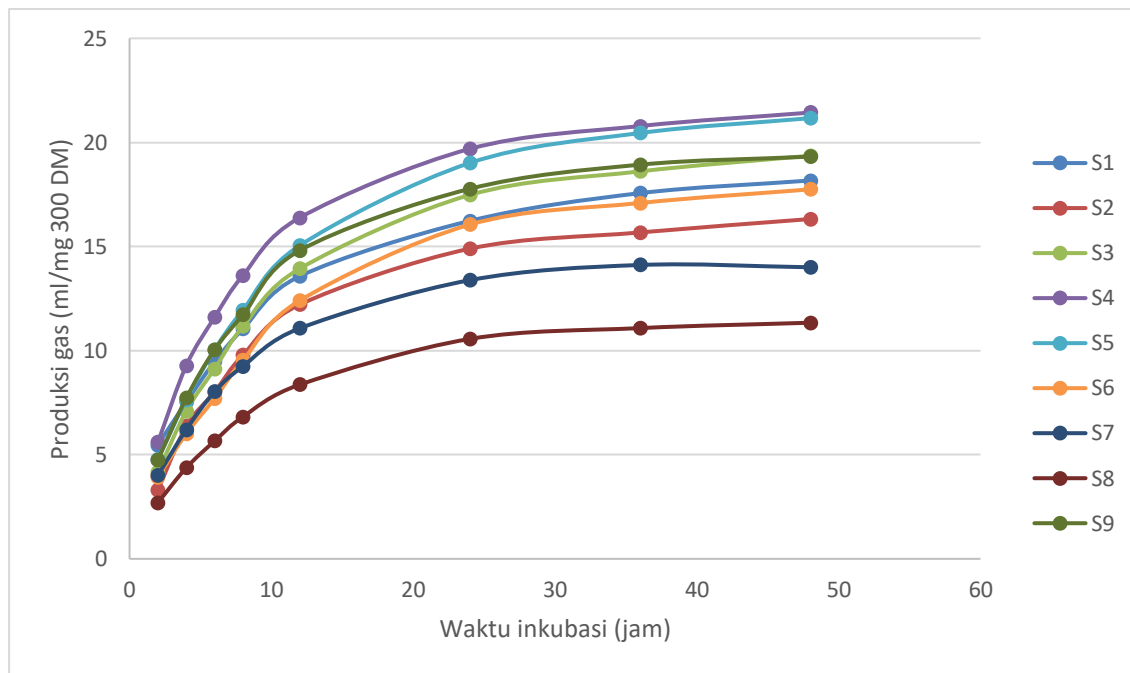
b: produksi gas fraksi potensial terdegradasi

a+b: total produksi gas

c: laju produksi gas dari fraksi b

Interaksi perlakuan bakteri *Lactobacillus* sp. dan penggunaan proporsi hijauan pelepah sawit 28,35% dan *Mucuna bracteata* 50% menghasilkan total produksi gas dan produksi gas dari fraksi potensial terdegradasi paling tinggi (Gambar 1). Selama 24 jam, produksi gas meningkat secara signifikan bersamaan dengan peningkatan jumlah karbohidrat yang mudah

terurai yang terdapat pada proporsi hijauan pelepah sawit 28,35% dan *Mucuna bracteata* 50% dan dibantu oleh *Lactobacillus* sp. *Lactobacillus* sp. merupakan bakteri yang dapat memanfaatkan gula untuk proses fermentasi sehingga dihasilkan senyawa organik yang berupa asam laktat, asam asetat, asetaldehid dan diasetil (Guspratiwi, 2023).



Keterangan gambar:

S1 : EM4 + 28,35% PS:50% MB

S2 : EM4 +39,17%PS : 39,17%MB

S3 : EM4 + 50%PS:28,35%MB

S4 : *Lactobacillus sp.* + 28,35% PS:50% MB

S5 : *Lactobacillus sp.* +39,17%PS : 39,17%MB

S6 : *Lactobacillus sp.* + 50%PS:28,35%MB

S7 : *Bacillus sp.* + 28,35% PS:50% MB

S8 : *Bacillus sp.* +39,17%PS : 39,17%MB

S9 : *Bacillus sp.* + 50%PS:28,35%MB

Gambar 1. Interaksi efek penggunaan jenis bakteri dan perlakuan perbandingan pelepah sawit (PS) dan *Mucuna bracteata* (MB) dalam silase secara in vitro terhadap produksi gas selama 48 jam

Jumlah bahan kering yang tercerna meningkat ketika ada lebih banyak karbohidrat yang mudah terdegradasi. Mikroba rumen akan meningkatkan pertumbuhannya dan mengubah bahan pakan tercerna menjadi VFA (asam asetat, asam propionate, dan asam butirat) dan protein mikroba (Yulistiani *et al.*, 2007). Dalam proses fermentasi in vitro, gas CO₂ dan CH₄ dilepaskan dari bufer bikarbonat setiap kali dihasilkan VFA. Oleh karena itu, semakin banyak bahan pakan terdegradasi, semakin banyak gas yang dilepaskan. Dengan kata lain, produksi gas dapat digunakan untuk menghitung jumlah bahan pakan tercerna yang tersedia (Kurniawati, 2007).

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil evaluasi kualitas pakan dengan metode produksi gas menunjukkan bahwa pakan silase dengan penggunaan bakteri *Lactobacillus sp.* dan proporsi 28,35% pelepah sawit + 50% *Mucuna bracteata* menghasilkan produksi gas dan pencernaan yang paling tinggi, sehingga dapat disimpulkan bahwa formulasi terbaik silase untuk dijadikan pakan ruminansia terdapat pada perlakuan S4 (*Lactobacillus sp.* + 28,35% PS:50% MB).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada BPPSDMP atas Dana Penelitian Strategis Bidang Pertanian Pada Pendidikan Tinggi Vokasi Lingkup Kementerian Pertanian Tahun 2024.

PERNYATAAN KONTRIBUSI

Konfirmasi kontribusi terhadap makalah ini sebagai berikut: konsep dan desain: O.W., B.L.S., dan P.; pengumpulan data: O.W., B.L.S., H.F.P.; analisis dan interpretasi hasil: O.W. dan B.L.S.; persiapan naskah: O.W., B.L.S., P., dan H.F.P. Semua penulis meninjau hasilnya dan menyetujui versi final naskah.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayuningsih, B., Hernaman, I., Ramdani, D., & Siswoyo, S. (2018). Pengaruh imbalan protein dan energi terhadap efisiensi penggunaan ransum pada domba Garut betina. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 6(1), 97-100. <https://doi.org/10.23960/jipt.v6i1.p97-100>
- Chen, X. B. (1996). An excel application program for processing feed degradability data. *User Manual, Rowett Research Institute, Bucksburn, Aberdeen, UK*.
- Choudhury, P. K., Salem, A. Z. M., Jena, R., Kumar, S., Singh, R., & Puniya, A. K. (2015). Rumen microbiology: An overview. *Rumen microbiology: from evolution to revolution*, 3-16. https://doi.org/10.1007/978-81-322-2401-3_1
- Febrina, D., Febriyanti, R., Zam, S. I., Handoko, J., Fatah, A., & Juliantoni, J. (2018). Antibacterial activity testing and ethanol extract characterization of oil palm fronds (*Elaeis guineensis* Jacq). *Pakistan Journal of Nutrition*, 17(9), 427-433. <https://doi.org/10.3923/pjn.2018.427.433>
- Guspratiwi, R. (2023). Pengaruh *Lactobacillus* sp. Dan *Streptococcus* sp. Dalam Pembuatan Yogurt. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin Nusantara (JIMNU)*, 1(2), 91-95. <http://dx.doi.org/10.59435/jimnu.v1i2.126>
- Hackmann, T. J., & Firkins, J. L. (2015). Maximizing efficiency of rumen microbial protein production. *Frontiers in microbiology*, 6, 465. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.00465>
- Hambakodu, M., Pangestu, E., & Achmadi, J. (2019). Substitusi rumput gajah dengan rumput laut coklat (*Sargassum polycystum*) terhadap produk metabolisme rumen dan pencernaan nutrisi secara in vitro. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 29(1), 37-45. <https://doi.org/10.21776/ub.jiip.2019.029.01.05>
- Hanafi, N. D. (2008). Teknologi pengawetan pakan ternak. Departemen Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Harwood, C. S. (2022). *Rhodopseudomonas palustris*. *Trends in Microbiology*, 30(3), 307-308. <https://doi.org/10.1016/j.tim.2021.12.001>
- Hasanah, N., Haryuni, N., & Wahyono, N. D. (2024). The effect of EM-4 dosage in fermentation on the quality of soy milk waste (SMW) as an alternative feed ingredient to increase production cost efficiency in the poultry business. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1338, No. 1, p. 012020). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1338/1/012020>
- Hatmanti, A. (2000). Pengenalan *Bacillus* spp. *Oseana*, 25(1), 31-41. 0216- 1877.
- Imanda, S., Effendi, Y., Sihono, S., & Sugoro, I. (2016). Evaluasi in vitro silase sinambung sorgum varietas samurai 2 yang mengandung probiotik BIOS K2 dalam cairan rumen kerbau. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*, 12(1), 1-7. <https://doi.org/10.17146/jair.2016.12.1.3193>
- Imsya A. (2007). Konsentrasi N-amonia, pencernaan bahan kering dan pencernaan bahan organik pelepah sawit hasil amoniasi secara in vitro. Dalam: Prosiding Seminar Teknologi Peternakan dan Veteriner, 21–22 Agustus 2007. Bogor (ID): Puslitbang Peternakan

- Badan Litbang Pertanian, Departemen Pertanian Bogor.
- Indriyani, S. (2019). *Kualitas silase jerami padi untuk pakan ternak ruminansia dengan penambahan bacillus circulans* (Bachelor's thesis, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta).
- Kii, P. R., Oematan, G., & Lestari, G. A. (2024). Pengaruh Level Penggunaan Jerami Padi Sebagai Absorban Terhadap Kandungan Nutrisi Silase Campuran Rumput Kume (*Shorgum plumosum* var. *Timorense*) dan Mucuna Bracteata. *Animal Agricultura*, 2(1), 441-451. <https://doi.org/10.59891/animacultura.v2i1.49>
- Kurniawati, A. (2007). Teknik produksi gas in-vitro untuk evaluasi pakan ternak: volume produksi gas dan pencernaan bahan pakan. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*, 3(1), 40-49. 1907-0322.
- McDonald, P., Edwards, R. A., & Greenhalgh, J. F. D. CA Morgan, LA Sinclair and RG Wilkinson. 2011. *Animal Nutrition Seventh Edition*. Pearson, Canada.
- Menke, K. K., & H. Steinngas. (1988). Estimastion of energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Anim. Res. Dev*, 28(2), 7-55.
- Oleksy, M., & Klewicka, E. (2018). Exopolysaccharides produced by *Lactobacillus* sp.: Biosynthesis and applications. *Critical reviews in food science and nutrition*, 58(3), 450-462. <https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1187112>
- Ørskov, E.R. & I. McDonald. (1979). The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci.* 92: 499-503. <https://doi.org/10.1017/S0021859600063048>
- Rohmat, N. N. B., Mansyur, Putri, E. M., Gopar, R. A., Purba, R. D., Negoro, P. S., & Negara, W. (2024). Pengaruh Berbagai Jenis Bakteri Asam Laktat (BAL) Terhadap Pencernaan Fraksi Serat dan Degradasi Bahan Kering Pelepah Sawit Terfermentasi. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*, 6(3), 127-136. <https://doi.org/10.24198/jnttip.v6i3.55588>
- Rizali A, Fahcrianto, Ansari M.H., Wahdi A. (2018). Pemanfaatan limbah pelepah dan daun kelapa sawit melalui fermentasi *Trichoderma* sp. sebagai pakan sapi potong. *Enviro Sciencieae Jurnal Ilmiah Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 14(01), 1-7. <https://dx.doi.org/10.20527/es.v14i1.4886>
- Sretenović, L., Petrović, M. P., Aleksić, S., Pantelić, V., Katić, V., Bogdanović, V., & Beskorovajni, R. (2008). Influence of yeast, probiotics and enzymes in rations on dairy cows performances during transition. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 24(5-6), 33-43. <https://doi.org/10.2298/BAH0806033S>
- Suryani, H., Wijayandari, W., Fakhri, S., Latief, A., & Yani, A. (2020). Pengaruh Penambahan Bakteri Asam Laktat dan Pakan Sumber Energi terhadap Kandungan Nutrisi dan Fraksi Serat Silase Pelepah Sawit. *Jurnal Peternakan*, 17(2), 81-89. <https://doi.org/10.24014/jupet.v17i2.9125>
- Yulistiani, D., Jalan, Z. A., Liang, J. B., Yaakub, H., & Abdullah, N. (2007). The use of in vitro gas production technique to evaluate molasses supplementation to mulberry (*Morus alba*) and rice straw mixed diets. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 12(4), 255-261. <http://dx.doi.org/10.14334/jitv.v12i4.492>