

KOMPOSISI KIMIA SILASE CAMPURAN SORGUM (*SORGHUM Bicolor l moench*) DAN DAUN KELOR (*Moringa oleifera lam*) DENGAN IMBANGAN BERBEDA

CHEMICAL COMPOSITION OF MIXED SILAGE OF SORGUM (*Sorghum bicolor l moench*) AND MORINGA LEAVES (*Moringa oleifera lam*) IN DIFFERENT BALANCES

Agustinus Matti Bera, Marthen Yunus, Tara Tiba Nikolaus
Fakultas Peternakan, Kelautan dan Perikanan, Universitas Nusa Cendana.
Jl. Adisucipto, Penfui, Kupang, Nusa Tenggara Timur, 85001
Email koresponden: agust@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini Adalah untuk mengetahui pengaruh silase komplit berbasis sorgum-kelor dengan level yang berbeda, terhadap pencernaan NDF, ADF, dan Lignin terhadap kandungan serat kasar, pencernaan bahan kering (KcBK), dan pencernaan bahan organik (KcBO) secara in vitro. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen desain Rancangan acak lengkap (RAL) dengan empat perlakuan, dan empat ulangan, yaitu: sk1;100% Sorgum sk2;75% Sorgum + 25% daun kelor sk3 ;50% Sorgum + 50% daun kelor sk4;25% Sorgum + 75% daun kelor. Variabel yang diukur adalah serat deterjen netral (NDF), serat deterjen asam (ADF), dan lignin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya variasi kandungan NDF, ADF dan lignin silase sorgum-kelor pada masing-masing perlakuan masa. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap NDF dan ADF namun berpengaruh nyata terhadap kandungan lignin. Dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi daun kelor, maka kemampun pencernaan NDF, ADF dan lignin semakin tinggi, karena kelor memiliki kandungan lignin yang rendah dibandingkan hijauan berserat tinggi seperti sorgum. Hal ini menurunkan kadar lignin total, meningkatkan daya cerna bahan kering (BK) dan bahan organik (BO) kelor juga kaya akan suplemen protein tinggi dan serat rendah serat berkualitas tinggi. Ketika di tambahkan ke sorgum, kelor mengencerkan (dilution effect) komponen serat yang tinggi pada sorgum, yang berujung pada penurunan kadar NDF, ADF, dan lignin.

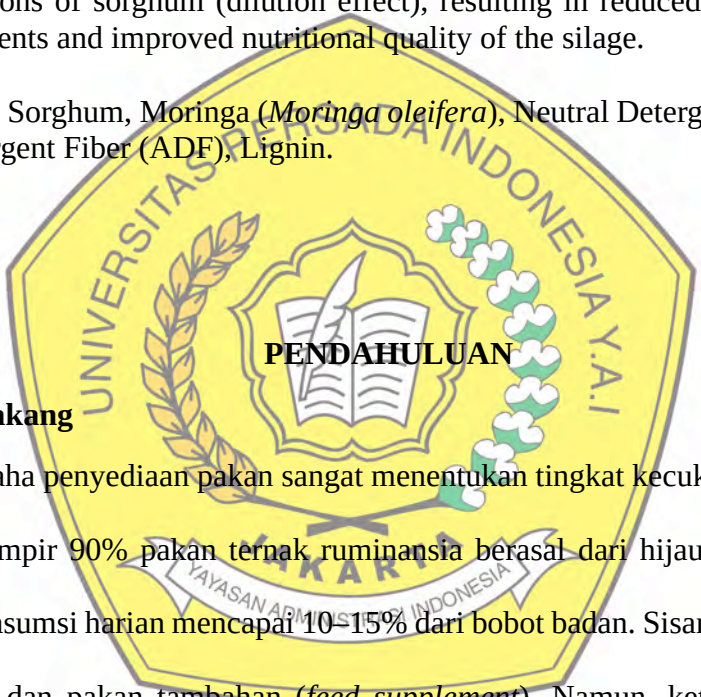
Kata kunci: Shorgum, Kelor, NDF, ADF, Lignin

ABSTRACT

This study aimed to determine the effect of complete sorghum–moringa silage at different inclusion levels on Neutral Detergent Fiber (NDF), Acid Detergent Fiber (ADF), and lignin contents, as well as their relationship with crude fiber, in vitro dry matter digestibility (IVDMD), and in vitro organic matter digestibility (IVOMD). The study employed an experimental method using a Completely Randomized Design (CRD) consisting of four treatments and four replications: SK1

= 100% sorghum, SK2 = 75% sorghum + 25% moringa leaves, SK3 = 50% sorghum + 50% moringa leaves, and SK4 = 25% sorghum + 75% moringa leaves. The variables measured were Neutral Detergent Fiber (NDF), Acid Detergent Fiber (ADF), and lignin. The results showed variations in the NDF, ADF, and lignin contents of sorghum–moringa silage among the treatments. Statistical analysis indicated that the treatments had no significant effect ($P>0.05$) on NDF and ADF contents but had a significant effect ($P<0.05$) on lignin content. It can be concluded that increasing the proportion of moringa leaves improved the digestibility of NDF, ADF, and lignin because moringa contains lower lignin levels than high-fiber forages such as sorghum. The lower lignin concentration enhanced dry matter and organic matter digestibility. In addition, moringa leaves are rich in protein and contain high-quality fiber. When mixed with sorghum, moringa diluted the high fiber fractions of sorghum (dilution effect), resulting in reduced NDF, ADF, and lignin contents and improved nutritional quality of the silage.

Keywords: Sorghum, Moringa (*Moringa oleifera*), Neutral Detergent Fiber (NDF), Acid Detergent Fiber (ADF), Lignin.



PENDAHULUAN

Latar Belakang

Usaha penyediaan pakan sangat menentukan tingkat kecukupan pakan bagi ternak. Hampir 90% pakan ternak ruminansia berasal dari hijauan segar dengan tingkat konsumsi harian mencapai 10-15% dari bobot badan. Sisanya dipenuhi dari konsentrat dan pakan tambahan (*feed supplement*). Namun, ketersediaan pakan hijauan sangat terbatas saat musim kemarau. Hal ini memicu kekurangan pakan serta penurunan produktivitas dan kualitas nutrisi tanaman yang ada.

Salah satu solusi mengatasi masalah tersebut adalah memanfaatkan tanaman lahan kering yang adaptif seperti sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) dan kelor (*Moringa oleifera* Lam.) Kleden *et al*, 2017, Muzani dan Panjaitan, 2011. Upaya mempertahankan kualitas hijauan pada musim paceklik dapat dilakukan melalui

teknologi preservasi atau pengawetan silase dengan mengombinasikan kedua tanaman tersebut Sumarsih *et.al.*, 2009.

Tanaman sorgum berpotensi tinggi sebagai pakan ternak karena memiliki kandungan nutrisi yang baik. Kandungan nutrisi sorgum pada fase vegetatif berkisar antara 13,76%–15,66% protein kasar (PK) dan 26,06%–31,85% serat kasar (SK) (Purnomohadi, 2006). Sementara itu, tanaman kelor memiliki produktivitas tinggi, tahan panas, serta kaya akan nutrisi Kleden *et al*, 2017, Muzani dan Panjaitan, 2011.

Menurut Kurniawati dan Fitriyya (2018), kandungan nutrisi kelor setara dengan tanaman legum pohon lainnya seperti gamal (*Gliricidia sepium*), lamtoro (*Leucaena leucocephala*), dan turi (*Sesbania grandiflora*). Kelor memiliki profil asam amino, vitamin, dan mineral yang sangat lengkap (Muzani dan Panjaitan, 2011). Kandungan asam amino esensial tanaman ini mencapai 11,87%, asam amino non-esensial 13,65%, dan protein kasar sebesar 33,9%. Oleh karena itu, daun kelor sering diandalkan untuk mengatasi masalah kekurangan protein pada pakan ternak (Kleden *et al.*, 2017) [Kleden *et al*, 2017].

Tingginya biomassa tanaman pertanian dan pakan pada musim hujan sering kali tidak termanfaatkan dengan baik dan mudah rusak karena kadar airnya yang tinggi Mugiawati dan Suwarno, 2013. Kerusakan ini dapat dicegah melalui teknologi silase, yaitu pengolahan hijauan segar dalam kondisi kedap udara (anaerob) memanfaatkan bakteri asam laktat (BAL) (Mugiawati dan Suwarno, 2013; Sumarsih *et al.*, 2009) [Mugiawati dan Suwarno, 2013, Sumarsih *et.al.*, 2009].

Prinsip utama pembuatan silase adalah menjaga kondisi anaerob di dalam silo serta menambahkan sumber karbohidrat yang mudah terfermentasi (*fermentable carbohydrates*), seperti dedak padi, untuk menekan aktivitas enzim merugikan dan memacu pertumbuhan BAL (Hidayat dan Indrasanti, 2011; Sadahiro *et al.*, 2004) Hidayat dan Indrasanti, 2011. Kualitas pakan awetan dengan kadar air tinggi ini selanjutnya dapat dievaluasi di laboratorium menggunakan metode fermentasi secara *in vitro*.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi pengaruh komposisi campuran sorgum dan daun kelor denganimbangan yang berbeda terhadap kualitas fermentasi secara *invitro*, dengan harapan dapat menemukan formulasi pakan silase yang optimal untuk ternak ruminansia.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 8 bulan terhitung dari bulan November 2024-Juni 2025 dimana pelaksanaanya terdiri dari 1 bulan persiapan lahan dan penanaman, 4 bulan budidaya tanaman, 1 bulan pembuatan silase dan 2 bulan Analisis Laboraturium. Penelitian ini dilakukan di Laboraturium Lahan Kering Kepulauan dan di Laboraturium Kimia Universitas Nusa Cendana Kupang.

Materi Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi hijauan tanaman sorghum yang dipanen pada umur 3 bulan. Sebagai sumber energi utama karena

memiliki kandungan karbohidrat dan serat kasar yang tinggi. Selanjutnya ditambahkan kelor yang berperan sebagai sumber protein kasar, vitamin, dan mineral yang dapat meningkatkan kualitas nutrisi pakan. Selain itu digunakan pula dedak padi yang berfungsi sebagai bahan pendukung proses fermentasi sekaligus berperan sebagai sumber energi bagi bakteri asam laktat yang sangat penting dalam pembuatan silase,

Metode Penelitian

penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan, sehingga total terdapat 20 unit percobaan. Setiap unit (silo) berisi bahan pakan dengan berat bervariasi tergantung dengan perlakuan, berkisar antara 25,875 kg hingga 37,975 kg. Adapun perlakuan dalam penelitian ini sebagai berikut:

- Sk1: 100% Sorgum
- Sk2: 75% Sorgum + 25% daun kelor
- Sk3: 50% Sorgum + 50% daun kelor
- Sk4: 25% Sorgum + 75% daun kelor

Masing-masing perlakuan ditambahkan dedak padi sebanyak 5% dari berat bahan segar sebagai sumber karbohidrat mudah larut untuk mendukung proses fermentasi.

Prosedur Penelitian Pembuatan Silase

Pada proses pembuatan silase, tanaman sorgum dan tanaman kelor di cacah menggunakan alat pencacah (chopper) dengan ukuran $\pm 2-3$ cm. bahan yang telah dicacah kemudian di angin-anginkan untuk mengurangi kadar air yang terlalu tinggi, selanjutnya di timbang menggunakan timbangan digital sesuai

komposisi perlakuan. Pembuatan silase campuran sorgum dan kelor dilakukan dengan berat total setiap perlakuan sebesar 10 kg dengan rincian komposisi yaitu SK1 (100% sorgum) menggunakan 10 kg sorgum murni, SK2 (75% sorgum +25% kelor) menggunakan 7,5 kg sorgum dan 2,5 kg kelor, SK3 (50% sorgum + 50% kelor) menggunakan 5 kg sorgum dan 5 kg kelor, serta SK4 (25% sorgum + 75% kelor) menggunakan 2,5 kg sorgum dan 7,5 kg kelor. Pada setiap perlakuan juga ditambahkan dedak padi sebanyak 5% dari berat total berfungsi sebagai sumber karbohidrat mudah larut untuk mendukung proses fermentasi, namun penambahan ini tidak mengubah perbandingan komposisi utama sorgum dan kelor. Seluruh bahan kemudian di campur secara merata, kemudian dari setiap campuran perlakuan seberat 10 kg tersebut dibagi lagi ke dalam beberapa ulangan masing-masing seberat 2 kg. setiap bahan di masukkan ke dalam toples plastik cling wrap hingga benar-benar kedap udara. Kemudian disimpan ditempat yang sejuk selama 21 hari dalam kondisi anaerob (tanpa udara) agar proses fermentasi berlangsung sempurna. Setelah 21 hari silase dibuka / dibongkar dan dilakukan pengamatan kualitas fisik yang meliputi warna, bau, dan jamur untuk mengetahui Tingkat keberhasilan pembuatan silase. Selanjutnya silase dikeringkan kedalam oven dengan suhu 60°C selama 2 x 24 jam hingga berat konstan setelah kering bahan kemudian dihaluskan menggunakan blender hingga menjadi tepung. Bahan yang sudah menjadi tepung tersebut digunakan sebagai sampel untuk analisis fermentasi secara *in vitro*.

Parameter Penelitian

Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah Kandungan Neutral Detergent Fiber, Acid Detergent Fiber, Selulosa, Hemiselulosa dan Lignin sesuai prosedur (Van soest, 1967):

1. Neutral Detergent Fiber (NDF)

- a. Timbang sampel sebanyak 1gram (A) masukkan kedalam gelas piala 600 ml, tambahkan 100 ml larutan NDS dan panaskan. Ekstrak selama 60 menit dari mulai mendidih.
- b. Saring menggunakan cawan kaca masir G2 yang telah ditimbang sebelumnya (B), bilas residu menggunakan air panas dan acetone.
- c. Keringkan pada oven 105°C sampai beratnya stabil, angkat dan dinginkan dalam desikator, setelah dingin lalu ditimbang (C).

Perhitungan: $\% \text{ NDF} = \frac{C-B}{A} \times 100\%$

2. Acid Detergent Fiber (ADF)

- a. Timbang sampel 1gram (A) kemudian masukkan kedalam gelas piala 600 ml. Tambahkan 100 ml larutan ADS, ekstrak selama 60 menit dari mulai mendidih.
- b. Saring menggunakan cawan kaca masir yang telah ditimbang sebelumnya (B), bilas residu menggunakan air panas dan acetone.
- c. Keringkan pada oven 105°C selama ± 4 jam sampai beratnya stabil, angkat dan dinginkan dalam desikator. Setelah dingin, keluarkan cawan dari desikator dan ditimbang (C).

$$\text{Perhitungan: \% ADF} = \frac{C-B}{A} \times 100\%$$

3. Lignin

- Analisa lignin merupakan kelanjutan dari analisa selulosa. Sampel yang sudah dikeringkan (D), selanjutnya dibakar dalam tanur dengan tempratur $\pm 400^{\circ}\text{C}$ selama 4 jam.
- Angkat lalu dinginkan cawan dalam eksikator dan timbang (E).

$$\text{Perhitungan: \% Lignin} = \frac{D-E}{A} \times 100\%$$

Analisis Statistik

Data yang diperoleh selama penelitian ini ditabulasi dan dianalisis menurut prosedur sidik ragam /Anova (*Analisis of Variance*). Apabila terdapat adanya pengaruh maka dilanjutkan dengan uji lanjut BNT/beda nyata terkecil dengan menggunakan software SPSS seri 24.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Komposisi Kimia Pakan

Kandungan nutrisi	Perlakuan			
	SK 1	SK2	SK3	SK4
BK (%)	90,72	90,09	90,87	91,16
BO (%) (BK)	89,44	89,41	89,58	89,66
PK (%) (BK)	7,40	8,16	8,85	9,43
SK (%) (BK)	25,68	24,69	23,46	22,45
BETN (%) (BK)	52,62	52,66	53,33	53,67

Sumber: Hasil analisis laboratorium kimia pakan Fakultas Peternakan Kelautan dan Perikanan Universitas Nusa Cendana. Berdasarkan data pada Tabel 1 memperlihatkan bahwa terjadi peningkatan kandungan bahan kering, protein kasar dan bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) dan peningkatan bahan kering dan protein kasar tertinggi pada Sk4, sementara kandungan bahan organik dan BETN tertinggi pada Sk3. Pada tabel tersebut terlihat penurunan kandungan serat kasar dan kandungan yang terendah pada Sk4. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat silase yang ada menghasilkan kandungan bahan kering, bahan organik, proteian kasar dan BETN yang semakin meningkat. Selain itu pada Tabel 1 terlihat pengaruh perlakuan terhadap peningkatan tertinggi kandungan bahan organik dan BETN terjadi peningkatan. Kandungan serat kasar mengalami penurunan seiring dengan penambahan konsentrat. Penambahan konsentrat dapat meningkatkan kandungan protein kasar dan BETN dimana masing-masing digunakan sebagai sumber amonia (NH₃) dan kerangka karbon (C) dalam sintesis mikroba. Penurunan serat kasar diharapkan mampu meningkatkan nilai cerna nutrien yang berdampak pencernaan protein kasar

Tabel 2. Rataan Perlakuan Terhadap Kandungan NDF, ADF dan Lignin

Parameter	Perlakuan				P-Value
	SK1	SK2	SK3	SK4	
NDF (%)	66,75±1,95 ^a	58,61±1,31 ^b	54,11±1,60 ^c	56,81±1,90 ^b	0,001
ADF (%)	42,74±0,39 ^a	36,53±1,31 ^b	36,13±1,04 ^{bc}	37,72±1,55 ^{bc}	0,001
Lignin (%)	7,60±0,84 ^a	6,08±0,97 ^b	6,01±0,62 ^b	7,04±0,38 ^a	0,005

Ket: Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berpengaruh nyata (P<0,01)

Neutral Detergent Fiber (NDF) merupakan fraksi serat yang menggambarkan total dinding sel tanaman, yang terdiri atas hemiselulosa, selulosa, dan lignin. Kandungan NDF menentukan seberapa besar volume pakan yang dapat dikonsumsi ternak, karena fraksi ini berhubungan langsung dengan kecepatan pengosongan rumen. Semakin tinggi NDF, semakin rendah konsumsi dan kualitas hijauan (Mertens, 2019). Studi terbaru juga menunjukkan bahwa NDF merupakan parameter utama dalam menilai kapasitas retensi pakan di rumen serta pengaruhnya terhadap pencernaan total (Zhao *et al.*, 2020; Li *et al.*, 2022).

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan perlakuan berpengaruh sangat nyata ($P > 0.01$) terhadap kandungan ADF. Hal ini kemungkinan besar disebabkan karena pakan yang digunakan untuk membuat silase yaitu *shorgum* dan *kelor* memiliki komponen polisakarida karbohidrat struktural yang kuat terutama pada dinding sel tanaman sehingga pada proses silase bakteri asam laktat lebih leluasa memanfaatkan substrat yang tersedia selama proses silase. Hal ini sesuai dengan pendapat Riswandi (2014) yang menyatakan bahwa pemberian legum dengan kandungan nutrisi yang tinggi terutama protein yang tinggi dapat meningkatkan kualitas pakan karena ketersediaan karbohidrat mudah larut dan protein yang berasal dari legum untuk pertumbuhan bakteri asam laktat. Menurut Jennings (1994) secara teori, degradasi dinding sel tanaman akan mengurangi konsentrasi serat deterjen netral dan asam dalam silase dan pada saat yang sama melepaskan gula tambahan, yang merupakan substrat utama bagi bakteri penghasil asam

laktat. Penurunan nilai NDF akibat kombinasi sorgum dan kelor ini didukung oleh temuan Sadarman dkk. (2023), yang melaporkan bahwa penambahan bahan pakan aditif lokal yang kaya nutrisi mampu merangsang aktivitas bakteri asam laktat (BAL) untuk memecah sebagian hemiselulosa pada dinding sel tanaman selama proses ensilase. Penurunan NDF pada titik optimal (SK3) mengindikasikan terjadinya sinergi substrat yang pas. Fenomena pemecahan komponen dinding sel ini juga diperkuat oleh studi Zhao *et al.* (2020), yang menyatakan bahwa fermentasi anaerob yang berjalan sempurna terbukti efektif mendegradasi sebagian fraksi karbohidrat struktural menjadi asam-asam organik rantai pendek, sehingga total persentase NDF di dalam silase menurun.

Pengaruh Perlakuan terhadap ADF

Acid Detergent Fiber (ADF) adalah fraksi serat yang lebih sulit dicerna, terdiri atas selulosa dan lignin. Nilai ADF yang tinggi menunjukkan rendahnya pencernaan pakan, karena lignin dan sebagian selulosa memerlukan waktu fermentasi lebih lama (Van Soest *et al.*, 2019). Pendapat (Ning *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2023). menyebutkan bahwa ADF sangat berperan dalam menentukan kualitas energi pakan serta memengaruhi performa ternak ruminansia menyebutkan bahwa ADF sangat berperan dalam menentukan kualitas energi pakan serta memengaruhi performa ternak ruminansia.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan perlakuan berpengaruh sangat nyata ($P > 0.01$) terhadap kandungan ADF. Hal ini menandakan kontribusi dedak sebanyak 5% pada setiap perlakuan pakan silase belum mampu

optimal dalam menurunkan kandungan ADF, padahal dedak merupakan bahan material yang komponen karbohidrat non struktural tersedia cukup. Menurunnya nilai ADF disebabkan karena suplai hijauan yakni Shorgum dan kelor memberikan asupan substrat optimal bagi tumbuh dan kembang bakteri asam laktat ini, substrat tersebut kemungkinan merupakan karbohidrat larut sehingga potensi bakteri asam laktat dalam mengurai komponen ADF selama proses silase lebih jelas terlihat. Sejalan dengan pendapat Nurkhasanah dkk. (2020) pada hijauan pakan ternak, semakin rendah fraksi serat (NDF, ADF) maka kualitas pakan akan semakin baik, karena memiliki pencernaan yang tinggi. Artinya dengan tingkat pencernaan yang tinggi maka proses pemanfaatan nutrisi pada hijauan dapat diserap secara optimal oleh ternak. Sutaryono dkk. (2023) yang mengatakan bahwa penurunan kandungan ADF dan NDF dapat digambarkan dengan merenggangnya kandungan lignin dan karbohidrat pada saat ensilase, Mikroba mendegradasi karbohidrat larut yang dilepaskan untuk memenuhi kebutuhannya. Pendapat Riswandi (2014) yang menyatakan bahwa pemberian legum dengan kandungan nutrisi yang tinggi terutama protein yang tinggi dapat meningkatkan kualitas pakan karena ketersediaan karbohidrat mudah larut dan protein yang berasal dari legum untuk pertumbuhan bakteri asam laktat. Menurut Sutardi dkk. (1980), komponen ADF yang mudah dicerna ialah kandungan selulosa, sedangkan kandungan lignin sulit untuk dicerna karena memiliki ikatan rangkap. Semakin kecil nilai kandungan ADF maka pencernaan silase akan lebih baik. penurunan

nilai ADF yang sangat nyata ini sesuai dengan laporan Nurkhasanah dkk. (2020), yang menegaskan bahwa integrasi legum pohon pada pembuatan silase hijauan lahan kering secara signifikan menurunkan kadar selulosa dan lignin (komponen ADF). Kemampuan BAL dalam memanfaatkan karbohidrat larut air (*Water Soluble Carbohydrates*) dari dedak padi dan sorgum menghasilkan asam laktat yang mampu melonggarkan matriks serat. Pola penurunan fraksi ADF yang linier dengan peningkatan kualitas pakan ini juga divalidasi oleh Silva *et al.* (2023), yang menyatakan bahwa minimalisasi fraksi ADF pasca-fermentasi merupakan indikator utama bahwa pakan tersebut akan memiliki nilai pencernaan yang tinggi saat disimulasikan di dalam rumen

Pengaruh Perlakuan terhadap Lignin

Lignin adalah komponen serat yang tidak dapat dicerna, dan menjadi faktor utama yang membatasi pencernaan pakan. Peningkatan kadar lignin menghambat aktivitas mikroba rumen karena lignin melapisi selulosa dan hemiselulosa, sehingga mengurangi keterjangkauan enzim pencernaan (Jung *et al.*, 2020).

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan perlakuan berpengaruh sangat nyata ($P < 0.01$) terhadap kandungan lignin. Hal ini menunjukkan bahwa telah terjadi proses pemisahan serta pemecahan ikatan lignoselulosa, selulosa yang tinggi akan menurunkan kadar lignin dalam proses fermentasi. Pembuatan silase merupakan metode atau cara pengolahan relatif murah dan praktis dan merupakan salah satu cara pengolahan pakan sebelum diberikan pada ternak. Menurut Deliani (2008) bahwa, fermentasi

adalah proses pemecahan ikatan-ikatan kimia kompleks menjadi sederhana yang melibatkan aktivitas mikroba. Hal ini sesuai dengan Fitriani dkk. (2018) menyatakan bahwa lignin merupakan bagian dari tanaman yang tidak dapat dicerna dan berikatan kuat dengan selulosa dan hemiselulosa, lignin bukanlah golongan karbohidrat, tetapi sering berkaitan dengan selulosa dan hemiselulosa serta erat hubungannya dengan serat kasar dalam analisis proksimat, maka dimasukkan kedalam karbohidrat.

Sudirman dkk. (2015) menyatakan bahwa, lignin adalah bagian dari dinding sel tanaman yang sulit untuk dicerna ternak ruminansia karena lignin berikatan kuat dengan selulosa dan hemiselulosa, sehingga dengan adanya kandungan lignin akan menghambat pencernaan selulosa dan hemiselulosa. Imsya *et al.*, (2014) Dimana ikatan lignoselulosa merupakan unsur pembatas dalam penggunaan bahan pakan secara proporsional karena akan mengurangi tingkat edibilitas sehingga dapat mengurangi manfaat pakan dari pakan tersebut. Menurut Arif (2001) kandungan lignin yang rendah disebabkan oleh selulosa yang tinggi pada proses lignoselulosa sehingga setelah proses ensilase terjadi perenggangan dan pemisahan lignoselulosa dan lignohemiselulosa. (Nisa, dkk., (2020) dimana semakin lama proses fermentasi memberikan kesempatan yang lebih lama terhadap substrat dalam suasana pH rendah. Karena keasaman dapat mempengaruhi ikatan lignoselulosa dan terjadi penurunan kandungan lignin pada saat proses ensilase dengan menambahkan dedak fermentasi pada silase. Akibat pemisahan dan pemecahan ikatan lignoselulosa selama proses ensilase,

jumlah lignin dalam bahan akan berkurang ketika kandungan selulosa tinggi. penurunan kadar lignin pada perlakuan kombinasi ini selaras dengan studi Sutaryono dkk. (2023), yang menjelaskan bahwa proses ensilase dapat meregangkan ikatan kompleks lignoselulosa. Meskipun mikroba tidak dapat mendegradasi lignin secara utuh, lingkungan asam dan aktivitas enzim mikroba tertentu selama 21 hari masa fermentasi mampu memutuskan sebagian ikatan ester antara lignin dengan selulosa atau hemiselulosa. Efek pemutusan ikatan kompleks serat ini juga dilaporkan oleh Irawan *et al.* (2021), di mana perlakuan silase campuran yang tepat dapat membebaskan serat yang mudah dicerna (selulosa) dari bungkusan lignin, sehingga menurunkan akumulasi persentase lignin akhir pada silase

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai pengaruh perbedaanimbangan silase campuran sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) dan daun kelor (*Moringa oleifera* Lam.) terhadap komposisi kimia dan fraksi serat, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Peningkatan Kualitas Nutrisi Proksimat: Peningkatan proporsi daun kelor dalam silase campuran secara nyata meningkatkan kandungan Bahan Kering (BK), Bahan Organik (BO), Protein Kasar (PK), dan BETN, serta menurunkan kadar Serat Kasar (SK). Kualitas nutrisi proksimat terbaik ditemukan pada perlakuan SK4 dengan kandungan Protein Kasar tertinggi (9,43%) dan Serat Kasar terendah (22,45%).

2. Penurunan Fraksi Serat Struktural: Perlakuan kombinasi campuran mampu mendegradasi komponen dinding sel tanaman secara sangat nyata ($P < 0,01$). Penurunan fraksi *Neutral Detergent Fiber* (NDF) dan *Acid Detergent Fiber* (ADF) yang paling optimal secara konsisten dicapai pada perlakuan SK3 (NDF 54,11% dan ADF 36,13%).
3. Penurunan Kadar Lignin: Proses ensilase terbukti nyata ($P < 0,01$) mampu merenggangkan ikatan kompleks lignoselulosa. Kadar lignin terendah diperoleh pada perlakuan SK3, yaitu sebesar 6,01% dibandingkan dengan SK1 yang mencapai 7,60%.
4. Formulasi Optimal: Secara keseluruhan, kombinasi perlakuan SK3 menunjukkan stabilitas kualitas fisik serat terbaik karena berhasil menurunkan kadar NDF, ADF, dan Lignin ke titik terendah, yang menjadi indikator kuat tingginya nilai pencernaan pakan saat disimulasikan di dalam rumen.

5.2. Saran

1. Disarankan untuk menggunakan formulasi silase campuran pada tingkat perlakuan SK3 sebagai alternatif pakan berkualitas tinggi bagi ternak ruminansia, khususnya untuk menghadapi musim kemarau atau paceklik.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai evaluasi parameter biologis pasca-uji *in vitro* (seperti nilai VFA, (NH_3) , KCBK, dan KCBO) serta uji palatabilitas (tingkat kesukaan) langsung pada ternak hidup (*in vivo*) untuk melihat performa produksi yang sesungguhnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriani, A., Latif, S., & Bahar, S. 2016. Kualitas fisik dan kimia silase pakan komplit berbasis limbah pertanian untuk ternak ruminansia. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan*, 4(2), 85-92.
- Aminah, S., Ramdhan, T., & Yanis, M. 2015. Kandungan nutrisi dan sifat fungsional tanaman kelor (*Moringa oleifera*). *Buletin Pertanian Perkotaan*, 5(2), 35-44 Aminah, 2015.
- Arif, M. 2001. Pengaruh teknologi fermentasi terhadap penurunan kadar lignin bahan pakan lokal lahan kering. *Jurnal Nutrisi Lahan Kering*, 12(1), 45-51.
- Deliani, S. 2008. *Prinsip Dasar Fermentasi Pakan Ternak*. IPB Press.
- Fitriani, A., Widyastuti, Y., & Suwarno, S. 2018. Hubungan fraksi serat kasar dengan komponen lignoselulosa pada tanaman leguminosa pohon. *Jurnal Pastura*, 7(2), 78-83.
- Haresta, A. 2017. Pengaruh penambahan berbagai jenis akselerator terhadap kualitas fisik dan kimia silase hijauan pakan. *Jurnal Ilmu Ternak*, 17(1), 22-29.
- Hartadi, H., Reksohadiprodjo, S., & Tillman, A. D. 1997. *Tabel Komposisi Pakan untuk Indonesia*. Gadjah Mada University Press.
- Hidayat, N. 2014. Karakteristik dan kualitas silase limbah tanaman pertanian di Indonesia. *Jurnal Agripet*, 14(2), 112-119.
- Hidayat, N., & Indrasanti, D. 2011. Pengaruh penambahan karbohidrat fermentabel terhadap kualitas fungsional dan populasi bakteri asam laktat silase. *Jurnal Ilmiah Peternakan*, 9(3), 201-208 [Hidayat dan Indrasanti, 2011.
- Imsya, A., Muhtarudin, & Liman. 2014. Faktor pembatas lignoselulosa pada pemanfaatan bahan pakan lokal oleh mikrobioma rumen ternak ruminansia. *Jurnal Peternakan Sriwijaya*, 3(1), 14-22.

- Irawan, A., Sadarman, & Febrina, D. 2021. Strategi meminimalkan proteolisis selama proses ensilase hijauan pakan tropis. *Jurnal Peternakan Tropis*, 22(3), 310-318.
- Jennings, P. G. 1994. *The Theory of Forage Cell Wall Degradation in Silage Production*. Academic Press.
- Jung, H. G., Mertens, D. R., & Phillips, R. L. 2020. Effect of forage lignin content on cell wall degradation by rumen microbes. *Journal of Dairy Science*, 103(4), 3211-3220.
- Keskin, B., Yilmaz, I. H., & Akdeniz, H. 2005. Determination of yield and quality traits of some sorghum-sudan grass hybrid cultivars. *Journal of Agronomy*, 4(1), 47-51.
- Kleden, M. M., Mulyadi, & Soetrisno, E. 2017. Evaluasi mutu nutrisi silase campuran rumput gajah dan daun kelor (*Moringa oleifera*) dengan tingkat imbalan berbeda. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 27(2), 14-23 [Kleden *et al*, 2017].
- Kondo, M., Kita, K., & Jayanegara, A. 2016. Modern techniques of silage making and the application of agro-industrial by-products in tropical region. *Animal Feed Science Technology*, 214, 12-25.
- Kurniawati, E., & Fitriyya, N. 2018. Potensi daun kelor (*Moringa oleifera*) sebagai sumber protein bypass pada ternak ruminansia: Sebuah tinjauan. *Jurnal Nutrisi Tropis*, 1(2), 55-62.
- Laboratorium Nutrisi Penelitian. 2015. *Laporan Tahunan Hasil Analisis Bahan Pakan Ternak*. Fakultas Peternakan, Universitas Nusa Cendana.
- Lendrawati, L., Zain, M., & Ningrat, R. W. S. 2012. Karakteristik fermentasi silase ransum komplit berbasis limbah kelapa sawit. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 14(3), 415-422.

- Li, M., Zhang, L., & Wang, H. 2022. Comprehensive review of cell wall carbohydrate degradation during ensiling and its impact on in vitro digestibility. *Bioresource Technology*, 345, 126-135.
- Mediksa, R., Wahyuni, S., & Purnomo, A. 2021. Pengaruh fraksi serat dan protein pakan terhadap pola degradasi nutrien di dalam rumen. *Jurnal Sains Peternakan*, 19(1), 34-42.
- Mertens, D. R. 2019. Review: Development and application of the Neutral Detergent Fiber system in ruminant nutrition. *Animal Feed Science and Technology*, 250, 15-28 Mertens, 2019.
- Mugiawati, RE., & Suwarno. 2013. Kadar air dan derajat keasaman silase rumput gajah pada umur pemotongan berbeda. *Jurnal Ilmiah Peternakan*, 1(1), 122-128 Mugiawati dan Suwarno, 2013.
- Muzani, A., & Panjaitan, T. 2011. Pemanfaatan tanaman kelor sebagai pakan suplemen kaya protein untuk ternak ruminansia di lahan kering. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian*, 145-152 Muzani dan Panjaitan, 2011.
- Ning, T., Silva, J., & Zhang, Y. 2021. Prediction of forage energy value from Acid Detergent Fiber content: A meta-analysis. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 105(2), 241-252.
- Nurkhasanah, S., Haris, A., & Astuti, T. 2020. Penurunan komponen serat deterjen (NDF dan ADF) silase hijauan pasca integrasi dengan leguminosa pohon. *Jurnal Ilmu Nutrisi Pakan*, 8(2), 89-96.
- Purnomohadi, S. 2006. *Potensi Nutrisi Sorgum Fase Vegetatif untuk Ternak Ruminansia*. Penerbit Universitas Diponegoro.
- Riswandi, R. 2014. Optimalisasi pemanfaatan leguminosa dalam pembuatan silase berbasis tanaman sereal. *Jurnal Peternakan Sriwijaya*, 3(2), 45-53.

- Sadahiro, S., Takahashi, T., & Suzuki, M. 2004. Microbial ecology of silage fermentation and methods to suppress unwanted enzymatic activities. *Grassland Science*, 50(4), 380-389.
- Sadarman, Irawan, A., & Febrina, D. 2020. Pengaruh penambahan sumber tanin terhadap proteolisis dan kualitas fermentasi silase pakan tropis. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 25(4), 185-193.
- Sadarman, Apriani, W., & Kristiyanto, H. 2023. Dinamika populasi mikroba dan kondisi anaerob di dalam silo selama proses ensilase pakan campuran. *Jurnal Agripet*, 23(1), 67-75 Sadarman dkk., 2023.
- Silva, L. F., Santos, R. J., & Oliveira, M. 2023. Relationship between Acid Detergent Fiber and in vitro organic matter digestibility of tropical forages. *Animal Production Science*, 63(2), 115-124.
- Sirappa, M. P. 2003. Prospek pengembangan sorgum di Indonesia sebagai komoditas alternatif untuk pangan, pakan, dan industri. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 22(4), 133-140 Sirappa, 2003.
- Sudirman, S., Wahyudi, T., & Astuti, P. 2015. Hambatan fisik lignin terhadap aksesibilitas enzim selulolitik mikroba rumen pada pakan berserat. *Jurnal Sains Peternakan Indonesia*, 10(2), 101-109.
- Sumarsih, S., Sulistiyanto, B., & Sutrisno, C. I. 2009. Karakteristik sisa tanaman pertanian pasca fermentasi menggunakan bakteri asam laktat. *Jurnal Sains Peternakan*, 7(1), 12-19.
- Sutardi, T., Sigit, N. A., & Reksohadiprodjo, S. 1980. *Fraksionasi Komponen Serat Tanaman Makanan Ternak*. Institut Pertanian Bogor.
- Sutaryono, S., Datta, F. U., & Kleden, M. M. 2023. Perenggangan ikatan lignoselulosa pakan lokal lahan kering melalui teknologi ensilase campuran. *Jurnal Lahan Kering Kupang*, 5(1), 22-30.

- Tilley, J. M. A., & Terry, R. A. 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society*, 18(2), 104-111.
- Van Soest, P. J. 1967. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forages. *Journal of Animal Science*, 26(1), 119-128.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. 2019. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583-3597.
- Widodo, S., Wahyono, F., & Suthama, N. 2012. Kecernaan zat makanan dan efisiensi penggunaan protein ransum mengandung dedak padi difermentasi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* pada ayam broiler. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 22(1), 26-33.
- Zakaria, Z., Safitri, E., & Handayani, T. 2013. Adaptasi mikroba indigenous pakan terhadap ketersediaan substrat selama fermentasi anaerob. *Jurnal Mikrobiologi Indonesia*, 7(3), 112-118.
- Zhao, X., Liu, J., & Guo, Y. 2020. Evaluation of Neutral Detergent Fiber degradation and retention time in the rumen: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 268, 114-125.