



Kecernaan dan Karakteristik Fermentasi Rumen Silase Sorgum dan Indigofera sebagai Pakan Sumber Energi dan Protein secara *In Vitro*

Anwar Efendi Harahap^{1*}, Arsyadi Ali², Bakhendri Solfan³

^{1,2,3}Program Studi Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Jalan HR. Soebrantas, Simpang Baru, Pekanbaru, 28293, Indonesia

ARTIKEL INFO

Sejarah artikel
Diterima 11/04/2025
Diterima dalam bentuk revisi 19/06/2025
Diterima dan disetujui 09/07/2025
Tersedia online 19/09/2025
Terbit 19/12/2025

Kata kunci
Fermentasi
Kecernaan
Rumen
Sorgum

ABSTRAK

Tanaman sorgum dan *legume indigofera* merupakan hijauan sumber energi dan protein yang dapat dikombinasi menjadi pakan silase lengkap kaya nutrisi dan murah sehingga dapat menjadi pengganti pakan konsentrat pabrikan yang mahal harganya berkibat mampu mengurangi biaya pakan bagi peternak. Silase merupakan pengolahan pakan dengan metode fermentasi *anerob* dengan melibatkan kerja bakteri asam laktat. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kualitas silase berbahan dasar sorgum dan *indigofera* berdasarkan penilaian karakteristik fermentasi rumen dan kecernaan secara *in vitro*. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuan yang digunakan yaitu S0 (100% sorgum), S1 (70% sorgum+30 % *legume indigofera*), S2 (30 % sorgum + 70% *legume indigofera*) + S3 (100% *legume indigofera*) dengan masing perlakuan ditambahkan dengan molases, tepung jagung dan dedak padi. Parameter yang diamati yaitu produksi NH₃ (mM), total VFA (mM), KcBK (%) dan KcBO (%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi sorgum + *legume indigofera* mempengaruhi ($p<0,05$) peningkatan seluruh parameter yang diamati. Berdasarkan proporsi terbaik terdapat pada perlakuan S3 (100 % *legume indigofera*) karena mampu meningkatkan secara optimal nilai kecernaan bahan kering (KcBK), kecernaan bahan organik (KcBO), produksi NH₃, total VFA secara keseluruhan dibandingkan proporsi perlakuan lainnya. Silase dengan proporsi hijauan 100 % *legume indigofera* merupakan perlakuan terbaik sebagai pakan unggulan ternak ruminansia.

© 2025 Politeknik Pembangunan Pertanian Manokwari



ABSTRACT

Sorghum and indigofera are forage sources of energy and crude protein that can be combined into complete and cheap silage feed to replace expensive concentrate feed so that farmers spend lower feed production costs. This study aims to evaluate the forage quality of a combination of sorghum forage and indigofera legume in silage form based on the assessment of rumen fermentation and overall in vitro digestibility. The research method with an experimental design using a complete randomized design of 4 treatments and 5 replicates. The treatments used were S0 (100% sorghum silage), S1 (7% sorghum silage + 30% indigofera legume), S2 (30% sorghum silage + 70% indigofera legume) + S3 (100% indigofera legume silage) with each

treatment added with molasses, corn flour and rice bran. The parameters observed were NH₃ production (mM), total VFA (mM), DMD (%) and OMD (%). The results showed that the combination treatment of sorghum + indigofera legume affected ($p < 0.05$) all parameters observed. Based on the best proportion is in treatment S3 (100% indigofera legume) because it is able to optimally increase the value of digestibility of dry matter, digestibility of organic matter, NH₃ production, total VFA as a whole compared to other treatment proportions. Silage with 100% indigofera legume forage proportion is the best treatment as a superior feed for ruminants.

PENDAHULUAN

Penyediaan pakan ruminansia sebagai sumber serat pada peternakan tradisional dan konvesional umumnya berasal dari rumput lapang. Rumput lapang yang digunakan sebagai pakan memiliki keterbatasan diantaranya memiliki nilai gizi rendah berupa protein kasar rendah dan serat kasar yang tinggi. [Hambakodu et al. \(2020\)](#) menyebutkan bahwa berbagai jenis rumput lapang mengandung protein kasar 3,21%-4,59% dan serat kasar tinggi 39,63%-59,58%. Lebih lanjut [Ranja et al. \(2021\)](#) menyampaikan rumput lapang pada padang penggembalaan memiliki serat kasar 41.70%-42.02% serta protein kasar 3.21%-4,03%. Selain itu rumput lapang memiliki keterbatasan ketersediaan yang fluktuatif yaitu bila musim hujan tersedia dalam jumlah besar dan relatif sedikit bila musim kemarau. Kondisi ini mempengaruhi pemenuhan kebutuhan pokok dan produksi ternak ruminansia secara menyeluruh terutama komposisi energi dan protein.

Berbagai permasalahan tersebut harus dicari alternatif dengan mengeksplorasi sumber bahan pakan hijauan lainnya yang memiliki

nilai nutrisi tinggi dan ketersediaannya berkelanjutan. Salah satu variasi hijauan lainnya yaitu sorgum dan *indigofera* yang memiliki potensi sebagai sumber energi dan protein. Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) telah melakukan pemuliaan tanaman sorgum mutan radiasi untuk meningkatkan performa tanaman sorgum yaitu varietas samurai (*sorgum mutan radiasi*) I yang memiliki potensi digunakan sebagai hijauan pakan ([Sihono et al., 2010](#)). [Harahap et al. \(2024\)](#) menyebutkan bahwa sorgum samurai I yang dipanen dengan pemberian pupuk urea berbeda menghasilkan nilai *gross energi* (GE) yaitu 3948,82-4088,64 kkal/kg. [Hajar et al. \(2019\)](#) menyampaikan bahwa sorgum dengan jenis *variasi* hybrid dan ditanam dengan jarak tanam yang berbeda menghasilkan nilai protein kasar 6,47%-9,18% dan serat kasar 23,01%-31,71%. *Legume indigofera* merupakan tanaman pakan yang berpotensi sebagai penyumbang konsentrat hijau. Selanjutnya [Solehudin et al. \(2019\)](#) menyampaikan bahwa *legume indigofera* menghasilkan nilai protein kasar 24,17%. Ketersediaan sorgum dan *legume indigofera* ini ternyata mampu

menyeimbangkan kebutuhan nutrisi energi dan protein ternak ruminansia sehingga biaya produksi pakan yang dikeluarkan lebih murah dan ekonomis. Pakan kombinasi sorgum dan *legume indigofera* merupakan sumber hijauan yang memiliki kadar air cukup tinggi (>70-80%). Kondisi ini mengakibatkan bahan hijauan akan lebih mudah rusak, busuk, tidak awet simpan, dan mudah berjamur berakibat pada perubahan nilai nutrisi secara menyeluruh. Hal ini mengakibatkan pemberian hijauan harus secara langsung pada ternak. Untuk menjamin keawetan penyediaan sorgum dan *legume indigofera* dalam jumlah besar pada kandang perlu adanya teknologi fermentasi yang disebut silase.

Silase merupakan teknik pengawetan hijauan dengan kadar air 60-70% dengan mekanisme kerja bakteri asam laktat melalui pemanfaatan *water soluble carbohydrate* (WSC) sehingga menurunkan pH berakibat pakan lebih awet simpan. Landupari *et al.* (2020) menjelaskan bahwa silase merupakan pengolahan pakan hijauan yang dicacah dan difermentasi secara *anaerob*. Lebih lanjut Adelina *et al.* (2024) menjelaskan bahwa silase merupakan pengawetan pakan yang berkadar air tinggi menjadi awet simpan dengan indikator penurunan pH. Pada umumnya peternak menghasilkan produk silase berasal dari tanaman pakan sumber energi saja sehingga kandungan protein yang dihasilkan rendah yaitu sekitar 7-11%, kondisi tersebut dapat diperbaiki dengan penambahan hijauan *indigofera* sebagai sumber protein potensial sehingga produk silase lebih komplit. Tujuan penelitian ini mengevaluasi kualitas silase

berbahan dasar sorgum dan *indigofera* dalam berdasarkan penilaian karakteristik fermentasi rumen dan pencernaan secara *in vitro*.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi dan Ternak Perah, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor. Penelitian dimulai dengan pembuatan silase sorgum dengan *indigofera*. Bagian sorgum yang digunakan yaitu batang dan daun sedangkan bagian *indigofera* yang digunakan yaitu daun. Proses pencacahan secara manual menggunakan *parang* dengan estimasi ukuran 3-5 cm diikuti dengan pelayuan selama 7- 8 jam sehingga kadar airnya turun mencapai 60-70%. Selanjutnya penyusunan kombinasi perlakuan bahan yang dijadikan silase dengan penambahan aditif molases maksimum 5 %-10% tepung jagung dan 10 % dedak padi dari total bahan. Tujuan penambahan konsentrat kering yaitu mempercepat proses kematangan pada silase. Selanjutnya bahan dicampur dan dimasukkan pada silo skala kecil dengan ukuran 1 kg serta pemadatan dengan *vacuum pump* untuk menghindari proses oksidasi pada silo serta dilakukan penyimpanan selama 3 minggu. Setelah proses fermentasi maka dilakukan pengujian fermentasi rumen dan pencernaan *in vitro* meliputi produksi NH₃, *volatile fatty acids* (VFA) total, pencernaan bahan kering (KcBK) dan pencernaan bahan organik (KcBO). Pengujian total produksi NH₃ dan VFA, KcBK dan KcBO secara *in vitro* mengacu pada metode Tilley & Terry (1963). Studi fermentabilitas dan pencernaan dilakukan dengan menggunakan metode *in vitro* dua

tahap. Cairan rumen diperoleh dari sapi yang dipelihara di laboratorium lapangan Nutrisi Ternak Perah, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor. Uji fermentabilitas dilakukan dalam tabung fermentasi 100 ml. Sebanyak 0,5 g sampel dimasukkan ke dalam tabung yang berisi 40 ml buffer McDougall yang telah dihangatkan dan dicampur 10 ml cairan rumen. Tabung ditambahkan gas CO₂ selama 30 detik untuk menghasilkan kondisi *anaerob*. Tabung ditutup menggunakan sumbat karet berventilasi dan dimasukkan ke dalam air bersuhu 39°C selama 4 jam. Setelah fermentasi, tabung disentrifugasi dengan kecepatan 3500 g selama 15 menit. Supernatan dihasilkan untuk pengukuran NH₃ dan VFA. Kadar NH₃ diukur dengan menggunakan Conway, sedangkan VFA diukur dengan menggunakan metode distilasi uap. Uji pencernaan dilakukan dengan menggunakan dua langkah. Langkah pertama menggunakan prosedur yang sama dengan uji fermentasi. Namun, fermentasi berlangsung selama 48 jam. Setelah fermentasi dihentikan, tabung disentrifugasi pada 3,500 g selama 15 menit. Residu dikumpulkan dan ditambahkan dengan 40 ml larutan HCl-pensin. Tabung dimasukkan ke dalam air 39°C selama 48 jam secara aerobik. Setelah 48 jam pencernaan enzimatik, residu disaring, dikeringkan, dan ditimbang untuk menentukan residu bahan kering. Residu bahan organik ditentukan setelah pembakaran oven suhu 600°C selama 6 jam.

Metode penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan. Adapun perlakuan yang digunakan yaitu S0 (silase 100% sorgum), S1 (silase 70 % sorgum + 30 % *legume indigofera*),

S2 (silase 30 % sorgum + 70 % *legume indigofera*) + S3 (silase 100 % *legume indigofera*) dengan masing perlakuan ditambahkan dengan molases dan tepung jagung dan dedak padi. Tabulasi data dianalisis menggunakan *software* SPSS 20 dan bila berbeda diuji lanjut Duncan dengan tingkat kepercayaan 95%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fermentasi Rumen Silase Sorgum dan *Legume Indigofera*

Fermentasi rumen berlangsung dalam kondisi *anaerob* yang biasanya dalam tabung dengan meniru kondisi rumen sebenarnya. Nilai fermentasi rumen dan pencernaan rumen pakan silase sorgum dan *legume indigofera* tersaji pada Tabel 1.

Proporsi silase sorgum dan *legume indigofera* mempengaruhi ($p<0,05$) terhadap produksi NH₃. Produksi NH₃ tertinggi terdapat pada perlakuan S3 (100% *legume indigofera*) dengan nilai 14,57% dan terendah terdapat pada perlakuan S0 (100% sorgum) dengan nilai 7,64%. Tingginya produksi NH₃ pada perlakuan S3 disebabkan karena *legume indigofera* memiliki kandungan protein yang tinggi berakibat nitrogen yang diproduksi pada rumen juga semakin tinggi. Protein yang tinggi dalam pakan mengakibatkan mikroba rumen mampu mencernanya dengan mudah. Hasil metabolisme sebagian diubah menjadi asam amino dan sebagian lagi menjadi ammonia, berbeda dengan perlakuan S1 yang kecukupan proteinnya masih rendah sehingga berpengaruh pada rendahnya produksi NH₃. [Ahmed et al. \(2023\)](#) menyampaikan bahwa penggunaan

hijauan *legume* berprotein tinggi mampu memanipulasi rumen dengan baik sehingga memproduksi NH_3 dengan maksimal. Ketersediaan protein merupakan faktor utama dalam keberlanjutan aktivitas mikroba pada rumen karena fermentasi pakan sangat dipengaruhi aktivitas mikroba rumen (Wang *et al.*, 2021). Amonia merupakan sumber nitrogen untuk sintesa mikroba pada rumen (Wu *et al.*, 2020). Perlakuan S2 (30 % sorgum + 70 % *legume indigofera*) merupakan perlakuan

terbaik. Nilai produksi NH_3 penelitian ini lebih tinggi dibandingkan hasil penelitian Holik *et al.* (2019) menghasilkan produksi NH_3 yaitu 6,50-8,96 mM menggunakan silase tanaman sorgum *bicolor* dengan penambahan *legume Indigofera* sp. Hasil riset ini juga lebih tinggi dibandingkan riset Bria *et al.* (2024) menggunakan silase pakan dengan perbandingan rumput odot dan isi rumen menghasilkan produksi NH_3 yaitu 10,21 mM-11,06 mM.

Tabel 1. Nilai Fermentasi Rumen

Parameter	Perlakuan	Rataan
Produksi NH_3 (mM)	S0	7,64 $\pm$ 0,28 ^a
	S1	9,49 $\pm$ 0,75 ^b
	S2	12,13 $\pm$ 0,79 ^c
	S3	14,57 $\pm$ 1,09 ^d
Total VFA(mM)	S0	76,81 $\pm$ 5,24 ^a
	S1	106,49 $\pm$ 18,58 ^b
	S2	119,57 $\pm$ 10,38 ^b
	S3	141,47 $\pm$ 11,95 ^c

Keterangan : S0 (100% sorgum) ; S1 (70 % sorgum + 30 % *indigofera*) S2 (30 % sorgum + 70 % *indigofera*); S3 (100 % *legume indigofera*); Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$)

Kombinasi silase sorgum dengan *legume indigofera* berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai VFA Total. Kandungan VFA total tertinggi terdapat perlakuan S3 (100 % *legume indigofera*) dengan nilai 141,47 mM dan VFA total terendah terdapat perlakuan S0 (100% sorgum) menghasilkan nilai yaitu 76,81%. Russel *et al.* (1992) dan Ceconi *et al.* (2005) menyampaikan bahwa pakan yang mengandung protein yang mampu menyediakan energi dan protein bagi bakteri untuk menghasilkan asam lemak *volatile* dan protein bakteri melalui fermentasi bakteri, rumen merupakan *bioreactor* yang mempunyai peran dalam degradasi serat. Nilai VFA total

riset ini lebih rendah bila dibandingkan riset Usboko *et al.* (2024) pada silase sorgum dan *Alysicarpus vaginalis* menghasilkan VFA total rumen yaitu 136,81 mM-146,16 mM.

Kecernaan *In vitro* Silase Sorgum dan *Legume Indigofera*

Kecernaan *in vitro* merupakan gambaran kemampuan mikroba dalam mencerna pakan yang dapat dipengaruhi komposisi pakan, ukuran partikel pakan serta pH lingkungan rumen. Kecernaan rumen pakan silase sorgum dan *legume indigofera* tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Kecernaan In Vitro Rumen

Parameter	Perlakuan	Rataan
KcBK (%)	S0	62,58 ± 1,25 ^a
	S1	67,27 ± 0,99 ^b
	S2	69,52 ± 0,71 ^c
	S3	73,92 ± 1,08 ^d
KcBO (%)	S0	62,19 ± 1,37 ^a
	S1	66,97 ± 0,94 ^b
	S2	68,75 ± 0,67 ^c
	S3	72,94 ± 1,23 ^d

Keterangan : S0 (silase 100% sorgum) ; S1 (silase 70 % sorgum + 30 % *legume indigofera*); S2 (silase 30 % sorgum + 70 % *legume indigofera*); S3 (silase 100 % *legume indigofera*); Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$)

Perlakuan perbedaan komposisi silase sorgum dan *legume indigofera* mempengaruhi ($p < 0,05$) nilai kecernaan bahan kering (KcBK). Nilai KcBK tertinggi terdapat pada perlakuan S3 (100% *legume indigofera*) dengan nilai 73,92% dan terendah terdapat perlakuan S0 (100% sorgum) dengan nilai 62,58%. Tingginya kandungan KcBK pada perlakuan S3 disebabkan karena tanaman *indigofera* memiliki komponen protein kasar yang tinggi sebesar 22,41% (Ali *et al.*, 2024). Tingginya nilai protein kasar berakibat pada stimulasi mikroba rumen semakin efektif dalam mencerna komponen komponen bahan kering, selain itu *indigofera* memiliki komposisi serat yang rendah (dinding sel yang lebih lunak) termasuk komponen lignin sehingga kemampuan cerna bahan kering dalam rumen semakin tinggi. Hal ini berbeda pada tanaman sorgum yang memiliki komponen karbohidrat non struktural berupa glukosa yang cukup tinggi tetapi komponen dinding sel tanaman keras juga cukup tinggi berakibat mikroba rumen tidak optimal mencerna bahan kering secara keseluruhan. Rahmawati *et al.* (2021) melaporkan bahwa nilai KcBK yang berbeda

pada hijauan dipengaruhi oleh kandungan nutrisi dan jenis hijauan yang digunakan. Rahalus *et al.* (2014) juga menambahkan bahwa rendahnya protein pada pakan hijauan menyebabkan pH semakin rendah berakibat mikroba rumen memiliki kemampuan rendah dalam mencerna pakan hijauan. Hasil penelitian ini hampir sama dibandingkan Penelitian Antari *et al.* (2023) menggunakan *legume indigofera* sebagai pakan sapi menghasilkan nilai kecernaan bahan kering rumen yaitu 72,6% serta jauh lebih tinggi dibandingkan penelitian Tscherning *et al.* (2005) menggunakan *legume kaliandra* menghasilkan kecernaan bahan kering yaitu 21,3%. Perlakuan silase *legume indigofera* merupakan perlakuan terbaik dengan nilai KcBK yaitu 73,92%. Nilai KcBK pada penelitian ini lebih tinggi bila dibandingkan hasil riset Ndun *et al.* (2024) menghasilkan nilai KcBK yaitu 57,30%-65,53% pada silase campuran rumput kume (*Sorghum plumosum* var *Timorensis*) dengan penambahan daun gamal dengan level berbeda.

Nilai KcBO dipengaruhi ($p < 0,05$) komposisi antara sorgum dan *legume*

indigofera pada pakan silase. Nilai KcBO tertinggi terdapat pada perlakuan S3 (100% *legume indigofera*) dengan nilai 72,94% dan terendah terdapat pada perlakuan S0 (100% sorgum) menghasilkan nilai KcBO yaitu 62,19%. Tingginya nilai KcBO pada perlakuan S3 disebabkan nilai serat pada *legume indigofera* tergolong rendah sehingga mikroba rumen efektif memanfaatkan bahan organik yang tersedia terutama protein untuk pertumbuhan, berbeda pada bahan tanaman sorgum yang memiliki komponen serat lebih tinggi terutama rasio selulosa, hemiselulosa dan lignin sehingga mikroba kesulitan memanfaatkan substrat yang tersedia. Johnson & Johnson (1995) menyatakan bahwa nilai pencernaan bahan organik rumen dipengaruhi oleh karbohidrat yang dapat difermentasi melalui perubahan produksi SCFA (*Short chain fatty acid*) sehingga mampu menghasilkan perubahan asam propionate dan asetat. Lebih lanjut Ibarruri *et al.* (2021) juga melaporkan bahwa fermentasi karbohidrat dalam rumen mampu menyediakan energi dalam bentuk SCFA untuk pertumbuhan mikroba dalam jumlah yang tinggi. Kombinasi silase sorgum dan *legume* dengan proporsi 30 % sorgum + 70 % *legume indigofera* mampu menghasilkan nilai pencernaan bahan organik yaitu 68,75%. Nilai KcBO hasil riset ini lebih tinggi dibandingkan hasil riset Say *et al.* (2024) pada silase rumput kume dan *Alysicarpus vaginalis* pada imbalan berbeda menghasilkan nilai KcBO antara 37,23%-52,67%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penggunaan proporsi silase *legume indigofera* 100 % meningkatkan KcBK, KcBO, peningkatan produksi NH₃ dan total VFA sehingga dapat dijadikan sebagai pakan unggulan ternak ruminasia.

PERNYATAAN KONTRIBUSI

Anwar Efendi Harahap memiliki kontribusi melaksanakan riset, mengumpulkan, mengolah data dan menulis manuskrip artikel. Arsyadi Ali dan Bakhendri Solfan memiliki kontribusi membantu pelaksanaan riset, mengolah data dan menulis manuskrip artikel.

DAFTAR PUSTAKA

- Adelina, T., Saleh, E., Harahap, A.E., & Hidayat, M.R. (2024). Nilai VFA total, NH₃ dan pencernaan *in vitro* limbah sayur kol dan sawi yang disilase dengan berbagai sumber karbohidrat. *Buletin Peternakan Tropis*, 5(2), 150-157. <https://doi.org/10.31186/bpt.5.2.150-157>
- Ahmed, M.G., Sagher, A.A., El Waziry, A.M., Zarkouny S.Z., & Elwakeel, E.A. (2023). Ensiling characteristics, *in vitro* rumen fermentation patterns, feed degradability, and methane and ammonia production of berseem (*trifolium alexandrinum* L.) co-ensiled with artichoke bracts (*Cynara cardunculus* L.). *Animals*, 13(9), 2-16. <https://doi.org/10.3390/ani13091543>
- Ali, A., Solfan, B., Harahap, A.E., Julianтони, J., Harianti, F., , Andini, S. (2024). Kualitas hijauan sorgum dan *legume indigofera* berbentuk silase berdasarkan karaktersitik nutrisi sebagai pakan ruminansia. *Agriekstensi*, 23(2), 1-8. <https://doi.org/10.34145/agriekstensi.v23i2.3415>
- Antari, R., Ginting, S.P., Anggraeny, Y.N., Mclellan, S.R. (2023). The Potential Role Of *Indigofera Zollingeriana* As a High-Quality Forage For Cattle In Indonesia. *Tropical Grasslands-Forrages Tropicales*, 11(3), 183–197. [https://doi.org/10.17138/tgft\(11\)183-197](https://doi.org/10.17138/tgft(11)183-197)

- Bria, M.S., Hilakore, M.A., Lazarus, E.J.L., & WieLawa, E.D.W. Pengaruh perbandingan rumput odot dan isi rumen sapi pada silase pakan komplit terhadap kandungan protein kasar, kandungan serat kasar, dan konsentrasi VFA, serta NH_3 *in vitro*. *Jurnal Ilmiah Peternakan Rekasatwa*, 6(1), 22-29. <https://doi.org/10.33474/rekasatwa.v6i1.22192>
- Ceconi, I., Ruiz-Moreno, M., DiLorenzo, N., DiCostanz., A., & Crawford, G.I. (2015). Effect of urea inclusion in diets containing corn dried distillers grains on feedlot cattle performance, carcass characteristics, ruminal fermentation, total tract digestibility, and purine derivatives-to-creatinine index. *J. Anim Sci*, (93), 357–369. <https://doi.org/10.2527/jas.2014-8214>
- Hajar, Abdulah, L., & Diapari, L. (2019). Produksi dan kandungan nutrisi beberapa varietas sorgum hibrid dengan jarak tanam berbeda sebagai sumber pakan. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*, 17(1), 1-5. <https://doi.org/10.29244/jintp.17.1.1-5>
- Hambakodu, M., Pawulung, J.P., Nara, M.C., Amah, U.A.R., Ranja, E.P., & Tarapanjang, A.H. (2020). Identifikasi hijauan makanan ternak di lahan pertanian dan padang penggembalaan Kecamatan Haharu Kabupaten Sumba Timur. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Tropis*, 8(1), 43-50. <https://doi.org/10.33772/jitro.v8i1.14601>
- Harahap, A E, Abdullah, L, Karti, PDM, & Despal. (2024). Pengaruh usia potong dan dosis pupuk urea terhadap kandungan nutrisi dan pencernaan sorgum varietas samurai 1 sebagai pakan ruminansia. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis*, 7(1), 1-7. <https://doi.org/10.24198/jnttip.v6i2.53268>
- Holik, Y.L.A., Abdullah, L & Karti, PDMH. Evaluasi nutrisi silase kultivar baru tanaman sorgum (*Sorghum bicolor*) dengan penambahan legum *Indigofera sp.* pada taraf berbeda. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*, 17(2), 38-46. <https://doi.org/10.29244/jintp.17.2.38-46>
- Ibarruri, J., Goiri, I., Cebrian M., & Rodriguez, AG. (2021). Solid state fermentation as a tool to stabilize and improve nutritive value of fruit and vegetable Discards: Effect on Nutritional Composition, In Vitro Ruminal Fermentation and Organic Matter Digestibility. *Animals*, 11(6), 2-11. <https://doi.org/10.3390/ani11061653>
- Johnson, K.A & Johnson, D.E. (1995). Methane Emissions From Cattle. *J. Anim. Sci.*, 73, 2483-2492. <https://doi.org/10.2527/1995.7382483x>
- Landupari, M., Foekh, A.H.B., & Utami, K.B. (2020). Pembuatan silase rumput gajah odot (*Pennisetum purpureum cv. Mott*) dengan penambahan berbagai dosis molasses. *Jurnal Peternak Indonesia*, 22(2), 249. <https://doi.org/10.25077/jpi.22.2.249-253.2020>
- Ndun, A.N., Mulik, S.E., & Nifu, S.E. (2024). Nilai pencernaan *in vitro* silase campuran rumput kume (*Sorghum plumosum var. Timorensis*) dan daun gamal (*Gliricidia sepium*) dengan level berbeda. *JITP*, 12(1), 14-19. <https://doi.org/10.20956/jitp.v12i1.31178>
- Rahalus, R., Tulung, B., Maaruf, K., & Wolayan, F.R., (2014). Pengaruh penggunaan konsentrat dalam pakan rumput benggala (*Panicum maximum*) terhadap pencernaan NDF dan ADF pada kambing lokal. *J. Zooteh*, 34(1), 75 – 82. <https://doi.org/10.35792/zot.34.1.2014.3872>
- Rahmawati, P.D., Pangestu, E., Nuswatara, L.K., & Christiyanto, M. (2021). Pencernaan Bahan kering, bahan organik, lemak kasar dan nilai total digestible nutrient hijauan pakan kambing. *Jurnal Agripet*, 21(1), 71-77. <https://doi.org/10.17969/agripet.v21i1.18449>
- Ranja, E.P., Sudarma, I.M.A. & Hambakodu, M. (2021). Nilai VFA dan NH_3 rumput alam padang penggembalaan Kecamatan Haharu Kabupaten Sumba Timur. *Jurnal Ilmu Peternakan Terapan*, 5(1), 8-12. <https://doi.org/10.25047/jipt.v5i1.2588>
- Russell, J.B., O'Connor, J.D., Fox, D.G., Van Soest, P.J., & Sniffen, C.J. (1992). A net

- carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. ruminal fermentation. *J. Anim. Sci.*, 70, 3551–3561.
<https://doi.org/10.2527/1992.70113551x>
- Say, Y.K., Nikolaus, T.T., & Lestari, A.G.Y. (2024). Pengaruh silase rumput kume dan *Alysicarpus vaginalis* dengan imbalanced yang berbeda terhadap pencernaan bahan kering, bahan organik dan metabolisme energi secara *in vitro*. *Animal Agricultura*, 2(1), 417-425.
<https://doi.org/10.59891/animacultura.v2i1.60>
- Sihono, W. M. Indratama, & S. Human. (2010). Perbaikan Kualitas Sorgum Manis Melalui Teknik Mutasi untuk Bioetanol. *in Prosiding Pekan Serealia Nasional 2010*, 438–445.
- Solehudin, Mubarak, A.S., Syawal, M., & Ginting, S.P. (2019). Pemenuhan nutrisi ternak dari legum indigofera dan rumput gajah kerdil di lokasi Demfarm Kabupaten Langkat Sumatera Utara. *Media Kontak Tani Ternak*, 1(2), 16-20.
<https://doi.org/10.24198/mkttv1i2.24927>
- Tilley, J.M.A., & Terry, R.A. (1963). A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Grass Forage Sci.*, 18(2), 104–111. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x>
- Tscherning, K., Barrios, E., Lascano, C., Peters, M., & Schultze-Kraft, R. (2005). Effects of sample post harvest treatment on aerobic decomposition and anaerobic *in-vitro* digestion of tropical legumes with contrasting quality. *Plant and Soil*, 269(1–2), 159–17.
<https://doi.org/10.1007/s11104-004-0398-x>
- Usboko, M.Y.G., Enawati, L.S., & Maranatha, G. (2024). Pengaruh imbalanced silase rumput kume (*sorghum plumosum var timorensis*) dan *Alysicarpus vaginalis* yang berbeda terhadap pH, Konsentrasi NH₃ dan VFA residu fermentasi *In Vitro*. *Animal Agricultura*, 1(3), 214-220.
<https://doi.org/10.59891/animacultura.v1i3.38>
- Wang Q, Zeng Y, Zeng X, Wang X, Wang Y, Dai C, Li, J, Huang P, Huang J, Hussain T, Zhu M, & Yang H. (2021). Effects of dietary energy levels on rumen fermentation, gastrointestinal tract histology, and bacterial community diversity in fattening male hu lambs. *Front Microbiol*, 12, 695445.
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.695445>
- Wu J, X. Zhang, R. Wang, M. Wang, Z. He, Z. Tan & J. Jiao. (2020). Replacing corn grain with corn gluten feed: Effects on the rumen microbial protein synthesis, functional bacterial groups and epithelial amino acid chemosensing in growing goats. *Anim. Feed Sci. Technol*, 270, 114684.
<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114684>