

Substitusi Rumput Lapangan dengan Jerami Bengkuang terhadap Kecernaan Zat Makanan Secara *In Vitro*

Substitution of Field Grass with Yam Straw to Nutrient Digestibility In Vitro

Elihasridas*, Erpomen, dan Roni Pazla

Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Universitas Andalas, Kampus Unand Limau Manis Padang, 25163, Indonesia

*Corresponding author: elihasridas@ansci.unand.ac.id

(Diterima: 25 Maret 2023; Disetujui: 5 Juni 2023)

ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji tentang potensi jerami bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) sebagai pakan serat alternatif pengganti rumput. Tujuan percobaan untuk mendapatkan taraf optimal penggunaan jerami bengkuang sebagai pengganti rumput dalam ransum ternak ruminansia berdasarkan parameter kecernaan ransum secara *in vitro*. Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok dengan 4 macam perlakuan dan 4 kali pengambilan cairan rumen sebagai kelompok. Perlakuan yaitu P0=30% rumput lapangan + 30% jerami bengkuang + 40% konsentrat, P1= 20% rumput lapangan + 40% jerami bengkuang + 40% konsentrat, P2= 10% rumput lapangan + 50% jerami bengkuang + 40% konsentrat, P3= 60% jerami bengkuang + 40% konsentrat. Konsentrat terdiri dari ampas tahu, dedak padi dan mineral. Peubah yang diamati adalah kecernaan bahan kering, bahan organik, protein kasar dan fraksi serat (NDF, ADF, selulosa dan hemiselulosa). Analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh berbeda tidak nyata ($P>0.05$) terhadap kecernaan zat makanan. Hasil penelitian disimpulkan bahwa jerami bengkuang dapat digunakan sebagai pakan hijau alternatif pengganti rumput lapangan sampai 60% dalam ransum atau 100% pengganti rumput lapangan dengan rata-rata kecernaan bahan kering 59,64%, bahan organik 61,72%, protein kasar 67,07%, NDF 55,72%, ADF 53,12%, selulosa 53,73%, dan hemiselulosa 58,19%.

Kata kunci: jerami bengkuang, rumput lapangan, kecernaan, zat makanan

ABSTRACT

*This study examines the potential of yam (*Pachyrhizus erosus*) straw as an alternative fiber feed to substitute field grass. The objective of the experiment was to obtain the optimal level of use of yam straw as a substitute for field grass in ruminant rations based on *in vitro* ration digestibility parameters. The experiment used a randomized block design with four treatments and four rumen fluid collections as a group. The treatments were P0 = 30% field grass + 30% yam straw + 40% concentrate, P1 = 20% field grass + 40% yam straw + 40% concentrate, P2 = 10% field grass + 50% yam straw + 40% concentrate, P3 = 60% of yam straw + 40% concentrate. The concentrate consists of tofu dregs, rice bran, and minerals. The variables observed were dry matter, organic matter, crude protein, and fiber fraction (NDF, ADF, cellulose, and hemicellulose) digestibility. Analysis of variance showed that the treatment had no significant effect ($P>0.05$) on the digestibility of nutrients. The results of the study concluded that yam straw could be used as an alternative forage to replace field grass up to 60% in rations or 100% substitute for field grass with an average digestibility of dry matter 59.64%, organic matter 61.72%, crude protein 67.07%, NDF 55.72%, ADF 53.12%, cellulose 53.73%, and hemicellulose 58.19%.*

Keywords: Yam straw, field grass, digestibility, nutrients

PENDAHULUAN

Hijauan merupakan bahan pakan utama dalam ransum ternak ruminansia baik dalam bentuk segar maupun dalam bentuk kering. Sumber hijauan yang banyak digunakan oleh peternak adalah rumput lapangan. Rumput lapangan merupakan campuran dari berbagai jenis rumput lokal yang tumbuh secara alami. Pada kondisi saat ini mengandalkan rumput sebagai pakan utama ternak ruminansia tidak menjamin terpenuhinya kebutuhan ternak, karena semakin sulitnya mendapatkan rumput yang disebabkan oleh berbagai faktor seperti bertambahnya areal pemukiman, industri, pariwisata, perkebunan dan pertanian. Hal ini menunjukkan bahwa pengembangan sistim pakan kedepan seharusnya mengarah kepada pengelolaan bahan pakan lokal berupa limbah pertanian dan industri hasil pertanian. Kondisi ini sejalan dengan fakta dimana pertanian dan industri hasil pertanian menghasilkan produk limbah dan hasil ikutan dalam volume yang sangat besar dan dengan jenis yang beragam, sehingga menjadi pilihan untuk meramu formula pakan sesuai dengan ketersediaan pakan tersebut.

Pemanfaatan limbah pertanian, perkebunan dan limbah industri pengolahan hasil pertanian/perkebunan sangat potensial untuk mengatasi krisis pakan hijauan ternak ruminansia di masa depan (Elihasridas dan Ningrat., 2015; Pazla *et al.*, 2018a; Suyitman *et al.*, 2020; Pazla *et al.*, 2021a). Salah satu limbah pertanian tersebut yang cukup potensial sebagai pakan serat alternatif pengganti rumput lapangan adalah jerami bengkuang (daun, batang dan ranting). Jerami bengkuang merupakan limbah pertanian yang sudah tidak digunakan lagi dan potensi kuantitatifnya cukup tinggi. Propinsi Sumatera Barat merupakan daerah penghasil bengkuang di Indonesia sehingga bengkuang ini dijadikan sebagai salah satu komoditas andalan daerah. Luas lahan bengkuang menurut data BPS (2020) mencapai 128 Ha dengan produksi 192 kwintal/Ha/tahun, sehingga

dihasilkan bengkuang sebanyak 2.457.600 kg. Perbandingan antara umbi bengkuang dan jerami bengkuang adalah 1:7 (Nuraini dan James, 1999), sehingga diperkirakan produksi jerami bengkuang pada tahun 2019 di Sumatera Barat adalah 17.203,2 ton. Kualitas nutrisi jerami bengkuang cukup baik dimana kandungan serat kasarnya 38,95 %, lemak kasar 1,55 %, protein kasar 11,7%, abu 8,59% BK 86,87%, dan BETN 52,53% (Hasil Analisis Laboratorium Nutrisi Ruminansia Fakultas Peternakan Universitas Andalas, 2021). Dilihat dari komposisi nutrisinya jerami bengkuang cukup memadai sebagai sumber pakan serat alternatif pengganti rumput untuk ternak ruminansia.

Pemanfaatan jerami bengkuang sebagai pakan serat ternak ruminansia sampai saat ini belum ada data yang dilaporkan. Percobaan ini menguji penggunaan jerami bengkuang sebagai pakan serat alternatif pengganti rumput lapangan dalam ransum ternak ruminansia secara *in vitro*. Percobaan ini bertujuan untuk mendapatkan jumlah optimal penggunaan jerami bengkuang untuk menggantikan rumput lapangan dalam ransum ternak ruminansia berdasarkan parameter pencernaan zat makanan secara *in vitro*.

METODE

Percobaan ini dilakukan di laboratorium yaitu uji pencernaan pakan secara *in vitro*. Tujuan dari percobaan ini adalah untuk menentukan seberapa persen jerami bengkuang dapat digunakan sebagai pengganti rumput dalam ransum ternak ruminansia berdasarkan parameter pencernaan zat makanan (bahan kering, bahan organik, protein kasar dan fraksi serat). Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok 4 x 4, dengan 4 macam perlakuan taraf penggunaan jerami bengkuang sebagai pengganti rumput lapangan dengan 4 kelompok pengambilan cairan rumen sebagai ulangan. Ransum terdiri dari 60% hijauan dan 40% konsentrat. Konsentrat terdiri dari ampas tahu, dedak padi dan mineral, dengan

susunan perlakuan sebagai berikut :

P0 = 30% Rumput + 30% Jerami Bengkuang
+ 40% Konsentrat

P1 = 20% Rumput + 40% Jerami Bengkuang
+ 40% Konsentrat

P2 = 10% Rumput + 50% Jerami Bengkuang
+ 40% Konsentrat

P3 = 0% Rumput + 60% Jerami Bengkuang +
40% Konsentrat

Peubah yang diamati adalah:

1. Kecernaan Bahan Kering Ransum
2. Kecernaan Bahan Organik Ransum
3. Kecernaan Protein Kasar Ransum
4. Kecernaan Fraksi Serat Ransum (NDF, ADF, Selulosa dan hemiselulosa)

Fermentasi Rumen *In Vitro*

Kecernaan secara *in vitro* mirip dengan prinsip fisiologis pencernaan pada retikulo rumen. Pengukuran kecernaan secara *in vitro* dilakukan berdasarkan prinsip Tilley dan Terry (1963). Sampel ransum yang telah dipersiapkan ditimbang sebanyak 2.5 gram dan dimasukkan ke dalam fermentor (tabung erlenmeyer), ditambah dengan larutan saliva buatan (larutan Mc Dougall) sebanyak 200 ml dan cairan rumen sapi yang masih segar sebanyak 50 ml sebagai inokulum. Kemudian fermentor diinkubasi secara an aerob (dengan mengalirkan gas CO₂ kira-kira 30 detik) selama 48 jam dalam shaker water bath pada suhu 39°C. Setelah 48 jam karet tutup fermentor dibuka dan ditambahkan larutan HgCl₂ jenuh sebanyak 0,2 ml untuk menghentikan fermentasi oleh mikroba rumen. Cairan fermentasi disentrifuse dengan kecepatan 1200 rpm selama 20 menit, kemudian pisahkan supernatant dan endapan, saring dengan kertas saring Whatman no. 41 dan endapan dikeringkan dalam oven, selanjutnya siap untuk dianalisis. Sebagai blanko digunakan cairan rumen sapi tanpa sampel.

Degradasi zat-zat makanan (BK, BO dan PK) dan fraksi serat (NDF,ADF, selulosa dan hemiselulosa) dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$BK = \frac{(\text{Berat sampel} \times BK) - (\text{Berat Residu} \times BK + BK \text{ Blanko})}{\text{Berat sampel} \times BK} \times 100\%$$

Analisis Kadar Neutral Detergent Fiber (NDF)

Sampel ditimbang sebanyak 1 gram (a gram) dan dimasukkan kedalam gelas filter yang telah ditimbang beratnya (b gram). Gelas filter kemudian diletakkan pada *Fibertec Hot Extraction Unit* dan tambahkan 100 ml larutan NDS (*Neutral Detergent Soluble*). Selanjutnya tambahkan 2-4 tetes oktanol untuk mencegah terbentuknya busa. Setelah itu dipanaskan (ekstraksi) selama 1 jam dihitung mulai dari mendidih. Hasil ekstraksi disaring, kemudian residu hasil penyaringan dibilas dengan 100 ml air panas sebanyak 3 kali. Gelas filter yang berisi residu hasil penyaringan dikeluarkan dan diletakkan pada *Fibertec Cold Unit* dan diisi dengan 25 ml aseton/alkohol 96% selama 10 menit lalu disaring. Residu dikeringkan dalam oven 105°C selama 8 jam. Setelah itu dinginkan di dalam desikator selama 30 menit dan timbang (c gram). Persentase kadar NDF dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$NDF (\%) = \frac{c - b}{a} \times 100\%$$

Analisis Kadar Acid Detergent Fiber (ADF)

Sampel ditimbang sebanyak 1 gram (a gram) dan dimasukkan kedalam gelas filter yang telah ditimbang beratnya (b gram). Gelas filter kemudian diletakkan pada *Fibertec Hot Extraction Unit* dan tambahkan 100 ml larutan ADS (*Acid Detergent Soluble*). Selanjutnya tambahkan 2-4 tetes oktanol untuk mencegah terbentuknya busa. Setelah itu dipanaskan (ekstraksi) selama 1 jam dibilas dengan 100 ml air panas sebanyak 3 kali. Gelas filter yang berisi residu hasil penyaringan dikeluarkan dan diletakkan pada *Fibertec Cold Unit* dan diisi dengan 25 ml aseton/alkohol 96% selama 10 menit lalu disaring. Residu dikeringkan

Tabel 1. Komposisi Ransum Perlakuan

Bahan Pakan	Perlakuan			
	P0	P1	P2	P3
Jerami Bengkuang	30	40	50	60
Rumput Lapangan	30	20	10	0
Dedak Padi	21	21	21	21
Ampas Tahu	18	18	18	18
Mineral	1	1	1	1
Total	100	100	100	100

Tabel 2. Komposisi Kimia Bahan Pakan Penyusun Ransum (% BK)

Komponen	Jerami Bengkuang	Rumput Lapangan	Ampas Tahu	Dedak Padi
BO	91,41	85,29	96,03	91,42
SK	38,95	23,13	15,31	9,62
LK	1,55	1,48	6,07	11,10
PK	11,70	8,82	25,28	10,89
BETN	39,21	50,06	49,37	59,81
TDN	52,53	53,53	79,29	82,07
Abu	8,59	14,30	3,97	8,58
ADF	48,16	33,72	21,77	18,89
NDF	63,47	55,35	34,55	33,35
Selulosa	34,71	25,35	18,42	10,93
Hemiselulosa	15,31	21,63	12,78	14,46
Lignin	12,09	4,14	2,01	5,81
Silika	1,36	4,23	1,34	2,15

Tabel 3. Komposisi Kimia Ransum Perlakuan (% BK)

Komponen	Ransum Perlakuan			
	P0	P1	P2	P3
BO	90,66	91,23	91,80	92,37
PK	13,14	13,43	13,72	14,01
LK	4,30	4,34	4,38	4,42
SK	26,27	26,91	27,55	28,19
BETN	48,12	47,04	45,96	44,88
TDN	63,30	63,20	63,10	63,00
Abu	9,34	8,77	8,20	7,63
NDF	51,02	51,11	51,20	51,29
ADF	33,79	34,78	35,77	36,76
Selulosa	25,03	25,63	26,23	26,83
Hemiselulosa	17,23	16,33	15,43	14,53
Lignin	6,49	7,23	7,97	8,71
Silika	2,27	1,92	1,57	1,22

Keterangan: Dihitung berdasarkan Tabel 1 dan 2

Tabel 4. Rataan kecernaan bahan kering, bahan organik, dan protein kasar ransum (%)

Zat makanan	Ransum Perlakuan				
	P0	P1	P2	P3	SE
Bahan kering	62,31	61,03	60,28	59,64	0,20
Bahan organik	63,12	62,83	62,13	61,72	0,76
Protein kasar	68,37	68,08	67,86	67,07	0,83

Keterangan: Nilai pada baris yang sama berbeda tidak nyata
SE : Standar Error

dalam oven 105°C selama 8 jam. Setelah itu dinginkan di dalam desikator selama 30 menit dan timbang (c gram). Persentase kadar NDF dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$ADF (\%) = \frac{c - b}{a} \times 100\%$$

Analisis Kadar Selulosa

Analisis kadar selulosa merupakan lanjutan dari analisis ADF. Residu dalam gelas filter direndam dengan 25 ml larutan H₂SO₄ (72%) selama 3 jam sambil sesekali diaduk. Saring residu dengan bantuan pompa vakum, bilas dengan 100 ml air panas 5 kali dan terakhir dengan 25 ml aseton/alkohol 96% sebanyak 2 kali. Residu kemudian dikeringkan dalam oven 105°C selama 8 jam, setelah itu dinginkan dalam desikator selama 30 menit lalu ditimbang (d gram). Persentase selulosa dihitung dengan rumus:

$$Selulosa (\%) = \frac{c - d}{a} \times 100\%$$

Hemiselulosa (%) = % NDF - % ADF

Total VFA (mM) = (a - b) x N HCl x 1000/5

Keterangan:

a = ml titrasi blanko

b = ml titrasi sampel

Analisis Statistik

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan uji keragaman (ANOVA). Hasil analisis yang signifikan dilanjutkan uji jarak berganda Duncan (DMRT) (Steel dan Torrie, 1991). Analisis data dilakukan menggunakan software Statistica versi 8.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kecernaan Bahan Kering, Bahan Organik dan Protein Kasar Ransum

Hasil analisis ragam menunjukkan ransum perlakuan berpengaruh tidak nyata (P>0,05) terhadap kecernaan bahan kering, bahan organik dan protein kasar ransum (Tabel 4). Peningkatan proporsi jerami bengkuang sebagai pengganti rumput lapangan dalam ransum tidak berpengaruh nyata terhadap kecernaan bahan kering, bahan organik dan protein kasar ransum.

Kadar protein dan energi (TDN) semua ransum perlakuan relatif sama, sehingga juga menghasilkan kecernaan bahan kering, bahan organik dan protein kasar ransum yang tidak berbeda nyata. TDN merupakan energi dalam bahan pakan berkorelasi positif dengan kecernaan. Kecernaan yang dihasilkan sangat ditentukan oleh keseimbangan protein dan energi dalam ransum (Pazla *et al.*, 2021b). Jamarun *et al.* (2017a) dan Hao *et al.* (2018) melaporkan bahwa ketersediaan pasokan nutrisi yang seimbang akan memberikan keuntungan untuk bakteri, sehingga akan meningkatkan pertumbuhan mikroba dan kecernaan nutrisi. Mikroba rumen merupakan ujung tombak pencernaan pakan dalam rumen, pertumbuhan (sintesis protein mikroba) rumen sangat ditentukan oleh suplai atau ketersediaan sumber protein dan energi (Jamarun *et al.*, 2017b; Putri *et al.*, 2021). Zain *et al.* (2023) menyatakan bahwa kecernaan bahan pakan dipengaruhi oleh komposisi kimianya, terutama energi dan protein dari bahan pakan tersebut. Suplai energi dan protein yang cukup dan seimbang akan mengoptimalkan kondisi

Tabel 5. Rataan kecernaan fraksi serat ransum (NDF, ADF, Selulosa, dan Hemiselulosa) (%)

Fraksi Serat	Ransum Perlakuan				
	P0	P1	P2	P3	SE
N D F	58,21	57,49	56,68	55,72	0,24
A D F	54,92	54,16	53,63	53,12	0,36
Selulosa	56,24	55,78	54,96	53,37	0,83
Hemiselulosa	61,44	60,32	59,48	58,19	0,19

Keterangan: Nilai pada baris yang sama berbeda tidak nyata
SE = Standar Error

fermentasi dalam rumen dan meningkatkan pertumbuhan dan kinerja mikroba rumen sehingga kecernaan pakan meningkat (Krehbiel, 2014). Peningkatan proporsi jerami berkuang dalam ransum sebagai pengganti rumput lapangan secara statistik tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kecernaan bahan kering, bahan organik dan protein ransum namun cenderung menurun. Penurunan ini diduga karena peningkatan kadar serat kasar ransum. Pazla *et al.* (2023) menyatakan bahwa kandungan serat kasar yang rendah dalam pakan akan memudahkan enzim mikroba rumen untuk melakukan penetrasi kedalam material pakan untuk proses pencernaan zat-zat makanan. Kecernaan pakan dipengaruhi oleh komposisi kimianya dan fraksi pakan berserat berpengaruh besar terhadap kecernaan zat-zat makanan (Jamarun *et al.*, 2017c; Yanti *et al.*, 2021; Elihasridas *et al.*, 2023).

Kecernaan Fraksi Serat Ransum (NDF, ADF, Selulosa dan Hemiselulosa)

Hasil analisis ragam menunjukkan kecernaan fraksi serat ransum tidak nyata berbeda ($P > 0.05$). Kecernaan fraksi serat sangat tergantung pada aktifitas mikroba rumen terutama bakteri selulolitik. Aktifitas mikroba yang tinggi membutuhkan ketersediaan zat makanan yang cukup terutama energi dan protein. Kandungan energi dan protein ransum perlakuan yang relatif sama (Tabel 3) menyebabkan kecernaan fraksi serat tidak nyata berbeda. Hal ini mengindikasikan bahwa jerami bengkang dapat digunakan sebagai pakan serat alternatif pengganti rumput dalam ransum ternak ruminansia.

Hasil analisis ragam menunjukkan kecernaan fraksi serat ransum tidak nyata berbeda, namun peningkatan proporsi jerami bengkang sebagai pengganti rumput dalam ransum cenderung menurunkan kecernaan fraksi serat (Tabel 5). Penurunan ini disebabkan oleh peningkatan kandungan ADF dan lignin ransum (Tabel 3). Kandungan lignin dalam ransum merupakan salah satu faktor yang sangat membatasi kecernaan fraksi serat dalam rumen (Pazla *et al.* 2020). Semakin tinggi lignin dalam ransum maka semakin rendah tingkat kecernaan fraksi serat ransum tersebut (Jamarun *et al.*, 2017c; Elihasridas *et al.*, 2021). Lignin kebanyakan berikatan dengan selulosa dan hemiselulosa sehingga selulosa dan hemiselulosa tidak dapat dicerna. Pada Tabel 3 (komposisi kimia ransum) terlihat bahwa kandungan lignin ransum meningkat sangat nyata dari P0 sampai P3. Bioproses rumen sangat dipengaruhi oleh populasi dan aktifitas mikroba rumen dan fermentabilitas pakan (Zain *et al.*, 2019). Mikroba rumen merupakan ujung tombak pencernaan makanan dalam rumen, semakin tinggi populasi mikroba dalam rumen semakin tinggi pula laju degradasi zat makanan dalam rumen. Laju pertumbuhan mikroba maksimum dapat dicapai apabila pasokan semua nutrient yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan mikroba tersedia dalam konsentrasi optimum terutama suplai energi dan protein (Pazla *et al.*, 2018b).

Kecernaan fraksi serat ransum perlakuan hasil analisis statistik tidak berbeda nyata, namun cenderung menurun dengan meningkatnya proporsi jerami bengkang

dalam ransum. Hal ini disebabkan kandungan serat kasar jerami bengkuang lebih tinggi dari rumput lapangan, sehingga peningkatan proporsi jerami bengkuang dalam ransum secara langsung meningkatkan kadar serat kasar ransum. Serat kasar merupakan faktor pembatas pencernaan ransum, dimana kadar serat kasar berkorelasi negatif dengan pencernaan nutrisi ransum, semakin tinggi kadar serat kasar ransum maka semakin rendah pencernaan nutrisi ransum tersebut. Pazla *et al.* (2021c) menyatakan bahwa rendahnya kandungan serat kasar suatu bahan pakan akan memudahkan mikroba rumen melakukan penetrasi ke dalam material pakan untuk proses pencernaan sehingga bahan kering pakan akan difermentasi menghasilkan asam lemak terbang (VFA) yang merupakan sumber energi bagi ternak ruminansia.

KESIMPULAN

Substitusi rumput lapangan dengan jerami bengkuang sampai 100% dalam ransum secara *in vitro* tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap pencernaan zat makanan, sehingga disimpulkan jerami bengkuang dapat digunakan sebagai pakan serat alternatif pengganti rumput lapangan dalam ransum ternak ruminansia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Andalas yang telah memberikan sumber dana dari PNBPFakultas Peternakan.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik, 2020. *Statistic of Year Book Indonesia*. Badan Pusat Statistik. Jakarta.

Elihasridas., dan R. W . S. Ningrat. 2015. *Degradasi in vitro fraksi serat ransum*

berbasis limbah jagung amoniasi. *Jurnal Peternakan Indonesia*. 17(3).

Elihasridas., M. Zain., R. W. S. Ningrat., Erpomen., M. Makmur., and E. M. Putri. 2021. Ammonia and fermentation treatment of *Cymbopogon nardus* L. waste as a substitution of grass: Effect on nutritional profile and ruminal *in vitro* digestibility. *Journal of Animal Health and Production*. 9(1): 27-32.

Elihasridas., M. Zain., R. W. S. Ningrat., Erpomen., E. M. Putri., and M. Makmur. 2023. *In vitro* nutrient digestibility and ruminal fermentation characteristics of ammoniated and fermented treatment of soaked and unsoaked *Cymbopogon nardus* waste. *International Journal of Veterinary Science*. 12(3): 395-400.

Hao, X. Y., X. G. Dioao., S. C. Yu., N. Ding., C. T. Mu., J. X. Zhao., and J. X. Zhang. 2018. Nutrient digestibility, rumen microbial protein synthesis and growth performance in sheep consuming rations containing seabuckthorn pomace. *Journal Animal Science*. 96(8): 3412-9.

Jamarun, N., M. Zain., Arief., and R. Pazla. 2017a. Populations of rumen microbes and the *in vitro* digestibility of fermented oil palm fronds in combination with *Tithonia diversifolia* and elephant grass (*Pennisetum purpureum*). *Pakistan Journal of Nutrition*. 17: 39-45.

Jamarun, N., M. Zain., Arief., and R. Pazla. 2017b. Effects of calcium (Ca), phosphorus (P) and manganese (Mn) supplementation during oil palm frond fermentation by *Phanerochaete chrysosporium* on rumen fluid characteristics and microbial protein synthesis. *Pakistan Journal of Nutrition*. 16: 393-399.

Jamarun, N., M. Zain., Arief., and R. Pazla. 2017c. Effects of Calcium, Phosphorus and Manganese supplementation during oil Palm Frond fermentation

- by *Phanerochaete chrysosporium* on laccase activity and in vitro digestibility. *Pakistan Journal of Nutrition*. 16 (3): 119-124.
- Krehbiel, C. R. 2014. Invited Review: Applied nutrition of ruminants : Fermentation and digestive physiology. *Professional Animal Scientist*. 30(2) 129-139.
- Nuraini., dan J. Hellyward. 1999. Pengaruh daun bengkuang fermentasi dengan *Trichoderma konii* terhadap performa dan Income Over Feed Chick Cost ayam broiler. Universitas Andalas, Padang.
- Pazla, R., M. Zain., I. Ryanto H., and A. Dona. 2018a. Supplementation of minerals (phosphorus and sulfur) and *Saccharomyces cerevisiae* in a sheep diet based on a cocoa by-product. *Pakistan Journal of Nutrition*. 17(7): 329-335.
- Pazla, R., N. Jamarun., M. Zain., and Arief. 2018b. Microbial protein synthesis and in vitro fermentability of fermented oil palm fronds by *Phanerochaete chrysosporium* in combination with tithonia (*Tithonia diversifolia*) and elephant grass (*Pennisetum purpureum*). *Pakistan Journal of Nutrition*. 17(10): 462-470.
- Pazla, R., N. Jamarun., F. Agustin., M. Zain., Arief., and N. O. Cahyani. 2020. Effects of supplementation with phosphorus, calcium, and manganese during oil palm frond fermentation by *Phanerochaete chrysosporium* on ligninase enzyme activity. *Biodiversitas*. 21: 1833-1838.
- Pazla, R., Jamarun., L. Warly., G. Yanti., and N. A. Nasution. 2021a. Lignin content, ligninase enzyme activity and in vitro digestibility of sugarcane shoots using *Pleurotus ostreatus* and *Aspergillus oryzae* at different fermentation times. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*. 16(3): 192- 201.
- Pazla, R., Adrizal., and R. Sriagtula. 2021b. Intake, nutrient digestibility, and production performance of pesisir cattle fed *Tithonia diversifolia* and *Calliandra calothyrsus*-based rations with different protein and energy ratios. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*. 9(10): 1608-1615.
- Pazla, R., N. Jamarun., F. Agustin., M. Zain., Arief., and N. O. Cahyani. 2021c. In vitro nutrient digestibility, volatile fatty acids and gas production of fermented palm fronds combined with tithonia (*Tithonia diversifolia*) and elephant grass (*Pennisetum purpureum*). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 888. 012067.
- Pazla, R., N. Jamarun., Arief., Elihasridas., G. Yanti., and E. M. Putri. 2023. In Vitro evaluation of feed quality of fermented *Tithonia diversifolia* with *Lactobacillus bulgaricus* and *Persea americana miller* Leaves as Forages for Goat. *Tropical Animal Science Journal*.
- Putri, E. M., M. Zain., L. Warly., and Hermon. 2021. Effects of rumen degradable to undegradable protein ratio in ruminant diet on in vitro digestibility, rumen fermentation, and microbial protein synthesis. *Veterinary World*. 14(3): 640-648.
- Steel, R. G. D. dan T. H. Torrie. 1991. Prinsip dan Prosedur Statistik Suatu Pendekatan Biometrik. Edisi Kedua. Gramedia Pusaka Utama. Jakarta.
- Suyitman, L. Warly., A. Rahmat., and R. Pazla. 2020. Digestibility and performance of beef cattle fed ammoniated palm leaves, and fronds supplemented with minerals, cassava leaf meal, and their combinations. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*. 8(9): 991-996.
- Tilley, J. M. A. and R. A. Terry. 1963. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Grass and Forage Science*. 18(2): 104-111.
- Yanti, G., N. Jamarun., R. Pazla., and R. W. W. Sari. 2021. Biodelignification of

- sugarcane shoots: agricultural waste management strategy as an alternative feed for ruminants. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 888: 1-5.
- Zain, M., R. W. S. Ningrat., Erpomen, E. M. Putri., and M. Makmur. 2019. The effects of leguminous supplementation on ammoniated rice straw based completed feed on nutrient digestibility on in vitro microbial protein synthesis. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 287(1).
- Zain, M., Despal., U. H. Tanuwiria., R. Pazla., E. M. Putri., and U. Amanah. 2023. Evaluation of legumes, roughages, and concentrates based on chemical composition, rumen degradable and undegradable proteins by in vitro method. International Journal of Veterinary Science. 12(4): 528-538.