

Kinetika Produksi Gas Limbah Pertanian Sebagai Pakan Alternatif Ternak Ruminansia *(Kinetics of Agricultural Waste Gas Production as an Alternative Feed for Ruminants)*

Afsitin Joan Tatra dan Husnaeni

Dosen Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian, Perikanan dan Peternakan Universitas

Sembilanbelas November Kolaka

Email: afsitinjt@gmail.com

Diterima : 24 Mei 2024/Disetujui : 9 Juni 2024

ABSTRAK

Pakan di Indonesia masih menjadi kendala utama dalam peternakan baik secara kuantitas maupun kualitas, sehingga penggunaan hijauan pakan ternak selain rumput budidaya dan rumput lapang menjadi alternatif dalam mencukupi kebutuhan ternak. Salah satu hijauan pakan ternak yang bisa menjadi alternatif adalah limbah pertanian, tetapi kualitas limbah pertanian berbeda-beda di setiap daerah sehingga membutuhkan analisis baik kimia maupun biologis untuk mengetahui kualitasnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas pencernaan limbah pertanian yang dapat dijadikan alternatif pakan pada ternak ruminansia menggunakan teknik produksi gas. Limbah pertanian yang digunakan berjumlah 6 buah yang berasal dari peternakan sapi perah Lembang. Hasil penelitian terdapat 6 jenis limbah pertanian yang terdiri dari jerami padi, kulit kacang tanah, daun pisang, daun labu, daun ubi dan sawi putih. Dilihat dari hasil kinetika produksi gas kulit kacang tanah mempunyai potensi dijadikan sebagai bahan pakan tunggal maupun sebagai bahan pakan tambahan untuk sumber hijauan karena nilai (a+b) yang tinggi dan konstanta c yang rendah yang dapat diartikan bahwa kulit kacang merupakan jenis bahan pakan yang lambat difermentasi tetapi menghasilkan gas yang maksimal. Selain kinetika gas nilai pencernaan bahan organik (KBO), energi metabolisme (EM) dan asam lemak rantai pendek limbah pertanian kulit kacang tanah cukup tinggi dibandingkan dengan limbah pertanian lainnya, sehingga kulit kacang tanah dapat dimanfaatkan sebagai alternatif pakan untuk ternak ruminansia.

Kata Kunci: Limbah Pertanian, Produksi Gas, Kinetika Gas

ABSTRACT

Feed in Indonesia is still a major obstacle in animal husbandry both in quantity and quality, so the use of forage other than cultivated grass and field grass is an alternative in meeting the needs of livestock. One of the animal feeds forages that can be an alternative is agricultural by product, but the quality of agricultural by product varies in each region so that it requires both chemical and biological analysis to determine its quality. This study aims to determine the quality of digestibility of agricultural by product that can be used as alternative feed in ruminants using gas production techniques. The agricultural by-product used amounted to 6 pieces originating from the Lembang dairy farm. The results of the study showed 6 types of agricultural by-products consisting of rice straw, peanut shells, banana leaves, pumpkin leaves, sweet potato leaves and chicory. Judging from the results of gas production kinetics, peanut shells have the potential to be used as a single feed ingredient or as an additional feed ingredient for forage sources because of the high (a + b) value and low c constant which means that peanut shells are a type of feed ingredient that is slow to ferment but produces maximum gas. In addition to gas kinetics, the digestibility value of organic matter, metabolic energy (EM) and short-chain fatty acids of peanut shell agricultural by-product is quite high compared to other agricultural by-products, so that peanut shells can be used as a supplementary feed.

Keyword: Agricultural by Product, Gas Production, Gas Kinetics

PENDAHULUAN

Pakan selalu menjadi kendala utama dalam peternakan baik dari segi kuantitas dan kualitas untuk ternak unggas maupun

ruminansia. Ternak ruminansia membutuhkan sumber serat yang umumnya berasal dari hijauan untuk sumber energi bagi mikroba dalam rumen. Saking dan

Qomariyah, 2017 menyatakan bahwa hampir 70% hijauan dibutuhkan sebagai pakan ternak ruminansia. Sumber hijauan yang umum digunakan oleh peternak di Indonesia adalah rumput budidaya dan rumput lapang, tetapi ketersediaan rumput budidaya dan rumput lapang semakin berkurang dengan berkurangnya jumlah lahan yang dapat digunakan sebagai padang penggembalaan akibat alih fungsi lahan (Pagala *dkk*, 2020) sehingga dibutuhkan alternatif sumber hijauan lain yang dapat digunakan sebagai sumber serat.

Limbah pertanian dapat digunakan sebagai sumber alternatif pakan ternak ruminansia. Despal *dkk* (2021) menyatakan penggunaan rumput lapang dan limbah pertanian pada peternakan sapi perah di Indonesia mencapai 33%, tetapi limbah pertanian terutama di Indonesia mempunyai kualitas yang berbeda-beda disetiap daerah dan spesies sehingga informasi tentang kualitas limbah pertanian sangat dibutuhkan untuk membantu peternak dalam menentukan pakan yang digunakan sesuai dengan ketersediaan disekitar peternak.

Kualitas nutrisi limbah pertanian dapat diketahui melalui analisis kandungan nutrisi secara kimia dan juga pencernaan dimana pencernaan merupakan ukuran biologis tersedianya nutrisi untuk dapat memperoleh produktivitas ternak yang maksimal. Kualitas nutrisi berdasarkan pencernaan dapat diukur dengan teknik *in vitro* produksi gas yang merupakan metode untuk mengevaluasi kualitas pakan

terutama pakan ruminansia. Produksi gas yang dihasilkan dapat diperkirakan kualitas pakan dan menggambarkan proses fermentasi yang terjadi dalam rumen sehingga dapat memberikan informasi mengenai laju produksi dan kinetika gas pakan yang dikonsumsi oleh ruminansia sesuai dengan sifat kimia dari pakan yang diuji (Firsoni dan Lisanti 2017) sehingga dilakukan penelitian ini yang bertujuan untuk mengetahui kualitas limbah pertanian sebagai alternatif pakan ternak ruminansia berdasarkan teknik produksi gas

MATERI DAN METODE

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah 6 jenis limbah pertanian yang diperoleh dari peternak, media inkubasi cairan buffer-rumen dengan komposisi 302 ml Larutan buffer bikarbonat, 302 ml Larutan mineral makro, 0.15 ml Larutan mineral mikro, 1.5 ml larutan resazurin 0.4%, 60.5 Larutan pereduksi, 330 Cairan rumen dan 1000 ml aquadest, *syringe gas test*, dan *water bath*.

Metode

Limbah-limbah pertanian yang digunakan oleh peternak diambil masing-masing jenisnya sebanyak 1 kg untuk dianalisis kandungan nutrisi dan pencernaan dengan metode *in-vitro* produksi gas.

Kandungan Nutrien Limbah Pertanian

Sampel limbah pertanian dianalisis kandungan bahan kering, protein kasar, serat kasar, lemak kasar dan abu menggunakan metode AOAC (1990). NDF,

ADF dan lignin di analisis menggunakan metode Van Soest *et al* (1991).

Produksi Gas

Total Produksi gas dianalisis menggunakan metode Close dan Menke (1986) yang diamati selama 72 jam dengan interval 3, 6, 9, 12, 24, 48 dan 72 jam.

Kinetika produksi gas

Kinetika produksi gas dianalisis menggunakan persamaan Orskov and McDonald (1979) dengan bantuan software SPSS 16. Rumus persamaan orskov :

$$P = a + b(1 - \text{Exp}^{-ct})$$

Keterangan :

- P : Degradasi Pakan pada waktu t
- a : Fraksi yang cepat didegradasi
- b : Fraksi yang tidak mudah larut tapi potensial didegradasi
- c : Laju degradasi
- t : waktu inkubasi

Kecernaan Bahan Organik, Energi Metabolisme, dan Asam Lemak Rantai Pendek

Kecernaan bahan organik, Energi Metabolisme dan Asam Lemak Rantai Pendek dihitung menggunakan rumus Getachew *et al* (2002)

$$KBO (\%) = 14.88 + 0.889PG + 0.45PK + 0.0651ABU$$

$$EM(MJ/kgBK) = 2.2 + 0.136PG + 0.057PK + 0.0029SK$$

$$SCFA (mmol/200 mg BK) = 0.023PG - 0.0601$$

Keterangan:

- KBO = Kecernaan bahan organik
- EM = Energi metabolisme
- PG = Produksi gas 24 jam (ml/200mg BK)
- PK = Protein kasar (%BK)
- SK = Serat kasar (%BK)
- SCFA = *Short chain fatty acid* (Asam lemak rantai pendek)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Nutrien

Kandungan nutrien yang berbeda-beda pada pakan akan mempengaruhi produksi gas, kecernaan bahan organik, energi metabolisme dan asam lemak rantai pendek. Kandungan nutrien limbah pertanian pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1. Kandungan nutrien dan fraksi serat dari limbah-limbah pertanian pada Tabel 1 bahan kering (BK) mempunyai nilai berkisar 84.54% – 92.67%, Abu 5.93% - 16.63%, lemak kasar (LK) 1.16% – 3.12%, protein kasar (PK) 4.72% – 19.17%, SK 13.91% – 23.59%, NDF 22.36 – 74.72%, ADF 20.67 – 47.04%, Lignin 3.94 – 13.05%, Selulosa 16.89 – 35.39%, Hemiselulosa 1.69 – 31.41%. Kandungan nutrien yang berbeda-beda dari limbah pertanian pada penelitian ini dengan penelitian lain dapat dipengaruhi oleh spesies atau varietas, umur panen, jenis tanah, dan kondisi lingkungan tanaman tumbuh (Chumpawadee *et al*, 2007).

Kandungan protein kasar limbah pertanian seperti kulit kacang tanah, daun

pisang, daun labu, daun ubi jalar dan sawi putih lebih tinggi dari kebutuhan ternak ruminansia yang direkomendasi McDonald *et al* (2002) untuk mempertahankan kondisi rumen yang sehat dan aktif kandungan protein kasar pada pakan yaitu 7-8%, sedangkan jerami padi yang mempunyai

kandungan protein kasar 4.72% tidak mempunyai kandungan protein kasar yang cukup untuk memenuhi kebutuhan ternak ruminansia tetapi kandungan protein kasar jerami padi pada penelitian ini hampir sama dengan yang dihasilkan oleh Firsoni dan Lisanti (2017) yaitu 4.79%.

Tabel 1. Kandungan Nutrien Limbah Pertanian sebagai Pakan Alternatif Ternak Ruminansia

Nutrien (%)	Limbah Pertanian					
	Jerami padi	Kulit Kacang Tanah	Daun Pisang	Daun Labu	Daun Ubi Jalar	Sawi Putih
BK	92.67	84.84	90.67	86.09	87.18	84.54
Abu	16.63	5.93	11.65	15.58	10.49	16.25
LK	1.57	1.47	3.12	1.16	1.25	1.25
PK	4.72	8.18	10.90	15.56	10.51	19.17
SK	20.60	23.07	23.59	15.58	23.26	13.91
BETN	56.48	61.35	50.74	52.12	54.49	49.42
NDF	74.72	53.04	64.57	40.82	49.52	22.36
ADF	43.31	40.61	43.87	34.66	47.03	20.67
Lignin	4.68	5.18	13.05	9.68	11.24	3.94
Selulosa	34.00	35.39	27.38	21.42	34.99	16.89
Hemiselulosa	31.41	12.43	20.70	6.16	2.49	1.69

Keterangan: BK: bahan kering; LK: lemak kasar; PK: protein kasar; SK: serat kasar; BETN: bahan ekstrak tanpa nitrogen; NDF: *neutral detergent fiber*; ADF: *acid detergent fiber*

Laju Produksi Gas Total

Produksi gas yang dihasilkan suatu bahan pakan dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan untuk digunakan sebagai pakan ternak karena produksi gas yang dihasilkan dalam uji pencernaan secara *in vitro* dapat menggambarkan sifat fermentabilitas rumen.

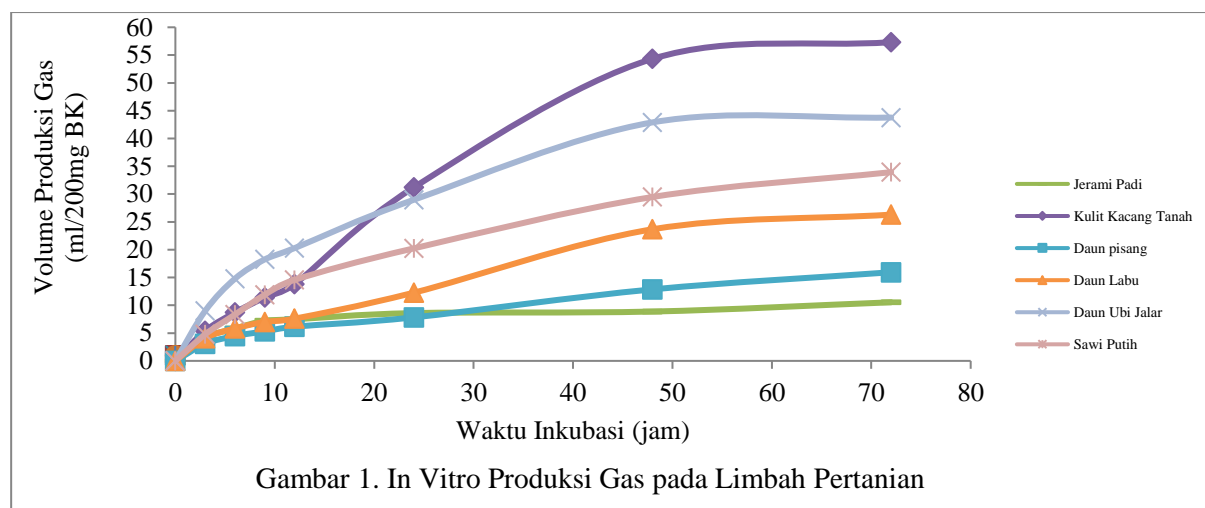
Profile total produksi gas dapat dilihat pada gambar 1. Total produksi gas limbah pertanian berkisar dari 3.076 – 57.326 ml/200 mg BK dengan total produksi gas setelah 72 jam tertinggi terdapat pada limbah kulit kacang tanah dan

terendah pada jerami padi. Pada 12 jam pertama produksi gas kulit kacang tanah lebih rendah bila dibandingkan dengan produksi gas daun ubi jalar dan sawi putih tapi setelah 24 jam produksi gas kulit kacang tanah meningkat menjadi lebih tinggi dibandingkan semua jenis limbah pertanian yang ada. Hal ini dapat disebabkan kandungan BETN yang cukup tinggi (61.35%) yang dimiliki oleh kulit kacang tanah bila dibandingkan dengan limbah pertanian lainnya, seperti yang dinyatakan oleh Ogunbosoye and Salau (2020) dan Kim *et al* (2013) bahwa

tingginya karbohidrat yang mudah difermentasi dalam substrat sangat baik untuk mikroba rumen memproduksi gas dan sejalan dengan yang dinyatakan Firsoni dan Lisanti (2017) bahwa produksi gas sumber energi akan menghasilkan produksi gas yang lebih tinggi dibandingkan dengan pakan sumber protein.

Jerami padi memiliki total produksi gas terkecil bila dibandingkan dengan limbah pertanian yang lain, hal ini dapat disebabkan oleh tingginya kandungan NDF pada jerami padi seperti yang dinyatakan oleh Sallam *et al* (2007) dan Hidayah *et al* (2023) bahwa tingginya kandungan NDF

dapat mempengaruhi rendahnya produksi gas. Hasil produksi gas pada kulit kacang tanah pada penelitian paling tinggi dengan total produksi gas 57.326 ml/200 mg BK, hasil yang berbeda diperoleh Firsoni dan Lisanti (2017) dimana total produksi gas kulit kacang tanahnya hanya 11.55 ml/200 mg BK. Hal ini dapat disebabkan kandungan lignin pada penelitian ini hanya 5.18% sedangkan pada penelitian sebelumnya mencapai 29.9%, karena lignin dapat mengikat karbohidrat yang dapat dicerna oleh mikroba rumen (Pereira *et al* 2013; Ogunbosoye dan Salau 2020).



Gambar 1. In Vitro Produksi Gas pada Limbah Pertanian

Kinetika Produksi Gas, Kecernaan Bahan Organik, Energi Metabolisme, Short Chain Fatty Acid

Gas yang diproduksi secara in vitro berkorelasi dengan laju substrat dan dapat menduga kinetika fermentasi substrat pakan (Wangui *et al* 2022). Kinetika substrat limbah pertanian pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Nilai a yang merupakan fraksi cepat dipecah mempunyai nilai berkisar dari -

1.395 – 2.053 ml, dengan nilai a tertinggi pada daun ubi jalar dan terendah pada kulit kacang tanah. Nilai negatif yang dimiliki oleh kulit kacang tanah dapat mengindikasikan lambatnya pemanfaatan substrat oleh mikroba pada awal inkubasi. Hasil negatif pada fraksi yang cepat dipecah (a) juga terjadi pada penelitian Chumpawadee (2007). Kulit kacang tanah memiliki nilai fraksi yang cepat dipecah paling rendah tetapi memiliki nilai fraksi

yang potensial didegradasi (b) paling tinggi dengan kisaran nilai fraksi yang potensial didegradasi pada penelitian ini yaitu 9.109 – 74.808 ml. Tingginya nilai b pada kulit kacang tanah dapat disebabkan oleh kandungan karbohidrat yang dimiliki oleh kulit kacang tanah yang cukup tinggi bila

dibandingkan dengan limbah pertanian yang lain seperti yang dinyatakan oleh Deaville dan Givens (2001) bahwa kinetika produksi gas dapat dipengaruhi oleh fraksi karbohidrat.

Tabel 2. Kinetika Produksi Gas Kecernaan Bahan Organik, Energi Metabolisme, dan *Short Chain Fatty Acid*

Nilai	Limbah Pertanian					
	Jerami padi	Kulit Kacang Tanah	Daun pisang	Daun Labu	Daun Ubi Jalar	Sawi Putih
a	0.262	-1.340	1.395	1.095	2.053	0.949
b	9.109	74.808	17.459	34.246	43.571	34.570
c	0.156	0.024	0.053	0.020	0.047	0.038
a+b	9.371	73.468	18.854	35.341	45.624	35.519
KBO	35.47	50.17	34.33	42.94	52.20	52.08
EM	3.70	6.98	3.95	4.80	6.81	6.09
SCFA	0.15	0.69	0.13	0.23	0.63	0.42

Keterangan: KBO : Kecernaan bahan organik, EM: Energi metabolisme, SCFA: *Short Chain Fatty Acid*

Laju produksi gas atau nilai c limbah pertanian pada penelitian ini berkisar dari 0.020 – 0.156 ml/jam, dengan laju produksi gas tercepat pada jerami padi dan laju produksi gas terlambat pada daun labu. Laju produksi gas yang cepat pada jerami padi kemungkinan dipengaruhi oleh fraksi karbohidrat terlarut yang tersedia bagi populasi mikroba yang dilihat dari kandungan BETN pada jerami padi cukup tinggi tetapi potensi degradasi (a+b) pada jerami padi paling rendah dan potensi degradasi tertinggi pada kulit kacang tanah. Hal ini dapat terjadi karena kandungan NDF yang tinggi pada jerami padi hal ini seperti yang dikemukakan oleh Nitipot dan Sommart (2003) bahwa sumber pakan yang memiliki kandungan NDF yang lebih

rendah menunjukkan potensi produksi gas yang lebih tinggi. Laju produksi gas yang lambat tetapi memiliki produksi gas maksimum yang sangat tinggi merupakan salah satu karakteristik bahan pakan dapat dijadikan sebagai pakan tunggal atau pakan campuran (Jayanegara *dkk* 2009) seperti limbah pertanian kulit kacang tanah yang memiliki laju produksi gas yang rendah tetapi memiliki total produksi gas yang sangat tinggi.

Kecernaan bahan organik limbah pertanian berkisar dari 34.33% - 52.2% dengan kecernaan bahan organik terendah pada limbah daun pisang dan tertinggi pada limbah daun ubi jalar. Rendahnya kecernaan bahan organik pada limbah daun pisang dapat disebabkan kandungan NDF

dan lignin pada daun pisang yang tinggi, seperti yang dinyatakan oleh Al-Masri (2003); Hamid *et al* (2007) bahwa NDF dan pencernaan bahan organik berkorelasi negatif atau tingginya NDF akan menurunkan pencernaan bahan organik pada bahan pakan.

Energi metabolis limbah pertanian pada penelitian ini berkisar dari 3.70 - 6.98 MJ kg⁻¹ BK dengan energi metabolis terendah pada jerami padi dan tertinggi pada kulit kacang tanah. Tingginya kandungan energi metabolisme pada kulit kacang tanah dan rendahnya kandungan energi metabolis pada jerami padi dapat disebabkan oleh kandungan NDF dan ADF pada kulit kacang tanah yang cukup rendah dan pada jerami padi yang cukup tinggi karena NDF dan ADF mempunyai korelasi negatif dengan energi metabolisme Al-Masri. (2003); Hamid *et al.*, (2007).

SCFA (*Short Chain Fatty Acid*) atau asam lemak rantai pendek adalah hasil dari fermentasi karbohidrat yang merupakan sumber energi bagi hewan ruminansia (Getachew *et al* 2004; Ogunbosoye dan Salau 2020). Nilai SCFA pada penelitian ini berkisar dari 0.13 – 0.69 mmol/200mg BK). Nilai SCFA jerami padi pada penelitian ini lebih kecil dibandingkan dengan yang diperoleh oleh Ogunbosoye dan Salau, 2020 yaitu 0.27 mmol/200 mg BK) Nilai SCFA yang diperoleh pada penelitian ini masih berada dalam standar yang ditetapkan Getachew *et al* 1998 bahwa nilai SCFA tidak boleh lebih dari 4.5 mmol/200mg BK)

KESIMPULAN

Kulit kacang tanah dapat digunakan sebagai pakan ternak ruminansia karena mempunyai produksi dan kinetika gas, nilai KBO, EM dan asam lemak rantai pendek yang tinggi dibandingkan dengan lima limbah pertanian yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Masri, M.R. 2003. An in vitro evaluation of some unconventional ruminant feeds in terms of the organic matter digestibility, energy and microbial biomass. *Tropical Animal Health and Production*. 35(2): 155-220
- AOAC.1990. Official Methods of Analysis, 15th edition. Association of official analytical chemists, Arlington, Virginia, USA.
- Chumpawadee, S., Chantiratikul, A and Chantiratikul, P. 2007. Chemical compositions and nutritional evaluation of energy feeds or ruminant using in vitro gas production technique
- Close W.H, and Menke K.H. 1986. Selected Topics in Animal Nutrition. Manual Prepared for The 3rd Hohenheim Course on Animal Nutrition in The Tropics and Semi-Tropics. 2nd Ed. Compiled by Close WH and Menke KH in Cooperation With Steingass H and Troscher A. German (Gr) :University of Hohenheim Stuttgart
- Deaville, E.R and Givens, D.I.2001. Use of automated gas production technique to determine the fermentation kinetics of carbohydrate fractions in maize silage. *Animal Feed Science Technology*, 93.205

- Despal., Zahera, R., Nuraina, N., Rosmalia, A., Anzhany, D. dan Agustiyani, I. 2020. *Ternak Perah Presisi*. IPB Press. Bogor-Indonesia.
- Firsoni dan Lisanti, E. 2017. Potensi Pakan Ruminansia dengan Penampilan Produksi Gas secara *In Vitro*. Jurnal Peternakan Indonesia. Vol. 19(3):136-144
- Getachew, G., Blummel, M., Makkar, H.P.S and Becker, K. 1998. In vitro gas measuring technique for assessment of nutritional quality of feeds : a review. *Animal Feed Science and Technology* 72 (1998) 261-281
- Getachew, G., Makkar, H.P.S., Becker, K. 2002. Tropical browses: contents of phenolic compounds, in vitro gas production and stoichiometric relationship between short chain fatty acid and in vitro gas production. *Journal of agricultural science Cambridge*. 139: 341-352
- Getachew, G., Robinson, P.H., DePeter, E.J and Taylor, S.J. 2004. Relationships between chemical composition, dry matter degradation and in vitro gas production of several ruminant feeds. *Animal Feed Science Technology* 111:57-71
- Hamid, P. Akbar, T., Hossein, J. and Ali, M.G. 2007. Nutrient Digestibility and Gas Production of Some Tropical Feeds Used in Ruminant Diets Estimated by the in vivo and in vitro Gas Production Technique. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences* 2 (4): 108-113, 2007.
- Hidayah, N., Noviandi, C.T., Astuti, A and Kustantinah. 2023. Chemical composition and in vitro rumen fermentation characteristics of various tropical seaweeds. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*. Vol. 10 No.4: 751-762
- Jayanegara, A., Sofyan, A., Makkar, H.P.S and Becker, K. 2009. Kinetika Produksi Gas, Kecernaan Bahan Organik dan Produksi Gas Metana *in Vitro* pada Hay dan Jerami yang Disuplementasi Hijauan Mengandung Tanin. *Media Peternakan*. Vol.32 No.2. hlm:120-129.
- Kim, S.H., Lovelia, L., Mamuad., Chang-Dae, J., Yeon-Jae, C., Sung, S.L., Jong-Youl, K and Sang-Suk, L. 2013. In vitro evaluation of Different Feeds for Their Potential to Generate Methane and Change Methanogen Diversity. *Asian-Australian Journal of Animal Science*. Vol. 26(12): 1698-1707
- McDonald, P., Edwards, R.A., Greenalgh, J.F.D. and Morgan, C.A. 2002. *Anima Nutrition* 6th edition. Pearson Education Limited, Harlow, Essex, UK.
- Nitipot, P and Sommart, K. 2003. Evaluation of ruminant nutritive value cassava starch industry by product, energy feed sources and roughages using in vitro gas production technique. In: *Proceeding of Annual Agricultural Seminar for year 2003*, 27-28 January, KKU., pp: 179-190

- Ogunbosoye, D.O and Salau, K.B.2020. In vitro fermentation evaluation of selected agro-industrial by-product as alternative feed for ruminant. Nigerian Journal of Animal Production. 47(4):219-226
- Orskov, E.R. and McDonald, I. 1979. The Estimation of protein degradability in rumen from incubation measurements weighted according to the rate passage. Journal of agricultural science Cambridge. 92: 449-503
- Pagala, M.A., Zulkarnain, D. dan Munadi , L.O.M.2020. Kapasitas daya tampung hijauan pakan ternak dan hasil ikutan perkebunan kelapa sawit di Kecamatan Tanggetada Kabupaten Kolaka. Jurnal Sosio Agribisnis. Vol.5 No 2:70-76
- Pereira, E.S., Mizubuti, I.Y., Ribeiro, E.L.A., Neiva, J.N.M., Pimente, P.G., Duarte, L.S., Morena, G.M.B., Pinto, A.P., Costa, R.G.F and Junior, J.N.R. 2013. Estimative of the nutritional value of agro-industrial by products using in vitro gas production technique. Ciencias Agrarias Londrina, Vol. 34(1): 391-398.
- Saking, N. dan N. Qomariyah. 2017. Identifikasi Hijauan Makanan Ternak (HMT) lokal Mendukung Produktivitas Sapi Potong di Sulawesi Selatan. Prosiding. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner: Pp: 558-565
- Sallam, S.M.A., Nasser, M.E.A., El-Waziry, A.M., Bueno, I.C.S and Abdalla, A.L. 2007. Use of an In vitro Rumen Gas Production Technique to Evaluate Some Ruminant Feedstuffs. Journal of Applied Sciences Research, 3(1):34-41
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B and Lewis, B.A.1991. Methods for Dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch carbohydrates in relation to animal nutrition. Journal Dairy Science. 74: 3583-3597
- Wangui, J.C., Millner, J.P., Kenyon, P.R., Tozer, P.R, Morel, P.C.H and Pain, S.J.2022. In Vitro Fermentation of Browsable Native Shrubs in New Zealand. Plant 2022, 11, 2085