



Pengaruh Suplementasi Rumput Laut *Eucheuma cottonii* terhadap Kadar VFA dan NH₃ Cairan Rumen Sapi Potong

Zulvina Afrianti*, Muhtarudin Muhtarudin, Liman Liman, Erwanto Erwanto
Program Studi Nutrisi dan Teknologi Pakan Ternak, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

* Email penulis koresponden: zulvinaafrianti@gmail.com

ABSTRAK

KATA KUNCI:

Amonia
Biochar
Rumput laut *Eucheuma cottonii*
Sapi lokal
Volatile Fatty Acid

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi suplementasi rumput laut (*Eucheuma cottonii*) terhadap kadar Volatile Fatty Acid (VFA) dan amonia (NH₃) cairan rumen sapi potong. Penelitian ini dilakukan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari tiga perlakuan dan enam ulangan. Delapan belas ekor sapi potong lokal disiapkan dan di bagi menjadi tiga grup perlakuan yang terdiri dari P1; rumput pakchong + konsentrat (perbandingan 70%:30% BK pakan), P2; rumput pakchong + konsentrat (perbandingan 70%:30% BK pakan) + rumput laut *eucheuma cottonii* (4% BK pakan) dan P3; rumput pakchong + konsentrat (perbandingan 70%:30% BK pakan) + rumput laut *Eucheuma cottonii* (4% BK pakan) + biochar (0,05% BK pakan). Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa suplementasi rumput laut (*Eucheuma cottonii*) tidak berpengaruh terhadap kadar Volatile Fatty Acid (VFA) dan kadar amonia (NH₃) dengan nilai P3 yang berpotensi dapat meningkatkan kadar Volatile Fatty Acid (VFA) dan amonia (NH₃).

ABSTRACT

KEYWORDS:

Ammonia
Biochar
Local cattle
Seaweed *Eucheuma cottonii*
Volatile Fatty Acids

This study determine to evaluate the effect of seaweed *Eucheuma cottonii* supplementation on the levels of Volatile Fatty Acid (VFA) and ammonia (NH₃) in the rumen fluid of beef cattle. This experiment used a randomized group design with three treatment and six repeats in each treatment. Eighteen local beef cattle were provided and assigned to three treatments group including P1; pakchong grass + concentrate (ratio 70% : 30% DM feed), P2; pakchong grass + concentrate (ratio 70% : 30% DM feed) + seaweed *Eucheuma cottonii* (4% DM feed) and P3; pakchong grass + concentrate (ratio 70% : 30% DM feed) + seaweed *Eucheuma cottonii* (4% DM feed) + biochar (0.05% DM feed). The results indicated that the supplementation of seaweed *Eucheuma cottonii* did not effect the levels of Volatile Fatty Acid (VFA) levels and ammonia (NH₃) levels with a P3 value that has the potential to increase Volatile Fatty Acid (VFA) and Ammonia (NH₃) levels in beef cattle rumen fluid.

© 2024 The Author(s). Published by
Department of Animal Husbandry,
Faculty of Agriculture, University of
Lampung.
This is an open access article under the
CC by 4.0 license:
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

1. Pendahuluan

Peternakan merupakan salah satu usaha subsektor pertanian yang memiliki peranan penting dalam penyediaan pangan bermutu bagi masyarakat di Indonesia. Optimalisasi usaha peternakan menjadi salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk memenuhi

kebutuhan protein hewani tersebut. Hewan ruminansia menjadi hewan ternak yang paling banyak dipelihara masyarakat Indonesia, hal ini dibuktikan dengan banyaknya usaha peternakan ruminansia dalam skala besar. Sapi potong menjadi salah satu ternak ruminansia besar yang mempunyai kontribusi terbesar sebagai penghasil daging, serta untuk pemenuhan kebutuhan pangan khususnya protein hewani. Pengembangan industri sapi potong mempunyai prospek yang sangat baik dengan memanfaatkan sumber daya lahan maupun sumber daya pakan yang tersedia (Mayulu dan Sutrisno, 2016).

Pakan merupakan salah satu komponen penting dalam peternakan. Pakan menjadi kebutuhan pokok ternak dengan biaya produksi mencapai 60-80% dari biaya produksi total. Pakan yang diberikan kepada sapi potong pada umumnya terdiri dari hijauan dan konsentrat. Pakan yang diberikan kepada sapi potong harus memiliki syarat sebagai pakan yang baik yang harus mengandung zat makanan yang memadai kualitas dan kuantitasnya, seperti energi, protein, lemak, mineral, dan vitamin dengan pemberian zat nutrisi tersebut dalam jumlah yang tepat dan seimbang sehingga hasil akhir yang dihasilkan berkualitas tinggi (Haryanti, 2009). Defisiensi salah satu zat nutrisi di dalam tubuh ternak akan direspon dengan cara menurunkan atau menghentikan metabolisme maupun produktivitas ternak, sehingga diperlukan suplementasi pakan untuk meningkatkan produktivitas ternak maupun kualitas ternak tersebut. Suplemen pakan merupakan bahan yang ditambahkan kedalam pakan untuk melengkapi kandungan zat gizi guna memenuhi kebutuhan ternak. Salah satu komoditas pakan yang dapat digunakan sebagai suplemen pakan yaitu rumput laut.

Rumput laut memiliki kontribusi nilai ekonomi tinggi baik untuk pertumbuhan ekonomi domestik maupun untuk komoditas ekspor, salah satunya yaitu jenis *Eucheuma cottonii* (KKP, 2022). Kandungan yang terdapat dalam rumput laut yaitu protein, karbohidrat, lemak, vitamin, mineral, minyak, dan asam amino serta senyawa sekunder lainnya seperti phlorotannin, iodine, dan senyawa halogenasi (Gaillard et al., 2018; Pirian et al., 2017). Penambahan biochar berpotensi menjadi suplemen pakan yang sangat baik untuk meningkatkan pertumbuhan hewan dan menurunkan produksi metana dengan meningkatkan fermentasi mikroba usus pada ruminansia (Leng et al., 2012). Menurut McFarlane et al. (2017) bahwa menambahkan penggunaan biochar juga dapat meningkatkan produksi asam lemak terbang.

Proses pencernaan pada ternak ruminansia sangat ditentukan oleh proses fermentasi di dalam rumen. Pemberian pakan ruminansia harus memenuhi kebutuhan nutrisi ternak, guna menjaga kondisi optimum cairan rumen untuk proses fermentasi dan mensuplai nutrisi bagi pertumbuhan mikroba rumen. *Volatile Fatty Acid* (VFA) merupakan produk akhir fermentasi karbohidrat dan sumber energi utama untuk pemeliharaan dan pertumbuhan bagi ternak ruminansia. Amonia (NH_3) merupakan hasil degradasi protein pakan oleh mikroba rumen pada ternak ruminansia (Sutardi et al. 2010). Konsentrasi amonia (NH_3), mencerminkan jumlah protein ransum yang dominan di dalam rumen dan nilainya sangat dipengaruhi oleh kemampuan mikroba rumen dalam mendegradasi protein ransum (Prihandono, 2001).

Penelitian yang dilakukan oleh Hikmawan et al. (2019) didapatkan hasil bahwa tingkat substitusi rumput laut *Eucheuma cottonii* dalam pakan rumput gajah berpengaruh nyata ($P < 0,01$) dengan perlakuan terhadap total *Volatile Fatty Acid* (VFA), proporsi asam asetat, propionate, butirat dan estimasi produksi gas metana. Terdapat dosis terbaik pemberian rumput laut *Eucheuma cottonii* yaitu pada P1 dengan perlakuan rumput gajah 96% + *Eucheuma cottonii* dalam menurunkan produksi gas metana walaupun diiringi dengan penurunan VFA total dan VFA parsial, kemudian didapatkan saran untuk dilakukan penelitian selanjutnya dengan pemberian rumput laut *Eucheuma cottonii* yang dikombinasikan dengan pakan berkualitas tinggi dan konsentrat.

Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan penelitian suplementasi rumput laut *Eucheuma cottonii* dengan menggunakan jenis bahan pakan berbeda berupa rumput pakchong, penambahan konsentrat dan suplemen pakan berupa biochar untuk mengetahui pengaruh suplementasi rumput laut (*Eucheuma cottonii*) terhadap kadar *Volatile Fatty Acid* (VFA) dan amonia (NH_3) cairan rumen sapi potong.

2. Materi dan Metode

2.1 Materi

Pada penelitian ini digunakan kandang kelompok dengan masing-masing ternak yang diikat berjarak satu sama lain sehingga ternak akan mendapatkan makan dan minum secara individu dan berjumlah kurang lebih 18 wadah, timbangan digital, timbangan gantung, timbangan duduk, tali, ember, golok/arit, selang air, timbangan digital, *Stomach tube*, *cawan conway*, tabung tempat rumen, biuret untuk titrasi, *cooling box*, alat spray,

alat destilasi, labu erlenmeyer, gelas ukur, pipet tetes, dan plastik/karung, pH meter, pompa vakum, dan timbangan. Bahan penelitian yang digunakan yaitu 18 ekor sapi lokal, yang sedang masa pertumbuhan, rumput pakchong (*Pennisetum purpureum* cv. *Thailand*), konsentrat, rumput laut *Eucheuma cottonii*, dan biochar. Bahan analisis yang digunakan yaitu cairan rumen, larutan *Trypan Blue Formal Saline* (TBFS), larutan formalin 40%, asam borat 2%, H₂SO 15%, NaOH 0,5 N, NaOH 40%, HCl 0,5 N, indikator campuran *Methyl Blue* (perbandingan 2:1) dan aquades.

2.2 Metode

Penelitian ini dilakukan menggunakan 18 ekor sapi lokal dengan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) berdasarkan bobot badan yang terdiri dari 3 perlakuan dan 6 kali ulangan, data yang diperoleh diuji dengan *analysis of variance* (ANOVA).

Adapun perlakuan ransum yang digunakan adalah:

- P1: Rumput Pakchong + Konsentrat (perbandingan 70%:30% BK pakan)
- P2: Rumput Pakchong + Konsentrat (perbandingan 70%:30% BK pakan) + Rumput laut *Eucheuma cottonii* (4% BK pakan)
- P3: Rumput Pakchong + Konsentrat (perbandingan 70%:30% BK pakan) + Rumput laut *Eucheuma cottonii* (4% BK Pakan) + Biochar (0,05% BK pakan).

Tahapan penelitian ini meliputi persiapan kandang pemberian pakan perlakuan, pengambilan cairan rumen, dan analisis sampel *Volatile Fatty Acid* (VFA) dengan *Gas Chromatography and Mass Spectroscopy* (GC-MS). Peubah yang diamati pada penelitian ini yaitu *Volatile Fatty Acids* (VFA) dan amonia (NH₃). Data yang diperoleh dianalisis dengan *analysis of variance* (ANOVA). Apabila dari hasil analisis diperoleh hasil berpengaruh nyata, maka analisis akan dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf nyata 5%.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Kadar *Volatile Fatty Acid* (VFA) Cairan Rumen Sapi Potong

Pengaruh pemberian ransum perlakuan terhadap kadar *Volatile Fatty Acid* (VFA) cairan rumen disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan hasil analisis ragam, menunjukkan bahwa ransum perlakuan tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap kadar *Volatile Fatty*

Acid (VFA) pada sapi potong. Pada penelitian ini konsentrasi *Volatile Fatty Acid* (VFA) tergolong normal. Hal ini sesuai dengan pendapat Achmadi (2012) yang menyatakan bahwa konsentrasi total *Volatile fatty Acid* (VFA) normal berada dalam kisaran 80-160 mM. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Hikmawan *et al.* (2019) yang melaporkan bahwa substitusi terhadap rumput laut *Eucheuma cottonii* dengan rumput gajah tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap *Volatile Fatty Acid* (VFA) total dalam rumen sapi.

Tabel 1. Kadar *Volatile Fatty Acid* (VFA) pada cairan rumen

Kelompok	Perlakuan		
	P1	P2	P3
	----- (mM) -----		
1	87,72	79,00	118,35
2	156,15	114,22	110,69
3	174,62	82,57	110,38
4	162,87	111,62	93,36
5	45,36	62,41	124,71
6	79,50	60,12	99,16
Rata-rata	117,70±53,57	84,99±23,38	121,11±34,67

Hasil analisis pada P2 cenderung lebih rendah dibandingkan P1, hal ini diduga karena rendahnya tingkat fermentabilitas pakan serta pencernaan pakan di dalam rumen. Penyebab menurunnya tingkat fermentabilitas tersebut dikarenakan oleh menurunnya mikroba rumen. Kandungan rumput laut yang diduga dapat menurunkan populasi mikroba rumen salah satunya yaitu flavonoid. Oskoueian *et al.* (2013) menyatakan bahwa senyawa flavonoid dapat menurunkan nilai *Volatile Fatty Acid* (VFA) total karena aktivitas antimikroba senyawa tersebut.

Peningkatan kadar *Volatile Fatty Acid* (VFA) pada P3 diduga karena pemberian kombinasi dari rumput laut *Eucheuma cottonii* sebagai suplemen pakan dengan kombinasi biochar bagi pakan ternak ruminansia. Berdasarkan penelitian Idris *et. al.* (2014) menyatakan bahwa biochar mengandung mineral berupa fosfor (P), kalium (K), magnesium (Mg), kalsium (Ca), natrium (Na), zat besi (Fe), mangan (Mn), dan seng (Zn). Kandungan mineral dalam biochar berupa kalsium, seng, magnesium, dan fosfor dapat mengikat kandungan antimikroba berupa flavonoid, interaksi mineral dengan flavonoid ini dapat bervariasi tergantung pada jenis flavonoid dan kondisi lingkungan (Ramesh, 2021). Hal ini menggambarkan potensi penggunaan yang baik pada rumput laut

Eucheuma cottonii sebagai suplemen pakan dengan kombinasi biochar bagi pakan ternak ruminansia.

3.2 Kadar Amonia (NH₃) Cairan Rumen Sapi Potong

Kadar amonia dalam rumen merupakan petunjuk antara proses degradasi dan proses sintesis protein oleh mikroba rumen (Suharti *et al.*, 2018). Rata-rata produksi amonia (NH₃) cairan rumen sapi potong yang diberi ransum perlakuan tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Kadar amonia (NH₃) pada cairan rumen

Kelompok	Perlakuan		
	P1	P2	P3
	----- (mM) -----		
1	4,00	6,00	8,00
2	4,00	4,00	6,00
3	6,00	4,00	6,00
4	6,00	4,00	6,00
5	4,00	4,00	6,00
6	4,00	4,00	6,00
Rata-rata	4,67±1,03	4,33±0,82	6,33±0,82

Hasil penelitian menunjukkan tidak berbeda nyata pada perlakuan ini tetapi pada P2 terdapat kecenderungan menurunkan kandungan amonia (NH₃). Hal ini diduga karena kandungan bahan penyusun ransum dari P2 mempunyai kandungan SK yang lebih besar dibandingkan dengan perlakuan kontrol yaitu P1, hal ini menyebabkan degradabilitas PK relatif kecil. Sesuai yang dikemukakan Afzalani *et al.* (2021) bahwa semakin tinggi protein pakan yang didegradasi oleh mikroba rumen menunjukkan semakin banyaknya amonia (NH₃) yang terbentuk di rumen. Kuantitas protein dan *degradable* protein yang tersedia akan mengubah rasio karbohidrat terfermentasi atau secara langsung berhubungan dengan biomassa mikrobial (Widyobroto *et al.*, 2007). Tingginya protein pakan dapat meningkatkan konsentrasi (NH₃) pada ternak ruminansia (Dung *et al.*, 2014; Holik *et al.*, 2019).

Terjadi kecenderungan peningkatan pada P3 yang ditunjukkan pada Tabel 2. Hal ini terjadi karena pemberian suplementasi rumput laut *Eucheuma cottonii* dengan kombinasi biochar dapat membantu meningkatkan mikroba rumen. Hal ini sesuai dengan penelitian Tuwaidan *et al.* (2024) bahwa biochar dapat mempengaruhi kinerja mikroba

rumen dengan cara mengubah karakteristik cairan rumen, seperti pH, dan mengubah lingkungan rumen yang lebih nyaman bagi mikroba rumen. Mikroba rumen akan bekerja dengan baik apabila tersedia lingkungan yang sesuai dan menunjang pertumbuhan, antara lain dipenuhinya kebutuhan nutrisi dalam pakan (Fitriyanto *et. al.*, 2021). Sistem rumen ternak memiliki pH normal untuk mendukung pertumbuhan mikroba dan proses fermentasi sekitar 6-7 (Suharti *et. al.*, 2018). Tingginya konsentrasi amonia (NH_3) dalam rumen perlakuan ini, menunjukkan kemungkinan protein dan NPN yang terkandung dalam rumput laut mudah terdegradasi oleh mikroba rumen. Sesuai dengan pendapat Puastuti *et al.* (2012), bahwa protein dari beberapa bahan memiliki tingkat kelarutan yang berbeda-beda. Semakin tinggi kelarutan bahan pakan maka akan semakin mudah pula terdegradasi dalam rumen.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa pemberian suplementasi rumput laut *Eucheuma cottonii* tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap kadar *Volatile Fatty Acid* (VFA) total dan amonia (NH_3). Perlakuan pada P3 berpotensi dapat meningkatkan kadar *Volatile Fatty Acid* (VFA) dan kadar amonia (NH_3) pada cairan rumen sapi potong.

5. Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, maka dapat disarankan bahwa perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh pemberian suplementasi rumput laut *Eucheuma cottonii* pada jenis sapi perah untuk mengetahui hasil terbaik untuk kadar *Volatile Fatty Acid* (VFA) dan kadar Amonia (NH_3) pada cairan rumen ruminansia.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Muhtarudin, M. S, Bapak Liman, S.Pt., M.Si, dan Bapak Dr. Ir. Erwanto, M. S. yang telah memberikan bimbingan dan saran pada penelitian ini, serta kepada Ibu Dr. Ir. RA Yeni Widiawati meliputi seluruh tim penelitian Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) dan kepada bapak Suhadi meliputi seluruh anggota dari KPT. Maju Sejahtera yang telah

memfasilitasi, membimbing dan atas segenap saran, nasehat dan bantuannya yang telah diberikan.

Daftar Pustaka

- Achmadi, J. 2012. Aspek Komparatif Nutrisi Ternak Monogastrik dan Ruminansia. Badan Penerbit Universitas Diponegoro. Jawa Timur.
- Afzalani, R.A. Muthalib, R. Dianita, F. Hoesni, Raguarti, dan E. Musnandar. 2021. Evaluasi suplementasi *Indigofera zollingeriana* sebagai sumber *Green protein concentrate* terhadap produksi gas metan, amonia dan sintesis protein mikroba rumen. *Jurnal ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 21(3): 1456.
- Dung, D.V., W. Shang and W. Yao. 2014. Effect of crude protein levels in concentrate and concentrate levels in diet on in vitro fermentation. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, 27(6): 797–805.
- Fitriyanto, R., F.M. Suhartati, dan S. Rahayu. 2021. Pengaruh penggunaan silase rumput gajah yang diberi singkong terhadap konsentrasi VFA dan N-NH₃ cairan rumen sapi secara in vitro. *Journal of Animal Science and Technology*, 3(3): 272–279.
- Gaillard, C., H.S. Bhatti, M.N. Garrido, V. Lind, M.Y. Roleda, and M.R. Weisbjerg. 2018. Amino acid profiles of nine seaweed species and their in situ degradability in dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*, 241: 210–222.
- Haryanti, N. W. 2009. Ilmu Nutrisi Dan Makanan Ternak Ruminansia. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Hikmawan, D., Erwanto, Muhtarudin, dan F. Fathul. 2019. Pengaruh substitusi rumput laut (*eucheuma cottonii*) dalam pakan rumput gajah (*pennisetum purpureum*) terhadap konsentrasi VFA parsial dan estimasi produksi gas metana secara in-vitro. *Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan*, 3(1): 12–18.
- Holik, Y.L.A., L. Abdullah dan P.D.M.H. Karti. 2019. Evaluasi nutrisi silase kultivar baru tanaman sorgum (*shorgum bicolor*) dengan penambahan legum *indigofera* sp. pada taraf berbeda. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*. 17(2): 38–46.
- Idris, J., Y. Shirai, dan Y. Ando. 2014. Pengeluaran biochar dengan kandungan mineral yang tinggi dari biomas kelapa sawit. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 18(3): 700–704.
- KKP. 2022. Tingkatkan Pertumbuhan Ekonomi, KKP Komitmen Genjot Produksi Rumput Laut. Diakses pada 24 September 2023, dari [KKP](#)
- Leng, R. A., S. Inthapanya, and T.R. Preston. 2012. Biochar lowers net methane production from rumen fluid in vitro. *Gas*, 1050(1488): 1367.
- Liem, Z. A. 2013. Kandungan Proksimat dan Aktivitas Antioksidan Rumput Laut Merah (*Eucheuma cottonii*) di Perairan Kupang Barat. Tesis. Program Magister Biologi UKSW, Salatiga.
- Mayulu, H., dan I. Sutrisno. 2016. Kebijakan pengembangan peternakan sapi potong di Indonesia. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 29(1): 43–41.

- McFarlane, Z. D., P.R. Myer, E.R. Cope, N. D. Evans, T.C. Bone, B.E. Biss, and J. T. Mulliniks. 2017. Effect of biochar type and size on in vitro rumen fermentation of orchard grass hay. *Agricultural Sciences*, 08(04): 316–325.
- Oskoueian, E., N. Abdullah, dan A. Oskoueian. 2013. Effects of flavonoids on rumen fermentation activity, methane production, and microbial population. *BioMed Research International*, 349–129.
- Pirian, K., Z.Z. Jeliani, J. Sohrabipour, M. Arman, M.M. Faghihi, dan M. Yousefzadi. 2017. Nutritional and bioactivity evaluation of common seaweed species from the Persian Gulf. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions A: Science*, 42(4): 1795–1804.
- Prihandono, R. 2001. Pengaruh Suplementasi Probiotik Bioplus, Lisinat Zn dan Minyak Lemuru (*Sardinella Longiceps*) Terhadap Tingkat Penggunaan Pakan dan Produksi Fermentasi Rumen Domba. Institut Pertanian Bogor. Jawa Barat.
- Puastuti, W., D. Yulistiani, dan I.W. Mathius. 2012. Respon fermentasi rumen dan retensi nitrogen dari domba yang diberi protein tahan degradasi dalam rumen. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 7(1): 67–72.
- Ramesh, P., R. Jagadeesan, S. Sekaran, A. Dhanasekaran, and S. Vimalraj. 2021. Flavonoids: classification, function, and molecular mechanisms involved in bone remodelling. *Frontiers in Endocrinology*, 12: 779638.
- Suharti, S., D. N. Aliyah, dan S. Suryahadi. 2018. Karakteristik fermentasi rumen in vitro dengan penambahan sabun kalsium minyak nabati pada buffer yang berbeda. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*, 16(3): 56–64.
- Suparwi, D., D. Santoso, dan M. Samsi. 2017. Kecernaan bahan kering dan bahan organik, amonia dan vfa total in vitro suplemen pakan domba. *Prosiding Seminar Nasional dan Call For Papers Fakultas Peternakan Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto*.
- Sutardi, T., E. Wina, dan B. Tangendjaja. 2010. Pengaruh kadar protein pakan terhadap produksi gas metana dan amonia di dalam rumen. *Wartazoa*, 20(4): 161–170.
- Syahrir, S., K.G. Wiryawan, A. Parakkasi, M. Winugrohoc, dan O. N. P. Sari. 2009. Efektivitas daun murbei sebagai pengganti konsentrat dalam sistem rumen in vitro. *Media Peternakan*, 112-119.
- Tuwaidan, N.W.H., E. H. B. Sondakh, dan C.L. Kaunang. 2024. Strategi mitigasi gas metan pada ternak ruminansia. Review. *ZOOTECH*, 44(1): 148–173.
- Widyobroto, B. P., S. P. S. Budhi, dan A. Agus. 2007. Pengaruh Aras undegraded protein dan energi terhadap kinetik fermentasi rumen dan sintesis protein mikroba pada sapi (effect of undegraded protein and energy level on rumen fermentation parameters and microbial protein synthesis in cattle). *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 32(3): 194–200.