

RASIO ASETAT/PROPIONAT PADA PAKAN DOMBA BERKROMIUM ORGANIK YANG DISUPLEMENTASI BAWANG PUTIH (*Allium sativum*) DAN RUMPUT LAUT (*Gracilaria sp.*)

Imam Sutrisno, Caribu Hadi Prayitno, Titin Widiyastuti, Munasik

Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto
Korespondensi email: isutrisno74@gmail.com

Abstrak. Pakan dengan serat kasar tinggi (pakan kualitas rendah) berdampak terhadap peningkatan populasi protozoa, dimana protozoa akan memangsa bakteri selulolitik sehingga proses pencernaan serat akan terganggu dan meningkatnya bakteri metanogenik. Kondisi ini dapat di atasi melalui suplementasi bawang putih dan rumput laut. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh suplementasi bawang putih dan rumput laut dalam pakan domba berkromium organik terhadap total VFA dan Rasio Asetat/Propionat. Materi yang digunakan adalah 18 ekor domba ekor tipis jantan dengan rata-rata bobot badan 15 ± 2 kg. Pakan basal yang diberikan sebanyak 4,5% dari bobot badan ternak yang terdiri dari 70% hijauan dan 30% Konsentrat, 1,5 ppm mineral *Chromium* organik, 3,6% tepung rumput laut, 250 ppm bawang putih serta air minum. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suplementasi tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap total VFA dan rasio asetat/propionat. Rataan konsentrasi Total VFA berkisar antara $103,00 \pm 13,07$ - $108,33 \pm 10,91$ mM, dan rata-rata rasio asetat/propionate berkisar antara $0,94 \pm 0,19$ - $1,04 \pm 0,17$. Kesimpulan dari penelitian ini adalah Suplementasi tepung 250 ppm bawang putih dan 3,6% rumput laut dalam pakan domba berkromium organik tidak berpengaruh terhadap total VFA dan rasio asetat/propionat yang dihasilkan, namun penambahan 3,6% rumput laut memberikan respon yang lebih baik.

Kata Kunci: bawang putih, rumput laut, chromium organik, total VFA, rasio asetat/propionat, domba

Abstract. Feed with high crude fiber (low quality) will have an impact on increasing the population of protozoa, where the protozoa will prey on cellulolytic bacteria so that the digestion process of fiber will be disturbed and increasing methanogenic bacteria. This can be overcome through supplementation of garlic and seaweed. The objective of this research was to determine the effect of Garlic and Seaweed supplementation in organic chromium sheep feed on total VFA and the acetate/propionate ratio. The material that have been used was 18 male thin tail sheep with average weight 15 ± 2 kg. The basal feed was 4.5% from the livestock weight such as 70% forage and 30% Concentrate, 1.5 ppm mineral Chromium organic, 3.6% seaweed flour, 250 ppm of garlic, and drinking water. The results of the analysis of variance showed that supplementation is non significant effect ($P > 0.05$) to total VFA and acetate/propionate ratio. The average Total VFA concentration ranged from 103.00 ± 13.07 - 108.33 ± 10.91 mM, and the average ratio acetate/propionate ranged from 0.94 ± 0.19 - 1.04 ± 0.17 . The conclusion of this study is that supplementation of 250 ppm garlic flour and 3.6% seaweed in organic chromium feed has no effect on the total VFA and acetate/propionate ratio, but addition 3.6% seaweed tend good respon performance.

Keywords: garlic, seaweed, organic chromium, total VFA, acetate/propionate ratio, sheep

PENDAHULUAN

Pakan dengan kualitas rendah akan berdampak terhadap peningkatan populasi protozoa dalam rumen. Populasi protozoa yang tinggi ini akan berdampak buruk terhadap ekosistem dalam rumen, dimana protozoa akan memangsa bakteri selulolitik sehingga proses pencernaan serat pada pakan akan terganggu. Protozoa juga berakaitan erat dengan bakteri metanogenik yaitu bakteri yang menghasilkan gas metan. Menurut Newbold *et al* (1995) sebanyak 20-37% bakteri *metanogenik* bersimbiosis dengan protozoa. Perlu adanya upaya untuk mengoptimalkan pencernaan pakan dan menurunkan populasi

protozoa dalam rumen. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan memberikan suplementasi agen defaunasi dalam pakan.

Bawang putih (*Allium sativum*) berpotensi untuk dijadikan sebagai agen antimetagenik. Bawang putih (*Allium sativum*) memiliki senyawa metabolik sekunder berupa *Allicin*. Antimetagenik yang terkandung dalam bawang putih (*isoprenoic alkohol*) akan berdampak pada stabilitas membrane sel *archae (methanogen)*. Sistes *isoprenoid* dari metanogen akan mengkatalis HMG-CoA *reductase* dan *organosulfur*. Bawang putih mempunyai kemampuan kuat untuk menghambat HMG-CoA *reductase*, oleh karena itu bakteri metagenik juga akan terhambat (Prayitno dan Hidayat, 2013).

Suplementasi Rumput laut (*Gracilaria sp.*) dalam pakan juga memiliki kemampuan untuk dijadikan sebagai agen defaunasi. *Gracilaria sp.* mengandung 28,41% karbohidrat, 9,57% protein, 0,24% lemak, 33,57% air, 28,19% abu, dan 20,48% serat kasar. (Soamole *et al.*, 2018). Kandungan senyawa bromoform yang terdapat pada *Gracilaria sp.* memiliki aktivitas anti mikroba yang dapat menurunkan populasi bakteri metagenik dalam rumen (Nugroho *et al.*, 2019).

Mineral *Chromium* organik juga ditambahkan dalam pakan domba sebagai upaya untuk meningkatkan pencernaan pakan. Penambahan mineral organik berupa *Chromium* (Cr) dalam pakan berdampak penting terhadap proses penyerapan nutrisi pakan. *Chromium* merupakan komponen aktif dari GTF (*Glucose Tolerance Factor*) yang mempengaruhi kerja hormon insulin. Mineral *Chromium* organik merupakan mikro mineral yang dapat meningkatkan proses metabolisme karbohidrat dalam tubuh ternak.

Peningkatan pencernaan serat dalam rumen akan berdampak positif terhadap prekursor pembentukan VFA. Semakin baik proses pencernaan pakan, maka tingkat konsentrasi VFA akan meningkat. Namun, tingginya pencernaan serat ini juga berdampak terhadap meningkatnya konsentrasi asam asetat (C2). Tingginya asam asetat ini akan berdampak kepada suplai H₂ yang tinggi untuk sintesis gas metan. Sebagai upaya untuk menekan emisi gas metan maka perlu adanya peningkatan konsentrasi propionat (C3). Suplementasi ekstrak bawang putih (*Allium sativum*) dan Rumput laut (*Gracilaria sp.*) dalam pakan diharapkan dapat menghambat bakteri pendegradasi serat (penghasil H₂) dan metanogen. Penurunan konsentrasi H₂ ini akan menghambat sintesis metan, sehingga akan meningkatkan efisiensi proses fermentasi dalam rumen.

METODE PENELITIAN

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah 18 ekor domba ekor tipis jantan dengan rata-rata bobot 15 ± 2 kg. Pakan basal yang diberikan sebanyak 4,5% (dalam bahan kering) dari bobot badan ternak yang terdiri dari 70% hijauan dan 30% Konsentrat (nutrifed, roti afkir, pollard, urea, bungkil sawit, bungkil kelapa, limbah soun, mineral mix, dan garam), 1,5 ppm mikro mineral *Chromium* (Cr) organik, 3,6% tepung rumput laut (*Gracilaria sp.*), 250 ppm bawang putih (*Allium sativum*) serta air minum. Peralatan yang digunakan adalah seperangkat alat destilasi uap untuk mengukur Volatile Fatty Acid (VFA) serta seperangkat *Chromatografi* gas untuk analisis Asetat dan Propionat.

Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 6 kali ulangan. Perlakuan yang diuji adalah sebagai berikut:

R0: Pakan basal (70% Hijauan dan 30% Konsentrat) + 1,5 ppm Cr Organik, R1: Pakan R0 + 250 ppm bawang putih (*Allium sativum*), R2: Pakan R0 + 3,6% rumput laut (*Gracilaria sp*). Penelitian diawali dengan pembuatan tepung bawang putih, tepung rumput laut, mineral Chromium organik dan persiapan kandang. Tahap pemeliharaan dilaksanakan selama 3 bulan yang terdiri dari tahap adaptasi, preliminari, *feeding trial*, dan *collecting data*. Pemberian perlakuan dilakukan 1 kali sehari pada pukul 07.00 WIB bersama dengan pemberian pakan konsentrat. Pemberian pakan konsentrat dilakukan 1 kali sehari yaitu pukul 07.00 WIB, sedangkan hijauan diberikan pagi hari setelah konsentrat pukul 09.00 WIB dan sore pukul 17.00 WIB. Air minum diberikan secara *ad libitum*. Tahap Adaptasi dilakukan selama 21 hari, pada tahap ini ternak hanya diberi pakan basal yang bertujuan untuk menyesuaikan pakan perlakuan yang akan diberikan selanjutnya pada tahap preliminary, Preliminary dilakukan selama 12 hari yang bertujuan untuk menghilangkan pengaruh pakan sebelumnya dan untuk membiasakan ternak dengan pakan perlakuan sehingga hasil yang diperoleh merupakan pengaruh pakan perlakuan dan bukan karena pakan sebelumnya, *Feeding trial* dilakukan selama 60 hari. Pengambilan cairan rumen dilakukan pada minggu terakhir masa pemeliharaan setelah dilakukannya suplementasi bawang putih (*Allium sativum*) dan Rumput laut (*Gracilaria sp.*) yang berkromium. Pengambilan cairan rumen dilakukan setelah 4 jam post feeding domba dengan menggunakan bantuan selang plastik dan pompa vacuum, Selang plastik dimasukkan kedalam mulut ternak sampai dengan rumen. Analisis Volatile Fatty Acid (VFA) total dihitung menggunakan metode destilasi uap. Asetat dan propionat dianalisis menggunakan kromatografi gas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Perlakuan Terhadap Konsentrasi VFA (*Volatile Fatty Acids*) Total

Volatile Fatty Acids (VFA) merupakan produk utama yang dihasilkan dari proses fermentasi pakan yang terjadi di dalam rumen. Tinggi rendahnya konsentrasi VFA dalam rumen dapat digunakan sebagai salah satu indikator efisiensi proses fermentasi pakan dalam rumen dan kecukupan energi bagi ternak (Suherman *et al.*, 2013). Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi VFA (*Volatile Fatty Acids*) berkisar antara $103,00 \pm 9,59$ mM sampai dengan $110,40 \pm 10,81$ mM (Tabel 1). Hasil tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi VFA (*Volatile Fatty Acids*) berada dalam kisaran normal. Menurut Prayitno dan Hidayat (2013) konsentrasi VFA yang baik untuk pertumbuhan mikroba rumen adalah 80-160 mM.

Tabel 1. Rataan Konsentasi VFA Parsial, VFA Total, dan Rasio Asetat/Propionat

Perlakuan	VFA total	Rasio Asetat/Propionat
RO	$106,80 \pm 7,16$	$106,80 \pm 7,16$
R1	$103,00 \pm 9,59$	$103,00 \pm 9,59$
R2	$110,40 \pm 10,81$	$110,40 \pm 10,81$

Keterangan: R0 (Pakan basal + 1,5 ppm Cr organik), R1 (Pakan R0 + 250 ppm bawang putih (*Allium sativum*)), R2 (Pakan R0 + 3,6% rumput laut (*Gracilaria sp.*)).

Berdasarkan hasil analisis variansi menunjukkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap konsentrasi VFA (*Volatile Fatty Acids*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi VFA (*Volatile Fatty Acids*) cairan rumen dengan pemberian pakan basal + 1,5 ppm Cr organik (R0), penambahan 250 ppm bawang putih (*Allium sativum*) (R1) dan 3,6% rumput laut (*Gracilaria sp.*) (R2) berturut-turut adalah $106,80 \pm 7,16$ mM, $103,00 \pm 9,59$ mM dan $110,33 \pm 10,81$ mM (Tabel 1). Hasil penelitian tersebut lebih tinggi dibandingkan penelitian Wajizah *et al.*, (2015) dengan konsentrasi VFA total berkisar 62,15- 96,58 mM pada pemberian pelepah kelapa sawit (*oil palm fronds*) yang difermentasi menggunakan *Aspergillus niger* dengan penambahan sumber karbohidrat yang berbeda, namun lebih rendah dibandingkan penelitian dengan penelitian Puastuti *et al.*, (2012) dengan konsentrasi VFA berkisar 122,5-190,3 mM pada suplementasi bungkil kedelai terproteksi cairan getah pisang secara *in vivo*. Berdasarkan hasil penelitian Nuralilah *et al.*, (2015) dapat diketahui bahwa konsentrasi VFA (*Volatile Fatty Acids*) pada domba ekor tipis masa pertumbuhan umur ± 8 bulan yang diberi pakan bungkil kedelai terproteksi tanin adalah $58,4 \pm 7,63$ mM.

Hasil konsentasi VFA (*Volatile Fatty Acids*) perlakuan R2 yang mengandung 3,6% rumput laut (*Gracilaria sp.*) cenderung lebih tinggi dibandingkan R0 dan R1. Hal tersebut dikarenakan kandungan serat kasar perlakuan R2 sebesar 27,01% lebih tinggi dibanding R0 dan R1 yang hanya sebesar 26,27%. Hal tersebut menunjukkan bahwa tingginya serat kasar pada pakan ternak dapat mempengaruhi konsentrasi VFA (*Volatile Fatty Acids*) yang dihasilkan. Menurut Krisnawan *et al.*, (2015) VFA (*Volatile Fatty Acids*) merupakan hasil dari proses perombakan serat kasar oleh mikroorganisme yang ada di dalam rumen, pakan dengan serat kasar yang tinggi akan mempengaruhi produk akhir proses fermentasi. Tinggi rendahnya konsentrasi VFA (*Volatile Fatty Acids*) menurut Wijayanti dan Kumalaningsih (2012) dipengaruhi oleh tingkat fermentabilitas pakan, jenis pakan, jumlah karbohidrat yang mudah larut, pH rumen, pencernaan bahan pakan, jumlah pakan, dan jumlah bakteri yang ada di dalam rumen.

Konsentrasi VFA (*Volatile Fatty Acids*) yang normal ini menunjukkan bahwa proses fermentasi pakan yang terjadi di dalam rumen berlangsung dengan baik, khususnya fermentasi karbohidrat. Proses fermentasi karbohidrat dalam rumen ternak menjadi indikator bahwa mikroba rumen dapat bekerja secara optimal dalam merombak pakan yang diberikan menjadi produk utama berupa VFA (*Volatile Fatty Acids*). Konsentrasi VFA (*Volatile Fatty Acids*) yang normal menjadi indikator bahwa ternak mendapatkan suplai energi yang cukup untuk kebutuhan hidupnya, sehingga apabila kecukupan energi bagi ternak terpenuhi, maka ternak dapat tumbuh secara optimal atau dengan kata lain produktivitas ternak meningkat. Pamungkas *et al.*, (2008) menginformasikan bahwa produksi VFA (*Volatile Fatty Acids*) penting untuk diketahui karena berhubungan erat dengan proses fermentasi karbohidrat pakan dan menjadi salah satu indikator tingkat produktivitas ternak.

Pengaruh Perlakuan Terhadap Rasio Asetat/Propionat

Pakan yang dikonsumsi oleh ternak akan mengalami proses fermentasi oleh bantuan mikroba yang menghasilkan produk utama berupa VFA (*Volatile Fatty Acids*). *Volatile Fatty Acids* (VFA) terdiri atas

asam-asam organik yang memiliki sifat mudah menguap, yaitu asam asetat (C2), asam propionat (C3) dan asam butirat (C4). Menurut Bergman *et al* (1965) bahwa proporsi VFA parsial pada rumen domba yaitu, asam asetat (C2) 63-70%, asam propionat (C3) 17-21%, dan asam butirat (C4) 12-16%. Komponen VFA (*Volatile Fatty Acids*) terutama asam asetat, asam propionat, dan asam butirat sangat penting diketahui sebagai petunjuk besarnya senyawa ketogenik maupun glukogenik. Asam asetat merupakan senyawa non glukogenik dan proses pembentukannya berhubungan erat dengan asam butirat. Sedangkan asam propionat merupakan senyawa glukogenik utama (Pamungkas *et al*, 2008).

Berdasarkan hasil analisis variansi menunjukkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap rasio asetat/propionat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rasio asetat/propionat cairan rumen dengan pemberian pakan basal + 1,5 ppm Cr organik (R0), penambahan 250 ppm bawang putih (*Allium sativum*) (R1) dan 3,6% rumput laut (*Gracilaria sp.*) (R2) berturut-turut adalah $1,02 \pm 0,08$, $1,04 \pm 0,17$, dan $1,00 \pm 0,15$ (Tabel 1). Hasil penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan Wati (2017) sebesar $1,87 \pm 0,05$ sampai $1,93 \pm 0,05$ pada ternak domba dengan penggunaan pakan berbasis bagase. Penelitian ini juga lebih rendah dibanding penelitian Jayanegara *et al.* (2009) yaitu sebesar 0,028 dengan penggunaan ransum dalam bentuk *hay* dengan tambahan tanin. . Kondisi ini terjadi karena pakan perlakuan yang digunakan termasuk kategori rendah (PK= ± 11 %, TDN= ± 58 %).

Tinggi rendahnya konsentrasi asam asetat dan propionat ini memiliki dampak terhadap hasil fermentasi yang dihasilkan oleh ternak. Konsentrasi asam propionat yang tinggi menjadi indikator produk yang dihasilkan dari proses fermentasi dapat digunakan dengan baik oleh ternak dalam mencukupi kebutuhan energinya. Namun sebaliknya, jika konsentrasi asetat lebih tinggi dibandingkan asam propionat, maka hal ini menunjukkan bahwa produk hasil fermentasi rumen memiliki kecenderungan pada pembentukan asam asetat. Hal tersebut akan berdampak pada penggunaan energi pada ternak menjadi kurang baik, sehingga produktivitas ternak juga akan terganggu. Menurut Hidayah (2016) proses pembentukan asam asetat dan butirat akan menghasikan H₂ dan CO₂ yang akan dimanfaatkan oleh bakteri metanogenik dalam pembentukan gas metan (CH₄), sedangkan produksi propionat membutuhkan H₂ sehingga gas metan (CH₄) yang terbentuk menurun.

Perlakuan R2 (pakan basal + 3,6% rumput laut (*Gracilaria sp.*) memiliki rasio asetat/propionat yang paling baik yaitu $1,00 \pm 0,15$ (Tabel 1). Hal tersebut menjadi indikator bahwa kandungan senyawa metabolik sekunder dari rumput laut (*Gracilaria sp.*) yaitu bromoform mampu menghambat pertumbuhan bakteri metanogenik. Menurut Kinley *et al.*, (2016) bromoform merupakan salah satu senyawa anti-metanogen yang bereaksi dengan vitamin B12, sehingga menghambat kemampuan enzim dalam pembentukan gas metan. Penghambatan pembentukan gas metan ini berdampak positif pada pemanfaatan energi untuk peningkatan produktifitas ternak. Zamillah *et al.*, (2011) menyebutkan bahwa propionat akan diabsorpsi dalam darah menuju ke hati, kemudian akan diubah menjadi glukosa sebagai sumber energi utama untuk ternak.

Rendahnya rasio asetat propionat diduga karena semua pakan (R0, R1 dan R2) menggunakan *chromium* organik. Sehingga diduga ketersediaan glukosa secara cepat digunakan oleh sel, karena

chromium memiliki sifat sebagai *glucose tolerans factor* (GTF). Pechova and Pavlata (2007) menjelaskan bahwa *chromium* dalam bentuk GTF diketahui dapat meningkatkan potensi aktivitas hormon insulin yang memegang peranan penting dalam transport glukosa dan asam amino.

KESIMPULAN

Suplementasi 250 ppm tepung bawang putih (*Allium sativum*) dan 3,6% rumput laut (*Gracilaria sp.*) dalam pakan domba berkromium organik tidak mempengaruhi konsentrasi total VFA (*Volatile Fatty Acids*). Namun penambahan 3,6% rumput laut cenderung memberikan respon yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Bergman, E. N., R. S. Reid, M. R. Murray, J. M. Brockyway, and F. G. Whitelaw. 1965. Interconversion and Production of Volatile Fatty Acids in the Sheep Rumen. *Biochem* 97: 53-58.
- Hidayah, N. 2016. Pemanfaatan senyawa metabolit sekunder tanaman (tanin dan saponin) dalam mengurangi emisi metan ternak ruminansia. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia* 11(2): 89-98.
- Jayanegara, A., A. Sofyan, H.P.S. Makkar dan K. Becker. 2009. Kinetika produksi gas, pencernaan bahan organik dan produksi gas metana *in vitro* pada *hay* jerami yang disuplementasi hijauan mengandung tanin. *Media Peternakan*. 32 (2): 120-129.
- Kinley, R. D., R. de Nys, M. J. Vucko, L. Machado, and N. W. Tomkins. 2016. The Red Macroalgae *Asparagopsis Taxiformis* Is A Potent Natural Antimethanogenic That Reduces Methane Production During In Vitro Fermentation With Rumen Fluid. *Animal Production Science* 56(3): 282–289.
- Krisnawan, N., A. Sudarman, A. Jayanegara, dan Y. Widyawati. 2015. Efek Senyawa Saponin pada Sapindus rarak dengan Pakan Berbasis Jerami Padi dalam Mitigasi Gas Metana. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 20(3), 242-246.
- Newbold R., J. Wallace and F. M. Mcintosh. 1995. Mode of action of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* a feed additive for ruminant. *Journal Nutrition*. 76: 249-261.
- Nugroho, A., C. H. Prayitno, dan T. Widiyastuti. 2019. Efek Suplementasi Tepung Rumput Laut Merah Kecernaan Bahan Organik Pakan Domba Secara In Vitro *Effect of Red Seaweed Flour (Gracilaria sp)*. *Journal of Animal Science and Technology* 1(2): 122–128.
- Nuralilah, S., A. Purnomoadi dan K. Nuswantara. 2015. Konsentrasi Asam Lemak Terbang dan Glukosa Darah Domba Ekor Tipis yang Diberi Bungkil Kedelai Terproteksi Tanin. *Jurnal Veteriner* 16(3): 448-456.
- Pamungkas, D., Y.N. Anggraeni, Kusmartono dan N.H. Krishna. 2008. Produksi Asam Lemak Terbang Dan Amonia Rumen Sapi Bali Pada Imbangan Daun Lamtoro (*L. Leucocephala*) Dan Pakan Lengkap Yang Berbeda. *Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner 2008*. 200-202.
- Pechova, A., and L. Pavlata. 2007. Chromium as an Essential Nutrient: A review. *Veterinari Medicina* 52(1): 1–18.
- Prayitno, C. H., and N. Hidayat. 2013. The Efficacy of Methanol Extract Of Garlic (*Allium Sativum*) To Improve Rumen Fermentation Products. *Animal Production* 15(1).
- Puastuti, W., D. Yulistiani, dan I. W. Mathius. 2012. Respon Fermentasi Rumen dan Retensi dari Domba yang Diberi Protein Tahan Degradasi dalam Rumen. *JITV* 17(1): 67-72.
- Soamole, H. H., G. Sanger, S. D. Harikedua, V. Dotulong, H. W. Mewengkang, dan R. I. Montolalu. 2018. Kandungan Fitokimia Ekstrak Etanol Rumput Laut Segar (*Turbinaria sp.*, *Gracilaria sp.*, dan *Halimeda macroloba*). *Media Teknologi Hasil Perikanan* 6(3): 94.
- Suherman, K., Suparwi, dan Widayastuti. 2013. Konsentrasi VFA total dan amonia pada onggok yang difermentasi dengan *Aspergillus niger* secara *in vitro*. *Jurnal Ilmiah Peternakan* 1 (3): 827-834.

- Wajizah, S., Samadi, Y. Usman, dan E. Mariana. 2015. Evaluasi Nilai Nutrisi dan Kecernaan In Vitro Pelepah Kelapa Sawit (*Oil Palm Fronds*) yang Difermentasi Menggunakan *Aspergillus niger* dengan Penambahan Sumber Karbohidrat yang Berbeda. *Agripet* 15 (1): 13-19.
- Wati, N. E. 2017. Pengaruh Indeks Sinkronisasi dalam Rumen pada Ransum Berbasis Bagase terhadap Produksi VFA Rumen pada Domba. *Jurnal Wahana Peternakan* 1(2): 36-41.
- Wijayanti, F., dan S. Kumalaningsih. 2012. Pengaruh Penambahan Sukrosa Dan Asam Asetat Glacial Terhadap Kualitas Nata Dari *Whey* Tahu Dan Substrat Air Kelapa. *Industria: Jurnal Teknologi Dan Manajemen Agroindustri* 1(2): 86–93.