

PENGARUH LEVEL IMBAGAN HIJAUAN DAN KONSENTRAT *PELLET* PAKAN KOMPLIT BERBASIS *FODDER* JAGUNG TERHADAP KONSENTRASI VFA DAN N-NH₃ SECARA *IN VITRO*

Gita Syifarani*, Munasik, Nur Hidayat, Emmy Susanti, dan Caribu Hadi Prayitno

Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Indonesia

*Email korespondensi: gitasyifarani@mhs.unsoed.ac.id

Abstrak. Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh levelimbangan hijauan dan konsentrat *pellet* pakan komplit berbasis *fodder* jagung terhadap konsentrasi VFA dan N-NH₃ secara *in vitro*. Penelitian dilaksanakan di *Green House* dan Laboratorium Ilmu Bahan Makanan Ternak Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. Materi penelitian ini yaitu pellet komplit berbasis *fodder* jagung dengan 3imbangan berbeda, cairan rumen dari 3 ekor domba, serta alat dan bahan yang digunakan untuk analisis *in vitro* VFA dan N-NH₃. Metode penelitian yang dilakukan yaitu eksperimental *in vitro*, menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Perlakuan yang diuji cobakan yaitu 3 perlakuan dengan P₁=30% *fodder* jagung dan 70% konsentrat, P₂=50% *fodder* jagung dan 50% konsentrat, dan P₃=70% *fodder* jagung dan 30% konsentrat. Variabel yang diukur yaitu *Volatile Fatty Acid* (VFA) dan N-NH₃. Hasil penelitian ini memperoleh rata-rata konsentrasi VFA yaitu dengan P₁=131,95±25,00 mM, P₂=113,39±15,83 mM, P₃=92,46±09,26 mM dan rata-rata nilai N-NH₃ yaitu P₁= 8,92±1,67 mM, P₂=5,57±0,57 mM, P₃=4,78±0,64 mM. Berdasarkan analisis variansi bahwa perlakuan berpengaruh sangat nyata terhadap konsentrasi VFA dan N-NH₃ (P < 0.01). Hasil dari uji lanjut DMRT levelimbangan hijauan dan konsentrat pellet pakan komplit berbasis *fodder* jagung terhadap konsentrasi VFA dan N-NH₃ yaitu pada P1 berbeda nyata dengan P2 dan P3 sedangkan P2 dan P3 tidak berbeda nyata. Kesimpulan dari penelitian ini bahwa levelimbangan 30% hijauan berbasis *fodder* jagung dan 70% konsentrat *pellet* pakan komplit dapat meningkatkan konsentrasi VFA dan N-NH₃ pada ternak domba secara *in vitro*.

Kata kunci: *pellet*, pakan komplit, *in vitro*, *volatile fatty acid*, N-NH₃

Abstract. The purpose of the study is to determine the effect of the level of forage balance and the concentration of corn feed based complete feed pellets on the VFA and N-NH₃ concentration using *in vitro* experiment. This study was accomplished in the *Green House* and Animal Feedstuff Laboratory, Faculty of Animal Husbandry, Jenderal Soedirman University, Purwokerto. The material for this research is complete pellets based on corn feed with 3 different scales, rumen fluid from 3 sheep, as well as tools and materials used for *in vitro* analysis of VFA and N-NH₃. The research method used was *in vitro* experimental, using a completely randomized design (CRD). The treatments tested were: P₁ = 30% corn feed and 70% concentrate; P₂ = 50% corn feed and 50% concentrate; and P₃ = 70% corn feed and 30% concentrate. The variables measured were Volatile Fatty Acid (VFA) and N-NH₃. The results of this study obtained an average concentration of VFA, that are P₁ = 131.95 ± 25.00 mM, P₂ = 113.39 ± 15.83 mM, and P₃ = 92.46 ± 09.26 mM, and the average value of N-NH₃ that are P₁ = 8.92 ± 1.67 mM, P₂ = 5.57 ± 0.57 mM, and P₃ = 4.78 ± 0, 64 mM. Based on the analysis of variance, treatment is highly significant on VFA and N-NH₃ (P < 0.01). Results from the DMRT follow-up test of forage balance levels and complete feed pellet concentrate based on corn feed on the concentration of VFA and N-NH₃, namely P₁, were significantly different from P₂ and P₃, while P₂ and P₃ were not significantly different. This study concludes that the balance level of 30% forage based on corn fodder and 70% complete feed pellet concentrate can increase the concentration of VFA and N-NH₃ in sheep *in vitro*.

Keywords: pellet, complete feed, *in vitro*, volatile fatty acid, N-NH₃

Pendahuluan

Ketersediaan dan keberlanjutan bahan pakan merupakan hal yang penting dalam menunjang usaha peternakan terutama pakan hijauan yang tidak dapat dihindarkan dari ternak ruminansia. Produktivitas ternak dapat dipengaruhi dari ketersediaan jumlah dan kualitas sumber pakan. Berkurangnya luas lahan juga merupakan salah satu hambatan dalam penyediaan hijauan. Dibutuhkan teknologi yang dapat menjadi solusi untuk memenuhi kebutuhan hijauan dengan memproduksi hijauan berkesinambungan dengan teknologi alternatif untuk memproduksi pakan hijauan ternak.

Teknologi budidaya pakan ternak yang dapat diterapkan yaitu *fodder* dengan sistem hidroponik. Metode *fodder* hidroponik dilakukan dengan cara menyemai biji-bijian seperti biji jagung, sorgum dan gandum. Jagung merupakan salah satu jenis sereal yang mempunyai peran strategi dan berpeluang untuk dikembangkan karena perannya sebagai sumber karbohidrat. Keunggulan lain dari biji jagung yang ditanam dengan sistem hidroponik yaitu biji jagung memiliki waktu pertumbuhan yang cepat sehingga dapat diproduksi dalam waktu singkat. Hijauan yang dihasilkan dengan pemanenan 12 hari mempunyai kandungan nutrisi seperti protein kasar 11,13%, Lemak kasar 4,95%, kadar abu 2,34%, serat kasar 15,12%, kadar air 88,99%, serta metabolisme energi sebesar 31,200 MJ/kg (Widiastuti *et al.*, 2022).

Pakan komplit merupakan komposisi dari hijauan (pakan kasar) maupun konsentrat dicampur menjadi satu (Indayani, 2014) contohnya yaitu pakan dalam bentuk *pellet*. Kurniawan *et al.* (2019) *pellet* merupakan perkembangan dari bentuk tepung komplit yang kemudian diproses kembali dengan prinsip pemberian uap dengan panas tertentu sehingga ransum ini menjadi lunak kemudian dicetak berbentuk butiran. Bentuk pakan berupa *pellet* akan memudahkan ternak dalam mengkonsumsi pakan serta mengandung sumber nutrisi yang baik bagi ternak (Saputra, *et al.*, 2016). Pakan komplit dapat mendistribusikan pakan sehingga dapat meminimalisir fluktuasi mikroba dalam rumen. Pada komposisi bahan pakan terdapat penambahan rumput laut dan mikromineral *Chromium* (Cr) organik. Pemberian rumput laut dapat menghambat produksi gas metan yang dikeluarkan dari tubuh ternak hingga 80% meskipun dosis pemberiannya sedikit. Penambahan chromium yaitu berperan dalam penggunaan glukosa oleh insulin yang dapat mempercepat daya cerna dan daya serap pakan sehingga dapat menambah bobot badan.

Pengukuran pencernaan pakan dapat dilakukan salah satunya dengan teknik *in vitro* yaitu suatu percobaan fermentasi bahan pakan secara *anaerob* menggunakan larutan penyangga yang merupakan saliva buatan. Proses fermentasi yang terjadi di dalam rumen dan menghasilkan berbagai macam produk akhir seperti *Volatile Fatty Acid* (VFA) dan amonia (NH₃). Konsentrasi VFA dan NH₃ merupakan hasil metabolisme dalam tubuh ternak yang mencerminkan banyaknya bahan organik yang terdegradasi oleh mikroba rumen dan menjadi indikator efektivitas proses fermentasi dalam rumen (Rahayu *et al.*, 2018). Pemberian levelimbangan hijauan dan konsentrat *pellet* pakan komplit berbasis *fodder* jagung terhadap konsentrasi VFA dan N-NH₃ secara *in vitro* mengacu pada tiga formulasi pakan. Menurut Tilman *et al.* (1998) kandungan VFA akan meningkat seiring dengan meningkatnya protein pakan dan sumber Non Protein Nitrogen (NPN). Formulasi pakan dengan kandungan protein kasar yang tinggi dan serat kasar yang rendah terdapat pada perlakuan pemberian pakan 30% hijauan dan 70% konsentrat. Pemberian *pellet* pakan komplit berbasis *fodder* jagung ini diharapkan dapat meningkatkan laju aktivitas fibrolitik rumen yang menyebabkan adanya peningkatan pencernaan dan meningkatkan produksi VFA dan N-NH₃.

Materi dan Metode Penelitian

Materi yang digunakan adalah *pellet* pakan komplit berbasis *fodder* jagung yang terdiri dari hijauan (*fodder* jagung dan rumput laut), konsentrat, *chromium organik*, air, Nutrisi Hidroponik (AB mix) 200 gram, larutan *buffer* dan cairan rumen. Konsentrat terdiri dari *nutrifeed*, tepung roti, pollard, bungkil sawit, bungkil kelapa, limbah soun, urea, mineral mix, molases, dan garam. Alat yang digunakan untuk pembuatan *pellet* adalah mesin *pelleting* sedangkan alat yang digunakan untuk analisis seperangkat alat destilasi uap untuk mengukur *Volatile Fatty Acid* (VFA) dan cawan *conway* untuk mengukur N-NH₃.

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Setiap perlakuan diulang sebanyak 6 kali, sehingga penelitian ini membutuhkan 18 sampel *pellet* pakan komplit. Perlakuan yang diteliti yaitu : P1 : Hijauan 30 % + Konsentrat 70 %; P2 : Hijauan 50 % + Konsentrat 50 % dan P3 : Hijauan 70 % + Konsentrat 30 %.

a. Pengukuran Konsentrasi *Volatile Fatty Acid* (VFA)

Produksi VFA total dihitung dengan rumus : VFA Total = (ml HCl yang dibutuhkan untuk titrasi 5 ml NaOH larutan blanko – ml HCl yang dibutuhkan untuk titrasi hasil destilasi) – N HCl x 1000/5 mM.

b. Pengukuran N-NH₃.

Kadar NH₃ dalam rumen dihitung dengan rumus: NH₃ = (ml titran x N H₂SO₄ x 1000) mM.

Hasil dan Pembahasan

Konsentrasi *Volatile Fatty Acid* (VFA)

Berdasarkan nilai rata-rata konsentrasi VFA pada tabel data menunjukkan pengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap levelimbangan hijauan dan konsentrat *pellet* pakan komplit berbasis *fodder* jagung terhadap konsentrasi VFA. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata konsentrasi VFA terhadap pengaruh levelimbangan hijauan dan konsentrat *pellet* pakan komplit berbasis *fodder* jagung yaitu 92,46±09,26 mM hingga 131,95±25,00 mM. Produksi VFA tersebut menunjukkan bahan organik yang mudah didegradasi oleh mikroba rumen yang dimanfaatkan sebagai sumber energi bagi ruminansia. Menurut Wole (2018) kadar VFA yang dibutuhkan untuk menunjang pertumbuhan mikroba rumen adalah 80-160 mM.

Tabel 1. Data hasil rata-rata Konsentrasi *Volatile Fatty Acid* (VFA) dan N-NH₃

Perlakuan	VFA (mM)	N-NH ₃ (mM)
P ₁	131,95±25,00	8,92±1,67
P ₂	113,39±15,83	5,57±0,57
P ₃	92,46±09,26	4,78±0,64

Keterangan: P₁: 30% hijauan dan 70% konsentrat, P₂: 50% hijauan dan 50% konsentrat, P₃: 70% hijauan dan 30% konsentrat; *Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan sangat nyata ($P < 0,01$)

Pada penelitian ini produksi VFA total yang optimum dalam proses degradasi pada rumen menunjukkan adanya keseimbangan ketersediaan sumber energi dan protein. Adanya keseimbangan energi dan protein dalam ransum dapat meningkatkan efisien sintesis protein mikroba, sehingga nutrisi yang dapat dicerna dan diserap pada pasca rumen juga meningkat (Anggraeny *et al.* 2015). Hal tersebut menunjukkan bahwa pertumbuhan dan aktivitas mikroba yang mendukung dalam rumen dapat meningkatkan konsentrasi VFA.

Pakan komplit dengan PK 13% dan TDN 63% menghasilkan produksi VFA antara 122,25 - 158,75 mM dari hasil penelitian Mayangsari (2011) dan hasil penelitian Suparwi *et al.* (2017) hasil konsentrasi VFA berkisar 109-153 mM sudah mencukupi untuk pertumbuhan mikroba secara optimal. Nilai rata-rata tertinggi dalam penelitian ini ditinjau dari levelimbangan hijauan dan konsentrat (Tabel 5. dan Tabel 7.) yaitu 131,95 mM diperoleh dari perlakuan 1 dengan levelimbangan hijauan 30% dan konsentrat 70% sedangkan nilai rata-rata terendah yaitu 92,46 mM diperoleh dari perlakuan 3 dengan levelimbangan hijauan 70% dan konsentrat 30%. Menurut Rama *et al.* (2014)imbangan hijauan berbanding konsentrat yang memiliki nilai pencernaan yang relatif tinggi pada ruminansia kecil yaitu pada perlakuan 70% hijauan dan 30% konsentrat. Imbangan protein dan energi dalam ransum dapat menentukan hasil pencernaan. Protein kasar yang tinggi akan meningkatkan pencernaan pakan, kualitas

pakan yang dikonsumsi juga mempengaruhi pembentukan energi yang dipengaruhi oleh efisiensi penggunaan PK untuk pembentukan jaringan tubuh (Teti *et al.*, 2014).

Berdasarkan data dari tabel analisis variansi menunjukkan hasil berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) ditinjau dari konsentrasi VFA yang akan dilanjutkan dengan uji lanjut DMRT. Hasil tersebut menunjukkan bahwa P1 (30% hijauan dan 70% konsentrat) berbeda sangat nyata dengan P3 (70% hijauan dan 30% konsentrat). P2 (50% hijauan dan 50% konsentrat) dan P3 (70% hijauan dan 30% konsentrat) berpengaruh tidak berbeda nyata dibandingkan dengan P1 (30% hijauan dan 70% konsentrat). Proporsi komponen VFA mengindikasikan kualitas pakan pada ruminansia. Prasetyo *et al.* (2022) salah satu komponen yang dihasilkan dari proses fermentasi rumen adalah asam asetat, asam propionat dan asam butirat yang dapat membantu mendegradasi pakan. Mikroba rumen mendegradasi karbohidrat dan protein kasar menjadi asam asetat, propionat dan butirat serta isobutirat dan isovalerat yang merupakan asam lemak rantai pendek komponen VFA (Dewi *et al.*, 2020).

Hal tersebut menunjukkan bahwa *pellet* pakan komplit berbasis fodder jagung dengan levelimbangan hijauan dan konsentrat pada P1 dapat berpengaruh pada sistem pencernaan yaitu ditinjau dari banyaknya bahan organik dalam bahan pakan yang mampu didegradasi oleh mikroba rumen pada ternak ruminansia kecil. Menurut Oktafiani *et al.* (2015) banyaknya suatu bahan organik yang terdegradasi oleh mikroba menunjukkan produksi VFA dalam rumen. Kecernaan bahan pakan, jumlah pakan tingkat fermentabilitas pakan, jumlah karbohidrat yang mudah larut, pH rumen, serta jenis bakteri yang ada di dalam rumen dapat mempengaruhi tinggi rendahnya konsentrasi *Volatile Fatty Acid* (VFA). Dewi *et al.* (2020) menambahkan bahwa semakin tinggi nilai VFA menunjukkan semakin banyak bahan organik yang terdegradasi. Nutrien tercerna tersebut adalah bahan organik seperti serat kasar yang merupakan komponen karbohidrat lalu mengalami proses perombakan oleh mikroba rumen menjadi komponen monosakarida dan mengalami proses fermentasi berlanjut sehingga membentuk VFA. Protein juga akan mengalami perombakan oleh mikroba rumen menjadi asam amino dan mengalami fermentasi berlanjut menjadi partikel-partikel asam amino yang tersusun atas ikatan CHO-N, ikatan CHO akan membentuk VFA dan N akan membentuk NH_3 .

Konsentrasi N- NH_3

Hasil dari data menunjukkan bahwa nilai rataan N- NH_3 berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap levelimbangan hijauan dan konsentrat *pellet* pakan komplit berbasis fodder jagung terhadap konsentrasi N- NH_3 . Hasil degradasi protein dan *Non Protein Nitrogen* (NPN) yang mengalami perombakan oleh enzim proteolitik di dalam rumen ruminansia menghasilkan amonia. Konsentrasi N- NH_3 dalam penelitian ini berkisar 4,78-8,92 mM (Tabel 10.) yang ditinjau dari levelimbangan hijauan dan konsentrat sesuai dengan pendapat Hapsari *et al.* (2018) kadar N- NH_3 yang optimal untuk sintesis protein mikroba rumen dengan kisaran 4-12 mM. Berdasarkan hasil penelitian Mayangsari (2011), pakan komplit dengan PK 13% dan TDN 63% menghasilkan produksi NH_3 antara 7,25 - 8,47 mM. Abdoun *et al.* (2017) jika pasokan amonia berkurang maka akan mengakibatkan penurunan proses fermentasi dalam rumen, sehingga fungsi rumen akan terganggu sedangkan jika kelebihan N- NH_3 terjadi *overflow* urea.

Nilai konsentrasi N- NH_3 yang tertinggi diperoleh dari perlakuan 1 denganimbangan 30% hijauan dan 70% konsentrat sebesar $8,92 \pm 1,67$ mM dan nilai terendah diperoleh dari perlakuan 3 denganimbangan 70% hijauan dan 30% konsentrat sebesar $4,78 \pm 0,64$ mM. Kandungan nutrien seperti protein kasar yang berbeda-beda dapat mempengaruhi nilai N- NH_3 . Kondisi fermentasi di dalam rumen yang

berbeda sangat dipengaruhi oleh nilai nutrisi setiap jenis rumput yang dikonsumsi ternak. Hasil amonia yang rendah disebabkan rendahnya tingkat kelarutan bahan pakan terutama kandungan protein, karena protein yang kurang larut akan lolos degradasi rumen dengan lebih mudah (Hambakodu *et al.*, 2021).

Nilai konsentrasi N-NH₃ pada levelimbangan hijauan dan konsentrat *pellet* pakan komplit berbasis *fodder* jagung secara berturut-turut P1, P2, dan P3 adalah 8,92±1,67 mM ; 5,57±0,57 mM ; dan 4,78±0,64 mM. Berdasarkan hasil analisis variansi tersebut menunjukkan hasil berpengaruh sangat nyata ($P > 0,01$) yang akan dilanjutkan dengan uji DMRT. Hasil tersebut menunjukkan bahwa P1 (30% hijauan dan 70% konsentrat) berbeda nyata dibandingkan P2 (50% hijauan dan 50% konsentrat) dan P3 (70% hijauan dan 30% konsentrat). Sedangkan P2 (50% hijauan dan 50% konsentrat) tidak berbeda nyata jika dibandingkan dengan P3 (hijauan 70% hijauan dan 30% konsentrat).

Pellet pakan komplit berbasis *fodder* jagung dengan levelimbangan hijauan dan konsentrat pada P1 (30% hijauan dan 70% konsentrat) dapat berpengaruh pada sistem pencernaan ternak ditinjau dari kemampuan mikroba dalam mencerna dan memanfaatkan nitrogen dalam rumen. Menurut Prayitno *et al.* (2010) kelarutan protein pada masing-masing bahan pakan dan jumlah degradasi protein kasar (PK) dalam rumen dapat mempengaruhi konsentrasi amonia. Konsentrasi N-NH₃ yang tinggi dapat menunjukkan proses degradasi protein pakan lebih cepat daripada proses pembentukan protein mikroba, sehingga amonia yang dihasilkan terakumulasi dalam rumen (McDonald *et al.*, 1988). Jumlah pakan dan kelarutan, lama inkubasi, karbohidrat dalam pakan serta pH rumen menjadi faktor yang mempengaruhi konsentrasi N-NH₃ (Rahayu, *et al.* 2018).

Konsentrasi N-NH₃ dan VFA juga yang berpengaruh sangat nyata pada P1 (30% hijauan dan 70% konsentrat). Hal ini disebabkan oleh pemberian konsentrat akan menekan kerja *buffer* dalam rumen karena mastikasi berkurang akibatnya produksi saliva menurun dan meningkatkan produksi *Volatile Fatty Acid* (VFA). Rafleliawati *et al.* (2016) pada proses sintesis protein mikroba, N merupakan prekursor utama dan C digunakan sebagai kerangka karbon dan energi. Amonia dihasilkan dari proses deaminasi atau pelepasan gugus amina dari asam amino. Asam amino yang berasal dari degradasi protein akan mengalami deaminasi menjadi amonia, asam alfa keto dan CO₂. Amonia yang diubah asam amino mikroba membutuhkan *Adenosin Tri Phosphat* (ATP), sedangkan bila konsentrasinya cukup tinggi, maka tanpa memerlukan ATP amonia langsung terinkorporasi ke dalam asam amino mikroba. Jumlah bakteri yang relatif sama antar perlakuan mengakibatkan kemampuan deaminasi oleh mikroba juga sama sehingga NH₃ yang dihasilkan menjadi tidak berbeda antar perlakuan P2 dan P3.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian bahwa levelimbangan 30% hijauan dan 70% konsentrat menghasilkan nilai konsentrasi VFA N-NH₃ secara optimal.

Daftar Pustaka

- Abdoun, K. F., Stumpff, dan H. Martens. 2017. Ammonia and Urea Transport Across the Rumen Epithelium. A Review Animal Health Research Review. 7(1): 43 – 59.
- Anggraeny YN, Soetanto H, Kusmartono & Hartutik. 2015. Sinkronisasi Suplai Protein dan Energi dalam Rumen untuk Meningkatkan Efisiensi Pakan Berkualitas Rendah. WARTAZOA. 25(3):107–116.
- Dewi, O., N. N. Suryani, dan I M. Mudita. 2020. Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik secara In Vitro dari Silase Kombinasi Batang Pisang dengan Kembang Telang (*Clitoria ternatea*). Peternakan Tropika. 8(1) : 60-73.
- Hambakodu, M., Ranja, E.P. dan Sudarma, M.A., 2021. Nilai VFA dan NH₃ Rumput Alam Padang Pengembalaan Kecamatan Haharu Kabupaten Sumba Timur. *Jurnal Ilmu Peternakan Terapan*. 5(1) : 8-12.



- Hapsari, N. S., Harjanti, D. W., dan Muktiani, A. 2018. Fermentabilitas Pakan dengan Imbuhan Ekstrak Daun Babadotan (*Ageratum Conyzoides*) dan Jahe (*Zingiber Officinale*) pada Sapi Perah Secara In Vitro. *Jurnal Agripet*. 18(1) : 1–9.
- Indayani, D. 2014. Pengaruh Pemberian Wafer Pakan Komplit yang Mengandung Berbagai Level Tongkol Jagung terhadap Konsumsi Bahan Kering, Bahan Organik, dan Protein Kasar pada Kambing Kacang Jantan. Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Kurniawan, W., Salido, W.L., Syamsuddin, I.P. and Isnaeni, P.D., 2019. Aplikasi Teknologi Pengolahan Pakan untuk Mendukung Petani Jagung Melalui Produksi Pelet Komplit. *Jurnal Pengamas*. 2(2) : 176-184.
- Mayangsari, D. 2011. Pengaruh Substitusi Daun Gamal (*Glyricidia sp.*) dengan Daun Mimba (*Azadiractha indica*) Terhadap Fermentabilitas Pakan Ruminansia secara In Vitro. Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro, Semarang, (Skripsi).
- McDonald, P., R.A. Edward, and J.F.D. Greenhalgh. 1988. *Animal Nutrition*. 4th Edition. New York: Longman Scientific and Technical.
- Oktafiani, D. R., U. H. Tanuwiria, dan R. Hidayat. 2015. Pengaruh Berbagai Umur Pemotongan Tanaman Rami (*Boehmeria Nivea*) terhadap Produksi NH₃ Dan VFA Cairan Rumen Domba (*In Vitro*). *Students E-Journal*. 4(3):1–12.
- Prasetyo, A.B., Tampoebolon, B.I.M. and Nuswantara, L.K., 2022. Kandungan Serat Kasar, Kecernaan Serat Kasar, dan Fermentabilitas Bonggol Singkong yang Difermentasi Menggunakan *Aspergillus niger*. *Jurnal Agripet*. 22(2):.204-212
- Prayitno, C.H., dan T. Widyastuti. 2010. Kajian *Selenomethionin*, *Chromium Yeast*, dan *Seng Proteinat* pada Pakan Sapi Perah (Tinjauan secara In-Vitro). Prosiding Seminar Nasional: Perspektif Pengembangan Agribisnis Peternakan. Fakultas Peternakan UNSOED. Purwokerto.
- Rafleliawati, P., Surahmanto dan J. Achmadi. 2016. Efek Pemanasan pada Molases yang Ditambahkan Urea terhadap Ketersediaan NH₃ *Volatile Fatty Acids* dan Protein Total secara In Vitro. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*. 26(2): 24-29.
- Rahayu, R.I., A. Subrata, dan J. Achmadi. 2018. Fermentabilitas Ruminan In Vitro pada Pakan Berbasis Jerami Padi Amoniasi dengan Suplementasi Tepung Bonggol Pisang dan Molases. *Jurnal Peternakan Indonesia*.
- Teti, N., Hernaman, I., Ayuningsih, B., Ramdani, D. and Siswoyo, S., 2018. Pengaruh Imbangan Protein Dan Energi Terhadap Kecernaan Nutrien Ransum Domba Garut Betina (The Effect of Protein to Energy Ratios on Nutrient Digestibility of Female Garut Sheep's Diets). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan*. 6(2) : 97-101.
- Tillman, A.D., H. Hartadi, S. Reksohadiprodjo, S. Prawirokusumo, dan S. Lebdosoekojo. 1998. *Ilmu Makanan Ternak Dasar*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Saputra, F.F., Achmadi, J. and Pangestu, E., 2016. Efisiensi Pakan Komplit Berbasis Ampas Tebu Dengan Level yang Berbeda Pada Kambing Lokal. *Animal Agriculture Journal*. 2(4) : 137-147.
- Suparwi, Santoso, D., Samsi, M. 2017. Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik, Kadar Amonia dan VFA Total In Vitro Suplemen Pakan Domba. I Prosiding Seminar Nasional LPPM Unsoed. 7(1): 1-9.
- Widiastuti, S., N. A. P. Nugraha, D. M. Rani, dan T. P. Rahayu. 2022. Evaluasi Kandungan Nutrien Hidroponik *Fodder* Jagung Sebagai Substitusi Hijauan Pakan Ternak. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*. 10(1): 28-38.
- Wole, B. Y., A. E. Manu., dan L. S. Enawati. 2018. Fermentasi Jerami Kacang Hijau Menggunakan Cairan Rumen Kambing dengan Waktu yang Berbeda terhadap Konsentrasi NH₃ dan VFA secara In Vitro. *Jurnal Nukleus Peternakan*. 5 (1) : 1–6.