

Pengaruh Suplementasi Sumber Protein Hijauan Leguminosa terhadap Produksi Amonia dan Protein Total Ruminal Secara *In Vitro*

The Effect of Legumes' Protein Supplementation Towards Production of in vitro Ammonia and Total Ruminant Protein

R. S. Prayitno^{1*}, F. Wahyono² dan E. Pangestu²

¹Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Farming Semarang Jl Pawiyatan Luhur IV / 15 Semarang

²Universitas Diponegoro Jl. Prof. Soedarto, Kampus Tembalang, Semarang 50275

*E-mail: ryantoko.spr@gmail.com

(Diterima: 12 Februari 2018; Disetujui: 14 April 2018)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari konsentrat yang berbeda dengan sumber beberapa jenis leguminosa terhadap konsentrasi NH_3 dan protein total rumen secara *in vitro*. Materi penelitian berupa konsentrat (kandungan PK 13%, TDN 65%). Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan 7 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan konsentrat adalah T1 (6% *Crotalaria usaramoensi*), T2 (6% *Crotalaria juncea*), T3 (6% *Tephrosia*), T4 (3% *Crotalaria usaramoensi* + 3% *Crotalaria juncea*), T5 (3% *Crotalaria usaramoensi* + 3% *Tephrosia*), T6 (3% *Crotalaria juncea* + 3% *Tephrosia*), T7 (2% *Crotalaria usaramoensi* + 2% *Crotalaria juncea* + 2% *Tephrosia*). Parameter yang diamati adalah produksi NH_3 dan produksi protein total. Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis ragam dan apabila terdapat pengaruh nyata ($P < 0,05$) akibat perlakuan, dilanjutkan dengan uji wilayah ganda Duncan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrat yang ditambah dengan berbagai jenis leguminosa mampu meningkatkan produksi amonia dan protein total. Konsentrat dengan suplemen leguminosa jenis *Crotalaria* mampu meningkatkan produksi NH_3 dan produksi protein total. Sedangkan konsentrat dengan suplemen leguminosa jenis *Tephrosia* di atas 3% akan menurunkan produksi NH_3 dan protein total.

Kata kunci: *in vitro*, leguminosa, NH_3 , protein

ABSTRACT

*This study aimed at discovering the effect of different concentrate deriving from various kinds of legumes towards the ammonia (NH_3) concentration in vitro and total protein in rumen. The research materials consisted of concentrate (both PK content and TDN of 13% and 65% respectively). The experiment used a complete random design equipped with 7 treatments and 3 trials. The concentrate treatment was T1 (6% of *Crotalaria usaramoensi*), T2 (6% of *Crotalaria juncea*), T3 (6% of *Tephrosia*), T4 (3% of *Crotalaria usaramoensi* + 3% *Crotalaria juncea*), T5 (3% of *Crotalaria usaramoensi* + 3% *Tephrosia*), T6 (3% of *Crotalaria juncea* + 3% *Tephrosia*), T7 (2% of *Crotalaria usaramoensi* + 2% of *Crotalaria juncea* + 2% of *Tephrosia*). There were observed parameters; production of NH_3 and total protein. The collected data were analyzed by using variance analysis. At a significant influence was found ($P < 0.05$) resulting from the treatment, then, it was followed by a Duncan multiple area test to find out the difference among treatments. The research results indicated that the concentrate added by various kinds of legumes was capable of increasing ammonia and total protein productions. The concentrate added by legumes of *Crotalaria* increased the production of both NH_3 and total protein. However, the concentrate added by legumes of *Tephrosia* above 3% likely decrease both NH_3 and total protein productions.*

Keywords: *in Vitro*, leguminose, NH_3 , protein

PEDAHULUAN

Perkembangan suatu usaha peternakan dipengaruhi oleh ketersediaan pakan. Pakan merupakan biaya produksi terbesar dalam usaha peternakan, mengingat 60 hingga 70 % biaya dikeluarkan untuk penyediaan pakan. Pakan sumber protein yang diberikan pada ternak umumnya mahal harganya, khususnya yang berasal dari produk hewan, biji-bijian dan hasil sampingnya karena pemanfaatannya pada ternak ruminansia bersaing dengan pakan ternak non ruminansia. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan adalah pemanfaatan leguminosa sebagai sumber protein, karena tanaman leguminosa dapat tumbuh dimana saja dan belum termanfaatkan secara maksimal. Potensi leguminosa begitu besar sehingga leguminosa dapat dimanfaatkan sebagai bahan penyusun pakan konsentrat ruminansia. Leguminosa sebagai pakan ternak umumnya dibatasi karena leguminosa mengandung zat antinutrisi yang dapat mengakibatkan kematian, oleh karena itu sebelum daun leguminosa diberikan ke ternak perlu dilakukan pelayuan dan pengeringan (Widodo, 2005). Leguminosa jenis *Crotalaria juncea* memiliki zat antinutrisi bernama *pyrrolizidine*. Fu *et al.* (2004) menyatakan bahwa alkaloid jenis *Pyrrolizidine* dengan dosis 65 mg/kg pada tikus, hamster 81 mg/kg, unggas 85 mg/kg, burung puyuh 279 mg/kg dan babi \geq 800 mg/kg mampu menyebabkan kematian pada 50% hewan percobaan. Kandungan alkaloid jenis *Pyrrolizidine* di dalam *Crotalaria juncea* sebesar 75,44 – 84,05 mg/kg (Prayitno *et al.*, 2013).

Konsentrat adalah pakan ternak yang berasal dari biji-bijian atau hasil samping dari pengolahan produk pengolahan misalnya bungkil kacang, bungkil kedelai, bungkil kelapa dan dedak padi (Darmono, 1993). Menurut Blakely dan Bade (1994), campuran konsentrat dari bahan-bahan pakan sumber protein dan sumber energi kandungan proteinnya bervariasi antara 12 dan 18 %, yang paling umum dipakai 14 sampai 16 % berdasar bahan kering. Oleh karena itu pemanfaatan

leguminosa sebagai komponen sumber protein dalam formulasi konsentrat dapat dijadikan solusi, namun sebelum diaplikasikan pada ternak, perlu diuji potensi nutrisi yang dikandungnya khususnya kandungan kualitas protein. Kualitas protein pakan dapat diketahui dengan menguji fermentabilitasnya di dalam rumen. Fermentabilitas pakan mencerminkan tingkat degradibilitas pakan didalam rumen. Degradasi protein pakan akan menghasilkan amonia (NH_3) yang digunakan oleh mikrobia rumen untuk membentuk protein tubuhnya. Protein mikrobia merupakan salah satu sumber protein yang dibutuhkan oleh ruminansia selain protein pakan yang lolos dari degradasi mikrobia rumen. Protein total merupakan gabungan dari protein pakan yang lolos dari degradasi mikrobia rumen dan protein mikrobia.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrat dengan jenis leguminosa yang berbeda terhadap konsentrasi NH_3 dan protein total rumen secara *in vitro*. Hasil dari penelitian ini diharapkan memberikan informasi mengenai kualitas konsentrat yang bersumber dari berbagai jenis dan jumlah leguminosa ditinjau dari produksi NH_3 dan protein total rumen. Hipotesis dalam penelitian ini adalah berbagai jenis dan jumlah leguminosa pada konsentrat memberikan pengaruh berbeda terhadap produksi NH_3 dan produksi protein total.

METODE

Materi Penelitian

Materi yang digunakan adalah bahan pakan yang meliputi pollard, bungkil kelapa sawit, bungkil kelapa, bungkil kedelai, onggok, tetes, dedak padi dan legum yang terdiri dari *Crotalaria juncea* (CJ), *Crotalaria usaramoensi* (CU), dan *Tephrosia* (kacang babi), cairan rumen kambing sebagai supernatan, larutan McDougall, asam borat, indikator metil merah dan brom kresol hijau, Na_2CO_3 jenuh, vaselin, H_2SO_4 0.0055 N, larutan TCA 20% dan SSA 2%, asam sulfat

Tabel 1. Hasil uji kualitas konsentrat bersuplemen protein hijauan leguminosa secara *In Vitro*

Parameter	Perlakuan						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
NH ₃ (mM)	8,29 ^a	8,12 ^{ab}	7,53 ^c	8,00 ^{ab}	7,72 ^{bc}	7,74 ^b	8,34 ^a
Protein Total (mg/g)	187,01 ^b	213,21 ^a	126,43 ^c	169,13 ^b	134,24 ^c	137,18 ^c	225,80 ^a

Keterangan: superskrip berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$).

0,3N, NaOH 33%, katalisator selen dan kupri sulfat serta indikator campuran (MR + MB). Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah blender, tabung reaksi, pipet, tabung fermentor, sentrifuse, termos, eksikator, timbangan analitis, tabung suling khusus beserta labu destilasi, pendingin *Leibig*, gelas beker, erlenmeyer, buret, oven, tanur listrik, inkubator, tutup fermentor, cawan conwey, peralatan titrasi, pipet ukur 1 ml dan waterbath.

Metode Penelitian

Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan 7 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan yang diterapkan yaitu:

T1 = konsentrat mengandung 6% *Crotalaria usaramoensi*

T2 = konsentrat mengandung 6% *Crotalaria juncea*

T3 = konsentrat mengandung 6% kacang babi,

T4 = konsentrat mengandung 3 % *Crotalaria usaramoensi* + 3% *Crotalaria juncea*

T5 = konsentrat mengandung 3% *Crotalaria usaramoensi* + 3% kacang babi,

T6 = konsentrat mengandung 3% *Crotalaria juncea* + 3% kacang babi,

T7 = konsentrat mengandung 2% *Crotalaria usaramoensi* + 2% *Crotalaria juncea* + 2% kacang babi

Paramater yang diamati adalah produksi NH₃ dan protein total. Penelitian dilakukan dalam 2 tahapan uji, Pertama adalah menguji pencernaan dan fermentabilitas masing-masing leguminosa sebagai data pendukung dalam pembuatan konsentrat. Kedua adalah menguji fermentabilitas konsentrat secara *in vitro* dengan mengukur NH₃ dan protein total. Data yang diperoleh diolah secara statistik menggunakan analisis ragam (uji ANOVA)

untuk menguji pengaruh perlakuan, dan dilanjutkan dengan uji wilayah ganda Duncan untuk menguji perbedaan antar perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian konsentrat bersuplemen protein hijauan leguminosa ditinjau dari produksi NH₃ dan protein total secara *in vitro* dapat dilihat pada Tabel 1.

Produksi Amonia (NH₃)

Hasil penelitian tentang konsentrat bersuplemen protein hijauan leguminosa secara *in vitro* terhadap produksi amonia disajikan pada Tabel 1. Hasil analisis ragam menunjukkan adanya perbedaan ($P < 0,05$) antar perlakuan pada produksi NH₃.

Rata-rata produksi NH₃ dari konsentrat bersuplemen protein hijauan leguminosa pada perlakuan T1; T2; T3; T4; T5; T6; dan T7 berturut-turut sebanyak 8,29; 8,12; 7,53; 8,00; 7,72; 7,74; dan 8,34 mM. Berdasarkan uji wilayah Duncan ditunjukkan bahwa perlakuan T1 tidak berbeda nyata dengan perlakuan T2, T4 dan T7, namun berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan perlakuan T3, T5, dan T6.

Tingkat degradabilitas protein pakan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi produksi NH₃. Kondisi tersebut nampak pada perlakuan T1, T2, T4, dan T7 yang produksi NH₃ tidak berbeda nyata, hal ini dikarenakan jumlah total asupan protein terutama dari leguminosa di atas 10,46% dari total protein yang terkandung dalam konsentrat (Tabel 2). Jenis dan jumlah leguminosa dalam konsentrat akan mempengaruhi tingkat degradasi protein, sehingga faktor yang mempengaruhi produksi NH₃ kemungkinan adalah kelarutan atau

Tabel 2. Presentase jumlah asupan protein masing–masing leguminosa pada perlakuan (%).

Leguminosa	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
<i>Crotalaria juncea</i>	-	12,05	-	5,90	-	6,09	4,01
<i>Crotalaria usaramoensi</i>	13,28	-	-	6,33	6,51	-	4,31
Kacang babi	-	-	6,68	-	3,23	3,25	2,14
Jumlah	13,28	12,05	6,68	12,23	9,74	9,34	10,46

Tabel 3. Rata-rata Kecernaan Bahan Kering (KcBK), Kecernaan Bahan Organik (KcBO), Produksi NH₃, Produksi VFA, pada masing-masing leguminosa.

Parameter	Perlakuan		
	<i>Crotalaria usaramoensi</i>	<i>Crotalaria juncea</i>	Kacang babi
KcBK (%)	88,20 ^b	92,56 ^a	80,14 ^c
KcBO (%)	89,11 ^a	91,22 ^a	79,03 ^b
NH ₃ (mM)	1,32 ^b	1,68 ^{ab}	2,49 ^a
VFA (mM)	111,87 ^a	131,87 ^a	125,77 ^a

degradabilitas protein dari masing-masing bahan pakan penyusun konsentrat, terutama leguminosa. Leguminosa sebagai sumber protein konsentrat memiliki keistimewaan yaitu memiliki tingkat kecernaan bahan organik yang tinggi di atas 80,14% (Tabel 3). Hal tersebut akan mempengaruhi produksi NH₃. Sesuai pendapat pendapat Widiyanto (1996) yang menyatakan bahwa degradabilitas protein pakan juga tercermin dari kecernaan bahan organik karena protein merupakan komponen bahan organik. Pendapat tersebut diperkuat oleh Suparjo (1999) yang menyatakan bahwa kecernaan bahan organik lebih tinggi di dalam rumen memberikan kontribusi N-NH₃ untuk mikroba yang lebih tinggi. Jenis dan jumlah leguminosa dalam konsentrat akan mempengaruhi tingkat degradasi protein.

Penambahan leguminosa jenis *Tephrosia* \geq 3% (T3, T5, T6) menyebabkan produksi NH₃ dibawah 8,00 mM, hal itu dikarenakan sifat dari leguminosa yang memiliki serat kasar tinggi (26,58%) sehingga mikroba rumen sulit merombak bahan organik yang terkandung dalam leguminosa. Hal tersebut didukung oleh pendapat Owen dan Bergen (1983) dalam Baldwin and Allison (1983) bahwa faktor yang mempengaruhi produksi NH₃ adalah tingkat degradabilitas protein bahan pakan pakan dan protein yang

tahan terhadap degradasi mikroba rumen. Didukung oleh pernyataan subrata *et al.* (2005) bahwa penurunan produksi NH₃ disebabkan oleh bahan pakan yang diproteksi sehingga terjadi peningkatan pasokan protein (asam amino) ke dalam intestinum dan kepada ternak inang.

Faktor–faktor yang mempengaruhi produksi NH₃ adalah kadar protein pakan, kelarutan / degradabilitas protein, dan sumber dan proporsi karbohidrat terlarut (Ranjhan, 1980). Ditambahkan oleh Cahyani, R.D *et al.* (2012) bahwa tinggi rendahnya konsentrasi NH₃ dipengaruhi oleh jumlah degradasi protein kasar (PK) dalam rumen. Konsentrasi NH₃ meningkat jika tingkat degradasi PK dalam rumen tinggi, namun jika tingkat degradasi PK dalam rumen rendah maka konsentrasi NH₃ yang dihasilkan juga rendah. Mikroba dapat bekerja dengan optimal untuk merombak asam amino yang selanjutnya digunakan untuk menyusun protein tubuhnya. Suasana pH rumen yang asam (pH rendah) dapat menyebabkan menurunnya aktivitas mikroba dalam rumen (Mahesti, 2009).

Keseluruhan produksi amonia dalam penelitian ini sebesar 7,72 hingga 8,34 mM sudah cukup untuk mendukung proses biosintesis protein mikroba. Hal ini sesuai dengan pendapat Sutardi (1994) dalam

Tabel 4. Rata-rata Kecernaan Bahan Kering (KcBK), Kecernaan Bahan Organik (KcBO) dari konsentrat bersumber protein hijauan leguminosa

Parameter	Perlakuan						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
KcBK (%)	55,88	55,42	50,59	49,07	48,86	43,41	42,39
KcBO (%)	56,42	55,32	49,88	48,94	47,40	44,44	42,33
VFA (Mm)	135,00	133,33	121,33	128,33	126,67	125,00	146,67

Muhtarudin dan Liman (2006), bahwa sintesis protein mikrobia rumen akan maksimal bila didukung konsentrasi amonia 4 hingga 12 mM. Ditambahkan oleh Arora (1995) bahwa produksi NH_3 selain ditentukan oleh kandungan protein kasar juga dipengaruhi oleh degradabilitas protein kasar. Hasil penelitian Putra (2006) menunjukkan bahwa meningkatnya produksi NH_3 seiring dengan meningkatnya jumlah populasi mikrobia dalam rumen dikarenakan tingkat degradabilitas daun waru yang tinggi. Hasil penelitian ini lebih besar dari hasil penelitian Aswandi *et al.* (2012) bahwa bahan pakan yang mempunyai kandungan protein kasar (PK) sebesar 10,56% maka akan menghasilkan kadar amonia (NH_3) sebesar 3,60 – 3,73 mM. Hal tersebut mengindikasikan bahwa hasil kadar amonia di tentukan oleh besar kecilnya kandungan protein kasar pada bahan pakan.

Produksi Protein Total

Hasil penelitian tentang konsentrat bersuplemen protein hijauan leguminosa secara *in vitro* terhadap produksi protein total dapat disajikan pada Tabel 1. Hasil perhitungan analisis ragam menunjukkan adanya perbedaan ($P < 0,05$) antar perlakuan pada produksi protein total.

Rata-rata produksi protein total dari konsentrat bersuplemen protein hijauan leguminosa pada perlakuan T1; T2; T3; T4; T5; T6; dan T7 masing-masing sebagai berikut 187,01; 213,21; 126,43; 169,13; 134,24; 137,18; dan 225,80 mg/%. Protein total merupakan penjumlahan protein pakan yang tahan degradasi dari rumen dan protein mikrobia itu sendiri. Produksi protein total tertinggi pada perlakuan T7 dan terendah pada perlakuan T3, hal ini terkait oleh antinutrisi

yang terkandung. Sesuai pendapat Sumarno *et al.* (2002) bahwa senyawa asam amino lain seperti alkaloid mampu mempengaruhi informasi mengenai kandungan protein yang diperoleh. Didukung oleh Retno Ningrum *et al.* (2016) bahwa senyawa alkaloid mempunyai kemampuan untuk menghambat sintesis protein. *Pyrrolizidine* merupakan senyawa turunan dari alkaloid (Prayitno *et al.*, 2013)

Berdasarkan uji wilayah Duncan menunjukkan bahwa perlakuan T7 tidak berbeda nyata dengan T2, namun berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan T1, T4, T5, T6, dan T3. Perlakuan T1 tidak berbeda nyata dengan T4 tetapi berbeda nyata dengan T5, T6, dan T3. Perlakuan T1 tidak berbeda nyata dengan T4 disebabkan oleh kandungan serat kasarnya antar kedua perlakuan tidak berbeda jauh (24,39 dan 24,41). Lignin merupakan salah satu bagian dari serat kasar, sehingga semakin tingginya serat kasar juga dapat mempengaruhi penyerapan protein. Sesuai pernyataan Makkar (2003) bahwa tannin merupakan senyawa polyphenolic yang mampu mengikat protein dan membentuk senyawa kompleks. Ditambahkan oleh Yulistiani *et al.* (2011) bahwa tanin mempunyai kemampuan untuk mengikat protein pada pH netral sehingga mampu meningkatkan protein lolos degradasi rumen, namun jika kondisi pH asam dan basa tanin tidak mampu mengikat protein sehingga pada abomasum dan usus kecil protein dapat di cerna.

Gambaran secara umum produksi NH_3 dengan produksi protein total berjalan selaras, namun pada T1 terdapat perbedaan antara produksi protein total dengan produksi NH_3 . Hal ini dikarenakan produksi NH_3

kurang diimbangi oleh produksi VFA total (Tabel 4) untuk sintesis protein mikrobia, sehingga protein mikrobia yang dihasilkan diduga belum optimal untuk meningkatkan produksi protein total. Prasetiyono (2008) bahwa pasokan mikrobia dan protein lolos degradasi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi jumlah protein total yang terserap di usus halus. Ada beberapa faktor yang menyebabkan belum optimalnya sintesis protein mikrobia sehingga belum dapat meningkatkan produksi protein total. Kondisi idealnya adalah sumber energi tersebut dapat difermentasi sama cepatnya dengan pembentukan NH_3 , sehingga bila NH_3 terbentuk pada saat itu pula produk fermentasi asal karbohidrat yang akan berfungsi sebagai sumber energi dan sumber karbon. Ditambahkan oleh Widyobroto *et al.* (1992) dalam Nuswantara *et al.* (2006), tidak serempaknya sumber karbohidrat terfermentasi yang tersedia dengan sumber protein sehingga belum terbentuk kondisi yang ideal bagi mikrobia dalam proses sintesis protein tubuhnya. Sutardi (1977) bahwa cara untuk memperkecil degradasi protein dalam rumen adalah *watering* (mempercepat laju pergerakan protein dalam rumen); *salting* (ternak akan haus sehingga banyak minum dan sebagian protein terbawa dari rumen); penambahan bahan kimia (tannin dan formaldehid); dan *cooking* (protein menggumpal sehingga daya larutnya turun).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa konsentrat dengan suplemen leguminosa jenis *Crotalaria* mampu meningkatkan produksi NH_3 dan produksi protein total. Sedangkan konsentrat dengan suplemen leguminosa jenis *Tephrosia* di atas 3% akan menurunkan produksi NH_3 dan protein total.

Disarankan perlu untuk menganalisis tentang batas maksimal penambahan *Crotalaria* sebagai suplemen protein dalam konsentrat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggorodi, R. 1998. Ilmu Makanan Ternak Umum. Gramedia, Jakarta.
- Arora, S. P. 1995. Pencernaan Mikroba pada Ruminansia. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. (Diterjemahkan oleh Retno Murwani).
- Aswandi, C. I. Sutrisno, M. Arifin, dan A. Joelal. 2012. Efek complete feed bonggol berbagai varietas tanaman pisang terhadap pH, NH_3 dan VFA pada kambing kacang. (Effect of complete feed containing starch tubers of different varieties of banana plants on pH, NH_3 and VFA of kacang goat). Agricultural Counselling College of Manokwari, Doctoral Program Animal Sciences, University of Diponegoro. JITP. 2(2)
- Baldwin, R. L. and M. J. Allison. 1983. Rumen Metabolism. Journal Animal Science 57: 461-477
- Blakely, J. dan D.H. Bade. 1994. Ilmu Peternakan. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. (Diterjemahkan oleh B. Sri gandon)
- Cahyani, R.D., L.K. Nuswantara dan A. Subrata. 2012. Pengaruh Proteksi Protein Tepung Kedelai dengan Tanin Daun Bakau Terhadap Kosentrasi Amonia, *Undegraded Protein* dan Protein Total Secara *In Vitro*. Animal Agriculture Journal. 1(1): 159-166
- Darmono. 1993. Tata Laksana Usaha Sapi Kereman. Yayasan Kanisius, Yogyakarta.
- Fu, P.P., Q. Xia, G. Lin and M.W. Chou. 2004. *Pyrrolizidine* alkaloid-Genotoxicity, metabolism enzymes, metabolic activation and mechanisms. Drug metabolism reviews, New York. 36 (1): 1-55
- Hidayat Tanuwiria, U., Budi Ayuningsih, dan Mansyur. 2005. Fermentanilitas dan Kecernaan Ransum Lengkap Sapi

- Perah Berbasis Jerami Padi dan pucuk Tebu Teramoniasi (*In Vitro*). Jurnal Ilmu Ternak. 5(2): 64-69
- Mahesti, G, 2009. Pemanfaatan Protein pada Domba Lokal Jantan dengan Bobot Badan dan Aras Pemberian Pakan yang Berbeda. Program Studi Magister Ilmu Ternak Program Pasca Sarjana Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro, Semarang
- Makkar, H. P. S. 2003. Effect and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effect of feeding tannin-rich feeds. *Small Ruminant Research* 49:241-256
- Muhtarudin dan Liman. 2006. Penentuan tingkat penggunaan mineral organik untuk memperbaiki bioproses rumen pada kambing secara *in vitro*. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia* 8: 132-140
- Nuswantara, L. K., M. Soejono, R. Utomo, B. P. Widyobroto dan H. Hartadi. 2006. Parameter fermentasi rumen pada sapi peranakan frisian holstein yang diberi pakan basal jerami padi dengan suplementasi sumber nitrogen dan energi berbeda. *J. Indon. Anim. Agric* 31 (4): 268-275.
- Prasetyono, B.W.H.E. 2008. Rekrayasa Suplemen Protein pada Ransum Sapi Pedaging Berbasis Jerami dan Dedak Padi. Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor. (Disertasi Doktor Peternakan).
- Prayitno, R.S., Sumarsono and S. Anwar. 2013. Effect of row spacing and cutting interval on product forages and antinutrition of Orok-orok (*Crotalaria juncea*). *International journal of science and technology*. 2(8): 595-598
- Purwoko, T dan Noor Soesanti H. 2007. Kandungan Protein Kecap manis Tanpa Fermentasi Moromi Hasil Fermentasi *Rhizopus oryzae* dan *R. Oligosporus*. *BIODIVERSITAS*. 8(2): 223-227
- Putra, S. 2006. Pengaruh suplementasi gensia defaunasi dan waktu inkubasi terhadap bahan kering, bahan organik terdegradasi, dan produk fermentasi secara *in vitro*. *Jurnal Produksi Ternak (Animal Production)* 8: 121-130.
- Ranjhan, S. K. 1980. *Animal Nutrition in Tropics*. 2nd Ed. Vikas Publishing House Pvt Ltd., New Delhi.
- Retno Ningrum, Elly P, dan Sukarsono. 2016. Identifikasi Senyawa Alkaloid dari Batang Karamunting (*Rhodomyrtus tomentosa*) sebagai Bahan Ajar Biologi untuk SMA Kelas X. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*. 2(3): 231-236
- Subrata, A., A. Agus dan L.M. Yusiati. 2005. Pemanfaatan tanin ampas teh terhadap efek defaunasi, parameter fermentasi rumen dan sintesis protein mikroba secara *in vitro*. *Agrosains*. 18 (4) : 473-487.
- Sumarno, Sri N, Narsito dan Iip Izul Falah. 2002. Estimasi Kadar Protein dalam Bahan Pangan melalui Analisis Nitrogen Total dan Analisis Asam Amino. *Majalah Farmasi Indonesia*. 13(1): 34-43
- Sunarso. 1984. Mutu Protein Limbah Agro Industri Ditinjau dari Perombakannya oleh Mikroorganisme Rumen dan Potensinya dalam Menyediakan Protein bagi Pencernaan Pasca Rumen. Fakultas Pasca Sarjana Institut Pertanian, Bogor. (Tesis).
- Suparjo. 1999. Studi tentang peran intestine digestible protein pakan dalam menunjang pembentukan protein mikroba rumen dan pertumbuhan sapi peranakan ongole. *J. Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan*. 4 (2) : 18 – 28.
- Sutardi, T. 1977. Ikhtisar Ruminologi. Bahan Penataran Kursus Peternakan Sapi Perah. Kayu Ambon, Lembang. Departemen Ilmu Makanan Ternak, Fakultas Peternakan IPB, Bogor.

- Widiyanto. 1996. Teknologi amofer untuk meningkatkan daya guna limbah berserat sebagai pakan ternak ruminansia. J. Pengembangan Peternakan Tropis : 7-13.
- Widodo, W. 2005. Tanaman Beracun dalam Kehidupan Ternak, Penerbit Universitas Muhammadiyah. Malang.
- Yulistiani, D., J.W. Mathius dan W. Puastuti. 2011. Bungkil kedelai terproteksi tanin cairan batang pisang dalam pakan domba sedang tumbuh. JITV. 16 (4) : 33-40.