

Respon Fermentasi Rumen dan Retensi Nitrogen dari Domba yang Diberi Protein Tahan Degradasi dalam Rumen

WISRI PUASTUTI, D. YULISTIANI dan I-W. MATHIUS

Balai Penelitian Ternak, PO. Box 221, Bogor 16002, Indonesia
wisri_puast@yahoo.com

(Diterima 19 Januari 2012; disetujui 20 Februari 2012)

ABSTRACT

PUASTUTI, W., D. YULISTIANI dan I-W. MATHIUS. 2012. Ruminal fermentation response and nitrogen retention from sheep fed rumen undegradable protein. *JITV*. 17(1): 67-72.

The utilization of rumen undegradable protein, could increase supply of amino acids in small intestine to meet host protein requirement. To increase the utilization of feed protein, feed protein source which is highly degradable should be protected from degradation in the rumen. The objective of the study was to increase nitrogen retention through substitution of fish meal protein with soy bean meal protected by banana stem juice observed from rumen fermentation activities. The study used 18 late pregnant Sumatera Composite breed ewes. Rations consisted of fresh chopped elephant grass, supplemented with a commercial concentrate and mineral block in the form of Comin plus and different types of protein supplement as treatment diets. The type of protein supplements were: soya bean meal (RK), soy bean meal protected with banana stem juice (RKT) and fish meal (RTI). Treatment diets were offered during late pregnancy (from two months before to two months after partus), two weeks adaptation period was carried out before data recording. Design of the study used randomized complete block design. Results of the study show that rumen ammonia concentration in sheep fed on RKT was not significantly different either from RTI or from RK, however, the nitrogen retention was significantly ($P < 0.05$) different among the treatments (4.92 g/h vs 12.52 g/h; 17.11 g/h). Total VFA production or the proportion of C3, iC4, iC5 and nC5 was not significantly different ($P > 0.05$), however, proportion of C2 and nC4 was significantly different between diet treatment. Methane emission was higher (70.3 mM or 37.2% higher from total energy VFA) in diet RKT which is indicated that fermentation system was not efficient. It can be concluded the higher rumen ammonia concentration and lower nitrogen retention in protected soy bean meal supplement indicated that soy bean meal protected by banana stem juice in the ration was not able to substitute fish meal protein which is resistance from degradation in the rumen.

Key Words: Sheep, Rumen Fermentation, Rumen Undegradable Protein

ABSTRAK

PUASTUTI, W., D. YULISTIANI dan I-W. MATHIUS. 2012. Respon fermentasi rumen dan retensi nitrogen dari domba yang diberi protein tahan degradasi dalam rumen. *JITV*. 17(1): 67-72.

Penggunaan protein tahan degradasi dalam rumen dapat meningkatkan pasokan asam amino ke usus halus untuk mencukupi kebutuhan ternak. Untuk meningkatkan utilisasi protein pakan, maka sumber protein pakan yang mudah didegradasi di dalam rumen perlukan dilindungi. Penelitian bertujuan untuk mensubstitusi protein tepung ikan dengan bungkil kedelai terproteksi cairan getah pisang sebagai suplemen pascarumen untuk meningkatkan jumlah nitrogen teretensi yang dilihat dari respon fermentasinya di dalam rumen. Digunakan ternak domba bunting rumpun Komposit Sumatera sejumlah 18 ekor. Pakan terdiri atasi rumput Gajah segar yang dicacah, konsentrat komersial, mineral *Comin plus* dan protein suplemen sebagai perlakuan. Perlakuan berupa suplemen protein, yaitu bungkil kedelai (RK), bungkil kedelai yang diproteksi dengan cairan batang pisang (RKT) dan tepung ikan (RTI). Pakan perlakuan diberikan selama bunting dan laktasi, dengan rincian masa bunting tua selama 2 bulan dan masa laktasi 2 bulan yang didahului 2 minggu masa adaptasi. Percobaan dilakukan berdasarkan rancangan acak kelompok. Hasil percobaan menunjukkan bahwa kadar amonia dari domba yang mendapat ransum RKT tidak berbeda ($P < 0,05$) dengan RTI maupun RK, namun menghasilkan perbedaan ($P < 0,05$) terhadap retensi nitrogen (4,92 g/e vs 12,52 g/e; 17,11 g/e). Nilai VFA total, proporsi C3, iC4, iC5 dan nC5 tidak berbeda ($P > 0,05$) namun proporsi C2 dan nC4 berbeda ($P < 0,05$) di antara ketiga suplemen protein. Emisi metana terbesar (70,3 mM atau 37,2% dari total energi VFA) dihasilkan dari ransum RKT mengindikasikan sistem fermentasi yang tidak efisien. Dapat disimpulkan bahwa suplemen protein bungkil kedelai terproteksi cairan getah pisang dalam ransum belum mampu menggantikan protein tepung ikan sebagai protein tahan degradasi rumen yang ditunjukkan dengan tingginya kadar amonia cairan rumen dan retensi nitrogen yang lebih rendah.

Kata Kunci: Domba, Fermentasi Rumen, Protein Tahan Degradasi Rumen

PENDAHULUAN

Pemberian pakan dengan kadar protein tinggi diharapkan dapat mensuplai asam amino ke dalam usus halus untuk mampu mendukung produktivitas ternak yang optimal. Pemberian protein pada ternak ruminansia selain harus memperhitungkan kadar dan jumlahnya, seharusnya memperhatikan pula aspek fermentabilitas dan ketahanan degradasinya di dalam rumen (PUASTUTI, 2005; STERN *et al.*, 2006). Dinyatakan sebelumnya bahwa penambahan protein kasar lolos degradasi dalam rumen, dapat meningkatkan pasokan asam amino ke usus halus (MCCORMICK *et al.*, 2001) untuk mencukupi kebutuhan ternak.

Protein dari beberapa bahan memiliki tingkat kelarutan yang berbeda-beda. Semakin tinggi kelarutan protein dari suatu bahan, maka protein tersebut semakin mudah didegradasi di dalam rumen. Bungkil kedelai merupakan salah satu contoh sumber protein pakan dengan tingkat degradasi tinggi. Jumlah protein bungkil kedelai yang tahan degradasi dalam rumen (*Rumen Undegradable Protein* = RUP) berkisar antara 22-53% dan pencernaan di dalam usus halus mencapai 86-100% dari jumlah protein yang tahan degradasi rumen (STERN *et al.*, 2006). Protein dengan tingkat degradasi tinggi akan banyak menghasilkan amonia di dalam rumen sebagai produk deaminasi dari asam amino oleh mikroba rumen. Perombakan protein menjadi amonia ternyata lebih cepat dibandingkan dengan penggunaan amonia untuk sintesis protein mikroba. Sebagai akibatnya kelebihan amonia akan diserap dan dikonversi di dalam hati menjadi urea dan selanjutnya akan dibuang lewat urin. Dengan kata lain bungkil kedelai dengan tingkat degradasi tinggi memiliki nilai biologis yang kurang menguntungkan bagi ternak ruminansia, karena kurang dapat dimanfaatkan oleh ternak.

Untuk meningkatkan utilisasi protein pakan, maka sumber protein pakan dengan tingkat degradasi rumen yang tinggi diperlukan perlindungan. Perlindungan protein dimaksudkan untuk mengurangi tingkat degradasi protein di dalam rumen akan tetapi protein yang tidak didegradasi tersebut mampu dicerna oleh enzim pascarumen. Salah satu perlindungan protein dengan pelapisan adalah dengan tanin (MIN *et al.*, 2002; SMITH *et al.*, 2005). Tanin ditemukan pada berbagai jenis tanaman, termasuk juga terdapat pada tanaman pisang (WINA, 2001). Dilaporkan bahwa batang pisang mengandung senyawa sekunder tanin sebanyak 0,01-4,96 mg/ml cairan. Pada pengamatan secara *in vitro*, *in sacco* bungkil kedelai yang dicampur dengan cairan batang pisang menunjukkan bahwa tingkat degradasi proteinnya dapat dikurangi (YULISTIANI *et al.*, 2002; YULISTIANI *et al.*, 2010). Sebelumnya pemberian protein terproteksi cairan getah pisang 0, 10,

20 dan 40% dalam pakan domba dapat meningkatkan pertambahan bobot hidup harian induk bunting, domba anak dan bobot sapih, sehingga meningkatkan efisiensi pemberian pakan (MATHIUS *et al.*, 2002).

Protein tepung ikan memiliki tingkat ketahanan tinggi di dalam rumen. Substitusi sebagian bungkil kedelai dengan tepung ikan dapat memperbaiki produktivitas ternak domba dan utilisasi protein ransum karena tepung ikan memiliki degradasi protein dalam rumen lebih rendah, pencernaan pepsin dan produksi purin lebih tinggi (PUASTUTI, 2005). Dilaporkan oleh STERN *et al.* (2006) bahwa proporsi protein tahan degradasi rumen asal tepung ikan sebesar 76% dan pencernaan pascarumen sebesar 67% dari protein tahan degradasi tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mensubstitusi protein tepung ikan dengan bungkil kedelai terproteksi cairan getah pisang sebagai suplemen pascarumen untuk meningkatkan jumlah nitrogen teretensi yang dilihat dari respon fermentasinya di dalam rumen. Produk fermentasi di dalam rumen dapat menggambarkan efisiensi penggunaan pakan. Metana dalam rumen merupakan produk fermentasi yang tidak digunakan oleh ternak sehingga akan dikeluarkan sebagai gas melalui eruktasi dan pernafasan. Meningkatnya produksi metana mengindikasikan tidak efisiennya penggunaan energi bagi ternak (ORSKOV dan RYLE, 1990).

MATERI DAN METODE

Ransum percobaan

Pada penelitian ini ransum perlakuan dibedakan atas suplemen proteinnya, yaitu bungkil kedelai (RK), bungkil kedelai yang diproteksi dengan cairan batang pisang (RKT) dan tepung ikan (RTI). Bungkil kedelai terproteksi cairan batang pisang dibuat dengan cara sebagai berikut: Digunakan cairan batang pisang yang diperoleh dengan cara mengekstrak batang pisang (digunakan jenis ambon hijau). Dibuat campuran antara bungkil kedelai dengan cairan batang pisang dengan imbang 2 : 1. Campuran dikeringkan dalam oven pada suhu 40-50°C selama 2 x 24 jam. Campuran yang kering siap digunakan sebagai sumber protein terproteksi cairan getah pisang. Bungkil kedelai tanpa perlakuan digunakan sebagai kontrol dan tepung ikan digunakan sebagai pembanding bungkil kedelai terproteksi.

Pakan terdiri atas rumput Gajah segar yang dicacah, konsentrat komersial, mineral *Comin plus* dan protein suplemen sebagai perlakuan. *Comin plus* merupakan campuran mineral lengkap yang diperkaya sumber energi. Komposisi bahan pakan yang digunakan dalam penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Susunan ransum percobaan

Uraian	RK	RKT	RTI	Rumput Gajah
Komposisi		%		
Konsentrat GT03	75,00	75,00	77,50	
Mineral <i>comin plus</i>	12,50	12,50	12,50	
Suplemen Protein				
Bungkil kedelai	12,50			
Bungkil kedelai terproteksi		12,50		
Tepung ikan			10,00	
Komposisi kimia ^{*)}				
Bahan kering	91,66	91,77	91,50	93,97
Protein kasar	21,48	21,32	22,12	6,66
Lemak kasar	4,05	3,11	3,17	2,56
Serat kasar	11,57	9,97	8,48	40,72

^{*)}Berdasarkan hasil analisa Laboratorium Balai Penelitian Ternak

RK = Ransum dengan suplemen bungkil kedelai

RKT = Ransum dengan suplemen bungkil kedelai diproteksi

RTI = Ransum dengan suplemen tepung ikan

Ternak percobaan

Digunakan ternak domba bunting rumpun Komposit Sumatera sejumlah 18 ekor. Ternak ditempatkan dalam kandang individu dan dikelompokkan menjadi 3 kelompok perlakuan. Ternak diberi pakan dasar berupa cacahan rumput Gajah segar dan pakan tambahan konsentrat dengan jumlah pemberian berdasarkan bahan kering masing-masing sebanyak 2 dan 1,5% bobot hidup. Pemberian pakan dilakukan dua kali pada pagi hari (08.00) dan siang hari (14.00).

Rancangan percobaan dan pengumpulan data

Percobaan dilakukan berdasarkan rancangan acak kelompok. Pengamatan berlangsung selama bunting dan laktasi, dengan rincian masa bunting tua selama dua bulan dan masa laktasi dua bulan yang didahului dua minggu masa adaptasi. Parameter yang diukur meliputi pH, N-NH₃, *Volatile Fatty Acid* (VFA), metana, retensi nitrogen (N), dan pertambahan bobot hidup anak domba. Pengumpulan data konsumsi dilakukan setiap hari selama masa percobaan dengan cara menimbang jumlah pemberian dan menimbang kembali sisa yang tidak dimakan kemudian dirata-rata. Penimbangan ternak dilakukan setiap dua minggu pada pagi hari sebelum ternak diberi makan. Pada minggu akhir percobaan dilakukan pengumpulan feses dan urin

selama tujuh hari berturut-turut untuk keperluan perhitungan pencernaan dimana setiap 24 jam feses dan urin ditampung ke dalam wadah yang tersedia dan diambil sampel sebanyak 10% dari total yang tertampung. Sampel feses dikeringkan dan digiling untuk keperluan analisis. Untuk mengurangi penguapan nitrogen urin, pada tempat penampung urin diberi asam sulfat pekat sejumlah 5 ml setiap kali menampung. Sampel urin yang terkumpul sebelum dianalisa disimpan dalam *freezer*. Analisis protein pakan, feses dan urin menggunakan metode Kjeldal (AOAC, 1984). Pengambilan sampel cairan rumen dilakukan dengan menggunakan *stomach tube* pada akhir percobaan yaitu 4 jam setelah pemberian pakan. pH cairan rumen diukur dengan pH meter sesaat setelah pengambilan sampel. Selanjutnya ditambahkan dua tetes asam sulfat pekat ke dalam cairan rumen untuk menghentikan proses fermentasi dan selanjutnya disimpan dalam *freezer* sebelum dianalisa VFA dan NH₃. Analisa VFA dilakukan dengan teknik kromatografi gas dan kadar NH₃ cairan rumen dengan metode Conway. Emisi metana dari fermentasi rumen dihitung menggunakan persamaan ORSKOV dan RYLE (1990), yaitu: CH₄ (mM) = 0,5 asetat - 0,25 propionat + 0,5 butirat. Data yang terkumpul dianalisis sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji kontras ortogonal untuk menguji perbedaan nilai tengah perlakuan (STEEL dan TORRIE, 1980).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai pH, N-NH₃ dan VFA cairan rumen

Tingkat keasaman cairan rumen yang normal dapat mendukung kehidupan mikroba rumen. Rataan nilai pH untuk semua ransum tidak menunjukkan perbedaan (Tabel 2). Nilai pH cairan rumen sebesar $6,36 \pm 0,15$ masih mampu untuk mendukung kehidupan mikroba rumen, karena masih dalam kisaran normal 6,0-7,3 (ORSKOV dan RYLE, 1990). Serupa dengan hasil penelitian sebelumnya pemberian protein dengan perbedaan tingkat degradasi dari bungkil kedelai yang diberi perlakuan dekstrosa dibandingkan dengan bungkil kedelai tanpa perlakuan, tidak mempengaruhi nilai pH baik pada penggunaan konsentrat tinggi maupun rendah (DEVANT *et al.*, 2001).

Kadar amonia (N-NH₃) cairan dalam rumen juga tidak dipengaruhi oleh perbedaan suplemen protein dalam ransum. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat degradasi protein di dalam rumen tidak berbeda ($P > 0,05$) diantara ketiga suplemen protein. Menurut KALBANDE dan THOMAS (2001) konsentrasi N-NH₃ meningkat dengan semakin meningkatnya jumlah protein yang terdegradasi dan terlarut. Nilai rata-ran N-NH₃ untuk RK = 7,4 mM, RKT = 9,4 mM dan RTI = 8,0 mM masih merupakan kadar optimal untuk mendukung sintesis protein mikroba rumen. Seperti yang dilaporkan oleh PUASTUTI *et al.* (2006) bahwa kadar N-NH₃ yang dihasilkan dari pemberian protein terproteksi cairan getah pisang adalah sebesar 7-8 mM. Kadar N-NH₃ pada ransum RK lebih rendah dibandingkan dengan RKT, menunjukkan protein bungkil kedelai walaupun diproteksi oleh cairan getah pisang masih dapat didegradasi oleh mikroba rumen. Demikian juga tingkat degradasi protein pada RKT lebih tinggi dibandingkan dengan RTI namun secara statistik tidak berbeda.

Penggunaan tanin sebagai pelindung protein diharapkan akan menghasilkan ikatan hidrofobik antara cincin aromatik dari struktur tanin dengan bagian hidrofobik dari protein (SMITH *et al.*, 2005). Pengikatan protein oleh tanin dari getah pisang tidak ditunjukkan dalam penelitian ini. Hasil penelitian ini serupa dengan yang dilaporkan sebelumnya oleh HERVAS *et al.* (2003) dan KOMOLONG *et al.* (2001) pada pakan *lucerne* (*Medicago sativa*) hay yang disuplementasi dengan ekstrak tanin *quebraco* tidak menghasilkan ikatan yang kuat dengan protein.

Besarnya VFA merupakan produk fermentasi mikroba rumen sebagai sumber energi utama bagi ruminansia, sedangkan bagi mikroba rumen hanya asam lemak yang berantai cabang yang berguna bagi dirinya. Perbedaan suplemen protein tidak menunjukkan perbedaan ($P > 0,05$) terhadap produk VFA cairan rumen. Pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) dari perbedaan

suplemen protein hanya terjadi pada proporsi C2 dan nC4 (Tabel 2). Ransum dengan kadar serat kasar lebih tinggi, menghasilkan kadar dan porsi asam asetat (C2) lebih tinggi (Tabel 2). Pada penelitian ini konsumsi rumput Gajah sebesar 60% dan konsentrat 40%. Produksi asetat pada domba induk laktasi merupakan prekursor untuk asam lemak susu yang bermanfaat bagi anak domba. Pada ransum RTI proporsi C2 dan nC4 paling tinggi dibandingkan dengan ransum RK dan RKT. Nilai C2 dan C4 dari ketiga ransum bila dijumlahkan menghasilkan nilai yang relatif sama, menunjukkan semua ransum memiliki potensi yang bersifat acetogenik. Menurut LITHERLAND *et al.* (2000) total VFA tidak dipengaruhi oleh perbedaan sumber protein ransum, berturut-turut dari yang terkecil yaitu *corn gluten meal*, tepung bulu, bungkil biji kapas dan tepung ikan yang diukur sebelum dan sesudah pemberian pakan. Demikian juga menurut IPHARRAGUERRE *et al.* (2005) yang mengganti protein bungkil kedelai dengan protein campuran asal ikan dan hewan yang tidak menghasilkan perbedaan pada VFA total maupun komposisinya. Pengaruh tanin pada bungkil kedelai sebagai sumber proteksi protein tidak menunjukkan pengaruh terhadap produksi VFA seperti yang dilaporkan oleh HERVAS *et al.* (2003); GETACHEW *et al.* (2008).

Tingginya produksi C2 diikuti dengan tingginya emisi metana. Sebaliknya meningkatnya produksi C3 akan menurunkan emisi metana, karena untuk sintesis C3 digunakan ion hidrogen yang merupakan prekursor utama pembentukan gas metana. Domba yang mendapat ransum dengan suplemen bungkil kedelai terproteksi getah pisang (RKT) paling tidak efisien dalam menghasilkan energi karena menghasilkan emisi metana sebesar 70,3 mM atau 37,2% dari total energi VFA. Dilihat dari nilai gas metana maka ransum dengan suplemen tepung ikan paling efisien demikian juga nilai retensi nitrogennya.

Ketersediaan dan retensi N

Meningkatnya kadar N-NH₃ mencerminkan jumlah protein yang *bypass* rumen rendah sehingga menurunkan jumlah nitrogen teretensi (Tabel 3).

Pada penelitian ini penggunaan protein tahan degradasi asal bungkil kedelai terproteksi dan tepung ikan belum menghasilkan perbedaan kadar N-NH₃ rumen dibandingkan dengan penggunaan suplemen bungkil kedelai tanpa proteksi. Kadar N-NH₃ yang tinggi pada RTI diikuti pula dengan kadar N urinnya sehingga dihasilkan jumlah retensi nitrogen yang tidak berbeda dengan perlakuan lainnya. Nilai retensi nitrogen untuk RKT (4,92 g/e) lebih rendah ($P < 0,05$) dibandingkan dengan RK (12,52 g/e) dan RTI (17,11 g/e). Hasil serupa pernah dilaporkan oleh PUASTUTI *et al.* (2006) bahwa penggunaan bungkil

Tabel 2. Pengaruh perbedaan suplemen protein terhadap fermentasi rumen

Uraian	RK	RKT	RTI
pH	6,3 ± 0,2	6,4 ± 0,1	6,4 ± 0,2
N-NH ₃ (mM)	7,4 ± 1,3	9,4 ± 3,2	8,0 ± 1,3
VFA Total	122,5 ± 62,6	190,3 ± 72,5	142,3 ± 85,8
C2 (%)	75,1 ^b ± 3,0	75,3 ^b ± 3,6	68,4 ^a ± 6,7
C3 (%)	17,7 ± 2,8	16,3 ± 1,7	21,5 ± 5,8
iC4 (%)	1,3 ± 0,5	1,3 ± 0,8	1,6 ± 0,7
nC4 (%)	5,1 ^{ab} ± 0,6	4,8 ^a ± 1,4	7,5 ^c ± 1,5
iC5 (%)	0,6 ± 0,2	0,8 ± 0,5	0,7 ± 0,3
nC5 (%)	0,4 ± 0,1	0,7 ± 0,4	0,5 ± 0,1
Rasio C2 : C3	4,4 ± 0,9	4,5 ± 0,9	3,4 ± 1,0
Metana rumen (mM)	43,8 ^a ± 22,1	70,3 ^b ± 25,1	36,5 ^a ± 15,6
Energi metana (% VFA Total)	35,7 ^{ab} ± 1,6	37,2 ^b ± 1,6	32,8 ^a ± 4,5

Huruf berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$)

RK = Ransum dengan suplemen bungkil kedelai

RKT = Ransum dengan suplemen bungkil kedelai diproteksi

RTI = Ransum dengan suplemen tepung ikan

Tabel 3. Ketersediaan dan retensi N

Uraian	RK	RKT	RTI
Konsumsi N (g/e)	29,75 ^a	27,5 ^a	31,32 ^b
N feses (g/e)	5,64	6,09	6,48
N urin (g/e)	11,59 ^a	16,49 ^b	7,73 ^a
N tersedia (g/e)	24,11 ^b	21,41 ^a	24,84 ^b
N teretensi (g/e)	12,52 ^b	4,92 ^a	17,11 ^b

Huruf berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$)

RK = Ransum dengan suplemen bungkil kedelai

RKT = Ransum dengan suplemen bungkil kedelai diproteksi

RTI = Ransum dengan suplemen tepung ikan

kedelai terproteksi getah pisang tidak berpengaruh terhadap jumlah N teretensi. Retensi N tertinggi diperlihatkan pada domba yang mendapat ransum dengan suplemen tepung ikan seperti yang dilaporkan oleh LITHERLAND *et al.* (2000) dan PUASTUTI (2005). Ransum RKT dengan suplemen protein bungkil kedelai yang dicampur cairan getah pisang sebagai agen proteksi belum menghasilkan ikatan yang kuat antara tanin dengan protein bungkil kedelai sehingga degradasi protein ransum RKT masih tinggi seperti yang ditunjukkan oleh tingginya N urin. Tingginya N urin

menggambarkan banyaknya urea yang terbuang sebagai akibat tingginya NH₃ hasil degradasi protein di dalam rumen yang tidak dimanfaatkan untuk sintesis protein oleh mikroba rumen.

KESIMPULAN

Suplemen protein bungkil kedelai terproteksi cairan getah pisang dalam ransum belum mampu menggantikan protein tepung ikan sebagai protein tahan degradasi rumen yang ditunjukkan dengan tingginya kadar amonia cairan rumen dan retensi nitrogen yang lebih rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- DEVANT, M., A. FERRET, S. CALSAMIGLIA, R. CASALS and J. GASA. 2001. Effect of nitrogen source in high-concentrate, low-protein beef cattle diets on microbial fermentation studied *in vivo* and *in vitro*. *J. Anim. Sci.* 79: 1944-1953.
- GETACHEW, G., W. PITTOFF, D.H. PUTNAM, A. DANDEKAR, S. GOYAL and E.J. DEPETERS, 2008. The influence of addition of gallic acid, tannic acid, or quebracho tannins to alfalfa hay on *in vitro* rumen fermentation and microbial protein synthesis. *Anim. Feed Sci. Technol.* 140: 444-461.

- HERVAS, G., P. FRUTOS, F. JAVIER GIRÁLDEZ, Á.R. MANTECÓN and M.C. ÁLVAREZ DEL PINO. 2003. Effect of different doses of quebracho tannins extract on rumen fermentation in ewes. *Anim. Feed Sci. Technol.* 109: 65-78.
- IPHARRAGUERRE, I.R., J.H. CLARK and D.E. FREEMAN. 2005. Varying protein and starch in the diet of dairy cow. I. Effects on ruminal fermentation and intestinal supply of nutrients. *J. Dairy Sci.* 88: 2537-2555.
- KALBANDE, V.H. and C.T. THOMAS. 2001. Effect of feeding bypass on rumen fermentation profile of crossbred cows. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 14: 974-978.
- KOMOLONG, M.K., D.G. BARBER and D.M. MCNEILL. 2001. Post-ruminal protein supply and N retention of weaner sheep fed on a basal diet of Lucerne hay (*Medicago sativa*) with increasing levels of quebracho tannins. *Anim. Feed Sci. Technol.* 92: 59-72.
- LITHERLAND, A.J., T. SAHLU, C.A. TOERIEN, R. PUCHALA, K. TESFAI and A.L. GOETSCH. 2000. Effect of dietary protein source on mohair growth and body weight of yearling angora doelings. *Small Rum. Res.* 38: 29-35.
- MATHIUS, I-W., D. YULISTIANI dan W. PUASTUTI. 2002. Pengaruh substitusi protein kasar dalam bentuk bungkil kedelai terproteksi terhadap penampilan domba bunting dan laktasi. *JITV.* 7: 22-29.
- MCCORMICK, M.E., J.D. WARD, D.D. REDFEARN, D.D. FRENCH, D.C. BLOUIN, A.M. CHAPA and J.M. FERNANDEZ. 2001. Supplemental dietary protein for grazing dairy cows: Effect on pasture intake and lactation performance. *J. Dairy Sci.* 84: 896-907.
- MIN, B.R., G.T. ATTWOOD, K. REILLY, W. SUN, J.S. PETERS, T.N. BARRY and W.C. MCNABB. 2002. *Lotus corniculatus* condensed tannins decrease *in vivo* populations of proteolytic bacteria and effect nitrogen metabolism in the rumen of sheep. *Can. J. Microbiol.* 48: 911-921.
- ORSKOV, E.R. and M. RYLE. 1990. Energy Nutrition in Ruminant. Elsevier Appl. Sci. London.
- PUASTUTI, W. 2005. Tolok Ukur Mutu Protein Ransum dan Relevansinya dengan Retensi Nitrogen serta Pertumbuhan Domba. *Disertasi.* Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- PUASTUTI, W., D. YULISTIANI dan I.W. MATHIUS. 2006. Bungkil kedelai terproteksi cairan batang pisang sebagai pakan imbuhan ternak domba: *In sacco* dan *in vivo*. *JITV* 11: 106-115.
- SMITH, A.H., E. ZOETENDAL and R.I. MACKIE. 2005. Bacterial mechanisms to overcome inhibitory effect of dietary tannins. *Microb. Ecol.* 50: 197-205.
- STEEL, R.G.D. and J.H. TORRIE. 1980. Principle and Procedure of Statistics. McGraw-Hill Book Co. Inc. New York.
- STERN, M.D., A. BACH and S. CALSAMIGLIA. 2006. New concepts in protein nutrition in ruminants. 21st Annual Southwest Nutrition & Management Conference. February 23-24, 2006. Tempe, AZ.
- WINA, E. 2001. Tanaman pisang sebagai pakan ternak ruminansia. *Wartazoa* 11: 20-27.
- YULISTIANI, D., W. PUASTUTI, I-W. MATHIUS and E. WINA. 2002. The utilization of banana stem juice as a tannin source to protect protein feed from degradation in the rumen: *In Vitro* protein digestibility. Proc. the 3rd International Seminar on Tropical Animal Production. October 15-16, 2002. Part 2. Supporting Papers. Faculty of Animal Science, Gadjah Mada University, Yogyakarta, Indonesia. pp. 28-32.
- YULISTIANI, D., W. PUASTUTI dan I-W. MATHIUS. 2010. Pengaruh pencampuran cairan batang pisang dan pemanasan terhadap degradasi bungkil kedelai di dalam rumen domba. *JITV* 15: 1-8.