

**PENGARUH PAKAN BUNGKIL KEDELAI TERPROTEKSI TANIN TERHADAP  
PRODUKSI GAS METAN DAN GLUKOSA DARAH  
PADA DOMBA EKOR TIPIS**

*(Effect of Protected Soybean Meal With Different  
Level of Tannins To Methane Production and Blood Glukosa on Sheep)*

**Nuraliah, S.<sup>1</sup>, Purnomoadi, A.<sup>2</sup>, Nuswantara, L.K.<sup>2</sup>**

<sup>1)</sup> Mahasiswa Pasca Sarjana Fakultas Peternakan Dan Pertanian Universitas Diponegoro  
Kampus drh. Soejono Koesoemowardojo Tembalang Semarang 50275  
✉ email: nuraliah.sofyan@gmail.com

<sup>2)</sup> Fakultas Peternakan Dan Pertanian Universitas Diponegoro  
Kampus drh. Soejono Koesoemowardojo Tembalang Semarang 50275

Diterima: 13 September 2014 Disetujui: 28 Juni 2015

**ABSTRACT**

*This research was aimed to study effect of protected soybean meal with different level of tannin in complete feed. Sixteen thin tail male sheep of 8 months old with  $11.81 \pm 1.65$  kg of average of body weight were used in this study. Treatments of different level of tannin protein were allowed according to a completely randomized design, with 4 replicates for each treatment. The treatments were T0 (15% soybean meal on complete feed without tannin protection), T1 (15% soybean meal with 0.5% tannin in complete feed), T2 (15% soybean meal with 1% tannin in complete feed), and T3 (15% soybean meal with 1.5% tannin in complete feed). Processing data using analysis of variance, if there effect of treatment followed by Duncan's multiple range test. The Research results showed level of tannin protection to 15% soybean meal did not effect ( $P > 0.05$ ) on methane production, Feses energy and feed urine energy, but significantly ( $P < 0.05$ ) affected the blood glucose production in 15% soybean meal with 1% protected by tannin.*

**Keywords:** *Tannin, methane and glucose*

**ABSTRAK**

Penelitian dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh pemanfaatan protein bungkil kedelai terproteksi tanin pada level yang berbeda dalam pakan komplit. Penelitian menggunakan domba ekor tipis jantan umur  $\pm 8$  bulan sebanyak 16 ekor dengan bobot badan  $11,81 \pm 1,65$  kg dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan, perlakuan meliputi P0: 15% bungkil kedelai tanpa proteksi tanin dalam pakan komplit, P1: 15% bungkil kedelai diproteksi 0,5% tanin dalam pakan komplit, P2: 15% bungkil kedelai diproteksi 1% tanin dalam pakan komplit dan P3: 15% bungkil kedelai diproteksi 1,5% tanin dalam pakan komplit. Pengolahan data menggunakan analisis ragam, apabila ada pengaruh perlakuan dilanjutkan dengan uji wilayah ganda Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proteksi bungkil kedelai dalam pakan komplit tidak berpengaruh ( $P > 0,05$ ) terhadap produksi gas metan, energi feses dan energi urin tetapi berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap produksi glukosa darah. Kesimpulan bahwa bahwa 15% bungkil kedelai terproteksi tanin dalam pakan komplit pada domba ekor tipis tidak memberikan pengaruh terhadap pengurangan emisi gas metan, akan tetapi 15% bungkil kedelai terproteksi 1% tanin dalam pakan komplit berkontribusi pada peningkatan glukosa darah.

**Kata kunci:** Domba ekor tipis, tanin, metan, glukosa darah

## PENDAHULUAN

### Latar belakang

Domba merupakan ternak dengan daya adaptasi cukup tinggi dan banyak tersebar di wilayah Indonesia. Populasi domba lokal paling tinggi berada di Pulau Jawa, yang menyebar di Jawa Barat (61%), Jawa Tengah (16 %) dan Jawa Timur (8 %), 18% menyebar di luar Pulau Jawa (Dirjen Peternakan dan Keswan Kementan RI , 2012). Domba ekor tipis merupakan salah satu domba lokal yang sistem pemeliharaannya masih tradisional sehingga belum memperhatikan kecukupan nutrisi dalam pemenuhan kebutuhan ternak. Prawoto *et al.* (2001) menyatakan bahwa domba lokal yang pemeliharaannya secara tradisional menghasilkan rata-rata pertambahan bobot badan harian (PBBH) sebesar 30 g/hari, lebih rendah dibanding domba lokal yang dipelihara dengan perbaikan pakan yang mampu mencapai 57–132 g/hari.

Pakan ruminansia yang berkualitas sangat tergantung pada tingkat ketersediaan protein pakan yang mampu memberikan kontribusi pada perkembangbiakan mikrobia secara maksimal dalam rumen dan mampu mensuplai protein pakan di intestinum. Ishler dan Varga (2001) menyatakan bahwa fermentasi di dalam rumen mencakup dua proses utama, yaitu 1) proses degradasi komponen bahan pakan (karbohidrat, protein kasar dan lemak); 2) proses sintesis kembali zat makanan (protein, asam amino, asam nukleat, karbohidrat dan lemak) di dalam biomassa mikroorganisme. Protein yang dikonsumsi oleh ruminansia mengalami dua kemungkinan, yaitu lolos atau didegradasi oleh mikrobia dan protozoa yang bersifat proteolitik melalui aktivitas proteolisis

(perombakan protein menjadi peptida dan asam amino) dan aktivitas deaminasi. Dijelaskan lebih lanjut bahwa protein yang mudah didegradasi akan menghasilkan amonia, yang dapat menunjang proses produksi N mikroba. Pemanfaatan bahan pakan dengan protein kasar yang tinggi perlu diproteksi agar dapat dimanfaatkan secara optimal dalam ransum. Bahan pakan sumber protein yang umum diberikan pada ternak yaitu bungkil kedelai. Bungkil kedelai mengandung protein sekitar 25 – 32%, sehingga mempunyai potensi sebagai suplementasi protein. Menurut Devant *et al.* (2000) bahwa potensial degradasi bungkil kedelai mencapai  $92 \pm 2,7\%$ . Oleh karena itu protein bungkil kedelai perlu dilindungi agar lolos dari degradasi mikroba dalam rumen.

Pemanfaatan energi dipengaruhi oleh kualitas pakan yang dikonsumsi ternak. Karakteristik struktur dan bentuk ikatan dari karbohidrat dengan komponen lain dalam bahan pakan menentukan tingkat pencernaan nutrisi dan degradabilitasnya di dalam rumen. Karbohidrat yang dicerna pada usus halus dapat menghasilkan energi yang lebih efisien hingga 42% dibandingkan energi yang dihasilkan dari proses fermentasi rumen. Energi yang dikonsumsi, tidak semuanya dimanfaatkan oleh ternak dan kemudian akan dikeluarkan melalui feses, urin, gas metana dan panas. Dari beberapa uraian di atas melatarbelakangi sehingga perlu diteliti seberapa besar energi yang dapat dimanfaatkan ternak domba yang diberi pakan sumber protein terproteksi tanin. Oleh sebab itu, pada penelitian ini bertujuan menguji efektivitas tanin sebagai bahan yang digunakan dalam memproteksi pakan sumber protein guna menurunkan degradabilitas protein dan menurunkan kehilangan energi pada domba ekor tipis.

## MATERI DAN METODE

### Materi

Penelitian ini menggunakan enam belas ekor domba ekor tipis (jantan) umur  $\pm$  8 bulan dengan bobot badan  $11,81 \pm 1,65$  kg ditempatkan di dalam kandang individual secara acak untuk memperoleh perlakuan selama 12 minggu. Komposisi dan kandungan nutrisi pakan perlakuan ditampilkan pada tabel 1.

### Metode

Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan, sehingga seluruh unit terdapat 16 unit percobaan. Perlakuan penelitian terdiri dari P0: 15% bungkil kedelai tanpa proteksi tanin dalam pakan komplit, P1: 15% bungkil kedelai diproteksi 0,5% tanin dalam pakan komplit, P2: 15% bungkil kedelai diproteksi 1% tanin dalam pakan komplit dan P3: 15% bungkil kedelai diproteksi 1,5% tanin dalam pakan komplit.

### Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan dalam tiga tahap, yaitu masa adaptasi (1 minggu), periode awal (1 minggu) dan masa pemeliharaan (10 minggu). Pakan ini diberikan 3 kali sehari pukul 07.00, 13.00 dan 18.00. Pakan

sisanya dikumpulkan dan ditimbang setiap pagi hari berikutnya dan air tawar diberikan secara *ad libitum*. Domba ditimbang setiap minggu untuk menentukan jumlah pakan yang diberikan. Ransum penelitian disusun berdasarkan standar kebutuhan bahan kering (BK) ransum berdasarkan bobot badan dengan menggunakan pakan komplit yang ditambahkan dengan bungkil kedelai terproteksi. Adapun ransum yang digunakan pada penelitian ini dibedakan berdasarkan level tanin daun bakau dalam memproteksi bungkil kedelai. Ekstraksi tanin diperoleh dengan cara mengambil sampel sebanyak 100g daun bakau yang telah dikeringkan kemudian dibungkus dengan menggunakan kertas saring lalu dimasukkan ke dalam soxlet yang diisi alkohol 96% sebagai pelarut (Marnoto *et al.*, 2012). Kemudian hasil ekstraksi yang diperoleh, diuapkan untuk memisahkan pelarut dengan senyawa tanin dan kemudian dikristalkan menjadi kristal tanin.

Proteksi bungkil kedelai dengan tanin dilakukan dengan melarutkan kristal tanin dalam air kemudian disemprotkan merata pada bungkil kedelai masing-masing 0%, 0,5%, 1% dan 1,5%, persen tanin dihitung berdasarkan volum per bobot. Pakan lengkap diformulasi menggunakan rumput gajah, bekatul, bungkil kedelai terproteksi, kulit singkong dan mineral. Formulasi dan kandungan nutrisi bahan pakan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

**Tabel 1.** Formulasi dan kandungan nutrisi bahan pakan

Bahan pakan	Komposisi	BK*	PK*	SK*	TDN**
	Kg (Dalam BK)	%	-----(%BK)-----		
Rumput gajah	29	94,84	17,33	39,38	53,65*
Bekatul	29	91,38	3,41	32,76	82,71*
BKT	15	88,39	46,00	5,09	89,73*
Kulit Singkong	26	88,12	4,69	20,08	58,20*
Mineral	1	93,92	0	0	0
Pakan komplit	100	90,24	14,13	26,90	69,12

Keterangan : BKT = Bungkil kedelai Terproteksi, BK = Bahan Kering, PK = Protein Kasar, LK = Lemak Kasar, SK = Serat Kasar, TDN = *Total Digestible Nutrients*

### Sumber:

- \*) Dianalisis proksimat di Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro
- \*\*) Berdasarkan perhitungan menggunakan rumus Hartadi *et al.* (1993)

## Parameter yang diamati

Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah emisi gas metan dan produksi glukosa darah. Pengambilan data dilakukan dengan metode sebagai berikut:

Perhitungan gas metan dilakukan selama 2 x 24 jam dengan lama pengukuran 10 menit dan interval selama 3 jam. Metan diukur dengan memasang cerobong muka pada ternak yang terhubung dengan methan analyzer (*Horiba Ltd, Japan*) dan *airflow* meter. Nilai 1 liter metan setara dengan 9,45 kilo kalori (Kkal) dari 1 kalori disetarakan menjadi 4,184 joule (*Kawashima et al., 2001*).

Pengukuran energi feses dan urin dilakukan dengan metoda total koleksi pada minggu ke-2, Sampel feses dan urin diambil secara proporsional setiap hari berdasarkan nilai proporsinya untuk ternak kecil (Domba) dikoleksi seluruhnya dan diperoleh dari pengambilan sampel hari pertama. Hasil total koleksi urin selama 7 hari dicampur hingga homogen, kemudian sampel diambil untuk di analisa sebanyak 300 ml. Hasil total koleksi feses selama 7 hari dikeringkan, kemudian dihancurkan dan dihomogenkan kemudian diambil sebanyak 200 g untuk di analisis. Sampel urin sebanyak 20 g dimasukkan ke dalam wadah yang sudah diketahui nilai energinya dan di oven selama 7 hari pada suhu 60° C. Analisis feses dan urin menggunakan alat bom kalorimeter.

Analisis kandungan glukosa darah dilakukan dengan cara sampel darah di ambil pada minggu ke-3. Sampel darah diambil menggunakan spuit dan kemudian disuntikkan pada bagian vena jugularis. Reagen untuk analisa glukosa menggunakan glukosa kit (*Bavaria Diagnostica, Hamburg, Germany*),

kemudian analisisnya menggunakan alat Spektrofotometer (*Coomer et al., 1993*).

## Analisa Statistik

Data yang dihasilkan dari percobaan diatas dianalisis secara statistik dengan menggunakan analisis ragam (analysis of variance ANOVA) dan jika terdapat perbedaan nyata diantara perlakuan dengan uji F pada taraf 5% maka, dilanjutkan dengan uji wilayah berganda Duncan (*Steel dan Torrie, 1991*).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Feses merupakan hasil keluaran energi terbesar yang hilang dari pakan. Kisaran energi yang keluar melalui feses tidak berbeda ( $P > 0,05$ ), diduga karena penggunaan level tanin pada pakan perlakuan dalam penelitian ini belum mampu memperbaiki proses pencernaan pakan pada ternak domba yang diteliti. Selain itu, keluaran energi dalam hal ini feses juga dipengaruhi oleh jenis, kualitas pakan serta pencernaan energi, sehingga energi pakan yang terbuang melalui feses tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Pengeluaran energi pada feses dipengaruhi oleh konsumsi bahan kering, kualitas pakan, jenis ternak, konsumsi nitrogen, kandungan serat kasar dan energi pakan (*Bondi, 1987; Parakkasi, 1999*).

**Tabel 2.** Partisi Pemanfaatan Energi Pakan

Parameter	P0	P1	P2	P3	Sign
Total pengeluaran Energi (MJ/hari)					
Feses	4,25	4,50	4,00	3,75	ns
Urin	0,09	0,12	0,16	0,13	ns
Metan	0,99	1,08	0,97	1,02	ns

Keterangan: ns) tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ )

Keluaran energi dalam urin secara statistik tidak berpengaruh ( $P > 0,05$ ), hal ini disebabkan karena tidak terdapat perbedaan pada konsumsi pakan khususnya protein pakan dalam pakan komplit serta bungkil kedelai yang telah di proteksi tanin. Hal ini didukung oleh penelitian Jayanegara (2009) bahwa pakan sumber protein yang diproteksi dengan menggunakan tanin akan berpengaruh terhadap produksi nitrogen sebagai perkursor dari energi yang terbuang melalui urin. Energi gas metan yang dikeluarkan pada domba penelitian yang diberi perlakuan pakan komplit dengan penambahan tanin, masing-masing P0 sebesar 0,99 MJ/hari, P1 sebesar 1,08 MJ/hari, P2 sebesar 0,97 MJ/hari dan P3 sebesar 1,02 MJ/hari. Hasil analisis statistik tidak menunjukkan pengaruh ( $P > 0,05$ ) terhadap produksi gas metan. Energi metan yang diperoleh tidak menunjukkan perbedaan diduga karena penambahan tanin pada bungkil kedelai belum mampu memberikan pengaruh terhadap fermentasi karbohidrat di dalam rumen. Emisi gas metan yang dikeluarkan oleh ternak dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu kualitas pakan, kandungan serat kasar, konsumsi pakan, pencernaan pakan (Kurihara *et al.*, 1997). Pakan sumber protein terproteksi tanin pada domba perlakuan pada penelitian ini belum menunjukkan pengaruh ( $P > 0,05$ ) terhadap produksi gas metan pada domba ekor tipis, tetapi pada beberapa penelitian sebelumnya

malaporkan bahwa penggunaan tanin dalam memproteksi pakan sumber protein dalam perlakuan dapat mempengaruhi produksi gas methan dari berbagai jenis pakan (Waghorn *et al.*, 2002; Woodward *et al.*, 2002). Hal ini diduga dipengaruhi oleh aras penggunaan tanin serta jumlah pakan sumber protein yang diproteksi sehingga belum mampu memberikan kontribusi terhadap penurunan gas metan. Hal ini didukung oleh Hervas *et al.* (2000) bahwa penambahan berbagai jenis tanin tidak berpengaruh terhadap pengurangan produksi gas metan yang dipengaruhi oleh level tanin serta jenis tanin yang digunakan hal tersebut didukung oleh Sliwinski *et al.* (2002) bahwa proteksi bungkil kedelai dengan tanin tidak menurunkan produksi metana secara signifikan diduga oleh konsentrasi tanin yang ditambahkan pada penelitian rendah sehingga belum mencapai limit konsentrasi yang cukup untuk menurunkan metan. Menurut Jayanegara *et al.* (2008) bahwa penambahan jenis tanin murni sebanyak 0,5 mg/ml dapat menurunkan produksi gas metan.

## Konsentrasi Glukosa Darah

**Tabel 3.** Produksi Kadar Glukosa Darah pada setiap perlakuan

Glukosa Darah	Perlakuan			
	P0	P1	P2	P3
Kadar Glukosa darah	66.53 <sup>b</sup>	62,13 <sup>b</sup>	75,62 <sup>a</sup>	67,37 <sup>b</sup>

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

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa kadar glukosa darah antara domba dengan pemberian pakan perlakuan berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ). Rata-rata kadar glukosa darah untuk domba perlakuan berkisar 62,13 – 75,62 mg/dl, hal tersebut sesuai dengan hasil yang dilaporkan oleh Mayulu (2012) bahwa nilai glukosa darah pada domba di peroleh berkisar 73,70 – 81,18 mg/dl, dan didukung oleh pendapat Fraser *et al.*, (1986), bahwa kadar glukosa darah pada domba sehat sebesar 44–81,2 mg/dl. Hal ini menunjukkan bahwa proses metabolisme energi pada domba yang diteliti dengan penambahan pakan terproteksi tanin berada pada kondisi yang normal.

Uji wilayah berganda Duncan menghasilkan bahwa terdapat perbedaan ( $P < 0,05$ ) pada produksi glukosa darah. Pada perlakuan pemberian pakan yang sebanyak 15% bungkil kedelai dalam total pakan komplit yang diproteksi tanin pada konsentrasi 1% mampu menghasilkan produksi glukosa darah yang berbeda. Dari data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa produksi glukosa darah yang dihasilkan pada perlakuan P2 lebih tinggi dibandingkan pada perlakuan lainnya (P0, P1 dan P3). Tingginya produksi glukosa darah pada perlakuan P2 diduga karena pakan sumber protein yang diproteksi tanin sebanyak 1% mampu mengurangi degradasi

protein pakan sehingga mampu meningkatkan fermentabilitas dalam rumen dan menunjang peningkatan produksi glukosa darah. Hal ini didukung oleh pendapat Jayanegara *et al.* (2009) menyatakan bahwa proteksi dengan penambahan tanin pada pakan mampu mengurangi tingkat didegradasi protein oleh mikroba rumen, sehingga mampu mempengaruhi fermentabilitas dalam rumen yang berdampak positif pada peningkatan kadar glukosa darah.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa 15% bungkil kedelai terproteksi tanin dalam pakan komplit pada domba ekor tipis tidak memberikan pengaruh terhadap pengurangan emisi gas metan, akan tetapi 15% bungkil kedelai terproteksi 1% tanin dalam pakan komplit berkontribusi pada peningkatan glukosa darah.

### Saran

Perlu dilakukan studi lebih lanjut dalam pencarian level optimal penggunaan tanin pada pakan sumber protein terhadap pengaruhnya pada penurunan gas metan

pakan dalam menunjang pemanfaatan energi pada domba ekor tipis.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bondi, A. A. 1987. *Animal Nutrition*. Chichester: A Wiley-Interscience Publication (John Wiley & Sons).
- Coomer, J. C., H. E. Amos, C. C. Williams, and J.G. Wheeler. 1993. "Response of early lactation cows to fat supplementation in diets with different nonstructural carbohydrate concentration." *J. Dairy. Sci.* 76: 3747 – 3754.
- Devant, M., A. Ferret, J. Gasa, S. Calsamiglia, and R. Casals. 2000. "Effects of protein concentration and degradability on performance, ruminal fermentation and nitrogen metabolism in rapidly growing heifers fed high-concentrate diets from 100 to 230 kg body weight." *Journal of Animal Science*, 78: 1667-1676.
- Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan Kementerian Pertanian RI (Dirjend Peternakan dan Keswan Kementan). 2012. *Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan*. Jakarta: Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan Kementerian Pertanian RI. CV. Alindra Dunia Perkasa.
- Fraser, H. E., A. Mays, H. E. Amstutz, J. Archibald, J. Armour, D. C. Blood, P. M. Newberne, and G. H. Snoeyenbos. 1986. "The Merck Veterinary Manual." Merck and Co., Inc., Rahway, N. J. USA. p.1- 1677.
- Hartadi, H., S. Reksohadiprodjo, dan A. D. Tillman. 1993. *Tabel Komposisi Bahan Pakan untuk Indonesia*. Edisi ke-2. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- 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.
- Ishler, G. and Varga. 2001. *Carbohydrate Nutrition for Lactating Dairy Cattle*. 1th ed. USA: The Pennsylvania State. University Publ.
- Jayanegara, A., H. P. S. Makkar, dan K., Becker. 2008. "Emisi metana fermentasi rumen *in vitro* ransum hay yang mengandung tanin murni pada konsentrasi rendah." *Media Peternakan*. 32 (3): 185-195.
- Jayanegara, A., H. P. S. Makkar, A., Sofyan, dan K., Becker. 2009. "Kinetika produksi gas, pencernaan bahan organik dan produksi gas metana *in vitro* pada hay dan jerami yang disuplementasi hijauan mengandung tanin." *Media Peternakan*. 32 (2): 120-129.
- Kawashima, T., W. Suwarnal, F. Terada, and M. Shibata. 2001. "Respiration trial system using ventilated flow-through method with facemask." *JIRCAS*. 9:53-74.
- Kurihara, M., M. Shibata, T. Nishida, A. Purnomoadi, dan R. Terada. 1997. "Methane Production and Its Dietary Manipulation in Ruminants." *In: Microbes and Digestive Physiology in Ruminant*. Tokyo: Japan Scientific Societies Press and Karger.

- Marnoto, T, G. Haryono, D. Gustinah, dan F. A. Putra. 2012. "Ekstraksi tannin sebagai bahan pewarna alami dari tanaman putrimalu (*Mimosa pudica*) menggunakan pelarut organik." *Reaktor*. 14 (1): 39 – 45.
- Mayulu, H., Sunarso, C., I. Sutrisno, dan Sumarsono. 2012. "The effect of amofer palm oil waste-based complete feed to blood profiles and liver function on local sheep." *IJSE*. 3 (1) 17-21.
- Parakkasi, A. 1999. *Ilmu Gizi dan Makanan Ternak Ruminan*. Jakarta: UI-Press.
- Prawoto, J. A., C. M. S. Lestari, dan E. Purbowati. 2001. "Keragaan dan kinerja produksi lomba lokal jantan yang dipelihara intensif dengan memanfaatkan ampas tahu sebagai pakan campuran." *Laporan Penelitian*. Semarang: Lembaga Penelitian, Universitas Diponegoro.
- Sliwinski, B. J., C. R. Soliva, A. Machmüller, and M. Kreuzer. 2002. "Efficacy of plant extracts rich in secondary constituents to modify rumen fermentation." *Anim. Feed Sci. Technol*, 101: 101-114.
- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. *Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach*. New York: McGraw-Hill.
- Waghorn, G. C., M. H. Tavendale, and D. R. Woodfield. 2002. "Methanogenesis from forages fed to sheep." *Proc. N. Z. Grassl. Assoc.* 64: 159–165.
- Woodward, S. L., G. C. Waghorn, and P. Laboyre. 2004. "Condensed tannins in birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*) reduce methane emissions from dairy cows. Proc. N. Z." *Soc. Anim. Prod.* 64:160–164.
- Woodward, S. L., G. C. Waghorn, K. R. Lassey, and P. Laboyre. 2002. "Does feeding sulla (*Hedysarum coronarium*) reduce methane emissions from dairy cows Proc. N. Z." *Soc. Anim. Prod.* 6: 227–230.