

Evaluasi Penggunaan Bungkil Inti Sawit Terproteksi Formaldehida Terhadap Performa Ternak, Efisiensi Penggunaan Nitrogen dan Komposisi Asam Lemak Tidak Jenuh Domba Priangan

K.G. WIRYAWAN^{1,2}, A. PARAKKASI¹, R. PRIYANTO³ dan I.P. NANDA¹

¹Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor

³Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor

²Pusat Penelitian Sumberdaya Hayati dan Bioteknologi IPB Jl. Kamper, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

¹Email: kwiryawan@ipb.ac.id

(Diterima dewan redaksi 26 September 2007)

ABSTRACT

WIRYAWAN, K.G., A. PARAKKASI, R. PRIYANTO and I.P. NANDA. 2007. The use of formaldehyde protected palm kernel meal and its effects on animal performance, nitrogen utilization and unsaturated fatty acid composition in Priangan sheep. *JITV* 12(4): 249-254.

An experiment was conducted to investigate the effect of formaldehyde-treated Palm Kernel Cake (BIS) in male Priangan sheep diet and its effect on animal performance, N utilization, and unsaturated fatty acids composition of *musculus longissimus dorsal*. The experiment was designed based on completely randomized design with four treatments and nine replications. The treatments consisted of four levels of formaldehyde treated BIS: R1 (0%), R2 (15%), R3 (30%) and R4 (45%). Results indicated that formaldehyde treated BIS up to 45% in diet did not negatively affect consumption, dry matter digestibility and daily live weight gain. Formaldehyde protection especially in R4 could significantly reduce ruminal N-NH₃ concentration, increased protein digestibility and nitrogen retention, but did not influence allantoin urine concentration. Unsaturated fatty acid composition of *musculus longissimus dorsal* was not affected by formaldehyde treated BIS in diet. It is concluded that the inclusion of 45% formaldehyde treated BIS in diet did not negatively affect animal performance, and R4 is the most effective in improving nitrogen utilization in male Priangan sheep, but unable to alter the unsaturated fatty acids composition of *musculus longissimus dorsal*.

Key Words: Palm Kernel Cake, Formaldehyde, Performance, Nitrogen, Unsaturated Fatty Acids

ABSTRAK

WIRYAWAN, K.G., A. PARAKKASI, R. PRIYANTO dan I.P. NANDA. 2007. Evaluasi penggunaan bungkil inti sawit terproteksi formaldehida terhadap performa ternak, efisiensi penggunaan nitrogen dan komposisi asam lemak tidak jenuh domba Priangan. *JITV* 12(4): 249-254.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan bungkil inti sawit (BIS) terproteksi formaldehida dalam ransum domba Priangan terhadap performa ternak, efisiensi penggunaan nitrogen, dan komposisi asam lemak tidak jenuh pada otot *longissimus dorsal*. Percobaan dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap dengan 4 perlakuan dan 9 ulangan. Perlakuan terdiri atas empat level BIS terproteksi formaldehida dalam ransum yaitu R1 (0%), R2 (15%), R3 (30%), dan 45% pada R4. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan BIS terproteksi formaldehida sampai 45% dalam ransum tidak berpengaruh negatif terhadap konsumsi, kecernaan bahan kering dan pertambahan bobot hidup ternak. Proteksi BIS terutama pada R4 secara nyata ($P < 0,05$) menurunkan kadar N-NH₃ cairan rumen, meningkatkan kecernaan protein dan retensi nitrogen, tetapi tidak berpengaruh terhadap kadar allantoin urin. Komposisi asam lemak tidak jenuh pada otot *longissimus dorsal* tidak dipengaruhi oleh penggunaan BIS terproteksi formaldehida. Kesimpulan dari penelitian ini adalah pemberian BIS terproteksi formaldehida sampai level 45% dalam ransum domba Priangan tidak berpengaruh negatif terhadap performa ternak, serta dapat meningkatkan efisiensi penggunaan nitrogen, tetapi belum mampu mengubah komposisi asam lemak tidak jenuh pada otot *longissimus dorsal*.

Kata Kunci: Bungkil Inti Sawit, Formaldehida, Performa Ternak, Nitrogen, Lemak Tidak Jenuh

PENDAHULUAN

Degradasi protein pakan melalui proses deaminasi oleh mikroba rumen telah diketahui dapat menurunkan efisiensi pemanfaatan protein pakan oleh ternak ruminansia, terutama protein pakan yang berkualitas

baik dan sifatnya mudah terdegradasi (HOBSON, 1988). Sejumlah usaha telah dilakukan untuk meningkatkan jumlah dan kualitas protein yang sampai di usus halus, misalnya dengan perlakuan tannin (ERNAWATI, 1999; MIRWANDHONO, 2003), dengan formaldehida (LIU *et al.*, 1993; TIL *et al.*, 1988).

Selain proses deaminasi, di dalam rumen juga terjadi proses biohidrogenasi terhadap asam lemak tidak jenuh pakan, sehingga lemak daging ruminansia mengandung banyak asam lemak jenuh. Beberapa peneliti melaporkan bahwa proses biohidrogenasi di dalam rumen dapat dicegah dengan melindungi asam lemak tidak jenuh dengan penyabunan (JENKINS dan PALMQUIST, 1984; PALMQUIST *et al.*, 1986; FLUHARTY dan LOERCH, 1997; REDDY *et al.*, 2003)

Penyelimutan butiran mikro minyak nabati yang mengandung asam lemak tidak jenuh menggunakan tepung protein terlindungi formaldehida terbukti dapat meningkatkan jumlah asam lemak tidak jenuh yang terdeposisi di dalam jaringan lemak ruminansia (SCOTT dan ASHES, 1993). Perlakuan ini mencegah proses biohidrogenasi asam lemak tidak jenuh di dalam rumen dan juga meningkatkan jumlah protein pakan yang sampai di usus halus.

Bungkil inti sawit (BIS) adalah hasil samping dari pengambilan minyak inti sawit yang masih mengandung minyak nabati sisa ekstraksi dan merupakan bahan pakan sumber protein yang banyak tersedia sepanjang tahun. Mengingat tingginya kandungan asam lemak tidak jenuh dan protein pada BIS, maka perlu dilakukan perlindungan agar proses biohidrogenasi dan perombakan protein dalam rumen dapat dihindari terhadap kedua zat ini.

Tujuan dari percobaan ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan BIS terlindungi formaldehida pada ransum terhadap performans ternak (konsumsi, pencernaan bahan kering dan pertambahan bobot hidup), efisiensi penggunaan nitrogen (kadar N-NH₃ cairan rumen, alantoin urine, pencernaan protein, retensi nitrogen), dan komposisi asam lemak tidak jenuh otot *longissimus dorsal* pada domba Priangan.

MATERI DAN METODE

Ternak yang digunakan adalah 36 ekor domba Priangan jantan berumur 12-14 bulan dengan rata-rata bobot hidup awal $19,9 \pm 2,0$ kg. Domba dipelihara dalam kandang individu berukuran 1,2 x 0,6 x 1,2 m. Sebelum perlakuan, setiap domba diberi obat cacing merek Valbazen dengan dosis sesuai petunjuk pada kemasannya.

Dalam penelitian ini digunakan 4 macam ransum yang mengandung bungkil inti sawit terproteksi formaldehida dengan *level* yang berbeda yaitu R1 (0%), R2 (15%), R3 (30%) dan R4 (45%) seperti terlihat pada Tabel 1. Ransum diberikan dalam bentuk pelet. Pemberian ransum dilakukan dua kali sehari yaitu pada pagi hari, pukul 07.00 – 08.00 dan pada siang hari pukul 11.00 – 12.00. Air minum diberikan *ad libitum*.

Ransum percobaan disusun iso-energi dan iso-protein berdasarkan rekomendasi dari *National Research Council* (NRC, 1985), seperti tertera pada Tabel 2.

Perlindungan bungkil inti sawit dengan formaldehida

Formaldehida yang digunakan untuk melindungi bungkil inti sawit adalah formaldehida teknis dengan konsentrasi 40% dan digunakan sebanyak 5% (v/w) dari protein kasar bahan. Pencampuran bahan dengan formaldehida dilakukan dengan menggunakan *mixer*. Agar bahan dapat tercampur merata dengan formaldehida, maka formaldehida yang telah ditakar ditambah dengan air hingga volumenya menjadi 20% (v/w) dari jumlah bahan yang dicampur.

Tabel 1. Komposisi ransum percobaan

Bahan	Ransum perlakuan			
	R1	R2	R3	R4
<i>Brachiaria humidicola</i>	40	40	40	40
Bungkil Inti Sawit				
Dilindungi formaldehida	-	15	30	45
Tidak dilindungi formaldehida	45	30	15	-
Dedak padi *	3	3	3	3
Jagung kuning *	4,5	4,5	4,5	4,5
Bungkil kedelai *	5,5	5,5	5,5	5,5
Garam NaCl	0,5	0,5	0,5	0,5
Premix	0,5	0,5	0,5	0,5
Dikalsium fosfat	1	1	1	1
Jumlah	100	100	100	100

* = Bahan tersebut juga diberi perlakuan 5% formaldehida

Dengan takaran air tersebut dan panas dalam *mixer*, hasil campuran tidak terlalu lembab sehingga dapat segera dimasukkan ke dalam karung.

Tabel 2. Komposisi nutrisi ransum percobaan

Nutrien (% BK)	Ransum
	R1,R2,R3,R4
TDN	64,11
Protein kasar	13,69
Serat kasar	23,06
Lemak kasar	7,72
Komposisi asam lemak (% lemak kasar)	
Miristat (C14:0)	23,24
Palmitat (C16:0)	14,70
Stearat (C18:0)	26,05
Oleat (C18:1 n-9)	12,20
Linoleat (C18:2 n-6)	3,49
Linolenat (C18:3 n-3)	0,82
Kalsium	0,63
Posfor	0,61

Peubah yang diamati

Peubah yang diamati yaitu performans ternak (konsumsi, kecernaan bahan kering dan penambahan bobot hidup), efisiensi penggunaan nitrogen (kadar N-NH₃ rumen, alantoin urine, kecernaan protein, dan retensi nitrogen), dan komposisi asam lemak tidak jenuh otot *longissimus dorsal*.

Konsumsi dan penambahan bobot hidup

Konsumsi diukur dengan menghitung selisih makanan yang diberikan dengan sisa yang terdapat di dalam palaka setelah 24 jam pemberian ransum. Konsumsi diukur setiap hari selama penelitian berlangsung. Untuk mengetahui penambahan bobot hidup, domba ditimbang setiap minggu kemudian dihitung nilai rata-rata penambahan bobot hidup hariannya.

Kadar N-NH₃ cairan rumen

Kadar N-NH₃ cairan rumen diukur dengan mengambil cairan rumen 4 jam setelah ternak diberi makan. Kadar N-NH₃ dianalisa dengan metode mikro difusi Conway (DEPARTMENT OF DAIRY SCIENCE., 1969).

Kadar alantoin urine

Analisa alantoin urine dilakukan berdasarkan metode kolorimetri (CHEN *et al.*, 1992) menggunakan *spectronic 20* pada panjang gelombang 522 nm. Alantoin dihidrolisis dalam larutan natrium hidroksida pada suhu 100°C menjadi *allantoic acid* yang seterusnya didegradasi menjadi urea dan *glyoxylic acid* dalam larutan asam klorida. *Glyoxylic acid* kemudian bereaksi dengan fenilhidrazin hidroklorida membentuk fenilhidrazon. Produk tersebut bersama kalium ferisianida dapat membentuk kromosfer yang tidak stabil, yang warnanya dapat dibaca pada panjang gelombang 522 nm. Kadar alantoin dihitung berdasarkan kurva standar yang dibuat menggunakan larutan alantoin standar yang telah diketahui konsentrasinya.

Kecernaan bahan kering, protein kasar dan retensi nitrogen

Total feses dan urin dikoleksi untuk mengukur kecernaan bahan kering, protein dan retensi N selama 7 hari terakhir masa perlakuan. Feses yang diekskresi selama 24 jam ditampung dan ditimbang, kemudian dijemur sampai kering matahari kemudian dikomposit. Koleksi urin dilakukan dengan memasang sabuk penampung di bawah perut domba yang dilengkapi selang ke jerigen. Setiap hari setelah jerigen dikosongkan, 5 ml H₂SO₄ 20% dimasukkan ke jerigen untuk mencegah penguapan N-NH₃ urin. Feses yang telah terkumpul dan sampel pakan dianalisa kadar bahan kering dan protein kasarnya menurut metode AOAC (1990). Kadar nitrogen urin dianalisa dengan metode Kjeldhal.

Komposisi asam lemak tidak jenuh otot *longissimus dorsal*

Untuk mengetahui kandungan asam lemak Oleat (C18 : 1), Linoleat (C18 : 2) dan Linolenat (C18 : 3) dilakukan ekstraksi, esterifikasi dan pembacaan dengan kromatografi gas (AOAC, 1990).

Analisa statistik

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan empat perlakuan dan sembilan ulangan. Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam (ANOVA) dan beda antar perlakuan diuji dengan Uji Jarak Duncan (STEEL dan TORRIE, 1993).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsumsi, pencernaan bahan kering dan pertambahan bobot hidup

Hasil percobaan menunjukkan tidak ada pengaruh negatif dari penggunaan formaldehida di dalam ransum terhadap konsumsi, pencernaan bahan kering dan pertambahan bobot hidup harian. Pada Tabel 3 terlihat bahwa konsumsi, pencernaan bahan kering dan pertambahan bobot hidup harian tidak nyata dipengaruhi oleh banyaknya bungkil inti sawit terproteksi formaldehida dalam ransum. Hal ini kemungkinan karena komposisi dan kandungan nutrisi ransum yang sama sehingga palatabilitas dan penggunaan nutrisi oleh ternak tidak berbeda. Disamping itu, bungkil inti sawit merupakan bahan pakan yang mempunyai indeks degradasi 54,23% dan bersifat lintas rumen (SUNARSO, 1984). Dengan demikian, penggunaannya dalam ransum baik dilindungi maupun tidak, memberikan pengaruh yang sama, karena tingkat pencernaan bahan keringnya hampir sama (Tabel 3). Hal serupa juga dilaporkan oleh WACHIRA *et al.* (1974) bahwa pemakaian 15% bungkil kedelai yang mendapat perlakuan 4% (v/w) formaldehida dari protein kasar dalam ransum sapi laktasi tidak mempengaruhi konsumsi bahan kering, dan pada domba tidak terlihat pengaruhnya terhadap pertambahan bobot hidup harian, pertumbuhan wol dan efisiensi penggunaan pakan. Rendahnya pencernaan bahan kering dan pertambahan bobot hidup disebabkan oleh rendahnya kualitas BIS yang dipakai. Hal ini terlihat dari banyaknya pecahan tempurung biji sawit dari BIS yang digunakan.

TIL *et al.* (1988) melaporkan bahwa pemberian formaldehida *per oral* dengan dosis tinggi (sekitar 100 mg/kg bobot hidup) selama dua bulan melalui air minum, menunjukkan pertambahan bobot hidup terhambat yang disertai penurunan konsumsi pakan.

Dalam percobaan ini domba yang mendapat ransum dengan kadar formaldehida tertinggi (R4), mengkonsumsi formaldehida kurang lebih 70,1 mg/kg bobot hidup, sehingga belum menghambat konsumsi, pencernaan bahan kering dan pertambahan bobot hidup ternak.

Kadar N-NH₃ dan alantoin urine

Kadar N-NH₃ cairan rumen pada empat jam setelah makan cenderung menurun seiring dengan meningkatnya kandungan bungkil inti sawit terproteksi di dalam ransum (Tabel 3). Penurunan kadar N-NH₃ cairan rumen ini tidak nyata linier, artinya setiap peningkatan penggunaan BIS terproteksi formaldehida dalam ransum tidak menyebabkan penurunan N-NH₃ cairan rumen secara nyata. Penurunan yang nyata baru terlihat pada ternak yang memperoleh ransum R4 (mengandung 45% BIS terproteksi). Kecenderungan penurunan kadar N-NH₃ cairan rumen ini menunjukkan bahwa perlakuan formaldehida mampu melindungi protein BIS dari degradasi mikroba rumen. Kemampuan formaldehida melindungi protein pakan dari degradasi mikroba rumen (sehingga produksi N-NH₃ cairan rumen menurun) juga dilaporkan oleh LIU *et al.* (1993) dan FAICHNEY *et al.* (1994).

Alantoin (derivat purin) yang diekskresikan di urin mencerminkan sumbangan protein asal mikroba rumen untuk ternak induk semang (CHEN *et al.*, 1992). Semakin tinggi nilai alantoin urin maka suplai protein mikroba untuk ternak induk semang juga meningkat. Biosintesis protein mikroba di dalam rumen sangat dipengaruhi oleh ketersediaan dan keseimbangan N-NH₃ dan karbohidrat mudah tercerna di dalam rumen.

Ransum perlakuan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah alantoin urin, walaupun perlakuan formaldehida pada R4 secara nyata menurunkan kadar N-NH₃ di dalam rumen (Tabel 3).

Table 3. Pengaruh perlakuan ransum dengan level BIS terproteksi formaldehida berbeda terhadap peubah yang diamati

Peubah	Ransum perlakuan			
	R1	R2	R3	R4
Konsumsi BK (g e ⁻¹ h ⁻¹)	465,1	405,7	436,6	478,4
PBH (g e ⁻¹ h ⁻¹)	24,8	17,9	48,0	31,9
N-NH ₃ cairan rumen (mM)	3,99 ^b	3,72 ^b	3,68 ^b	3,06 ^a
Alantoin urin (g e ⁻¹ h ⁻¹)	7,17	6,18	7,87	6,58
Kecernaan bahan kering (%)	45,7	52,8	43,8	49,5
Kecernaan protein kasar (%)	58,9 ^a	58,8 ^a	51,5 ^a	66,6 ^b
Retensi nitrogen (g e ⁻¹ h ⁻¹)	4,87 ^a	4,43 ^a	4,13 ^a	6,12 ^b

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

Tabel 4. Komposisi asam lemak tidak jenuh otot *longissimus dorsal* ternak domba yang diberi ransum dengan level BIS terproteksi formaldehida berbeda

Asam lemak (%)	Ransum perlakuan			
	R1	R2	R3	R4
Oleat (C18 : 1)	26,15	29,27	29,01	28,21
Linoleat (C18 : 2)	2,05	1,62	2,08	2,58
Linolenat (C18 : 3)	2,95	1,77	1,54	1,77

Hal ini diduga karena ketersediaan karbohidrat yang mudah difermentasi rendah di dalam rumen, dan terlihat dari rendahnya pencernaan bahan kering ransum. Padahal untuk biosintesis protein mikroba di dalam rumen tidak hanya diperlukan N-NH₃ tetapi juga karbohidrat sebagai sumber energi (ATP) dan kerangka karbon.

Kecernaan protein dan retensi nitrogen

Perlakuan ransum memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) terhadap pencernaan protein kasar (Tabel 3). Kecernaan protein kasar secara nyata ($P < 0,05$) lebih tinggi pada ternak yang diberi ransum yang mengandung 45% bungkil inti sawit terproteksi (R4), sementara kadar N-amonia cairan rumen pada R4 paling rendah. Hal ini menunjukkan bahwa protein pada bungkil inti sawit yang dilindungi formaldehida tidak bisa didegradasi dalam rumen, masih bisa dihidrolisis oleh enzim pencernaan pasca rumen dan diserap di usus halus. McDONALD *et al.* (2002) melaporkan bahwa penggunaan bahan kimia seperti tanin, formaldehida, glutaraldehida, dan asam format dapat melindungi protein pakan dari degradasi mikroba rumen sehingga protein atau asam amino yang tersedia di dalam duodenum meningkat. Hal ini disebabkan kondisi pasca rumen yang asam menyebabkan ikatan protein-formaldehida mudah putus sehingga protein dapat dihidrolisis oleh enzim saluran pencernaan (MALDONADO, 1994; FAICHNEY *et al.*, 1994).

Perlakuan ransum berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap nilai rata-rata retensi nitrogen (Tabel 3). Retensi nitrogen tertinggi diperoleh pada ransum yang mengandung BIS terproteksi formaldehida 45% (R4). Tingginya retensi nitrogen pada R4 diduga karena pengaruh perlindungan protein ransum yang mengandung BIS terproteksi oleh formaldehida mengakibatkan menurunnya degradasi protein di dalam rumen, namun sebaliknya meningkatkan pencernaan protein di usus kecil sehingga penyerapan asam amino meningkat. Hasil yang sama dilaporkan oleh NISHIMURA *et al.* (1974) bahwa pemakaian 15% bungkil kedelai yang dilindungi 5,3% (v/w) formaldehida dalam ransum sapi kebiri dapat meningkatkan N-protein di abomasum. LIU *et al.* (1993)

juga melaporkan bahwa perlakuan formaldehida secara efektif mampu meningkatkan efisiensi penggunaan protein *rapeseed meal* pada sapi.

Pengaruh perlakuan terhadap komposisi asam lemak tidak jenuh otot *longissimus dorsal*

Asam lemak tidak jenuh yang diamati adalah oleat (C18 : 1 n-9), linoleat (C18 : 2 n-6), dan linolenat (C18 : 3 n-3) sebagaimana terlihat pada Tabel 4. Perlakuan ransum tidak berpengaruh nyata terhadap komposisi asam lemak tidak jenuh (oleat, linoleat, dan linolenat). Hal ini diduga karena jumlah asam lemak tidak jenuh pada bungkil inti sawit yang dilindungi formaldehida belum cukup efektif untuk meningkatkan persentase asam lemak tidak jenuh pada otot. Disamping itu, tubuh ternak ruminansia mampu mensintesis asam lemak tidak jenuh, kecuali linoleat (C18 : 2 n-6). Asam lemak tidak jenuh linolenat (C18 : 3 n-3) dan arakidonat (C20 : 4 n-6) dapat disintesis dari linoleat (SEMAM dan PARNELL, 1989). Pada jaringan ternak ruminansia asam lemak palmitat (C16 : 0) dan stearat (C18 : 0) dapat digunakan untuk mensintesis asam lemak tidak jenuh palmitoleat (C16 : 1 n-7) dan oleat (C18 : 1 n-9) (WIRAHADIKUSUMAH, 1985). Disamping itu, bungkil inti sawit bersifat lintas rumen sehingga asam lemak tidak jenuh yang ada pada bungkil inti sawit dan tidak diproteksi kemungkinan tidak mengalami biohidrogenasi di dalam rumen.

KESIMPULAN

Penggunaan bungkil inti sawit terproteksi formaldehida sampai 45% dalam ransum tidak berpengaruh negatif terhadap performans (konsumsi, pencernaan bahan kering dan pertambahan bobot hidup) domba Priangan. Perlakuan formaldehida meningkatkan efisiensi penggunaan nitrogen dengan menurunkan kadar N-NH₃ cairan rumen, meningkatkan pencernaan protein dan retensi nitrogen, tetapi perlakuan formaldehida belum mampu mengubah komposisi asam lemak tidak jenuh [(oleat (C18:1) linoleat (C18:2) dan linolenat (C18:3)] pada otot *longissimus dorsal*.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th Ed. HELRICH, K. (Ed). Association of Official Analytical Chemist, Inc. Arlington, Virginia, USA.
- CHEN, X.B., Y.K. CHEN, E.R. ORSKOV and W.J. SAND. 1992. The effect of feed intake and body weight on purin derivate excretion and microbial protein supply in sheep. *J. Anim. Sci.* 70: 1534-1540
- DEPARTMENT OF DAIRY SCIENCE. 1969. General Laboratory Procedure. University of Wisconsin, Madison.
- ERNAWATI, R. 1999. Pemanfaatan Tanin Kaliandra (*Calliandra calothyrsus*) sebagai Agen Pelindung Beberapa Sumber Protein Pakan (*In Vitro*). Skripsi. Jurusan Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- FAICHNEY, G.J., H. TAGARI, E. TELANI and R.C. BOSTON. 1994. Nitrogen transactions in the rumen of sheep given a barley straw diet supplemented with untreated or formaldehyde-treated sun flower seed meal. *Aust. J. Agric. Res.* 45:1203-1214.
- FERGUSON, K.A., J.A. HEMSLEY and P.J. REIS. 1967. Nutrition and wool growth, the effect of protecting dietary protein from microbial degradation. *Aust. J. Agric. Res.* 30:215-217.
- FLUHARTY, F.L. and S.C. LOERCH. 1997. Effects of concentration and source of supplemental fat and protein on performance of newly arrived feedlot steers. *J. Anim. Sci.* 75: 2308-2316.
- HOBSON, P.N. 1988. The Rumen Microbial Ecosystem. Elsevier Applied Science. London and New York.
- JENKINS, T.C. and D.L. PALMQUIST. 1984. Effect of fatty acids or calcium soap on rumen and total nutrient digestibility of dairy ration. *J. Dairy Sci.* 67: 978.
- LIU, J.X., Y.M. WU, N.Y. XU and Z.W. WU. 1993. Efficiency of protein utilization of formaldehyde treated rapeseed meal by sheep and its influence on cattle performance. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 6: 601-605.
- MALDONADO, R.A.P. 1994. The Chemical Nature and Biological Activity of Tannins in Forage Legumes Fed to Sheep and Goats. Thesis. Department of Agriculture. University of Queensland, Australia.
- MCDONALD, P., R.A. EDWARD, J.F.A. GREENHALGH and C.A. MORGAN. 2002. Animal Nutrition. 6th Ed. Ashford Color Press, Gosport.
- MIRWANDHONO, R.E. 2003. Berbagai Cara Memintas Rumen Akan Asam Lemak Tidak Jenuh. Thesis. Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- NRC. 1985. Nutrient Requirements of Sheep. Sixth Revised Edition. Washington DC., USA.
- NISHIMURA, J.F., D.E.G. ELY and J.A. BOLING. 1974. Ruminal bypass of dietary soybean protein treated with heat formalin and tannic acids. *J. Anim. Sci.* 39: 952-957.
- PALMQUIST, D.L., T.C. JENKINS and A.E. JOYNER (Jr). 1986. Effect of dietary fat and calcium source on insoluble soap formation in the rumen. *J. Dairy Sci.* 69: 1020.
- REDDY, Y.R., N. KRISHNA, E.R. RAO and T.J. REDDY. 2003. Influence of dietary protected lipids on intake and digestibility of straw based diets in deccani sheep. *Anim. Feed Sci. Tech.* 106: 29-38.
- SCOTT, T.W. and J.R. ASHES. 1993. Dietary lipids for ruminants: Protection, utilization and effects on remodelling of skeletal muscle phospholipids. *Aust. J. Agric. Res.* 44: 495-508.
- SEMAN, D.L. and J.M. MCKENZIE-PARNELL. 1989. The nutritive value of meats as a food. In: New Zealand Society of Animal Production. PURCHAS, R.W., B.W. BUTTLER-HOGG, and A.S. DAVIES (Eds). New Zealand, Australia. pp. 25-38.
- STEEL, R.G.D. dan J.H. TORRIE. 1993. Prinsip dan Prosedur Statistika: Suatu Pendekatan Biometrik. Alihbahasa Bambang Sumantri. Cetakan Kedua. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- SUNARSO. 1984. Mutu Protein Limbah Agro-Industri Ditinjau dari Kinetika Perombakannya oleh Mikroba Rumen dan Potensinya dalam Menyediakan Protein bagi Pencernaan Pasca Rumen. Thesis. Fakultas Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- TIL, H.P., R.A. WONTENSEN and V.J. FERRON. 1988. Evaluation of the oral toxicity acetaldehyde and formaldehyde in a 4 week drinking water study in rats. *Food Chem. Toxicol.* 26: 447-452.
- WACHIRA, J.D., L.D. SATTER, G.P. BROOKE and A.L. POPE. 1974. Evaluation of formaldehyde-treated protein for growing lambs and lactating cows. *J. Anim. Sci.* 39: 796-807.
- WIRAHADIKUSUMAH, M. 1985. Biokimia (Metabolisme Energi, Karbohidrat, dan Lipid). ITB.