

Performa dan Profil Beberapa Komponen Darah Sapi Peranakan Ongole yang Diberi Pakan Mengandung Lerak (*Sapindus rarak* De Candole)

Performance and Profile of Some Blood Components of Ongole Crossbred Cattle Fed Ration Containing Lerak (*Sapindus rarak* De Candole)

D.A. Astuti^{a*}, E. Wina^b, B. Haryanto^b & S. Suharti^a

^a Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor
Jln. Agatis, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

^b Balai Penelitian Ternak Ciawi
Jln. Veteran III, Desa Banjarwaru, Ciawi – Bogor 16002

(Diterima 06-11-2008; disetujui 09-02-2009)

ABSTRACT

The problem with low meat production is caused by several factors, ie: management, feed and animal health. The development of integration system such as cattle-rice, cattle-corn and cattle-palm oil aims to utilize feed from local resources. However, sometimes local feedstuff causes a problem of imbalance nutrient. There are several strategies to overcome this problem and one of them is the use of feed additives from natural substance or plant resources such as lerak (*Sapindus rarak* De Candole). This research was aimed to utilize lerak fruit to improve performance and evaluate some blood profiles of Ongole crossbred cattle. The *in vivo* work was done using 12 Ongole crossbred cattle receiving 3 different feeds as treatment, i.e. 1) feed without lerak (high roughage diet) as control, 2) feed contained 2,5% lerak, and 3) feed contained 5% lerak. Growth, daily gain, blood profiles (leucocytes, cholesterol, trigliceride and globulins) were observed. The results showed no significant differences for nutrient intake, meaning that the ration has good palatability. Average daily gain of cattle fed with 2,5% lerak was 20% higher than those with control diet. White blood cells tended to decrease caused by lerak treatments, but the globulin profiles (alpha, beta and gamma) were not significantly affected in all treatments. Blood cholesterol concentration decreased following the increase of lerak percentage. It is not recommended to use lerak in the cattle ration for more than two months because of the decreasing of leucocytes.

Key words: Sapindus rarak, in vivo, leucocytes, globulins, palatability

PENDAHULUAN

* Korespondensi:

Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas
Peternakan, Institut Pertanian Bogor
Jln. Agatis, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680
e-mail: dewiapriastuti@yahoo.com

Pengembangan pemanfaatan pakan dari bahan baku lokal biasanya menimbulkan masalah karena tidak seimbangya nutrisi

dari bahan baku lokal tersebut. Pakan aditif seperti buah lerak (*Sapindus rarak*) telah terbukti dapat meningkatkan performa domba sampai 40% (Thalib *et al.*, 1994, 1996; Wina, 2005a; Wina *et al.*, 2006). Buah lerak telah dikenal lama oleh masyarakat pedesaan karena dapat dipakai sebagai bahan pencuci pakaian atau rambut. Senyawa aktif yang sampai saat ini telah diketahui adalah senyawa-senyawa dari golongan saponin dan sesquiterpene, (Hamburger *et al.*, 1992, Thalib *et al.*, 1996, Chung *et al.*, 1997; Wina *et al.*, 2005b), sedangkan keberadaan senyawa lain di dalam lerak belum dilaporkan dan perlu untuk diidentifikasi.

Saponin dapat membunuh protozoa karena sifatnya yang dapat berikatan dengan kolesterol yang merupakan komponen dari membran protozoa. Bila protozoa yang ada di dalam rumen ditekan jumlahnya, maka akan terjadi peningkatan bakteri rumen yang merupakan sumber protein untuk ternak ruminansia. Hal tersebut mengakibatkan asupan protein untuk ternak ruminansia meningkat sehingga performa ternak meningkat (Makkar *et al.*, 1998). Selain dapat memperbaiki performa ternak, saponin, sesquiterpene dan senyawa aktif lain dalam buah lerak dapat bersifat sebagai anti bakteri terhadap bakteri patogen. Sen *et al.* (1998) melaporkan bahwa saponin dari *Quillaja saponaria* (0,25%) dapat menekan pertumbuhan *Escherichia coli*.

Pemberian saponin dari quillaja pada anak babi mengakibatkan peningkatan imunoglobulin (Turner *et al.*, 2002; Isley *et al.*, 2005). Menurut Cheeke (2000), saponin dalam jumlah tertentu dapat berperan sebagai stimulator, namun dalam jumlah berlebih dapat menjadi imunodepresan. Imunitas adalah resistensi terhadap penyakit terutama penyakit infeksi. Gabungan sel, molekul dan jaringan yang berperan dalam resistensi terhadap infeksi disebut sistem imun. Reaksi yang dikordinasi sel-sel, molekul-molekul terhadap mikroba dan bahan lainnya disebut respons imun. Sistem imun diperlukan tubuh untuk mempertahankan keutuhannya terhadap bahaya yang dapat ditimbulkan berbagai bahan dalam lingkungan

hidup. Leukosit dapat diartikan sebagai unit mobil dari sistem pertahanan tubuh atau imunitas. Benda darah tersebut dibentuk sebagian dalam sumsum tulang (granulosit dan monosit, dan beberapa limfosit), dan sebagian dalam jaringan limfe (limfosit dan sel plasma) tetapi setelah pembentukan, ditranspor dalam darah ke berbagai bagian tubuh untuk digunakan (Guyton, 1993).

Sejauh ini penelitian pengaruh saponin terhadap respons kebal masih sangat terbatas. Saponin dari teh dapat menurunkan kadar kolesterol darah pada kambing Boer (Hu *et al.*, 2006). Pengaruh saponin dalam menurunkan kadar kolesterol dilaporkan lebih banyak pada hewan monogastrik dibanding ternak ruminansia. Penelitian tentang pengaruh suplementasi pakan terhadap gambaran darah dan respon kebal telah banyak dilaporkan, seperti penambahan kalsium bertingkat pada ransum sapi dapat mempengaruhi profil darah dan karkas (Huntington, 1983). Perlakuan pemberian macam bijian pada ransum dengan teknologi pengolahan dapat meningkatkan butir darah putih, limfosit, hematokrit dan globulin plasma kelinci (Ahamefule *et al.*, 2008). Penambahan antioksidan pada ransum sapi pejantan (Miyazaki *et al.*, 2001) dan penambahan vitamin E sebagai sumber antioksidan pada sapi penggemukan (Chatterjee *et al.*, 2003) dilaporkan dapat mempengaruhi respon imun dan meningkatkan konsentrasi IgG plasma.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi tentang pemanfaatan bahan alami lerak sebagai pakan ternak sapi potong terhadap peningkatan performa dan mempelajari profil beberapa komponen darah untuk melihat kemampuan saponin dari lerak terhadap ketahanan tubuh. Hasil positif pemberian lerak pada ransum domba (Wina, 2005a) diharapkan dapat diterapkan dengan hasil yang sama pada sapi potong yaitu sampai dengan 40%.

MATERI DAN METODE

Penelitian *in vivo* dilaksanakan menggunakan 12 ekor sapi potong. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap

dengan 3 perlakuan 4 ulangan menurut Steel & Torrie (2003). Dua belas ekor sapi potong peranakan ongole (PO) dengan bobot hidup antara 170–204 kg dibagi dalam 3 perlakuan yang terdiri atas ransum kontrol, ransum mengandung 2,5% lerak dan ransum mengandung 5% lerak. Perlakukan yang diberikan sebagai berikut:

1. Perlakuan 1 (R1): sapi yang diberi pakan kontrol tanpa mengandung lerak
2. Perlakuan 2 (R2): sapi yang diberi pakan mengandung 2,5% tepung lerak
3. Perlakuan 3 (R3): sapi yang diberi pakan mengandung 5% tepung lerak.

Hasil analisis proksimat dari ketiga ransum perlakuan terdapat pada Tabel 1. Terdapat 2 jenis pakan yang diberikan, yaitu pakan konsentrat dan jerami padi. Pemberian pakan konsentrat sebesar 3% BB, sedangkan pemberian jerami padi 4 kg/ekor/hari. Rasio konsentrat : jerami padi berbanding 65%:35% (berdasarkan bahan kering). Jerami padi yang diberikan adalah jerami yang telah difermentasi dengan *probian* sehingga diharapkan nilai nutrisi dan kecernaannya tinggi. Air minum diberikan *ad libitum*. Setelah dua minggu adaptasi dengan pakan, pada minggu selanjutnya konsumsi harian dan jerami padi yang telah difermentasi diukur. Perlakuan pemberian pakan dilakukan selama kurang lebih 2 bulan.

Peubah yang diukur adalah tampilan produksi dan profil darah. Tampilan/kinerja produksi dan palatabilitas, meliputi:

1. Konsumsi pakan (bahan kering, energi, dan protein kasar), diukur dengan mengurangi jumlah sisa dari jumlah pakan yang diberikan.

2. Laju pertumbuhan (pertambahan bobot badan), diukur dengan menimbang ternak pada awal dan akhir pengamatan.
3. Konversi pakan, diukur dengan membagi jumlah pakan yang dikonsumsi dengan pertambahan bobot badan (PBB) yang diperoleh.

Profil beberapa komponen darah, meliputi:

1. Nilai hematologi leukosit dan diferensiasinya (limfosit, monosit, netrofil, basofil dan eosinofil). Sampel darah diambil dari *vena jugularis* dengan menggunakan *vacutainer* berheparin.
- 2) Alpha, beta dan gamma globulin pada serum darah dianalisa dengan menggunakan spektrofotometer dengan Kit-dyalisis untuk globulin (merk Dya-Sis).
- 3) Kolesterol, trigliserida dan total protein darah dianalisa dengan menggunakan metoda Kit-dyalisis (merk Dya-Sis).

Data yang diperoleh dianalisa menggunakan ANOVA dan untuk perbedaan perlakuan yang nyata diuji dengan *duncan multiple range test*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsumsi dan Performa

Konsumsi konsentrat yang mengandung lerak relatif tidak berbeda bila dibandingkan kontrol, demikian pula konsumsi jerami yang tidak terpengaruh oleh pemberian lerak (Tabel 2). Saponin dalam buah lerak mempunyai rasa pahit namun tidak mempengaruhi konsumsi, ini berarti ransum yang mengandung lerak cukup palatable. Pemberian ekstrak metanol lerak pada domba tidak menyebabkan terjadinya

Tabel 1. Hasil analisis proksimat ransum perlakuan (%)

Perlakuan	BK	Abu	PK	SK	LK	Beta-N	EB Kal/kg
R1	88,79	8,32	16,70	24,52	3,70	35,58	3569
R2	88,46	8,53	16,60	24,38	3,52	35,47	3575
R3	88,92	8,89	16,90	20,50	3,07	39,68	3617

Keterangan: hasil analisis di Laboratorium Ilmu dan Teknologi Pakan (2007). BK=bahan kering, PK=protein kasar, SK=serat kasar, LK=lemak kasar, EB=energi bruto. R1=pakan kontrol tanpa mengandung lerak, R2=pakan mengandung 2,5% tepung lerak, R3=pakan mengandung 5% tepung lerak.

Tabel 2. Konsumsi bahan kering, serat kasar dan protein kasar sapi potong yang diberi perlakuan ransum tanpa dan mengandung lerak (kg/hari)

	Perlakuan		
	R1	R2	R3
Konsumsi bahan kering			
Konsentrat	4,71±0,44	4,23±0,48	4,28±0,57
Jerami	2,17±0,03	2,18±0,03	2,14±0,01
Total	6,81±0,43	6,34±0,49	6,36±0,56
Konsumsi serat kasar	1,96±0,11	1,84±0,12	1,68±0,12
Konsumsi protein kasar	0,86±0,07	0,78±0,08	0,80±0,10

Keterangan: R1=sapi yang diberi pakan kontrol tanpa mengandung lerak, R2=sapi yang diberi pakan mengandung 2,5% tepung lerak, R3=sapi yang diberi pakan mengandung 5% tepung lerak.

penurunan konsumsi (Wina *et al.*, 2006). Hal ini mungkin terjadi karena level pemberian ekstrak metanol hanya 12 g/hari, sehingga masih belum mempengaruhi palatabilitas pakan. Pemberian *yucca* (sejenis tanaman herbal yang mengandung saponin tinggi) pada sapi sebanyak 20 dan 60 g/ekor/hari juga tidak mempengaruhi konsumsi bahan kering (Hristov *et al.*, 1999). Buah lerak utuh pada percobaan ini rata-rata dikonsumsi sebanyak 105 dan 214 g/ekor/hari untuk pemberian masing-masing 2,5% dan 5% buah lerak.

Penelitian tentang pemakaian tepung lerak pada konsentrat sapi potong menunjukkan bahwa penambahan tepung lerak 2,5% dalam ransum dapat meningkatkan PBB sebesar 20% dibanding kontrol dengan rata-rata pertambahan bobot badan harian (PBBH) sebesar 0,93 kg/hari (Tabel 3). Namun demikian, pemberian tepung lerak 5% hanya dapat meningkatkan PBB 10% dibanding kontrol dengan PBBH

0,85 kg/hari. Peningkatan PBB pada ransum yang mengandung tepung lerak diduga karena adanya agen defaunasi (saponin) sehingga dapat menekan pertumbuhan protozoa rumen. Seperti diketahui bahwa protozoa rumen dapat mengganggu kerja bakteri dan kapang dalam mencerna serat pakan. Populasi protozoa yang rendah memungkinkan bakteri dan kapang memfermentasi bahan pakan secara optimal sehingga terjadi peningkatan PBB. Hal ini sejalan dengan penelitian Diaz *et al.* (1993) yang menyatakan bahwa tepung buah *Sapindus saponaria* dapat berperan sebagai agen defaunasi yang secara nyata dapat menurunkan populasi protozoa sampai 84% serta meningkatkan total bakteri, bakteri selulolitik, kapang, dan tingkat pencernaan bahan kering. Berdasarkan hal tersebut, apabila pencernaan meningkat maka jumlah nutrisi yang diserap dan dideposit dalam tubuh juga meningkat, sehingga bobot badan juga meningkat.

Tabel 3. Performa sapi potong dengan ransum perlakuan selama dua bulan

Perlakuan	PBB (kg)	PBBH (kg/hari)	Konsumsi (kg)	FCR
R1	50±18	0,78±0,28	381,26±24,05	8,42±3,08
R2	60± 7	0,93±0,12	358,14±27,98	6,07±0,95
R3	54±20	0,85±0,31	360,40±32,03	7,26±2,32

Keterangan: R1=sapi yang diberi pakan kontrol tanpa mengandung lerak, R2=sapi yang diberi pakan mengandung 2,5% tepung lerak, R3=sapi yang diberi pakan mengandung 5% tepung lerak. PBB=pertambahan bobot badan, PBBH=pertambahan bobot badan harian, FCR=*feed conversion ration*.

Konsumsi ransum tidak berbeda tetapi dapat meningkatkan PBB. Efisiensi pakan meningkat sebesar 39% untuk pemakaian tepung lerak 2,5% dan 16% untuk pemakaian tepung lerak 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemakaian tepung lerak 2,5% pada ransum berbasis jerami padi dapat meningkatkan PBB, PBBH dan efisiensi pakan secara lebih baik dibanding pemakaian tepung lerak 5% dan ransum kontrol. Hasil penelitian Uum *et al.* (2002) menunjukkan bahwa pemberian jerami padi fermentasi tanpa penambahan lerak pada sapi potong hanya dapat menghasilkan pertumbuhan sebesar 0,78 kg/hari atau sama dengan kontrol pada penelitian ini.

Profil Darah

Pengambilan darah dilakukan pada minggu terakhir bulan kedua pengamatan untuk melihat gambaran hematologi, serta kandungan nutrisi darah (kolesterol, protein total dan trigliserida) dari sapi yang diberi ransum dengan pemberian lerak. Hasil pengamatan hematologi pada Tabel 4 menunjukkan bahwa penambahan tepung lerak yang meningkat dalam ransum dapat menyebabkan penurunan jumlah butir darah putih tersebut secara nyata ($P < 0,05$). Hal ini tidak dapat dibiarkan terjadi terus-menerus, artinya pemberian ransum mengandung lerak tidak disarankan dalam jangka waktu panjang karena akan mengganggu kekebalan tubuh. Menurut Cheeke (2000), saponin dalam jum-

lah tertentu dapat berperan sebagai *imuno-modulator* namun dalam jumlah berlebih dapat menjadi *imunosupresor*. Demikian pula halnya dengan persen limfosit yang cenderung menurun dengan pemberian lerak dalam ransum.

Gambaran deferensiasi leukosit menunjukkan bahwa nilai netrofil tidak berbeda nyata antar perlakuan sedangkan eosinofil meningkat nyata pada penambahan lerak 2,5%. Hal ini menunjukkan bahwa tubuh sapi yang diberi ransum mengandung lerak mempunyai kemampuan dalam memfagositasi benda asing yang masuk ke dalam tubuh ternak, walaupun sifatnya sangat lemah. Hosoda *et al.* (2006) menyatakan bahwa pemberian pakan mengandung herbal dapat mempengaruhi sistem kekebalan (IgG) dan pola fermentasi (total VFA, amonia dan pH rumen) sapi holstein. Guyton (1993) juga menyebutkan bahwa eosinofil dapat mendetoksifikasi toksin yang dapat menyebabkan radang atau dengan kata lain dapat mencegah proses perluasan radang lokal.

Senyawa fitokimia (*phyto* berarti tumbuhan atau tanaman dan *chemical* berarti zat kimia) tidak termasuk ke dalam zat gizi karena bukan berupa karbohidrat, protein, lemak, vitamin, mineral maupun air. Beberapa studi pada manusia dan hewan membuktikan zat-zat kombinasi fitokimia ini di dalam tubuh manusia memiliki fungsi tertentu yang berguna bagi kesehatan. Kombinasi itu antara lain menghasilkan enzim-enzim sebagai penangkal racun

Tabel 4. Gambaran hematologi darah sapi potong yang mendapat ransum perlakuan

Peubah	Perlakuan		
	R1	R2	R3
Lekosit (ribu/mm ³)	12,68±1,09 ^a	9,61±1,48 ^{ab}	7,03±1,93 ^b
Limfosit (%)	62,00±6,05	56,75±8,99	56,50±7,05
Netrofil (%)	28,00±7,79	27,25±8,22	30,25±4,99
Monosit (%)	8,00±2,16	9,50±2,08	10,50±2,50
Eosinofil (%)	2,00±1,41 ^b	6,50±3,00 ^a	2,75±1,25 ^b

Keterangan: superskrip berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata $P < 0,05$. R1=sapi yang diberi pakan kontrol tanpa mengandung lerak, R2=sapi yang diberi pakan mengandung 2,5% tepung lerak, R3=sapi yang diberi pakan mengandung 5% tepung lerak.

Tabel 5. Gambaran albumin dan α , β , γ globulin darah sapi potong yang mendapat ransum perlakuan (%)

Perlakuan	Albumin	α globulin	β globulin	γ globulin
R1	40,48±6,89	9,75±1,94	7,03±3,61	38,08±10,50
R2	42,83±6,15	9,48±1,65	8,58±2,45	34,00± 9,56
R3	38,33±5,98	8,78±1,78	9,78±2,10	37,03± 5,32

Keterangan: R1=sapi yang diberi pakan kontrol tanpa mengandung lerak, R2=sapi yang diberi pakan mengandung 2,5% tepung lerak, R3=sapi yang diberi pakan mengandung 5% tepung lerak.

(detoksifikasi), merangsang sistem pertahanan tubuh (imunitas), mencegah penggumpalan keping-keping darah (trombosit), menghambat sintesa kolesterol di hati, meningkatkan metabolisme hormon, meningkatkan pengenceran dan pengikatan zat karsinogen dalam liang usus, menimbulkan efek anti bakteri, anti virus dan anti oksidan, mengatur gula darah serta dapat menimbulkan efek anti kanker. Fitokimia saponin banyak terdapat pada kacang-kacangan (buah) dan daun-daunan. Penelitian mengungkapkan bahwa saponin dapat sebagai anti kanker, anti mikroba, meningkatkan sistem imunitas, dan dapat menurunkan kolesterol (Azwar, 2008).

Hasil penelitian pada Tabel 5 menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh perlakuan penambahan 2,5% dan 5% tepung lerak yang mengandung saponin, terhadap persen albumin, alpha, beta dan gamma globulin. Hal ini menunjukkan bahwa dosis saponin dalam lerak perlakuan sebagai agen defaunasi belum memberikan arti pada gambaran albumin dan globulin darah sebagai salah satu indikator kekebalan tubuh.

Tabel 6 menunjukkan bahwa penambahan tepung lerak dalam ransum dapat mengakibatkan penurunan kadar kolesterol plasma secara nyata ($P < 0,05$). Kadar saponin lerak di ransum yang semakin meningkat mengakibatkan kadar kolesterol menurun. Kehadiran saponin asal lerak mengakibatkan peningkatan sintesa empedu yang prekursornya berasal dari kolesterol. Sebagai akibat peningkatan sintesa empedu maka kolesterol di darah hewan yang diberi lerak menjadi turun. Kadar trigliserida berbeda antar perlakuan dengan adanya peningkatan pada ransum yang mengandung lerak 5%. Informasi tersebut memberikan pengertian bahwa penambahan tepung lerak sampai 5% dapat menurunkan kolesterol dan sekaligus peningkatan asam lemak yang bermanfaat. Piliang & Djojsubagio (2006) menyatakan bahwa hampir seluruh lemak makanan kurang lebih 90% merupakan bentuk trigliserida sedangkan yang 10% berbentuk kolesterol dan fosfolipida. Total protein plasma tidak berbeda antar perlakuan yang berarti sapi masih dalam kondisi kecukupan protein, walaupun dalam ransum tergantikan dengan lerak sampai dengan 5%.

Tabel 6. Gambaran nutrisi plasma sapi potong yang mendapat ransum perlakuan (mg%)

Perlakuan	Trigliserida	Kolesterol	Total protein
R1	23,12±4,43 ^b	126,50±22,40 ^a	7,30±1,28
R2	23,58±2,05 ^b	106,75± 7,14 ^b	6,85±0,80
R3	29,03±3,72 ^a	100,50±37,31 ^b	6,80±0,74

Keterangan: superskrip berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata $P < 0,05$. R1=sapi yang diberi pakan kontrol tanpa mengandung lerak, R2=sapi yang diberi pakan mengandung 2,5% tepung lerak, R3=sapi yang diberi pakan mengandung 5% tepung lerak.

KESIMPULAN

Hasil uji *in vivo* menunjukkan tidak ada perbedaan konsumsi nutrisi pada semua perlakuan, yang berarti tingkat palatabilitas ransum perlakuan tidak berbeda. Penambahan tepung lerak pada ransum sapi dapat menghasilkan PBB sebesar 0,93 kg/ekor/hari, yang berarti menghasilkan kenaikan 20% dibandingkan dengan kontrol.

Gambaran hematologi darah menunjukkan adanya penurunan leukosit, yang berarti bahwa pemberian lerak tidak disarankan dalam jangka waktu yang panjang. Berdasarkan gambaran profil nutrisi darah, terjadi penurunan kolesterol plasma efek pemberian lerak, namun trigliserida meningkat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Proyek Badan Litbang DEPTAN – RI Program KKP3T tahun anggaran 2007/2008.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahamefule, F.O., B.E. Obua, I.A. Ukweni, M.A. Oguike & R.A. Amaka. 2008. Haematological and biochemical profile of weaner rabbits fed raw or processed pigeon pea seed meal based diets. *African J. Agric. Res.* 3: 315-319.
- Azwar, D. 2008. Fitokimia mencegah penyakit degeneratif. *Medisina*, Edisi 4 vol. II, Juni 2008. <http://www.isfinasional.or.id/pt-isfi-penerbitan/126/476-fitokimia-mencegah-penyakit-degeneratif>. [28 Januari 2009].
- Cheeke, P.R. 2000. Saponin: Suprising benefits of desert plant. Artikel. <http://www.ipi.oregon-state.edu/sp-sbdp/saponin.html>. [5 Maret 2005].
- Chatterjee, P.N., H. Kaur & N. Panda. 2003. Effect of vitamin E supplementation on plasma antioxidants vitamins and immunity status of crossbred cows. *Asian-Aust. J. Anim.* 16: 1614-1618.
- Chung, M. S., N.C. Kim, L. Long, & L. Shamon. 1997. Dereplication of saccharide and polyol constituents of candidate sweet-tasting plants: Isolation of the sesquiterpene glycoside mukurozioside IIb as a sweet principle of *Sapindus rarak*. *Phytochem. Analysis* 8: 49-54.
- Diaz A., M. Avendano & A. Escobar. 1993. Evaluation of *Sapindus saponaria* as a defaunating agent and its effects on different ruminal digestion parameters. *Livest. Res. Rural Dev.* 5(2).
- Guyton AC. 1993. Sel Darah, Imunitas dan Pembekuan Darah. Dalam: Buku Ajar Fisiologi Kedokteran. Penerbit Buku Kedokteran EGC Jakarta.
- Hamburger, M., I. Slacanin, K. Hostettmann, W. Dyatmiko & Sutarjadi. 1992. Acetylated saponins in molluscicidal activity from *Sapindus rarak*: Unambiguous structure determination by proton nuclear magnetic resonance and quantitative analysis. *Phytochem. Analysis* 3: 231-237.
- Hosoda, K., K. Kuramoto, B. Eruden, T. Nishida & S. Shioya. 2006. The effect of three herbs as feed supplements on blood metabolites, hormones, antioxidant activity, IgG concentration, and ruminal fermentation in holstein steers. *Asian – Aust. J. Anim.* 19:35-41.
- Huntington, G.B. 1983. Feedlot performance, blood metabolic profile and calcium status of steers fed high concentrate diets containing several levels of calcium. *J. Anim. Sci.* 1983. 56:1003-1011.
- Hristov, A.N., A. McAllister, F.H. Van Herk, K.J. Cheng, C.J. Newbold & P.R. Cheeke. 1999. Effect of *Yucca schidigera* on ruminal fermentation and nutrient digestion in heifers. *J. Anim. Sci.* 77: 2554-2563.
- Hu, W., J. Liu, Y. Wu, Y. Guo, & J. Ye. 2006. Effect of tea saponins on *in vitro* ruminal fermentation and growth performance of growing Boer goat. *Arch. Anim. Nutr.* 60: 89-97.
- Isley, S.E., H.M. Miller & C. Kamel. 2005. Effect of dietary saponin quillaja and curcumin on the performance and immune status of weaned piglets. *J. Anim. Sci.* 83:82-88.
- Makkar, H.P.S., S. Sen, M. Blummel & K. Becker. 1998. Effect of fractions containing saponins from *Yucca schidigera*, *Quillaja saponaria* and *Acacia auriculiformis* on rumen fermentation. *J. Agric. Food Chem.* 46: 4324-4328.
- Miyazaki, Y., M. Yamasaki, H. Mishima, K. Mansho, H. Tachibana & K. Yamada. 2001. Oxidative stress by visible light irradiation suppresses immunoglobulin production in mouse spleen lymphocytes. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 65: 593-598.
- Piliang, W.G. & S. Djojsubagio Al Haj.

2006. Fisiologi Nutrisi. Vol 2 Pusat Studi Bioteknologi dan Ilmu Hayat, Institut Pertanian Bogor.
- Sen, S., H.P.S. Makkar, S. Muetzel & K. Becker.** 1998. Effect of *Quillaja saponaria* saponins and *Yucca schidigera* plant extract on growth of *Escherichia coli*. Lett. Appl. Microbiol 27:35-38.
- Steel, R.G.D. & J.H. Torrie.** 2003. Principles and Procedures of Statistics. McGraw-Hill Book Co.Inc., New York.
- Thalib, A., M. Winugroho, M. Sabrani, Y. Widiawati & D. Suherman.** 1994. The use of methanol extracted *Sapindus rarak* fruit as a defaunating agent of rumen protozoa. Ilmu dan Peternakan 7: 17-21.
- Thalib, A., Y. Widiawati, H. Hamid, D. Suherman & M. Sabrani.** 1996. The effects of saponin from *Sapindus rarak* fruit on rumen microbes and performance of sheep. Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner 2: 17-20.
- Turner, J.L., S.S. Dritz, J.J. Higgins, K.L. Herkelman & J.E. Minton.** 2002. Effects of a *Quillaja saponaria* extracts on growth performance and immune function of weanling pigs challenged with *Salmonella typhimurium*. J. Anim. Sci. 80: 1939-1946.
- Uum, U., Aryogi & Y.N. Anggraeni.** 2002. Pengaruh jenis suplementasi terhadap kinerja sapi potong PO yang mendapatkan pakan basal jerami padi fermentasi. Proc. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner, Ciawi Bogor September 2002.
- Wina, E.** 2005a. The utilization of *Sapindus rarak* DC saponins to improve ruminant production through rumen manipulation. PhD Thesis. Uni of Hohenheim, Germany. Verlag Grauer-Beuren, Stuttgart.
- Wina, E., S. Muetzel, E.M. Hoffmann, H.P.S. Makkar & K. Becker.** 2005b. Effect of secondary compounds in forages on rumen micro-organisms quantified by 16S and 18S rRNA In: Applications of gene-based technologies for improving animal production and health in developing countries. H.P.S. Makkar & G.J. Viljoen (eds.), IAEA-FAO, Springer, Netherlands, pp. 397-410.
- Wina, E., S. Muetzel & K. Becker.** 2006. Effect of daily and interval feeding of *sapindus rarak* saponins on protozoa, rumen fermentation parameters and digestibility in sheep. Asian-Aust J. Anim. 19:1580-1587.