

Evaluasi Serbuk Kulit Nenas Sebagai Sumber Antioksidan Dalam Ransum Kambing Perah Peranakan Etawah Secara *In-Vitro*.

Mardalena

Fakultas Peternakan Universitas Jambi, Kampus Pinang Masak,
Jl. Raya Jambi – Ma. Bulian Km 15. Ma. Jambi 36136 Jambi
E-mail : lenadjamas@yahoo.co.id

Intisari

Penelitian yang dilakukan adalah penggunaan pakan suplemen (PS) yang mengandung serbuk kulit nenas (SKN) yang ditambah mineral Zn sebanyak 25 ppm dan mineral Cu sebanyak 10 ppm sebagai sumber antioksidan untuk meningkatkan pencernaan secara *in vitro*. Dalam penelitian ini menggunakan kambing perah peranakan etawah laktasi kedua dengan produksi susu rata-rata 0,467 liter/ekor/hari. Pakan yang diberikan adalah rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) dan konsentrat komersial yang mengandung protein kasar 12,6% (500 g/e/hr). Rancangan pada penelitian *in vitro* ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 5 perlakuan dan 4 ulangan yang terdiri dari: R0 : rumput gajah + konsentrat (kontrol), R1 : R0 + PS (SKN 3,6%), R2 : R0 + PS (SKN 4,8%) R3: R0 + PS (SKN 3,6 + Mineral Zn dan Cu), R4 : R0 + PS (SKN 4,8% + Mineral Zn dan Cu). Parameter yang diamati adalah pH, NH₃, KcBK dan KcBO, VFA Total, VFA Parsial (asam asetat, asam propionat dan asam butirrat) cairan rumen kambing perah. Hasil penelitian *in vitro* menunjukkan bahwa pakan suplemen mampu meningkatkan pencernaan bahan kering dan bahan organik, VFA total dan parsial cairan rumen kambing perah peranakan Etawah

Key word : serbuk kulit nenas, antioksidan, *in-vitro* kambing perah

Abstract

A study of *in vitro* on the utilization of feed supplement (FS) containing pineapples rind (PR) + 25 ppm Zn and 10 (Min) ppm Cu minerals as antioxidant source for increasing the digestibility. An Etawah dairy goats in the second lactation with an average milk production of 0.467 liters head⁻¹ day⁻¹ was used in this experiment. The diets fed to the animals were elephant grass (*pennisetum purpureum*) and the commercial concentrate containing 12.6% crude protein (500 g head⁻¹ day⁻¹). The experimental design was a Completely Randomized Design with 5 treatments and 4 replications. Treatments were elephant grass + concentrate as control (R0), C + FS containing 3.6% PR (R1), C + FS containing 4.8% PR (R2), C + FS containing 3.6 PR +Min Zn and Cu (R3) and C + FS containing 4.8% PR + Min Zn and Cu (R4). The parameters measured were pH, NH₃, digestibility of dry matter and organic matter, the total amount of VFA, acetic acid, propionic acid and butyric acid of dairy goats rumen fluid. The result of this research showed that feed supplement could improve the digestibility of dry matter, organic matter, total and partial VFA content in rumen fluid of dairy goats.

Keywords : Pineapple rind, antioxidant, *in-vitro*, dairy goats

Pendahuluan

Berbagai industri pengolahan bahan baku primer asal pertanian menghasilkan biomasa berupa limbah atau hasil sisa yang memiliki potensi efisiensi ekonomis yang tinggi untuk ruminansia. Industri pengolahan buah

nenas (*Ananas comosus* L. Merr) menghasilkan limbah berupa kulit buah. Nenas selain dikonsumsi sebagai buah segar, juga banyak digunakan sebagai bahan baku industri pertanian untuk diolah menjadi berbagai produk seperti selai, manisan, sirup, dan dodol nenas

dan didapatkan kulit yang cukup banyak sebagai hasil sampingan (Mardalena, 2012). Potensi penggunaan kulit nenas sebagai bahan pakan dilihat dari potensi energi dan protein pada kambing telah diteliti oleh Ginting *et al.* (2005). Potensi pemanfaatan kulit nenas sebagai sumber antioksidan dalam pakan ternak ruminansia, informasinya masih minim.

Buah nenas mengandung senyawa fenolik dan β -karoten (Gardner, *et al.*, 2000; Charoensiri *et al.*, 2009). Ditambahkan Kongsuwan *et al.* (2009) komponen bioaktif buah nenas terdiri dari kandungan vitamin C (6,45 - 18,88 mg/100 g), β -karoten (1,41 - 3,35 μ g/100 g) dan total fenol (20,28 - 26,20 mg GAE/100g). Winarsi (2007) menambahkan bahwa kulit buah-buahan mengandung antioksidan yang tinggi dibanding dengan jaringan yang lebih dalam sehingga kulit buah-buahan dapat dimanfaatkan sebagai sumber antioksidan. Kulit buah nenas yang sudah dikeringkan mengandung total antioksidan sebesar 38,95 mg/100 g dengan kandungan komponen bioaktif berupa vitamin C sebesar 24,40 mg/100, beta karoten 59,98 ppm, total flavonoid 3,47%, kuersetin 1,48%, total fenol 32,69 ppm dan saponin 5,29% (Mardalena *et al.*, 2011). Hasil analisis komposisi zat makanan serbuk kulit nenas menunjukkan bahwa kandungan bahan kering (78,82%), lemak (1,72%) protein kasar (4,81%), BETN (57,74%), selulosa (11,43%) dan hemiselulosa (23,11%) (Mardalena, 2012). Wina *et al.* (2005) melaporkan bahwa saponin memiliki potensi untuk menekan pertumbuhan protozoa dan mengubah fermentasi dalam sistem rumen. Saponin mampu meningkatkan pencernaan pakan, sehingga akan meningkatkan kandungan total VFA total dan parsial (asam asetat, asam propionat dan asam

butirat), yang merupakan sumber energi bagi ternak.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi serbuk kulit nenas sebagai pakan suplemen kambing perah peranakan Etawah melalui peubah fermentabilitas rumen dan pencernaan ransum *in vitro*.

Materi dan Metode

Penelitian *in-vitro* dilakukan untuk mengevaluasi penggunaan serbuk kulit nenas ditambah mineral Zn dan Cu sebagai pakan suplemen dan melihat pengaruhnya terhadap karakteristik cairan rumen kambing perah peranakan Etawah. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan terdiri dari R0 : hijauan + konsentrat, R1 : R0 + PS (SKN 3,6%), R2 : R0 + PS (SKN 4,8%), R3 : R0 + PS (SKN 3,6% + mineral Zn dan Cu), R4 : R0 + PS (SKN 4,8% + Mineral Zn dan Cu). Peubah yang diamati terdiri dari pH, NH₃, pencernaan bahan kering dan pencernaan bahan organik, VFA total, asam asetat, asam propionat dan asam butirat cairan rumen kambing perah peranakan etawah.

Analisis Data

Data dianalisis dengan Anova satu arah dengan menggunakan program SAS 9.1.3. (SAS Institute Inc. North Caroline, 2007). Perbedaan antar perlakuan diuji menggunakan uji lanjut Duncan Multiple Range Test (DMRT).

Hasil dan Pembahasan

1. pH dan NH₃ Cairan Rumen.

Konsentrasi NH₃ dan pH merupakan dua faktor yang mempengaruhi fermentasi rumen. pH dalam rumen merupakan faktor lingkungan yang sangat penting dalam rumen, sebab pH yang optimal akan

menciptakan lingkungan yang sesuai bagi mikroba rumen untuk melakukan aktivitas fermentasi.

Hasil analisis keragaman memperlihatkan bahwa pemberian pakan suplemen tidak nyata ($P > 0,05$) mempengaruhi pH cairan rumen (Tabel 1.). Nilai pH cairan rumen berkisar antara 6,69 - 6,86. Nilai pH yang netral ini didapatkan karena penggunaan saliva buatan sebagai buffer masih mampu menjaga kestabilan kondisi rumen dari pengaruh aktifitas fermentasi. Hal ini sesuai dengan pendapat Church dan Pond (1988) bahwa saliva berperan sebagai buffer untuk menjaga kestabilan cairan rumen. Selain itu nilai ini juga disebabkan adanya keseimbangan produk fermentasi yaitu VFA dan NH_3 . Tinggi rendahnya pH cairan rumen ditentukan oleh jenis makanan, waktu yang tersedia bagi mikroba rumen untuk melakukan fermentasi bahan makanan, kapasitas sistem buffer, kadar NH_3 dan VFA total cairan rumen. Nagaraja dan Titgemeyert (2007) melaporkan bahwa pH rumen umumnya lebih tinggi dari 5,5 dan sering dalam kisaran 5,8-6,5 pada sapi. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa pH diperoleh dalam penelitian ini masih dalam kisaran normal dan

menunjukkan terjadinya proses fermentasi secara optimal. pH normal merupakan faktor penting dalam berfungsinya rumen karena berpengaruh terhadap populasi mikroba, fermentasi produk dan fungsi fisiologis dalam rumen.

Perlakuan pemberian pakan suplemen yang mengandung komponen bioaktif tidak nyata ($P > 0,05$) mempengaruhi produksi NH_3 rumen, namun cenderung mengalami penurunan sampai taraf R4 (SKN 4,8% + mineral Zn dan Cu) (Tabel 1.). Menurut Madigan *et al.* (2003) konsentrasi amonia dalam rumen merupakan keseimbangan antara produksi NH_3 dalam ransum dan penggunaan NH_3 untuk pertumbuhan mikroba. Konsentrasi NH_3 diperoleh dalam penelitian ini bervariasi pada 30,23 - 31,43 mg/100 ml.

Hasil penelitian yang didapat tidak terlepas dari pengaruh pakan suplemen yang diberikan yang mengandung saponin sebesar 5,29%. Menurut Benchaar *et al.* (2008) saponin dapat mengurangi sebagian populasi protozoa karena berpotensi menekan pertumbuhan mikroba dan mengubah pola fermentasi dalam rumen. Lila *et al.* (2005) menambahkan bahwa pemberian

Tabel 1. Karakteristik cairan rumen *in vitro* kambing perah PE

Item Value	Diet					MSE	F-
	R0	R1	R2	R3	R4		
pH	6,69	6,86	6,87	6,82	6,86	0,066	0,33
NH_3 (mg/100 ml)	31,43	30,91	30,79	30,84	30,23	1,975	0,22
Kecernaan Bahan Kering (%)	70,66 ^c	73,48 ^b	73,59 ^b	74,88 ^{ab}	76,34 ^a	0,960	18,32
Kecernaan Bahan Organik (%)	71,33 ^c	73,68 ^b	73,72 ^b	75,12 ^{ab}	76,47 ^a	2,636	5,54
VFA total (mM)	63,84 ^d	83,99 ^c	126,52 ^b	136,28 ^{ab}	148,96 ^a	9,656	56,52
Asam Asetat (mM)	38,61 ^d	56,11 ^c	76,25 ^b	85,64 ^a	90,45 ^a	5,725	57,29
Asam Propionat (mM)	11,67 ^d	16,79 ^c	23,84 ^b	25,49 ^b	29,72 ^a	2,266	40,46
Asam Butirat (mM)	7,03 ^c	8,27 ^c	12,63 ^b	12,81 ^b	15,19 ^a	1,293	27,80

saponin dapat menurunkan konsentrasi NH_3 serta meningkatkan produksi VFA total baik secara *in vitro* maupun *in vivo* pada sapi. Hasil penelitian Istiqomah *et al.* (2010) menunjukkan bahwa pemberian daun waru sebagai sumber saponin meningkatkan konsentrasi amonia sampai pemberian 15 % BK namun pemberian 20 % BK menurunkan NH_3 .

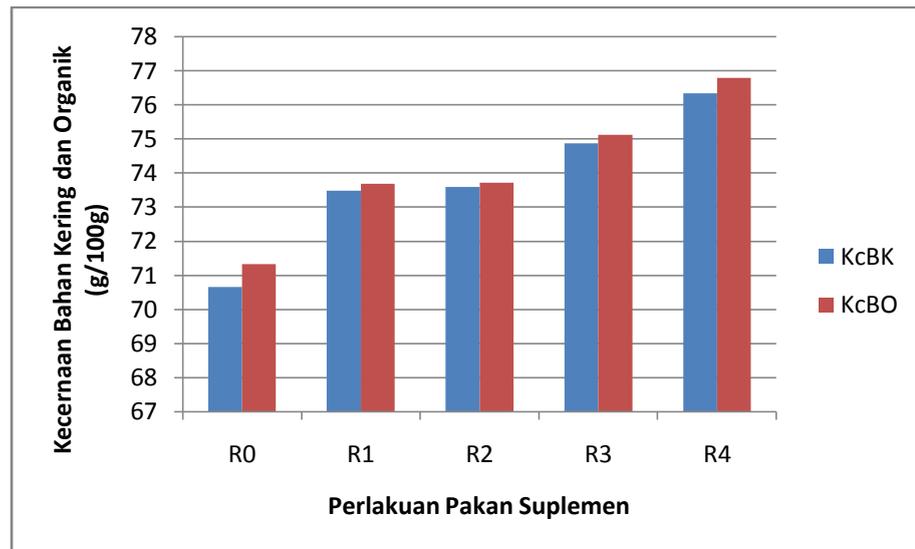
2. Kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik Cairan Rumen

Kecernaan adalah indikasi awal ketersediaan nutrisi yang terkandung dalam bahan pakan tertentu bagi ternak yang mengkonsumsinya. Sebaliknya kualitas nutrisi ditentukan oleh tingkat kecernaan zat makanan yaitu banyaknya zat makanan yang diserap dalam saluran pencernaan ternak. Percobaan *in vitro* adalah salah satu cara untuk menguji kualitas ransum yang digunakan

Hasil analisis ragam memperlihatkan bahwa perlakuan sangat nyata ($P < 0.01$) meningkatkan KcBK dan KcBO *in vitro* dan dibanding kontrol dan dapat meningkatkan KcBK sebesar 3,99 - 8,04%, dan KcBO sebesar 3,29 - 7,21% (Tabel 1.). Peningkatan KcBK dan KcBO dipengaruhi oleh komponen bioaktif yang dikandung SKN dalam pakan suplemen yaitu flavonoid, quercetin, polifenol dan saponin serta mineral Zn dan Cu. Hasil uji lanjut memperlihatkan bahwa KcBK dan KcBO perlakuan R3 dan R4 sangat nyata lebih tinggi ($P < 0,01$) dibanding perlakuan R1 dan R2 maupun R0. Hal ini disebabkan konsentrasi komponen bioaktif pada perlakuan R3 dan R4 lebih tinggi disamping adanya mineral Zn dan Cu. Menurut Yaghoubi *et al* (2010) flavonoid

adalah komponen bioaktif pada tanaman berpigmen yang terdiri dari senyawa polifenol yang mempunyai aktivitas sebagai antioksidan. Potensi flavonoid dapat memanipulasi fermentasi rumen dan produk-produknya. Flavonoid dapat menurunkan produksi NH_3 , produksi gas total, dan jumlah protozoa dalam rumen tapi dapat meningkatkan kecernaan *in vitro* hijauan dalam makanan, sementara Mineral Zn dapat memicu pertumbuhan mikroba (Putra, 1999) sehingga akan meningkatkan efisiensi fermentasi dalam rumen. Pada gambar 1. terlihat bahwa semakin tinggi kandungan pakan suplemen sampai taraf R4, semakin tinggi kecernaan bahan kering dan bahan organik cairan rumen. Hal ini disebabkan konsentrasi komponen bioaktif yang dikandung pakan suplemen diantaranya saponin, flavonoid semakin tinggi dengan tingginya taraf SKN serta adanya mineral Zn dan Cu pada perlakuan R3 dan R4 yang mampu meningkatkan kecernaan

Saponin merupakan salah satu komponen fitokimia dalam tanaman yang berfungsi sebagai antioksidan namun jika terdapat dalam konsentrasi yang tinggi akan merupakan zat anti nutrisi. Menurut Jouany (1996) saponin memiliki aktifitas sebagai anti protozoa yang kuat. Dengan menurunnya populasi protozoa dalam rumen akan meningkatkan efisiensi fermentasi dalam rumen. Ditambahkan Supriyati *et al.* (1999) bahwa suplementasi mineral Zn, Cu dan Mo dapat meningkatkan kecernaan bahan kering, bahan organik dan menurunkan kadar NH_3 .



Gambar 1. Grafik kecernaan bahan kering dan organik cairan rumen.

3. VFA Total dan Parsial Cairan Rumen

Pada Tabel 1. menunjukkan rata-rata produksi VFA total berkisar antara 63,835 - 148,96 mM. Kandungan VFA parsial berupa asetat, propionat dan butirrat cenderung meningkat sejalan dengan meningkatnya level pakan suplemen. Hal ini disebabkan karena dalam pakan suplemen terdapat komponen antioksidan berupa flavonoid, triterpenoid dan saponin. Saponin dapat meningkatkan jumlah bakteri rumen, VFA total, jumlah asam asetat, asam propionat dan NH₃ (Nurdin, 2004).

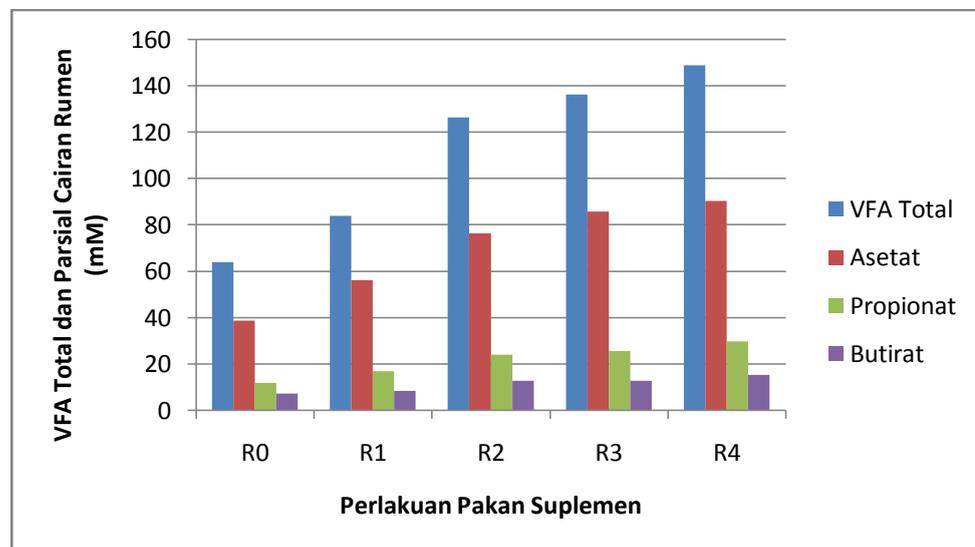
Pemberian pakan suplemen sangat nyata ($P < 0,01$) meningkatkan kadar VFA total sebesar 31,56 - 133,33%, asetat sebesar 45,32 - 134,26%, propionat sebesar 43,87 - 154,67% dan butirrat sebesar 17,64 - 116,07%. Produksi VFA total dan parsial cukup tinggi. Hal ini diduga karena meningkatnya KcBK dan KcBO sehingga ketersediaan substrat lebih banyak untuk bakteri dalam memproduksi VFA. Terlihat bahwa

proporsi kenaikan asam propionat lebih tinggi dibanding asam asetat dan butirrat. Hal ini disebabkan pakan suplemen mengandung komponen antioksidan berupa saponin. Menurut Benchaar *et al.* (2008) saponin dapat mengurangi sebagian populasi protozoa karena berpotensi menekan pertumbuhan mikroba yang merugikan dan mengubah pola fermentasi dalam rumen. Ditambahkan oleh Lila *et al.* (2005) bahwa pemberian saponin dapat menurunkan konsentrasi NH₃ serta meningkatkan produksi VFA total baik secara *in vitro* maupun *in vivo* pada sapi.

Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa VFA total dan VFA parsial pada perlakuan R3 dan R4 nyata lebih tinggi ($P < 0,01$) dibanding perlakuan R2, R1 dan R0. Hal ini disebabkan pada perlakuan R3 dan R4 taraf SKN yang diberikan semakin tinggi sehingga konsentrasi komponen bioaktif juga akan semakin tinggi serta adanya mineral Zn dan Cu dalam ransum. Dalam ransum Zn dan Cu diberikan dalam bentuk ZnSO₄ dan Cu SO₄. Menurut Yaghoubi *et al* (2010)

flavonoid adalah komponen bioaktif pada tanaman berpigmen yang terdiri dari senyawa polifenol yang mempunyai aktivitas sebagai antibakteri. Potensi flavonoid dapat memanipulasi fermentasi rumen dan produk-produknya. Flavonoid dapat menurunkan produksi NH_3 , produksi gas total, dan jumlah protozoa dalam rumen sehingga meningkatkan pencernaan *in vitro* hijauan dalam pakan. Lourenço *et al* (2008) menyatakan bahwa pemberian quercetin dan saponin dapat

meningkatkan konsentrasi VFA total dan aktivitas mikroba rumen. Hasil penelitian ini berbeda dengan hasil penelitian Malecky *et al* (2009) bahwa ransum kambing perah yang diberi pakan yang mengandung komponen bioaktif berupa monoterpene sampai 0,43 g / kg bahan kering dihasilkan bioproses fermentasi rumen tetap tidak berubah. Rata-rata konsentrasi VFA total adalah 89,0 mM dan proporsi asetat, propionat dan butirir adalah 66,4, 21,1 dan 10,1 mM.



Gambar 2. Grafik VFA total dan parsial cairan rumen.

Penelitian lain menyatakan bahwa kisaran VFA dalam rumen adalah 60 mM asam asetat, 20 mM propionat dan butirir 10 mM (Madigan *et al.* 2003). Meningkatnya kandungan saponin akan meningkatkan konsentrasi VFA. Suplementasi buah Sapindus saponaria yang mengandung 120 g saponin dapat meningkatkan profil mikroba rumen, efisiensi VFA dan aliran protein mikroba pada duodenum domba (Abreu *et al.*, 2004).

Dari Gambar 3. terlihat bahwa grafik VFA total dan parsial meningkat sejalan meningkatnya taraf pemberian

pakan suplemen. Hal yang menyebabkan meningkatnya VFA total dan parsial adalah kandungan antioksidan terutama saponin dalam pakan suplemen dan terjadinya peningkatan proporsi asam propionat lebih tinggi dari asetat. Menurut Wina *et al.* (2005) saponin diketahui dapat meningkatkan konsentrasi propionat dan ratio relatifnya terhadap VFA total dalam rumen. Propionat merupakan sumber energi utama bagi ternak melalui proses glukoneogenesis (Murray *et al.*, 2006) sehingga peningkatan

produksi propionat akan memperbaiki efisiensi penggunaan pakan oleh ternak.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pakan suplemen yang mengandung serbuk kulit nenas sampai taraf 4,8% sebagai sumber sntioksidan dan ditambah mineral Zn dan Cu, dapat meningkatkan pencernaan bahan kering dan organik serta VFA total dan parsial *secara in-vitro* dalam cairan rumen kambing perah peranakan Etawah.

Daftar Pustaka

- Abreu, A., J.E. Carulla, C.E. Lascano, T.E. Diaz, M. Kreuzer and D.H. Hess. 2004. Effects of *Sapindus saponaria* fruits on ruminal fermentation and duodenal nitrogen flow of sheep fed a tropica grass diet with and without legume. J. Anim. Sci. 82: 1392-1400.
- Benchaar C, T.A. McAllister dan P.Y. Choulnard. 2008. Digestion, ruminal fermentation, ciliate protozoal populations and milk production from dairy cows fed *cinnamaldehyde*, *quebracho* condensed tannin or *Yucca schidigera* saponin extracts. J. Dairy Sci. 91: 4786-4777.
- Charoensiri, R., Kongkachuichai, R., Suknicom S. and Sungpuag, P. 2009. Betacarotene, lycopene, and alpha-tocopherol contents of selected Thai fruits. Food Chemistry. 113, 202-207.
- Church, D.C. and W.G. Pond. 1988. Basic Animal Nutrition and Feeding. 3th Ed. Jhon Wiley and Sons. New York.
- Gardner, P.T., White, T.A.C., McPhail, D.B. and Duthie, G.G. 2000. The relative contributions of vitamin C, carotenoids and phenolics to the antioxidant potential of fruit juices. Food Chemistry. 68, 471-474.
- Ginting, S.P., R. Krisnan dan A. Tarigan. 2005. The Substitution of Forages with Pineapple Wastes in Complete Feed for Goats. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner.
- Istiqomah. L., H. Herdian A. Febrisantosa and D. Putra. Leaf (*Hibiscus tiliaceus*) as saponin source on in vitro ruminal fermentation characteristic J.Indonesian Trop.Anim.Agric. 36(1.)
- Jouany, J. P. 1996. Effect of Rumen Protozoa on Nitrogen Utilization by Ruminants. J. Nutr. 126: 1335-1346.
- Kongsuwan, P. Suthiluk, T. Theppakorn, V. Srilaong and S. Setha. 2009. Bioactive compounds and antioxidant capacities of *phulae* and *nanglae* pineapple As. J. Food Ag-Ind. Special Issue, S44-S50.
- Lila, Z.A., N. Mohammed, S. Kanda, T. Kamada and H. Itabashi. 2005. Effect of sarsaponin on ruminal fermentation with particular reference to methane production *in vitro*. J. Dairy Sci. 86: 3330 - 3336.
- Lourenço, M., P. W. Cardozo, S. Calsamiglia and V. Fieve. 2008. Effects of saponins, quercetin, eugenol, and cinnamaldehyde on fatty acid biohydrogenation of forage polyunsaturated fatty acids in dual-flow continuous culture fermenters. J. Anim Sci. 86:3045-3053.

- Madigan, M.T., J.M. Martinko and J. Parker. 2003. Brock Biology of Microorganisms. Southern Illinois University Carbondale. 10th ed. Pearson Education, Inc.
- Malecky, M., L.P. Broudiscon and P. Schmidely. 2009. Effects of two levels of monoterpene blend on rumen fermentation, terpene and nutrient flows in the duodenum and and milk production in dairy goats. *Anim. Feed Sci. Technol.* 154: 24 - 35.
- Mardalena, L. Warly, E. Nurdin, R.W.R. Ningrat and Farizal. 2011. Milk Quality of Dairy Goat after Giving Feed Supplement as Antioxidant Source. *J. Ind. Trop. Animal Agric.* 36 (3): 205-211.
- Mardalena. 2012. Evaluasi Pakan Suplemen Sebagai Sumber Antioksidan dan Pengaruhnya Terhadap Respon Fisiologis dan Produktifitas Kambing Perah Peranakan Etawah. Disertasi S3 Unand.
- Murray R.K., D.K. Granner and V.W. Rodwell. 2006. Harper's Illustrated Biochemistry. 27th Ed. The McGraw-Hill Companies, USA.
- Nagaraja, T.G. and E.C. Titgemeyert. 2007. Ruminant acidosis in beef cattle: the current microbiological and nutritional outlook. *J. Dairy. Sci.* 90: 17-38.
- Nurdin, E. 2004. Pemberian Bioplus-Sc dan receplatum bunga matahari terhadap ekologi rumen sapi perah Fries Hollad penderita mastitis subklinis. *Jurnal Peternakan dan Lingkungan.* 1(02):58-63.
- Putra, S. 1999. Peningkatan performans sapi Bali melalui perbaikan mutu pakan dan suplementasi seng asetat. Disertasi. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- SAS 9.1.3. Portable. 2007. SAS/STAT User's Guide. SAS Institute Incorporation Cary. North Carolina.
- Supriyati, D, Yulistiani, Wina dan B. Haryanto. 1999. Suplementasi mineral mikro dalam upaya peningkatan produktifitas domba. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner.* Hal : 11 - 30.
- Yaghoubi, S.M.J., G.R. Ghorbani, H.R. Rahmani, A. Nikkhah. 2010. Flavonoids Manipulation of Rumen Fermentation: An Alternative for Monensin?. *Agricultural Segment: 1(1) AGS/1508.*
- Wina, E., S. Muetzel, E. Hoffmann, H.P.S. Makkar and K. Becker. 2005. Saponins containing methanol extract of *Sapindus rarak* affect microbial fermentation, microbial activity and microbial community structure *in vitro*. *Anim. Feed Sci. Tech.* 121: 159-174.
- Winarsi, H. 2007. Antioksidan Alami dan Radikal Bebas. Potensi dan aplikasinya dalam kesehatan. Penerbit Kanisius.