

EFFECT OF FLOUR AND PAPAYA LEAF EXTRACT (*CaricapapayaL*) IN FEED TO AMMONIA CONCENTRATION, VOLATILE FATTY ACIDS AND MICROBIAL PROTEIN SYNTHESIS IN VITRO

Pipin Sairullah¹⁾, Siti Chuzaemi²⁾, Herni Sudarwati²⁾
¹⁾ Mahasiswa Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya
²⁾ Dosen Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya
Email : pipinsairullah3@gmail.com

ABSTRACT

This research was conducted to investigate the effect of flour and papaya leaf extract (*Carica papaya L*) on a mixed diet of napier grass (*Pennisetum purpureum* Schaum) and pollard (*Triticumaestivum*) to the concentration ammonia, Volatile Fatty Acids (VFA's) and microbial protein synthesis invitro. This research method was an experiment in laboratory with Randomized Block Design (RBD) using 5 treatments with 3 replications. the treatment were P0 : Control Ration (napier grass + pollard ratio of 1:1 in the DM), P1 : P0 + 2.0% papaya leaf flour DM, P2 : P0 + 4.0% papaya leaf flour DM, P3 : P0 + extract DM 2.0% papaya leaves, P4 : P0 + extract DM 4.0 % papaya leaves. The measured variables were concentration of ammonia incubating rumen fluid 24 hour, concentration of VFA's and microbial protein synthesis in the rumen fluid incubation 48 hour. Data were analyzed using variance (ANOVA), if there any differences in treatment, then continued with Duncan Multiple Range Test (DMRT). The results of research that provides highly significant difference ($P < 0.01$) the concentration of ammonia and microbial protein synthesis, but not significantly ($P > 0.05$) against the VFA's. Conclusion of the research was the additional flour and papaya leaf extract on blanding of napier grass and pollard can increase the concentration of ammonia, VFA's, and microbial protein synthesis. The best treatment is the addition of papaya leaf flour 4.0 % (P2) because it can increase the concentration of ammonia and microbial protein synthesis, treatment with the addition of papaya leaf extract 2.0% (P3) can disposed increase the VFA's. The suggestion of this research is that papaya leaf flour 4,0 % (P2) could be added on the woof because it can improve ammonia concentration and synthesis protein of microbe, also this is need to do a deep research to know what the effect of additional of flour and papaya leaf extract on protozoa population based on in vitro.

Keywords : Papaya leaf, ammonia, Volatile Fatty Acids, in vitro.

PENDAHULUAN

Daun pepaya (*Carica papaya L*) mengandung enzim papain, alkaloid karpain, pseudo karpain, glikosida, karposid, dan saponin (Muhlisah, 2001). Kandungan saponin dalam tanaman yang digunakan sebagai pakan banyak terdapat pada bagian daun, seperti pada *alfalfa*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Mellitus alba*, *Sesbania sesban*, *S.pachycarpa*, *Avena sativa* dan *Brachiaria decumbens* (Wina et al, 2005). Mikroba yang secara umum banyak ditemukan hidup dalam rumen terdiri atas bakteri, fungi dan protozoa.

J. Ternak Tropika Vol. 17, No.2: 66-73, 2016

Protozoa memiliki sifat memakan bakteri dan memberikan dampak negatif terhadap proses pencernaan serat kasar secara tidak langsung. Oleh karena itu, perlu dilakukan suatu upaya mengurangi jumlah protozoa dalam rumen (Masruroh, Prayitno dan Suwarno, 2013). Saponin dapat digunakan sebagai agen defaunasi yang menyebabkan turunnya populasi protozoa sehingga populasi bakteri dalam rumen meningkat (Suhartati, 2005).

Produk akhir dari fermentasi karbohidrat di dalam rumen adalah *Volatile Fatty Acid* (VFA) dengan

komponen utama terdiri dari asam asetat, asam propionat dan asam butirat, yang merupakan sumber energi bagi ternak ruminansia (McDonald *et al*, 2002). Menurut Tamminga (1979), protein di dalam rumen akan mengalami perombakan secara hidrolisis oleh enzim protease menjadi peptida dan asam-asam amino, yang sebagian besar akan didegradasi dan dideaminasi menjadi asam-asam organik yaitu VFA, amonia, CO₂, dan CH₄. Amonia yang terbentuk dari proses deaminasi dikombinasikan dengan asam organik α -keto menjadi asam amino baru yang dapat dipakai untuk sintesis protein mikroba (Chujaemi, 1994).

MATERI DAN METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret-Mei 2016. Analisis proksimat, konsentrasi amoniadan sintesis protein mikroba dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya, pembuatan ekstrak daun pepaya dilaksanakan di Laboratorium Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Malang, sedangkan konsentrasi VFA's dan uji saponin dilaksanakan di Laboratorium Pusat Studi Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Materi Penelitian

Daun pepaya yang dijadikan tepung dan ekstrakdiperoleh dari Kota

Malang, rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) diperoleh dari Laboratorium Lapang Sumber Sekar dan Pollard(*Triticum aestivum*) diperoleh dari *poultry shop* Kota Batu, cairan rumen dari sapi Peranakan *Friesian Holstein* (PFH) betina berfistula yang diperoleh dari laboratorium lapang Sumber Sekar Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya. Alat dan bahan untuk analisis proksimat (AOAC, 2005), pengukuran konsentrasi amonia cairan rumen metode Mikrodifusi Conway (Conway, 1957), pengukuran konsentrasi VFA's cairan rumen secara *in vitro* (Bachruddin, 1996), dan pengukuran sintesis protein mikroba rumen secara *invitro* (Blummel *et al*, 1997a).

Metode Penelitian

Metode penelitian adalah percobaan di laboratorium dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) menggunakan 5 perlakuan dengan 3 ulangan. Ransum kontrol yang digunakan yaitu rumput gajah dan pollarddengan perbandingan 1:1 dalam bahan kering. Perlakuan tersebut yaitu P0 : ransum kontrol (rumput gajah + pollard perbandingan 1:1 dalam BK), P1 : P0 + tepung daun pepaya 2,0% BK, P2 : P0 + tepung daun pepaya 4,0% BK, P3 : P0 + ekstrakdaun pepaya 2,0% BK, P4 : P0 + ekstrakdaun pepaya 4,0% BK.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Nutrien Pakan Perlakuan

Hasil analisis proksimat pakan perlakuan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan nutrien pakan perlakuan

Bahan	BK (%)	BO* (%)	PK* (%)	SK* (%)
P0	93,40	91,05	13,40	22,95
P1	93,00	91,91	13,81	22,97
P2	91,49	91,92	13,49	22,11
P3	92,45	92,06	13,16	24,68
P4	92,03	92,85	14,48	28,43

*) Berdasarkan 100% bahan kering. Keterangan : Hasil analisis laboratorium NMT Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya (2016).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan bahan kering berkisar antara 91,49-93,40 %. Kandungan serat kasar tertinggi pada perlakuan dengan penambahan ekstrak daun pepaya 4,0 % (P4) yaitu 28,43 %. Menurut Tillman dkk (1998) tingginya kadar serat kasar dapat menurunkan degradasi oleh kinerja dari mikroba rumen. Sutardi (1980) menambahkan bahwa umur tanaman, kualitas dan lama penjemuran bahan pakan yang akan dianalisis juga akan mempengaruhi kandungan nutrisi. Kandungan bahan organik berkisar antara 91,05-92,85 %. Kurniawati (2009) menyatakan bahwa bahan organik dalam pakan merupakan sumber substrat utama bagi aktivitas mikroba didalam rumen. Jumlah bahan organik dalam pakan dapat mempengaruhi populasi mikroba dan produksi gas fermentasi yang dihasilkan. Bahan organik dalam pakan yang telah mengalami degradasi oleh mikroba rumen akan dikonversi menjadi produk akhir berupa energi hasil degradasi komponen karbohidrat dan amonia yang merupakan

Tabel 2. Rataan konsentrasi amonia cairan rumen.

Perlakuan	mM
P0	11,52±0,19 ^a
P1	12,21±0,15 ^b
P2	12,42±0,26 ^b
P3	12,19±0,27 ^b
P4	12,48±0,23 ^b

Keterangan : Superskrip yang berbeda di kolom yang sama menunjukkan perbedaan sangat nyata ($P<0,01$).

Konsentrasi amonia yang tertinggi yaitu pada penambahan ekstrak daun pepaya 4,0 % (P4) yaitu sebesar 12,48 mM, diduga karena kandungan PK dari P4 juga tinggi yaitu 14,48 %. Menurut Prihardono (2001) bahwa konsentrasi amonia mencerminkan jumlah protein ransum yang banyak di dalam rumen dan nilainya sangat dipengaruhi oleh kemampuan mikroba rumen dalam mendegradasi protein ransum.

Hasil uji jarak berganda Duncan menunjukkan bahwa konsentrasi amonia pada perlakuan dengan penambahan tepung daun pepaya 2,0 % (P1) tidak

produk hasil degradasi fraksi protein atau sumber nitrogen lain. Degradasi bahan organik pakan oleh mikroba juga menghasilkan produk sekunder berupa VFA dan berbagai macam gas seperti karbon dioksida (CO_2), hidrogen (H_2), metana (CH_4) dan gas lainnya.

Konsentrasi Amonia Cairan Rumen

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan ekstrak dan tepung daun pepaya pada pakan campuran rumput gajah dan pollard memberikan perbedaan sangat nyata ($P<0,01$) terhadap konsentrasi amonia. Konsentrasi amonia yang dihasilkan dari semua perlakuan berkisar antara 11,52-12,48 mM dan nilai tersebut masih optimal untuk pertumbuhan mikroba rumen. McDonald *et al* (2002) menyatakan bahwa konsentrasi amonia yang optimum untuk menunjang sintesis protein mikroba dalam rumen sangat bervariasi, berkisar antara 6-21 mM. Rataan konsentrasi amonia cairan rumen pada penelitian ini disajikan pada Tabel 2.

menunjukkan perbedaan nyata terhadap perlakuan dengan penambahan tepung daun pepaya 4,0 % (P2), ekstrak daun pepaya 2,0 % (P3) dan ekstrak daun pepaya 4,0 % (P4), akan tetapi perlakuan kontrol (P0) menunjukkan perbedaan nyata terhadap P1, P2, P3, dan P4. Amonia merupakan sumber nitrogen utama bagi mikroba rumen karena amonia yang dibebaskan dalam rumen sebagian dimanfaatkan oleh mikroba untuk sintesis protein mikroba. Sekitar 3,5-14 mM amonia digunakan oleh mikroba rumen sebagai sumber N untuk proses sintesis selnya (Arora, 1995).

Konsentrasi VFA's (*Volatile Fatty Acids*) Cairan Rumen

Produk akhir dari fermentasi karbohidrat dalam rumen adalah VFA dengan komponen utama terdiri dari asam asetat, asam propionat dan asam butirat yang merupakan sumber energi bagi ternak ruminansia (Czerkawski, 1986; McDonald *et al*, 2002). Pada ternak ruminansia asam asetat digunakan sebagai sumber energi, disamping merupakan prekursor bagi pembentukan lemak susu dan bersifat non glukogenik di dalam jaringan hewan. Asam propionat merupakan prekursor utama untuk pembentukan glukosa darah dan bersifat glukogenik (Vlaeminck *et al*, Tabel 3. Rataan konsentrasi VFA's cairan rumen.

Perlakuan	Asam Asetat (mMol/l)	Asam Propionat (mMol/l)	Asam Butirat (mMol/l)
P0	8,75±0,19	6,31±0,51	1,82±0,26
P1	13,81±0,45	9,81±1,02	2,77±0,18
P2	12,11±2,48	9,11±1,09	2,23±0,49
P3	16,88±5,63	13,13±6,97	3,93±1,78
P4	13,43±2,75	10,30±1,75	3,54±2,04

Berdasarkan hasil penelitian, konsentrasi asam asetat berkisar antara 8,75-16,88 mMol/l, konsentrasi asam propionat berkisar antara 6,31-13,13 mMol/l, sedangkan konsentrasi asam butirat berkisar antara 1,82-3,93 mMol/l. Hal tersebut tidak sesuai penelitian Anggraeni (2014) yang memperoleh konsentrasi asam asetat dengan kisaran 42,80-60,80 mMol/l, asam propionat berkisar antara 11,82-18,13 mMol/l, sedangkan asam butirat berkisar antara 6,59-7,55 mMol/l. Menurut McDonald *et al* (2002) bahwa konsentrasi VFA di dalam rumen tergantung pakan yang dikonsumsi, ternak ruminansia yang mengkonsumsi hijauan maka konsentrasi VFA didalam rumen sebanyak 97 mMol/l dengan perbandingan 66 % asetat, 22 % propionat, dan 9 % butirat, sedangkan pakan dengan proporsi hijauan dan konsentrat (40 : 60) menghasilkan VFA sebanyak 76 mMol/l dengan perbandingan 52 % asetat, 34 % propionat dan 12 % butirat. Hal ini sesuai dengan pendapat Hvelpund (1991) yang menyatakan bahwa *J. Ternak Tropika Vol. 17, No.2: 66-73, 2016*

2006). Asam Butirat dimetabolisme dalam hati menjadi badan keton. Badan keton digunakan sebagai sumber energi untuk pembentukan asam lemak, otot kerangka dan jaringan tubuh lain. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan tepung dan ekstrak daun pepaya pada pakan campuran rumput gajah dan pollard tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap konsentrasi VFA's. Konsentrasi VFA's cairan rumen pada penelitian ini disajikan pada Tabel 3.

produksi VFA yang utama dalam cairan rumen adalah 65 % asetat, 20 % propionat, 10 % butirat, dan 5 % velerat.

Komposisi VFA didalam rumen berubah dengan adanya perbedaan bentuk fisik, komposisi pakan, taraf, dan frekuensi pemberian pakan, serta pengolahan. Semakin sedikit produksi VFA yang dihasilkan maka semakin sedikit pula protein dan karbohidrat yang mudah larut. Penurunan VFA diduga berhubungan dengan pencernaan nutrien, VFA tersebut digunakan sebagai sumber energi mikroba untuk mensintesis protein mikroba dan digunakan untuk pertumbuhan sel tubuhnya (Sakinah, 2005).

Saponin mampu melisiskan protozoa dengan membentuk ikatan yang kompleks dengan sterol yang terdapat pada permukaan membran protozoa. Saponin dapat menghambat proses metanogenesis disamping mampu membuat produktivitas ternak menjadi lebih efisien (Wang *et al*, 2011). Penekanan jumlah protozoa rumen akan menyebabkan peningkatan jumlah bakteri amilolitik (Kurihara, Takechi, and

Shibata, 1978). Bakteri amilolitik ini akan meningkatkan pencernaan pati dalam menghasilkan propionat sebagai bagian dari VFA. Dalam pembentukan asam propionat bakteri amilolitik membutuhkan H_2 . Hal ini akan merubah profil VFA karena adanya kompetitor pengguna H_2 .

Pada perlakuan dengan penambahan tepung dan ekstrak daun pepaya (P1, P2, P3, P4) hasilnya lebih tinggi daripada perlakuan kontrol (P0). Peningkatan VFA's diduga terkait dengan adanya kandungan saponin dalam daun pepaya. Saponin merupakan agensi defaunasi. Menurut Sutardi (1992) defaunasi secara alami tidak akan membunuh semua protozoa, namun cukup efektif untuk mengontrol pertumbuhannya. Shirley (1986) berpendapat bahwa produksi VFA akan meningkat secara nyata pada level protein pakan 12 – 13 % karena pada level protein tersebut sintesa protein mikroba mencapai puncaknya sehingga kemampuan mikroba untuk memfermentasi pakan juga meningkat.

Sintesis Protein Mikroba Rumen (SPM)

Amonia adalah sumber nitrogen utama dan sangat penting untuk sintesis protein mikroba rumen. Amonia hasil perombakan protein pakan di dalam rumen akan digunakan sebagai sumber nitrogen utama untuk sintesis protein mikroba. Menurut McDonald *et al* (2002) bahwa kisaran konsentrasi amoniayang optimal untuk sintesis protein mikroba rumen berkisar 6 - 21 mM. Selanjutnya dikatakan, faktor utama yang mempengaruhi penggunaan N-amoniaadalah ketersediaan karbohidrat dalam ransum yang berfungsi

sebagai sumber energi untuk pembentukan protein mikroba.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan ekstrak dan tepung daun pepaya pada pakan campuran rumput gajah dan pollard berpengaruh sangat nyata ($P<0,01$) terhadap sintesis protein mikroba di dalam rumen. Sintesis protein mikroba yang dihasilkan dari semua perlakuan berkisar antara 37,93-41,61 g N/kg BOTR (Bahan Organik Tercerna didalam Rumen). Menurut ARC (1984) rataan protein mikroba untuk semua bahan pakan pada ruminansia yang terfermentasikan di dalam rumen, menghasilkan 15-45 g N/kg BOTR atau rata-rata 30 g N/kg BOTR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sintesis protein mikroba pada perlakuan kontrol (P0) lebih rendah jika dibandingkan dengan perlakuan lainnya (P1, P2, P3, P4). Hal ini diduga karena kandungan PK dari daun pepaya sangat tinggi jika dibandingkan dengan rumput gajah dan pollard yaitu sebesar 22,51 %. Gosselink *et al* (2003) menyatakan bahwa PK merupakan komponen yang sangat menentukan untuk produksi sintesis protein mikroba karena PK mengindikasikan ketersediaan unsur N bagi mikroba rumen sepanjang nitrogen konsentrasinya tidak kurang dan protein tidak digunakan sebagai sumber energi. Sintesis protein mikroba rumen pada penelitian ini disajikan pada Tabel 4.

Perlakuan	g N/kg BOTR
P0	37,93±0,18 ^a
P1	39,21±0,35 ^b
P2	41,61±0,56 ^d
P3	40,15±0,16 ^{bc}
P4	41,19±0,56 ^{cd}

Keterangan : Superskrip yang berbeda di kolom yang sama menunjukkan perbedaan sangat nyata ($P<0,01$).

Hasil paling tinggi yaitu pada perlakuan dengan penambahan tepung daun pepaya 4,0 % (P2) yaitu 41,61 g N/kg BOTR. Menurut Suparjo (2008) saponin dapat meningkatkan sintesis protein mikroba rumen dan menurunkan degradasi protein dalam rumen. Penurunan degradasi protein dalam rumen dapat terjadi karena terbentuknya kompleks protein-saponin yang sedikit tercerna dan terkait dengan kemampuan saponin sebagai agen defaunasi yang menyebabkan penurunan total populasi protozoa rumen.

Hasil uji jarak berganda Duncan menunjukkan bahwa perlakuan dengan penambahan tepung daun pepaya 2,0% (P1) menunjukkan perbedaan nyata terhadap perlakuan dengan penambahan tepung daun pepaya 4,0% (P2) tetapi tidak menunjukkan perbedaan nyata terhadap perlakuan dengan penambahan ekstrak daun pepaya 2,0% (P3). Menurut Stern *et al* (2006) rentang nilai efisiensi sintesis protein mikroba rumen adalah 10-50 g N/kg BOTR. Chen *et al* (1992) menyatakan bahwa ketersediaan pakan yang semakin banyak untuk fermentasi akan memperbanyak produksi biomassa mikroba rumen.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan, kesimpulan dari hasil penelitian ini yaitu:

- 1) Penambahan tepung dan ekstrak daun pepaya pada pakan campuran rumput gajah dan pollard dapat meningkatkan konsentrasi amonia, VFA's, dan sintesis protein mikroba.
- 2) Perlakuan terbaik yaitu pada penambahan tepung daun pepaya 4,0 % (P2) karena dapat meningkatkan konsentrasi amonia dan sintesis protein mikroba, sedangkan pada perlakuan dengan penambahan ekstrak daun pepaya 2,0 % (P3) cenderung dapat meningkatkan konsentrasi VFA's.

Saran

- 1) Tepung daun pepaya 4,0 % (P2) dapat ditambahkan pada pakan karena dapat meningkatkan konsentrasi amonia dan sintesis protein mikroba rumen.
- 2) Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh penambahan ekstrak dan tepung daun pepaya terhadap populasi protozoa secara *invitro*.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, Y. N. 2014. *Sinkronisasi Pasok Protein dan Energi Terhadap Proses Metabolisme Pakan pada Sapi PO Lepas Sapih*. Disertasi. Fapet UB. Malang.
- AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis*. 14th. Association of Official Analytical Chemists : Washington.
- ARC, 1984. *The Nutrient Requirement of Ruminant Livestock, Commonwealth Agricultural Bureaux*, Slough, England.
- Arora, S. P. 1995. *Pencernaan Mikroba pada Ruminansia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Bachruddin, Z. 1996. *Pengukuran pH dan Asam Lemak Terbang (Volatile Fatty Acid – VFA) Cairan Rumen dengan Gas Khromatografi (Kursus Singkat Teknik Evaluasi Pakan Ruminansia)*. Fakultas Peternakan. UGM. Yogyakarta.
- Blummel M., Steingass H. and Becker K., 1997a. *The Relationship Between In Vitro Gas Production, In Vitro Microbial Biomass Yield And 15n Incorporation And Its Implications For The Predictions Of Voluntary Feed Intake Of Roughages*. In: Br. J. Nutr., 77. p. 911-921.
- Chen, X, B., Y. B. Chen, Franklin, E. R. Orskov and W. J. Shand. 1992. *The Effect Of Intake And Body Weight On Purine Derivative Excretion And Microbial Protein*

- Supply In Sheep*. J. Anim. Sci. 70 : 1534-1542
- Chuzaemi, S. 1994. *Potensi Jerami Padi Sebagai Pakan Ternak Ditinjau dari Kinetika Degradasi dan Retensi Jerami di Dalam Rumen*. Disertasi. Fakultas Peternakan, UGM, Yogyakarta.
- Conway, E.J. 1957. *Microdiffusion Analysis and Volumetric Error*. Crosby Cocwood:London UK.
- Czerkawski, J. W. 1986. *An Introduction to Rumen Studies*. Pergamon Press. Oxford.
- Gosselink, J.M.J., Poncet, C., Dulphy, J.P. and Cone, J.W. 2003. *Estimation Of The Duodenal Flow Of Microbial Nitrogen In Ruminants Based On The Chemical Composition Of Forages*. Anim. Res. 52: 229-243. INRA, IDP Sciences.
- Hvelplund, T. 1991. *Volatily Fatty Acids and Protein Production in the Rumen, in Rumen Microbial Metabolism and Ruminal Digestion*. INRA, Paris.
- Kurihara, Y., T. Takechi and F. Shibata. 1978. *Relationship Between Bacteria And Ciliate Protozoa In The Rumen Of Sheep Fed On Purified Diet*. J. Agric. Sci., 90: 373-381.
- Kurniawati, A. 2007. *Teknik produksi gas in-vitro untuk evaluasi pakan ternak: volume produksi gas dan pencernaan bahan pakan*. Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi. ISSN: 1907-0322.
- Masruroh, S., Prayitno, C.H. dan Suwarno. 2013. *Populasi protozoa dan produksi gas total dari rumen kambing perah yang pakannya disuplementasi ekstrak herbal secara invitro*. Jurnal Ilmiah Peternakan 1 (2): 420-429.
- McDonald, P., R. Edwards and J. Greenhalgh. 2002. *Animal Nutrition*. 6th Edition. New York.
- Muhlisah, F. 2001. *Tanaman Obat Keluarga*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Preston, T.R. and R.A.Leng. 1987. *Matching Ruminant Production Sitems with Available Resources in the Tropic and Sub-Tropic*. International Colour Production. Stanthorpe, Queensland, Australia
- Prihardono, R. 2001. *Pengaruh Suplementasi Probiotik Bioplus, Lisinat Zn dan Minyak Man Lemuru Terhadap Tingkat Penggunaan Pakan dan Produk Fermentasi Rumen Domba*. Jurusan Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor.
- Sakinah, D. 2005. *Kajian Suplementasi Probiotik Bermineral Terhadap Produksi VFA, NH₃, Dan Kecernaan Zat Makanan Pada Domba*. Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Shirley, R.L. 1986. *Nitrogen and Energy Nutrition of Ruminants*. Departemen of Animal Science University of Florida. Academic Press Inc. Florida.
- Stern, M. D., A. Bach and S. Calsamiglia. 2006. *New concepts in protein nutrition of ruminants*. 21st Annual Southwest Nutrition and Management Conference. pp 45-62.
- Suhartati F.M. 2005. *Proteksi Protein Daun Lamtoro (Leucaena leucocephala) Menggunakan Tannin, Saponin, Minyak dan Pengaruhnya Terhadap Ruminal Undegradable Dietary Protein (RUDP) dan Sintesis Protein Mikroba Rumen*. Animal Production, 7 (1): 52 – 58.
- Suparjo. 2008. *Saponin, Peran dan Pengaruhnya Bagi Ternak dan Manusia*. Laboratorium Makanan Ternak. Fakultas Peternakan.

- Universitas Jambi.
<http://jojo66.wordpress.com>.
 Diakses 28 Januari 2016.
- Sutardi, T. 1980. *Landasan Ilmu Nutrisi*. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sutardi, T. 1992. *Pengembangan Pakan Ternak Ruminansia*. Prosiding Seminar Nasional Bidang Peternakan : 52- 76.
- Sutardi, T. 1997. *Peluang dan Tantangan Pengembangan Ilmu Nutrisi Ternak*. Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Tamminga, S. 1979. *Protein Degradation In The Forestomach Of Ruminants*. J. Anim. Sci. 47 : 1615-1630.
- Tillman, A. D., H. Hartadi., S. Reksohadiprodjo., S. Prawirokusumo, dan S. Lebdosukojo. 1998. *Ilmu Makanan Ternak Dasar*. Edisi kelima. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Vlaeminck, B., V. Fievez., S. Tamminga., R. J. Dewhurst., A. Van Vuuren., D. De Brabander., D. Demeyer. 2006. *Milk Odd-and Branched-Chain Fatty Acids in Relation to the Rumen Fermentation Pattern*. J. Dairy Sci. 89:3954–3964.
- Wang, Y., T.A. McAlliser, I. J. Yanke, Z. J. Xu, P. R. Cheeke and K.J. Cheng. 2000. *In Vitro Effect Of Steroidal Saponins From Yucca Schidigera Extract On Rumen Microbes*. J.Appl. Microbial. 88:887-896.
- Wina, E., S. Muezel, E. Hoffman, H.P.S. Makkar, and K. Becker. 2005. *The ImpactOf Saponin-Containing Plant Materials On Ruminant Production – A Review*. J.Agricultural and Food Chemistry 53: 8093 – 8015