

Pengaruh Suplementasi dan Proteksi Minyak Biji Kapuk Terhadap Fermentabilitas Ruminal Rumput Gajah pada Sapi Secara *In Vitro*

(The effect of supplementation and protection of kapok seed oil on *in vitro* ruminal fermentability of elephant grass)

D. D. Dinata¹, Widiyanto¹ dan R. I. Pujaningsih¹

¹Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro

ABSTRACT The purpose of this research was to study the interaction between supplementation and protection of kapok seed oil (KSO) influence on *in vitro* digestibility and ruminal fermentability products of elephant grass. Material used were elephant grass, kapok seed oil, KOH and CaCl₂ reagents and cattle rumen fluids. Completely randomized design (CRD) was used with two factorial pattern 3 x 5 with 2 replications, first factor was supplementation of KSO consist of 3 levels: 5% (S1); 10% (S2); and 15% (S3), respectively. Second factor was protection consist of 5 levels: 0% (P0); 25% (P1); 50% (P2); 75% (P3) and 100% (P4); also control treatment without supplementation and protection of KSO (S0P0). The result of this research showed there was no

interaction between supplementation and protection of KSO on digestibility of elephant grass. The highest *In vitro* Dry Matter Digestibility (IVDMD) and *In vitro* Digestibility of Organic Material (IVDOM) reached by control treatment, 55,17% and 54,27%, respectively. The results of this research showed influence of interaction between supplementation and protection of KSO on VFA and NH₃ production (P<0.05). The highest VFA and NH₃ production reached by 10% supplementation and 25% protection were 152,5 and 6,50 mM. The conclusion of this study showed that supplementation and protection of KSO was not effecting ruminal fermentation, but decreasing *in vitro* digestibility of elephant grass.

Keywords: Kapok seed oil, supplementation, protection, *in vitro*.

2015 Agripet : Vol (15) No.1 : 46-51

PENDAHULUAN

Rumput gajah merupakan hijauan pakan yang banyak dimanfaatkan di daerah tropis. Hijauan di daerah tropis memiliki kandungan protein yang cukup, namun pertumbuhan yang cepat menyebabkan tingginya kandungan serat kasar hijauan sehingga pencernaan dan energi atau *total digestible nutrients* (TDN) rendah. Salah satu upaya untuk mengatasi rendahnya kandungan TDN pada hijauan yaitu melalui suplementasi pakan. Suplementasi pakan yang memiliki densitas energi tinggi sangat penting. Pakan yang *bulky* akan menekan nafsu makan ternak sehingga membatasi konsumsi bahan kering pakan. Salah satu suplemen pakan yang memiliki densitas energi tinggi namun tidak *bulky* adalah minyak biji kapuk. Minyak biji kapuk merupakan sumber asam lemak tidak jenuh ganda. Pada ruminansia, asam lemak

tidak jenuh (ALTJ) mampu menekan metanogenesis dan berpotensi sebagai sumber energi tanpa menghambat fermentasi mikrobial rumen yang mengakibatkan penurunan degradabilitas serat (Jenkins, 1993). Suplementasi ALTJ juga mampu mengubah pola fermentasi ruminal dengan meningkatkan nisbah asam asetat/asam propionat (A/P) sehingga energi yang mampu dimanfaatkan lebih tinggi (Widiyanto *et al.*, 2007).

Hambatan pemanfaatan MBK (Minyak Biji Kapuk) adalah kandungan zat antinutrisinya, yaitu asam siklopropenoat dan suplementasi MBK yang tinggi akan menurunkan pencernaan bahan pakan. Efek samping tersebut dapat dikurangi melalui proteksi parsial sehingga mengurangi pengaruh negatif dari suplementasi lemak berupa penurunan pencernaan dan hambatan aktivitas mikrobial rumen berkurang, serta mengurangi proses hidrogenasi lemak di dalam rumen (Wina dan Susana, 2013). Proteksi bisa

Corresponding author : dessdonndinn@gmail.com

dilakukan dengan cara hidrogenasi parsial dan saponifikasi.

Proteksi ALTJ menggunakan alkali (KOH) yang kemudian ditransformasi dengan CaCl_2 sehingga gugus karboksil berikatan dengan kalsium akan mengurangi toksisitas ALTJ yang kemudian akan menurunkan hambatan metabolisme mikrobial (Widiyanto *et al.*, 2007). Asam lemak tidak jenuh yang tidak terproteksi masih bisa difermentasi di dalam rumen sehingga meningkatkan efisiensi energi dari pakan. Minyak biji kapuk adalah sumber ALTJ (71,95%) yang merupakan hasil samping kapuk dan memiliki potensi untuk dikembangkan. Sentra produksi kapuk di Jawa Tengah terdapat di 31 kabupaten dengan total luas area 41.372,69 hektar dengan produksi 30.028,49 ton (Dinas Perkebunan Provinsi Jawa Tengah, 2011).

Tujuan penelitian adalah mengetahui interaksi kombinasi perlakuan suplementasi dan proteksi MBK yang dievaluasi dari pencernaan dan hasil fermentasi ruminal rumput gajah secara *in vitro*. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi tingkat optimal suplementasi MBK terproteksi pada rumput gajah sebagai suplemen sumber energi secara *in vitro*. Hipotesis penelitian ini adalah suplementasi dan proteksi MBK pada aras yang semakin tinggi akan meningkatkan pencernaan dan hasil fermentasi ruminal rumput gajah secara *in vitro*.

MATERI DAN METODE

Penelitian tentang pengaruh suplementasi dan proteksi MBK terhadap pencernaan dan hasil fermentasi ruminal rumput gajah secara *in vitro* dengan cairan rumen sapi dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Nutrisi Pakan Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro, Semarang. Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret - April 2014.

Materi Penelitian

Materi yang digunakan adalah ransum basal rumput gajah (seluruh bagian tanaman pada umur 3 bulan), minyak biji kapuk dari CV THT Pati, reagen KOH dan CaCl_2 untuk proteksi MBK, cairan rumen segar dari rumen sapi, aquades, larutan *McDougall*, gas CO_2 , air es, H_2SO_4 0,0055 N, H_2SO_4 15%, HCl 0,5 N,

Na_2CO_3 jenuh, H_3PO_3 , vaselin, indikator *Phenolptalein* 1%, dan indikator *methyl red*. Peralatan yang digunakan meliputi tabung fermentor 100 ml, tutup karet berventilasi, termos, kain kasa, gelas ukur, pompa vakum, mikroburet 0,001 ml, labu Erlenmeyer, seperangkat alat destilasi, kompor, *crucible porselain*, timbangan digital, oven, tanur, *sentrifuge*, *water bath*, kertas saring Whatman No. 41, botol untuk wadah supernatan.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dalam dua tahap yaitu tahap persiapan dan tahap pelaksanaan. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial 3 x 5 dengan 2 kali ulangan, faktor I aras suplementasi MBK, terdiri dari: 1) S1 = 5%, 2) S2 = 10%, 3) S3 = 15%; faktor II aras proteksi, terdiri dari: 1) P0 = 0%, 2) P1 = 25%, 3) P2 = 50%, 4) P3 = 75%, 4) P4 = 100%; serta perlakuan kontrol tanpa suplementasi dan proteksi (S0P0).

Tahap Persiapan

Rumput gajah dikeringkan dengan oven dan digiling menggunakan Willey Cutting Mill dengan diameter saringan 1 mm. Sampel dianalisis proksimat (Tabel 1.) dan digunakan dalam perlakuan dalam bentuk kering udara. Proteksi MBK dilakukan dengan saponifikasi menggunakan KOH berdasarkan bilangan penyabunan (Cabatit, 1979) dengan KOH yang ditransformasi ke garam kalsium menggunakan CaCl_2 yang diperhitungkan secara stoikiometri.

Tahap Pelaksanaan

Variabel yang diukur meliputi pencernaan bahan kering (KcBK) dan pencernaan bahan organik (KcBO) dilaksanakan menurut metode Tilley dan Terry (1963), produksi VFA dengan metode destilasi uap dan produksi NH_3 dengan metode mikrodifusi Conway. Data yang diperoleh diolah secara statistik dengan analisis ragam dan apabila terdapat pengaruh yang nyata ($p < 0,05$) akibat perlakuan, dilanjutkan dengan uji wilayah ganda Duncan pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh suplementasi dan proteksi MBK pada rumput gajah secara *in vitro* dalam penelitian dievaluasi melalui pencernaan bahan kering (KcBK) dan pencernaan bahan organik (KcBO), produksi asam lemak atsiri atau *volatile fatty acids* (VFA) dan amonia (NH₃). Data hasil penelitian untuk setiap kombinasi perlakuan disajikan dalam Tabel 2.

Kecernaan Bahan Kering Kecernaan bahan pakan adalah bagian dari bahan pakan yang tidak disekresikan melalui feses dan diasumsikan disimpan oleh tubuh ternak (Van Soest, 1982 dalam Widyaningsih, 2005). Berdasarkan analisis ragam, tidak terdapat interaksi antara aras suplementasi dengan aras proteksi MBK terhadap KcBK rumput gajah ($p > 0,05$). Perlakuan S0P0 (tanpa suplementasi dan proteksi MBK) menghasilkan KcBK sebesar 55,17%. Hasil KcBK pada perlakuan kontrol yang lebih tinggi daripada kombinasi perlakuan yang lain, menunjukkan bahwa suplementasi MBK mempengaruhi aktivitas bakteri fibrolitik dalam mendegradasi serat kasar. Tingginya kandungan serat kasar pada rumput gajah yaitu 44,95% (Tabel 1.) juga mempengaruhi nilai KcBK, kondisi ini mengakibatkan nilai KcBK yang dihasilkan rendah.

Peningkatan aras suplementasi MBK terproteksi menurunkan KcBK rumput gajah, semakin tinggi aras suplementasi MBK semakin rendah nilai KcBK. Hal ini diduga karena adanya efek negatif dari penggunaan MBK yang mempengaruhi aktivitas mikrobia rumen. Suplementasi MBK terproteksi menurunkan kecernaan pakan melalui penyelubungan serat pakan sehingga bakteri fibrolitik tidak mampu mendegradasi serat kasar, akibatnya terjadi penurunan tingkat pertumbuhan mikrobia rumen. Hal ini sesuai dengan pendapat Harvatine dan Allen (2000) dalam Wina dan Susana (2013) yaitu semakin tinggi suplementasi lemak semakin besar pengaruhnya menekan proses degradasi serat. Suplementasi MBK menurunkan kecernaan pakan melalui pembatasan aktivitas mikrobia fibrolitik dan penurunan pertumbuhan mikrobia rumen yang kemudian mempengaruhi perombakan serat kasar ransum.

Tabel 1. Hasil Analisis Proksimat Rumput Gajah

Komponen Proksimat	Hasil Analisis
Bahan Kering (<i>dry matter</i>)	88,8407%
Abu (<i>ash</i>)	19,5352%
Protein Kasar (<i>crude protein</i>)	10,1021%
Lemak (<i>ether extract</i>)	2,7098%
Serat Kasar (<i>crude fiber</i>)	44,4948%
BETN (NFE)	23,1581%

Keterangan : Hasil analisis Laboratorium Ilmu Nutrisi Pakan Fakultas Peternakan dan Pertanian, Undip.

Tabel 2. Pengaruh Suplementasi Minyak Biji Kapuk Terproteksi terhadap KcBK, KcBO, Produksi VFA dan NH₃ Rumput Gajah secara *in vitro*

Kombinasi Perlakuan	KcBK	KcBO	VFA	NH ₃
	----- % -----		----- mM -----	
S0P0	55,17 ^g	54,27 ^e	120 ^{bc}	6,24 ^c
S1P0	52,44 ^d	52,04 ^d	122,5 ^{bc}	5,94 ^{ab}
S1P1	52,64 ^d	52,44 ^d	137,5 ^{bc}	6,39 ^c
S1P2	51,37 ^d	48,11 ^{ab}	110 ^{ab}	6,24 ^c
S1P3	49,83 ^{bc}	49,57 ^{ab}	92,5 ^{ab}	5,80 ^{ab}
S1P4	54,51 ^f	53,69 ^e	125 ^{bc}	6,23 ^c
S2P0	48,41 ^{ab}	50,91 ^{cd}	127,5 ^{bc}	6,17 ^c
S2P1	48,01 ^{ab}	48,66 ^{ab}	152,5 ^c	6,50 ^c
S2P2	49,72 ^{bc}	49,30 ^{ab}	112,5 ^{ab}	6,04 ^c
S2P3	47,49 ^{ab}	43,31 ^{ab}	110 ^{ab}	6,31 ^{ab}
S2P4	46,70 ^{ab}	42,97 ^a	125 ^{bc}	5,45 ^{ab}
S3P0	42,72 ^a	43,66 ^{ab}	117,5 ^{ab}	6,24 ^c
S3P1	49,71 ^{bc}	50,46 ^{bc}	140 ^c	5,89 ^{ab}
S3P2	43,62 ^{ab}	44,86 ^{ab}	95 ^a	5,34 ^a
S3P3	44,76 ^{ab}	47,68 ^{ab}	77,5 ^{ab}	6,17 ^c
S3P4	43,75 ^{ab}	44,50 ^{ab}	60 ^a	6,20 ^c

*Superskrip dengan huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$). Kecernaan Bahan Organik

Nilai kecernaan bahan organik suatu pakan dapat menentukan kualitas pakan. Bahan organik menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan perkembangan ternak. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara aras suplementasi dan proteksi MBK terhadap KcBO ($p > 0,05$). Tingginya kandungan serat kasar pada rumput gajah (Tabel 1.) menyebabkan rendahnya KcBO, karena serat kasar merupakan bagian dari bahan organik yang sulit dicerna. Rendahnya KcBO juga diduga berhubungan dengan teori penyelubungan permukaan partikel pakan. Lemak merupakan senyawa non - polar sehingga sulit larut dalam sistem rumen dan cenderung berasosiasi dengan partikel pakan (Tanuwiria *et al.*, 2006). Penyelubungan permukaan partikel pakan akan menghalangi kontak langsung mikrobia rumen dan enzim yang dihasilkan di dalam rumen dengan partikel pakan. Penghambatan aktivitas mikrobia rumen oleh suplementasi lemak mengakibatkan proses pencernaan serat dan

pemanfaatan bahan organik dalam pakan terbatas sehingga terjadi penurunan KcBO.

Kecernaan bahan organik semakin menurun seiring dengan meningkatnya aras proteksi. Hal tersebut diduga karena dalam tahap *in vitro* terjadi penurunan pH akibat hasil fermentasi ruminal berupa *Volatile Fatty Acids* (VFA) tidak dimanfaatkan sehingga proteksi MBK terlepas, akibatnya upaya untuk memproteksi ALTJ pada MBK tidak efektif. Pramono *et al.* (2013) menjelaskan bahwa ALTJ yang ditransformasi menjadi sabun kalsium memiliki ikatan yang reversibel (dapat lepas kembali) dalam kondisi asam atau saat terjadi penurunan pH. Sabun kalsium yang terbentuk menyebabkan molekul sabun kalsium terlindungi oleh air sehingga mikrobia tidak bisa mencerna bahan pakan yang diproteksi yang kemudian mengakibatkan penurunan nilai KcBK dan KcBO.

Produksi Volatile Fatty Acids (VFA)

Volatile Fatty Acid (VFA) utamanya merupakan produk akhir fermentasi karbohidrat dan sumber energi utama asal rumen. Selain VFA, fermentasi karbohidrat dalam rumen menghasilkan CO₂ dan CH₄ (McDonald *et al.*, 2002). Hasil analisis ragam menunjukkan adanya pengaruh nyata interaksi antara aras suplementasi dan proteksi MBK terhadap produksi VFA ($p < 0,05$). Hal tersebut menunjukkan bahwa suplementasi dan proteksi MBK mempengaruhi aktivitas mikrobia rumen dalam memproduksi VFA. Produksi VFA yang dihasilkan berkisar antara 60 – 152,5 mM. Nilai tersebut dalam kisaran optimal konsentrasi VFA yang dihasilkan oleh mikroba rumen dalam kondisi optimal yaitu 80 - 160 mM (Widodo *et al.*, 2012).

Berdasarkan hasil penelitian, aras suplementasi 10% MBK dan pada semua aras proteksi menunjukkan adanya peningkatan produksi VFA. Hal ini menunjukkan bahwa pada aras suplementasi 10% MBK, ALTJ dapat dimanfaatkan dengan baik oleh mikrobia rumen untuk diubah menjadi VFA. Asam linoleat yang merupakan ALTJ adalah penyusun biomembran yang esensial. Asam linoleat memiliki peran biologik melalui : pemeliharaan integritas membran sel, mitokhondria maupun nuklei; komponen

biomembran dalam pengaktifan sistem enzim intraseluler pada sel; dan menjaga permeabilitas membran (Sardesai, 1992 dalam Widiyanto *et al.*, 2011).

Penurunan produksi VFA seiring dengan meningkatnya aras proteksi diduga karena adanya proses biohidrogenasi ALTJ di dalam rumen. Proteksi yang ditujukan untuk menghambat proses biohidrogenasi mikrobial tidak efisien karena biohidrogenasi merupakan mekanisme pertahanan mikrobia rumen terhadap efek racun dari ALTJ yang tinggi (Muller dan Delahoy, 1988 dalam Saragi, 2012).

Produksi Amonia (NH₃)

Amonia adalah sumber nitrogen yang utama dan sangat penting untuk sintesis protein mikrobia rumen. Hasil analisis ragam menunjukkan adanya pengaruh nyata ($p < 0,05$) interaksi antara suplementasi dan proteksi MBK terhadap produksi NH₃. Hal ini menunjukkan bahwa suplementasi dan proteksi MBK telah mempengaruhi proses fermentasi ruminal rumput gajah. Suplementasi MBK yang mengandung ALTJ mengubah pola fermentasi yang kemudian meningkatkan efisiensi energi dengan menurunkan produksi metan dan meningkatkan sintesis protein mikrobial (Schauff dan Clark, 1992; Jenkins, 1993). Produksi amonia yang dihasilkan dari semua perlakuan berkisar antara 5,34 – 6,50 mM dan nilai tersebut dalam kisaran optimal untuk sintesis mikrobia rumen. Rahmadi *et al.* (2010) menyatakan bahwa konsentrasi NH₃ yang dibutuhkan untuk mendukung sintesis protein mikrobia adalah 3,57 - 7,14 mM.

Berdasarkan hasil uji wilayah Duncan, produksi amonia S2P1 (suplementasi 10% dan proteksi 25%) lebih tinggi dibandingkan dengan produksi amonia pada perlakuan yang lain. Produksi amonia yang paling rendah diperoleh pada perlakuan S3P2 (15% suplementasi dan 50% proteksi) yaitu 5,34 mM. Penurunan produksi amonia diduga terjadi karena masih terdapatnya efek negatif dari MBK. Jenkins (1993) menyatakan bahwa metabolisme pakan berubah ketika suplementasi lemak ikut campur dalam fermentasi. Batas suplementasi lemak dalam ransum ruminansia adalah 5% untuk mencegah

masalah fermentabilitas ruminal (Widyaningsih, 2005).

Penurunan produksi amonia seiring dengan meningkatnya aras suplementasi dan proteksi MBK diduga karena pertumbuhan bakteri metanogenik yang terhambat. Penekanan terhadap bakteri metanogenik menurunkan pemanfaatan H₂ untuk pembentukan metan sehingga akumulasi H₂ menjadi tinggi, tingginya konsentrasi H₂ berpengaruh terhadap tingkat keasaman di dalam rumen. Peningkatan konsentrasi H⁺ seiring dengan peningkatan suplai ALTJ menyebabkan penurunan pH rumen. Asam amino didekarboksilasi pada pH yang rendah menjadi amina dan CO₂ sehingga konsentrasi amonia menjadi turun (Church, 1988; Dijkstra *et al.*, 2000 dalam Widyaningsih, 2005). Rendahnya pH juga menurunkan populasi protozoa secara drastis.

Protozoa memakan bakteri untuk memperoleh sumber nitrogen dan mengubah protein bakteri menjadi protein protozoa (Kurniawati, 2009). Suplementasi minyak berupa MBK memiliki efek defaunasi terhadap protozoa. Penurunan populasi protozoa menurunkan 10 kali jumlah bakteri yang didegradasi menjadi amonia sehingga mengakibatkan penurunan produksi amonia (Puastuti, 2009).

KESIMPULAN DAN SARAN

Simpulan dari penelitian adalah suplementasi dan proteksi minyak biji kapuk tidak mempengaruhi hasil fermentasi ruminal, namun menurunkan pencernaan ransum basal rumput gajah secara *in vitro*.

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut secara *in vitro* menggunakan rumput gajah dengan kandungan serat kasar tertentu, serta aras suplementasi dan proteksi MBK tertentu, harapannya MBK sebagai suplemen sumber energi lebih efisien penggunaannya. Selain itu, perlu dilakukan pengukuran pencernaan secara *in vivo* agar dapat diketahui palatabilitas dan pengaruhnya terhadap produktivitas ternak sebelum dapat direkomendasikan pemanfaatannya dalam ransum ruminansia.

DAFTAR PUSTAKA

- Cabatit, BC. 1979. Laboratory Guide in Biochemistry. 10th Ed. USA Press. Manila.
- Dinas Perkebunan Provinsi Jawa Tengah. 2011. Figur Teladan : Ir. Tegoeh Wynarno Haroeno, MM. https://http://dinbun.jatengprov.go.id/site/page/pages/figur_teladan_detail/2
- Jenkins, T. C. 1993. Lipid metabolism in the rumen. J. Dairy Sci. **76** (12): 3851 – 3863.
- Kurniawati, A. 2009. Evaluasi Suplementasi Ekstrak Lerak (*Sapindus rarak*) terhadap Populasi Protozoa, Bakteri dan Karakteristik Fermentasi Rumen Sapi Peranakan Ongole secara *in vitro*. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor, Bogor. (Skripsi Sarjana Pertanian).
- Pramono, A., Kustono, D. T. Widayati, P. P. Putro, E. Handayanta, dan H. Hartadi. 2013. Evaluasi proteksi sabun kalsium sebagai pakan suplemen berdasarkan pencernaan bahan kering, pencernaan bahan organik dan pH *in vitro* di dalam rumen dan pasca rumen. Sains Peternakan. **11** (2) : 70 - 78.
- Rahmadi, D., Sunarso, J. Achmadi, E. Pangestu, A. Muktiani, M. Christiyanto, Surono dan Surahmanto. 2010. Ruminologi Dasar. Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro, Semarang.
- Saragi, M. P. 2012. Review : Memproduksi produk ternak yang kaya *conjugated linoleic acid* (CLA). Institut Pertanian Bogor, Bogor. (Tidak dipublikasikan).
- Tanuwiria, U. H., D. C. Budi Nuryanto, S. Darodjah dan W. S. Putranto. 2006. Studi suplemen kompleks mineral minyak dan mineral-organik dan pengaruhnya terhadap fermentabilitas dan pencernaan ransum *in vitro* serta pertumbuhan pada domba jantan. Jurnal Protein. **14** (2) : 167 – 176.

- Tilley J M A and Terry R A. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Brit. Grassland Soc.* 18:104-11.
- Schauff, D.J. and J.H. Clark. 1992. Effect of feeding diets containing calcium salts of long-chain fatty acids to lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 75 : 2990-3002
- Widodo, F. Wahyono dan Sutrisno. 2012. Kecernaan bahan kering, kecernaan bahan organik, produksi VFA dan NH₃ *complete feed* dengan level jerami padi berbeda secara *in vitro*. *Anim. Agric. J.* 1 (1) : 215 – 230.
- Widiyanto, M. Soejono, Z. Bachrudin, H. Hartadi, dan Surahmanto. 2007. Pengaruh suplementasi minyak biji kapok terproteksi terhadap daya guna pakan serat secara *in vitro*. *J. Ind. Trop. Anim. Agric.* 32 (1) : 51 – 57.
- Widyaningsih, D. 2005. Produksi NH₃ dan protein total cairan rumen domba *in vitro* dengan pakan tunggal rumput lapangan yang disuplementasi dengan minyak biji kapok terproteksi. Fakultas Peternakan. Universitas Diponegoro, Semarang. (Skripsi Sarjana Peternakan).
- Wina, E. dan I. W. R. Susana. 2013. Manfaat lemak terproteksi untuk meningkatkan produksi dan reproduksi ternak ruminansia. *Wartazoa.* 23 (4): 176 - 184.
- Widiyanto, M Soejono H Hartadi dan Z Bachrudin. 2011. Pengaruh Suplementasi Minyak Biji Kapok Terproteksi terhadap Status Lipida Ruminant Secara *In Vitro*. *J of Animal Production* 11 (2) 122-128.