

**PENGARUH SUPLEMENTASI MINYAK BIJI KAPOK TERPROTEKSI
TERHADAP DAYA GUNA PAKAN SERAT SECARA *IN VITRO***
*[The Influence of Protected Kapok Seed Oil Supplementation on
In Vitro Forage Fiber Utility]*

Widiyanto, M. Soejono*, Z. Bachrudin*, H. Hartadi*, dan Surahmanto
Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro, Semarang
**Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta*

Received October 2, 2006; Accepted January 12, 2007

ABSTRAK

Penelitian dilakukan untuk mengkaji pengaruh suplementasi minyak biji kapok (MBK) terproteksi terhadap utilitas serat. Sebagai bahan percobaan, digunakan rumput lapangan, minyak biji kapok dan cairan rumen ternak domba. Terdapat dua faktor perlakuan, yakni suplementasi MBK sebagai faktor I, yang terdiri atas 4 aras perlakuan, S0, S1, S2 dan S3, masing-masing 0; 5; 10 dan 15% MBK. Adapun faktor II adalah proteksi melalui saponifikasi, dengan 5 aras proteksi, yakni 0; 25; 50; 75 dan 100%. Variabel yang diukur meliputi KcNDF, KcBK, KcBO, produksi VFA, NH₃ dan protein total. Data yang terkumpul dilakukan analisis ragam pola perlakuan faktorial dalam rancangan acak lengkap.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa suplementasi minyak biji kapok (MBK) 5% tanpa proteksi tidak mempengaruhi utilitas pakan serat. Utilitas serat menurun bila aras suplementasi MBK ditingkatkan menjadi 10% atau lebih tanpa proteksi. Penurunan utilitas serat makin besar sejalan dengan makin tingginya aras suplementasi MBK. Proteksi asam lemak tidak jenuh dapat memperbaiki daya guna pakan serat, yang tercermin pada penepingkatan KcNDF, KcBK dan KcBO rumput lapangan yang tersuplementasi MBK 10 dan 15%. Suplementasi MBK sampai 5% tak berpengaruh pada produksi protein total. Peningkatan suplementasi MBK sampai 10% ke atas, menurunkan produksi protein total. Proteksi suplemen MBK pada aras tersebut akan memperbaiki produksi protein total, hingga tingkat produksinya setara dengan produksi protein total kelompok kontrol, suplementasi MBK 10% dengan kombinasi aras proteksi 50, 75 dan 100%. Produksi protein total tertinggi dijumpai pada kombinasi perlakuan suplementasi MBK 10% dengan aras proteksi 75%. Suplementasi MBK 10% atau lebih menurunkan daya guna pakan serat. Proteksi asam lemak tidak jenuh mengurangi penurunan daya guna pakan serat tersuplementasi MBK. Suplementasi MBK 10% dengan aras proteksi 25% menghasilkan daya guna optimal dan layak diterapkan secara *in vivo*.

Kata kunci : minyak biji kapok, asam lemak tidak jenuh, proteksi, suplementasi

ABSTRACT

This investigation was conducted to study the influence of protected kapok seed oil supplementation on forage fiber utility. Native grass, kapok seed oil, and sheep rumen fluid were used as experimental material. There were two treatment factors, namely kapok seed supplementation (S) as factor I and protection by saponification as factor II. Factor I consisted of 4 levels, were 0% (S0); 5% (S1); 10% (S2) and 15% (S3), whereas factor II consisted of 5 levels, were 0% (P0); 25% (P1); 50% (P2); 75% (P3) and 100% (P4). The measurement variables included *in vitro* NDF, DM and OM digestibility, VFA, NH₃ and total protein production. Collected data were statistically analyzed by analysis of variance with factorial treatment pattern in completely randomized design.

The result of this investigation showed that kapok seed oil (KSO) supplementation at 5% without protection, did not influence the fiber utility. The fiber utility decreased, if KSO supplementation was increased up to 10% or more without protection. The decreasing of fiber utility increased with the increasing of KSO

supplementation levels. Kapok seed oil protection could improve the utility of fiber, which reflected in increasing of *in vitro* NDF, DM and OM digestibility of native grass were supplemented by 10 and 15% KSO. Supplementation of KSO up to 5% did not influence total protein production. The increasing of KSO supplementation up to 10% or more decreased total protein production. The protection of KSO supplementation at that level will improve total protein production, up to the production of control group, supplementation of KSO at 10% level combined with 50; 75 and 100% protection levels. The highest total protein production was found in the combination treatment between supplementation KSO 10% and 75% protection level.

Keywords : kapok seed oil, polyunsaturated fatty acid, protection, supplementation

PENDAHULUAN

Suplementasi asam lemak rantai panjang tak jenuh ganda, akhir-akhir ini menjadi salah satu alternatif yang menarik di antara berbagai teknik manipulasi pakan untuk mengatasi kelemahan-kelemahan hijauan pakan tropik, karena terkait dengan kualitas produk ternak yang erat hubungannya dengan kesehatan konsumen. Setidaknya ada 3 hal yang menjadi tujuan praktis suplementasi asam lemak rantai panjang tak jenuh ganda pada ternak ruminansia. Tujuan pertama adalah peningkatan densitas energi, yang kedua pengubahan pola fermentasi untuk meningkatkan efisiensi energi dalam metabolisme ruminal dan penurunan nisbah asam asetat/asam propionat (A/P). Adapun tujuan ketiga adalah peningkatan ketersediaan/absorpsi asam-asam lemak terpilih (dalam hal ini utamanya asam linoleat), guna menghasilkan performa ternak yang dikehendaki dan atau profil lipida produk ternak ke arah peningkatan kandungan asam lemak Omega-6 dan pada gilirannya penurunan kolesterol (Schauff dan Clark, 1992).

Suplementasi lemak tak jenuh dapat menimbulkan efek samping berupa pencernaan serat. Efek samping tersebut dapat dieliminasi antara lain dengan hidrogenasi parsial. Elliott *et al.* (1997) dalam penelitiannya pada sapi menunjukkan bahwa pencernaan NDF ruminal pada ternak kontrol adalah 43,1% sedangkan pada kelompok tersuplementasi lemak tidak jenuh 36,8%. Melalui hidrogenasi parsial, pencernaan tersebut dapat ditingkatkan menjadi 41,6%.

Aspek-aspek teknologis yang akan dikaji dalam kaitannya dengan manipulasi pakan tersebut adalah pengendalian efek-efek asam lemak, utamanya asam lemak rantai panjang tak jenuh ganda yang bersumber dari suplementasi minyak biji kapok (MBK) agar tidak mengganggu fermentasi ruminal, utamanya daya guna serat. Upaya eliminasi efek samping yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah proteksi parsial

asam lemak tidak jenuh menggunakan KOH berdasarkan angka penyabunan yang kemudian ditransformasi menjadi garam kalsium menggunakan CaCl_2 . Biji kapok mengandung lemak sekitar 20,57% (Widiyanto *et al.*, 1994), sedangkan proporsi asam lemak rantai panjang tak jenuh dalam lipid total biji kapok adalah 71,95% (Sarosa, 1990). Data tersebut menunjukkan potensinya yang tinggi sebagai suplemen pakan, untuk meningkatkan densitas kalori dan efisiensi energi pada ternak ruminansia, baik dalam fermentasi ruminal maupun metabolisme intermedier. Lemak dan atau minyak, dalam rumen dihidrolisis menjadi asam lemak dan gliserol oleh bakteri lipolitik, utamanya *Anaerovibrio lipolitica*, yang segera memfermentasi gliserol menjadi asam-asam lemak atsiri, utamanya asam propionat dan suksinat.

Asam-asam lemak tidak jenuh, utamanya asam lemak tidak jenuh ganda dengan gugus karboksil bebas, berpotensi mengganggu fermentasi serat melalui hambatan terhadap bakteri fibrolitik. Hambatan degradasi serat tersebut berlangsung melalui beberapa mekanisme, antara lain penyelubungan yang menghambat kontak langsung mikrobial atau enzim selulolitik dengan partikel pakan, pengaruh sifat antimikrobial dan penurunan ketersediaan elemen esensial, misalnya Ca yang diperlukan bagi mikrobial (Jenkins, 1993).

Proporsi pakan serat yang tinggi dalam ransum dapat mengurangi pengaruh hambatan degradasi serat oleh asam lemak tidak jenuh (Emery *et al.*, 1992). Hambatan degradasi serat tersebut juga dapat dieliminasi dengan proteksi asam lemak tidak jenuh, antar lain dengan saponifikasi untuk mengikat gugus karboksil, misalnya dengan kalsium (Schauff dan Clark, 1992). Proteksi parsial asam lemak tidak jenuh dalam penelitian ini dilakukan untuk mengatasi hambatan fermentasi serat, sekaligus memanfaatkan hambatan metanogenesis dari porsi asam lemak tak jenuh bebas untuk meningkatkan efisiensi energi

dalam metabolisme ruminal (Johnson *et al.*, 2002). Porsi asam lemak tak jenuh bebas diharapkan juga dapat meningkatkan efisiensi metabolisme nitrogen, dengan penurunan produksi amonia dan peningkatan sintesis protein mikrobial (Jenkins, 1993).

MATERI DAN METODE

Materi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi minyak biji kapok (MBK) diperoleh dari pabrik minyak biji kapok CV THT Pati, sebagai sumber asam lemak tidak jenuh, KOH dan CaCl_2 sebagai reagen untuk saponifikasi asam lemak, akuades, cairan rumen domba diambil dari RPH Penggaron, sedangkan rumput lapangan diambil dari kawasan Tembalang. Adapun peralatan yang digunakan meliputi inkubator, tabung fermentor, timbangan analitik, sentrifus, pompa vakum, oven, tanur, krusibel, 1 unit alat untuk analisis protein, VFA, NH_3 dan protein. Rumput lapangan dikeringkan dengan oven dan digiling dengan menggunakan Willey Cutting Mill dengan diameter saringan 1 mm. Sampel rumput dianalisis dan digunakan dalam perlakuan dalam bentuk kering udara. Proteksi MBK dilakukan dengan saponifikasi menurut metode Tangenjaya *et al.* (1983) yang dimodifikasi, yakni berdasarkan bilangan penyabunan (Cabatit, 1979) dengan KOH yang ditransformasi ke garam kalsium menggunakan CaCl_2 yang diperhitungkan secara stoikiometri.

Terdapat 2 faktor perlakuan yakni proteksi (faktor I) dan suplementasi (faktor II). Faktor I terdiri dari 5 aras proteksi masing-masing 0% (P0); 25% (P1); (P2); 75%(P3) dan 100%. (P4). Faktor II terdiri atas 3 aras suplementasi MBK masing-masing 5% (S1); 10% (S2) dan 15% (S3), selain itu terdapat satu kombinasi perlakuan tanpa proteksi dan tanpa suplementasi sebagai kontrol. Variabel yang diukur meliputi pencernaan bahan kering, bahan organik dan NDF (KcBK, KcBO, KcNDF) *in vitro* menurut metode Tilley dan Terry (Harris, 1970), produksi asam lemak atsiri total dengan metode destilasi uap, produksi NH_3 ruminal dengan metode mikrodifusi Conway, produksi protein total menurut Weende. Data yang terkumpul diolah secara statistik dengan analisis ragam, pola perlakuan faktorial 3X5 dengan 5 ulangan dalam rancangan acak lengkap. Uji beda nilai tengah antar kelompok perlakuan dilakukan dengan uji Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Utilitas pakan serat dalam penelitian ini dicerminkan dengan pencernaan bahan kering (KcBK), pencernaan bahan organik (KcBO), pencernaan serat atau *neutral detergent fiber* (KcNDF), produksi asam-asam lemak atsiri atau *volatile fatty acid* (VFA), amonia (NH_3) dan protein total. Nilai rata-rata variabel-variabel tersebut untuk setiap kombinasi perlakuan tertera dalam Tabel 1 dan 2.

Kecernaan Pakan

Kecernaan NDF rumput lapangan pada kelompok kontrol (tanpa perlakuan) atau S0P0 sebesar 49,55%. Kecernaan NDF rumput lapangan yang mendapat suplementasi MBK 5, 10 dan 15% tanpa proteksi masing-masing 48,37; 39,76 dan 38,63% (Tabel 1). Kecernaan NDF rumput lapangan yang mendapat suplementasi MBK 10 dan 15% lebih rendah daripada KcNDF kontrol ($p < 0,05$). Fenomena tersebut sejalan dengan penelitian Elliott *et al.* (1997) serta Wang dan Song (2001) yang menunjukkan bahwa suplementasi lemak takjenuh dapat menurunkan pencernaan serat. Menurut Reichl dan Baldwin (1995), penurunan degradabilitas serat yang tercermin sebagai KcNDF dapat terjadi akibat hambatan metabolisme bakterial fibrolitik oleh asam-asam lemak tak jenuh.

Proporsi asam lemak tak jenuh dalam MBK adalah 71,9% (Sarosa, 1990) dengan derajat ketidakjenuhan yang dicerminkan sebagai bilangan iodin (BI) sebesar 54. Adapun hasil analisis asam lemak minyak biji kapok dalam penelitian ini untuk asam palmitat (16:0), stearat (18:0), oleat (18:1), linoleat (18:2) dan linolenat (18:3), masing-masing 23,25; 2,24; 24, 30, 44,27 dan 3,02%. Jenkins (1993) menyatakan bahwa degradasi serat dalam rumen berkurang bila jumlah asam lemak tak jenuh ditingkatkan. Tabel 1 menunjukkan penurunan KcNDF yang nyata mulai terjadi pada aras suplementasi NBK 10% (S2P0) dan penurunannya cenderung makin besar sejalan dengan peningkatan aras suplementasi (sampai 15%). Kecernaan NDF rumput lapangan yang mendapat suplemen MBK 5% tidak berbeda nyata dengan kontrol (48,7 vs 49,55%).

Menurut Church (1988), kandungan lemak dalam ransum tidak akan mengganggu metabolisme ruminal bila tidak melebihi 5% dari bahan kering ransum. Suplementasi MBK sebesar 5% ditambah lipid struktural hijauan membuat kandungan lipid lebih dari

5%, tetapi hasil penelitian menunjukkan tidak adanya penurunan KcNDF yang berarti. Jenkins (1993) berpendapat bahwa komposisi pakan basal berperan pada besarnya pengaruh sumber-sumber lemak terhadap metabolisme ruminal. Lebih lanjut dijelaskan bahwa hambatan lemak terhadap metabolisme ruminal berkurang jika proporsi pakan serat dalam ransum tinggi. Penelitian ini menggunakan pakan serat sebagai bahan pakan tunggal, dengan demikian pengaruh hambatan lemak terhadap metabolisme ruminal berkurang sehingga pada suplementasi MBK pada aras 5% tidak menimbulkan penurunan KcNDF yang berarti.

Penurunan pencernaan akibat suplementasi lemak tidak jenuh dapat terjadi antara lain karena efek sitotoksik asam lemak tak jenuh dengan gugus karboksil bebas. Senyawa tersebut dapat mengganggu fungsi biomembran sel-sel antara lain dalam pengambilan asam-asam amino dan metabolisme energi dalam protoplas. Penurunan pencernaan dapat juga terjadi akibat penurunan availabilitas mineral-mineral esensial yang dibutuhkan oleh mikrobia rumen akibat pengikatan elemen-elemen tersebut oleh asam lemak bebas (Jenkins, 1993).

Proteksi asam lemak tidak jenuh dalam penelitian ini dilakukan melalui saponifikasi asam lemak

menggunakan alkali (dalam hal ini KOH) yang kemudian ditransformasi dengan CaCl_2 sehingga gugus karboksil berikatan dengan kalsium. Pengikatan gugus karboksil tersebut mengurangi toksisitas asam lemak tak jenuh sehingga menurunkan hambatan metabolisme mikrobial. Hal tersebut terbukti dengan peningkatan KcNDF sejalan dengan peningkatan aras proteksi suplemen asam lemak tidak jenuh, baik pada aras suplementasi MBK 10% maupun 15%, bahkan pada aras suplementasi 10% proteksi pada aras 75% dan 100% dapat memperbaiki pencernaan NDF sehingga tidak berbeda nyata dengan KcNDF kontrol. Proteksi asam lemak tidak jenuh pada aras suplementasi 5% tidak menimbulkan perbedaan KcNDF secara nyata, di antara kombinasi perlakuan proteksi, karena aras suplementasi tersebut belum menimbulkan hambatan metabolisme mikrobial yang berarti, dengan pakan serat sebagai bahan pakan tunggal dalam ransum.

Pola KcBK dan KcBO menyerupai pola KcNDF (Tabel 1). *Neutral detergent fiber* merupakan komponen terbesar dan lambat terfermentasi dari total bahan kering pakan serat. Perubahan pencernaan yang terjadi atas komponen tersebut dengan demikian sangat berpengaruh terhadap KcBK secara keseluruhan (Van Soest, 1994). Seperti halnya pada KcNDF, suplementasi dan proteksi berpengaruh ($p < 0,05$) terhadap KcBK dan KcBO rumput lapangan. Terdapat pengaruh suplementasi MBK dan proteksi serta interaksi kedua perlakuan tersebut terhadap KcBK dan KcBO. Jenkins (1993) menyatakan bahwa efek hambatan metabolisme ruminal dari lemak tak jenuh selain karena efek sititoksik, juga karena penyulbungan lipid atas partikel pakan, sehingga menghambat adhesi mikrobia dan atau enzim mikrobial terhadap partikel pakan. Tingginya aras suplementasi pada S3 (MBK 15%) menyebabkan aras proteksi sampai 100% belum dapat memulihkan KcBK hingga setara dengan kontrol meskipun terjadi perbaikan pencernaan yang nyata dibandingkan tanpa proteksi, proteksi 25 dan 50%. Tingginya proporsi serat dalam pakan, memungkinkan ketersediaan partikel-partikel pakan yang memadai untuk mempermudah biohidrogenasi asam lemak tak jenuh yang merupakan mekanisme detoksikasi atas senyawa tersebut (Noble *et al.*, 1974). Biohidrogenasi juga ditingkatkan pada pakan berkadar serat tinggi oleh tingginya populasi mikrobia yang melakukan biohidrogenasi (Church, 1988). Hal tersebut tercermin dari tidak adanya

Tabel 1. Kecernaan NDF, Bahan Kering dan Bahan Organik *in vitro*

| Kombinasi Perlakuan | KcNDF | KcBK | KcBO |
|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| | ----- (%) ----- | | |
| S0P0 | 49,55 ^a | 55,06 ^{ab} | 57,76 ^a |
| S1P0 | 48,37 ^a | 54,10 ^b | 56,48 ^a |
| S1P1 | 48,06 ^a | 54,22 ^b | 56,11 ^a |
| S1P2 | 48,08 ^a | 54,11 ^b | 56,14 ^a |
| S1P3 | 49,45 ^a | 56,60 ^a | 57,93 ^a |
| S1P4 | 48,74 ^a | 55,64 ^{ab} | 56,02 ^a |
| S2P0 | 39,26 ^c | 45,17 ^{de} | 46,82 ^c |
| S2P1 | 42,08 ^b | 46,59 ^d | 47,21 ^c |
| S2P2 | 43,11 ^b | 49,67 ^c | 50,33 ^b |
| S2P3 | 48,94 ^a | 56,81 ^a | 57,06 ^a |
| S2P4 | 48,87 ^a | 56,29 ^a | 57,14 ^a |
| S3P0 | 38,63 ^c | 44,89 ^{de} | 45,49 ^{cd} |
| S3P1 | 39,06 ^c | 43,78 ^e | 44,36 ^d |
| S3P2 | 39,02 ^c | 43,89 ^e | 44,47 ^d |
| S3P3 | 42,64 ^b | 48,03 ^c | 49,78 ^b |
| S3P4 | 41,97 ^b | 49,18 ^c | 49,83 ^b |

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

perubahan KcBK yang nyata pada kelompok perlakuan S1, dengan atau tanpa proteksi.

Nilai KcBK lebih tinggi daripada KcNDF karena pencernaan isi sel jauh lebih tinggi daripada pencernaan NDF. Kecernaan BO pada hijauan secara umum lebih tinggi daripada pencernaan bahan anorganik, dengan demikian KcBO lebih tinggi daripada KcBK hijauan.

Produksi VFA, NH₃ dan Protein Total

Analisis ragam menunjukkan adanya pengaruh suplementasi dan proteksi MBK terhadap produksi VFA, NH₃ dan protein total ($p < 0,05$). Terdapat interaksi antara suplementasi MBK dan proteksi ($p < 0,05$) terhadap produksi VFA dan protein total. Secara umum tidak ada variasi nyata produksi VFA, NH₃ dan protein total rumput lapangan yang mendapat suplementasi 5% dengan berbagai aras proteksi. Nilai rata-rata variabel tersebut tidak berbeda dengan kontrol (S0P0) yakni 125,32 mM VFA; 5,01 mM NH₃ dan 158,61 mg/g protein total (Tabel 2.). Hal tersebut terjadi karena pada aras 5% tanpa proteksi belum terdapat pengaruh nyata terhadap metabolisme mikrobial dalam rumen sehingga proteksi tidak memberikan efek yang nyata. Produksi VFA pada S1P1 (118,77 mM) cenderung lebih rendah dibandingkan nilainya pada kombinasi perlakuan S1 tanpa proteksi (S1P0) maupun kontrol serta kombinasi S1 dengan aras proteksi yang lebih tinggi. Nilai tersebut terkait dengan kecenderungan peningkatan protein total dan kecenderungan penurunan produksi NH₃ ruminal (58,37 mg/g dan 5,16 mM).

Rendahnya KcBO pada kelompok tersuplementasi MBK 10% tanpa proteksi (S2P0) berdampak pada rendahnya produksi VFA (106,35 mM), produksi NH₃ (4,53 mM) dan produksi protein total 140,85 mg/g dibandingkan kelompok perlakuan S1 maupun kontrol. Selain sebagai dampak penurunan KcBO, penurunan produksi NH₃ tersebut juga diakibatkan oleh hambatan proteolisis mikrobial oleh suplementasi lemak. Jenkins (1993) dalam percobaannya menunjukkan bahwa infusi *Linseed oil* dalam rumen domba menurunkan degradabilitas protein disertai dengan penurunan amonia ruminal. Proteksi pada aras suplementasi MBK 10% secara gradual meningkatkan produksi VFA, NH₃ dan protein total seiring dengan peningkatan KcBO (Tabel 1) dan penurunan hambatan metabolisme mikrobial karena penurunan sitotoksik

asam lemak tidakjenuh akibat proteksi parsial. Peningkatan efisiensi sintesis protein mikrobial juga terjadi oleh pengaruh porsi asam lemak tidakjenuh yang tak terproteksi. Jenkins (1993) menyatakan bahwa peningkatan efisiensi sintesis protein mikrobial dalam rumen dapat terjadi pada suplementasi asam lemak tidak jenuh bebas, karena peningkatan sintesis dan penurunan daur ulang protein bakterial, akibat pengurangan populasi protozoa oleh pengaruh asam lemak tidak jenuh bebas.

Asam-asam lemak rantai panjang tak jenuh bebas yang tersedia dalam aras rendah pada kelompok perlakuan ini juga menunjang peningkatan efisiensi metabolisme mikrobial. Mikrobia akan dengan cepat mengambil asam-asam lemak bebas tersebut untuk menyusun fosfolipid-fosfolipid membran biologik sel mikrobia tersebut serta sebagai komponen-komponen asam lemak bebas dalam sel (Church, 1988). Pengaruh pengurangan efek sitotoksik dan peningkatan efisiensi semakin besar dengan aras proteksi 75% pada rumput lapangan yang disuplementasi dengan MBK 10% (S2P3) sehingga menunjukkan produksi protein total tertinggi (164,26 mg/g). Produksi VFA dan NH₃ yang tidak paralel dengan peningkatan KcBO diduga karena penggunaan NH₃ dan kerangka karbon sebagai sumber energi dan kerangka karbon bagi sintesis protein mikrobial. Efek sitotoksik tereliminasi pada proteksi 100% atas

Tabel 2. Produksi VFA, NH₃ dan Protein Total

| Kombinasi Perlakuan | VFA (mM) | NH ₃ (mM) | Protein Total (mg/g) |
|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| S0P0 | 125,32 ^{bc} | 5,81 ^a | 158,61 ^a |
| S1P0 | 121,06 ^{cd} | 5,93 ^a | 157,15 ^a |
| S1P1 | 118,77 ^{de} | 5,16 ^{ab} | 158,37 ^a |
| S1P2 | 123,76 ^c | 5,89 ^a | 155,23 ^a |
| S1P3 | 122,33 ^{cd} | 5,86 ^a | 153,66 ^a |
| S1P4 | 124,09 ^{bc} | 5,97 ^a | 156,02 ^a |
| S2P0 | 106,35 ^f | 4,35 ^{bc} | 140,85 ^b |
| S2P1 | 115,74 ^e | 4,40 ^{bc} | 154,00 ^a |
| S2P2 | 124,36 ^{bc} | 4,46 ^{bc} | 155,85 ^a |
| S2P3 | 121,80 ^{cd} | 4,48 ^{bc} | 164,26 ^a |
| S2P4 | 123,36 ^c | 4,67 ^{bc} | 158,32 ^a |
| S3P0 | 124,63 ^{bc} | 4,76 ^{bc} | 121,33 ^{cd} |
| S3P1 | 121,73 ^{cd} | 4,40 ^{bc} | 125,87 ^c |
| S3P2 | 116,19 ^e | 4,02 ^c | 138,79 ^b |
| S3P3 | 128,14 ^{ab} | 4,30 ^{bc} | 120,24 ^{cd} |
| S3P4 | 130,51 ^a | 4,16 ^c | 114,93 ^d |

Superskrip dengan huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$)

suplementasi MBK 10% tetapi efek peningkatan efisiensi sudah tidak ada. Fenomena tersebut tercermin dengan penurunan produksi protein mikrobial pada kombinasi perlakuan S2P4.

Secara umum produksi protein total pada kelompok perlakuan suplementasi MBK 15% lebih rendah dibandingkan kelompok perlakuan suplementasi lainnya pada berbagai aras proteksi. Fenomena tersebut menunjukkan rendahnya tingkat biosintesis protein mikrobial berdasarkan data KcBO (Tabel 1) yang secara umum juga lebih rendah daripada kelompok perlakuan aras suplementasi lainnya (S2 dan S1). Hal tersebut menunjukkan bahwa selain efek sitotoksik yang tinggi, efek efisiensi menjadi tidak berarti akibat besarnya hambatan metabolisme mikrobial karena tingginya aras suplementasi. Besarnya hambatan metabolisme mikrobial selain karena tingginya efek sitotoksik juga efek penyelubangan partikel pakan oleh lipid sehingga adhesi mikrobial dan atau enzim mikrobial terhadap partikel pakan berkurang (Jenkins, 1993). Efek penyelubangan tersebut menyebabkan proteksi pada aras suplementasi yang tinggi tidak efektif memperbaiki tingkat produksi protein total. Rendahnya biosintesis protein mikrobial pada kelompok perlakuan suplementasi MBK 15% menghasilkan produksi VFA lebih tinggi dibanding kombinasi perlakuan lain dalam kelompok perlakuan S3.

KESIMPULAN

Berdasarkan kajian atas hasil penelitian, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Suplementasi MBK pada aras 10% atau lebih menurunkan daya guna pakan serat yang tercermin pada penurunan KcBK, KcBO dan produksi protein total.
2. Proteksi asam lemak tidak jenuh mengurangi penurunan daya guna pakan berserat tersuplementasi MBK.
3. Suplementasi MBK pada taraf 10% dengan aras proteksi 25% memberika daya guna pakan serat secara optimal dan layak diterapkan secara *in vivo*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim peneliti sangat menghargai dan berterima kasih kepada Ditbinlitabmas Direktorat Jenderal Pendidikan

Tinggi yang telah menyediakan dana sehingga memungkinkan berlangsungnya penelitian ini. Ucapan yang sama juga tim peneliti sampaikan kepada Lembaga Penelitian Universitas Diponegoro yang telah memberi kesempatan, motivasi dan berbagai fasilitas yang sangat menunjang upaya-upaya tim peneliti guna mewujudkan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Cabatit B.C. 1979. Laboratory Guide in Biochemistry. 10th Ed, UST. Press, Manila.
- Church, D.C. 1988. The Ruminant Animal Digestive Physiology and Nutrition. Prentice Hall Cliffs, New Jersey.
- Elliott J.P., J.K. Drackley, C.G. Aldrich and N.R. Merchen. 1997. Effect of saturation and esterification of fat sources on site and extent of digestion in steers: ruminal fermentation and digestion of organic matter, fiber, and nitrogen. J. Anim. Sci. 75: 2803-2813.
- Emery, R.S., J.S. Liesman and T.H. Herdt. 1992. Metabolism of long-chain fatty acids by ruminant liver. J. Nutr. 122 : 832.
- General Laboratory Procedures. 1966. Department of Dairy Science. University of Wisconsin, Madison.
- Harris, L.E. 1970. Nutrition Techniques for Domestic and Wild Animal. Utah State University, Logan.
- Jenkins, T.C. 1993. Lipid metabolism in the rumen. J. Dairy Sci. 76. No. 12 : 3851-3863.
- Johnson, K.A., E.L. Kincald, H.H. Westberg, C.T. Gaskins, B.K. Lamb and J.D. Cronrath. 2002. The effect of oilseeds in diets of lactating cows on milk production and methane emissions. J. Dairy Sci. 85 : 1509-1515.
- Noble, R.C., J.H. Moore and C.G. Harfoot. 1974. Observation on the pattern of biohydrogenation of esterified and unesterified linoleic acid in the rumen. Br. J. Nutr. 31 : 99 – 108.
- Reichl, J.R. and R.L. Baldwin. 1995. Rumen modeling: rumen input-output models. J. Dairy Sci. 58 : 879 – 890.
- Sarosa, B. 1990. Minyak Nabati. Trubus. 277 Tahun XXIII : 66.
- 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
- Tangendjaja, B., B. Santoso dan E. Wina. 1983. Protected fat : preparation and digestibility. *Proc. Advances in Small Ruminant Research in Indonesia*. RIAP. Bogor. p. 439-447.
- Van Soest, P.J. 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. 2nd Ed. Cornell University Press, Ithaca, New York.
- Wang, J.H. and M.K. Song. 2001. Effect of sours and levels of carbohydrate on fermentation characteristics and hydrogenation of linoleic acid by rumen bacteria *in vitro*. *Asian-Australian J. Anim. Sci.* 14 : 48 – 53.
- Widiyanto, Sumarsono dan B.I.M. Tampoebolon. 1994. Pemberian leguminosa dan biji kapok sebagai sumber protein dan asam lemak rantai panjang pada sapi kerja yang mendapat ransum berbahan dasar limbah berserat. *Buletin Sintesis* 6 : 18-28.