

Studi Pembuatan Kompleks Mineral-Minyak dan Efek Penggunaannya dalam Ransum terhadap Fermentabilitas dan Kecernaan (*In Vitro*) **(Study of Oil-mineral Complex and It effects on in Vitro Fermentability and Digestibility)**

U Hidayat Tanuwiria, D.C. Budinuryanto, S. Darodjah dan W.S Putranto

Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran, Jatinangor, 40600

e-mail : uhtanuwir@yahoo.co.id

Abstrak

Penelitian bertujuan untuk mengetahui fermentabilitas dan pencernaan ransum yang mengandung berbagai kompleks minyak-mineral *in vitro*. Penelitian dilakukan secara eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) empat perlakuan dan lima ulangan. Percobaan pertama terdiri atas R1 = Ransum lengkap + 5% Minyak Jagung, R2 = Ransum lengkap + 5,95% Kompleks Ca-Minyak Jagung, R3 = Ransum lengkap + 5,95% Kompleks Ca-Minyak Kacang Tanah, R4 = Ransum lengkap + 5,95% Kompleks Ca-Minyak Ikan. Perlakuan kedua : R1 = Ransum lengkap + 5% Minyak Kacang Tanah. R2 = Ransum lengkap + 5% Kompleks I-Minyak Jagung, R3 = Ransum lengkap + 5% Kompleks I-Minyak Kacang Tanah, R4 = Ransum lengkap + 5% Kompleks I-Minyak Ikan. Hasil penelitian menunjukkan Jenis minyak (minyak kacang tanah, minyak jagung dan minyak ikan) pada pembuatan kompleks mineral minyak tidak mempengaruhi fermentabilitas dan pencernaan ransum, namun ada indikasi bahwa fermentabilitas dan pencernaan ransum yang mengandung minyak utuh lebih rendah.

Kata kunci : Kompleks mineral-minyak, fermentabilitas, pencernaan, in vitro

Abstract

The experimental research aimed to study of organic-mineral and oil-mineral complex production and find out the effect of added Ca-fatty acid, I-fatty acid complex in the ration on *in vitro* fermentability and digestibility. The experimental arranged Completely Randomized Design (CRD) was used in this study. Experiment 1, consisted of R1 = complete diet + 5% corn oil, R2 = complete diet + 5,95% Ca-corn oil complex, R3 = complete diet + 5,95% Ca-oil peanut complex, R4 = complete diet + 5,95% Ca-fish oil complex. Experiment 2, consisted of R1 = complete diet + 5% peanut oil, R2 = complete diet + 5% I-corn oil complex, R3 = complete diet + 5% I-peanut oil complex, R4 = complete diet + 5% I-fish oil complex. The result indicated that kind of oil (peanut oil, corn oil, and fish oil) in oil-mineral complex not effect on ration fermentability and digestibility, but whole oil tend to decreased.

Keywords : oil-mineral complex, fermentability, digestability, in vitro

Pendahuluan

Rendahnya performa produksi dan reproduksi ternak di antaranya disebabkan oleh ketidakcukupan pasokan nutrisi esensial seperti asam amino, asam lemak, mineral dan energi. Kecukupan energi dan asam lemak esensial dapat dipenuhi oleh penambahan minyak seperti minyak jagung, minyak kacang tanah atau minyak ikan. Ketiga jenis minyak tersebut tinggi kandungan asam lemak tidak jenuhnya, akan tetapi risiko terjadi penjenruhan oleh proses hidrogenasi di dalam rumen.

Pada umumnya penambahan minyak ke dalam ransum memiliki beberapa manfaat, seperti meningkatkan energi ransum (Chan *et al.* 1997), meningkatkan efisiensi penggunaan energi

melalui penghambatan metanogenesis, sebagai agen defaunasi (Van Nevel *et al.* 1993), dan sumber asam lemak tak jenuh esensial seperti linoleat, linolenat dan arachidonat (Moore dan Christie, 1984). Asam lemak tak jenuh esensial umumnya banyak terdapat dalam minyak nabati seperti minyak jagung dan minyak hewani seperti minyak ikan. Minyak jagung banyak mengandung asam lemak linoleat (C18:2n-6) (Ketaren, 1986), sedangkan minyak ikan banyak mengandung asam lemak arachidonat (C20:4n-6) dan asam lemak tak jenuh rantai panjang seperti asam eikosa pentanoat (C20:5n-3) dan asam docosa heksanoat (C22:6n-3) (Prihandono, 2001).

Berdasarkan hasil beberapa peneliti terdahulu, lemak dalam ransum dapat

mempengaruhi fermentasi rumen. Lemak sebagai senyawa non polar, tidak mudah atau segera akan larut dalam medium cairan rumen, karena itu lemak cenderung berasosiasi dengan partikel pakan dan mikroba rumen, bentuk asosiasinya berupa penutupan permukaan secara fisik oleh lemak (Pantoja *et al.*, 1994). Minyak atau lemak yang ditambahkan pada ransum dapat mengendalikan populasi protozoa rumen. Pada kondisi penyelimutan protozoa oleh lemak, protozoa tidak memiliki aktivitas lipolitik sebaik bakteri. Di samping itu protozoa banyak terlibat pada hidrolisis fosfolipid, akibatnya aktivitas metabolik protozoa menjadi terganggu dan banyak protozoa yang mati pada kondisi lemak tinggi di rumen (Taminga dan Doreau, 1991).

Kecernaan serat dapat diperbaiki oleh sabun kalsium melalui aksi penghilangan efek negatif asam lemak terhadap bakteri. Aktivitas antibakteri dari asam lemak rantai panjang dapat berkurang oleh mineral alkali tertentu seperti kalsium. Garam dari campuran kalsium dengan asam lemak dikenal sebagai sabun kalsium, yaitu penggabungan asam lemak jenuh maupun tidak jenuh dengan ion kalsium (Fernandez, 1999). Pembentukan sabun kalsium dan asam lemak dapat memaksimumkan penggunaan ransum tinggi lemak oleh ruminansia (Jenkins dan Palmquist, 1984). Selanjutnya dinyatakan bahwa sabun kalsium mampu meniadakan efek asam lemak terhadap bakteri, sehingga pencernaan serat ransum meningkat. Teknik proteksi asam lemak lainnya adalah melalui penyisipan iodium (I) pada ikatan rangkap.

Penelitian ini bertujuan mempelajari suplemen kompleks Ca-minyak dan I-minyak. Produk yang dihasilkan berupa ikatan kompleks mineral-minyak yang sulit dirombak oleh mikroba rumen, sehingga menjadi penyedia lemak atau mineral di pascarumen.

Metode

Bahan percobaan terdiri atas ransum lengkap tersusun atas campuran pucuk tebu, onggok, dedak padi, ampas kecap, bungkil kelapa, limbah kacang, kulit biji coklat dan molases. Ransum lengkap dan kandungan nutriennya disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2. Kompleks Ca-minyak dan I-minyak. Minyak yang digunakan pada pembuatan kompleks Ca-minyak atau I-minyak terdiri atas minyak jagung, minyak kacang tanah dan minyak ikan lemuru. Kompleks mineral-minyak dibuat di Laboratorium Nutrisi Ternak Ruminansia dan Kimia Makanan Ternak Fakultas Peternakan

Universitas Padjadjaran. Prosedur pembuatan kompleks mineral-minyak adalah sebagai berikut ;

Kompleks Ca-Minyak dan I-minyak

- Prinsip pembuatan kompleks Ca-minyak adalah minyak dihidrolisis oleh basa menjadi gliserol dan garam asam lemak (gugus COOH asam lemak diikat oleh kation basa). Pada kondisi tersebut asam lemak tidak mengganggu aktivitas mikroba rumen
- Prinsip Pembuatan kompleks I-minyak seperti pada penentuan bilangan Iodium, yaitu mineral I disisipkan ke ikatan rangkap asam lemak tidak jenuh yang terkandung dalam minyak kacang tanah.

Prosedur Pembuatan Kompleks Ca-Minyak

Minyak kacang tanah, minyak jagung atau minyak ikan lemuru masing-masing sebanyak 200 g dan larutan KOH 7,6 % (38 g KOH dalam 500 ml alcohol) sebanyak 500 ml dimasukkan ke dalam erlenmeyer kapasitas 1 liter, kemudian direfluks sampai homogen yang ditandai dengan tidak adanya minyak yang terlihat dipermukaan. Selanjutnya CaCl_2 sebanyak 38 g dimasukkan ke dalam minyak hasil proses sebelumnya dan diaduk sampai terbentuk endapan (kompleks Ca-minyak). Endapan dan cairan di atasnya (alcohol) dipisahkan dengan cara didestilasi. Selanjutnya kompleks Ca-minyak yang terbentuk dikeluarkan dan dicampur dengan onggok kering pada perbandingan 1:1. Hasil campuran tersebut dikeringkan dan siap untuk digunakan. Kadar Ca dalam kompleks Ca-minyak adalah sekitar 2,31 %.

Prosedur pembuatan kompleks I-minyak

Pembuatan kompleks I-minyak terdiri atas dua tahap, yaitu :

Tahap Pertama adalah pembuatan larutan iodium yaitu 1 g I_2 dan 3 g KI dilarutkan dalam 300 mL aqudest kemudian diaduk dengan magnetic stirrer selama 30 menit sampai homogen. Tahap kedua, sebanyak 100 mL minyak kacang tanah, minyak jagung atau minyak ikan lemuru masing-masing dicampur dengan 9,5 mL larutan iodium hasil tahap satu, selanjutnya diaduk sampai homogen dan disimpan dalam ruangan gelap selama 24 jam sampai terbentuk dua fraksi. Fraksi yang berada di lapisan atas adalah kompleks I-minyak selanjutnya dicampur dengan onggok kering pada perbandingan 1:1. Hasil campuran tersebut dikeringkan dan siap untuk digunakan. Kadar I dalam kompleks I-minyak adalah sekitar 444 ppm.

Tabel 1. Formulasi Ransum Lengkap

No	Pakan	Komposisi
1	Pucuk Tebu	40,00
2	Onggok	15,16
3	Dedak Padi	9,26
4	Ampas Kecap	9,68
5	Bungkil Kopra	18,94
6	Limbah Kacang	4,20
7	Kulit Coklat	2,10
8	Molases	0,66
Jumlah		100,00

Tabel 2. Kandungan Nutrien Ransum Basal

No	Zat Makanan	Persen
1	Air	7,10
2	Abu	5,99
3	Protein Kasar	10,14
4	Lemak Kasar	9,73
5	Serat Kasar	22,24
6	BeTN	51,90
7	TDN*	71,29

Keterangan : Hasil Analisis di Laboratorium Nutrisi Ternak Ruminansia dan Kimia Makanan Ternak, Fakultas Peternakan Unpad, 2006

Pengujian Suplemen Kompleks Ca-minyak dan I-minyak dalam Ransum

Masing-masing percobaan dirancang dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) empat perlakuan dan lima ulangan. Perlakuan adalah sebagai berikut :

Percobaan 1

R.MJ = Ransum lengkap + 5% Minyak Jagung

R.Ca-MJ = Ransum lengkap + 5,95% Kompleks Ca-Minyak Jagung

R.Ca-MKT = Ransum lengkap + 5,95% Kompleks Ca-Minyak Kacang Tanah

R.Ca-MI = Ransum lengkap + 5,95% Kompleks Ca-Minyak Ikan

Percobaan 2

R.MKT = Ransum lengkap + 5% Minyak Kacang Tanah

R.I-MJ = Ransum lengkap + 5% Kompleks I-Minyak Jagung

R.I-MKT = Ransum lengkap + 5% Kompleks I-Minyak Kacang Tanah

R.I-MI = Ransum lengkap + 5% Kompleks I-Minyak Ikan

Parameter yang diamati :

1. Fermentabilitas suplemen diukur produksi NH_3 dan VFA total
2. Kecernaan bahan kering dan bahan organik (Tilley dan Terry, 1977)

Data dianalisis dengan Sidik Ragam dan Uji Duncan (Steel dan Torrie, 1981)

Hasil Dan Pembahasan

Fermentabilitas dan Kecernaan Ransum mengandung Kompleks Ca-Minyak

Fermentabilitas (produksi NH_3 dan VFA total) dan kecernaan ransum yang disuplementasi berbagai jenis kompleks Ca-minyak disajikan pada Tabel 3.

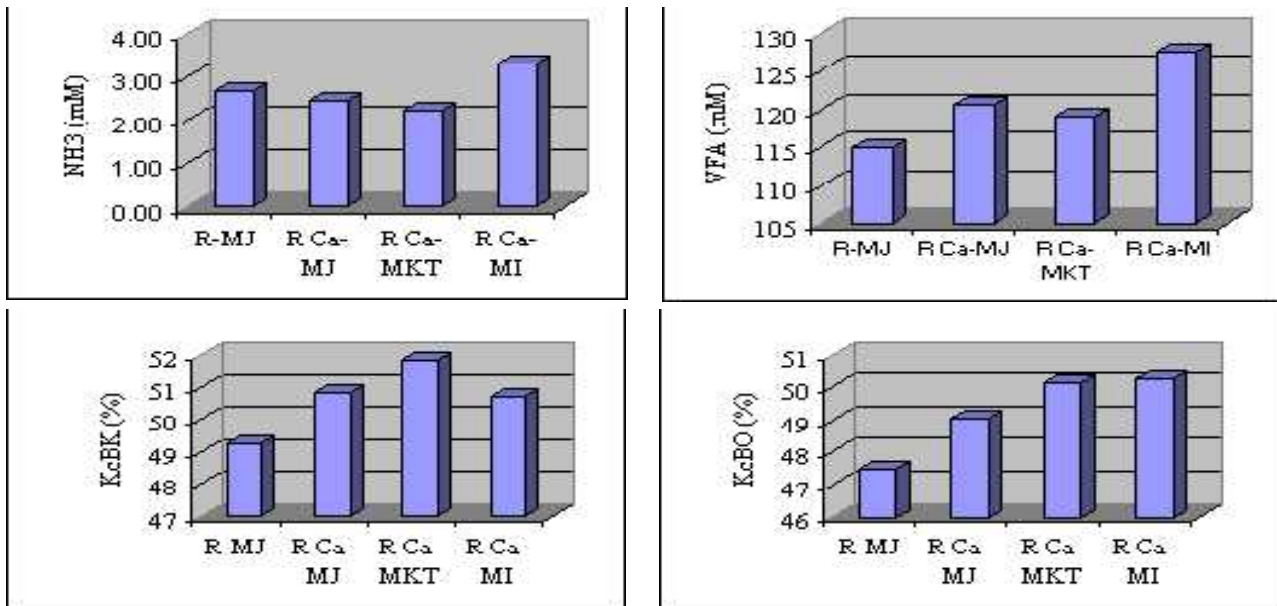
Tabel 3 menunjukkan bahwa jenis minyak pada pembuatan kompleks Ca-minyak tidak mempengaruhi fermentabilitas ransum. Secara umum protein ransum kurang fermentabel, tercermin dari produk NH_3 pada setiap perlakuan kurang dari 3,57 mM atau kurang dari batas minimum kadar NH_3 yang dibutuhkan mikroba rumen (Satter dan Slyter, 1974). Kadar amonia yang dibutuhkan untuk menunjang sintesis protein mikroba adalah antara 4-12 mM (Sutardi, 1977). Produksi VFA dari setiap ransum perlakuan berada pada kisaran normal, sesuai dengan Sutardi (1979) bahwa kadar VFA yang baik untuk pertumbuhan optimum mikroba rumen adalah 80 –160 mM. Fermentabilitas, kecernaan bahan kering dan bahan organik ransum perlakuan disajikan pada Grafik.

Kecernaan bahan kering ransum yang disuplementasi minyak jagung utuh lebih rendah ($P < 0,05$) daripada ransum yang disuplementasi kompleks Ca-minyak. Hal ini menunjukkan bahwa proses saponifikasi minyak oleh mineral kalsium berefek meningkatkan kecernaan bahan kering ransum

Tabel 3. Fermentabilitas dan Kecernaan Ransum yang Disuplementasi Kompleks Ca-Minyak

	Ransum Perlakuan			
	R-MJ	R.Ca-MJ	R.Ca-MKT	R.Ca-MI
NH_3 (mM.g.BK ⁻¹)	2,7 ^a	2,4 ^a	2,2 ^a	3,3 ^a
VFA total (mM.g BK ⁻¹)	115 ^a	121 ^a	119 ^a	128 ^a
KcBK (%)	49,3 ^b	50,8 ^{ab}	51,8 ^a	50,7 ^{ab}
KcBO (%)	47,4 ^a	49,0 ^a	50,1 ^a	50,2 ^a

Keterangan : Superskrip yang sama dalam satu baris menunjukkan berbeda tidak nyata ($P < 0,05$)



Grafik 1. Fermentabilitas dan Kecernaan Ransum yang mengandung berbagai Kompleks Ca-minyak *in vitro*

Sabun kalsium termasuk sabun yang tidak larut dalam air (Soedarmo *et al.*, 1988). Sabun kalsium ini merupakan bentuk lemak terlindung dan merupakan sumber lemak yang efektif sebagai pakan sumber energi bagi ruminansia. Menurut Jenkins dan Palmquist (1984), sabun dapat dengan mudah dicampur dengan beberapa jenis pakan, dan dalam penggunaannya tidak mengganggu sistem fermentasi rumen. Selanjutnya dinyatakan bahwa penggunaan sabun kalsium tidak mengganggu sistem fermentasi rumen. Meningkatnya kalsium dalam pakan berasam lemak tinggi dapat menurunkan pengaruh negatif pada pencernaan serat dan sabun kalsium sendiri tidak bersifat toksik terhadap bakteri rumen (Palmquist *et al.*, 1986). Mekanisme proteksi dari produk sabun kalsium tidak berdasarkan pada titik cair asam lemak, tetapi berdasarkan pada tingkat keasaman atau pH. Sabun kalsium tetap utuh pada suasana keasaman netral, dan terpisah pada tingkat keasaman pH 3 (Fernandez, 1999).

Fermentabilitas dan Kecernaan Ransum mengandung Kompleks I-Minyak

Bentuk proteksi asam lemak lainnya adalah dengan cara menyisipkan mineral Iodium ke dalam ikatan rangkap asam lemak. Efek penambahan berbagai kompleks I-minyak ke dalam ransum dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 menunjukkan produk NH₃ pada setiap perlakuan < 4 mM atau kurang dari batas minimum kadar NH₃ yang dibutuhkan mikroba rumen. Menurut Satter dan Slyter (1974), kadar amonia optimum dalam rumen adalah sebesar 5 mg% atau 3,57 mM. Jenis minyak yang digunakan pada pembuatan kompleks I-minyak tidak mempengaruhi jumlah protein ransum yang dapat didegradasi oleh mikroba rumen. Hal tersebut tercermin pada jumlah NH₃ yang dilepas saat perombakan oleh mikroba rumen pada setiap perlakuan relatif sama.

Tabel 4. Fermentabilitas dan Kecernaan Ransum mengandung Kompleks I-minyak

	Ransum Perlakuan			
	R.MKT	R.I-M J	R.I-MKT	R.I-MI
NH ₃ (mM.g.BK ⁻¹)	2,48 ^a	2,53 ^a	2,28 ^a	2,44 ^a
VFA total (mM.g BK ⁻¹)	109,1 ^b	138,4 ^{ab}	153,2 ^a	151,4 ^a
KcBK (%)	47,6 ^a	47,3 ^a	46,6 ^a	47,4 ^a
KcBO (%)	45,3 ^a	44,9 ^a	44,2 ^a	45,9 ^a

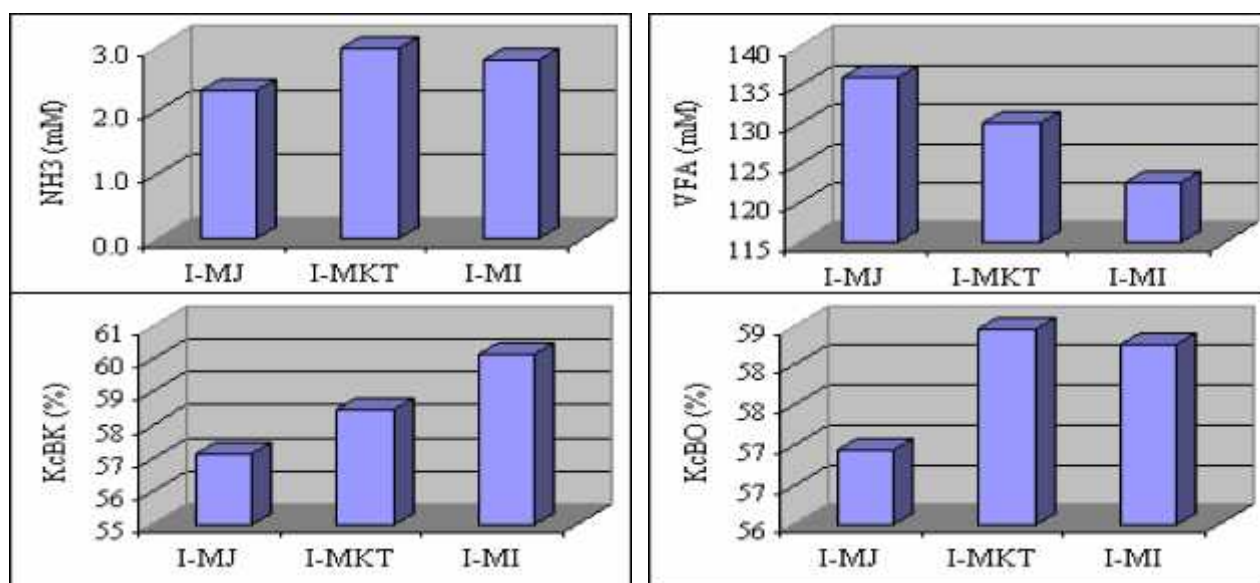
Keterangan : Superskrip yang sama dalam satu baris menunjukkan berbeda tidak nyata (P<0,05)

Produk VFA pada perlakuan R-minyak kacang tanah utuh lebih rendah ($P < 0,05$) daripada perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa proses kompleksasi minyak oleh iodum mampu memperbaiki efek negatif dari minyak terhadap mikroba rumen. Sesuai dengan pernyataan Pantoja *et al* (1995) bahwa lemak sebagai senyawa non polar di dalam rumen cenderung berasosiasi dengan partikel pakan dan mikroba rumen, bentuk asosiasinya berupa penutupan permukaan secara fisik oleh lemak. Adanya penyelimutan partikel pakan oleh lemak menyebabkan akses mikroba terhadap partikel pakan tersebut menjadi terhambat dan pada akhirnya akan menurunkan metabolisme mikroba rumen. Kecernaan serat cenderung menurun sejalan dengan meningkatnya jumlah lemak dalam ransum. Kecernaan serat juga tergantung pada komposisi asam lemak yang terkandung dalam lemak. Kecernaan serat menurun lebih banyak jika yang ditambahkan adalah lemak yang kaya asam lemak tidak jenuh. Lemak yang diproteksi dapat menekan atau menurunkan efek negatif terhadap kecernaan serat.

Adanya penyelimutan partikel pakan oleh lemak menyebabkan akses mikroba terhadap partikel pakan tersebut menjadi terhambat dan pada akhirnya akan menurunkan metabolisme mikroba rumen. Kecernaan serat cenderung menurun sejalan dengan meningkatnya jumlah lemak dalam ransum (Tanuwiria, 2004). Kecernaan serat juga tergantung pada komposisi asam lemak yang terkandung dalam lemak. Kecernaan serat menurun lebih banyak jika yang ditambahkan adalah lemak yang kaya asam lemak

tidak jenuh. Lemak yang diproteksi dapat menekan atau menurunkan efek negatif terhadap kecernaan serat.

Tingginya kadar lemak ransum akan mempengaruhi metabolisme mikroba rumen dan sistem pencernaan pascarumen. Bakteri rumen memiliki kemampuan lipolisis kuat terhadap lemak ransum (Jenkins, 1993). Akan tetapi pertumbuhan bakteri rumen tertentu terutama selulolitik menurun oleh adanya lemak ransum. Penurunan semakin tajam sejalan dengan meningkatnya ketak-jenuhan asam lemak C_{18} dalam ransum, sedangkan spesies amilolitik kurang terpengaruh. Walaupun demikian penambahan lemak dalam ransum tidak merubah konsentrasi dan jumlah total bakteri di rumen (Doreau *et al.* 1997 Fermentabilitas suplemen I-minyak relatif baik. Rendahnya produksi NH_3 pada setiap perlakuan bukan berarti fermentabilitas rendah, akan tetapi lebih disebabkan karena sumber N pada setiap perlakuan berasal dari onggok sebagai bahan campuran yang mengandung protein rendah. Setiap satu bagian produk suplemen I-minyak 50% nya adalah onggok. Dengan demikian adanya perbedaan jumlah NH_3 yang dihasilkan adalah akibat dari perbedaan jenis minyak. Berdasarkan Tabel 4., minyak jagung menghasilkan NH_3 lebih rendah ($P < 0,05$) daripada minyak lainnya, hal ini mengindikasikan bahwa minyak jagung mempengaruhi sistem metabolisme mikroba rumen. Konsistensi pengaruh jenis minyak terhadap metabolisme nutrisi dapat dilihat pada Grafik 2.).



Grafik 2. Fermentabilitas dan Kecernaan *in vitro* berbagai Kompleks I-minyak

Pada Grafik 2 terlihat bahwa I-minyak jagung memiliki pencernaan bahan kering dan bahan organik lebih rendah daripada yang lainnya, akan tetapi menghasilkan VFA lebih tinggi. Hal tersebut menunjukkan bahwa lipolisis pada kompleks I-minyak ikan lebih cepat. Pada lipolisis oleh lipase mikrob, lemak atau minyak diurai menjadi asam lemak bebas (*Free Fatty Acid* = FFA), gliserol dan galaktosa. Van Nevel dan Demeyer (1995) melaporkan bahwa semua asam lemak yang dilepaskan dari triasil gliserol terakumulasi dalam bentuk FFA, dan gliserol serta galaktosa difermentasi lebih lanjut menjadi VFA dengan proporsi terbanyak propionat (Jenkins 1993).

Kesimpulan

Jenis minyak pada pembuatan kompleks dengan Kalsium tidak mempengaruhi fermentabilitas dan pencernaan ransum, namun ransum yang mengandung kompleks Ca-minyak kacang tanah menghasilkan pencernaan bahan kering ransum lebih tinggi daripada ransum yang mengandung minyak jagung utuh. Jenis minyak pada pembuatan kompleks dengan Iodium tidak mempengaruhi fermentabilitas dan pencernaan ransum, namun ransum yang mengandung kompleks I-minyak kacang tanah dan I-minyak ikan menghasilkan VFA lebih tinggi daripada ransum yang mengandung minyak kacang tanah utuh

Ucapan Terimakasih

Penelitian ini merupakan sebagian data dari penelitian HBXIV/1 tahun 2006 yang didanai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, DEPDIKNAS no. 013/SP3/PP/DP2M/II/2006, atas kepercayaan dan bantuan penulis haturkan terima kasih kepada Ditjen DIKTI.

Daftar Pustaka

Chan, S.C., J.T. Huber, K.H. Chen, J.M. Simas and Z. Wu. 1997. Effects of ruminally inert fat and evaporative cooling on dairy cows in hot environmental temperature. *J. Dairy Sci.* 80:1172-1178

Doreau, M., D.I. Demeyer and C.J. Van Nevel. 1997. Transformations and effects of unsaturated fatty acid in the rumen. Consequences on milk fat secretion. Di dalam : Welch, R.A.S., D.J.W Burns, S.R. Davis, A.I. Popay and C.G. Prosser, editor. *Milk Composition, Production and Biotechnology*. London : CAB International Wallingford Oxon UK. hlm 73-92.

Fernandez, J. I. 1999. Rumen by pass fat for dairy diets: when to use which type. *Feed International*. August, P:18-21.

Jenkins, T.C. and D.L. Palmquist. 1984. Effect of fatty acid s or calcium soaps on rumen and total nutrient digestibility of dairy rations. *J. Dairy Sci.* 67:978-986.

Jenkins, T.C. 1993. Lipid metabolism in the rumen. *J. Dairy Sci.* 76:3851-3863.

Ketaren, S. 1986. Minyak dan Lemak Pangan. Universitas Indonesia-Press. Jakarta. Hal. 46-48; 238-247; 270-278

Moore, J.H and W.W. Christie. 1984. Digestion, Absorption, and Transport of Fat in Ruminant Animals. In : *Fats in Animal Nutrition*, University of Nottingham. 123-140

Palmquist, D.L., Jenkins, T.C. and Joyner, A.E. 1986. Effect of dietaty fat and calcium source on insoluble soap formation in the rumen. *J. Dairy Sci.* 69:1020-1025.

Pantoja, J., J.L. Firkins, M.L. Estridge and B.L. Hull. 1994. Effect of fat saturation and source of fiber an site of nutrient digestion and milk production by lactating dairy cows. *J. dairy Sci.* 77:2342-2356.

Prihandono, R. 2001. Pengaruh Suplementasi Probiotik Bioplus, Lisinat Zn dan Minyak Ikan Lemuru (*Sardanella longiceps*) terhadap Tingkat Penggunaan Pakan dan Produk Fermentasi Rumen Domba. Karya Ilmiah. Fakultas Peternakan. Institute Pertanian Bogor.

Satter, L.D and L.L. Slyter. 1974. Effect of ammonia concentration on rumen microbial production *in vitro*. *Brit. J. Nutr.* 32:199-208.

Soedarmo, D.M., A.Girindra, A.Manaf, M.Wahab, F.Kustaman M.Bintang dan Sulistiani. 1988. Penuntun Praktikum Biokimia. Bogor : Pusat Antar Universitas IPB.

Steel, R.G. and J.H. Torrie. 1981. Principles and Procedure of Statistics. 2nd Ed McGraw-Hill International Book Co., Singapore

Sutardi, T. 1977. Ikhtisar Ruminologi. Bahan Penataran Kursus Peternakan Sapi Perah di Kayu Ambon. Lembang. Bogor : Departemen Ilmu Makanan Ternak Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor.

Sutardi, T. 1979. Ketahanan protein bahan makanan terhadap degradasi oleh mikroba rumen dan manfaatnya bagi peningkatan produktivitas ternak. Di dalam : Prosiding Seminar Penelitian dan Penunjang Peternakan. Bogor : LPP IPB.

Taminga, S and M. Doreau. 1991. Lipids and rumen digestion. In : J.P. Jouany, editor. *Rumen Microbial Metabolism and Ruminant Digestion*. Paris : INRA

Tilley, J.M.A. and R.A. Terry. 1967. A two stage technique for in the in vitro digestion of forage crops. *J. Grassland Soc.* 18 : 104

Tanuwiria, U.H. 2004^a. Pengaruh Penambahan Kompleks Mineral-Asam Lemak terhadap

Kecernaan Ransum dan Populasi Mikroba Rumen Domba Priangan Betina. *J Ilmu Ternak* 4(2) : 70-76

Van Nevel, C.J., De Smet, S., and Demeyer, D.I. 1993. Digestion in defaunated and refaunated sheep

fed soybean oil hydrolisate or crushed toasted soybeans. *Netherland J. of Agric. Sci.* 41:205-219