

LAJU PERTUMBUHAN DOMBA YANG DIBERI RANSUM BERKADAR LEMAK TINGGI

DARWINSYAH LUBIS, ELIZABETH WINA, dan BAMBANG E. RUBIONO

*Balai Penelitian Ternak
P.O. Box 221, Bogor 16002, Indonesia*

(Diterima dewan redaksi 14 Januari 1998)

ABSTRACT

LUBIS, D., E. WINA, and B. E. RUBIONO. 1998. Growth rate of sheep fed high fat ration. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 3 (3): 143-148.

Incorporating high amount of fats into the ration for ruminants will affect the rumen microbes adversely and will reduce fiber digestion potential. To correct such negative effects, the free fatty acids used for feed should be bond with Ca^{++} , so it can passing through the rumen savely (rumen by-pass fat). To test the Ca-fat utilization biologically, 20 growing male *Garut* sheep were used and fed with 4 type of isocaloric-isoprotein concentrate feed which were allotted based on a randomized block design with 5 replications. The concentrate (C)-A was a positive control diet, while C-B was substituted with 10% free fatty acids (negative control), C-C was substituted with 10% Ca-fat, and C-D with 15% Ca-fat. The concentrate feed was fed at 500 g/d, while forage (King grass) was 4 kg/d. Results of the experiment showed that the negative effect of free fatty acids can be corrected if it was given in the form of Ca-fat. Growth rate curve indicating a good growing pattern, with average daily gain was 100.18, 87.68, 112.86, and 115.00 g/d ($P<0.05$) for C-A, C-B, C-C, and C-D treatments, respectively. Total dry matter intake for the respective 4 treatments were 875.9, 855.2, 866.7, and 847.4 g/d ($P>0.05$). Carcass production was relatively good, where for C-A, C-B, C-C, and C-D were 14.84, 14.68, 16.34, and 15.72 kg ($P<0.05$) respectively, with final live weights of 34.00, 31.74, 34.58, and 34.30 kg ($P<0.05$). It can be concluded that Ca-fat (rumen by-pass fat) can be used as an energy source component for growing sheep diet, and give the best result at 10% substitution rate in concentrate feed.

Key words : Rumen by-pass fat, growth rate, carcass, sheep

ABSTRAK

LUBIS, D., E. WINA, dan B. E. RUBIONO. 1998. Laju pertumbuhan domba yang diberi ransum berkadar lemak tinggi. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 3 (3): 143-148.

Pemberian lemak dalam jumlah tinggi dalam ransum pada ternak ruminansia dapat berpengaruh buruk terhadap mikroba rumen, sehingga menurunkan kemampuan pencernaan serat. Untuk mengoreksi pengaruh negatif tersebut, asam lemak yang akan diberikan diikat dengan Ca^{++} agar dapat melalui rumen dengan aman (lemak lolos rumen/LLR). Untuk pengujian penggunaannya secara biologis, digunakan 20 ekor domba Garut jantan fase pertumbuhan yang diberi 4 jenis ransum konsentrat (RK) isokalori-isoprotein, yang alokasi pemberiannya dilakukan berdasarkan rancangan acak kelompok dengan 5 ulangan. RK-A merupakan kontrol positif, RK-B dibubuhi 10% asam lemak bebas (kontrol negatif), RK-C dibubuhi 10% LLR dan RK-D dibubuhi 15% LLR. Pemberian konsentrat sebanyak 500 g/h, sedangkan hijauan (rumput Raja) sebanyak 4 kg/h. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh negatif lemak ransum dapat dikoreksi dengan pemberiannya dalam bentuk LLR. Kurva laju pertumbuhan menunjukkan pola pertumbuhan yang baik, dengan kenaikan bobot badan rata-rata sebesar 100,18; 87,68; 112,86 dan 115,00 g/h ($P<0,05$), masing-masing untuk perlakuan RK-A, RK-B, RK-C dan RK-D. Konsumsi total bahan kering ransum untuk keempat perlakuan tersebut berturut-turut sebanyak 875,9; 855,2; 866,7 dan 847,4 g/h ($P>0,05$). Produksi karkas juga menunjukkan hasil baik, yang dalam hal ini bobot rata-rata untuk RK-A, RK-B, RK-C dan RK-D, masing-masing sebesar 14,84; 14,68; 16,34 dan 15,72 kg ($P<0,05$), dengan bobot hidup menjelang disembelih masing-masing sebesar 34,00; 31,74; 34,58 dan 34,30 kg ($P<0,05$). Dengan demikian, lemak lolos rumen dapat digunakan sebagai salah satu komponen pemenuh energi dalam ransum untuk domba, dengan pemberian terbaik sebanyak 10% dalam ransum konsentrat.

Kata kunci : Lemak lolos rumen, laju pertumbuhan, karkas, domba

PENDAHULUAN

Sebagai ternak yang sistem pencernaannya bersifat memamah-biak (ruminansia), sebagian besar makanan

domba secara alami berupa hijauan, khususnya rumput. Sejalan dengan perkembangan metode pemeliharaan dan teknik penggemukan, untuk efisiensi penggunaan ransum dan mempercepat pertumbuhannya, diberikan pula pakan

tambahan berupa konsentrat yang pada umumnya terdiri atas campuran biji-bijian dan bahan sarat energi lainnya. Pemanfaatan biji-bijian pada umumnya bersaing dalam penggunaannya sebagai pangan dan pakan. Oleh karena itu, perlu dicari bahan pengganti yang padat energi untuk mengurangi persaingan tersebut. Lemak merupakan salah satu alternatif bahan konsentrat yang padat energi. Namun demikian, ternak ruminansia memiliki keterbatasan dalam mengkonsumsi lemak/minyak, dikarenakan efek negatifnya terhadap mikroba rumen yang berperan penting dalam pencernaan pakan berserat.

Ransum ruminansia pada umumnya berkadar lemak rendah, tidak melebihi 4% (CHURCH, 1976). Hal ini terutama dikarenakan sistem pencernaannya yang dibantu oleh mikroorganisme di dalam rumen yang berfungsi sebagai pencerna serat (selulosa dan hemiselulosa) yang terutama terdapat di dalam hijauan dan selubung biji-bijian. Adanya asam lemak bebas yang berlebihan di dalam rumen akan mengganggu aktivitas mikroba pencerna serat tersebut, sehingga akan mengubah pola fermentasi rumen secara umum (PALMQUIST, 1994). Mekanisme penghambatan dari asam lemak rantai panjang terhadap mikroba rumen adalah terjadinya adsorpsi asam lemak pada permukaan sel bakteri dan membran sitoplasmik (GALBRAITH *et al.*, 1971), lebih lanjut menyebabkan protoplast menjadi robek dan mengakibatkan keluarnya metabolit dari sel, khususnya protein dan peptida (GALBRAITH dan MILLER, 1973a,b). Secara umum, sifat tersebut tampak lebih menonjol bila rantai C dari asam lemaknya panjang (KABARA, 1984) dan efeknya semakin nyata bila asam lemaknya tidak jenuh (MCLEOD dan BUCHANAN-SMITH, 1972).

Agar lemak dapat dimanfaatkan sebagai salah satu sumber energi dalam pakan ruminansia, perlu diupayakan suatu teknik agar lemak dapat melalui rumen dengan aman dan diserap melalui mukosa usus halus. Penggunaan kation divalen untuk mengikat asam lemak telah banyak dilaporkan untuk ransum sapi perah, namun tidak demikian halnya pada domba. Telah dilaporkan oleh JENKINS dan PALMQUIST (1984) bahwa tingkat pencernaan nutrisi pada sapi perah pada pemberian ransum berkadar lemak tinggi dapat diperbaiki dengan pemberian garam Ca dari asam lemak. Sementara itu, STEELE (1984) mendapatkan bahwa suplementasi lemak tinggi dalam ransum sapi menyebabkan hipokalsemia dan hipomagnesemia, namun gejala klinis tersebut dapat diperbaiki dengan meningkatkan Ca dan Mg ransum sebanyak 50% dari jumlah anjuran. LUBIS (1986) mendapatkan produksi asam lemak atsiri (VFA) rumen pada sapi perah yang mendapat ransum dengan *Ca-tallowate* tidak menurun, bahkan produksi susu sedikit meningkat. Untuk menguji pengaruh pemberian ransum berkadar lemak tinggi pada domba, penelitian ini dilakukan dengan membuat Ca-asam lemak dan

digunakan sebagai salah satu komponen pakan konsentratnya.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilakukan di laboratorium nutrisi dan kandang percobaan pada Balai Penelitian Ternak di Ciawi-Bogor. Bahan lemak yang digunakan untuk ransum adalah asam lemak bebas yang diperoleh dari PT Bimoli di Jakarta, yang merupakan sisa proses pembuatan minyak goreng dari minyak sawit. Untuk pembuatan lemak lolos rumen (LLR), asam lemak diikat dengan Ca^{++} yang berasal dari CaCl_2 . Proses pengikatan dua molekul asam lemak dengan Ca^{++} ini berlangsung melalui dua tahap. Pada tahap pertama terlebih dahulu diikat menggunakan Na^+ dari NaOH, sedangkan pada tahap kedua posisi Na^+ digantikan oleh Ca^{++} . Selanjutnya, produk berupa Ca-asam lemak ini digunakan sebagai salah satu komponen sumber energi dari ransum konsentrat yang dibuat. Untuk tujuan pengujian efek pemberian asam lemak bebas dan Ca-asam lemak, dibuat 4 jenis ransum konsentrat yang diupayakan agar isokalori dan isoprotein dengan menggunakan bahan dasar yang terdiri atas bungkil kedelai, *wheat pollard*, urea, CaCO_3 dan garam beryodium. Ransum konsentrat (RK)-A merupakan kontrol positif, RK-B dibubuhi 10% asam lemak bebas (kontrol negatif), RK-C dibubuhi 10% LLR, dan RK-D dibubuhi 15% LLR. Komposisi bahan dan nutrisi masing-masing ransum konsentrat disajikan pada Tabel 1.

Sebanyak 20 ekor domba Garut jantan umur 6 bulan dengan variasi bobot badan 15,6-19,8 kg digunakan untuk menguji pemberian ransum konsentrat yang berkadar lemak tinggi dengan pengimbangan asam lemak bebas atau Ca-asam lemak. Alokasi keempat jenis ransum tersebut dilakukan menurut rancangan acak kelompok dengan 5 ulangan. Pada tahap awal (periode penyesuaian/adaptasi) yang berlangsung selama sebulan, setiap domba menerima 500 g konsentrat dan 4 kg cacahan rumput Raja, sedangkan air minum diberikan secara berlebihan. Ransum konsentrat diberikan pada pukul 07.00, sedangkan hijauan baru diberikan pada pukul 11.00. Selanjutnya, pada periode penggemukan yang berlangsung selama 4 bulan, jumlah pemberian ransum konsentrat dan hijauan ditambah atau dikurangi, disesuaikan dengan kemampuan setiap domba mengkonsumsi tiap jenis ransum, yang diamati selama periode adaptasi. Jumlah ransum konsentrat dan hijauan yang tersisa ditimbang setiap hari dan ditentukan kadar airnya, sedangkan penimbangan bobot badan domba dilakukan seminggu sekali. Selain itu, juga dilakukan analisis proksimat terhadap komposisi nutrisi ransum yang diberikan.

Tabel 1. Komposisi bahan (kg/100kg) dan kandungan gizi ransum konsentrat untuk penggemukan domba

Komposisi	Ransum-A	Ransum-B	Ransum-C	Ransum-D
Bahan Pakan :				
<i>Wheat pollard</i>	81,72	66,72	69,72	65,46
Bungkil kedelai	14,57	19,43	18,57	21,14
Asam lemak bebas	-	10,00	-	-
Ca-asam lemak	-	-	10,00	15,00
Urea	0,71	0,71	0,71	0,71
CaCO ₃	2,50	2,57	0,86	0,18
Garam beryodium	0,50	0,57	0,14	0,11
Kandungan Gizi* :				
Energi termetabolis, Kkal/kg	1.668,43	1.651,21	1.672,63	1.845,86
Protein kasar, %	17,00	17,00	17,00	17,00
Lemak, %	3,59	10,19	9,22	14,30
Serat kasar, %	15,83	15,27	15,41	15,18
Abu, %	6,96	6,81	6,94	6,93
Kalsium (Ca), %	0,80	0,80	0,80	0,80
Fosfor (P), %	0,26	0,24	0,24	0,24

* Perhitungan berdasarkan bahan kering dari total ransum

Pada akhir masa penggemukan, domba disembelih dan dikuliti, jeroannya dikeluarkan dan karkas yang diperoleh ditimbang dan dilayukan. Sesuai dengan kapasitas fasilitas dan tenaga yang tersedia, pelaksanaan penyembelihan diselesaikan dalam 5 hari, yang setiap harinya disembelih 4 ekor domba yang menerima setiap jenis ransum konsentrat. Data yang diperoleh untuk setiap parameter yang diamati (jumlah konsumsi ransum, kenaikan bobot badan harian, bobot badan akhir dan bobot karkas) dianalisis secara Anova menurut rancangan acak kelompok dan uji kontras rata-rata menggunakan analisis jarak berganda Duncan (MONTGOMERY, 1984).

HASIL DAN PEMBAHASAN

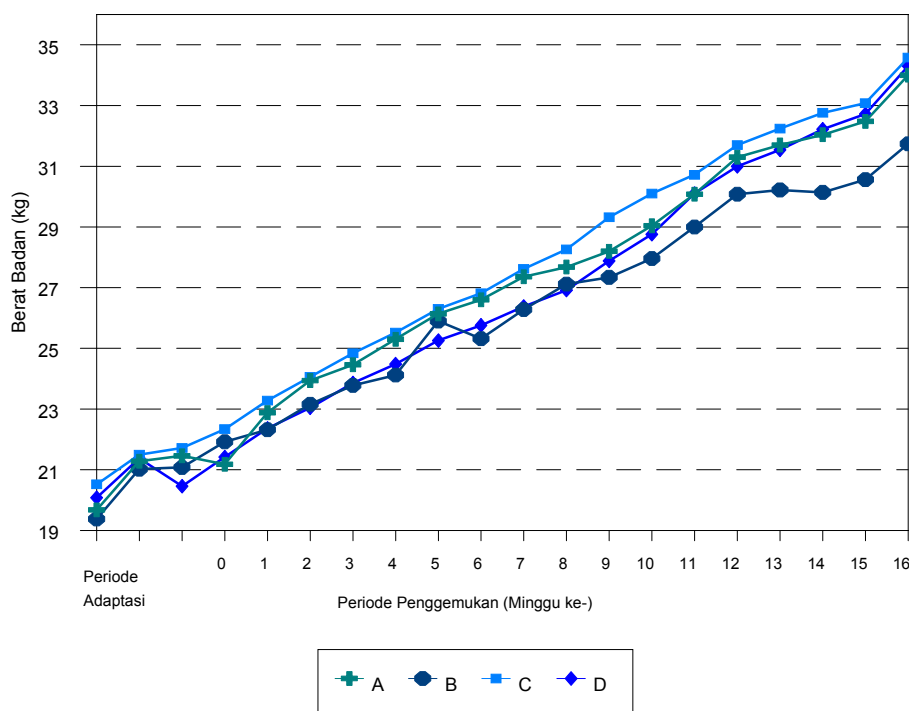
Untuk mengoreksi proses pencernaan agar berlangsung normal dan seragam, sebelumnya semua domba diberi obat cacing. Pada periode adaptasi tercatat pertambahan bobot badan domba tidak meningkat terus, tetapi berfluktuasi, khususnya pada domba yang mendapat ransum konsentrat yang dibubuhi asam lemak bebas. Dalam periode penggemukan, semua domba yang diberi ransum kontrol dan yang diberi ransum berkadar lemak tinggi (pengimbunan energi dengan asam lemak bebas dan lemak lolos rumen) menunjukkan pertumbuhan cukup memuaskan hingga minggu ke-5 (Gambar 1). Pada minggu ke-6 terjadi penurunan bobot badan pada domba yang mendapat asam lemak bebas di dalam ransumnya, tetapi kemudian terus meningkat kembali hingga akhir

masa penggemukan. Laju pertumbuhan terbaik terjadi pada domba yang mendapat ransum konsentrat dengan imbuhan 10% lemak lolos rumen (LLR), kemudian diikuti oleh domba yang diberi ransum kontrol positif dan yang mendapat ransum dengan 15% LLR. Dalam 3 minggu terakhir, domba yang mendapat ransum konsentrat dengan 15% LLR menunjukkan laju pertumbuhan lebih pesat, hingga pada akhir penelitian rata-rata bobot badannya hampir sama dengan domba yang mendapatkan ransum kontrol positif, yaitu 34,30 vs 34,00 kg ($P>0,05$). Sementara itu, bobot akhir domba yang mendapat ransum dengan 10% asam lemak bebas (kontrol negatif) nyata lebih rendah daripada domba kontrol positif, yaitu 31,74 kg ($P<0,05$), walaupun komposisi nutrisi ransum yang diberikan relatif sama. Keadaan ini menunjukkan terjadinya gangguan proses pencernaan, khususnya pencernaan serat di dalam rumen. Keberadaan asam lemak bebas di dalam rumen menyebabkan menurunnya kemampuan bakteri selulolitik mencerna serat sehingga terjadi juga penurunan produksi asam lemak atsiri, terutama C₂, C₃ dan C₄. Padahal, ketiga asam lemak atsiri tersebut merupakan sumber energi utama bagi ternak ruminansia, mencapai 50-80% yang dibutuhkan (BALLARD *et al.*, 1969; VAN SOEST, 1983). Selain itu, telah dilaporkan terjadinya beberapa perubahan metabolik di dalam rumen sebagai akibat terlalu banyaknya asam lemak bebas, antara lain berupa penurunan sintesis *diaminopimelic acid* (DAPA) dan sintesis protein mikroba (CZERKAWSKI *et al.*, 1975), penurunan jumlah protozoa dan bakteri selulolitik

(MACZULAC *et al.*, 1981), meningkatkan laju dilusi dan konsentrasi amonia rumen (HORNER *et al.*, 1986).

Nilai rata-rata peningkatan bobot badan harian tertinggi dicapai oleh domba yang mendapat ransum konsentrat dengan 15% LLR, yaitu sebesar 115,00 g/h, nilai ini nyata lebih tinggi ($P<0,05$) dibandingkan dengan domba yang diberi ransum kontrol positif dan kontrol negatif yang memiliki pertambahan bobot badan terendah

(Tabel 2). Keadaan ini tidak sejalan dengan konsumsi total bahan kering ransum, yang jumlahnya tidak berbeda nyata ($P>0,05$) di antara keempat perlakuan (Tabel 3). Akan tetapi, bila ditelaah lebih rinci, terdapat perbedaan nyata ($P<0,05$) pada konsumsi bahan kering ransum konsentrat, sedangkan untuk hijauan perbedaannya tidak nyata.



Keterangan :

- RK-A = Domba yang mendapat ransum konsentrat (RK) tanpa imbuhan asam lemak (kontrol positif)
- RK-B = Domba yang mendapat RK yang dibubuhi 10% asam lemak bebas (kontrol negatif)
- RK-C = Domba yang mendapat RK yang dibubuhi 10% lemak lolos rumen
- RK-D = Domba yang mendapat RK yang dibubuhi 15% lemak lolos rumen

Gambar 1. Kurva laju pertumbuhan domba yang mendapat ransum konsentrat dengan atau tanpa asam lemak bebas atau asam lemak lolos rumen

Tabel 2. Pertambahan bobot badan dan bobot akhir domba yang mendapat ransum konsentrat dengan atau tanpa imbuhan asam lemak bebas atau lemak lolos rumen

Perlakuan	Bobot awal (kg)*	Kenaikan bobot (g/h)*	Bobot akhir (kg)*
Ransum Konsentrat (RK)-A (kontrol+)	22,78 ^a ± 0,70	100,18 ^b ± 3,64	34,00 ^a ± 0,64
RK-B (10% as. lemak, kontrol-)	21,92 ^a ± 0,79	87,68 ^a ± 13,91	31,74 ^b ± 2,03
RK-C (10% lemak lolos rumen)	21,94 ^a ± 0,49	112,86 ^c ± 16,90	34,58 ^a ± 1,86
RK-C (15% lemak lolos rumen)	21,42 ^a ± 0,98	115,00 ^c ± 15,29	34,30 ^a ± 2,26

*Superskrip yang berlainan pada setiap kolom, menunjukkan perbedaan nyata ($P<0,05$)

Tabel 3. Konsumsi bahan kering ransum (g/h) pada domba yang diberi ransum konsentrat dengan atau tanpa imbuhan asam lemak bebas atau asam lemak lolos rumen

Perlakuan	Hijauan*	Konsentrat*	Total*
Ransum Konsentrat (RK)-A (kontrol+)	424,19 ^a ± 54,14	451,71 ^a ± 11,08	875,90 ^a ± 50,25
RK-B (10% as. lemak, kontrol -)	404,41 ^a ± 25,12	450,80 ^a ± 8,24	855,21 ^a ± 24,08
RK-C (10% lemak lolos rumen)	399,40 ^a ± 43,92	467,29 ^b ± 4,87	866,69 ^a ± 42,89
RK-C (15% lemak lolos rumen)	382,53 ^a ± 32,03	464,89 ^b ± 3,96	847,42 ^a ± 32,94

*Superskrip yang berlainan pada setiap kolom, menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05)

Pengimbuhan asam lemak dalam bentuk Ca-asam lemak (lemak lolos rumen) tampaknya dapat meningkatkan konsumsi bahan kering konsentrat (P<0,05), sedangkan konsumsi hijauan cenderung menurun walaupun tidak nyata, dikarenakan cukup besarnya keragaman antar individu. Relatif tingginya konsumsi ransum konsentrat ini juga mengindikasikan tidak adanya gangguan pencernaan rumen, sehingga laju lewat partikel ransum dalam rumen dan organ pencernaan berikutnya dapat berlangsung normal. Seperti dilaporkan oleh ENJALBERT *et al.* (1994) bahkan tingkat biohidrogenasi Ca-asam lemak dari minyak sawit dan kedelai di dalam rumen menurun, dengan demikian dapat memodifikasi penyerapan asam lemak tidak jenuh melalui usus halus. Bila dilihat dari nilai efisiensi penggunaan total bahan kering ransum terhadap penambahan bobot badan harian, maka ransum yang paling efisien adalah yang mendapat perlakuan imbuhan 15% LLR, dengan nilai 7,37, selanjutnya diikuti berturut-turut oleh ransum dengan imbuhan 10% LLR, ransum kontrol positif, dan imbuhan 10% asam lemak bebas, dengan nilai masing-masing sebesar 7,68; 8,74 dan 9,75.

Produksi karkas domba untuk berbagai perlakuan ransum secara rata-rata bervariasi dari 14,68 kg hingga 16,34 kg (Tabel 4). Produksi tertinggi dicapai oleh domba yang mendapat ransum konsentrat dengan imbuhan 10% LLR, kemudian pada domba yang mendapat perlakuan 15% LLR (P>0,05), dan terendah pada domba yang mendapat ransum dengan 10% asam lemak bebas (P<0,05). Urutan bobot karkas terendah hingga tertinggi menurut masing-masing perlakuan sejalan dengan bobot hidup saat menjelang disembelih, namun tidak demikian halnya bila dihitung secara proporsional (% karkas). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa % karkas terendah terdapat pada domba yang diberi ransum konsentrat kontrol positif (Tabel 4), sedangkan bobot hidup akhir dan bobot karkas terendah diperoleh pada domba yang mendapat ransum konsentrat dengan imbuhan 10% asam lemak. Hal ini terjadi karena bobot karkas domba dengan ransum kontrol positif tidak berbeda nyata (P>0,05) dengan yang mendapat 10% asam lemak, sedangkan bobot hidupnya nyata lebih tinggi (P<0,05) pada domba kontrol positif.

Tabel 4. Produksi karkas domba yang mendapat ransum konsentrat dengan atau tanpa imbuhan asam lemak bebas atau asam lemak lolos rumen

Perlakuan	Bobot karkas (kg) [†]	% Karkas*
Ransum Konsentrat (RK)-A (kontrol +)	14,84 ^a ± 0,70	43,62 ^a
RK-B (10% asam lemak, kontrol -)	14,68 ^a ± 1,11	46,24 ^b
RK-C (10% lemak lolos rumen)	16,34 ^b ± 0,93	47,28 ^b
RK-D (15% lemak lolos rumen)	15,72 ^b ± 1,07	45,84 ^b

* Superskrip yang berlainan pada setiap kolom, menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05)

Peningkatan pengimbuhan LLR dari 10% menjadi 15% dalam ransum konsentrat ternyata tidak meningkatkan produksi karkas, bahkan secara proporsional terhadap bobot hidupnya cenderung menurun. Bila ditinjau dari kinerja yang diperoleh untuk masing-masing parameter produksi yang diukur, ternyata ransum yang memberikan hasil terbaik adalah konsentrat yang diimbuhi 10% Ca-asam lemak/lemak lolos rumen (LLR).

KESIMPULAN

Pengimbuhan 10% asam lemak bebas dalam ransum konsentrat menyebabkan lebih lambatnya peningkatan bobot badan domba, sedangkan pemberiannya dalam bentuk Ca-asam lemak (lemak lolos rumen) tidak berakibat negatif terhadap pertumbuhan domba, bahkan meningkatkan bobot badan lebih pesat dan lebih efisien dalam mengkonversi ransum. Data keseluruhan menunjukkan Ca-asam lemak memberikan hasil terbaik terhadap penambahan bobot badan harian dan produksi karkas pada pengimbuhan sebanyak 10% dalam ransum konsentrat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari serangkaian penelitian yang dibiayai melalui program Riset Unggulan Terpadu (RUT) III, dengan Nomor Protokol 172/SP/RUT/BPPT/IV/96. Dengan terselesaikan dan berhasilnya penelitian ini, penulis mengucapkan terima

kasih kepada pihak penyandang dan pengelola dana, yaitu BAPPENAS dan BPPT.

DAFTAR PUSTAKA

- BALLARD, F. J., R. W. HANSON, and D. S. KRONFELD. 1969. Gluconeogenesis and lipogenesis in tissue from ruminant and nonruminant animals. *Fed. Proc.* 28: 218-231.
- CHURCH, D. C. 1976. *Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants*. Vol. 1: Digestive Physiology. 2nd Ed. Metropolitan Printing Co., Corvallis, OR, USA.
- CZERKAWSKI, J. W., W. W. CHRISTIE, G. BECKENRIDGE, and M. L. HUNTER. 1975. Changes in the rumen metabolism of sheep given increasing amounts of linseed oil in their diet. *Br. J. Nutr.* 34: 25-32.
- ENJALBERT, F., M. C. NICOT, M. VERNAY, R. MONCOULON, and D. GRIESS. 1994. Effect of different forms of polyunsaturated fatty acids on duodenal and serum fatty acid profiles in sheep. *Can. J. Anim. Sci.* 74: 595-600.
- PALMQUIST, D. L. 1994. The role of dietary fats in efficiency of ruminants. *J. Nutr.* 124: 1377S-1382S.
- GALBRAITH, H., T. B. MILLER, A. M. PATON, and J. K. THOMPSON. 1971. Antibacterial activity of long-chain fatty acids and the reversal with calcium, magnesium, ergocalciferol and cholesterol. *J. Appl. Bact.* 34: 803-808.
- GALBRAITH, H. and T. B. MILLER. 1973a. Physico-chemical effects of long-chain fatty acids on bacterial cells and their protoplasts. *J. Appl. Bact.* 36: 647-658.
- GALBRAITH, H. and T. B. MILLER. 1973b. Effect of long-chain fatty acids on bacterial respiration and amino acid uptake. *J. Appl. Bact.* 36: 659-664.
- HORNER, J. L., C. E. COPPOCK, J. M. LABORE, J. K. LANHAM, and J. R. MOYA. 1986. Effects of niacin and whole cottonseed on rumen fermentation, protein degradation, and nutrient digestibility. *J. Dairy Sci.* 69 (Suppl. 1): 215 (Abstr.).
- JENKINS, T. C. and D. L. PALMQUIST. 1984. Effect of fatty acids or calcium salts on rumen and total nutrient digestibility of dairy rations. *J. Dairy Sci.* 67: 978-986.
- KABARA, J. J. 1984. Antibacterial agents derived from fatty acids. *J. Amer. Oil Chem. Soc.* 61: 397-402.
- MACZULAC, A. E., B. A. DEHORITY, and D. L. PALMQUIST. 1981. Effects of long-chain fatty acids on growth of rumen bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.* 42: 856-864.
- LUBIS, D. 1986. Production Response of Lactating Dairy Cows to Addition of Protected Fats or Whole Cottonseed to Low and High Roughage Diets. M.Sc. Thesis, University of Florida, Gainesville, Florida, USA.
- MCLEOD, G. K. and J. G. BUCHANAN-SMITH. 1972. Digestibility of hydrogenated tallow, saturated fatty acids and soybean oil supplemented diets by sheep. *J. Anim. Sci.* 35: 890-896.
- MONTGOMERY, D. C. 1984. *Design and Analysis of Experiments*. 2nd Ed. John Wiley and Sons, New York.
- STEELE, W. 1984. Lipid supplementation of dairy cow diets. *J. Dairy Sci.* 67: 1716-1721.
- VAN SOEST, P. J. 1983. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. O & B Books, Inc., Corvallis, OR, USA.