

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus. 1980. *Master Plan* Pusat Pembibitan Kambing di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Inspektorat Dinas Peternakan DIY, Fakultas Peternakan UGM Yogyakarta.
- Gany, M.R. 1981. Analisis Permintaan Atas Pupuk Kimiawi Dalam Peningkatan Produksi Padi di Indonesia. Disertasi dalam Ilmu Ekonomi Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Knipscheer, H.C. and U. Kusnadi. 1983. *Present and Potential Productivity of Indonesian Goats*. Winrock International, Morrinton AR 72110, USA. Working Paper No. 29. December, 1983. Balai Penelitian Ternak Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Bogor.
- Mubyarto, L. Aji dan G. Sumodiningrat. 1974. *Elastisitas Permintaan dan Penawaran Telur dan Susu di Indonesia*. LPE-FE-UGM. Yogyakarta.

PENGARUH HORMON PERTUMBUHAN TERHADAP METABOLISME LIPIDA PADA HATI DOMBA YANG SEDANG LAKTASI

BUGI RUSTAMADJI *)

ABSTRAK

Pengaruh hormon pertumbuhan terhadap metabolisme zat-zat makanan oleh hati domba yang sedang laktasi telah dikerjakan. Domba dioperasi dengan memasang kateter pada arteri *iliaca*, vena portal, dan vena hepatic dua minggu setelah melahirkan dan penelitian baru dimulai 4 minggu kemudian. Unsur radioaktif ^{14}C acetate dan ^3H oleic acid digunakan untuk mempelajari metabolisme secara 'in vivo'.

Pengaruh hormon pertumbuhan pada domba yang sedang laktasi menunjukkan pengurangan level sirkulasi plasma *triacylglycerol* ($P < 0.10$) khususnya *very low density lipoprotein* VLDL ($P < .05$). Konsentrasi asam lemak bebas (FFA) adalah lebih tinggi di dalam plasma vena portal dari pada vena hepatic. *Whole body entry rate* dari FFA meningkat secara jelas selama perlakuan dengan hormon pertumbuhan. Diperkirakan bahwa kelenjar susu menggunakan lebih banyak FFA untuk sintesa lemak susu.

*) Staf Pengajar Pada Laboratorium Ternak Perah Jurusan Produksi Ternak Fakultas Peternakan UGM.

Blood Flows di dalam vena portal, vena hepatic dan arteri hepatic adalah lebih tinggi (10 - 20%) selama perlakuan hormon pertumbuhan. Meskipun periode infusi dari ^3H oleic acid adalah 12 jam dan aktifitas radioaktif tinggi ($1,11 \times 10^5$ Bq/min), hubungan FFA dengan *very low density lipoproteins* di dalam hati tidak dapat dihitung karena tidak tercapainya titik *equilibrium*. Sedikit unsur ^{14}C acetate ditemukan ada hubungannya dengan *very low density lipoprotein*. Demikian juga halnya dengan ^3H oleic acid, hubungannya dengan acetate di dalam hati sangat kecil juga.

Konsentrasi plasma glukosa tidak berubah bilamana domba diperlukan dengan hormon pertumbuhan, tetapi produksinya di dalam hati meningkat 37% ($P < .05$). Ini dimungkinkan karena kelenjar pankreas menghasilkan lebih banyak hormon insulin untuk mengatasi efek dari *diabetogenic*. Konsentrasi asetat, trihidroksi butiorat, dan laktat di dalam darah tidak dipengaruhi adanya perlakuan hormon pertumbuhan.

Disimpulkan bahwa rendahnya produksi *very low density lipoprotein* di dalam hati selama perlakuan hormon pertumbuhan boleh jadi disebabkan karena perubahan-perubahan sekresi hormon *insulin* dan *glucagon*.

Kata kunci : Vena hepatic dan portal, hati, lipoproteins, hormon pertumbuhan dan domba laktasi.

PENDAHULUAN

Hati memegang peranan penting untuk sintesa lipoprotein dan glukosa pada ruminansia. Bergman dkk (1971) menunjukkan bahwa 26% FFA di dalam sirkulasi darah dimanfaatkan oleh hati dan sebagian menjadi *acylglycerols* sebelum dikembalikan dalam aliran darah sebagai *very low density lipoproteins* (VLDL, Bell 1981). Masson dan Phillipson (1951), melaporkan bahwa asetat yang diabsorpsi dari rumen ditransportasikan lewat vena portal meskipun hasil penelitian berikutnya oleh Bergman dan Wolff (1971) menyatakan bahwa hanya sebagian kecil saja asetat dimetabolisasikan oleh hati.

Hormon pertumbuhan telah meningkatkan produksi air susu (Bines dkk, 1980., Bauman dkk, 1982, dan Bitman dkk, 1984), dan juga produksi lemak air susu (Peel dkk, 83., McDowell dkk, 1988). Perubahan-perubahan ini terjadi meskipun hormon pertumbuhan mengurangi tidak hanya level sirkulasi *triacylglycerol* dari VLDL (VLDL-TG), tetapi juga *uptake* dari VLDL-TG kelenjar air susu (Niumsup dkk, 1985) yang mana barangkali menghe-rankan karena VLDL-TG sejauh ini telah menjadi *precursor* yang terpenting dari asam-asam lemak rantai panjang untuk sintesa lemak air susu. McDowell dkk (1987) menunjukkan bahwa kelenjar air susu mengatasi kekurangan (TG-fatty acids) dengan meningkatkan *uptake* FFA dan *blood flow*.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menyelidiki pengaruh hormon pertumbuhan terhadap metabolisme VLDL, FFA, glukosa dan asetat di dalam hati domba laktasi.

MATERI DAN METODE

Domba dan Pakan

Delapan ekor domba persilangan (Border Leicester X Merino) dengan berat badan antara 50 - 60 kg digunakan untuk penelitian ini. Domba-domba ini dirawat dalam kandang khusus sejak melahirkan dan dibiasakan diperah 2 kali sehari. Produksi air susu dan lemak dicatat dan dianalisa menurut metode Davis 1959.

Air minum diberikan secara bebas dan pakan berkualitas baik (10,6 MJME dan 158 g protein kasar/kg DM), terdiri atas *chaffed lucerne hay*, *rolled barley grain* dan *dairy pellet* dengan proporsi 50:40:10 diberikan sesuai dengan kebutuhan energi untuk pokok hidup dan produksi air susu (Anon, 1975). Pakan harian diberikan secara kontinyu menggunakan *belt feeder*.

Persiapan operasi

Dua minggu setelah melahirkan domba dipuaskan dari pakan dan air minum selama 24 jam, kemudian domba dianestesi dan kateter ditempatkan pada artery iliaka (A), vena hepatic (HV), vena portal (PV) dan vena mesenterik (MV) sebagaimana operasi yang pernah dijalankan Katz dan Bergman (1969a). Penempatan kateter yang tepat pada vena hepatic dibuktikan dengan adanya denyut pulsa jantung. Tidak ada satupun kateter ditemukan salah tempat pada waktu pemeriksaan *post mortem*.

Kateter pada vena jugular dimasukkan setelah domba melahirkan, digunakan untuk injeksi *oxytocin* dalam rangka merangsang keluarnya air susu dan penyuntikan isotop radioaktif bilamana diperlukan. Kateter-kateter dirawat secara baik dengan menyuntik *sterile heparinized saline*.

Prosedur penelitian

Penelitian dimulai 4 minggu setelah operasi. Sampel darah dan plasma di ambil pada hari terakhir dari 5 hari injeksi subkutan 5 ml steril bikarbonat bufer (untuk kontrol) atau 5 ml hormon pertumbuhan *recombinant growth hormone*, (Cyanamid Australia 0,1 mg/kg berat badan).

Lima dari 8 domba diinfus secara kontinu dan simultan dengan ^3H *oleic acid* ($3,85 \times 10^5$ Bq/ml) dan ^{14}C *sodium acetate* ($5,14 \times 10^4$ bq/ml) dengan kecepatan 0,3 ml/menit selama masing-masing 12 dan 4 jam melalui vena jagular.

Blood flows untuk vena hepatic dan vena portal diukur melalui infusi *para-amino hippuric-acid* (PAH) melalui vena mesenterik sebagaimana dikatakan oleh Katz dan Bergman (1969b). *Packed cell Volume* (PCV) diukur dengan metode Strumia dkk (1954).

Analisa Kimia

Plasma VLDL dianalisa menurut metode Redgrave (1975) dan prosedur Raphael dkk (1973), sedangkan lipida diekstraksi menurut metode Folch dkk (1957), *trycylglycerol* dipisahkan dari lipida dengan metode Hartmann dan Lascelles (1965). Isolasi TG ditransesterifikasi dan asam-asam lemak dimetilasi dengan metoda Christie (1976). Konsentrasi TG ditentukan melalui *gas liquid chromatography*.

graphy (GLC). Radioaktivitas VLDL-TG ditentukan dengan *scintillation counter*.

Asetat dianalisa menurut metode Pethick dkk (1981), Niumsup dkk (1988) dan konsentrasinya ditentukan dengan GLC seperti dinyatakan oleh King dkk (1985). Plasma FFA diukur menurut Dole (1956) yang dimodifikasi oleh Kelley (1965). Penentuan radioaktivitas asam oleat menggunakan metode Winker dkk (1964). Plasma glukosa dianalisa secara ensimatik menurut metode Bernt dan Lachenicht (1974). Konsentrasi 3 hidroksibutirat dalam darah dianalisa dengan metode Zivan dan Snarr (1973) sedangkan konsentrasi laktat dalam darah dianalisa dengan metoda Gutmann dan Wahlefeld (1974). CO₂ dalam darah diisolasi sebagai barium karbonat dengan metoda Leng dan Leonard (1965) dan dianalisa radioaktivitasnya menurut metode Hinks dkk (1966). Gas-gas dalam darah dianalisa menggunakan *blood gas analyzer*. pH dan tekanan partial O₂ dan CO₂ diukur dengan perhitungan Oddy dkk (1984).

Analisa Hormon

Konsentrasi hormon pertumbuhan dan insulin diukur dengan metoda Wallace dan Bassett (1970), Rossellin dkk (1966) seperti dimodifikasi oleh Gow dkk (1981).

Analisa Statistik

Studept t-test (Steele dan Torrie, 1960) digunakan untuk mengevaluasi adanya perbedaan rata-rata.

Perhitungan

Perhitungan atau kalkulasi *whole body entry rate*, asetat dan FFA dan juga proporsi CO₂ yang berasal dari asetat menggunakan kalkulasi seperti dinyatakan Pethick dkk (1981).

Whole body entry rate =

$$\frac{\text{Infusion rate}}{\text{specific radio-activity at plateau}}$$

% CO₂ dari asetat =

$$\frac{\text{arterial CO}_2 \text{ specific radioactivity plateau}}{\text{arterial acetate specific radioactivity at plateau}} \times 100$$

Net hepatic production atau *utilization of metabolites* dihitung dengan metode Bergman (1975) sebagai berikut :

net hepatic production or utilization =

$$F_p (Ch - C_p) + F_a (Ch - C_a)$$

dimana F_p dan F_a adalah *blood or plasma flow* dari vena portal dan arteri hepatic, sedangkan C_p, C_h dan C_a adalah konsentrasi metabolit-metabolit dalam vena portal, vena hepatic dan arteri hepatic.

HASIL

Produksi air susu

Produksi air susu dan lemak selama periode kontrol adalah 988 ± 93,4 g/hari dan 56 56 ± 5,1 g/hari dan keduanya meningkat dengan nyata (P < 0,01) menjadi 1203 ± 100,8 g/hari dan 88 ± 9,1 g/hari masing-masing selama perlakuan hormon pertumbuhan. Produksi air susu selama periode kontrol adalah 80% dari produksi sebelum operasi.

Hormon-hormon dalam plasma

Konsentrasi hormon pertumbuhan dan insulin selama periode kontrol dan perlakuan hormon pertumbuhan tertera pada lampiran 1. Konsentrasi hormon pertumbuhan di dalam arteri adalah 3 ± 0,8 g/L selama periode kontrol dan meningkat sangat nyata (P < 0,01) menjadi 9 ± 1,6 g/L selama perlakuan hormon pertumbuhan. Konsentrasi hormon insulin di dalam plasma arteri meningkat dari 27 ± 2,2 mU/L selama periode kontrol menjadi 50 ± 5,3 mU/L selama perlakuan hormon pertumbuhan (P < 0,01).

Plasma Tryacylglycerol, VLDL-Tryacylglycerol, FFA dan asetat dalam darah

Konsentrasi plasma TG menurun 26% di dalam arteri ilia ka (P < 0,10) dan 27% di dalam vena hepatic (P < 0,05) karena perlakuan hormon pertumbuhan (lampiran 2). Pengurangan yang besar terjadi juga pada konsentrasi VLDL-TG didalam arteri (35%, P < 0,05) dan vena hepatic (39%, P < 0,05). *Net hepatic production* dari VLDL-TG menurun 68% (P < 0,10), sementara itu FFA meningkat 30-40% (P < 0,10) di dalam arteri hepatic dan vena portal. *Net utilization* FFA oleh hati selama perlakuan hormon pertumbuhan adalah 90% lebih tinggi dibandingkan selama periode kontrol (P < 0,10). Sebelum dan selama perlakuan hormon pertumbuhan, konsentrasi plasma FFA adalah lebih tinggi di didalam vena portal dibandingkan dengan arteri maupun vena hepatic.

Konsentrasi asetat di dalam darah arteri dan portal tidak dipengaruhi oleh hormon pertumbuhan tetapi konsentrasinya menurun 18% didalam vena hepatic (P < 0,10), selama perlakuan hormon pertumbuhan (lampiran 2.)

Glukosa, laktat dan trihidroksibutirat

Konsentrasi glukosa di dalam plasma tidak berubah selama perlakuan hormon pertumbuhan (lampiran 3), meskipun *net production* glukosa meningkat 37% (P < 0,05). Konsentrasi laktat dan 3-hidroksibutirat di dalam darah arteri, portal dan hepatic tidak dipengaruhi oleh adanya hormon pertumbuhan.

Whole body entry rate dan net hepatic metabolism asetat dan FFA

Meskipun entry rate asetat meningkat dari 36,7 mole/menit/kg berat badan selama periode kontrol menjadi 41,8 mole/menit/kg berat badan selama perlakuan hormon pertumbuhan tetapi perubahan ini secara statistik tidak nyata (lampiran 4). Demikian juga halnya dengan net hepatic production dari asetat dan jumlah CO₂ di dalam tubuh yang berasal dari asetat.

Entry rate FFA meningkat dari 460 menjadi 586 mole/min, sedangkan net hepatic utilization FFA hampir meningkat 2 kali setelah 5 hari perlakuan hormon pertumbuhan (lampiran 4)

Konsentrasi O₂ dan CO₂

Konsentrasi O₂ dan CO₂ di dalam darah tidak dipengaruhi oleh perlakuan hormon pertumbuhan (lampiran 5)

Radioaktivitas FFA dan asetat

Radioaktivitas FFA di dalam plasma arteri mendekati plateau sesudah 2 jam setelah infusi ³H-oleic acid. Sementara itu radioaktivitas VLDL-TG masih meningkat pada akhir 12 jam periode infusi.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa injeksi harian hormon pertumbuhan pada domba yang sedang laktasi menghasilkan peningkatan di dalam produksi lemak dan air susu, seperti ditunjukkan pada hasil-hasil penelitian sebelumnya (Hart dkk, 1985; McCutcheon dan Bauman, 1986; Leenanuruksa dkk, 1986). Kecenderungan peningkatan *blood flow* di dalam kelenjar air susu yaitu meningkat 27% pada domba (McDowell dkk, 1988), 18% pada kambing (Mephram dkk, 1984) dan 38% pada sapi (McNamara dkk, 1983) setelah injeksi hormon pertumbuhan

Konsentrasi plasma glukosa tidak dipengaruhi oleh adanya perlakuan hormon pertumbuhan, karena kemungkinan meningkatnya level hormon insulin (Lampiran 1 dan 3), tetapi net hepatic production glukosa sebaliknya meningkat dengan 37% ($P < 0,05$). Suplai glukosa untuk sintesa laktosa di dalam kelenjar air susu karenanya lebih tinggi selama perlakuan hormon pertumbuhan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Mephram dkk (1984) yang melaporkan bahwa injeksi hormon pertumbuhan pada kambing yang sedang laktasi meningkatkan *mammary up take* glukosa.

Konsentrasi VLDL-TG menurun secara dramatis karena perlakuan hormon pertumbuhan khususnya di dalam vena hepatic ($P < 0,05$). Lebih lanjut net hepatic production VLDL-TG menurun dengan 68% ($P < 0,10$). Hal ini bisa jadi karena pengaruh tidak langsung dari hormon insulin maupun glukagon sebagai akibat karena kedua hormon tersebut meningkat karena perlakuan hormon pertumbuhan (Sirek dkk, 1979). Dalam hubungan ini Sparks dkk (1986) melaporkan bahwa hormon insulin menekan produksi VLDL di dalam jaringan hepatic tikus secara *in vitro* dan juga di dalam sel hepatoma manusia (Dashti dan Wolfbauer, 1987). Hormon glukagon diketahui telah menghambat sekresi VLDL pada tikus (Gibbons dan Pullinger, 1987) dan menurunkan plasma TG pada manusia (Schade dkk, 1979).

Meningkatnya konsentrasi FFA di dalam plasma dari ketiga saluran pembuluh darah tersebut meyakinkan adanya pengaruh lipolitik dari perlakuan hormon pertumbuhan. Konsentrasi paling tinggi dari FFA diketahui terdapat dalam vena portal yang menunjukkan *a labile pool of TG in visceral fat* seperti diperkirakan Leenanuruksa dkk (1986). Meningkatnya whole body entry rate FFA dapat menunjukkan meningkatkan penggunaan FFA oleh banyak jaringan tubuh (tidak termasuk jaringan lemak) selama perlakuan hormon pertumbuhan. In berarti bahwa kelenjar air susu dapat menggunakan lebih banyak FFA untuk sintesa lemak air susu seperti ditunjukkan dari hasil-hasil penelitian sebelumnya yang mana hormon pertumbuhan telah meningkatkan perbedaan vena arteri FFA di dalam kelenjar air susu sapi dan domba (McDowell dkk, 1987, 1988) dan whole body entry rate FFA pada domba yang sedang laktasi (McDowell dkk, 1988).

Konsentrasi, entry rate dan oksidasi asetat tidak dipengaruhi oleh karena adanya perlakuan hormon pertumbuhan (lampiran 2 dan 4). Produksi CO₂ yang berasal dari asetat adalah 10% yang mana data ini jauh lebih rendah dibandingkan hasil penelitian Annison dkk (1967) yang mendapatkan 32 dan 22% CO₂ berasal dari asetat masing-masing pada domba dan domba yang dipuaskan.

Kinetik dari VLDL-TG tidak dapat dipelajari pada penelitian ini karena infusi dari radio isotop FFA selama 12 jam belum dapat mencapai plateau. Wolff (1984) membuat spekulasi bahwa plateau dari VLDL baru dapat dicapai setelah infusi radio isotop berjalan sehari-hari bahkan sebulan.

DAFTAR PUSTAKA

- Annison, E.F., R.E. Brown., R.A. Leng., D.B. Lindsay dan C.E. West. 1967. Rates of entry and oxidation of acetate, glucose, D (-)-8-hydroxybutyrate, palmitate, oleat and stearate, and rates of production and oxidation of propionate and butyrate in fed and starved sheep. *Biochem. J.* 104, 135-47.
- Anon. 1975. Energy allowances and feeding systems for ruminants. *Tech Bulletin.* 33 (H.M.S.O. London).
- Bauman, D.E., M.J. DeGeeter., C.J. Peel., G.M. Lanza., R.C. Gorewit dan R.W. Hammond. 1982. Effect of recombinantly-derived bovine growth hormone (bGH) on lactational performance of high-yielding dairy cows. *J. Dairy Sci.* 65, (Suppl 1) 121.
- Bauman, D.E., P.J. Eppard., M.J. DeGeeter dan G.M. Lanza 1985. Responses of highproducing dairy cows to long term treatment with pituitary somatotropin and recombinant somatotropin. *J. Dairy Sci.* 68, 1352-62.
- Bell, A.W. 1981. Lipid metabolism in liver and selected tissues and in the whole body of ruminant animals. In *Lipid metabolism in ruminant animals.* Ed. W.W. Christie. hal. 363-410. Pergamon Press : Oxford.
- Bergman, E.N. 1975. Production and utilization of metabolites by the alimentary tract as measured in portal and hepatic blood. In *Digestion and metabolism in the ruminant.* Ed. I.W. McDonald and A.C.I. Warner. hal. 292-305. University of New England : Armidale.
- Bergman, E.N., R.J. Havel., B.M. Wolfe dan T. Bohmer. 1971. Quantitative studies of the metabolism of chylomicron triglycerides and cholesterol by liver and extra hepatic tissues of sheep and dogs. *J. Clin. Invest.* 50, 1831-39.
- Bernt, E. dan R. Lachenicht. 1974 Determination in blood, serum, or plasma with automatic analyzers (GOD-Perid Method) in *Methods of enzymatic analysis.* Ed. H.U. Bergmeyer 2nd ed. vol. 3. hal 1215-22. Academic Press : New York, London.
- Bines, J.A., I.C. Hart dan S.V. Morant. 1980. Endocrine control of energy metabolism in the cow : The effect on milk yield and levels of some blood constituents of injecting growth hormone and growth hormone fragments. *Brit. J. Nutr.* 43, 179-88.
- Bitman, J., D.L. Wood., H.F. Tyrell, D.E. Bauman, C.J. Peel, A.C.G. Brown dan P.J. Reynolds. 1984. Blood and milk lipid responses induced by growth hormone administration in lactating cows. *J. Dairy Sci.* 67, 2873-80.
- Christei, W.W. 1976. *Lipid analysis : isolation, separation and structural analysis of lipids.* hal. 89. Pergamon Press : Oxford.
- Dashti, N. and G. Wolfbauer. 1987. Secretion of lipids, apolipoproteins, and lipoprotein by human hepatoma-cell line, Hep G2 : Effects of oleic acid and insulin. *J. Lip. Res.* 28. 423-36.
- Davis, J.G. 1959. In *Milk testing : The laboratory control of milk.* 2nd ed. part III. Dairy industries Ltd. : London.
- Dole, V.P. 1956. A relation between non-esterified fatty acids in plasma and the metabolism of glucose. *J. Clin. Invest.* 35, 150-4.
- Folch, J., M. Less and G.H. Sloan-Stanley. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids fom animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226, 497-509.
- Gibbons, F. and C.R. Pullinger. 1987. Regulation of hepatic very-low-density lipoprotein secretion in rats fed on diet high in unsaturated fat. *Biochem. J.* 243, 487-92.
- Gow, C.B., G.H. McDowell and E.F. Annison. 1981. Control of gluconogenesis in lactating shep. *Aust. J. Biol. Sci.* 34, 469-78.
- Gutman, I. and A.W. Wahlefeld. 1974. L-(+)-Lactate. Determination with lactate dehydrogenase and NAD. In *Methods of Enzymatic Analysis.* Ed. H.U. Bergmeyer. 2nd ed. hal 1464-6. Academic Press : New York and London.
- Hart, I.C., P.M.E. Chadwick, S.James and A.D. Simmonds. 1985 Effect of intravenous bovine growth hormone or human pancreatic growth hormone-releasing factor on milk production and plasma hormones and metabolites in sheep. *J. Endocr.* 105, 189-96.
- Hartman, P.E. and A.K. Lasceles. 1965. Variation in the concentration of lipids and some other constituents in the blood plasma of cows at various stages of lactation. *Aust. J. exp. Biol. Sci.* 18, 114-23.

- Hinks, N.T., S.C. Mills dan B.P. Setchell. 1966. A simple method for the determination of carbon dioxide in blood. *Analyt. Biochem.* 17, 551-3.
- Katz, M.L. dan E.N. Bergman. 1969a. A method for simultaneous cannulation of the major splanchnic blood vessels of the sheep. *Am. J. Vet. Res.* 30, 655-61.
- Katz, M.L. dan E.N. Bergman. 1969b. Simultaneous measurements of hepatic and portal venous blood flow in the sheep and dog. *Am. J. Physiol.* 216, 946-52.
- Kelley, F. 1965. Improved method for microtitration of fatty acids. *Analyt. Chem.* 37, 1078-9.
- King, K.R., J.M. Gooden dan E.F. Annison. 1985. Acetate metabolism in the mammary gland of the lactating ewe. *Aust. J. Biol. Sci.* 38, 23-31.
- Leenanuruksa, D., P. Niumsup, J.G. van der Walt, J.M. Gooden dan G.H. McDowell. 1986. Effect of exogenous growth hormone on hepatic of glucose, free fatty acids and insulin in lactating ewes. *Proc. Nutr. Soc. Aust.* 11, 95.
- Leng, R.A. dan G.J. Leonard. 1965. Measurement of the rates of production of acetic, propionic, and butyric acid in the rumen of sheep. *Brit. J. Nutr.* 19, 469-83.
- Masson, M.J. dan A.A.T. Phillipson. 1951. Absorption of acetate, propionate and butyrate from the rumen of sheep. *J. Physiol. London.* 113, 189-206.
- McCutcheon, S.N. dan D.E. Bauman. 1986. Effect of administration of bovine growth hormone on lactational performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 69, 38-43.
- McDowell, G.H., J.M. Gooden., D. Leenanuruksa., M. Jois dan A.W. Emnglish. 1987. Effects of exogenous growth hormone on milk production and nutrient uptake by muscle and mammary tissues of dairy cows in mid-lactation. *Aust. J. Biol. Sci.* 40, 295-306.
- McDowell, G.H., D. Leenanuruksa., P. Niumsup., J.M. Gooden., J.G. van der Walt dan R. Smithard. 1988. Response of lactating ewes to exogenous growth hormone : Effects on milk production and utilization of nutrients in muscle and mammary tissues. *Aust. J. Biol. Sci.* 41 (in Press).
- McNamara, J.P., S.R. Davis dan R.J. Collier. 1983. Effect of growth hormone and thyroxine on plasma lipids, mammary lipid uptake and milk fat in Jersey cows. *J. Dairy Sci.* 66 (Suppl. 1), 232-3.
- Mepham, T.B., S.E. Lawrence., A.R. Peters dan I.C., 1984. Effects of exogenous growth hormone on mammary function in lactating goats. *Horm Metab. Res.* 16, 248-53.
- Niumsup, P., G.H. McDowell., D. Leenanuruksa dan J.M. Gooden. 1985. Plasma triglyceride metabolism in lactating ewes and growing calves treated with growth hormone. *Proc. Nutr. Soc. Aust.* 10, 154.
- Niumsup, P., K.S. Song., D. Leenanuruksa., G.H. McDowell dan J.M. Goode. 1988. Exogenous bovine growth hormone alleviates the low-milk-fat syndrome induced experimentally in lactating ewes. *Reprod. Develop.* (in Press).
- Oddy, V.H., J.M. Gooden dan E.F. Annison. 1984. Partitioning of nutrients in merino ewes. I Contribution of skeleton muscle, the pregnant uterus and the lactating mammary gland to total energy expenditure. *Aust. J. Biol. Sci.* 37, 375-88.
- Peel, C.J., T.J. Fronk., D.E. Bauman dan R.C. Gorewit. 1983. Effects of exogenous growth hormone in early and late lactation on lactational performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 66, 776-82.
- Pethick, D.W., D.B. Lindsay., P.J. Barker dan A.J. Northrop. 1981. Acetate supply and utilization by the tissues of sheep in vivo. *Br. J. Nutr.* 46, 97-109.
- Raphael, B.C., P.S. Dimick dan D.L. Puppione. 1973. Lipid characterization of bovine serum lipoproteins throughout gestation and lactation. *J. Dairy Sci.* 56, 1025-32.
- Redgrave, T.G., D.C.K. Roberts dan C.E. West. 1975. Separation of plasma lipoproteins by density-gradient ultracentrifugation. *Analyt. Biochem.* 65, 42-9.
- Rosselin, G., R. Asson., R.S. Yalow dan S.A. Berson. 1966. Separation of antibody-bound and unbound peptide hormones labelled with iodine-131 by talcum powder and precipitated silica. *Nature London.* 212, 355-7.

- Schade, D.S., W. Woodside dan R.P. Eaton. 1979. The role of glucagon in the regulation of plasma lipids. *Metabolism* 28, 874-86.
- Sirek, A., M. Vranic, O.V., Sirek, M. Vigas dan Z. Policova. 1979. Effect of growth hormone on acute glucagon and insulin release. *Am. J. Physiol.* 237, 107-12.
- Sparks, C.E., J.D. Sparks, M. Bolognino, A. Salhanick, P.S. Strumph dan J.M. Amatruda. 1986. Insulin effects on apolipoprotein B lipoprotein synthesis and secretion by primary cultures of rat hepatocytes. *Metabolism* 35, 1128-36.
- Steele, R.G.D. dan J.H. Torrie. 1960. Principles and procedures of statistics with special reference to the Biological sciences. McGraw Hill Book Co. New York, Toronto, London.
- Strumia, M.M., A.B. Sample dan E.D. Hart. 1954. An Improved microhaematocrit method. *Am. J. Clin. Path.* 24, 1016-24.
- Wallace, A.L.C. dan J.M. Bassett. 1970. Plasma growth hormone concentration in sheep measured by radioimmunoassay. *J. Endocrinol.* 47, 21-36.
- Winkler B., R. Steele, N. A;zultler dan R.C. de Bodo. 1964. Effect of growth Homone on free fatty acid metabolism. *Am. J. physiol.* 206, 174-8.
- Wolff, R.R. 1984. Tracers in Metabolic Research: Laboratory and Research methods in biology and medicine. Allan R. liss, inc. New York.
- Zivan, J.A. dan J.F. Snarr. 1973. An automated calorimetric method for the measurement of 3-hydroxybutyrate concentration. *Analyt. Biochem.* 52, 456-61.

Lampiran 1. Konsentrasi Plasma Hormon Pertumbuhan dan Blood Flow Pada Domba Laktasi Dengan Perlakuan Hormon Pertumbuhan Maupun Kontrol

		Perlakuan			P
		Kontrol	Hormon Pertumbuhan	% Peningkatan	
Hormon pertumbuhan (g/L)	A	2,7 ± 0,87	8,8 ± 1,60	+ 226	<0,01
	PV	2,7 ± 0,73	9,2 ± 1,48	+ 241	<0,01
	HV	2,4 ± 0,76	8,6 ± 1,45	+ 258	<0,01
Insulin (mU/L)	A	27,4 ± 2,16	50,4 ± 5,28	+ 84	<0,01
	PV	36,0 ± 2,88	65,8 ± 4,80	+ 83	<0,01
	HV	31,0 ± 2,64	58,6 ± 5,25	+ 89	<0,01
'Blood flow' (L/min)	HA	1,0 ± 0,18	1,1 ± 0,21	+ 10	ns
	PV	3,1 ± 0,46	3,8 ± 0,32	+ 21	ns
	HV	4,1 ± 0,53	4,9 ± 0,41	+ 20	ns

Keterangan : data berasal dari rata-rata + standar error dari 8 ekor domba. A = arteri, PV = vena portal, HV = vena hepatic HA = arteri hepatic, ns = 'non significant'.

Lampiran 2. Konsentrasi Plasma Triacylglycerol, VLDL-TG, FFA dan darah asetat Pada Domba Laksatasi Yang diperlakukan Dengan Hormon Pertumbuhan Maupun Kontrol

		Perlakuan		% Peningkatan	P
		Kontrol	Hormon Pertumbuhan		
Plasma triacylglycerol (mg/100 ml)	A	5,6 ± 0,81	4,2 ± 0,64	- 26	<0,10
	PV	4,6 ± 0,38	4,1 ± 0,70	- 10	ns
	HV	5,5 ± 0,44	4,0 ± 0,52	- 27	<0,05
VLDL-TG (mg/100ml)	A	3,2 ± 0,31	2,0 ± 0,32	- 35	<0,05
	PV	2,7 ± 0,32	2,0 ± 0,29	- 26	ns
	HV	3,2 ± 0,29	2,0 ± 0,23	- 39	<0,05
VLDL-TG ,net hepatic production' (mg/min)		15,0 ± 9,35	4,7 ± 0,50	- 68	<0,10
FFA (mM)	A	186 ± 11,7	245 ± 24,4	+ 33	<0,10
	PV	255 ± 17,9	326 ± 28,0	+ 28	<0,10
	HV	202 ± 16,6	282 ± 40,1	+ 40	<0,10
Asetat (mM)	A	1,6 ± 0,14	1,5 ± 0,09	- 6	ns
	PV	2,4 ± 0,20	2,2 ± 0,09	- 8	ns
	HV	2,4 ± 0,23	2,0 ± 0,08	- 18	<0,10

Keterangan : VLDL-TG = very low density lipoprotein-triacylglycerol FFA = free fatty acid P = signifikansi perbedaan

Lampiran 3. Konsentrasi Plasma Glukose, laktat (Darah) dan trihidroksi butirat (Darah) pada Hati Domba Laktasi dengan Perlakuan Hormon Pertumbuhan Maupun Kontrol

		Perlakuan		% Peningkatan	P
		Kontrol	Hormon Pertumbuhan		
Glukosa (mM)	A	3,4 ± 0,17	3,6 ± 0,25	+ 4	ns
	PV	3,5 ± 0,14	3,5 ± 0,21	+ 1	ns
	HV	3,8 ± 0,15	3,9 ± 0,20	+ 2	ns
'Net hepatic production' dari glukosa (mmole/min)		1,4 ± 0,22	1,9 ± 0,29	+ 37	<0,05
Laktat (mM)	A	0,8 ± 0,07	0,8 ± 0,06	+ 7	ns
	PV	0,8 ± 0,07	0,9 ± 0,09	+ 11	ns
	HV	0,8 ± 0,08	0,8 ± 0,08	+ 5	ns
trihidroksibutirat (mM)	A	0,7 ± 0,13	0,8 ± 0,17	+ 4	ns
	PV	0,9 ± 0,16	0,9 ± 0,17	+ 3	ns
	HV	1,0 ± 0,18	0,9 ± 0,15	- 9	ns

Lampiran 4. Whole Body Entry Rate, Net Hepatic Production or Utilization Asetat dan FFA pada domba laktasi yang diperlakukan dengan hormon pertumbuhan maupun kontrol.

	Perlakuan		% Peningkatan	P
	Kontrol	Hormon Pertumbuhan		
Acetate- 'entry rate' (mole/min)	2020 ± 222	2300 ± 363	+ 14	ns
(mole/min/kg berat badan)	36,7 ± 4,04	41,8 ± 6,60		
% CO ₂ dari acetat	9,9 ± 2,05	7,6 ± 1,88	- 23	ns
'Net hepatic production' dari acetat (mole/min)	570 ± 172	320 ± 244	- 45	ns
FFA- 'entry rate' (mole/min)	460 ± 81	590 ± 76	+ 27	<0,01
(mole/min/kg berat badan)	8,4 ± 1,42	10,7 ± 1,38		
'Net hepatic utilization' dari FFA (mole/min)	150 ± 44	280 ± 80	+ 92	<0,10

Lampiran 5. Konsentrasi Oksigen dan karbon dioksida dalam Darah Domba Laktasi dengan Perlakuan Hormon Pertumbuhan maupun kontrol

		Perlakuan		% Peningkatan	P
		Kontrol	Hormon Pertumbuhan		
O ₂ (mM)	A	4,1 ± 0,15	4,3 ± 0,14	+ 4	ns
	PV	2,7 ± 0,24	2,7 ± 0,27	0	ns
	HV	3,2 ± 0,22	3,4 ± 0,16	+ 5	ns
CO ₂ (mM)	A	22,9 ± 1,69	25,6 ± 1,24	+ 12	ns
	PV	28,1 ± 1,56	27,8 ± 0,99	- 1	ns
	HV	30,1 ± 1,39	30,1 ± 1,39	0	ns