

Respons Metabolik terhadap Pembatasan Asupan Pakan pada Kambing Peranakan Ettawa

(METABOLIC RESPONSES TO FOOD RESTRICTION IN ETTAWA CROSSBRED GOATS)

Irkham Widiyono¹, Sarmin², Bambang Suwignyo³

¹ Bagian Ilmu Penyakit Dalam, ² Bagian Fisiologi
Fakultas Kedokteran Hewan,

³ Laboratorium Hijauan Makanan Ternak dan Pastura,
Fakultas Peternakan, Universitas Gadjah Mada
Jl. Fauna 2 Karangmalang, Yogyakarta 55281,
Telp. +62-274-560861, Email: irkhamwidiyono@ugm.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini ditujukan untuk mengkaji pengaruh pemberian pakan terbatas terhadap beberapa aspek metabolik (parameter kimia darah) kambing peranakan ettawa (PE). Empat kambing PE jantan dewasa yang berumur sekitar dua tahun dan secara klinis sehat digunakan dalam penelitian ini. Hewan penelitian dipelihara di dalam kandang individu selama 12 minggu. Hewan diberi pakan hijauan berupa bagian *aerial* tanaman kacang tanah dan konsentrat dengan komposisi 60:40. Setelah melalui masa adaptasi selama empat minggu, hewan dibagi menjadi dua fase perlakuan pakan, yakni periode pakan *ad libitum* (secara tidak terbatas) dan periode pakan terbatas selama empat minggu yaitu minggu ke-4 sampai ke-8. Pada minggu ke 9-12 (selama empat minggu) setiap hewan diberi pakan 50% dari kapasitas konsumsi pada periode pakan *ad libitum* sebelumnya. Selama penelitian berlangsung, air minum tetap diberikan *ad libitum*. Pada akhir minggu ke-8 dan ke-12 dilakukan penimbangan bobot badan dan pengambilan sampel darah untuk pemeriksaan kimia klinik. Perbedaan rata-rata parameter kimia klinik dianalisis dengan *t-test* berpasangan dengan taraf signifikansi $p < 0,05$. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pembatasan pakan sampai sekitar 50% dari konsumsi pakan *ad libitum* (80% dari kebutuhan *maintenance*) dapat mengakibatkan perubahan beberapa parameter kimia darah yang terkait dengan status metabolisme kambing PE. Pada akhir periode pakan terbatas kadar fosfat anorganik, kreatinin, nitrogen urea darah dan kolesterol mengalami peningkatan yang signifikan, sebaliknya kadar glukosa, kalsium, dan trigliserida juga mengalami penurunan yang signifikan. Level pH darah, natrium, potassium, klorida, dan protein di dalam serum pada akhir periode pakan *ad libitum* dan akhir periode pakan terbatas tidak menunjukkan adanya perubahan yang signifikan. Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa faktor nutrisi dapat memengaruhi beberapa parameter kimia darah kambing PE.

Kata kunci: kambing Peranakan ettawa, pembatasan pakan, kimia darah

ABSTRACT

The study aim of this was to evaluate the effects of food restriction on metabolic aspects (blood chemistry parameters) in Ettawa crossbred goats. Four adult male and clinically healthy Ettawa crossbred goats were used in this study. The animals were kept in individual cage for 12 weeks. Animal feed consisted of aerial part of peanut plant and concentrate at a ratio of 60:40. The experiment was divided into 2 phases of feeding periods, fullfeeding (*ad libitum* feeding and restricted feeding. After the adaptation period for 4 weeks (week 1-4), the animals were fed *ad libitum* for 4 weeks (week 5-8), and then continued with 50% of the *ad libitum* feed intake during the following 4 weeks restricted feeding period (week 9-12). During the experiment, drinking water was supplied *ad libitum*. Body weight were examined and blood samples were collected at the end of the fullfeeding and restricted feeding periods for blood chemistry analyses. Statistical differences were determined by paired t-Test at probability level of 0.05. This study showed that feed restriction up to about 50% of *ad libitum* (80% of maintenance) feed intake resulted in changes of blood chemistry parameters. At the end of restricted feeding period, the elevated concentration of serum inorganic phosphate, creatinine, blood urea nitrogen, and cholesterol were observed and reduced concentration of glucose, calcium, and triglyceride were observed. However no change was observed on level of arterial blood pH and the concentration of serum sodium, potassium, chloride, and protein. In conclusion, nutritional status has significant effect on blood chemistry parameters of Ettawa crossbred goats. Serum inorganic phosphate, calcium, creatinine, blood urea nitrogen, cholesterol, glucose, and triglyceride concentration could provide the more reliable information for assessment of the nutritional status of Ettawa crossbred goat.

Keywords: Ettawa crossbred goat, food restriction, blood chemistry

PENDAHULUAN

Salah satu permasalahan utama produksi kambing di Indonesia adalah ketersediaan pakan yang terbatas pada musim kemarau dan melimpah pada musim penghujan. Budisatria (2006) melaporkan bahwa kambing di dataran rendah, dataran menengah, dan dataran tinggi di Indonesia mengalami penurunan konsumsi pakan, asupan serat kasar, dan protein kasar yang sangat nyata pada musim kemarau. Sejumlah penelitian pada sapi, domba, rusa, ilama, dan tikus menunjukkan bahwa konsumsi pakan yang rendah dapat mengakibatkan terjadinya berbagai gangguan metabolik seperti ketosis (Loor *et al.*, 2007; Soppela *et al.*, 2008; Kiyama *et al.*, 2004; Cebra *et al.*, 2004), penurunan protein serum (Saekkinen *et al.*, 2005), dan gangguan keseimbangan asam-basa cairan tubuh (asidosis) (DelGiudice *et al.*, 1994). Lebih dari itu, hasil penelitian pada sapi juga menunjukkan bahwa pembatasan asupan pakan juga dapat mengakibatkan lipidosis hepar (Geelen dan Wensing, 2006). Sampai saat ini, informasi mengenai pengaruh perubahan konsumsi pakan terhadap gambaran kimia darah kambing Indonesia yang memiliki kaitan dengan gangguan metabolik belum pernah dilaporkan. Oleh karena itu, penelitian ini ditujukan untuk mengkaji pengaruh status nutrisi (asupan pakan *ad libitum* dan terbatas) terhadap beberapa aspek metabolik darah (seperti: protein, lipida, glukosa, nitrogen urea darah, kreatinin, natrium, potasium, klorida, fosfat anorganik, kalsium dan pH darah) pada kambing peranakan ettawa (PE). Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pertimbangan dalam evaluasi status nutrisi dan kesehatan pada kambing PE.

METODE PENELITIAN

Empat ekor kambing PE jantan dewasa umur kurang lebih dua tahun dengan bobot badan ± 30 kg yang secara klinis sehat digunakan pada penelitian ini. Setiap hewan ditempatkan di dalam kandang individu selama 12 minggu dan diberi pakan berupa hijauan daun *rendeng* (bagian *aerial* tanaman kacang tanah) dan konsentrat. Selama penelitian berlangsung hewan memperoleh pengobatan ektoparasit secara berkala (tiga minggu sekali). Setelah melewati masa adaptasi selama empat minggu, semua hewan diberi pakan *ad libitum*

dengan imbang pakan 60% hijauan dan 40% konsentrat selama empat minggu (minggu ke 5-8). Selanjutnya, pada minggu ke 9-12 hewan diberi pakan terbatas sebanyak 50% dari volume konsumsi pada periode perlakuan pakan *ad libitum*. Selama penelitian berlangsung air minum disediakan *ad libitum*. Konsumsi pakan dihitung setiap hari, dan bobot badan ditimbang pada setiap akhir perlakuan pakan. Sampel darah dikoleksi pada akhir periode perlakuan pakan *ad libitum* (akhir minggu ke-8) dan pada akhir periode perlakuan pakan terbatas (akhir minggu ke-12) sebelum hewan memperoleh pakan pagi (jam 07.00-08.00). Darah diambil dari vena jugularis dan segera dilakukan pemisahan serum untuk pemeriksaan kimia klinik darah, sedangkan darah arterial dikoleksi secara anaerobik dari arteri daerah telinga untuk pemeriksaan pH darah. Pemeriksaan kimia darah serum, antara lain: protein, lipida, glukosa, nitrogen urea darah, kreatinin, natrium (Na), potasium (K), klorida (Cl), fosfat anorganik (Pi), dan kalsium (Ca), dilakukan dengan spektrofotometer *Synchron CX[®] Clinical Systems* (Beckman Coulter Inc., Fullerton). *Non-esterified fatty acid* (NEFA) diperiksa dengan metode kolorimetrik (Randox Lab., West Virginia). Sementara itu, pemeriksaan pH darah dilakukan dengan *blood gas analyzer* (Kraft dan Duerr, 1999) di Rumah Sakit Pusat Prof Dr Sardjito, Yogyakarta. Perbedaan secara statistika dari berbagai parameter penelitian ditentukan dengan menggunakan *t-test* berpasangan. Perbedaan dinilai nyata bila $p < 0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Selama periode pemberian pakan *ad libitum* kambing PE mengkonsumsi bahan kering sebesar 1,3 kg/hari, sementara itu selama periode pakan terbatas hewan tersebut mengkonsumsi 0,66 kg bahan kering/hari (Tabel 1). Berdasarkan kebutuhan bahan kering untuk *maintenance* pada kambing yang memiliki bobot badan 40,90 kg yakni sebesar 0,82 kg bahan kering/hari (NRC, 1981), maka asupan bahan kering selama periode pakan *ad libitum* berada pada level 1,6 kebutuhan *maintenance* dan selama periode pakan terbatas turun menjadi 0,8 (80%) dari kebutuhan *maintenance*. Perlakuan pemberian pakan terbatas ini mengakibatkan adanya penurunan bobot badan dari $39,50 \pm 0,14$ kg menjadi $37,13 \pm 1,58$ kg. Hasil

penelitian ini selaras dengan hasil penelitian terdahulu pada berbagai ternak dan hewan yang lain. Penelitian pada sapi menunjukkan bahwa penurunan asupan pakan dari *ad libitum* (1,2 kebutuhan *maintenance*) ke level terbatas (0,4 kebutuhan *maintenance*) mengakibatkan penurunan bobot badan yang sangat nyata (Mackey *et al.*, 1999). Demikian pula, penurunan bobot badan akibat pemberian pakan terbatas dilaporkan terjadi pada kambing *shiba* dan kambing mesir (Tanaka *et al.*, 2002; Tanaka *et al.*, 2003; Aboelmaaty *et al.*, 2008), babi (Mao *et al.*, 1999), kuda (Sticker *et al.*, 1996), rusa (Torbit *et al.*, 1985; DelGiudice *et al.* 1990), dan kelinci (Yakubu *et al.*, 2007; Carvalho *et al.*, 2009). Kemungkinan penyebab penurunan bobot badan pada kambing PE dalam penelitian ini adalah peningkatan pembongkaran lemak dan protein. Kemungkinan ini dipertimbangkan berdasarkan adanya kecenderungan peningkatan kadar NEFA dan peningkatan kadar creatinin di dalam darah kambing PE pada penelitian ini (Tabel 2). Beberapa penelitian terdahulu pada rusa dan sapi yang mengalami pembatasan asupan pakan menunjukkan bahwa penurunan bobot badan berkaitan erat dengan adanya peningkatan pembongkaran protein dan lemak tubuh (Torbit *et al.*, 1985; DelGiudice *et al.*, 1990; Klinhom *et al.*, 2006b).

Lebih lanjut, penurunan asupan pakan terbatas mengakibatkan terjadinya penurunan kadar glukosa pada darah kambing dari 61,67±3,79 mg/dL menjadi 52,33±1,16 mg/dL. Sementara itu juga terjadi peningkatan kadar urea nitrogen darah yang sangat nyata dari 12,50 mg/dL saat mengkonsumsi pakan *ad libitum* menjadi 18,98±1.10 mg/dL pada saat hewan mengkonsumsi pakan terbatas (Tabel 2). Temuan ini memperteguh temuan terdahulu pada sapi yang menunjukkan bahwa penurunan asupan pakan dari *ad libitum* ke level 85% untuk *maintenance* mengakibatkan penurunan kadar glukosa darah dan peningkatan urea nitrogen darah yang sangat nyata di dalam

plasma (Klinhom *et al.*, 2006a, 2006b; Mazur *et al.*, 2009). Demikian pula, Toerien dan Cannott (2007) melaporkan bahwa pembatasan asupan pakan sampai 37% asupan pakan untuk kebutuhan *maintenance* pada sapi perah mengakibatkan penurunan kadar glukosa darah yang nyata. Temuan yang sama juga dilaporkan terjadi pada kuda yang dipuasakan (Sticker *et al.*, 1996), dan pada sapi *holstein* yang sedang dalam status *postpartum* juga mengalami penurunan glukosa pada akhir restriksi (Loor *et al.*, 2007). Pembatasan asupan pakan pada level di bawah kebutuhan *maintenance* pada kambing PE mengakibatkan penurunan kadar trigliserida dari 35,33±10,12 mg/dL pada saat hewan memperoleh pakan *ad libitum* menjadi 25,33±8,15 mg/dL setelah hewan memperoleh pakan terbatas di bawah level kebutuhan untuk *maintenance*, sementara itu kadar kolesterol mengalami peningkatan dari 76,33±28,16 mg/dL menjadi 119,00±47,29 mg/dL setelah mendapatkan perlakuan pakan terbatas. Perubahan status kadar kolesterol terkait dengan level asupan pakan juga ditemukan pada rusa. Sopella *et al.* (2000) melaporkan bahwa rusa yang memperoleh pakan terbatas memiliki level kolesterol di dalam serum yang lebih tinggi dibanding rusa yang memperoleh pakan *ad libitum*. Demikian pula penelitian pada domba bunting menunjukkan bahwa pemberian pakan terbatas diketahui mengakibatkan adanya peningkatan kadar kolesterol dan penurunan kadar trigliserida dalam serum. Hal ini memperteguh hasil penelitian terdahulu yang dilaporkan pada berbagai ras kambing (Faulconnier *et al.*, 1999; Bonnet *et al.*, 2000; Aboelmaaty *et al.*, 2008). Penelitian pada domba menunjukkan bahwa penurunan kadar trigliserida pada hewan yang mengkonsumsi pakan terbatas terjadi akibat adanya penurunan sekresi trigliserida di dalam liver (Mazur *et al.*, 2009). Peningkatan kadar kolesterol yang terjadi pada saat kambing PE memperoleh asupan nutrisi yang lebih rendah dari kebutuhan untuk

Tabel 1. Asupan bahan kering dan bobot badan kambing peranakan ettawa pada asupan pakan *ad libitum* dan terbatas

Parameter	Asupan Pakan	
	<i>Ad libitum</i>	Terbatas
Asupan bahan kering (kg/hari)	1,31±0,14 ^a	0,66±0,02 ^b
Bobot badan pada akhir periode perlakuan (kg)	39,50±0,14 ^a	37,13±1,58 ^b

Keterangan: Nilai dengan superskrip yang berbeda dalam satu baris berbeda nyata (p<0,05)

maintenance ini (sekitar 80%) dapat menjadi pertimbangan adanya kemungkinan risiko ketosis pada kambing PE yang mengkonsumsi pakan terbatas. Kejadian serupa juga dilaporkan terjadi pada sapi *holstein* (Loor *et al.*, 2007). Sotillo *et al.*, (1994) mengemukakan bahwa kambing yang mengalami ketosis diketahui memiliki kadar kolesterol yang lebih tinggi dibanding kambing normal.

Penurunan asupan pakan diketahui juga mengakibatkan perubahan kadar makromineral kalsium dan fosfat anorganik di dalam serum kambing PE (Tabel 2). Kambing yang mengalami pembatasan pakan memiliki kadar fosfat anorganik yang meningkat sangat nyata dari $6,10 \pm 0,85$ mg/dL pada saat mengkonsumsi pakan *ad libitum* menjadi $9,50 \pm 2,05$ mg/dL. Peningkatan kadar serum fosfat anorganik di dalam individu yang mendapat pakan terbatas ini kemungkinan berkaitan dengan peningkatan perombakan protein otot. Hal ini didasarkan adanya kadar kreatinin di dalam serum yang meningkat dari $0,82 \pm 0,13$ mg/dL menjadi $1,30 \pm 0,18$ mg/dL dan juga adanya peningkatan kadar nitrogen urea darah yang sangat nyata dari $12,50$ mg/dL saat mengkonsumsi pakan *ad libitum* menjadi $18,98 \pm 1,10$ mg/dL pada saat hewan mengkonsumsi pakan terbatas. Bell dan Patterson (1992) menegaskan bahwa perombakan otot diketahui sebagai sumber peningkatan kreatinin dalam darah karena dalam proses itu terjadi katabolisme kreatin fosfat. Lebih lanjut, kadar kalsium di dalam serum kambing yang mengkonsumsi pakan terbatas mengalami penurunan dari $2,34 \pm 0,01$ mmol/L pada saat memperoleh pakan *ad libitum* menjadi $2,20 \pm 0,09$ mmol/L pada saat hewan memperoleh asupan pakan terbatas. Penurunan

kalsium dalam serum ini tampaknya memiliki hubungan yang erat dengan peningkatan kadar fosfat anorganik dalam serum. Widiyono *et al.*, (1998) dan Widiyono (2008) melaporkan bahwa pemberian infus larutan fosfat secara intravena pada kambing *saanen* mengakibatkan peningkatan kadar fosfat anorganik dalam plasma yang disertai penurunan kadar kalsium dalam plasma.

Lebih lanjut, pembatasan pakan pada level 80% dari kebutuhan *maintenance* selama empat minggu pada kambing PE penelitian ini tidak mengakibatkan adanya perubahan yang signifikan pada beberapa parameter klinis darah, seperti Na, K, Cl, total protein, albumin, globulin, dan pH darah (Tabel 3). Hasil ini menunjukkan bahwa kambing tersebut tidak mengalami gangguan keseimbangan elektrolit (Na, K, dan Cl) dan asam basa tubuh maupun katabolisme protein. Hal ini berbeda dengan temuan pada rusa kutub dan rusa yang menunjukkan adanya perubahan/penurunan kadar protein dan elektrolit K dalam serum serta keasaman darah (pH) pada kondisi kekurangan/penurunan asupan pakan (DelGiudice *et al.*, 1994; Sopela *et al.*, 2008). Rataan pH darah juga menurun pada rusa yang mengalami pembatasan asupan pakan selama 12 hari (DelGiudice *et al.*, 1994). Tidak tertutup kemungkinan faktor perbedaan tingkat penurunan asupan pakan dan lamanya paparan pakan terbatas menyebabkan adanya perbedaan hasil penelitian ini. Kurun waktu pemberian asupan pakan terbatas pada kambing PE ini hanya berlangsung sekitar sebulan, sedangkan kurun waktu asupan pakan terbatas pada rusa kutub tersebut selama dua bulan.

Tabel 2. Kadar metabolit serum pada kambing peranakan ettawa pada asupan pakan yang berbeda

Parameter	Kadar di dalam serum	
	Asupan pakan <i>ad libitum</i>	Asupan pakan terbatas
Glukosa (mg/dL)	$61,67 \pm 3,79^a$	$52,33 \pm 1,16^b$
Nitrogen Urea Darah (mg/dL)	$12,50 \pm 0,81^a$	$18,98 \pm 1,10^b$
Kreatinin (mg/dL)	$0,82 \pm 0,13^a$	$1,30 \pm 0,18^b$
Kolesterol (mg/dL)	$76,33 \pm 28,16^a$	$119,00 \pm 47,29^b$
Trigliserida (mg/dL)	$35,33 \pm 10,12^a$	$25,33 \pm 8,15^b$
NEFA (mmol/L)	$0,20 \pm 0,08^a$	$0,28 \pm 0,12^a$
Fosfat anorganik (mg/dl)	$6,10 \pm 0,85^a$	$9,50 \pm 2,05^b$
Kalsium (mmol/L)	$2,34 \pm 0,01^a$	$2,20 \pm 0,09^b$

Keterangan: Nilai dengan superskrip yang berbeda dalam satu baris berbeda nyata ($p < 0,05$)

Tabel 3. Biokimia darah pada kambing peranakan ettawa pada asupan pakan yang berbeda

Parameter	Level di dalam darah	
	Asupan pakan <i>ad libitum</i>	Asupan pakan terbatas
Na (mmol/L)	142,88 ± 2,30 ^a	143,00 ± 1,63 ^a
K (mmol/L)	4,68 ± 0,32 ^a	4,75 ± 0,10 ^a
Cl (mmol/L)	107,38 ± 2,83 ^a	105,50 ± 0,58 ^a
Total protein (g/dL)	6,52 ± 0,31 ^a	6,70 ± 0,90 ^a
Albumin (mg/dL)	1,83 ± 0,11 ^a	2,00 ± 0,12 ^a
Globulin (mg/dL)	4,68 ± 0,25 ^a	4,70 ± 0,27 ^a
pH darah (arterial)	7,46 ± 0,01 ^a	7,47 ± 0,02 ^a

Keterangan: Nilai dengan superskrip yang sama dalam satu baris tidak berbeda nyata (p>0,05)

Akhirnya, secara keseluruhan dapat dikemukakan bahwa asupan pakan terbatas mengakibatkan beberapa perubahan kimia darah yang terkait dengan kemungkinan adanya gangguan metabolisme dalam tubuh kambing PE.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa asupan pakan yang terbatas pada kambing PE memengaruhi kadar fosfat anorganik, kalsium, kreatinin, nitrogen urea darah, kolesterol, glukosa, dan trigliserida dalam darah

SARAN

Hal ini dapat memberi informasi yang penting bagi evaluasi status nutrisi pada kambing PE. Untuk itu, diperlukan adanya kajian lebih lanjut mengenai kemaknaan parameter kimia darah klinis tersebut dalam diagnosis berbagai penyakit metabolik pada kambing PE baik jantan maupun betina.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih diucapkan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia atas dukungan keuangan untuk penelitian ini (Hibah Kompetensi, Nomer Kontrak: 113/SP2H/PL/Dit.Litabmas/III/2012, tanggal 7 Maret 2012).

DAFTAR PUSTAKA

Aboelmaaty AM, Mansour MM, Ezzo OH, Hamam AM. 2008. Some reproductive and metabolic responses to food restriction and re-feeding in Egyptian Native Goats, *Global Veterinaria* 2 (5): 225-232

Bell ES, Petterson CR. 1992. *Textbook of Physiological Chemistry*. Edinburgh. Churchill Livingstone,

Bonnet M., Leroux C, Faulconnier Y, Hocquette JF, Bocquier F, Martin P, Chilliard Y. 2000. Lipoprotein lipase activity and mRNA are up regulated by refeeding in adipose tissue and cardiac muscle of sheep. *Journal of Nutrition* 130: 749-756

Budisatria, IGS. 2006. Dynamics of small ruminant development in Central Java, Indonesia. PhD Thesis. Wageningen : Wageningen University

Carvalho M, Mateus L, Alfonso F, van Harten S, Cardoso LA, Redmer DA, Ferreira-Dias G. 2009. Testicular angiogenic activity in response to food restriction in rabbits . *Reproduction* 137: 509–515

Cebra CK, Tornquist SJ, Jester RM, Stelletta C. 2004. Assessment of the metabolic effects of hydrocortisone on llamas before and after feed restriction. *Am J Vet Res* .65 (7):1002-1005

Delgiudice GD, Mech LD, Seal US. 1990. Effects of winter undernutrition on body composition and physiological profiles of White-Tailed Deer. *The Journal of Wildlife Management* 54 (4): 539-550

DelGiudice GD, Mech LD, Seal US. 1994. Nutritional restriction and acid-base balance in White-tailed deer. *Journal of Wildlife Diseases* 30 (2):247-253

Faulconnier Y, Bonnet M, Bocquier F, Leroux C, Hocquette JF, Martin P, Chilliard Y. 1999. Regulation of lipid metabolism of adipose tissue and muscle in ruminants. Effects of feeding level and photoperiod. *Production Animal* 12: 287-300

- Geelen MJ, Wensing T. 2006. Studies on hepatic lipidosis and coinciding health and fertility problems of high-producing dairy cows using the "Utrecht fatty liver model of dairy cows". A review. *Vet Q* 28 (3):90-104
- Kiyama Z, Alexander BM, Van Kirk EA, Murdoch WJ, Hallford DM, Moss GE. 2004. Effects of feed restriction on reproductive and metabolic hormones in ewes. *J Anim Sci* 82:2548-2557
- Klinhom P, Markvichitr K, Vijchulata P, Tumwasorn S, Bunchasak C, Choothesa A. 2006a. Effect of refeeding on Lipid Metabolism in Kamphaengsaen Beef Heifers. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 40: 420-429
- Klinhom P, Markvichitr K, Vijchulata P, Tumwasorn S, Bunchasak C, Choothesa A. 2006b. Effect of restricted feeding on metabolic adaptations of Kamphaengsaen and crossbred Brahman heifers. *Animal Science Journal* 77: 399-406
- Kraft W, Duerr MW. 1999. *Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin*, 5. Auflage. Stuttgart: Schattauer.
- Loor JJ, Everts RE, Bionaz M, Dann H M, Morin DE, Oliveira R, Rodriguez-Zas SL, Drackley J K, Lewin HA. 2007. Nutrition-induced ketosis alters metabolic and signaling gene networks in liver of periparturient dairy cows. *Physiol Genomics* 32: 105-116
- Mackey DR, Sreenan JM, Roche JF, Diskin MG. 1999. Effect of acute nutritional restriction on incidence of anovulation and periovulatory estradiol and gonadotropin concentrations in beef heifers. *Biology of Reproduction* 61: 1601-1607
- Mao J, Zak LJ, Cosgrove JR, Shostak S, Foxcroft GR. 1999. Reproductive, metabolic and endocrine responses to feed restriction and GnRH treatment in Primiparous Lactating Sows. *Journal of Animal Science* 77: 724-735
- Mazur A, Ozgo M, Rayssiguier Y. 2009. Altered plasma triglyceride-rich lipoproteins and triglyceride secretion in feed-restricted pregnant ewes. *Veterinari Medicina* 54 (9): 412-418
- NRC. 1981. *Nutrient Requirements Of Sheep And Goats*. www.aces.edu
- Saekkinen, Tverdal HA, Eloranta E, Dahl E, Holand, Saarela S, Ropstad E. 2005. Variation of plasma protein parameters in four free-ranging reindeer herds and in captive reindeer under defined feeding conditions. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A* 142:503- 511
- Soppela P, Saarela S, Heiskari U, Nieminen M. 2008. The effects of wintertime undernutrition on plasma leptin and insulin levels in an arctic ruminant, the reindeer. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part B* 149: 613-621
- Sotillo J, Montes A, Cerón JJ, Benedito JL, Bruss M. 1994. Variation in serum lipids and minerals determined Productive During different periods in fasted goats. *An Vet (Murcia)* 9-10. 69-74
- Sticker LS, Thompson Jr DL, Bunting LD, Fernandez JM. 1996. Dietary protein and energy restriction in mares: rapid changes in plasma metabolite and hormone concentrations during dietary alteration. *J Anim Sci* 74: 1326-1335.
- Tanaka T, Akaboshi N, Inoue Y, Kamomae H, Kaneda Y. 2002. Fasting-induced suppression of pulsatile luteinizing hormone secretion is related to body energy status in ovariectomized goats. *Animal Reproduction Science* 72: 185-196
- Tanaka T, Yamaguchi T, Kamomae H, Kaneda Y. 2003. Nutritionally induced body weight loss and ovarian quiescence in Shiba goats. *Journal of Reproduction and Development* 49:113-119
- Toerien CA, Cannot JP 2007. Duration of a severe feed restriction required to reversibly Decrease milk production in the high-producing dairy cow. *Can J Anim Sci* 87: 455-458.
- Torbit SC, Carpenter LH, Alldredge AW, Swift DM. 1985. Differential loss of fat and protein by mule deer during winter. *The Journal of Wildlife Management* 49:80-85
- Widiyono I, Huber K, Failing K, Breves G. 1998. Renal phosphate excretion in goats. *J Vet Med A*: 45 (3): 145-153
- Widiyono I. 2008. Infus larutan fosfat menyebabkan hiperfosfatemia and hipokalsemia tanpa perubahan hormon paratiroid dan calcitriol pada kambing (contonous phosphate infusion results in hyperphosphatemia and hypocalcemia without changing of parathyroid hormon and calcitriol concentration in goats), *Media Kedokteran Hewan* 24(1): 27-34
- Yakubu A, Salako AE, Ladokun AO, Adua MM, Bature TUK. 2007. Effects of feed restriction on performance, carcass yield, relative organ weights and some linear body measurements of weaner rabbits. *Pakistan Journal of Nutrition* 6 (4): 391-396