

PERKEMBANGAN PENELITIAN NUTRISI RUMINANSIA

BUDI HARYANTO

*Balai Penelitian Ternak, PO Box 221, Bogor 16002
budiharyanto_51@yahoo.com*

(Makalah masuk 9 Agustus 2012 – diterima 30 November 2012)

ABSTRAK

Hasil penelitian nutrisi ruminansia telah banyak dipublikasikan terutama yang berhubungan dengan pemanfaatan energi dan protein. Kebutuhan energi dan protein untuk hidup pokok maupun untuk berproduksi bagi ternak di daerah tropis berbeda dari ternak di daerah subtropis. Perbedaan respons dari spesies ternak yang berbeda terhadap suplementasi energi dan protein juga dapat diketahui. Sinkronisasi ketersediaan energi dan protein dianggap sebagai strategi yang dapat mempengaruhi efektivitas fermentatif mikrobial di dalam rumen yang selanjutnya akan mempengaruhi produktivitas ternak. Penggunaan asam lemak rantai panjang tidak jenuh di dalam pakan telah berhasil membuat kandungan asam lemak tersebut di dalam susu menjadi lebih tinggi. Sifat fisika-kimia bahan pakan terutama yang berkaitan dengan degradabilitas dan fermentabilitas oleh ensim mikrobial rumen sudah cukup banyak diteliti, namun masih diperlukan penelitian-penelitian lebih lanjut untuk menjelaskan perubahan-perubahan zat gizi yang terjadi, baik di dalam proses mikrobial rumen maupun metabolisme di jaringan tubuh ternak.

Kata kunci: Ruminansia, energi, protein, nutrisi

ABSTRACT

REVIEW ON RUMINANT NUTRITION RESEARCH

Research works in ruminant nutrition have been widely published, especially those related to the energy and protein utilization. The energy and protein requirements for maintenance and production in tropical regions may be different from those in the subtropical areas. Responses of different species of ruminants to energy and protein supplements were also observed. The synchronization of energy and protein availability has been considered as an important strategy in affecting the microbial fermentative process in the rumen and in affecting the animal performance. The inclusion of long-chained unsaturated fatty acids in the diets has been successfully affecting milk production with higher concentration of unsaturated fatty acids. Feedstuffs characteristics in terms of their degradability and fermentation by rumen microbial enzymes have been intensively studied; however, further experimentations are still needed to elucidate the specific fate of its nutritive components in the rumen and tissue levels.

Key words: Ruminants, energy, protein, nutrition

PENDAHULUAN

Produktivitas ternak sebagian besar ditentukan oleh kualitas dan kuantitas pakan yang dikonsumsi. Kualitas pakan mencakup pengertian kandungan berbagai zat gizi, seperti energi, protein, mineral, vitamin serta kandungan zat-zat anti nutrisi seperti tannin, lignin dan senyawa-senyawa sekunder lain. Interaksi antar komponen zat gizi maupun zat anti nutrisi perlu mendapatkan perhatian dalam upaya menyusun formula pakan yang efisien dan memenuhi kebutuhan ternak untuk berproduksi tinggi. Keseimbangan energi dan protein menjadi hal yang penting karena dapat mempengaruhi dinamika proses fermentasi mikrobial di dalam rumen. Meskipun demikian, sifat fisika-kimia bahan-bahan pakan sumber energi dan protein perlu diperhatikan mengingat bahwa degradasi protein di dalam rumen akan menghilangkan

fungsi bahan tersebut sebagai sumber asam amino yang diperlukan ternak. Degradasi bahan pakan sumber energi akan mempengaruhi pembentukan asam-asam lemak mudah terbagi di dalam rumen yang merupakan sumber energi utama bagi ternak ruminansia.

Kuantitas pakan yang diperlukan berkaitan dengan interaksi antara pencernaan dan kapasitas organ pencernaan, terutama kapasitas kompartemen retikulo-rumen, yang akan menentukan jumlah zat gizi pakan yang sebenarnya dapat dimanfaatkan oleh ternak. Perkembangan informasi hasil penelitian nutrisi pada ternak ruminansia dapat dijadikan bahan untuk menentukan strategi pemberian pakan optimal sesuai dengan tingkat produktivitas ternak. Meskipun sebagian besar permasalahan nutrisi ternak ruminansia sudah sejak lama dipecahkan, namun publikasi hasil penelitian yang relatif baru masih terus dilakukan. Dalam makalah ini dikemukakan informasi terkait

dengan hasil-hasil penelitian pada ternak ruminansia dari berbagai sumber media publikasi ilmiah, terutama dalam hal pemanfaatan energi dan protein.

HASIL-HASIL PENELITIAN

Energi

Energi merupakan indikator utama dalam menentukan kebutuhan pakan ruminansia. Energi dapat berasal dari berbagai sumber bahan organik pakan, termasuk serat, karbohidrat, lemak dan protein. Potensi masing-masing sumber bahan organik tersebut sebagai penyedia energi bervariasi sesuai dengan tingkat degradabilitas dan fermentabilitasnya. Komponen serat yang menjadi sumber energi utama pada ternak ruminansia memerlukan aktivitas mikroba agar dapat didegradasi menjadi *monomer* atau *oligomer* dari senyawa dasar penyusunnya, yaitu *hexose* dan *pentose*.

Proses degradasi dan fermentasi serat melibatkan berbagai aktivitas, antara lain mekanis, enzimatis dan metabolis yang merupakan pengaruh interaksi antara mikroba dengan faktor-faktor lingkungan di dalam rumen. Penelitian tentang kebutuhan energi ternak ruminansia sudah lama menghasilkan informasi lengkap pada berbagai tingkat status fisiologi. Namun, kegiatan penelitian masih terus dilakukan sehingga kemungkinan adanya penemuan-penemuan baru dapat menambah khasanah keilmuan yang selalu berkembang.

Pengaturan konsumsi energi berkaitan dengan sistem saraf (*neuro system*) yang melibatkan *central nervous system* (CNS) dan mengontrol tingkat konsumsi energi yang diperlukan sesuai dengan kebutuhan ternak. Berkaitan dengan hal tersebut, salah satu teori kebutuhan pakan menyatakan bahwa ternak akan berhenti makan apabila kebutuhan energi sudah tercukupi. Mekanisme berhenti makan dan memulai makan ini ditentukan oleh sinyal-sinyal (*impuls*) saraf yang sampai ke CNS dan akan mengatur sekresi hormon-hormon berkaitan dengan metabolisme energi di dalam jaringan tubuh ternak serta tindak lanjut berikutnya.

Disamping mekanisme saraf tersebut, konsumsi pakan (energi) juga dipengaruhi oleh kapasitas saluran cerna, terutama kompartemen retikulo-rumen. Ternak akan berhenti makan apabila kapasitas retikulo-rumen untuk menampung massa digesta sudah mencapai batas maksimal.

Kebutuhan energi dipengaruhi oleh kondisi ternak serta faktor lingkungan. Pada daerah tropis, kebutuhan energi akan lebih tinggi dibandingkan di daerah subtropis, karena kualitas pakan yang pada umumnya relatif lebih rendah. Pakan berkualitas rendah menyebabkan *heat increment* yang lebih tinggi, dan mengakibatkan efisiensi pakan yang lebih rendah. *Heat*

increment adalah energi yang dikeluarkan ternak untuk proses pencernaan pakan di dalam saluran cerna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebutuhan energi untuk hidup pokok (*maintenance*) ternak di daerah tropis sekitar 30% lebih tinggi dibandingkan di daerah subtropis.

Ukuran tubuh (*body size*) ternak juga mempengaruhi kebutuhan energi. Ternak dengan ukuran tubuh yang lebih besar memerlukan energi untuk *maintenance* lebih tinggi dibandingkan ternak dengan ukuran tubuh lebih kecil. Perkiraan kebutuhan energi termetabolis untuk hidup pokok (ME_m) pada kambing prasapih, periode pertumbuhan tipe pedaging, periode pertumbuhan tipe perah, periode pertumbuhan tipe lokal maupun dewasa berturut-turut adalah 485, 489, 580, 489 dan 462 kJ/kg bobot badan metabolik, sedangkan kebutuhan energi untuk produksi (ME_g) adalah 13,4, 23,1, 23,1, 19,8 dan 28,5 kJ/g pertambahan bobot hidup harian (PBHH) (LUO *et al.*, 2004).

Perbedaan kemampuan mikroba rumen dalam mencerna pakan turut menentukan efisiensi pemanfaatan energi yang ada di dalam pakan. Sebagai contoh, ternak kerbau mempunyai mikroba rumen dengan kemampuan mencerna pakan berserat yang lebih tinggi dibandingkan domba atau sapi. Perbedaan ini disebabkan oleh adanya ragam mikroba yang berlainan antar spesies ternak. Pakan berkualitas rendah dengan nilai pencernaan rendah cenderung menghasilkan gas metana yang lebih tinggi. Hal ini juga menunjukkan bahwa sebagian energi yang terkandung di dalam pakan akan terbuang sebagai energi gas metana yang jumlahnya dapat bervariasi dari 2 – 15% dari energi yang ada di dalam pakan (HARYANTO dan THALIB, 2009).

Pemberian pakan jerami gandum (*wheat straw*) yang diproses menggunakan 1,5 kg urea/100 kg bahan kering menyebabkan domba jantan muda berada pada kondisi kekurangan energi (*negative energy balance*). Hal ini disebabkan oleh pencernaan bahan kering yang lebih rendah dibandingkan pada pemberian jerami gandum yang diproses menggunakan 4 kg urea/100 kg bahan kering dan disimpan selama 21 hari, atau diproses dengan 3 kg urea + 3 kg $Ca(OH)_2$ dan disimpan selama 21 hari. Produksi metana per kg bahan organik tercerna lebih rendah apabila pakan yang diberikan adalah jerami gandum yang diproses dan disimpan, dibandingkan tanpa penyimpanan (SAHOO *et al.*, 2000). Hal ini menunjukkan bahwa efisiensi pemanfaatan energi pakan yang lebih tinggi oleh ternak berhubungan dengan kualitas pakan yang lebih baik.

Pada ternak kerbau ditunjukkan adanya korelasi antara konsumsi protein dengan kadar urea serum darah, sedangkan konsumsi energi berkorelasi dengan skor kondisi tubuh. Konsumsi protein lebih rendah

pada kerbau yang menunjukkan estrus dibandingkan kerbau yang tidak estrus. Konsumsi energi termetabolis (ME) lebih tinggi pada kerbau yang estrus dibandingkan yang tidak estrus. Kondisi dimana konsumsi protein tinggi dan konsumsi energi termetabolis rendah dapat menyebabkan efisiensi reproduksi kerbau rendah. Oleh karena itu, perlu diterapkan strategi pemberian pakan yang tepat untuk mendapatkan tingkat reproduksi ternak yang optimal (QURESHI *et al.*, 2002). Sementara itu, TAUQIR *et al.* (2011) menyebutkan bahwa kandungan protein di dalam pakan sebesar 14,20% dengan energi 2,24 Mkal/kg ME adalah tingkat optimal untuk kerbau jantan yang sedang tumbuh hingga umur 1 tahun.

Perbedaan kemampuan antara kambing dan domba ditunjukkan EL MECCAWI *et al.* (2008) dimana kambing lebih mampu mengonsumsi ME lebih tinggi dibandingkan domba apabila diberi pakan *Acacia saligna*, yang disebabkan oleh kemampuan kambing mencerna bahan kering yang lebih tinggi. Kambing juga lebih mampu dalam mengatasi masalah pakan dengan kandungan tanin yang tinggi dibandingkan domba, namun tidak berbeda apabila *Medicago sativa* yang diberikan. Hal ini berkaitan dengan nilai pencernaan *M. sativa* yang lebih tinggi dibandingkan dengan *A. saligna*.

Kecepatan degradasi partikel pakan berpengaruh pada kecepatan alir digesta di dalam saluran cerna dan waktu tinggal (*residence time*) di dalam rumen. BHATTA *et al.* (2006) menunjukkan bahwa pada sapi persilangan (*crossbred*), pemberian jerami padi yang dipotong-potong (*chopped*) dapat mengurangi energi yang dikeluarkan untuk pencernaan (makan) disamping juga meningkatkan konsumsi pakan. Energi yang dikeluarkan tersebut adalah 3,48 MJ/kg konsumsi bahan kering pakan pada pemberian jerami padi utuh dan 2,90 MJ/kg pada pemberian jerami padi yang dipotong-potong. Jerami padi yang dipotong-potong mempunyai luas permukaan yang lebih besar dibandingkan jerami padi utuh, sehingga peluang ensim mikroba untuk memecah komponen serat pada jerami padi tersebut menjadi lebih tinggi. Hasil fermentatif mikrobial ini akan menghasilkan energi yang dapat digunakan oleh mikroba untuk perkembangan populasi dan aktivitas ensimatis yang lebih besar.

Berdasarkan sifat degradabilitasnya, maka sukrosa lebih mudah didegradasi dibandingkan *starch* (pati) seperti tepung jagung. Pemberian sukrosa sebagai pengganti komponen jagung ternyata dapat meningkatkan kandungan lemak susu dan *total solid* (TS) tetapi tidak mempengaruhi produksi susu serta karakteristik rumen seperti pH dan konsentrasi asam lemak mudah terbag pada sapi perah FH. Kandungan amonia di dalam rumen menurun dengan adanya pemberian sukrosa meskipun kandungan N-peptida tidak terpengaruh (KHEZRI *et al.*, 2009).

Lemak

Lemak merupakan sumber energi dengan nilai kalori sekitar 2,25 kali lebih tinggi dibandingkan karbohidrat. Beta oksidasi lemak dapat menghasilkan energi dalam bentuk FADH₂ dan NADH dan berperan dalam proses elektron transpor sehingga menghasilkan energi yang tinggi. Oksidasi lengkap dari asam palmitat (C16) dapat menghasilkan FADH₂ dan NADH yang setara dengan 129 ATP. Pada ternak ruminansia, kandungan lemak dalam pakan disarankan tidak melebihi 5% karena kandungan lemak yang tinggi akan mempengaruhi aktivitas mikroba rumen yaitu menurunkan populasi mikroba pencerna serat. Bahan pakan yang mengandung alkohol juga dapat menjadi sumber energi bagi ternak.

Penelitian mengenai pemanfaatan lemak dalam pakan diarahkan untuk membuat lemak sebagai sumber energi yang terlindungi dari degradasi (oksidasi) di dalam rumen yaitu melalui proteksi atau *coating* menjadi sumber lemak by-pass rumen.

Untuk melindungi lemak dari degradasi di dalam rumen, dapat dilakukan dengan cara mengikat gugus karboksil dengan mineral, seperti Ca dan Mg. Cara ini dikenal sebagai pembuatan sabun kalsium atau sabun magnesium. Lemak rantai panjang tidak jenuh seperti linoleat atau linolenat dapat dilindungi dengan cara ini agar dapat langsung dimanfaatkan oleh ternak tanpa mengalami degradasi terlebih dahulu. Namun, AGUILAR-PERES *et al.* (2009) tidak mendapatkan perbedaan produksi susu antara sapi kontrol dengan sapi yang mendapatkan tambahan *by-pass* lemak pada pemeliharaan *grazing star grass* di daerah tropis, kecuali bahwa tambahan sabun lemak menyebabkan produksi susu lebih persisten dan lebih cepat mengalami penurunan skor kondisi tubuh.

Pada ternak kambing, pemberian minyak kedelai sebanyak 5% dalam pakan konsentrat dapat meningkatkan kandungan asam lemak rantai panjang tidak jenuh, seperti *conjugated linoleic acid* (CLA) di dalam susu. Peningkatan CLA tersebut bahkan lebih tinggi apabila ditambahkan natrium bikarbonat atau natrium bikarbonat plus monensin (LI *et al.*, 2009). Disamping itu, penambahan minyak kedelai juga menurunkan emisi gas metana.

Penambahan lemak terproteksi di dalam pakan konsentrat menyebabkan penurunan konsumsi pakan, dan pencernaan bahan kering dibandingkan kontrol pada kambing yang diberi pakan dengan imbang 50/50 antara hijauan dan konsentrat. Semakin tinggi tambahan lemak dalam pakan (hingga 12%) menyebabkan penurunan pencernaan bahan organik dan pencernaan energi dibandingkan penggunaan lemak terproteksi sebanyak 9% (SAMPELAYO *et al.*, 2002).

Pemberian lemak tidak jenuh majemuk (*poly-unsaturated fatty acids*) pada kambing perah dalam

kondisi kecukupan energi akan meningkatkan kandungan lemak tidak jenuh di dalam plasma dan eritrosit. Hal ini selanjutnya akan dimanifestasikan dalam susu. Pada kondisi kekurangan energi maka yang terjadi adalah kandungan lemak bebas yang lebih tinggi di dalam plasma. Kandungan lemak termasuk total kolesterol tidak dipengaruhi oleh pemberian lemak tidak jenuh majemuk di dalam pakan. Oleh karena itu, strategi pemberian pakan untuk membuat produk susu dengan kandungan lemak tidak jenuh majemuk yang tinggi dapat dilakukan melalui penambahan lemak tidak jenuh tersebut dengan catatan ternak dalam kondisi pakan yang memberikan kecukupan energi (*positive energy balance*). Minyak zaitun (*olive*) atau minyak jagung dapat digunakan sebagai sumber asam lemak rantai panjang tidak jenuh (YEOM *et al.*, 2005).

Penggunaan minyak kelapa dalam pakan dapat menurunkan populasi protozoa di dalam rumen dan mengurangi emisi gas metana per kg bobot hidup domba. Penurunan total asam lemak mudah terbagi di dalam rumen serta penurunan konsentrasi asam asetat dan butirir juga terlihat sebagai akibat dari pemberian minyak kelapa (MACHMÜLLER *et al.*, 2000).

Protein

Penelitian pemanfaatan protein dalam pakan diarahkan untuk membuat protein agar tidak mudah dipecah atau dideaminasi di dalam rumen sehingga dapat lewat kompartemen *reticulo-rumen* dalam kondisi utuh sebagai asam amino. Proteksi protein pakan menjadi bersifat *by-pass* rumen dapat dilakukan menggunakan teknik pembentukan *cholate* dengan mineral, proteksi menggunakan tanin atau menggunakan *coating* dengan bahan yang dapat melindungi protein dari proses degradasi oleh mikroba rumen.

Peningkatan suplai asam amino ke saluran cerna pascarumen dapat meningkatkan produksi susu (*energy corrected milk*) dengan protein susu yang lebih tinggi. Hal ini juga dapat meningkatkan mobilisasi jaringan lemak tubuh pada sapi perah awal laktasi yang mendapatkan pakan dengan kandungan energi rendah (SCHEI *et al.*, 2005). Peningkatan mobilisasi jaringan lemak tubuh ini ditunjukkan dengan tingginya kadar asam lemak bebas dan asetoasetat di dalam darah dan aseton di dalam susu.

Pemanfaatan energi dan protein secara seimbang juga menjadi topik penelitian yang dilakukan dalam beberapa dekade terakhir. Upaya untuk meningkatkan sintesis protein mikroba rumen agar dapat menjadi sumber asam amino bagi ternak juga menjadi fokus penelitian yang menarik. Pada umumnya strategi pemberian energi dan protein yang seimbang dapat meningkatkan produktivitas ternak, meskipun ada pula

hasil penelitian yang justru menunjukkan respon negatif. KIM *et al.* (2000) menggunakan sapi non-laktasi yang diberi pakan silase rumput mendapatkan bahwa sinkronisasi ketersediaan energi dalam bentuk sukrosa dengan nitrogen di dalam rumen hanya berpengaruh pada konsentrasi amonia rumen 4 jam pertama setelah makan, sedangkan dalam jangka panjang (lama) tidak memberikan perbedaan terhadap konsentrasi asam lemak mudah terbagi. Meskipun demikian, suplementasi sukrosa meningkatkan sintesis protein mikroba antara 14 – 33% dibandingkan tanpa suplementasi.

Pada sapi yang sedang tumbuh, pemberian pakan dengan jumlah protein 540 g/ekor/hari dan kandungan energi metabolis 32 MJ/ekor/hari menghasilkan pertambahan bobot hidup yang tertinggi (558 g/hari) dibandingkan perlakuan 25 MJ energi metabolis dan 400 g protein atau kombinasinya (THANG *et al.*, 2010). Pakan dasar yang digunakan disusun sebagian besar atas daun singkong, umbi singkong, rumput gajah dan urea. Untuk menekan pengaruh negatif HCN karena penggunaan daun singkong yang tinggi di dalam pakan, dapat dilakukan dengan cara memberikan energi yang lebih tinggi di dalam pakan.

Pemberian protein tidak mudah tercerna (*undegraded protein*) yang berbeda jumlahnya tidak mempengaruhi konsumsi bahan kering, bahan organik dan protein pakan, namun perbedaan kandungan energi pakan sangat nyata mempengaruhi konsumsi bahan kering, bahan organik dan protein pakan. Tingkat pemberian protein yang tidak mudah didegradasi menyebabkan perbedaan kecernaan protein. Kandungan urea darah lebih tinggi pada sapi perah Peranakan FH umur 3 – 3,5 tahun yang mendapatkan tingkat protein tidak mudah didegradasi yang lebih sedikit (20% dari kebutuhan protein) dibandingkan pada tingkat yang lebih tinggi (30% dari kebutuhan protein) (WIDYOBROTO *et al.*, 2008). Hal ini menunjukkan bahwa NH_3 hasil degradasi protein di dalam rumen akan diserap ke saluran darah sehingga meningkatkan kadar urea dalam darah.

Protein yang mengalami degradasi (deaminasi), selain melepaskan gugus amonia (NH_3), akan menghasilkan gugus rantai karbon yang juga dapat menjadi substrat dalam proses fermentasi mikrobial rumen. Oleh karena itu, protein juga merupakan sumber energi bagi ternak ruminansia. Sinkronisasi antara ketersediaan energi dan protein di dalam rumen selain dapat meningkatkan aktivitas mikrobial ternyata juga dapat meningkatkan sintesis protein mikroba rumen dan performans ternak.

Sumber protein dapat berasal dari hijauan terutama dari tanaman leguminosa, biji-bijian yang sudah diekstrak minyaknya seperti bungkil kedelai, limbah industri minyak, misalnya bungkil kelapa, ataupun berasal dari hewan seperti tepung ikan, tepung

darah, tepung daging, tepung bulu dan lain sebagainya. Untuk ternak ruminansia, nilai hayati protein pakan pada umumnya dapat dibedakan menjadi 2 kelompok besar berdasarkan degradabilitasnya di dalam rumen, yaitu (1) protein yang mudah didegradasi, dan (2) protein yang tahan terhadap degradasi. Protein pakan yang mengalami degradasi di dalam rumen akan kehilangan fungsinya sebagai sumber asam amino karena proses deaminasi akan memisahkan gugus amonia dari rantai karbon utamanya. Senyawa nitrogen seperti urea, biuret, garam amonium dapat menjadi sumber nitrogen non-protein yang dapat dikonversikan menjadi protein mikroba yang pada gilirannya akan menjadi sumber protein bagi ternak. Protein yang tahan terhadap degradasi akan mencapai saluran cerna pascarumen secara utuh, sehingga apabila masih dapat dicerna, hasil hidrolisis di saluran cerna pascarumen akan menghasilkan asam-asam amino yang akan diserap melalui dinding usus ke saluran peredaran darah menuju ke hati. Hal ini ditunjukkan oleh hasil penelitian SUN *et al.* (2009) pada sapi perah Holstein yang diberi pakan tambahan dalam bentuk protein tidak terdegradasi di rumen tetapi mudah dicerna di saluran cerna pascarumen, atau diberi tambahan metionin terproteksi. Meskipun konsumsi bahan kering pakan, produksi lemak susu dan kandungan protein susu tidak berbeda, kandungan N-urea darah dan susu meningkat sangat nyata apabila diberikan tambahan protein terproteksi yang semakin tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian protein yang terproteksi dari degradasi rumen tetapi mempunyai nilai pencernaan tinggi di saluran pascarumen adalah lebih penting dibandingkan dengan pemberian protein terproteksi saja. Hal ini disebabkan karena masih ada kemungkinan protein yang terproteksi tersebut juga tidak mudah dicerna di saluran cerna pascarumen.

Pada kambing hitam di Korea (*Korean black goats*) dilaporkan bahwa kebutuhan protein optimal di dalam campuran pakan (*Total Mixed Ration*) adalah 18% untuk mendapatkan pertambahan bobot hidup harian yang tertinggi, dibandingkan tingkat kandungan protein 14, 16 atau 20% (HWANGBO *et al.*, 2009).

Keseimbangan energi/protein

Efisiensi sintesis protein mikroba rumen dinyatakan dalam gram protein mikroba yang dibentuk per kg bahan organik tercerna. Penggunaan bungkil kedelai dan tepung ikan dalam pakan konsentrat domba dapat mempengaruhi sintesis protein mikroba. JETANA *et al.* (2000) menunjukkan bahwa pemberian bungkil kedelai akan meningkatkan kandungan amonia di dalam cairan rumen dibandingkan penggunaan tepung ikan. Efisiensi sintesis protein mikroba per kg bahan organik tercerna lebih tinggi (15,2 – 16,6 g N) pada domba yang mendapatkan tambahan tepung jagung

sebagai sumber energi dibandingkan yang mendapatkan bubur kertas (*paper pulp*) (12,2 – 12,8 g N). Meskipun hasil penelitian sinkronisasi ketersediaan energi dan protein di dalam rumen memberikan respons positif terhadap performans ternak, nampaknya tidak semuanya demikian. YANG *et al.* (2010) menyatakan masih diperlukan penelitian lebih lanjut tentang keseimbangan energi dan protein ini sebelum diterapkan di tingkat lapang. Hal ini berkaitan dengan kenyataan bahwa sintesis protein mikroba rumen juga dipengaruhi oleh adanya unsur-unsur lain, seperti sulfur, fosfor dan mineral-mineral lain.

Penggunaan daun leguminosa sebagai sumber protein untuk ternak ruminansia dilakukan dengan memanfaatkan daun gliricidia (*Gliricidia sepium*), lamtoro (*Leucaena leucocephala*), kaliandra (*Calliandra calothyrsus*), atau turi (*Sesbania grandiflora*) yang merupakan tanaman leguminosa pohon. Tanaman herba seperti arachis, alfalfa, stylosanthes, dan centrosema juga digunakan sebagai sumber protein untuk ruminansia. Penambahan daun lamtoro dan ranting-ranting muda sampai 34% dari konsumsi bahan kering pakan dapat menurunkan emisi gas metana pada kambing yang dinyatakan oleh kehilangan energi metana/unit *metabolic body size* yang lebih rendah, namun tidak mempengaruhi konsumsi energi tercerna (HAQUE *et al.*, 2008).

Penggunaan nitrogen bukan protein (NPN-*non protein nitrogen*) seperti urea, biuret, amonium sudah diketahui sejak lama karena ternak ruminansia mampu memanfaatkannya menjadi protein melalui proses sintesis protein mikroba. Penambahan pakan sumber protein sebanyak 0,5 kg/ekor/hari selama 5 minggu sebelum melahirkan pada sapi FH yang diberi pakan silase rumput *rye* atau campuran antara rumput *rye* dengan jerami *barley*, tidak mempengaruhi konsumsi pakan setelah melahirkan, meskipun produksi susu dan kadar protein lebih tinggi selama sebulan laktasi pada sapi yang diberi pakan campuran silase (MOORBY *et al.*, 2002).

Kebutuhan energi pada sapi *post-partum* lebih banyak diperoleh dari jaringan lemak tubuh (*adipose tissue*) yang dioksidasi karena konsumsi energi dari pakan tidak akan mencukupi kebutuhan sehingga terjadi neraca energi yang negatif (*negative energy balance*). Oleh karena itu, penambahan energi dalam pakan pada periode *post-partum* tidak terlalu mempengaruhi produksi susu (REMPPIIS *et al.*, 2011). Cadangan energi dalam bentuk lemak tubuh akan dimobilisasi menjadi asam lemak bebas (*free fatty acid*) dan digunakan sebagai sumber energi oleh hati, sehingga sering dijumpai kejadian perlemakan hati yang dapat menyebabkan penurunan proses *gluconeogenesis*.

Sapi perah yang memproduksi tinggi dan berada pada lingkungan panas akan memerlukan energi yang lebih tinggi. Oleh karena itu, strategi pemberian pakan

untuk mengurangi pengeluaran energi dapat dilakukan melalui pemberian pakan pada malam hari. Dibandingkan dengan pemberian pakan di siang hari, ternyata bahwa pemberian pakan di malam hari dapat mengurangi konsumsi pakan dengan produksi susu yang sama sehingga efisiensi pemanfaatan energi untuk produksi susu menjadi lebih tinggi (AHARONI *et al.*, 2005). Sementara itu, sapi perah yang diperah dengan frekuensi 6 kali pemerahan sehari serta pemberian pakan dengan kualitas yang lebih baik akan meningkatkan konsumsi bahan kering pakan, memberikan hasil produksi susu, lemak dan protein yang lebih tinggi, namun kadar protein dan lemak di dalam susu tidak berbeda dibandingkan pemerahan 3 kali sehari (AGHAZIARATI *et al.*, 2011).

Penambahan sumber protein dalam bentuk tepung ikan pada sapi perah yang diberi pakan tanaman gandum yang diamoniasi (*urea-treated whole-crop wheat*) dapat meningkatkan produksi susu, sedangkan dalam bentuk bungkil kedelai tidak meningkatkan produksi susu (HILL dan LEAVER, 1999).

Manipulasi pemanfaatan energi oleh ternak sapi perah dapat dilakukan menggunakan suplementasi *peppermint* ke dalam pakan, namun tidak mempengaruhi fermentasi rumen dan produksi susu. Penambahan *peppermint* kering pada tingkat 5% bahan kering pakan menurunkan metanogenesis dan pencernaan nutrisi (HOSODA *et al.*, 2005).

Sapi perah pada periode awal laktasi yang mendapatkan tambahan gliserol dalam pakan menunjukkan neraca energi yang positif dibandingkan dengan kontrol (tanpa penambahan gliserol) dan penurunan bobot badan yang lebih rendah. Hal ini ditunjukkan oleh meningkatnya kadar glukosa dalam plasma, menurunnya kadar BHBA (beta hidroksi butirat) serta menurunnya kandungan keton dalam urin yang berarti bahwa ketersediaan energi meningkat (WANG *et al.*, 2009).

Sapi persilangan (*Bos taurus* dengan *Bos indicus*) digunakan dalam penelitian sejak lahir hingga umur 14 minggu (PATTANAIK *et al.*, 2003) untuk menguji penggunaan bahan pakan sumber protein yang berbeda degradabilitasnya, yaitu bungkil kacang tanah (mudah didegradasi) atau kombinasinya dengan bungkil biji kapas (agak mudah didegradasi), dan tepung daging dan tulang (agak tahan degradasi). Sedangkan faktor lainnya adalah bahan pakan sumber energi yaitu jagung tanpa olah (mentah) dan jagung yang diolah melalui pemanasan. Hasil penelitian menunjukkan adanya interaksi antara sumber karbohidrat dengan sumber protein terhadap retensi nitrogen dan energi. Retensi nitrogen lebih tinggi pada individu yang mendapatkan sumber protein agak tahan degradasi dan sumber energi dari jagung yang diolah melalui proses pemanasan (52,2%) dibandingkan yang mendapatkan jagung mentah (36,4%). Hal ini berkaitan dengan adanya

ketersediaan energi yang lebih tinggi dari jagung yang diolah sehingga deposit nitrogen lebih tinggi.

Degradasi serat

Penelitian mengenai serat struktural (*neutral* dan *acid detergent fibers*) diarahkan untuk meningkatkan nilai pencernaan dan fermentabilitas. Proses biologis sebelum pakan berserat diberikan kepada ternak sudah banyak dilakukan melalui ensilase atau fermentasi. Penggunaan berbagai macam kapang atau bakteri dalam upaya meningkatkan produksi ensim pemecah serat menjadi fokus penelitian pada kurun waktu 2 – 3 dekade terakhir.

Pemanfaatan berbagai macam sumber pakan berserat dari limbah pertanian, perkebunan dan industri juga sudah banyak dilakukan. Pada dasarnya, untuk meningkatkan nilai manfaat pakan berserat, yang dilakukan adalah membuat komponen serat tersebut menjadi senyawa dengan konformasi molekul lebih sederhana sehingga akan lebih mudah dipecah dan difermentasi oleh mikroba rumen.

Pemberian pakan sumber serat (*roughage*) dan konsentrat pada berbagai imbalanced dapat mempengaruhi produksi metana. Imbalanced 92:8 untuk pakan berserat dengan konsentrat menghasilkan metana yang lebih tinggi dibandingkan imbalanced 50:50 atau 30:70 (CHANDRAMONI *et al.*, 2000). Pakan konsentrat dengan proporsi yang lebih tinggi dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan (3,8 vs. 5,4) dan menghasilkan persentase karkas yang lebih tinggi (48,5 vs. 43,5%) dibandingkan dengan pemberian pakan yang kaya hijauan pada domba Awassi (HADDAD dan HUSEIN, 2004).

Mineral makro dan mikro

Mineral dibedakan atas tingkat keperluannya sehingga dikenal ada 2 kelompok mineral, yaitu mineral makro dan mineral mikro. Mineral makro antara lain Ca, P, K, Mg dan Sulfur. Mineral makro dibutuhkan ternak dalam jumlah yang lebih banyak daripada mineral mikro. Mineral mikro dibutuhkan dalam jumlah kecil namun berperan penting dalam kehidupan ternak. Mineral juga dibedakan atas kepentingannya bagi ternak menjadi mineral esensial dan mineral non-esensial. Beberapa mineral esensial antara lain zinc, cobalt, molibdenum, selenium dan jodium. Pada umumnya mineral esensial berperan sebagai kofaktor berbagai macam ensim. Sumber mineral dapat berasal dari batuan, tanah, tanaman, hewan, ikan maupun produk industri.

Penelitian mengenai penggunaan mineral, terutama beberapa mineral mikro juga dilakukan antara lain, zinc, chromium, selenium maupun pengaruh

negatif dari beberapa logam berat seperti Pb dan Cd. Pemanfaatan mineral Zn dan Cr yang terkandung dalam probiotik pada pakan sapi potong yang diberi pakan dengan kandungan limbah sayur kobis hingga 30% dapat menyebabkan peningkatan kecepatan pertambahan bobot hidup harian serta konsumsi bahan kering pakan (MUKTIANI *et al.*, 2012). Pemanfaatan alginat, yaitu asam organik yang diekstraksi dari rumput laut coklat (*Phaeophyceae*) ternyata mampu mengikat unsur Pb sehingga meningkatkan pengeluaran Pb dari tubuh ternak.

Pada domba Naemi di Saudi Arabia yang mengalami stres karena transportasi, penambahan Cr-yeast sebesar 0,3 ppm dapat meningkatkan konsumsi bahan kering pakan dan pertambahan bobot hidup harian berturut-turut 14,7% dan 20,8% dibandingkan kontrol. Sedangkan pemberian Cr-yeast yang lebih tinggi (0,6 dan 0,9 ppm) cenderung memberikan respon yang lebih rendah dibandingkan pemberian 0,3 ppm (KRAIDEES *et al.*, 2009).

Peranan sulfur dalam mengurangi pengaruh toksisitas sianida dari daun singkong pada sapi persilangan Friesian Holstein dilaporkan oleh PROMKOT dan WANAPAT (2009) dengan cara mencampurkan elemen sulfur ke dalam pakan sebesar 0,15 dan 0,40% S berdasarkan bahan kering. Sementara itu, penggunaan selenium metionin pada kambing (YUE *et al.*, 2009) sebanyak 0,3 sampai 0,5 mg Se/kg bahan kering pakan dapat meningkatkan kandungan antioksidan dalam serum serta pertambahan bobot hidup harian yang lebih tinggi dibandingkan tanpa penambahan Se.

Vitamin

Vitamin dibedakan berdasarkan sifat kelarutannya pada media yaitu vitamin yang larut dalam lemak (vitamin A, D, E dan K) dan vitamin yang larut dalam air. Sumber vitamin dapat berasal dari tanaman, hewan maupun ikan.

Penelitian mengenai penggunaan vitamin pada beberapa dekade terakhir antara lain adalah pada provitamin A, dan vitamin E. Penggunaan vitamin pada ternak ruminansia yang diberi pakan hijauan jarang dilakukan karena hijauan sudah merupakan sumber berbagai macam vitamin, sementara ternak ruminansia tidak memerlukan vitamin B karena adanya kemampuan mikroba rumen untuk mensintesis vitamin B secara *de novo*. Untuk memenuhi kebutuhan vitamin pada ternak ruminansia, biasanya dicampurkan mineral-vitamin mix di dalam pakan konsentrasinya.

Kandungan vitamin E dalam *distiller's dried grain with solubles* (DDGS) mempunyai aktivitas antioksidasi, oleh karena itu dapat digunakan untuk mengurangi pengaruh cekaman panas pada ternak sapi perah (TANAKA *et al.*, 2011).

Penggunaan probiotik (Galakto-oligosakarida) di dalam pakan untuk sapi perah dara (*replacement dairy cows*) dapat mengurangi emisi metana sebesar 11% dibandingkan tanpa penambahan probiotik (TAKAHASHI *et al.*, 2004). Namun apabila penggunaan galakto-oligosakarida tersebut dikombinasikan dengan vitacogen (probiotik) maka emisi metana justru meningkat.

AREA PENELITIAN KE DEPAN

Berdasarkan informasi tentang penelitian nutrisi ruminansia maka masih terbuka area penelitian yang diperlukan, termasuk di Indonesia, antara lain strategi pemberian energi dan protein yang tepat, pemanfaatan probiotik untuk regulasi fermentasi rumen, pemanfaatan senyawa sekunder untuk menurunkan emisi gas metana enterik, penggunaan suplemen asam lemak tidak jenuh majemuk untuk meningkatkan kandungan asam lemak omega-3 atau omega-6 pada produk ternak. Disamping itu perlu pula dilakukan penelitian pemanfaatan pakan sumber serat melalui bioproses maupun segar dengan penekanan pada kualitas produk ternak yang optimal.

KESIMPULAN

Perkembangan informasi hasil penelitian nutrisi ruminansia memberikan landasan yang lebih kuat dalam upaya penyusunan formula pakan untuk memenuhi kebutuhan ternak sesuai dengan potensi genetik serta status fisiologisnya. Proses pencernaan bahan organik pakan di dalam rumen yang menghasilkan asam lemak mudah terbang dan massa mikroba serta metabolisme nutrien di dalam jaringan tubuh ternak menjadi penting dalam menentukan arah produksi ternak yang diharapkan. Imbangan antara energi dan protein di dalam pakan masih merupakan pertimbangan yang harus diperhatikan, dengan memperhatikan pula sifat degradabilitasnya di dalam rumen.

DAFTAR PUSTAKA

- AGHAZIARATI, N., H. AMANLOU, D. ZAHMATKESH, E. MAHJOUBI and M. HOSSEIN YAZDI. 2011. Enriched dietary energy and protein with more frequent milking offers early lactation cows a greater productive potential. *Livest. Sci.* 136(2 – 3): 108 – 113.
- AGUILAR-PÉREZ, C., J. KU-VERA and P.C. GARNSWORTHY. 2009. Effects of by-pass fat on energy balance, milk production and reproduction in grazing crossbred cows in the tropics. *Livest. Sci.* 121: 64 – 71

- AHARONI, Y., A. BROSH and Y. HARARI. 2005. Night feeding for high-yielding dairy cows in hot weather: Effects on intake, milk yield and energy expenditure. *Livest. Prod. Sci.* 92: 207 – 219.
- BHATTA, R., V. KUMAR, M. SRIDHAR and K. SINGH. Energy Expenditure in crossbred cattle fed paddy straw of different form. 2006. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 19: 1755 – 1760
- CHANDRAMONI, S.B. JADHAO, C.M. TIWARI and M.Y. KHAN. 2000. Energy metabolism with particular reference to methane production in Muzaffarnagari sheep fed rations varying in roughage to concentrate ratio. *Anim. Feed Sci. Tech.* 83(3 – 4): 287 – 300.
- EL-MECCAWI, S., M. KAM, A. BROSH and A.A. DEGEN. 2008. Heat production and energy balance of sheep and goats fed sole diets of *Acacia saligna* and *Medicago sativa*. *Small Rum. Res.* 75(2 – 3): 199 – 203.
- HADDAD, S.G. and M.Q. HUSEIN. 2004. Effect of dietary energy density on growth performance and slaughtering characteristics of fattening Awassi lambs. *Livest. Prod. Sci.* 87(2 – 3): 171 – 177.
- HAQUE, N., S. TOPPO, M.L. SARASWAT and M.Y. KHAN. 2008. Effect of feeding *Leucaena leucocephala* leaves and twigs on energy utilization by goats. *Anim. Feed Sci. Tech.* 142(3 – 4): 330 – 338.
- HARYANTO, B. dan A. THALIB. 2009. Emisi metana dari fermentasi enterik: kontribusinya secara nasional dan faktor-faktor yang mempengaruhinya pada ternak. *Wartazoa*. 19(4): 157 – 165.
- HILL, J. and J.D. LEAVER. 1999. Energy and protein supplementation of lactating dairy cows offered urea treated whole-crop wheat as the sole forage. *Anim. Feed Sci. Tech.* 82(3 – 4): 177 – 193.
- HOSODA, K., T. NISHIDA, W.Y. PARK and B. ERUDEN. 2005. Influence of menthapiperita L. (Peppermint) supplementation on nutrient digestibility and energy metabolism in lactating dairy cows. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 18(12): 1721 – 1726.
- HWANGBO, S., S.H. CHOI, S.W. KIM, D.S. SON, H.S. OARK, S.H. LEE and I.H. JO. 2009. Effect of crude protein levels in total mixed rations on growth performance and meat quality in growing Korean Black goats. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 22(8): 1133 – 1139.
- JETANA, T., N. ABDULLAH, R.A. HALIM, S. JALALUDIN and Y.W. HO. 2000. Effects of energy and protein supplementation on microbial-N synthesis and allantoin excretion in sheep fed guinea grass. *Anim. Feed Sci. Tech.* 84(3 – 4): 167 – 181.
- KHEZRI, A., K. REZAYAZDI, M. DANESH. MESGARAN and M. MORADI-SHARBABK. 2009. Effect of different rumen-degradable carbohydrates on rumen fermentation, nitrogen metabolism and lactation performance of Holstein dairy cows. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 22(5): 651 – 658.
- KIM, K.H., S.S. LEE, B.T. JEON and C.W. KANG. 2000. Effects of the Pattern of energy supply on the efficiency of nitrogen utilization for microbial protein synthesis in the non-lactating cows consuming grass silage. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 13(7): 962 – 966.
- KRAIDEES, M.S., I.A. AL-HAIDARY, S.I. MUFARREJ, M.Y. AL-SAIADY, H.M. METWALLY and M.F. HUSSEIN. 2009. Effect of supplemental chromium levels on performance, digestibility and carcass characteristics of transport-stressed lambs. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 22(8): 1124 – 1132.
- LI, X.Z., C.G. YAN, R.J. LONG, G.L. JIN, J. SHINE KHUU, B.J. JI, S.H. CHOI, H.G. LEE and M.K. SONG. 2009. Conjugated linoleic acid in rumen fluid and milk fat, and methane emission of lactating goats fed a soybean oil-based diet supplemented with sodium bicarbonate and monensin. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 22(11): 1521 – 1530.
- LUO, J., A.L. GOETSCH, T. SAHLU, I.V. NSAHLAI, Z.B. JOHNSON, J.E. MOORE, M.L. GALYEAN, F.N. OWENS and C.L. FERRELL. 2004. Prediction of metabolizable energy requirements for maintenance and gain of preweaning, growing and mature goats. *Small Rum. Res.* 53(3): 231 – 252.
- MACHMÜLLER, A., D.A. OSSOWSKI and M. KREUZER. 2000. Comparative evaluation of the effects of coconut oil, oilseeds and crystalline fat on methane release, digestion and energy balance in lambs. *Anim. Feed Sci. Tech.* 85(1 – 2): 41 – 60.
- MOORBY, J.M., R.J. DEWHURST, R.T. EVANS and W.J. FISHER. 2002. Effects of varying the energy and protein supply to dry cows on high-forage systems. *Livest. Prod. Sci.* 76(1 – 2): 125 – 136.
- MUKTIANI, A., J. ACHMADI, B. HARYANTO, W. PUASTUTI dan S. PRIYANTA. 2012. Pemanfaatan limbah kobis sebagai pakan sapi potong. Pros. Seminar Nasional “Pengembangan aspek zooteknis untuk mendukung sumberdaya dan ternak lokal”. A. PURNOMOADI, A.N. AL-BAARRI, A.R. SETYAWAN, E. KURNianto dan J. ACHMADI (editor). ISAA publication No. 1/2012. Faculty of Agriculture, Diponegoro University and Indonesian Society of Animal Agriculture.
- PATTANAIK, A.K., V.R.B. SASTRY, R.C. KATIYAR and M. LAL. 2003. Influence of grain processing and dietary protein degradability on nitrogen metabolism, energy balance and methane production in young calves. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 16 (10): 1443 – 1450.
- PROMKOT, C. and M. WANAPAT. 2009. Effect of elemental sulfur supplementation on rumen environment parameters and utilization efficiency of fresh cassava foliage and cassava hay in dairy cattle. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 22 (10): 1366 – 1376.
- QURESHI, M.S., G. HABIB, H.A. SAMAD, M.M.S.N. AHMAD and M. SYED. 2002. Reproduction-nutrition relationship in dairy buffaloes. i. effect of intake of protein, energy and blood metabolites levels. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 15(3): 330 – 339.

- REMPPI, S., H. STEINGASS, L. GRUBER and H. SCHENKEL. 2011. Effects of energy intake on performance, mobilization and retention of body tissue, and metabolic parameters in dairy cows with special regard to effects of pre-partum nutrition on lactation - A Review. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 24(4): 540 – 572.
- SAHOO, B. M. L. SARASWAT, N. HAQUE and M. Y. KHAN. 2000. Energy balance and methane production in sheep fed chemically treated wheat straw. *Small Rum. Res.* 35(1): 13 – 19.
- SAMPELAYO, M.R.S., L. PÉREZ, J.J.M. ALONSO, F.G. EXTREMERA and J. BOZA. 2002. Effects of concentrates with different contents of protected fat rich in PUFAs on the performance of lactating Granadina goats: 1. Feed intake, nutrient digestibility, N and energy utilisation for milk production. *Small Rum. Res.* 43(2): 133 – 139.
- SCHEI, I., H. VOLDEN and L. BÆVRE. 2005. Effects of energy balance and metabolizable protein level on tissue mobilization and milk performance of dairy cows in early lactation. *Livest. Prod. Sci.* 95(1 – 2): 35 – 47.
- SUN, T., X. YU, S.L.LI, Y.X. DONG and H.T. ZHANG. 2009. Responses of dairy cows to supplemental highly digestible rumen undegradable protein and rumen-protected forms of methionine. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 22(5): 659 – 666.
- TAKAHASHI, J., T. KOBAYASHI, Y. GAMO, C. SAR, B. SANTOSO, X. ZHOU and B. MWENYA. 2004. Effects of Probiotic-vitacogen and 1 – 4 Galacto-oligosaccharides supplementation on methanogenesis and energy and nitrogen utilization in dairy cows. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 17(3): 349 – 354.
- TANAKA, M., T. SUZUKI, S. KOTB and Y. KAMIYA. 2011. Effect of distiller's dried grain with solubles (DDGS) feeding to dairy cows on oxidative status under hot condition. *JARQ* 45(4): 457 – 460.
- TAUQIR, N.A., M.A. SHAHZAD, M. NISA, M. SARWAR, M. FAYYAZ and M.A. TIPU. 2011. Response of growing buffalo calves to various energy and protein concentrations. *Livest. Sci.* 137(1 – 3): 66 – 72.
- THANG, C.M., I. LEDIN and J. BERTILSSON. 2010. Effect of using cassava products to vary the level of energy and protein in the diet on growth and digestibility in cattle. *Livest. Sci.* 128(1 – 3): 166 – 172.
- WANG, C., Q. LIU, W.Z. YANG, W.J. HUO, K.H. DONG, Y.X. HUANG, X.M. YANG and D.C. HE. 2009. Effects of glycerol on lactation performance, energy balance and metabolites in early lactation Holstein dairy cows. *Anim. Feed Sci. Tech.* 151(1 – 2): 12 – 20.
- WIDYOBROTO, B.P., S.P.S. BUDHI and A. AGUS. 2008. Effect of undegraded protein and energy level on intake and digestibility of nutrient and blood metabolite in dairy cows. *Animal Production-Unsoed.* 10(2): 96 – 101.
- YANG, J.Y., J. SEO, H.J. KIM, S. SEO and J.K. HA. 2010. Nutrient synchrony: Is it a suitable strategy to improve nitrogen utilization and animal performance? *Asian-Aust.J. Anim. Sci.* 23(7): 972 – 979.
- YEOM, K.H., J.TH. SCHONEWILLE and A.C. BEYNEN. 2005. Fatty acid composition of plasma lipids and erythrocytes in adult goats in positive energy balance fed diets containing either olive or corn oil. *Small Rum. Res.* 58(1): 25 – 32.
- YUE, W., C. ZHANG, L. SHI, Y. REN, Y. JIANG and D.O. KLEEMANN. 2009. Effect of supplemental selenomethionine on growth performance and serum antioxidant status in Taihang Black goats. *Asian Aust. J. Anim. Sci.* 22(3): 365 – 370.