

Manipulasi Kondisi Fisiologis dan Keasaman Semen Melalui Pengaturan Perbedaan Kation Anion Ransum dan Suplementasi Asam Lemak pada Domba Garut

RAHMAT HIDAYAT¹, T. TOHARMAT², A. BOEDIONO³ dan I.G. PERMANA²

¹ Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan,
Universitas Padjadjaran

² Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan,
Institut Pertanian Bogor

³ Departemen Anatomi, Fisiologi dan Farmakologi Fakultas Kedokteran Hewan,
Institut Pertanian Bogor

(Diterima dewan redaksi 13 November 2008)

ABSTRACT

HIDAYAT, R., T. TOHARMAT, A. BOEDIONO and I.G. PERMANA. 2009. Altering physiological conditions and semen acidity by manipulating dietary cation-anion difference and fish oil supplementation of Garut breed rams. *JITV* 14(1): 25-35.

Contribution of Garut breed sheep as protein resources is not optimal yet. Acceleration of population growth such as increasing of female offspring is necessary. This study was carried out to obtain information regarding the effect of dietary cation-anion difference (PKAR: meq [(Na + K) - (Cl+S)]/100 g of dry matter) and fish oil supplementation on acidity of blood and semen, blood gas and plasma and semen mineral. The dietary treatments were as follows: RN0= basal ration (PKAR +14) without fish oil, RNI= basal ration (PKAR +14) with 3% fish oil, RB0= base ration (PKAR +40) without fish oil, RBI= base ration (PKAR +40) with 3% fish oil, RA0= acid ration (PKAR -40) without fish oil, and RAI= acid ration (PKAR -40) with 3% fish oil. The rations contained 150 ppm of zinc and were offered to 18 of Garut rams. The result indicated that blood pH, pCO₂, and pO₂ were not affected by PKAR and fish oil supplementation, but cHCO₃ and cBase were affected (P<0.05). PKAR and fish oil supplementation affected (P<0.01) plasma Mg and S, but did not affect K, Na, Zn and Cl. Semen pH after day 28 of experimental period were highly significant different and that followed PKAR pattern. In conclusion, PKAR affected cBase, cHCO₃, concentration of Mg and S plasma and semen pH of Garut rams. The result suggested that PKAR could be applied to manipulate physiological condition and semen pH.

Key Words: PKAR, Physiological Condition, Semen, Garut Ram

ABSTRAK

HIDAYAT, R., T. TOHARMAT, A. BOEDIONO dan I.G. PERMANA. 2009. manipulasi kondisi fisiologis dan keasaman semen melalui pengaturan perbedaan kation anion ransum dan suplementasi asam lemak pada domba Garut. *JITV* 14(1): 25-35.

Kontribusi Domba Garut sebagai sumber protein hewani belum optimal. Percepatan pertumbuhan populasi misalnya dengan cara memperbanyak jumlah anak betina yang dilahirkan sangat diperlukan. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi mengenai pengaruh perbandingan kation-anion ransum (PKAR: meq [(Na + K) - (Cl+S)]/100 g/ bahan kering ransum) dan suplementasi minyak ikan terhadap keasaman darah dan semen, gas darah serta mineral plasma dan semen. Ransum perlakuan disusun sebagai berikut: RN0 = ransum basal (PKAR +14) tanpa minyak ikan, RNI = ransum basal (PKAR +14) ditambah 3% minyak ikan, RB0 = ransum basa (PKAR +40) tanpa minyak ikan, RBI = ransum basa (PKAR +40) ditambah 3% minyak ikan, RA0 = ransum asam (PKAR -40) tanpa minyak ikan dan RAI = ransum asam (PKAR -40) ditambah 3% minyak ikan. Semua ransum mengandung 150 ppm Zn dan dicobakan terhadap 18 ekor domba Garut jantan. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa pH darah, pCO₂ dan pO₂ tidak terpengaruh oleh PKAR dan suplementasi minyak ikan, tetapi cHCO₃ dan basa darah terpengaruh (P<0,05). PKAR dan suplementasi minyak ikan mempengaruhi (P<0,01) mineral Mg dan S dalam plasma tetapi tidak berpengaruh terhadap K, Na, Zn dan Cl serta tidak berpengaruh terhadap mineral semen. Keasaman semen sangat dipengaruhi oleh PKAR setelah percobaan ransum berlangsung selama 28 hari dan mengikuti pola PKAR. Disimpulkan bahwa PKAR mampu mempengaruhi nilai basa darah, cHCO₃, konsentrasi mineral Mg dan S dalam plasma serta pH semen domba Garut. Disarankan bahwa PKAR dapat digunakan untuk manipulasi kondisi fisiologis dan pH semen.

Kata Kunci: PKAR, Kondisi Fisiologis, Semen, Domba Jantan Garut

PENDAHULUAN

Salah satu plasma nutfah Indonesia yang memiliki peluang untuk dikembangkan dalam ruang lingkup

nasional adalah Domba Garut. Diperkirakan 50% dari populasi domba nasional (4,6 juta ekor) ada di Jawa Barat. Populasi terbesar (80%) adalah jenis Domba

Garut. Domba ini dikenal memiliki sifat proliferasi yang baik yaitu rata-rata 175%. Peranan Domba Garut sangat penting bagi masyarakat Jawa Barat karena ditinjau dari aspek sosio-ekonomi ternak ini memiliki nilai yang sangat penting misalnya untuk seni ketangkasan/kesenian domba tangkas. Konsumsi daging Jawa Barat rata-rata 4,30 kg kapita⁻¹ tahun⁻¹ atau baru mencapai 42,57% dari normal gizi (10,1 kg kapita⁻¹ tahun⁻¹). Ini berarti setara dengan 267 ribu ekor sapi atau 2,5 juta ekor domba. Jumlah tersebut akan jauh lebih besar untuk skala nasional.

Pada umumnya, peternak domba Garut tidak pernah memperhatikan keseimbangan kation anion pakan, sedangkan kondisi fisiologis dan tujuan pemeliharaan ternak menentukan jumlah dan jenis nutrisi yang dibutuhkan. Keberadaan mineral dalam bentuk ion yang larut dalam medium sel, cairan interstitial, darah dan limpa, berpartisipasi langsung atau tidak langsung dalam menjaga homeostasi. Muatan listrik yang dibawa elektrolit ini akan mempengaruhi keseimbangan asam basa dan mempengaruhi metabolisme mineral. Kation meliputi unsur Ca, K, Na dan Mg, sedangkan anion meliputi S, O₂ dan Cl. Unsur Na, K, S dan Cl merupakan ion-ion monovalen yang sangat kuat. Keseimbangan kation anion dalam pakan dinyatakan dalam *equivalent* atau *milliequivalent*.

Selama ini, manipulasi pakan melalui perbedaan keseimbangan kation anion pada ternak ruminansia banyak dilakukan untuk memperbaiki kondisi fisiologis ternak yang akan melahirkan demi mencegah kekurangan mineral seperti *milk fever*. Belum ada kajian khusus mengenai pengaruh perbedaan kation anion pakan terhadap kualitas semen. Manipulasi kation anion pakan tidak banyak mempengaruhi perubahan pH darah, karena ginjal dan tulang dapat mempertahankan keseimbangan kation anion dan mempertahankan pH darah dalam keadaan normal. Pakan yang "asam" akan mendorong mobilisasi Ca dari tulang (*osteocytic resorption*) sebab tulang bekerjasama dengan ginjal bertindak sebagai *buffer* terhadap kondisi asam sistemik. Pakan yang "asam" mempunyai pengaruh yang kecil terhadap absorpsi kalsium dalam usus. Selain itu pakan ini juga dapat meningkatkan produksi 1,25-dihydroxy vitamin D per unit peningkatan parathyroid hormon.

Menurut TUCKER *et al.* (1992), *dietary cation-anion difference* (DCAD) atau perbedaan kation-anion ransum (PKAR), yaitu perbedaan miliequivalen antara kation dan anion tertentu dalam 100 g bahan kering ransum, mengikuti persamaan $PKAR = (Na+K) - (Cl+S)$ (meq/100 g BK ransum). Nilai PKAR negatif mengakibatkan pH darah dan urin menjadi turun (MOORE *et al.*, 2000; ROCHE *et al.*, 2003a; ROCHE *et al.*, 2003b; BORUCHI *et al.*, 2004), pH urin merupakan

gambaran pH darah (VAGNONI dan OETZEL, 1998). Apabila PKAR ditingkatkan, maka terjadi peningkatan pH darah, Ca plasma dan pH urin tetapi menurunkan K dan Cl darah.

Mineral Zn ditemukan dalam konsentrasi yang tinggi dalam organ-organ prostat, testis dan di dalam spermatozoa. Hal ini menunjukkan bahwa mineral Zn sangat dibutuhkan dalam proses reproduksi (UNDERWOOD dan SOMERS, 1969). Kebutuhan mineral Zn untuk ternak domba adalah 20-23 ppm dan dosis letalnya adalah 750 ppm dalam ransum. Mineral Zn sangat penting dalam spermatogenesis dan mempengaruhi pematangan spermatozoa dan memelihara *germinative epithelium* (UNDERWOOD dan SOMERS, 1969), pembelahan sel, sintesis dan stabilitas DNA dan diferensiasi sel (DEVENSON *et al.*, 1993).

Asam lemak esensial sangat penting untuk ternak. Peranan asam lemak esensial bagi perkembangan embrio berkaitan dengan penyusunan struktur membran sel dan sebagai prekursor prostaglandin selain sebagai sumber energi (LERAY *et al.*, 1985). Telah diketahui bahwa hormon-hormon gonadal tersusun dari senyawa lemak yang dikenal sebagai steroid. Prekursor steroid adalah *pregnenolone* yang merupakan derivat dari kolesterol. *Pregnenolone* dirubah menjadi progesteron di dalam retikulum endoplasma. Hidroksilasi dan dekarboksilasi progesteron menghasilkan formasi androgen di dalam sitoplasma (HAFEZ, 1980).

Penentuan jenis kelamin (*sexing*) atau *prenatal sex determination* didasari oleh teori genetika yaitu jenis kelamin pada suatu makhluk hidup ditentukan pada saat fertilisasi. Hewan betina mempunyai dua seks kromosom yang sama (X dan X), sedangkan hewan jantan mempunyai dua seks kromosom yang berbeda (X dan Y). Sel somatik diploid dari betina (*homogametic*) mengandung sepasang kromosom X, tetapi sel somatik jantan mempunyai seks kromosom XY. NURWANSYAH (2006) menyatakan bahwa sperma Y akan lebih kuat dan lebih tahan hidupnya dalam suasana basa. Sebaliknya, sperma X lebih kuat dan lebih tahan hidupnya pada suasana asam.

Pada penelitian ini dipelajari pengaruh PKAR terhadap kondisi fisiologis domba Garut jantan serta pengaruhnya terhadap keasaman semen. Pemberian PKAR asam diharapkan dapat menggeser status fisiologis ternak ke arah yang lebih asam sehingga dapat menurunkan pH semen. Kondisi pH semen yang asam dapat menurunkan fertilitas spermatozoa Y yang tidak tahan terhadap kondisi asam. Dengan demikian, anak yang dilahirkan dari betina yang dikawinkan dengan pejantan yang diberi pakan dengan PKAR negatif mempunyai rasio jenis kelamin betina yang lebih tinggi.

MATERI DAN METODE

Ransum disusun dalam bentuk tepung terdiri atas campuran hijauan jagung, dedak, onggok, jagung kuning, bungkil kelapa dan bungkil kedelai. Kandungan nutrisi ransum sama yaitu bahan kering = 89,41%, protein kasar = 14,94%, lemak kasar = 5,98%, serat kasar = 14,71% dan bahan ekstrak tanpa nitrogen = 56,17%. Ransum tersebut ditambah dengan garam-garam mineral sehingga mempunyai nilai PKAR +14, +40 dan -40 meq masing-masing ada yang ditambahkan minyak ikan 3% dan tidak. Ransum basa diperoleh dengan menambahkan Na_2CO_3 dan K_2CO_3 ke dalam ransum basal, masing-masing sebagai sumber kation Na dan K agar nilai perbandingan kation anion ransum (PKAR) menjadi +40. Kelompok ransum asam diperoleh dengan menambahkan MgCl_2 dan MgSO_4 ke dalam ransum basal masing-masing sebagai sumber kation Cl dan S agar nilai PKAR-nya menjadi -40. Ransum tersebut dianalisis kandungan Na, K, Cl, dan S total, dilanjutkan dengan menghitung besarnya neraca kation-anion berdasarkan persamaan TUCKER *et al.* (1992). Seluruh ransum mengandung Zn 150 mg/kg BK ransum dengan cara menambahkan ZnSO_4 .

Komposisi kandungan garam-garam dan mineral ransum disajikan dalam Tabel 1. Ransum dicobakan selama 50 hari pada 18 ekor Domba Garut jantan berumur dua tahun yang dua minggu sebelumnya telah diberi ransum basal tanpa suplementasi ZnSO_4 dan minyak ikan. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok (RAK). Domba dikelompokkan berdasarkan bobot hidup, yaitu (I) bobot hidup $34,58 \pm 2,38$ kg, (II) $30,75 \pm 0,42$ kg dan (III) $29,67 \pm 0,68$ kg.

Peubah yang diamati meliputi (1) pH darah, menggunakan Radiometer ABL 700 Series. (2) gas darah (pCO_2 , pO_2 , cHCO_3 , dan cBase), hematokrit (PCV), hemoglobin (Hb), butiran darah merah (BDM) dan butiran darah putih (BDP) menggunakan Radiometer ABL 700 Series. (3) konsentrasi mineral plasma dan semen (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Zn dan S) Mineral Na^+ , Zn dan K^+ dengan menggunakan alat AAS; sedangkan Cl dengan menggunakan alat buret dan S dengan menggunakan spektrofotometer ram (u) pH semen. Pengambilan sampel darah dilakukan sekali yaitu pada hari ke-50 penelitian. Darah diambil sebanyak ± 10 ml dari vena jugularis domba dengan menggunakan *venoject* 10 ml berheparin untuk setiap ternak.

Tabel 1. Komposisi kandungan garam-garam dan mineral ransum

	Ransum perlakuan (pH payen indikator)					
	RN0	RNI	RB0	RBI	RA0	RAI
Garam-garam (g/100g BK ransum basal)						
ZnSO_4	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Na_2CO_3	-	-	4,356	4,356	-	-
K_2CO_3	-	-	1,663	1,663	-	-
MgSO_4	-	-	-	-	12,360	12,360
MgCl_2	-	-	-	-	2,260	2,260
Kandungan Mineral (g/100 g BK)						
Natrium	0,041	0,041	1,957	1,957	0,041	0,041
Kalium	0,107	0,107	1,048	1,048	0,107	0,107
Klorida	0,193	0,193	0,193	0,193	1,882	1,882
Sulfur	0,151	0,151	0,151	0,151	3,447	3,447
Kalsium	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Fosfor	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019
Mg	0,420	0,420	0,420	0,420	3,043	3,043
Seng	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150

RN0=ransum basal tanpa minyak ikan (PKAR + 14^{meq}, 0% minyak ikan)
 RNI=ransum basal dengan 3% minyak ikan (PKAR + 14^{meq}, 3% minyak ikan)
 RB0=ransum basa tanpa minyak ikan (PKAR + 40^{meq}, 0% minyak ikan)
 RBI=ransum basa dengan 3% minyak ikan (PKAR + 40^{meq}, 3% minyak ikan)
 RA0=ransum asam tanpa minyak ikan (PKAR - 14^{meq}, 0% minyak ikan)
 RAI=ransum asam dengan 3% minyak ikan (PKAR - 40^{meq}, 3% minyak ikan)

Masing-masing analisis dilakukan secara duplo untuk setiap ulangan. Koleksi semen untuk analisis mineral dilakukan pada hari ke-28 penelitian. Pada waktu tersebut pengaruh perlakuan pakan sudah stabil mempengaruhi kondisi fisiologis ternak. pH semen diukur menggunakan *pH indicator paper* (skala 6-8). Koleksi semen dilakukan dengan menggunakan vagina buatan setiap tujuh hari sekali yaitu pada hari ke -7, 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42, dan 49. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Pengukuran pH semen dilakukan dalam waktu ± 1 menit setelah semen dikoleksi. Data hasil penelitian dianalisis dengan menggunakan *The SAS System for Windows 6.12*. dengan menggunakan Anova, kemudian dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test*, kontras ortogonal (MATTJIK dan SUMERTAJAYA, 2006).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai pH, gas darah, hematokrit, hemoglobin, butiran darah merah dan butiran darah putih

Rataan pH dan gas darah Domba Garut yang mendapat ransum dengan nilai PKAR berbeda disajikan dalam Tabel 2. Domba yang mendapat perlakuan ransum dengan nilai PKAR asam tanpa suplementasi lemak (RA0) mempunyai nilai pH darah $7,33 \pm 0,07$ tergolong ke dalam katagori pH asam. Domba yang diberi perlakuan ransum dengan nilai PKAR basa tanpa suplementasi lemak mempunyai pH darah tertinggi yaitu $7,44 \pm 0,04$ walaupun demikian pH ini masih tergolong kategori normal. Sedangkan domba lainnya mempunyai nilai pH urin berkisar antara $7,36 \pm 0,08$ sampai $7,40 \pm 0,02$. Menurut STORY *et al.* (2004), pH darah $< 7,35$ termasuk asam, $7,35-7,45$ termasuk normal dan $> 7,45$ termasuk basa. Sementara itu, FRANDSON (1992) dan ANSTEY (2005) menyatakan bahwa nilai pH darah sebesar $7,06$ termasuk ke dalam kategori sangat asam, $7,25-7,31$ termasuk asam, $7,35-7,40$ termasuk normal dan $7,47-7,52$ termasuk basa.

SINUHAJI (2007), menyatakan bahwa pH normal dipertahankan dalam kisaran yang sangat sempit supaya sel-sel dalam tubuh dapat bekerja dengan baik. Hal ini dimungkinkan dengan adanya sistem penyangga yang dibantu oleh ginjal dan paru-paru serta persamaan pH darah berdasarkan persamaan Henderson-Hasselbach sebagai berikut:

$$pH = pK + \log \frac{HCO_3}{H_2CO_3}$$

Nilai pK untuk kadar bikarbonat (HCO_3^-) dan kadar asam karbonat (H_2CO_3) adalah $6,1$ (KRONFELD, 1979). Pada persamaan Henderson-Hasselbach terlihat bahwa pH darah dipengaruhi oleh rasio kadar HCO_3^- dan H_2CO_3 darah. Nilai H_2CO_3 dipengaruhi oleh tekanan CO_2 (pCO_2). Persamaan antara H_2CO_3 dan pCO_2 adalah

H_2CO_3 (mEq/l) = pCO_2 (mmHg) x $0,03$. Lebih jauh SINUHAJI (2007) menjelaskan bahwa apabila rasio antara HCO_3^- dan H_2CO_3 berubah, maka pH akan naik atau turun. Penurunan pH darah di bawah normal yang disebabkan oleh penurunan kadar HCO_3^- darah disebut asidosis metabolik sebagai kompensasi penurunan HCO_3^- darah, akan terjadi pernapasan yang cepat dan dalam (pernapasan Kussmaul) sehingga tekanan CO_2 darah menurun (hipokarbia). Selanjutnya ginjal akan membentuk HCO_3^- baru (asidifikasi urin) sehingga pH urin menjadi asam. pCO_2 dan pO_2 darah domba tidak terpengaruh oleh nilai PKAR ransum. Hal ini membuktikan bahwa organ utama yang mengatur keseimbangan asam basa tubuh yaitu paru-paru dapat berfungsi dengan baik dan tidak terpengaruh oleh nilai PKAR. Nilai PKAR antara $+40$, $+14$ dan -40 masih dapat ditolerir oleh paru-paru sehingga masih berfungsi dengan baik dalam menjaga pCO_2 dan pO_2 darah supaya tetap dalam keadaan normal.

Domba yang diberi perlakuan ransum basa tanpa suplementasi minyak ikan (RB0) mempunyai nilai $cHCO_3$ paling besar ($28,67 \pm 2,98$ mmol/L), sedangkan yang diberi perlakuan ransum asam tanpa suplementasi minyak ikan (RA0) paling kecil ($21,77 \pm 3,76$ mmol/L). Domba yang diberi perlakuan ransum basa (RB0 dan RBI) mempunyai nilai $cHCO_3$ yang lebih tinggi daripada domba yang diberi ransum asam (RA0 dan RAI) maupun basal (RN0 dan RNI).

Berdasarkan cBase darah, Domba Garut yang diberi perlakuan ransum dengan PKAR asam tanpa suplementasi minyak ikan (RA0) mempunyai cBase darah yang termasuk kategori asam normal karena berada dalam kisaran darah asam ($-8,00$ sampai $-5,00$ mmol/L) dan cBase darah normal ($0,00$ mmol/L) (ANSTEY, 2005). Lain halnya dengan Domba Garut yang diberi ransum PKAR asam yang disuplementasi minyak ikan, domba ini mempunyai cBase darah basa ($2,43 \pm 1,82$ mmol/L) karena berada di atas kondisi darah normal ($0,00$ mmol/L). Dalam kondisi nilai PKAR asam, suplementasi minyak ikan dapat meningkatkan cBase darah. Domba Garut yang diberi perlakuan ransum basa tanpa suplementasi minyak ikan (RB0) mempunyai cBase darah yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lain ($5,40 \pm 3,13$ mmol/L), sedangkan yang disuplementasi minyak ikan mempunyai cBase darah $2,57 \pm 2,20$ mmol/L. Berbeda dengan kondisi asam, suplementasi minyak ikan dalam ransum dengan PKAR basa menyebabkan penurunan nilai cBase darah. Walaupun demikian, Domba Garut yang diberi ransum dengan PKAR basa, baik tanpa maupun suplementasi minyak ikan, keduanya mempunyai nilai cBase darah di atas normal ($0,00$ mmol/L). Hal ini menunjukkan bahwa ransum dengan PKAR basa mengakibatkan peningkatan nilai cBase darah.

Semakin bertambah nilai PKAR ransum dapat meningkatkan nilai cBase (BORUCHI *et al.*, 2004; ROCHE *et al.* 2005). Sama halnya dengan ESPINO *et al.* (2003) menyatakan bahwa terdapat kecenderungan peningkatan nilai cBase darah seiring bertambah tingginya nilai PKAR dalam ransum. Darah Domba Garut yang diberi ransum basal mempunyai cBase darah sedikit di atas nilai normal yaitu $0,20 \pm 1,22 - 1,87 \pm 1,50$ mmol/L. Senada dengan Domba Garut yang diberi ransum dengan nilai PKAR basa, suplementasi minyak ikan dalam ransum basal dapat menurunkan nilai cBase darah (ransum basal mempunyai nilai PKAR +14). Kondisi ini memperlihatkan bahwa suplementasi minyak ikan dalam ransum dengan PKAR basa (+14 dan +40) dapat menurunkan nilai cBase darah.

PKAR dan suplementasi minyak ikan pada ransum tidak mempengaruhi nilai BDM, PCV dan Hb darah Domba Garut (Tabel 2). Domba yang diberi ransum perlakuan tanpa suplementasi minyak ikan, mempunyai nilai butiran darah putih (BDP) yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang disuplementasi minyak ikan baik pada ransum basal, basa maupun asam.

Suplementasi minyak ikan pada ransum dengan PKAR basal dan basa menurunkan N (Netrofil) differensiasi butiran darah putih (BDP), tetapi tidak terjadi dalam ransum dengan PKAR asam. Elemen lain seperti L (Limfosit), M (Monosit), E (Eosinofil) dan B (Basofil) tidak terpengaruh oleh PKAR dan suplementasi lemak dalam ransum Tabel 2.

Status mineral plasma darah

Rataan konsentrasi mineral K, Na, Zn, Mg, S dan Cl plasma domba yang mendapat ransum dengan nilai PKAR berbeda pada hari ke 50 penelitian disajikan dalam Tabel 3. Konsentrasi mineral K^+ dan Na^+ dalam plasma domba garut tidak terpengaruh oleh PKAR dan suplementasi minyak ikan ransum perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa Domba Garut mampu mempertahankan homeostasi mineral K^+ dan Na^+ plasma dalam kondisi pemberian pakan dengan PKAR yang berbeda. Rataan nilai K^+ plasma Domba Garut dalam penelitian ini berkisar antara 600 ± 113 sampai 691 ± 95 ppm, sedang untuk kation Na^+ berkisar antara 4027 ± 363 sampai 4480 ± 80 ppm. Tubuh mempunyai pengaturan agar nilai K^+ dalam plasma selalu lebih rendah daripada nilai Na^+ . Di dalam tubuh terdapat keseimbangan pada cairan ekstraseluler antara K^+ dan Na^+ pada konstanta tertentu sebesar 20:1 pada kondisi normal (GEORGIEVSKII *et al.*, 1982). Oleh karena itu, homeostasi Na^+ dan K^+ tidak terpengaruh oleh PKAR di dalam ransum. Hal ini berarti bahwa eksese kation Na^+ dan K^+ dalam ransum perlakuan masih dapat diekskresikan dengan sempurna melalui urin yang

ditandai dengan meningkatkan pH urin dari domba yang diberi pakan dengan PKAR basa.

Semua ternak dalam penelitian ini mempunyai konsentrasi Na^+ lebih tinggi dari K^+ . Dari hasil penelitian ini didapatkan perbandingan kation $Na^+ : K^+$ untuk RN0, RNI, RB0, RBI, RA0 dan RAI secara berturut-turut adalah 8 : 1; 7 : 1; 6 : 1; 6 : 1; 7 : 1 dan 7 : 1. Imbangan $Na^+ : K^+$ dalam tubuh ternak terjadi untuk mencapai homeostasis. Organ ginjal berperan dalam penetapan mekanisme homeostasi $Na^+ : K^+$ dalam tubuh. Pengaturan homeostasi $Na^+ : K^+$ melibatkan mineral kortikoid-aldosteron dan deoksikortikosteron yang berperan pada pengeluaran K^+ akibat dari penyerapan kembali ion Na^+ dalam saluran-saluran ginjal. Mineral kortikoid juga mempengaruhi pengaturan permeabilitas membran dan mekanisme pasangan $Na^+ : K^+$ (PRATAS, 1992). ODONGO *et al.* (2006) menyatakan bahwa perubahan konsentrasi ion K^+ plasma menjadi hiperkalemia disebabkan adanya penurunan konsentrasi HCO_3^- darah. BLOCK (1994) menjelaskan bahwa ketidakseimbangan ion-ion tersebut akan mengakibatkan keracunan yang menghasilkan alkalosis atau asidosis. Jika kehadiran Na^+ tidak cukup untuk terjadinya penyerapan NaCl (netral), kelebihan HCO_3^- di dalam darah dapat mengarah ke kondisi asidosis.

Konsentrasi mineral Zn dalam plasma darah Domba Garut berkisar antara $12,99 \pm 3,38$ sampai $23,81 \pm 14,65$ ppm. Konsentrasi tertinggi terdapat pada Domba Garut yang mendapat ransum basal tanpa suplementasi minyak ikan (RN0) yaitu sebesar $23,81 \pm 14,65$ ppm. Dalam kondisi PKAR basa +14 (RN0 dan RNI dan +40 (RB0 dan RBI), suplementasi minyak ikan dapat menurunkan konsentrasi mineral Zn dalam plasma darah dari $23,81 \pm 14,65$ menjadi $17,47 \pm 8,19$ ppm dan $20,72 \pm 9,21$ menjadi $16,19 \pm 6,62$ ppm. Sebaliknya, dalam kondisi ransum dengan PKAR asam, suplementasi minyak ikan justru meningkatkan konsentrasi Zn dalam plasma darah. Walaupun demikian, konsentrasi mineral Zn dalam plasma darah semua domba penelitian berada dalam kisaran normal. Menurut MCDONALD *et al.* (1988), konsentrasi normal Zn dalam tubuh hewan adalah 10 – 50 ppm. Hal ini mengandung arti bahwa ketersediaan mineral Zn dalam plasma dapat mencukupi kebutuhan untuk proses spermatogenesis secara optimal.

Konsentrasi mineral Mg pada perlakuan ransum asam tanpa suplementasi minyak ikan (RA0) lebih tinggi (259 ± 67 ppm) dibanding dengan ransum perlakuan lain. Meningkatnya kadar Mg, dikarenakan adanya penambahan mineral Mg bentuk $MgSO_4$ dan $MgCl_2$ sebagai pembawa ion S yang diinginkan pada ransum PKAR asam. Kadar mineral Mg yang berlebih dalam pemberian ransum dengan PKAR asam dapat ditekan keberadaannya dengan adanya suplementasi minyak ikan dalam ransum. Terbukti bahwa plasma

darah dari domba yang diberi ransum dengan PKAR asam yang disuplementasi minyak ikan (RAI) mengandung kadar Mg lebih rendah (166 ± 23 ppm) dibandingkan dengan yang tanpa suplementasi minyak ikan (RA0) yaitu sebesar 259 ± 67 ppm. Diduga bahwa keberadaan minyak ikan dalam ransum mampu menekan absorpsi Mg dalam saluran pencernaan domba sehingga konsentrasinya menjadi rendah.

Konsentrasi ion S dalam plasma darah Domba Garut sangat terpengaruh oleh nilai PKAR ransum ($P < 0,0$). Domba Garut yang diberi ransum perlakuan PKAR asam tanpa suplementasi minyak ikan mempunyai konsentrasi ion S tertinggi yaitu $81,44 \pm 22,83$ ppm. Peningkatan ion S dalam plasma ini disebabkan adanya penambahan garam $MgSO_4$ ke dalam ransum sebagai penuplai ion S. Tetapi keberadaan ion S dalam ransum dengan nilai PKAR asam dapat ditekan oleh suplementasi minyak ikan, sehingga domba yang diberi ransum asam dengan suplementasi minyak ikan mempunyai konsentrasi ion S dalam plasma lebih rendah ($26,78 \pm 1,39$ ppm).

Konsentrasi ion Cl dalam plasma tidak terpengaruh oleh nilai PKAR ransum. Penambahan garam mineral $MgCl_2$ ke dalam ransum tidak banyak pengaruhnya terhadap konsentrasi ion Cl dalam plasma darah Domba Garut. Domba Garut mampu mempertahankan homeostasis ion Cl dengan cara mengeluarkan kelebihan ion Cl melalui urin meskipun dalam ransum ditambahkan garam Cl yang berlebih. Rataan konsentrasi ion Cl plasma berkisar antara 4577 ± 159 sampai 4851 ± 227 ppm. Sama halnya dengan ion S, suplementasi minyak ikan dalam ransum diduga mampu menekan konsentrasi ion Cl baik dalam ransum dengan nilai PKAR basal, basa maupun asam.

Status mineral semen

Rataan konsentrasi mineral sperma domba yang mendapat ransum dengan nilai PKAR berbeda pada hari ke 28 penelitian disajikan pada Tabel 3. Konsentrasi mineral K dalam semen Domba Garut tidak terpengaruh oleh nilai PKAR. Lain halnya dengan suplementasi minyak ikan dalam ransum, ternyata dapat menekan kadar ion K baik dalam kondisi basal, basa maupun asam. Untuk ion Na, suplementasi minyak ikan dalam ransum ternyata dapat menekan kadar ion tersebut dalam kondisi ransum basa dan asam, tetapi dalam kondisi basal tidak terjadi. Suplementasi minyak ikan dalam ransum basal dan basa dapat meningkatkan konsentrasi mineral Zn, Mg dan S, tetapi pada ransum dengan PKAR asam justru menurunkan konsentrasi mineral Zn dari $18,26 \pm 4,07$ menjadi $15,10 \pm 4,25$ ppm dan Mg dari 940 ± 784 menjadi 671 ± 184 ppm.

Keasaman semen

Plasma semen mempunyai pH sekitar 7 dengan tekanan osmotik sama dengan darah atau ekuivalen 0,9% NaCl. Semen domba mempunyai pH berkisar antara 5,9 sampai 7,3. Semen dengan konsentrasi yang tinggi bereaksi ke arah asam, sedangkan konsentrasi rendah bereaksi agak basa. Rataan perkembangan pH semen Domba Garut yang mendapat ransum dengan nilai PKAR berbeda disajikan dalam Tabel 4.

Semen Domba Garut sebelum perlakuan dan selama perlakuan pada semua ransum sampai hari ke-21 mempunyai pH yang tidak berbeda. Setelah pemberian ransum berlangsung selama 28 hari, pH semen Domba Garut mulai dipengaruhi oleh perlakuan. Pada hari ke-28 penelitian, domba yang diberi perlakuan ransum asam tanpa suplementasi minyak ikan (RA0) mempunyai pH semen yang lebih rendah dibanding dengan yang diberi ransum netral baik yang disuplementasi maupun tanpa suplementasi minyak ikan (RN0 dan RNI), dan ransum basa, baik yang disuplementasi maupun yang tidak disuplementasi minyak ikan (RB0 dan RBI). Domba yang diberi perlakuan ransum netral tanpa suplementasi minyak ikan (RN0) mempunyai pH semen $6,80 \pm 0,17$ yang tidak berbeda dengan ransum basa tanpa maupun suplementasi minyak ikan (RB0 = $6,80 \pm 0,17$ dan RBI = $6,90 \pm 0,17$).

Pada hari ke 35, domba yang diberi perlakuan ransum asam dengan suplementasi minyak ikan (RAI) mempunyai pH semen yang lebih kecil ($6,50 \pm 0,17$) dibandingkan dengan domba yang diberi ransum netral tanpa maupun suplementasi minyak ikan (RN0 = $6,90 \pm 0,17$ dan RNI = $6,80 \pm 0,17$), ransum basa tanpa maupun suplementasi minyak ikan (RB0 dan RBI) dan ransum asam tanpa suplementasi minyak ikan (RA0). Pada hari ke 42, domba yang diberi perlakuan ransum asam tanpa maupun dengan suplementasi minyak ikan (RA0 dan RAI) mempunyai pH semen yang lebih kecil ($6,70 \pm 0,30$ dan $6,50 \pm 0,17$) dibandingkan dengan domba yang diberi ransum netral tanpa maupun suplementasi minyak ikan (RN0 = $6,90 \pm 0,17$ dan RNI = $6,80 \pm 0,17$) dan ransum basa tanpa maupun suplementasi minyak ikan (RB0 = $7,23 \pm 0,25$ dan RBI = $7,13 \pm 0,12$). Sementara itu, domba yang diberi perlakuan ransum basa tanpa suplementasi minyak ikan (RB0) mempunyai pH semen lebih tinggi ($7,23 \pm 0,25$) dibandingkan dengan yang diberi perlakuan ransum netral baik tanpa maupun yang disuplementasi minyak ikan (RN0 = $6,90 \pm 0,17$ dan RNI = $6,80 \pm 0,17$).

Tabel 2. Rataan pH, Gas dan komponen darah domba yang diberi ransum dengan nilai PKAR berbeda

Peubah	Ransum perlakuan						Signifi kansi
	RN0	RNI	RB0	RBI	RA0	RAI	
pH darah	7,387 ± 0,02	7,357 ± 0,01	7,435 ± 0,04	7,404 ± 0,02	7,327 ± 0,07	7,364 ± 0,08	NS
Gas darah pCO2(mmHg)	46,830 ± 5,86	46,300 ± 3,45	45,100 ± 1,30	44,400 ± 1,97	44,670 ± 1,36	50,300 ± 9,66	NS
pO2 (mmHg)	37,870 ± 7,30	49,430 ± 12,11	44,770 ± 2,90	42,770 ± 0,97	47,630 ± 7,15	48,700 ± 2,46	NS
cHCO3	24,970 ± 1,07 ^{abc}	23,900 ± 0,70 ^{bc}	28,670 ± 2,98 ^a	26,070 ± 1,86 ^{ab}	21,770 ± 3,76 ^c	25,600 ± 2,11 ^{abc}	0,05
cBase (Ecf)c (mmol)	1,870 ± 1,50 ^b	0,200 ± 1,22 ^{bc}	5,400 ± 3,13 ^a	2,570 ± 2,20 ^{ab}	-2,470 ± 4,04 ^c	2,430 ± 1,82 ^{ab}	0,05
PCV (%)	32,500 ± 2,29	27,670 ± 6,11	30,830 ± 5,39	34,170 ± 4,25	27,330 ± 1,89	33,000 ± 0,5	NS
Hb	10,200 ± 1,59	9,470 ± 1,29	10,270 ± 0,05	10,270 ± 0,83	9,600 ± 0,60	9,870 ± 0,31	NS
BDM	11,770 ± 0,25	10,140 ± 2,88	12,190 ± 1,85	12,330 ± 3,37	10,980 ± 0,25	12,490 ± 1,09	NS
BDP	6,500 ± 2,17	5,750 ± 1,57	7,400 ± 1,00	5,170 ± 1,17	7,430 ± 2,42	5,830 ± 3,01	NS

RN0 = ransum basal tanpa minyak ikan

RNI = ransum basal dengan 3% minyak ikan

RB0 = ransum basa tanpa minyak ikan

RBI = ransum basa dengan 3% minyak ikan

RA0 = ransum asam tanpa minyak ikan

RAI = ransum asam dengan 3% minyak ikan

PCV = hematokrit

Hb=hemoglobin

BDM = butiran darah merah

BDP = butiran darah putih

NS = *non significant*. Rataan dengan *superscript* berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata (P<0,05)

Tabel 3. Rataan mineral plasma dan semen domba yang diberi ransum dengan nilai PKAR berbeda

Peubah	Ransum perlakuan						Signifi kansi
	RN0	RNI	RB0	RBI	RA0	RAI	
Mineral plasma (ppm) K	600,00 ± 139,00	600,00 ± 113,00	690,00 ± 95,00	691,00 ± 38,00	677,00 ± 79,00	605,00 ± 125,00	NS
Na	4027,00 ± 363,00	4347,00 ± 281,00	4133,00 ± 122,00	4227,00 ± 428,00	4480,00 ± 80,00	4080,00 ± 554,00	NS
Zn	23,81 ± 14,65	17,47 ± 8,19	20,72 ± 9,21	16,19 ± 6,62	12,99 ± 3,38	22,19 ± 13,08	NS
Mg	183,00 ± 38,00 ^b	159,00 ± 35,00 ^b	118,00 ± 5,00 ^b	124,00 ± 7,00 ^b	259,00 ± 67,00 ^a	166,00 ± 23,00 ^b	0,01
S	24,00 ± 0,88 ^b	20,33 ± 8,84 ^b	35,44 ± 4,43 ^b	33,00 ± 4,98 ^b	81,44 ± 22,83 ^a	26,78 ± 1,39 ^b	0,01
Cl	4817,00 ± 79,00	4692,00 ± 137,00	4726,00 ± 20,00	4577,00 ± 159,00	4851,00 ± 227,00	4635,00 ± 207,00	NS
Mineral semen (ppm) K	4013,00 ± 762,00	2723,00 ± 1114,00	6436,00 ± 1946,00	4940,00 ± 2793,00	6497,00 ± 5950,00	4426,00 ± 1522,00	NS
Na	4444,00 ± 644,00	4512,00 ± 980,00	7697,00 ± 3079,00	5602,00 ± 4462,00	6815,00 ± 4274,00	3811,00 ± 821,00	NS
Zn	10,54 ± 0,85	18,00 ± 7,41	21,15 ± 15,79	29,70 ± 27,56	18,26 ± 4,07	15,10 ± 4,25	NS
Mg	538,00 ± 71,00	602,00 ± 88,00	967,00 ± 483,00	1023,00 ± 981,00	940,00 ± 784,00	671,00 ± 184,00	NS
S	33,89 ± 7,24	44,67 ± 4,48	32,67 ± 2,33	42,56 ± 1,35	32,56 ± 4,74	40,00 ± 17,39	NS
Cl	1351,00 ± 400,00	996,00 ± 133,00	1376,00 ± 276,00	1391,00 ± 506,00	1253,00 ± 292,00	1024,00 ± 167,00	NS

RN0 = ransum basal tanpa minyak ikan,

RNI = ransum basal dengan 3% minyak ikan,

RB0 = ransum basa tanpa minyak ikan,

RBI = ransum basa dengan 3% minyak ikan,

RA0 = ransum asam tanpa minyak ikan,

RAI = ransum asam dengan 3% minyak ikan.

NS = *non significant*. Rataan dengan *superscript* yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata (P<0,05)

Tabel 4. Rataan pH semen domba yang diberi ransum dengan nilai PKAR berbeda

Hari ke	Perkembangan pH semen dengan ransum persiapan (RN0)						Signifikansi
	1	2	3	4	5	6	
- 7	6,97 ± 0,46	6,80 ± 0,17	6,87 ± 0,29	6,97 ± 0,25	6,90 ± 0,17	6,80 ± 0,17	NS
0	6,50 ± 0,17	6,50 ± 0,17	6,90 ± 0,17	6,77 ± 0,40	6,67 ± 0,46	6,40 ± 0,00	NS
	Perkembangan pH semen dengan ransum perlakuan						
	RN0	RNI	RB0	RBI	RA0	RAI	
7	7,13 ± 0,12	6,60 ± 0,35	6,70 ± 0,00	6,93 ± 0,46	6,70 ± 0,00	6,60 ± 0,17	NS
14	6,97 ± 0,25	6,87 ± 0,42	6,90 ± 0,17	6,87 ± 0,29	6,80 ± 0,17	6,60 ± 0,17	NS
21	6,40 ± 0,00	6,40 ± 0,00	6,50 ± 0,17	6,50 ± 0,17	6,40 ± 0,00	6,40 ± 0,00	NS
28	6,80 ± 0,17 ^{ab}	6,70 ± 0,00 ^b	6,80 ± 0,17 ^{ab}	6,90 ± 0,17 ^a	6,40 ± 0,00 ^c	6,60 ± 0,17 ^{bc}	P (0,05)
35	6,90 ± 0,17 ^{abc}	6,80 ± 0,17 ^{abc}	7,23 ± 0,25 ^a	7,13 ± 0,12 ^{ab}	6,70 ± 0,30 ^b	6,50 ± 0,17 ^c	P (0,05)
42	6,90 ± 0,17 ^b	6,70 ± 0,00 ^{bc}	7,23 ± 0,25 ^a	6,97 ± 0,25 ^{ab}	6,50 ± 0,17 ^c	6,40 ± 0,00 ^c	P (0,05)
49	6,33 ± 0,12	6,33 ± 0,12	6,60 ± 0,17	6,40 ± 0,00	6,33 ± 0,12	6,23 ± 0,15	NS

RN0 = ransum basal tanpa minyak ikan

RNI = ransum basal dengan 3% minyak ikan

RB0 = ransum basa tanpa minyak ikan

RBI = ransum basal dengan 3% minyak ikan

RA0 = ransum asam tanpa minyak ikan

RAI = ransum asam dengan 3% minyak ikan

NS = *non significant*. Rataan dengan *superscript* berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$)

KESIMPULAN

PKAR mempengaruhi nilai basa darah, CHCO_3 dan konsentrasi mineral Mg dan S dalam plasma. PKAR mampu mempengaruhi pH semen dan PKAR dapat dimanfaatkan untuk manipulasi kondisi fisiologis dan pH semen Domba Garut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Ditjen Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional RI atas dana penelitian yang diberikan melalui Program Hibah Penelitian Tim Pascasarjana dengan surat perjanjian No.012/SP2H/PPDP2M/III/2007.

DAFTAR PUSTAKA

- ANSTEY, C.M. 2005. Comparison of three strong ion models used for quantifying the acid-base status of human plasma with special emphasis on the plasma weak acids. *J. Appl. Physiol.* 98: 2119–2125.
- BLOCK E., 1994. Manipulation of dietary cation-anion difference on nutritionally related production diseases, productivity, and metabolic responses of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 77: 1437–1450.
- BORUCHI, S.I., L.E. PHILLIP, V. GIRARD and A. TREMBLAY. 2004. Altering dietary cation-anion difference in lactating dairy cows to reduce phosphorus excretion to the environment. *J. Dairy Sci.* 87: 1751-1757.
- DEVENSON, D.P., R.J. ENERIK, and L.K. JOST. 1993. Zinc/Silicon interactions influencing sperm chromatin integrity and testicular cell development in the rat as measured by flow cytometry. *J. Anim. Sci.* 71: 955-962.
- ESPINO, L, F. GUERENO, M.L. SUAREZ, G. SANTAMARINA, A. GOTCOA, and L.E. FIDALGO. 2003. Long-term effect of dietary anion-cation on acid-base status and bone morphology in reproducing ewes. *J. Vet. Med. A.* 50: 488-495.
- FRANDSON, R.D. 1992. Anatomy and Physiology. B. Srigandono, K. Preseno, dan Soedarsono, penerjemah. Anatomi dan Fisiologi Ternak. Ed ke-4. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- GEORGIEVSKII, V.I., B.N. ANNENKOV and V.T. SAMOKHIN. 1982. Mineral Nutrition of Animals. London. Butterworths.
- HAFEZ, E.S.E. 1980. Reproduction In farm Animal. Philadelphia. Lea & Febiger.
- KRONFELD, D.S. 1979. Metabolic and Respiratory Adjustments of Acid-base Balance and the Burden of Exogenous Acid in Ruminants. In: Buffers in Ruminant Physiology and Metabolism. Weinberg MS and Sheffner AL, Editor. New York 10001. Church dan Dwight Company, INC.
- LERAY, C, G. NONOTE, P. ROUBAND and C. LEGER. 1985. Inciden of (n-3) esential fatty acid deficiency develop. *Eur. J. Clin. Nutr.* 25: 567-581.
- MATTJIK, A.A. dan I.M. SUMERTAJAYA. 2006. Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan MINITAB. Bogor: IPB Press.
- MCDONALD, P., R.A. EDWARDS and J.F.D. GREENHALGH. 1988. Animal Nutrition. New York. John Willey an Son, Inc.
- MOORE, SJ, M.J. VANDERHAAR, B.K. SHARMA, T.E. PILBEAM, D.K. BEEDE, H.F. BUCHOLTZ, J.S. LIESMAN, R.L. HORST and J.P. GOFFT. 2000. Effects of altering dietary cation-anion difference on calcium and energy metabolism in peripartum cow. *J. Dairy Sci.* 83: 2095-2104.
- NURWANSYAH. 2006. Berita Aktual: merencanakan jenis kelamin anak. RSAB Harapan Kita. <http://www.metrotvnews.com/berita.asp?id=24023> [25 September 2006].
- ODONGO, NE, O. AL-ZAHAL, M.I. LINDINGER, T.F. DUFFIELD, E.V. VALDES, S.P. TERRELL and B.W. MCBRIDE. 2006. Effects of mild heat stress and grain challenge on acid-base balance and rumen tissue histology in lambs. *J. Anim. Sci.* 84: 447–455.
- PRATAS, R.G. 1992. Influence of sodium, potassium, and chloride on the mineral metabolism, acid-base status and salivation in ruminants [Disertation]. Denmark. Graduate School at Department of Animal Science and Animal Health Division of Animal Nutrition. The Royal Veterinary and Agricultural University Copenhagen.
- ROCHE, J.R., D. DALLEY, P. MOATE, C. GRAINGER, M. RATH and F. O'MARA. 2003a. Dietary cation-anion difference and the health and production of pasture-fed dairy cows. 1. Dairy cows in early lactation. *J. Dairy Sci.* 86:970-978.
- ROCHE, J.R., D. DALLEY, P. MOATE, C. GRAINGER, M. RATH and F. O'MARA. 2003b. Dietary cation-anion difference and the health and production of pasture-fed dairy cows. 2. Dairy cows in early lactation. *J. Dairy Sci.* 86: 979-987.
- ROCHE, J.R, S. PETCH and J.K. KAY. 2005. Manipulating the dietary cation-anion difference via drenching to early-lactation dairy cows grazing pasture. *J. Dairy Sci.* 88: 264 –276.
- SINUHAJI, A.B. 2007. Asidosis Metabolik: Salah satu penyulit diare akut pada anak yang seharusnya dapat dicegah. Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar Tetap dalam Bidang Ilmu Kesehatan Anak. Medan. Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara. [FK USU]. 4 Agustus 2007.
- STORY, D.A., H. MORIMATSU and R. BELLOMO. 2004. Strong ions, weak acids and base excess: a simplified Fencil-Stewart approach to clinical acid-base disorders. *J. Anaesthesia* 92: 54–60.

- TUCKER, W.B., G.A. HARRISON and R.W. HEMKEN. 1992. Sulfur should be included when calculating the dietary cation-anion balance of diets for lactating dairy cows. *Anim Sci Res Rep*: 141-150.
- UNDERWOOD, E.J. and M. SOMERS. 1969. Zinc nutrition. *Aust. J. Agric.* 20: 889-895.
- VAGNONI, D.B. and G.R. OETZEL. 1998. Effects of dietary cation-anion difference on the acid-base status of dry cows. *J. Dairy Sci.* 81: 1643-1652.