

PENGARUH PENAMBAHAN MINERAL Ca, P, Mg dan S DALAM RANSUM TERHADAP STATUS MINERAL PADA KAMBING KACANG

RIESI SRIAGTULA

*Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Andalas
Kampus Unand Limau Manis Padang 25163*

ABSTRACT

The research was aimed to study the influence of addition of Ca, P, Mg dan S minerals in diet on Ca and P of minerals status of blood plasma and bone compound on the kacang goats. Four dietary treatments were : A. Forage + concentrate (was a control), B. Forage + concentrate + Ca + P, C. Forage + concentrate + Ca + P + Mg and D. Forage + concentrate + Ca + P + S. The forage contains of nature grass + leucaena + gliricidia and the concentrate contains of rice meal, corn, meal coconut. The data were statistically analyzed by using 4 x 5 design. The results showed that minerals addition treatments into the diet were effected significantly ($P < 0,01$) by blood plasma Ca but tendency significantly ($P < 0,10$) of blood plasma P and not significant of blood plasma Mg and S. The treatments were also effected not significant ($P > 0,5$) by the Ca of bone compound but significantly ($P < 0,01$) on P of bone compound.

Key words : minerals, blood plasma, bone compound

PENDAHULUAN

Ternak kambing khususnya kambing kacang merupakan ternak ruminansia kecil yang paling populer di Sumatera Barat karena dagingnya sangat digemari oleh masyarakat setempat, selain itu ternak ini juga mudah dipelihara dan dipasarkan. Pemeliharaan ternak kambing di Sumatera Barat sebagian besar masih secara tradisional dengan sistem pemeliharaan secara semi intensif dan aspek mineral sering kurang diperhatikan. Pada kenyataannya peranan mineral sangat penting dalam semua aspek metabolisme dan defisiensi atau kelebihan salah satu mineral akan mengganggu metabolisme yang dimanifestasikan dalam produksi. Hal ini merupakan salah satu penyebab rendahnya pertambahan bobot badan ternak kambing di Sumatera Barat yaitu 20-30 g/hari (Statistik Peternakan Sumbar, 1999).

Mineral harus diberikan dalam ransum karena ternak tidak dapat mensintesis mineral dalam tubuhnya. Pada ternak ruminansia ketersediaan mineral erat kaitannya dengan mineral

dalam tanah dimana ternak tersebut hidup melalui hijauan yang dikonsumsi. Hijauan merupakan pakan utama bagi ternak ruminansia untuk memenuhi kebutuhan zat-zat nutrisi, sementara sangat jarang dari hijauan pakan tersebut yang dapat memenuhi semua kebutuhan nutrisi ternak. Umumnya hijauan pakan ternak tumbuh pada lahan yang rendah tingkat kesuburannya karena lahan yang lebih subur digunakan untuk menanam tanaman pangan sehingga kandungan gizi hijauan menjadi rendah termasuk mineral.

Konsentrasi mineral Ca, P, Mg dan S pada tanah, rumput dan legum di beberapa lokasi di Sumatera Barat mempunyai diagnosa rendah sampai marginal, akibatnya status mineral pada ternak kambing yang hidup di lokasi tersebut menunjukkan keadaan yang sama (Warly, 2003). Hal ini disebabkan rendahnya ketersediaan mineral pada hijauan dan tidak semua mineral yang dikonsumsi dapat diserap oleh tubuh ternak tergantung pada bentuk dan komposisinya dalam bahan pakan. Rendahnya kadar mineral dalam bahan pakan dan terbatasnya jumlah yang dapat

diserap menyebabkan hanya sedikit dari mineral yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan tubuh, untuk itu perlu dilakukan penambahan dalam ransum.

Sebagian besar mineral yang ada dalam tubuh ditemukan dalam tulang dan gigi sedangkan yang lainnya ditemukan dalam jaringan lunak dan cairan tubuh. Kadar mineral yang terdapat dalam tubuh ternak erat kaitannya dengan kandungan mineral hijauan dan konsentrat yang diberikan. Oleh sebab itu diagnosa status mineral pada ternak ruminansia selain dengan analisis konsentrasi elemen mineral dari contoh tanah dan hijauan juga dilakukan dengan analisis jaringan ternak (Mc Dowell *et al.*, 1981 dalam Prabowo, 1997).

Berdasarkan uraian tersebut dilakukanlah penelitian yang bertujuan untuk mengetahui respon penambahan mineral Ca, P, Mg dan S dalam ransum terhadap status mineral pada kambing kacang.

MATERI DAN METODA

Penelitian ini dilaksanakan di Fakultas Peternakan Universitas Andalas Padang dan Laboratorium Proksimat Balai Penelitian Ternak (BPT) Ciawi Bogor. Ternak yang digunakan adalah kambing kacang jantan sebanyak 20 ekor dengan umur 12-14 bulan dengan rata-ran bobot badan awal 10-16 kg yang ditempatkan dalam kandang metabolik dengan ukuran 100 x 130 cm yang disekat menjadi dua. Setiap ruang kandang dilengkapi dengan dengan tempat makan, air minum, alat penampung feses dan urin.

Ransum penelitian terdiri dari hijauan dan konsentrat dengan perbandingan bahan kering 60 : 40. Hijauan terdiri dari rumput lapangan 45%, daun gamal 7,5%, daun lamtoro 7,5% serta konsentrat yang terdiri dari dedak padi 20%, jagung 12%, bungkil kelapa 8% serta suplemen mineral Ca, P, Mg dan S. Ransum penelitian mengandung PK 13,87% dan TDN 65,70%. Komposisi kimia bahan penyusun ransum dan komposisi ransum penelitian dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Komposisi Kimia Bahan Penyusun Ransum (%)

Zat-Zat Makanan	Rumput Lapangan	Daun Gamal	Daun Lamtoro	Dedak Padi	Jagung	Bungkil Kelapa
BK	15.45	23.30	26.26	89.24	86.33	90.34
% BK						
BO	92.41	90.16	91.20	90.73	97.73	96.41
PK	10.75	28.81	24.42	12.67	10.95	14.98
SK	36.07	30.64	4.93	15.25	3.13	16.75
LK	3.69	3.09	1.67	6.72	3.13	10.53
BETN	41.90	27.62	60.18	56.09	80.52	54.15
TDN	55.06	58.92	81.23	69.96	82.05	82.15
Ca	0.46	1.66	2.21	0.32	0.38	0.38
P	0.47	0.36	0.29	0.48	0.43	0.68
Mg*	13.32	3.56	4.28	9.78	2.48	19.89
S*	173.2	2.30	2.80	93.00	37.00	129.00

* Jumlah dalam ppm

Pengaruh Penambahan Mineral Ca, P, Mg dan S dalam Ransum Terhadap Status Mineral Pada Kambing Kacang

Tabel 2. Komposisi Ransum Penelitian (%)

Zat-Zat Makanan	Total
BK	46.11
% BK	
BO	92.77
PK	13.87
SK	23.66
LK	4.56
BETN	50.64
TDN	65.70
Ca	0.64
P	0.46
Mg*	10.43
S*	111.59

* Jumlah dalam ppm

Besarnya pemberian mineral menurut NRC (1981;1984) berdasarkan bobot badan 10-20 kg yaitu :

Ca	= 1,85 g/ekor/hari;
P	= 1 g/ekor/hari;
Mg	= 0,29 g/ekor/hari
S	= 1,18 g/ekor/hari.

Bahan yang digunakan sebagai sumber mineral Ca dan P adalah CaCO_3 dan $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, sumber Mg adalah MgO dan sebagai sumber S adalah Na_2SO_3 . Sebagai perlakuan dalam penelitian ini adalah 4 macam ransum dengan penambahan beberapa mineral yang terdiri dari :

Ransum A : Hijauan + Konsentrat (Kontrol),

Ransum B : Ransum A + Ca + P,

Ransum C : Ransum A + Ca + P + Mg

Ransum D : Ransum A + Ca + P + S.

Data yang diperoleh diolah secara statistik menggunakan Rancangan Acak Kelompok yang terdiri dari 4 perlakuan dan 5 ulangan. Untuk mengetahui tingkat perbedaan nilai rata-rata antar perlakuan dilakukan Uji Jarak Berganda Duncan (Steel and Torrie, 1993).

Ransum diberikan berdasarkan kebutuhan BK yaitu 3,5-4% dari bobot badan/hari (Cullison, 1982). Sebelum diberikan pada ternak rumput dipotong-potong terlebih dahulu dengan ukuran ± 10 cm sementara suplementasi mineral

dicampur dengan konsentrat. Hijauan diberikan dua kali sehari yaitu pagi dan sore setelah dilayukan terlebih dahulu, sedangkan konsentrat diberikan dua kali sehari sebelum pemberian hijauan.

Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah : kandungan mineral Ca, P, Mg dan S (mg/dl) dalam plasma darah, kandungan mineral Ca dan P (%) pada tulang kambing kacang. Pengambilan sampel darah yang terdiri dari 4 perlakuan dan 5 ulangan dilakukan pada akhir periode koleksi yaitu setelah 2 jam pemberian makan. Sampel darah diambil melalui pembuluh darah vena pada bagian leher ternak dengan menggunakan tabung *vacuum venoject* ukuran 10 ml. Untuk memisahkan serum dengan plasma, darah disentrifuge dengan kecepatan 3.000 rpm selama ± 30 menit. Plasma yang terbentuk dihisap dengan pipet dan ditempatkan pada tabung reaksi dan disimpan dalam *freezer* sampai saat dianalisis. Sedangkan sampel tulang terdiri dari 4 ulangan diambil pada saat pematangan ternak yaitu tulang bagian paha dan punggung. Sampel tulang dikeringkan dan dipisahkan dari sumsum tulang untuk digiling menjadi tepung. Penanganan sampel darah dan tulang dan pengukuran mineral dilakukan menurut petunjuk Fick *et al.* (1979). Analisis sampel berupa Ca dan Mg dilakukan menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) sedangkan analisis P dan S menggunakan alat spektrofotometer.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Tabel 3 disajikan data rata-rata kadar Ca, P, Mg, S plasma dan rata-rata kadar Ca dan P tulang. Rataan kandungan Ca plasma darah berkisar antara 9.47-11.50 mg/dl, nilai ini berada dalam kisaran normal kandungan mineral Ca darah menurut Curch (1979) yaitu 9-12 mg/dl. Secara statistik penambahan Ca dalam ransum memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($P < 0.01$).

Pengaruh Penambahan Mineral Ca, P, Mg dan S dalam Ransum Terhadap Status Mineral Pada Kambing Kacang

Tabel 3. Rataan Kadar Ca, P, Mg, S Plasma Darah dan Rataan Kadar Ca, P Tulang

Parameter	Perlakuan				SE
	A	B	C	D	
Mineral Plasma Darah (mg/dl)					
Ca	11.50 ^a	11.19 ^a	10.22 ^b	9.47 ^b	0.26
P	10.80 ^a	10.44 ^{ab}	9.01 ^{ab}	8.24 ^b	0.70
Mg	5.30	5.22	5.09	4.83	0.14
S	2.09	1.97	2.11	2.42	0.35
Mineral Tulang (%)					
Ca	31.48	31.22	29.67	27.64	1.35
P	23.67 ^a	23.46 ^a	22.52 ^a	18.63 ^b	0.58

Keterangan : Rataan dengan superskrip (huruf kecil) yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0.01$)
SE = Standard Error dari rata-rata

Berbeda tidak nyatanya kandungan Ca plasma darah pada perlakuan B dibanding kontrol karena adanya mekanisme homeostatis Ca dalam darah, seperti yang dinyatakan oleh Larvor (1983) dan Kincaid (1988) bahwa Ca darah kurang responsif terhadap konsumsi Ca, bila kadar Ca plasma kurang dari 9,5 mg/dl maka cadangan Ca dalam tulang akan dimobilisasi guna mencegah penurunan Ca plasma darah lebih lanjut. Selanjutnya berbeda tidak nyatanya penambahan mineral terhadap kandungan Ca plasma darah karena adanya adaptasi penyerapan Ca oleh tubuh ternak. Tubuh ternak menyerap mineral Ca lebih rendah pada ransum yang mengandung kadar mineral Ca lebih tinggi seperti pada ransum yang mendapat penambahan mineral (Ransum B, C dan D). Tubuh ternak menyerap Ca lebih tinggi pada ransum yang mengandung mineral Ca lebih rendah seperti pada perlakuan kontrol. Hal ini sesuai dengan pendapat Ganong (1979) yang menyatakan bahwa tubuh ternak mengatur kadar Ca dalam tubuh secara adaptasi penyerapan Ca, yaitu penyerapan tinggi bila konsumsi Ca rendah dan penyerapan Ca rendah bila konsumsi Ca tinggi.

Berbeda nyatanya perlakuan B dengan C serta berbeda sangat nyata dengan D disebabkan adanya antagonis antara mineral Ca dengan Mg pada perlakuan C. Sesuai dengan pernyataan

Georgievskii (1982) bahwa mineral Ca dan Mg walaupun mempunyai valensi yang sama tetapi cenderung membentuk senyawa kompleks yang akan bersifat antagonis. Lebih rendahnya penyerapan Ca pada perlakuan D disebabkan rendahnya kecernaan lemak pada perlakuan D yaitu 34,66% dimana pada kontrol, perlakuan B dan C berturut-turut 50,915%, 47,56% dan 47,63%. Penurunan daya cerna lemak ini menyebabkan penyerapan mineral Ca juga menurun karena penyerapan mineral Ca berhubungan dengan penyerapan lemak. Hal ini sesuai dengan pernyataan Maynard dan Loosli (1985) bahwa lemak dalam jumlah tertentu dapat membantu penyerapan Ca.

Rataan kandungan mineral P plasma darah adalah 8,24-10,80 mg/dl, nilai ini sudah melebihi kisaran normal kadar mineral P plasma darah menurut Church (1979) yaitu 4-9 mg/dl. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa penambahan P memberikan pengaruh yang tidak nyata ($P > 0.05$) dibanding kontrol tetapi cenderung berbeda nyata pada taraf 10% ($P > 0,10$).

Tingginya kadar P plasma darah disebabkan konsentrasi P darah lebih responsif terhadap konsumsi P ransum, seperti yang dikemukakan oleh Maynard dan Loosli (1985) bahwa level P darah lebih responsif terhadap konsumsi P dibanding level Ca darah yang kurang

Pengaruh Penambahan Mineral Ca, P, Mg dan S dalam Ransum Terhadap Status Mineral Pada Kambing Kacang

responsif terhadap konsumsi Ca. Selain itu P yang digunakan dalam ransum memiliki bioavailabilitas (ketersediaan biologis) yang lebih tinggi dibanding Ca, sehingga absorpsi P lebih tinggi dibanding Ca. Seperti pada perlakuan B, C dan D yang mendapatkan penambahan mineral, sumber mineral Ca yang digunakan yaitu CaCO_3 mempunyai bioavailabilitas sedang/menengah, sedangkan sumber mineral P yang digunakan yaitu CaHPO_4 mempunyai bioavailabilitas yang tinggi. Hal ini sesuai dengan pernyataan McDowell (1992a) bahwa ketersediaan biologis CaHPO_4 lebih tinggi dibanding CaCO_3 . Keadaan ini menyebabkan keberadaan mineral P dalam darah lebih tinggi dibanding Ca. Faktor lain yang dapat mempengaruhi status P dalam darah adalah umur ternak. Seperti yang diungkapkan oleh Girindra (1981) bahwa ternak muda mengandung ± 3 mg/dl P lebih tinggi dari ternak dewasa, sehingga status P yang lebih tinggi disebabkan juga karena umur ternak kambing penelitian yang masih muda.

Pada Tabel 3 terlihat bahwa kadar P plasma darah cenderung menurun pada tiap-tiap perlakuan dibanding kontrol, hal ini disebabkan kandungan protein daging pada perlakuan B, C dan D yang semakin meningkat dibanding kontrol (74,39%, 79,81%, 81,52%, dan 83,49%). Fosfor selain berperan dalam pembentukan tulang dan gigi juga berperan dalam sintesis jaringan otot/daging, sehingga P yang teretensi dalam darah semakin menurun pada setiap perlakuan, karena P dimanfaatkan untuk pembentukan jaringan otot. Selain itu hasil analisis daging menunjukkan kadar P daging yang cenderung meningkat pada tiap perlakuan dibanding kontrol (0,73%, 0,74%, 1,04% dan 1,08%). Sebagian P akan bergabung dengan senyawa organik lain dalam bentuk fosfoprotein, nukleoprotein, fosfolipid, fosfokreatin dan hexosa fosfat yang terdapat pada daging dan jaringan syaraf. Seperti pernyataan McDowell (1992b)

bahwa P selain terkonsentrasi pada tulang dan darah juga terdapat pada daging dan jaringan syaraf.

Rataan kandungan Mg dalam plasma darah ternak kambing adalah 4,83 - 5,30 mg/dl. Nilai ini lebih tinggi dari kisaran normal yang dikemukakan oleh Church (1979) yaitu 1,8 - 3 mg/dl tetapi masih berada pada kisaran normal yang dikemukakan oleh Maynard dan Loosli (1985) yaitu 2 - 5 mg/dl. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan memberi pengaruh yang berbeda tidak nyata ($P > 0,05$) terhadap kandungan Mg plasma darah ternak yang diperlakukan.

Berbeda tidaknya perlakuan dibanding kontrol disebabkan penyerapan Mg dipengaruhi oleh kondisi rumen. Martens dan Rayssiguier (1980) menyatakan bahwa penyerapan Mg juga terjadi pada rumen melalui dinding rumen yang dipengaruhi oleh kondisi rumen yang terkait dengan produk-produk fermentasi rumen. Dimana pada penelitian ini didapatkan pH dan NH_3 rumen menunjukkan pengaruh yang berbeda tidak nyata sehingga penyerapan Mg yang terjadi dalam rumen untuk setiap perlakuan juga menunjukkan perbedaan yang tidak nyata.

Kandungan mineral S plasma darah hasil penelitian adalah 1,97 - 2,42 mg/dl. Nilai ini masih berada pada kisaran normal kandungan S plasma darah menurut Church (1979) yaitu 2 - 5 mg/dl. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan penambahan mineral dalam ransum memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap kandungan mineral S plasma darah ternak kambing yang menerima perlakuan.

Berbeda tidak nyatanya perlakuan dibanding kontrol disebabkan daya cerna protein kasar (PK) tidak memberikan pengaruh yang nyata sehingga absorpsi S juga berbeda tidak nyata. Seperti yang dinyatakan oleh McDowell *et.al.* (1982) bahwa S merupakan bagian protein yang

Pengaruh Penambahan Mineral Ca, P, Mg dan S dalam Ransum Terhadap Status Mineral Pada Kambing Kacang

terdapat pada asam amino. Selain itu sintesis protein mikroba yang didapat pada penelitian ini juga berbeda tidak nyata. Seperti yang dinyatakan oleh Hume dan Bird (1970) yang dikutip oleh Church (1979) bahwa S dalam rumen akan bergabung dalam asam amino dan protein mikroba.

Rataan kandungan Ca tulang hasil penelitian berkisar antara 27,64 - 31,48%. Nilai ini lebih rendah dari yang diungkapkan Maynard dan Loosli (1985); McDowell (1992b) bahwa kadar Ca tulang adalah 36%. Namun demikian nilai ini lebih tinggi dari yang diperoleh Pangestu (1995) dimana kandungan Ca tulang kambing yang mendapatkan suplemen mineral berkisar antara 26,37% - 29,39%. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata terhadap kandungan Ca tulang.

Faktor lain yang menyebabkan rendahnya kadar Ca tulang karena adanya interelasi antagonis antara Ca dan S. Penambahan S dalam ransum akan mengakibatkan tingginya konsentrasi sulfat dalam tubuh karena S akan segera dirobah menjadi sulfat di dalam tubuh oleh mikroba rumen. Sulfat yang terbentuk akan mempengaruhi penyerapan Ca seperti yang diungkapkan oleh Tillman dkk (1991) bahwa sulfat dapat mengurangi penyerapan Ca dalam tubuh. Walaupun demikian persentase Ca tulang ini masih normal karena menurut McDowell (1985) yang disitir oleh Prabowo (1993) level kritis Ca tulang adalah <24,5%.

Rataan kandungan mineral P tulang hasil penelitian berkisar antara 18,63% - 23,67%. Nilai ini lebih tinggi dari yang diungkapkan oleh Maynard dan Loosli (1985); McDowell (1992b) bahwa kandungan P tulang adalah 17%. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kandungan P tulang.

Tingginya kandungan P tulang karena tingginya absorpsi P pada saluran pencernaan hal ini dapat dilihat dari kadar P pada plasma darah yang juga relatif tinggi. Sebagian P akan dideposit dalam tulang sehingga P dalam tulang juga relatif tinggi. Seperti yang dikemukakan oleh Church (1979) bahwa darah berfungsi sebagai lalu lintas Ca dan P dalam tulang baik untuk deposit maupun untuk metabolismenya. Selain itu tingginya kadar P tulang ini untuk mengimbangi kadar Ca tulang yang juga lebih tinggi.

Berbeda tidak nyatanya perlakuan B dan C dibanding kontrol disebabkan konsentrasi P plasma darah yang juga relatif tinggi sehingga terefleksi pada P tulang. Seperti yang dinyatakan oleh McDowell (1992b) bahwa deposit P pada tulang terjadi melalui perantaraan pembuluh darah. Selain itu aktivitas metabolik yang lebih rendah pada kontrol, perlakuan B dan C dibanding perlakuan D mengakibatkan deposit P pada tulang lebih tinggi karena tidak didukung oleh aktivitas metabolik yang tinggi pula.

Berbeda nyatanya perlakuan D dibanding kontrol, perlakuan B dan C disebabkan karena pada perlakuan D mendapat suplemen S sehingga hasil metabolisme yang terlihat dari pertambahan bobot badan, kadar protein daging dan retensi N paling tinggi dibanding perlakuan lain. Untuk mendukung proses metabolisme tersebut dibutuhkan P yang berperan dalam proses metabolisme zat-zat makanan khususnya metabolisme protein. Seperti yang dinyatakan oleh McDowell (1992b) bahwa P berfungsi dalam metabolisme protein, dengan adanya ikatan fosfat berenergi tinggi (ATP) akan menyediakan energi sehingga reaksi metabolik dapat berjalan. Akibatnya deposit P menjadi lebih rendah karena P telah digunakan untuk proses metabolisme.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penambahan mineral Ca, P, Mg dan S dalam ransum menyebabkan status mineral Ca, P dan Mg dalam plasma semakin menurun sedangkan S tidak. Status mineral Ca dan P dalam tulang juga mengalami penurunan, namun status mineral ini secara angka masih berkisar normal.

DAFTAR PUSTAKA

- Curch, D. C. 1979. Digestive Physiology and Nutrition of Ruminant. Vol. 2nd Eds. Oxford Press. Portland, Oregon.
- Cole, H. L. 1966. Instruction of Livestock Production. W. H. Freeman and Co, San Fransisco.
- Cullison, A. E. 1982. feed and Feeding. 3rd Ed. Preston Publishing Co. Inc. Virginia.
- Devendra, C dan M. Burns. 1994. Produksi Kambing di Daerah Tropis. Penerbit ITB Bandung dan Universitas Udayana. Bandung.
- Fick, K. R., L. R. McDowell., P. H. Milles., N. S. Wilkingon., J. D. Funk and J. H. Conrad. (1979). Method of mineral analisis for plant and animal tissues. 2nd Ed. University of Florida. Gainesville Florida.
- Ganong, W. F. 1979. Review of Medical Physiology. 9th Ed. Large Medical Publication. California.
- Georgievskii, v. I., B. N. Annekov and V. T. Samukhin. 1982. Mineral Nutrition of Animal. First Pub In English. Butterworth, London.
- Girindra, A. 1981. Patalogi Klinik I. Departemen Biologi Fakultas Hewan IPB, Bogor. 27-60.
- Karto, A. A. 1999. Peran dan kebutuhan Sulfur pada ternak ruminansia. Wartazoa Buletin Ilmu Peternakan Indonesia. Vol. 8 No. 2. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Departemen Pertanian.
- Kincaid, R. 1988. Macro element for ruminants. Dalam Church, D. C. (Ed). The Ruminant Animal Digestive Fisiology and Nutrition. A Reston Book Prentice Hall. Englewood Cliffe. New Jersey.
- Kleiber, M. 1961. The fire of Life. John Willey and sons Inc. New York, London.
- Larvor, P. 1983. Dalam Riss, P. M. (Ed). Dynamic Biochemistry of Animal Production. Elsevier Science Publisher. Amsterdam, New York.
- Mardiah. 2001. Pengaruh pemberian daun gamal (*Gliricidia maculata*) dan daun lamtoro (*Leucaena leucocephala*) terhadap pencernaan zat makanan ternak kambing lokal.
- Martens, H and Y. Rayssiguier. 1980. In : Y. Ruckebush and P. Thivend (Eds). Physiology and Metabolism in Ruminants. AVI Publishing Co, Inc. Wesport, CT. Pp. 447-466.
- Maynard, L. A., J. K. Loosli., H. F. Hintz., R. G. Warner. 1985. Animal Nutrition. 7th Ed. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited. New Delhi.
- McDonald, P., R. A. Edward and J. F. D. Greenhailh. 1988. Animal Nutrition. 4th Ed. Longman Scientific and Technical. John Willey and Sons Inc. New York.
- McDowell, L. R., J. H. Conrad., G. L. Ellis and J. K. Loosli. 1982. Minerals for Grazing Ruminants in Tropic Regions. USAID Bulletin, Florida. USA.
- McDowell, L. R. 1992a. Proper mineral suplement of livestock diets essential. Feedstuff. Ed November 2, 1992. P. 11-13.

Pengaruh Penambahan Mineral Ca, P, Mg dan S dalam Ransum Terhadap Status Mineral Pada Kambing Kacang

- _____. 1992b. Minerals in Animal and Human Nutrition. Academic Press, INC. San Diego.
- NRC. 1981. Nutrient requirement of Goats : Angora, Dairy and Meat Goats In Temperate and Tropical Countries. National Academy Press, Washington DC.
- _____. 1984. Nutrient requirement of Ruminant Livestock. National Academy of Science, Washington DC.
- Okmal. 1993. Manfaat leguminosa pohon sebagai suplemen protein dan minyak kelapa sebagai agensia defaunasi dalam ransum pertumbuhan domba. Tesis Program Pascasarjana KPK IPB-Unand. Padang.
- Pangestu, E. 1995. Status mineral dan respon ternak kambing yang mendapatkan suplemen mineral. Prosiding Pertemuan Ilmiah Komunikasi dan Penyaluran Hasil Penelitian. Sub Balitnak Klepu, Semarang. P : 155-166.
- Prabowo, A. 1993. Evaluation of mineral status of goats in South Sulawesi. In : Subandriyo and R. M. Gatenby (Eds). Advances in Small Ruminant Research in Indonesia. Proceeding of a Workshop Held at the Research Institute for Animal Production. Ciawi-Bogor, Indonesia. August 3-4, 1993.
- Prabowo, A., A. Djawanegara dan K. Diwyanto. 1997. Nutrisi mineral pada ternak ruminansia. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 16 (2) : 53-64.
- Statistik Peternakan Sumbar. 1999. Laporan tahunan Dinas Peternakan Provinsi Sumatera Barat.
- Steel, R. G. D. Dan H. Torrie. 1993. Prinsip dan Prosedur Statistika Suatu Pendekatan Biometrik. Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Susetyo, S., I. Kismono dan B. Suwardi. 1969. Hijauan Makanan Ternak. Direktorat Peternakan Rakyat. Direktorat Jenderal Peternakan. Departemen Pertanian, Jakarta.
- Sutardi, T. 1980. Ikhtiar Ruminologi. Departemen Ilmu Makanan Ternak. IPB, Bogor.
- _____. 1980b. Landasan Ilmu Nutrisi. Jilid 1. Departemen Ilmu Makanan Ternak. Fakultas Peternakan IPB, Bogor.
- Tillman, A. D., H. Hartadi, S. Reksohadiprojo., S. Prawirokusumo dan S. Lebosoejo. 1991. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Van Soest, P. J. 1982. Nutritional Ecology of The Ruminant Metabolism Nutrition strategies, The Cellulolytic Fermentation and Chemistry of Forages and Plant Fiber. Cornell University. O & B Book Inc. Oregon, USA.
- Warly, L. 2003. Status mineral makro pada hijauan dan ternak kambing di Sumatera Barat. Jurnal Peternakan dan Lingkungan. Vol. 9. No.1. Pebruari 2003. Padang.