

DAFTAR PUSTAKA

- Danuwidjaja, D., 1983. Pola Dasar dan Pola Umum Kebijakan Operasional Pembangunan Peternakan. Penataran Peningkatan Kemampuan Tenaga Pengajar Dalam Penulisan, 1983-1984. Fak. Peternakan UGM Yogyakarta.
- Johansson, I., and J. Rendel., 1968. Genetics and Animal Breeding. W.H. Freeman and Company, SAN FRANCISCO.
- Bush, J.L., 1949. Animal Breeding Plans, 3rd. ed. Ames. The Iowa State Collage Press.
- Lasley, J.E., 1972. Genetic of Livestock Improvement, Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs. New York Jersey.
- Mc Dowell, R.E., 1972. Improvement of Livestock Production in Farm Climate. W.N. Freeman and Company, San Francisco.
- Martojo, H., 1976. Pengaruh Genetis dalam Peningkatan Mutu ternak Indonesia Melalui Inseminasi Buatan. Paper yang disampaikan pada Kursus Inseminasi Buatan, 12 Januari s/d 8 Februari 1976 di Ungaran Jawa Tengah. Direktorat Bina Sarana Usaha Peternakan Direktorat Jendral Peternakan.
- Martojo, H., 1979. Beberapa Pemikiran Mengenai Perbaikan Mutu Genetik Unggas Dalam Peternakan Tradisional. Proceedings Seminar Penelitian dan Penun ang Pengembangan Peternakan, Bogor 5-8 Nopember 1979.
- Pirchner, F., 1969. Population Genetics in Animal Breeding. W.H. Freeman and Company, Sanfrancisco.
- Rice, V.A., F.N. Andrews, E.J. Warwick and J.E. Legates., 1957. Breeding and Improvement of Farm Animals. Mc Graw Hill Book Company, Inc. Kogakhusa Co., Ltd. Tokyo.
- Winters, L.M., 1967. Animal Breeding, 5th. ed. John Wiley & Sons Inc. New York.
- Warwick, E.J., M. Astuti dan W. Hardjosubroto, 1983. Pemuliaan Ternak. Fak. Peternakan UGM Yogyakarta Gadjah Mada University Press.

HUBUNGAN KANDUNGAN MINERAL ANTARA TANAH, TANAMAN DAN TERNAK

Gono Semiadi *)

ABSTRAK

Rendahnya unsur mineral yang ada pada tanah dan tanaman di daerah padang rumput tropika menjadi salah satu penyebab dari rendahnya tingkat produksi dan reproduksi ternak. Ternak memperoleh kebutuhan unsur mineral dari 3 sumber yaitu tanah, tanaman dan air. Dalam tubuh, unsur mineral berfungsi sebagai pembangun organ tubuh, stabilisator pH, permeabilitas membran dan jaringan serta sebagai katalisator enzim dan hormon. Hubungan kandungan mineral diantara tanah dengan tanaman adalah rendah, walau unsur mineral tanaman sebagian besar diperoleh dari tanah. Hubungan kandungan mineral antara tanaman dengan ternak adalah erat, sebab dari tanaman, ternak memperoleh sebagian besar kebutuhan unsur mineral.

Pendahuluan

Mineral merupakan salah satu unsur yang sangat penting bagi semua jenis ternak dan berpengaruh pada produksi ternak. Dari 90 unsur mineral yang ada, 26 diantaranya diketahui dibutuhkan oleh ruminan dan hanya 15 yang masuk dalam katagori sangat dibutuhkan (Underwood, 1977).

Khususnya pada ruminan ternak mendapatkan kebutuhan unsur mineral dari tiga sumber: 1) tanaman, yang mana sebagian besar ruminan memperolehnya; 2) tanah, yang mana mineral masuk dalam sistim alat pencernaan secara tidak langsung pada saat ternak merumput dan 3) air, dimana dalam jumlah kecil terdapat mineral yang essensial bagi ternak (Whitehead, 1966; Mc Dowell *et al.*, 1983).

Ketidak seimbangan kandungan mineral antara tanah dan tanaman di daerah tropika, sering kali menjadi penyebab rendahnya tingkat produksi dan reproduksi ternak. Hal ini terutama terjadi di daerah padang rumput (Houser *et al.*,

*) Staf PUSLITBANG BIOLOGI-LIPI, BOGOR.

1978). Selain itu, gangguan yang umum terjadi adalah *depigmentasi*, lambatnya laju pertumbuhan, rontoknya bulu, gangguan kulit, diare, *anemia*, hilangnya nafsu makan, pertumbuhan tulang yang tidak sempurna, rendahnya fertilitas dan seringnya keguguran. Gangguan tersebut pada ternak dapat dijadikan sebagai tanda adanya defisiensi mineral (Hegsted, 1964 dan Mc Dowell, 1976).

Untuk memahami hubungan yang ada diantara kandungan mineral pada tanah, tanaman dan ternak, maka perlu disajikan beberapa hasil penelitian yang pernah dilakukan.

Fungsi Mineral

Unsur mineral dalam jaringan tubuh umumnya terkandung dan dibutuhkan dalam tingkat yang rendah. Semua unsur mineral akan menjadi racun bila diberikan dalam jumlah yang tinggi dan dalam jangka waktu yang cukup lama. Demikian pula respon terhadap dosis yang diberikan umumnya memperlihatkan pengaruh yang cukup cepat (Salisbury dan Ross, 1985).

Fungsi mineral di dalam tubuh terbagi dalam tiga kategori : 1) sebagai unsur pembangun komponen organ tubuh dan jaringan, dimana unsur Ca, P, Mg dan Si dijumpai

dalam tulang dan gigi sedangkan P dan S di protein otot; 2) pengatur keseimbangan pH, permeabilitas membran dan jaringan, dimana unsur Na, K, Cl, Ca dan Mg akan dijumpai dalam darah, cairan *cerebral spinal* dan cairan dalam sistim pencernaan dan 3) sebagai katalisator enzim dan sistim hormonal (Gilbert, 1957; Underwood, 1981).

Macam dan tingkat produksi ternak, umur, susunan tubuh, tingkat konsumsi, jenis ternak, dan kemampuan adaptasi pada musim berpengaruh terhadap tingkat kebutuhan mineral. Pada domba jantan, unsur Zinc dibutuhkan dalam jumlah tinggi untuk proses spermatogenesis dan perkembangan testis dibandingkan untuk kebutuhan pertumbuhan (Gilbert 1957; Underwood, 1981).

Dari 15 unsur mineral, yang pokok dibutuhkan oleh ternak terbagi atas 7 unsur makro dan 8 unsur mikro. Unsur makro adalah Kalsium (Ca), Sodium (Na), Phospos (P), Chlorine (Cl), Potasium (K), Magnesium (Mg) dan Sulfur (S). Sedangkan unsur mikro adalah Cobalt (Co), Copper (Cu), Jodium (I), Besi (Fe), Mangan (Mn), Moli-denum (Mo), Selenium (Se) dan Zinc (Zi) (Underwood, 1977). Kebutuhan akan masing-masing unsur mineral sangat tergantung pada jenis ternak, seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kebutuhan Mineral Pada Ternak dan Tanaman Dalam Berat Kering (dari berbagai sumber).

Unsur Mineral	Sapi Perah	Sapi Pedaging	Domba	Tanaman Tingkat Tinggi
Makromineral (%)				
Ca	0.54	0.18 - 0.53	0.21 - 0.52	0.31 - 0.36
Mg	0.20	0.05 - 0.25	0.04 - 0.08	0.20
P	0.38	0.18 - 0.37	0.16 - 0.37	0.20
K	0.80	0.50 - 0.70	0.50	1.00
Na	0.18	0.01 - 0.06	0.04 - 0.10	5.60
S	0.20	0.08 - 0.15	0.14 - 0.26	0.10
Mikromineral (ppm)				
Co	0.10	0.07 - 0.10	0.10	5.40
Cu	4.0 - 10.0	4.00 - 10.0	5.00	6.00
I	0.50	0.20 - 2.00	0.10 - 0.80	
Mn	40.00	20.00	20.0 - 40.0	50.00
Se	0.10	0.10	0.10	
Fe	51.00	20.00	30.0 - 50.0	100.00
Mo	0.01	0.01	0.05	0.10
Zn	40.00	20.00 - 40.0	30.0 - 50.0	20.00

Hubungan Mineral Pada Tanah Dengan Tanaman

Reid dan Horvath (1980) melaporkan adanya hubungan yang sangat rendah diantara kandungan mineral yang ada pada tanaman dengan kandungan mineral yang ada dalam tanah. Lindsay (1972) menyatakan bahwa dari sejumlah unsur mineral yang terkandung dalam tanah, hanya sebagian kecil yang dimanfaatkan oleh tanaman. Suatu penelitian di Guatemala yang mengamati komposisi mineral pada pe-
pelbagai tanaman makanan ternak yang ada dilaporkan bahwa kandungan mineral berbeda dari musim ke musim dan koefisien korelasi antara unsur mineral dalam tanah dengan yang ada dalam tanaman sangat rendah. Hal ini menunjukkan bahwa walaupun tanaman mendapatkan unsur mineral dari tanah, namun hasil analisa kandungan mineral dalam tanah tidak dapat dipakai sebagai nilai pen-
duga dalam memenuhi kebutuhan mineral bagi tanaman (Tejada, 1984).

Kandungan mineral dalam tanaman dipengaruhi dan tergantung pada interaksi antara sejumlah faktor yang mencakup musim, jenis tanah, iklim, jenis tanaman, umur tanaman, tingkat produksi tanaman dan interaksi yang ada diantara padang penggembalaan dengan ternak yang ada (Nelson *et al.*, 1968; Gomide *et al.*, 1969). Faktor lain yang mempengaruhi kandungan mineral dalam tanaman adalah 1) adanya formasi geologi alkaline dan masih mudanya umur formasi, akan diperoleh lebih banyak unsur mineral dibandingkan pada formasi tanah berpasir dan asam, 2) curah hujan dan suhu yang tinggi yang pada umumnya menyebabkan terjadinya pencucian dan pengikisan permukaan tanah sehingga mengurangi ketersediaan unsur mineral bagi tanaman, 3) sistem pengairan yang jelek seringkali meningkatkan unsur Mn dan Ca dan 4) peningkatan pH yang akan mempengaruhi ketersediaan dan pengangkutan beberapa unsur mineral seperti Fe, Mn, Cu, Co, Mo dan Se oleh tanaman (Mitchell *et al.*, 1957; Pfander, 1971).

Hubungan Mineral Pada Tanaman Dengan Ternak

Calcium dan Phosphor

Di alam, unsur P umumnya merupakan unsur yang sangat terbatas karena rendahnya kandungan yang ada dalam tanah (Mc Dowell *et al.*, 1983). Pada kebanyakan tanaman, unsur P berada dalam bentuk *phytates* yang tergabung dengan unsur metal lainnya sehingga sulit dimanfaatkan oleh ternak (Nelson *et al.*, 1968; Preston *et al.*, 1977). Underwood (1981) melaporkan bahwa kekurangan unsur Ca umumnya lebih sedikit dibandingkan dengan kekurangan unsur P, karena tingginya kandungan Ca dibandingkan unsur P pada daun dan batang tanaman.

Beker *et al.* (1965) melaporkan bahwa komposisi mineral rumput *Aristida stricta* mempunyai kandungan Ca : 0.21 persen dan unsur P : 0.10 persen pada padang rumput yang dikelola secara baik dan 0.13 persen unsur Ca dan 0.12 persen unsur P pada padang rumput liar. Hasil peng-

amatan di Afrika Selatan menunjukkan konsentrasi P berkisar antara 0.12–0.17 persen pada musim penghujan dan 0.05–0.07 persen di musim kering. (Du Toit *et al.*, 1940). Blue (1969) melaporkan bahwa ratio Ca dan P pada tanaman meningkat dari 4 : 1 di awal musim kering menjadi 10 : 1 di akhir musim kering. Terlihat pula bahwa dibandingkan dengan unsur P, konsentrasi Ca relatif stabil sepanjang tahun, dimana unsur P menurun tajam di saat musim kering.

Pengamatan di Brazil menunjukkan rata-rata kandungan unsur P dalam tanaman sebesar 0.2 persen disaat musim penghujan dan 0.08 persen di musim kering. Walau demikian, tingkat kandungan Ca relatif tetap tinggi yaitu 0.67 persen di musim penghujan dan 0.34 persen di musim kering (Souza, 1978). Winter *et al.* (1977) yang melakukan pengamatan pada padang rumput-legume di Australia menyatakan bahwa kandungan unsur P berubah tergantung musim, dari 0.41 persen di musim penghujan menjadi 0.04 persen diakhir musim kering. Walau demikian, Underwood (1966) menegaskan bahwa defisiensi unsur Ca termasuk jarang terjadi pada sapi perah yang digembalakan kecuali pada sapi perah yang memproduksi sangat tinggi atau sapi perah yang digembalakan pada tanah berpasir dan asam, dimana tidak dijumpai tumbuhan legume.

Phosphor, Selenium dan Sulfur

Carter *et al.* (1972) melaporkan bahwa konsentrasi unsur P dalam tanaman menaik seimbang dengan unsur Se, yang merupakan unsur penting dalam mencegah pengerutan otot (*muscular dystrophy*) pada domba dan sapi.

Allanway dan Hodgson (1964) melaporkan adanya hubungan yang langsung diantara unsur Se dalam tanaman dengan letak geografi pada daerah yang mengalami *muscular dystrophy*. Pada daerah dimana ditemukan penyakit *white muscular*, unsur Se pada umumnya lebih rendah dari 0.1 ppm. Walau demikian, Shirley *et al.* (1966) melaporkan tidak adanya hubungan diantara pengaruh penambahan unsur Se pada sapi dara yang digembalakan pada padang rumput yang rendah unsur Se nya.

Potasium, Sodium, Kalsium dan Magnesium

Pada suhu yang tinggi penyerapan unsur Mg dan Ca oleh tanaman akan tinggi pula dimana pada tanah yang rendah tingkat kelembabannya dapat menurunkan unsur K & P dalam tanah dan menurunkan pengangkutan unsur Ca & Mg oleh tanaman (McNaught, 1970). Lal dan Taylor (1970) melaporkan bahwa peningkatan sistem pengairan tanah akan meningkatkan daya angkut unsur K di tanah dapat merubah komposisi botani dari padang rumput dan mempengaruhi ketersediaan hijauan bagi ternak yang digembalakkannya (Reid and Horvath, 1980).

Ternak yang digembalakan membutuhkan 0.6 – 0.8 persen unsur K, yang mana cukup tinggi dibandingkan dengan kebutuhan unsur mineral lainnya (NRC, 1976). Dan tanaman pada umumnya mengandung unsur K lebih banyak dari unsur mineral lainnya (Black, 1968).

Karena tanaman mengandung unsur K yang lebih dibandingkan unsur mineral lainnya, maka jarang ditemukan

adanya defisiensi unsur K pada ternak. Tetapi untuk daerah tropis, Souza (1978) menyatakan bahwa kekurangan unsur K dapat terjadi pada musim kering yang berkepanjangan. Juga unsur K seringkali rendah karena pencucian tanah oleh tingginya curah hujan (Blue, 1974; Rhue and Street, 1980).

Kebutuhan sodium diperkirakan sekitar 0.06 persen bagi semua jenis ternak (NRC, 1976). Loosli (1978) melaporkan bahwa defisiensi Na lebih banyak terjadi pada ternak yang digembalakan di padang rumput yang dipupuk berat dengan unsur K yang mana akan menurunkan pengangkutan unsur Na oleh rerumputan. Bila defisiensi Na pada padang rumput terjadi, sapi perah yang tengah laktasi akan terkena akibat lebih awal karena kebutuhan akan unsur Na yang tinggi guna produksi susunya.

Pada kebanyakan padang rumput, di luar musim semi, umumnya mengandung cukup unsur Mg (NRC, 1980). McDowell *et al.*, (1978) menyatakan bahwa konsumsi unsur Mg sejumlah 0.2 persen dari bahan kering telah cukup guna memenuhi kebutuhan bagi semua jenis sapi yang digembalakan.

Besi, Molybdenum dan Copper

Berry dan Reisenauer (1967) menemukan bahwa pada tanaman yang kekurangan unsur Mo menunjukkan pula adanya penurunan dalam pengangkutan unsur Fe. Diketahui bahwa kandungan unsur Mo yang tinggi akan menurunkan pula penyerapan unsur Fe.

NRC (1976) memperkirakan kebutuhan unsur Fe pada sapi yang mengalami pertumbuhan dan penggemukan yakni sekitar 10 ppm. Davis (1954) dan Moore (1964) melaporkan bahwa kandungan Fe sebesar 5 ppm telah mencukupi kebutuhan bila kandungan Mo kurang dari 1 ppm, tetapi bila padang rumput mengandung 2 - 3 ppm Mo, ketersediaan Fe paling tidak sebesar 10 ppm. Pemberian pakan dengan kandungan Mo yang lebih tinggi dari 3 ppm mengakibatkan defisiensi Fe pada ternak bila tidak diberikan cukup unsur Cu pada tingkat 50 ppm atau lebih. Secara umum dapat dikatakan bahwa defisiensi akan unsur Fe sangat jarang terjadi pada ternak yang digembalakan karena umumnya kandungan Fe lebih dari cukup tersedia baik dalam tanaman maupun tanah (Mc Dowell *et al.*, 1978). Tetapi pada sapi yang diberi jerami dalam jangka waktu yang lama kemungkinan besar terjadinya defisiensi Fe adalah tinggi (Mc Dowell *et al.*, 1983).

Cunha (1973) melaporkan, dengan pengecualian pada unsur P, kekurangan unsur Co merupakan hal yang paling riskan pada ternak yang digembalakan. Defisiensi unsur Co terjadi bila level Mo melebihi 3 ppm, dan Cu dibawah 5 ppm. Miltmore dan Mason (1971) menyimpulkan kejadian defisiensi Cu akan terjadi bila imbalanced Cu-Mo lebih rendah dari 2 : 1.

Mangan dan Cobalt

Sebagian besar tanaman mengandung unsur Mn sekitar 30 ppm atau lebih. Hal ini tampaknya lebih dari mencukupi bagi kebutuhan ternak, khususnya sapi dewasa

dan sapi dara yang membutuhkan sebesar 10 - 20 ppm (NRC, 1976).

Dyer *et al* (1964) melaporkan bahwa sapi yang diberi pakan dengan kandungan Mn 16 ppm dan Ca sesuai dengan kebutuhan, akan melahirkan anak sapi dengan cacat pada kaki, dimana sapi yang diberi pakan dengan kandungan Mn 56 ppm dan unsur Ca sesuai dengan kebutuhan, akan melahirkan anak sapi yang normal.

Hartmans (1974) menunjukkan bahwa kandungan protein, Cu, P dan K pada tanaman bersifat berlawanan dengan tingkat konsumsi dan pemakaian unsur Mn oleh ternak. Tingginya kandungan Mn akan menurunkan Co yang sebenarnya penting dalam pembentukan vitamin B-12 di dalam rumen. Unsur Co bersama-sama dengan Na, P dan Cu dapat menjadi penghambat tingkat produksi ternak. Kandungan unsur tersebut umumnya rendah di daerah vulkanik dan tanah jenis liat berpasir. Tanah liat juga dapat menurunkan tingkat pengangkutan unsur Co oleh tanaman yang mana cukup mempengaruhi akan kebutuhan unsur tersebut oleh ternak yang memakannya. NRC (1976) melaporkan bahwa kebutuhan minimum unsur Co pada sapi adalah 0.05-0.10 ppm. Mc Kenzie (1975) melaporkan bahwa daerah yang tinggi akan kandungan Mn umumnya rendah akan unsur Co. Houser *et al* (1978) berpendapat daerah yang kandungan Co-nya kurang dari 0.10 ppm termasuk dalam kategori defisiensi.

Kategori tersedianya unsur Co dalam tanaman bagi ternak dapat terbagi atas tiga kelompok yaitu, pada tingkat 0.04-0.07 ppm, tidak memenuhi bagi kebutuhan ternak, tingkat 0.07 ppm merupakan batas terendah bagi kebutuhan ternak dan tingkat 0.10 - 0.30 ppm merupakan kebutuhan standar dan dapat meningkatkan produksi ternak (Lateur, 1962).

Zinc

NRC (1976) melaporkan bahwa sebagian besar bahan pakan mengandung unsur Zn sekitar 15-30 ppm dan pada sapi pedaging dibutuhkan 20-30 ppm. Walau demikian, Underwood (1977) menegaskan, sebagaimana halnya unsur P, konsentrasi unsur Zn cenderung menurun selaras dengan meningkatnya umur tanaman. Ozane (1955) dan Sharma *et al* (1968) menyimpulkan bahwa tingginya kandungan N dan P dalam tanah cenderung akan menekan pengangkutan unsur Zn oleh tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Allanway, W.H and J.F Hodgson. 1964 *Selenium in Forages as Related to Geographic Distribution of Muscular Dystrophy in Livestock*. J. Animal Science 23:271.
- Beker, R.B., J.R. Henderson and R.B Leighty. 1965. *Mineral Malnutrition in Cattle*. Florida Agr. Exp. Sta. Bull. no. 699. Univ. of Florida. Gainesville.
- Berry, J.A and H.M Reisenauer. 1967. *The Influence of Molybdenum on Iron Nutrition in Tomatoes*. Plant and Soil Sci. J. 32: 303.

- Black, C.A. 1968. *Soil and Plant Relationship* (2nd Edit.) John Wiley and Sons Inc. New York.
- Blue, W.G. 1969. *Dry Season Deterioration of Forage Quality in the Wet - Dry Tropics*. Soil Crop Sci. Soc. Proc. 29 : 24.
- Blue, W.G. 1974. *Management of Ultisols and Oxisols. Soil in the Wet-Dry Tropics*. Soil Crop Sci. Soc. Florida Proc. 33 : 126.
- Carter, D.L., C.W. Robinson and M.J. Brown. 1972. *Effects of Phosphorus Fertilization on the Selenium Concentration in Alfalfa*. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 36 : 624.
- Cunha, T.J. 1973. *Recent Development in Mineral Nutrition. A Look at the Highlights of Research Involving the Mineral Requirements for Swine, Beef Cattle and Horses*. Feedstuffs 45 : 27.
- Davis, G.K. 1954. *Animal Requirements and Pasture Sources of Trace Elements in Florida*. Soil Crop Sci. Soc. Fla. Proc. 14 : 591.
- Du Toit, P.J., J.G. Louw and A.I. Malan. 1940. *A Study of the Mineral Content and Feeding Values of Natural Pastures in Union of South Africa*. Onderspoort J. Vet. Res. 14 : 123.
- Dyer, I.A., W.A. Cassat and R.R. Rao. 1964. *Manganese Deficiency in the Etiology of Deformed Calves*. Bio-science 14 : 123.
- Gilbert, F.A. 1957. *Mineral Nutrition and the Balance of Life*. Univ. of Oklahoma Press.
- Gomide, J.A., C.H. Noller., G.O. Mott., J.H. Conrad and D.L. Hill. 1969. *Mineral Composition of Six Tropical Grasses as Influenced by Plant Age and Nitrogen Fertilization*. Agron. J. 61 : 120.
- Hartmans, J. 1974. *Tracing and Treating Mineral Disorders Under Field Conditions*. Trace Element Metabolism Symposium Proceedings. University Park, Baltimore.
- Hegsted, D.M. 1964. *Calcium, Phosphorus and Magnesium*. In: Modern Nutrition in Health and Disease. M.G. Wohl and R.S. Goodhart (edit.) Lea and Febiger Publish. Philadelphia. 259-277.
- Houser, R.H., K.R. Fick and L.R. Mc Dowell. 1978. *Cobalt in Ruminant Nutrition*. In: Latin American Symposium on Mineral Nutrition Research With Grazing Ruminants. J.H. Conrad, L.R. Mc Dowell (Ed.). Univ. of Florida. Gainesville.
- Lal, R. and G.S. Taylor. 1970. *Drainage and Nutrient Effect in a Field Lysimeter Study 2. Mineral Uptake by Corn*. Soil Sci. Soc. Amer. proc. 34:245.
- Lateur, J.P. 1962. *Cobalt Deficiency and Subdeficiencies in Ruminants*. Centre D'Informatio du Cobalt. Brussels.
- Lindsay, W.L. 1972. *Inorganic Phase Equilibria of Micronutrients in Soils*. In: Micronutrients in Agriculture. J.J. Mortvedt., P.M. Giodano and W.L. Lindsay (edit.) Soil Sci. Soc. Amer. Inc. Madison.
- Loosli, J.K. 1978. *Mineral Problems as related to Tropical Climates*. In: Latin American Symposium on Mineral Nutrition Research With Grazing Ruminants. J.H. Conrad and L.R. Mc. Dowell (Ed.). Univ. of Florida. Gainesville.
- Mc. Dowell, L.R. 1976. *Mineral Deficiencies and Toxicities and Their Effects on Beef Production in Developing Countries*. In: Beef Cattle Production in developing Countries. A.J. Smith (Ed.). Univ. of Edinburgh. Scotland.
- Mc. Dowell, L.R., R.H. Houser and K.R. Fick. 1978. *Iron, Zinc and Manganese in Ruminant Nutrition*. In: Latin American Symposium on Mineral Nutrition Research With Grazing Ruminants. J.H. Conrad and L.R. Mc. Dowell (Ed.). Univ. of Florida. Gainesville.
- Mc. Dowell, L.R. J.H. Conrad., G.L. Ellis and J.K. Loosli. 1983. *Mineral for Grazing Ruminants in the Tropical Regions*. USDA Bull. no. 84.
- Mc. Kenzie, R.M. 1975. *The Mineralogy and Chemistry of Soil Cobalt*. Proc. of the Jubilee Symposium of Waite Agr. Institute. Australia.
- Mc. Naught, K.J. 1970. *Diagnoses of Mineral Deficiencies in Grass Legume Pastures by Analysis*. Proc. of the XI Intergrassland Congress. Queensland, p. 334.
- Mitchell, R.L., J.W.S. Reith and I.M. Johnson. 1957. *Trace Element Uptake in Relation to Soil Content*. J. Sci. Food Agr. 8: 51 (Suppl.)
- Miltmore, R.E. and J.L. Mason. 1971. *Copper to Molybdenum Ratio and Copper Concentration in Ruminant Feeds*. Canadian J. Anim. Sci. 51:193.
- Moore, C.V. 1964. *Iron and Essential Trace Element*. In: Modern Nutrition in Health and Disease. M.G. Wohl, and R.S. Goodhart. Lea and Febiger. Philadelphia.
- National Research Council (NRC). 1976. *Nutrient Requirements of Domestic Animals*. In: Nutrient Requirement of Beef Cattle. National Academy of Science. Washington. D.C.
- . 1980. *Mineral Tolerance of Domestic Animals*. National Academy of Science. Washington D.C.
- Nelson, T.S., L.W. Ferrara and N.L. Starer. 1968. *Phytates and Phosphorus Contents of Feed Ingredients Derived From Plants*. Poul. Sci. 47:1372.
- Ozane, P.G. 1955. *The Effect of Nitrogen on Zinc Deficiency in Subterranean clover*. Australian J. Biol. Sci. 8:47.
- Pfander, W.H. 1971. *Animal Nutrition in Tropics Problems and Solution*. J. Anim. Sci. 33:843.
- Preston, R.C., N.L. Jacobson., K.D. Wiggers., N.H. Wiggers and G.N. Jacobson. 1977. *Phosphorus in Ruminant Nutrition*. National Feed Ingredients Association. Iowa.

- Reid R.C. and Horvarth. 1980. *Soil Chemistry and Mineral Problems in farm Livestock. A. Review.* Anim. Feed Sci. Techal. 5:95.
- Rhue and Street. 1980. *Potassium: A Primary Plant Nutrient.* Soil Science Fact Sheet SL-34. Univ. of Florida. Gainesville.
- Salisbury, E.B. and C.W. Ross. 1985. *Mineral Nutrition in Plant Physiology.* Wadsworth Publ. Co. California.
- Sharma K.C., B.A. Krontz and A.C. Brown. 1968. *Interaction of Phosphorus and Zinc on Two Dwarf Wheats.* Agro. J. 60:329.
- Shirley, R.L., L.M. Koger., H.L. Champman., P.E. Loggins., R.W. Kidder and J.F. Easley. 1966. *Selenium and Weaning Weights of Cattle and Sheep,* J. Anim. Sci. 25:648.
- Souza J.C. 1978. *Interaction Among Minerals Level in Soils Forage and Animal Tissues on Ranches in Northern Mato Grasso-Brazil.* Dissert. Univ. of Florida. Gainesville.
- Tejada, R. 1984. *Evaluation of the Mineral Status of Cattle in Specific Regions in Guatemala.* Dissertation. Univ. of Florida. Gainesville.
- Underwood, E.J. 1966. *The Mineral Nutrition of Livestock.* The Central Press. Aberdeen.
- 1977. *Trace Elements in Human and Animal Nutrition.* Academic Press. New York.
- 1981. *Mineral Nutrition of Livestock.* Commonwealth Agriculture Beaureux Australia.
- Whitehead D.C. 1966. *Nutrient Minerals in Grassland Herbage.* Commonwealth Bureau, Pasture Field Crops Mimeo Publication No. 1-1966. Farnham Royal. Bucks.
- Winter, W.H., L.A. Edye., R.G. Megarrity and W.T. Williams. 1977. *Effect of Fertilizer and Stocking Rates on Pasture and Beef Production From Sown Pasture in Northern Cape York Peninsula.* Australia J. Exp. Agr. Anim. Husbn. 17:10.