II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistem Pencernaan pada Ternak Ruminansia

Pencernaan adalah rangkaian proses perubahan fisik dan kimia yang dialami bahan makanan di dalam saluran pencernaan ternak ruminansia. Proses pencernaan makananya relatif lebih kompleks bila dibandingkan dengan proses pencernaan pada jenis ternak non ruminansia. Menurut Sutardi (1979), proses pencernaan ternak ruminansia terjadi secara mekanis (di dalam mulut), secara fermentatif (oleh enzim-enzim pencernaan). Sedangkan menurut Church (1979), pencernaan fermentatif pada ternak ruminansia terjadi dalam rumen (retikulo-rumen) berupa perubahan-perubahan senyawa tertentu menjadi senyawa lain yang sama sekali berbeda dari molekul zat makanan asalnya.

Organ pencernaan pada ternak ruminansia terdiri atas 4 bagian penting, yaitu mulut, lambung, usus halus, dan organ pencernaan bagian belakang. Lambung ternak ruminansia terdiri atas 4 bagian yaitu rumen, retikulum, omasum, dan abomasum. Rumen dan retikulum dipandang sebagai organ tunggal yang disebut retikulo-rumen, sedangkan sekum, kolon, dan rektum termasuk organ pencernaan bagian belakang (Erwanto, 1995). Rumen dan retikulum dihuni oleh mikroba dan merupakan alat fermentatif dengan kondisi anaerob suhu 39°C (Sutardi, 1976).

Menurut Church (1988), kapasitas keseluruhan dari keempat bagian perut tersebut adalah rumen 80%, retikulum 5%, omasum 7% dan abomasum 8%.

Arora (1989) menyatakan di dalam rumen terdapat mikroorganisme yang dikenal dengan mikroba rumen. Melalui mikroba ini maka bahan-bahan makanan yang berasal dari hijauan yang mengandung polisakarida kompleks, selulosa, dan lignoselulosa, sehingga dapat dipecah menjadi bagian-bagiansederhana. Selain itu, pati, karbonhidrat, dan protein dirombak menjadi asam asetat, propionat, dan butirat.

Makanan yang masuk melalui mulut ternak ruminansia akan mengalami proses pengunyahan atau pemotongan secara mekanis sehingga membentuk bolus. Pada proses ini, makanan akan bercampur dengan saliva kemudian masuk ke dalam rumen melalui esofagus. Selanjutnya, di dalam rumen makanan akan mengalami proses pencernaan fermentatif. Pada masa ternak istirahat makanan dari rumen yang masih kasar dikembalikan ke dalam mulut (regurgitasi) untuk dikunyah kembali (remastikasi), kemudian makanan ditelan kembali (redegultasi), lalu decerna lagi oleh mikroba rumen. Digesta yang halus dapat masuk ke dalam usus dan mengalami proses pencernaan hidrolitik

Menurut Ensminger *et al*. (1990), proses pencernaan fermentatif yang terjadi di retikulorumen dibantu oleh mikroba yang jumlahnya yang cukup besar yaitu mikroflora (bakteri) dan mikrofauna (protozoa). Pencernaan fermentatif, kapasitasnya besar dan terjadi sebelum usus halus (organ penyerapan utama), keuntungan dari pencernaan fermentatif ini adalah mudah diserap usus, dapat mencerna selulosa, dapat menggunakan non-protein nitrogen seperti urea dan

dapat memperbaiki kualitas protein pakan yang nilai hayatinya rendah. Sedangkan kerugian dari pencernaan fermentatif yaitu banyak energi yang terbuang sebagai metan dan panas, protein bernilai hayati tinngi mengalami degradasi menjadi amonia (NH_3) sehingga menurunkan nilai protein dan peke terhadap ketosis atau keracunan yang paling sering terjadi pada domba. (Siregar, 1994).

B. Konsumsi Ransum

Tujuan ternak mengkonsumsi pakan adalah untuk memenuhi kebutuhan zat-zat makan yang diperlukan tubuh. Zat-zat makanan tersebut antara lain, protein,, lemek, enrgi, mineral, dan vitamin yanng digunakan untuk proses pertumbuhan, produksi, reproduksi, dan pemeliharaan, Church (1988) berpendapat bahwa produktivitas ternak sangat dipengaruhi oeh kualitas ransum yang dikonsumsi.

Jumlah zat-zat makanan yang dibutuhkan ternak dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain : jenis ternak, jenis kelamin, fase pertumbuhan, bobot tubuh, tujuan pemeliharaan, umur, dan kondisi fisiologi ternak (Church, 1988). Banyaknya jumlah pakan yang dikonsumsi oleh seekor ternak merupakan salah satu faktor penting yang secara langsung mempengaruhi produktivitas ternak. Konsumsi makanan dipengaruhi terutama oleh faktor kualitas makanan dan oleh kebutuhan energi terak yang dipelihara. Semakin baik kualitas makanan, maka semakin tinggi jumlah makanan untuk dikonsumsi oleh ternak. Konsumsi bahan kering pakan ternak ruminansia dapat berkisar antra 1,5--3,5% berat badan, tetapi pada umumnya 2--3% dari berat badanya (Bamualim, 1988).

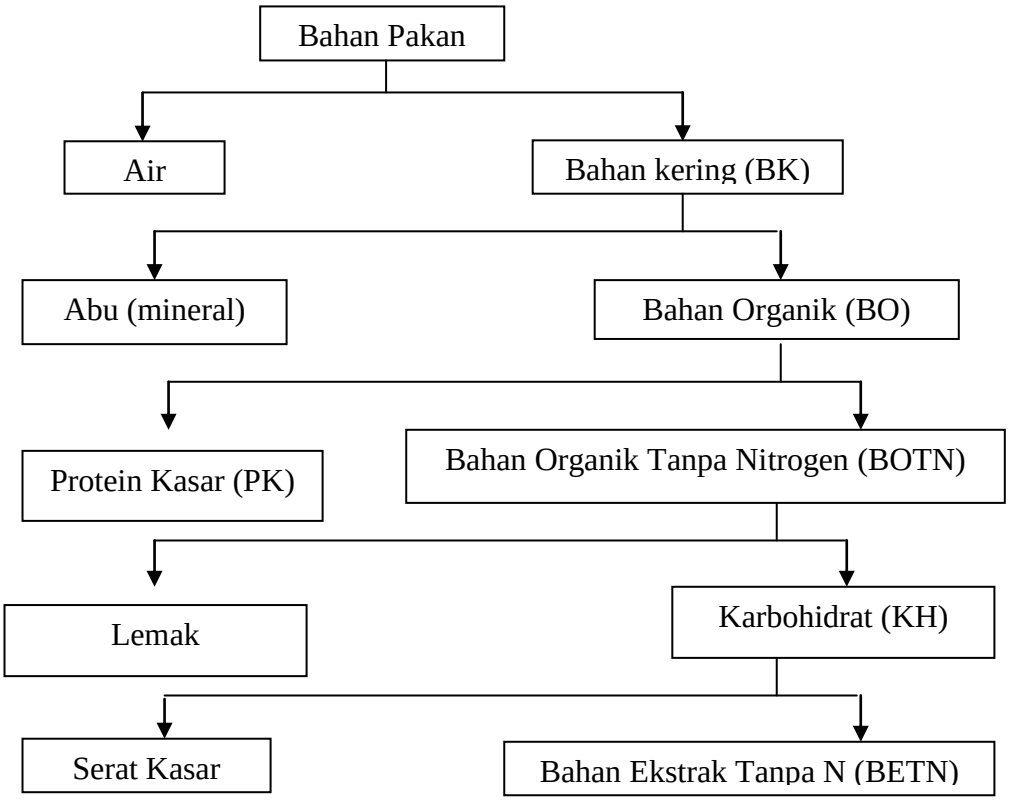
Kemampuan ternak mengkonsumsi bahan makanan merupakan hal yang perlu diperhatikan karena erat hubunganya dengan tingkat produksi ternak yang bersangkutan. Hal ini dikarenakan variasi kapasitas produksi disebabkan oleh makanan berbagai jenis ternak ditentukan oleh konsumsi (60%), kecernaan (25%), dan konversi hasil pencernaan produk (15%), (Parakkasi, 1985). Peningkatan konsumsi sejalan dengan besarnya ternak. Bentuk ransum yang ringkas dan tidak berdebu sangat disukai ternak, sedangkan kandungan serat kasar yang tinggi menurunkan tingkkat knsumsi ini. Demikian pula makanan yang voluminous dan kecernaannya rendah akan menurunkan konsumsi (Parakkasi, 1983.

C. Kecernaan

Kecernaan dari suatu bahan pakan yang tergantung pada jenis ternak, umur ternak, jumlah ransum yang diberikan. Cara penyediannya, jenis bahan pakan, dan kandungan zat-zat makanan yang tersedia di dalamnya. Kecernaan bahan pakan juga tergantung pada gerak laju makanan di dalam saluran pencernaan, sedangkan laju makanan dipengaruhi oleh jenis makanan yang dikonsumsi. Artinya, apabila diberikan pakan yang dimiliki nutrisi tinggi maka nilai kecernaan zat makanan tersebut akan meningkat (Arora,1995).

Pencernaan merupakan suatu proses perubahan fisik dan kimia yang dialami oleh bahan-bahan pakan di dalam alat-alat pencernaan. Sistem pencernaan ternak ruminansia berbeda dengan sistem pencernaan ternak lainnya. Sistem pencernaan ternak ruminansia relatif lebih kompleks dibanding dengan ternak lainnya dikarenakan selain proses pencernaan oleh alat-alat pencernaan ruminansia sendiri juga terjadi proses pencernaan oleh mikroorganisme (Sutardi, 1980).

Daya cerna dapat menjadi ukuran tinggi rendahnya nilai gizi suatu bahan makanan. Pada umumnya pakan dengan kandungan zat-zat makanan yang dapat dicerna tinggi, maka akan tinggi pula gizinya. Menurut Lubis (1963) nilai gizi makanan antara lain diukur dari jumlah zat-zat makanan yang dapat dicerna, sedangkan kualitas suatu bahan makanan dicerminkan dari angka konsumsi bahan kering atau bersama koefisien cerna zat-zat makanan tersebut (Tillman *et al*.,1998). Menurut Anggorodi (1994), kecernaan dapat dihitung dari selisih antara zat-zat makanan yang dikonsumsi dengan zat-zat makanan yang ada dalam feses dan kemudian dikalikan 100%. Perhitungan kndungan dari zat-zat makanan dilakukan secara sistematis sesuai dengan partisi zat-zat makanan pada ransum dan feses. Partisi pakan menurut Weende dalam analisis proksimat dapat dilihat pada Gambar 1.



Sumber : Anggorodi (1994)

D. Nutrisi Mineral

Mineral adalah bahan kimia anorganik yang berperan aktif dalam reaksi-reaksi yang melibatkan enzim-enzim, memiliki fungsi spesifik, dan penting bagi kehidupan ternak (Church, 1988). Peranan mineral unik karena diperlukan dalam biosintesis zat makanan dalam tubuh walapun tidak mengandung energi dan protein.

Mineral merupakan salah satu unsur nutrisi yang berpengaruh juga dalam berbagai fungsi biologis dalam tubuh, seperti pembentukan tulang dan gigi, pembentukan haemoglobin , menjaga keseimbangan asam basa, mempertahankan tekanan osmosis, mengatur transport zat-zat makanan ke sel-sel, mengatur permeabilitas sel, dan mengatur metabolisme zat makanan (Sutardi, 1980).

Sebagai unsur nutrisi, mineral dibutuhkan dalam jumlah yang relatif sedikit, tetapi sangat esensial, karena tubuh ternak tidak dapat mensintesisnya sendiri. Jumlah mineral yang dibutuhkan ternak bervariasi tergantung pada jenis, kelas, dan tipe ternak, jenis dan macam, serta komposisi pakan, dan aktivitas serta produksi ternak (Kartadisastra, 1997).

Mineral diperoleh dari pakan, sekitar 4% tubuh ternak terdiri atas mineral (Maynard, 1979). Mineral esensial bagi hewan terdiri atas mineral mikro (Co, Cu, I, Mn, Mo, Se, dan Zn) (Underwood, 1997). Ternak yang kekurangan unsur mineral dapat diketahui dari tanda-tanda abnormal, terutama pada tempat-tempat mineral didistribusikan (Kartadisastra, 1997).

E. Zink (Zn)

Zn merupakan unsur yang esensial bagi tanaman, hewan, dan manusia. Ion Zn esensial bagi fungsi lebih dari 70 enzim dari berbagai spesies, antara lain alkalin fosfatase, karbonat anhidrase, berbagai dedidrogenase, timidin kinase, karboksipeptidase pankreatik, dan RNA polymerase yang bergantung pada inti DNA hati (Olson *et al*., 1988).

Zn berperan dalam banyak proses-proses metabolism yang penting, banyak sistem dalam tubuh yang ternganggu kalau terjadi kekurangan, terutama dalam feses pertumbuhan yang cepat. Proses-proses yang sangat dipengaruhi oleh kekurangan Zn adalah metabolisme DNA, RNA, protein, dan mukosarida. Defenisi Zn pada semua hewan menyebabkan pertumbuhan terlambat sebagai akibat kurang dapat digunakannya protein dan sulfur (Tilman *et al*. 1998).

Zn penting untuk memproduksi 2000 enzim lebih yang terlibat dalam proses metabolism, juga penting untuk menjaga stabilitas dan integritas dari pada biomembran. Selain peranannya dalam fungsi enzim, Zn mempunyai peranannya struktural dalam nukleoprotein yang mempengaruhinya (Olson *et a*l., 1988).

Pemberian mineral Zn dapat memacu pertumbuhan mikroba rumen (Putra, 1999, Muhtarudin *et al*., 2003). Zn mempercepat sintesa protein oleh mikroba dengan melalui pengaktifan enzim-enzim mikroba (Arora, 1995). Defenisi Zn dapat menyebabkan parakeratosis jaringan usus dan dapat menggangu peranannya Zn dalam metabolisme mikroorganisme rumen, mengikat kebutuhan Zn bagi mikroorganisme cukup tinggi yaitu 130--220 mg/kg (Hungate, 1966).

Zn diabsorpsi melalui permukaan mukosa jaringan rumen. Zn menstimulir pertumbuhan ciliate rumen dan meningkatkan kadar Zn medium (Arora, 1995). Kadar Zn 2000 mg/kg ke dalam ransum akan menyebabkan keracunan pada semua ternak, tetapi jarak antara kebutuhan dan keracunan sangat jauh (Tilman *et al*.,1998). Kandungan Zn pada pankreas, hati, ginjal, dan tulang menjadi tinggi. Selain itu dapat menggangu metabolisme dalam rumen, terjadi dalam akumulasi dalam darah, dan jaringan lain (hati, pankreas, ginjal, dan tulang).

F. Cuprum (Cu)

Cuprum (Cu) adalah elemen yang sangat dibutuhkan oleh semua hewan. Hati merupakan organ utama yang menyimpan Cu. Protein yang berikatan dengan Cu disebut hepatomikondrioeuprein mengandung kira-kira 4% Cu dan merupakan bentuk polimer-polimer dari metallotionin yang banyak terdapat di dalam lisosom.

Kadar Cu bergabung dengan metallotionin dipengaruhi oleh kadar Cu dalam makanan. Bila konsumsi Cu cukup, kontrol metabolisme utama homeostatis Cu dilakukan dengan mengatur ekskresi melalui saluran pencernaan. Absorpsi dilakukan sebagian dengan perantaraan metallotionin dalam mukosa dan proses ini akan terganggu bila ada kelebihan Zn dalam makanan, karena Zn akan menginduksi sintesis (Olson *et al*., 1988).

Pada ternak ruminansia Cu kurang baik diabsorpsi, hanya 1--3% Cu diabsorpsi tubuh terrnak diatur oleh metallotionin yang sekaligus sebagai tempat berlangsungnya interaksi antara Cu dan Zn di dalam usus (Mc Dowell, 1992). Tromolibdat sangat mempengaruhi absorpsi Cu pada ternak ruminansia, sebab

apabila konsentrasinya tinggi dapat mengakibatkan defisiensi Cu, meskipun konsumsi Cu mencukupi, selain itu kalsium (Ca), besi (Fe), dan seng (Zn), juga mempengaruhi absorpsi Cu (Kardaya, 2000). Molybdenum dan sulfur terlibat dalam pembentukan tiomolibat yang mengikat Cu, sehingga menjadi tidak tersedia bagi ternak.

Mc Dowell (1992) menyatakan bahwa kebutuhan Cu dipenggaruhi oleh l*evel* mineral lain ransum, menjadi meningkat kebutuhanya pada ruminansia dengan adanya l*evel* molybdenum (Mo) tinggi. NRC (1988) merekomendasikan angka kebutuhan Cu yaitu 10 mg/kg untuk ternak ruminansia. Definisi Cu akan menyebabkan gangguan pada tulang (kelumpuhan), pembengkakan sendi, kerapuhan tulang. Kekurangan pigmen pada hewan dan manusia yang defisien Cu. Akan tetapi, pemberian garam tembaga yang cukup banyak, terutama pada domba akan menyebabkan penimbunan di hati. Domba peka pada pemberian Cu 20--30 mg Cu/kg ransum (Tilman *et al*.,1998).

G. Cromium (Cr)

Cromium (Cr) adalah suatu unsur yang esensial bagi hewan. Jumlah Cr yang tersedia dari makanan untuk keperluan metabolik, sebagian bergantung pada Cr total dalam suatu jenis makanan tertentu dan sebagian lagi pada bentuk kimianya. Bagian terbanyak dari Cr dalam makanan tampak dalam bentuk GTF (Olson *et a*l., 1988). Untuk itu Cr lebih banyak dibicarakan dalam hubunganya ‘ *’Glukose Tolerance Factor*’’ (GTF), sebab sejarah Cr dimulai dari observasi pemberrian ransum dengan Torula-Yeast pada tikus yang menghasilkan kelainan GTF-nya.

Urin merupakan rute utama dari ekskresi Cr, dan dapat dijadikan bahan utama untuk menentukan status Cr. Ekskresi Cr yang tinggi dianggap berasal dari mobilisasi Cr yang menyertai peningkatan glukosa otot (Olson *et al*., 1988).

H. Selenium (Se)

Salah satu mineral mikro yang juga sangat dibutuhkan ternak ruminansia adalah selenium (Se). Kadarnya dalam pakan banyak yang belum diketahui, sedangkan dalam pakan yang telah diketahui kadar ketersediaan biologisnya sangat beragam. Defisiensi Se terkait erat dengan difisiensi vitamin E, antara lain menyebabkan diatesis eksudatif pada unggas dan penyakit daging putih (*white muscle disease*) pada domba dan kemandulan pada sapi-sapi perah betina (Arthur, 1997).

Defisiensi Se menyebabkan hambatan pertumbuhan, alopesia sebagian, aspermatogenesis, dan katarak pada tikus (Olson *et al*., 1988). Interaksi vitamin E dengan Se mencegah terbentuknya lipid hidroperoksida (ROOH) yang dapat menyebabkan rusaknya sel. Fungsi Se sebagai komponen *glutation peroksidase* yang mengubah hidroperoksida menjadi alkohol-alkohol yang sifatnya kurang berbahaya dibandingkan dengan zat-zat aslinya, dalam hal ini vitamin E berfungsi sebagai antioksidan (Parakkasi, 1985).

Kandungan Se dalam bahan makanan tergantung pada beberapa faktor antara lain ketersediaan Se dalam tanah tempat bahan makanan tersebut diproduksi dan kandungan protein di dalam bahan pakan. Se ditemukan dalam fraksi protein, apabila dalam bahan makanan tersebut kadar proteinnya rendah maka kandungan

Se juga rendah. Sebagian Se dalam makanan berbentuk asam amino seperti selenometionin.

Hewan mengeluarkan senyawa Se melalui urine dan pernafasan. Ion trimetil selenonium adalah satu-satunya metabolit urin yang telah diidentifikasi, sedangkan dimetil selenida bersifat *volatile* (terbang) dan ditemukan dalam nafas bila konsumsi Se sangat tinggi. Hewan dapat mengatur kandungan Se-nya melalui proses eksresi (Olson *et a*l., 1988).

Selenium dalam kadar normal dalam makanan akan menstimulir sintesis protein mikroba. Akan tetapi bila kelebihan, mikroba membentuk *selenocysteine* dan *selenometionin* yang secara abnormal digabungkan ke dalam protein mikroba dan bersifat menghambat terhadap sintesis protein (Arora, 1995). Pada kuda, sapi, dan domba akan menyebabkan kelesuan,kaku sendi, kelumpuhan, dan lepasnya kuku. *Blind stagger* merupakan bentuk akut keracunan Se, terjadi kebutaan dan paralysis. Selain itu, kelebihan Se akan menyebabkan gangguan reproduksi pada sapi, babi, domba, dan ayam (Tilman *et al*., 1998)

I. Mineral Organik

Bioproses dalam rumen dan pascarumen harus didukung oleh kecukupan mineral makro dan mikro. Mineral-mineral ini berperan dalam optimalisasi bioproses dalam rumen dan metabolisme zat-zat makanan. Mineral mikro di dalam alat pencernaan ternak dapat saling berinteraksi positif atau negatif dan faktor lainnya seperti asam fitat, serat kasar, dan zat-zat lainnya dapat menurunkan ketersediaan (availability) mineral. Pemberian mineral dalam bentuk organik dapat meningkatkan ketersediaan mineral sehingga dapat lebih tinggi diserap dalam

tubuh ternak (Muhtarudin, 2003 dan Muhtarudin et al., 2003). Berbagai jenis mineral organik, fungsi, dan sumbernya dapat dilihat pada Tabel 1.

Mineral dalam bentuk *chelates* dapat lebih tersedia diserap dalam proses pencernaan. Agensia *Chelating* dapat berupa karbohidrat, lipid, asam amino, fosfat, dan vitamin. Dalam proses pencernaan *chelates* dalam ransum memfasilitasi menembus dinding sel usus. Secara teoritis, *chelates* meningkatkan penyerapan mineral. Mineral-mineral ini merupakan mineral pembentuk mineral organik yang berperan dalam optimalisasi bioproses dalam rumen dan metabolisme zat-zat makanan. Dalam bentuk bebas mineral makro dan mikro dapat saling berinteraksi positif dan negatif seperti asam fitat, serat kasar, dan zat-zat lainnya dapat menurunkan ketersedian mineral. Pemberian mineral dalam bentuk organik dapat meningkatkan ketersediaan sehingga dapat lebih tinggi diserap dalam tubuh ternak.

Berbagai unsur anorganik (mineral) terdapat dalam bahan biologi, tetapi tidak atau belum semua mineral tersebut terbukti esensial, sehingga ada mineral esensial dan nonesensial. Berbagai jenis nutrisi mineral esensial dan jumlahnya dalam tubuh hewan dapat dilihat pada Tabel 2.

Mineral esensial yaitu mineral yang sangat diperlukan dalam proses fisiologis makhluk hidup untuk membantu kerja enzim atau pembentukan organ. Mineral nonesensial adalah logam yang perannya dalam tubuh makhluk hidup belum diketahui dan kandungannya dalam jaringan sangat kecil. Bila kandungannya tinggi dapat merusak organ tubuh makhluk hidup yang bersangkutan.

Mineral mikro ialah mineral yang diperlukan dalam jumlah sangat sedikit dan umumnya terdapat dalam jaringan dengan konsentrasi sangat kecil, yaitu Fe, Mo, Cu, Zn, Mn, Co, I, dan Se

J. Fungsi Lisin pada Ternak Ruminansia

Lisin merupakan salah satu asam amino pembatas bagi ternak ruminansia berproduksi ttinggi, selain metionin dan tronin, karena ketersediannya di dalam bahan pakan kurang, sehingga diperlukan penambahan (Klemesrud et al., 1998; Muhtarudin, 2002).

Asam amino lisin adalah salah satu asam amino esensial yang mempunyai dua gugus asam amino (-NH2) dan satu gugusan karbon hidrogen karboksil (-COOH). Lisin akan terdegradasi dalam rumen, jika tidak dilindungi. Perlindungan asam amino ditujukan untuk meningkatkan suplai dan profil efisiensi asam amino yang masuk usus halus

Pemberian Zn, Cu, Cr, dan Se dalam bentuk lisinat selain untuk memenuhi kebutuhan akan mineral-mineral tersebut juga untuk memenuhi kebutuhan akan asam amino. Penggunaan mineral Zn, Cu, Cr, dan Se diperkirakan lebih efesien dan mempunyai nilai absorbilitas yang tinggi, sehingga langsung terdeposisi ke target yang memerlukan.

Tabel 1. Nutrisi mineral esensial dan jumlahnya dalam tubuh hewan.

Mineral makro	g/kg	Mineral mikro	mg/kg
Kalsium(Ca)	15	Besi (Fe)	20−80
Fosforus (P)	10	Seng (Zn)	10−50
Kalium (K)	2	Tembaga (Cu)	1−5
Natrium (Na	1,6	Molibdenum (Mo)	1−4
Klorin (Cl)	1,1	Selenium (Se)	1−2
Sulfur (S)	1,5	Iodin (I)	0,30 0,60
Magnesium (Mg)	0,4	Mangan (Mn)	0,20-0,60
		Kobalt (Co)	0,02−0,10

Sumber: McDonald *et al*. (1988).

jenis mineral organik, fungsi, dan sumbernya dapat dilihat pada Tabel 2.

Mineral	Fungsi	Sumber
Besi (Fe)	Membentuk hemoglobin dan mioglobin, bagian dari susunan enzim	Telur, tanah, makanan hijauan dan butiran, injeksi besi, FeSO4
Tembaga (Cu)	Eritropoiesis Co enzim, fungsi jantung yang baik, pigmentasi bulu, reproduksi	Susunan Bahan makanan dan CuSO4(0,25−0,50%) CuSO4 ditambahkan pada garam
Iodin (I)	Membentuk hormon trioksin tiroksin dan kelenjar tiroksin	Garam beriodin (kalium iodida sebagai komponen esensial pada garam, minyak ikan)
Kobalt (Co)	Bagian dari vitamin	B12 Pelet kobalt (untuk ruminansia) 0,50 ppm garam kobalt ditambahkan pada ransum (injeksi vitamin B12untuk menghilangkan defisiensi kobalt)
Seng (Zn)	Carbonic anhydrase	ZnO atau ZnCO3 ditambahkan pada ransum pakan hijauan

Sumber: McDonald *et al*. (1988)