

# **NUTRISI MINERAL PADA UNGGAS**

## **BAHAN AJAR MATA KULIAH NUTRISI UNGGAS DAN MONOGASTRIK**

**Oleh:  
A b u n**



**JURUSAN NUTRISI DAN MAKANAN TERNAK  
FAKULTAS PETERNAKAN  
UNIVERSITAS PADJADJARAN  
JATINANGOR 2008**

## KATA PENGANTAR

**Assalamu'alaikum, wr.wb.**

Puji syukur penulis panjatkan ke Hadirat Allah Swt, karena atas Rahmat-Nya Bahan Ajar Mata Kuliah Nutrisi Ternak Unggas dan Monogastrik dapat diselesaikan. Judul Bahan Ajar ini adalah “ Nutrisi Mineral pada Unggas”.

Bahan Ajar ini dibuat sebagai salah satu landasan ilmiah dalam bidang Nutrisi Ternak serta sebagai pedoman dalam proses belajar mengajar Mata Kuliah “Nutrisi Ternak Unggas dan Monogastrik”, dimana didalamnya membahas tentang makro dan mikro mineral untuk unggas dan monogastrik”.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran, yang telah memberikan kepercayaan untuk melakukan penulisan Bahan Ajar Mata Kuliah Nutrisi Ternak Unggas dan Monogastrik.
2. Kepala Laboratorium Nutrisi Ternak Unggas Non Ruminasia dan Industri Makanan Ternak, Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran, Jatinangor, yang telah memberikan fasilitas dan bimbingannya dalam penulisannya.
3. Semua pihak yang telah membantu terlaksananya penulisan Bahan Ajar ini.

Akhirnya penulis berharap makalah ini bermanfaat bagi berbagai pihak yang memerlukannya.

Jatinangor, Agustus 2008

Penulis,

## DAFTAR ISI

BAB	Halaman
KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	ii
DAFTAR TABEL .....	iv
I. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Abu dan Komposisinya .....	1
1.2. unsur-unsur Mineral dan Fungsinya dalam Nutrisi Ternak.....	3
II. UNSUR ANORGANIK.....	8
2.1. Fungsi Umum Mineral .....	8
2.2. Unsur-unsur Anorganik Umum .....	8
2.2.1. Unsur Mineral Esensial .....	9
2.2.2. Unsur-unsur Mineral yang Mungkin Esensial .....	11
2.2.3. Unsur-unsur Mineral yang Berpotensi Racun .....	12
2.2.4. Unsur Mineral Non Esensial .....	13
2.3. Penentuan Mineral dalam makanan .....	13
III. MAKRO MINERAL.....	12
3.1. Kalsium .....	12
3.2. Phosphor.....	17
3.3. magnesium .....	18
3.4. Sodium, Potasium, dan Klor .....	20

3.5. Sulfur .....	21
IV. MIKRO MINERAL .....	23
4.1. Besi .....	23
4.2. Seng .....	24
4.3. Mangan .....	26
4.4. Tembaga .....	27
4.5. Kobalt .....	28
4.6. Iodine .....	29
4.7. Selenium .....	30
4.8. Kromium .....	31
V. METALLOENZIM.....	33
VI. RINGKASAN.....	36
DAFTAR PUSTAKA .....	38

## DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
1.	Unsur-unsur Mineral Esensial .....	10
2.	Komposisi Unsur di dalam Tubuh Kebanyakan hewan (Berdasarkan Berat) .....	11
3.	Beberapa Enzim Logam pada Ternak .....	34

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Abu dan Komposisinya**

Metode analitik modern untuk menentukan kandungan mineral tubuh dan masing-masing jaringan ternak meliputi penggunaan abu murni (yaitu abu yang telah dimurnikan dari bahan asing). Jadi, kandungan abu per unit berat mungkin untuk ditetapkan sampai taraf tertentu, yang bertindak sebagai suatu indeks mineralisasi dari organisme keseluruhan dan masing-masing jaringan.

Dalam hal ini harus terlahir pemikiran bahwa abu merupakan suatu artefact, yang mana tidak mengandung satu atau dua unsur saja dalam tanaman atau ternak. Unsur yang dikandung abu mungkin berasal dari garam-garam organik dan persenyawaan organik jaringan. Oleh karena itu sulit untuk menyimpulkan komposisi suatu abu jika diidentifikasi unsur-unsur secara murni bagian yang terbentuk, apakah dari persenyawaan anorganik atau organik. Bagian terbesar abu dari makanan ternak (fodders) dan jaringan lunak organisme berasal dari unsur organik.

Apabila jaringan diabukan pada temperatur tinggi, beberapa unsur-unsur abu (fosfor, sulfur, khlor, kalium, dan sejumlah unsur mikro) mungkin hilang, karena itu untuk penentuannya di dalam jaringan lunak sampel harus dibakar pada temperatur sedang atau harus diabukan secara basah.

Kandungan abu ternak bervariasi antara 2 - 5.5%, tergantung pada spesies, ciri-ciri individu (yang paling utama tergantung pada umur ternak).

Dilihat dari segi umur ternak, kandungan abu di dalam tubuhnya memperlihatkan sejumlah peningkatan, sebab adanya mineralisasi yang intensif dari kerangka dan kenaikan berat badan relatif. Bagaimanapun, kandungan abu tubuh dari hewan-hewan muda yang sedang tumbuh sangat cepat mencapai tingkat yang khas dari hewan dewasa, khususnya bila diperhitungkan dalam jaringan bebas lemak (contoh : setelah penghapusan bermacam-macam ketergantungan umur dalam kandungan lemak tubuh).

Delpech menemukan hubungan yang hampir linier antara kandungan abu ayam betina dengan berat jaringan tanpa lemak. Berdasarkan hasil penelitiannya, abu mewakili suatu proporsi yang pasti dari berat hidup (dikurangi berat lemak). Hal ini tidak tergantung pada berat, ciri-ciri genetik, kandungan kalori makanan atau umur unggas, kecuali untuk 2 minggu pertama masa pertumbuhan.

Jika kesemua nutrisi dan khususnya nutrisi mineral hewan telah terganggu, pertumbuhan terhambat disertai oleh penurunan kandungan abu tubuh. Hal ini telah digambarkan/terlihat di dalam penelitian unggas. Apabila anak-anak ayam dari ayam petelur bibit diberi pakan yang mengandung fosfor 0.3% (defisiensi) dan 0.74% (normal), maka kandungan total dalam tubuh unggas yang berumur 45 hari berturut-turut 2.8 dan 4.1% fosfor.

Kandungan abu dalam tubuh terutama ditentukan oleh kandungan garam-garam organik di dalam kerangka. Jika karkas dibakar, maka jaringan tulang menghasilkan lebih dari 80% dari total abu. Sisa abu dari pembakaran berbagai organ dan jaringan

tidak seragam; padatan, jaringan yang mengeras mengandung lebih banyak abu dibandingkan dengan jaringan lunak.

Kita tidak akan mendiskusikan komposisi kimia abu dari organ-organ dan jaringan yang berbeda. Kita hanya akan menyebutkan bahwa bagian terbesar abu dari jaringan lunak berupa kalium, natrium, magnesium, dan sulfur.

Kita menginginkan sekali lagi bahwa penentuan sisa abu dan analisis komposisi unsur-unsur abu dari jaringan dan organ tidak secara keseluruhan merefleksikan keruwetan dari proses-proses metabolik, karena mineral-mineral tersebut tidak dapat menyatakan ciri-ciri/keistimewaan kualitatif atau kuantitatif dari sintesis dan dekomposisi persenyawaan biologis. Komposisi unsur-unsur abu dan bahan kering dalam jaringan hanya merupakan suatu petunjuk tidak langsung untuk migrasi unsur-unsur mineral. Komposisi, bentuk, dan interaksi dari persenyawaan tersebut harus dipelajari melalui metode khusus.

## **1.2. Unsur-unsur Mineral dan Fungsinya dalam Nutrisi Ternak**

Hijauan kasar merupakan sumber utama zat gizi yang dipergunakan ternak untuk pembangun tubuh. Dengan demikian, walaupun begitu besar keanekaragaman kondisi alam, tanaman pertanian dan hewan umumnya memiliki komposisi unsur yang sama (dalam g%).

Bahan (tanaman/hewan) tersebut 96 - 98 berat persen terdiri dari karbon, oksigen, hidrogen, dan nitrogen. Tubuh ternak mengandung lebih banyak karbon dan nitrogen, sedangkan jaringan tanaman mengandung lebih banyak oksigen.



Persenyawaan organik - protein, lemak, dan karbohidrat - sebagian besar tersusun dari karbon, hidrogen, oksigen, dan nitrogen, dan terakhir diketahui sebagai unsur-unsur organik.

Pada temperatur tinggi atau bercampur dengan asam pekat, bahan organik dari jaringan tanaman dan hewan akan mengalami pembakaran, disertai dengan pembebasan karbondioksida, air, dan amonia, sedangkan sisa/hasil sampingan sebagai residu adalah fraksi anorganik (abu). Unsur-unsur yang telah mengalami pembebasan dikenal sebagai mineral, abu, atau unsur-unsur anorganik. Saat ini lebih dari 60 unsur mineral, unsur makro dan mikro, telah dideteksi dalam abu dari organ dan jaringan hewan tingkat tinggi. Dari 60 ini, 45 telah ditentukan secara kuantitatif, dan merupakan komponen-komponen yang hakiki dari organisme.

Hal ini seharusnya menjadi petunjuk bahwa tidak ada batas yang jelas antara unsur-unsur organik dan mineral, dan pembagian ini berubah-ubah. Hanya satu tipe metabolisme yang mengambil tempat dalam organisme, dan metabolisme mineral hanya salah satu mata rantai dalam keseluruhan rangkaian metabolik. Metabolisme fosfor berhubungan dengan proses-proses dari metabolisme protein, karbohidrat, lipid, mineral, dan metabolisme energi, yang merupakan suatu contoh dari ilustrasi-ilustrasi point ini. Hal ini juga diterapkan sampai tingkat tertentu untuk sulfur, magnesium, besi, seng, dan unsur-unsur lainnya.

Dalam praktek breeding hewan, unsur-unsur mineral secara historis diidentifikasi dengan konsep senyawa-senyawa mineral (Bahasa Jerman : mineral stoffe, Perancis : matiere minerale). Alasan dari fakta-fakta ini telah ditetapkan mungkin berdasarkan

kenyataan bahwa unsur mineral seringkali masuk/ikut serta dalam organisme dalam bentuk persenyawaan kompleks, sedangkan analisis mineral meliputi studi tentang abu, dimana unsur-unsur disajikan sebagai garam dan oksida-oksida. Bagaimanapun, percobaan proses-proses metabolik yang berhubungan dengan unsur-unsur mineral adalah spesifik. Tingkat persenyawaan mineral pakan untuk hewan juga telah diperhitungkan terhadap basis dari komposisi unsur-unsur tersebut.

Kepentingan masing-masing garam mineral, khususnya NaCl, dalam pemberian pakan pada hewan lokal telah diketahui sejak dahulu, dan percobaan pertama terhadap peranan yang dimainkan oleh mineral makro dan mikro dalam kehidupan tanaman dan hewan telah dilaksanakan lebih dari satu abad yang lalu (lihat ringkasan sejarah). Bagaimanapun, studi mengenai metabolisme mineral dan pemberian mineral pada ternak sebagai suatu cabang dari Ilmu Biologi, sesungguhnya dimulai sejak tahun 1920 atau 1930. Selama periode tersebut, percobaan-percobaan yang meliputi penggunaan ransum sintetik yang defisien mineral makro dan mikro telah diintroduksi dan dikembangkan, serta interkoneksi antara komposisi unsur kimia dari organisme dengan komposisi unsur kimia dari kerak bumi telah mulai diteliti (Vernadskii). Ilmu-ilmu Kimia dan fisiologi telah siap secukupnya pada saat yang memungkinkan komposisi kimia abu dari ternak dan jaringan tanaman ditentukan, juga para ahli telah mengetahui kenyataan bahwa unsur-unsur tertentu - kalsium, natrium, tembaga, besi, iodium - merupakan komponen-komponen esensial dari bahan makanan ternak.

Cabang ilmu ini telah berkembang secara cepat selama tahun-tahun belakangan ini. Kurang dari 50 tahun, para peneliti telah mengidentifikasi dan mempelajari secara

mendetil unsur-unsur esensial, mereka telah membuat penemuan-penemuan baru dan secara umum telah menetapkan hukum-hukum yang valid dari yang sepenuhnya penting untuk bidang kesehatan/kedokteran, biologi, dan perkembangbiakan ternak. Hal itu menjadi jelas bahwa tidak ada suatu kepentingan tunggal pun dari proses-proses biokimia yang dapat memberikan tempat dalam organisme tanpa partisipasi dari unsur-unsur mineral, dan bahwa sistem rasional dari pemberian makanan ternak harus berdasarkan pada teori metabolisme mineral yang telah ditetapkan.

Kemajuan-kemajuan yang mengesankan ini menjadikan tidak semata-mata mempertinggi minat para ilmuwan pada fungsi-fungsi biologi dari unsur-unsur mineral secara umum dan unsur mikro pada khususnya, tetapi juga untuk kemajuan-kemajuan yang telah dibuat dalam ilmu-ilmu yang berhubungan. Setelah isotop-isotop radioaktif dari unsur-unsur biogenik telah tersedia dan telah ditetapkan keberadaannya di dalam praktek percobaan, maka suatu yang belum pernah terjadi sebelumnya dari sejumlah informasi telah dihasilkan pada migrasi dan distribusi dari unsur-unsur di dalam organisme, partisipasinya dalam proses-proses metabolik dan mekanisme pengeluarannya. Perkembangan enzimologi, endokrinologi, dan vitaminologi menunjukkan bahwa unsur-unsur makro dan mikro selalu hadir dalam persenyawaan organik kompleks yang memiliki fungsi-fungsi fermentatif, vitaminik, atau hormonal.

Metode analisi mineral lebih lanjut telah dikembangkan dan diperbaiki untuk kemajuan-kemajuan elektronik, teknologi optik, elektrokimia, dan instrumentasi. Metode-metode seperti mikrofotocalorimetri, polarograf, flunefotometri, spektrofotografi emisi, spektrofotometri, absorpsi atom, dan analisis aktivasi neutron,

semuanya telah dipergunakan dalam praktek-praktek percobaan. Kepekaan dari beberapa metode ini lebih tinggi dibandingkan yang dibutuhkan untuk mendeteksi sejumlah unsur mikro pada ternak dan tanaman.

## **BAB II**

### **UNSUR ANORGANIK**

#### **2.1. Fungsi Umum Mineral**

Fungsi unsur mineral essential bagi tubuh :

- a) Sebagai komponen struktur kerangka
- b) Memelihara sistem koloid tubuh, dan mengatur beberapa sifat fisik sistem koloidal (viskositas, difusi, tekanan osmotik)
- c) Mengatur keseimbangan asam-basa
- d) Sebagai komponen atau aktivator enzim dan/atau unit atau sistem biologis lainnya.

Beberapa mineral essential memberikan fungsi bagi tubuh hanya dengan satu cara; sedangkan beberapa unsur lainnya mampu memberikan keempat macam fungsi tersebut di atas. Sebagaimana kita membahas masing-masing unsur tersebut, kita dapat membahas fungsi masing-masing, sehingga mempunyai alasan yang fundamental untuk memasukkan unsur-unsur tersebut di dalam makanan atau ransum.

#### **2.2. Unsur-unsur Anorganik Umum**

Daftar sistem berkala terdiri dari 104 elemen. Dengan pengecualian pada ikatan unsur organik yang mempunyai berat molekul sebanyak 16 atau kurang (yaitu hidrogen, karbon, nitrogen, dan oksigen), semua unsur-unsur tersebut dapat dijadikan sebagai masukan guna pembahasan tentang metabolisme unsur anorganik. Namun, dari 104 unsur yang ada, hanya sedikit yang mengalami proses dibandingkan dengan ukuran

keseluruhan tubuh, dan bahkan lebih sedikit lagi yang diketahui mempunyai fungsi penting bagi suatu organisme.

### **2.2.1. Unsur Mineral Esensial**

Suatu unsur anorganik dapat dikatakan esensial jika memenuhi kriteria sebagai berikut :

- a) Harus berada dalam konsentrasi yang konstan dalam suatu jaringan yang sehat dari suatu hewan hidup, dengan sedikit variasi antara satu hewan dengan hewan lainnya.
- b) Defisiensinya di dalam makanan yang cukup nutrisi pada berbagai spesies ternak harus menghasilkan perkembangan reproduksi dan/atau fisiologis yang abnormal; makanan harus mengandung seluruh zat-zat makanan esensial lain yang telah diketahui dalam jumlah cukup dan proporsi yang tepat, dan tidak mengandung racun.
- c) Penambahan unsur tersebut secara selektif ke dalam makanan yang defisien harus dapat mencegah atau memulihkan kondisi yang abnormal.
- d) Abnormalitas yang disebabkan oleh defisiensi harus disertai adanya perubahan biokemis yang khas/spesifik, yang dapat dicegah atau pulih jika defisiensi dihilangkan.

Tabel 1. Unsur-unsur Mineral Esensial

Unsur Makro		Unsur Mikro	
Kation Utama	Anion Utama	Kation	Anion
Kalsium	Fosfor	Mangan	Kobalt
Magnesium	Klor	Besi	Molibdenum
Natrium	Sulfur	Tembaga	Selenium
Kalium		Iodium	Khrom
		Seng	Timah
		Fluor	Nikel
		Vanadium	Silikon

Keesensialan kation dan anion utama ditunjukkan oleh banyaknya komposisi unsur tersebut di dalam tubuh. Sembilan puluh enam persen dari berat badan terdiri dari empat unsur jaringan tubuh. Kation dan anion utama secara bersama-sama menempati 3.45% dari berat badan, sisanya terdiri dari unsur-unsur jarang.

Jumlah mineral esensial dipercaya sama untuk seluruh spesies dengan satu kekecualian : kobalt perlu ditambahkan pada ransum ternak herbivora. Kenyataan ini menimbulkan pertanyaan : Apakah organisme yang lebih tinggi biasanya membutuhkan kobalt atau mereka hanya membutuhkannya untuk menyuplai kebutuhan mikroflora di dalam saluran pencernaan yang akan menggunakannya sebagai unit pembangun di dalam sintesis Vitamin B<sub>12</sub>.

Tabel 2. Komposisi Unsur di dalam Tubuh Kebanyakan Hewan (Berdasarkan Berat).

Unsur	Persentase dari berat badan	Perkiraan dalam gram pada manusia yang beratnya 70 kg
Oksigen	65.0	45,500
Karbon	18.0	12,600
Hidrogen	10.0	7,000
Nitrogen	3.0	2,100
Kalsium	1.5	1,050
Fosfor	1.0	700
Kalium	0.35	245
Sulfur	0.25	175
Natrium	0.15	105
Khlor	0.15	105
Magnesium	0.5	35
Besi	0.004	3
Mangan	0.0003	0.2
Tembaga	0.0002	0.1
Iodium	0.00004	0.03

### 2.2.2. Unsur-unsur Mineral yang Mungkin Esensial

Seorang author Australia yang ahli dalam metabolisme mineral, E.J. Underwood, telah menyatakan bahwa kelompok terbatas dari unsur mikro dapat dikategorikan sebagai "mineral yang mungkin esensial". Secara tidak langsung beberapa bukti yang dikemukakan menunjukkan bahwa unsur-unsur yang termasuk katagori ini diperlukan, akan tetapi bukti ini tidak cukup kuat untuk menunjukkan



bahwa unsur tersebut pada dasarnya memenuhi semua kebutuhan pokok. Katagori ini bersifat sementara; jika informasi lain ada/tersedia maka katagori ini akan hilang, karena unsur-unsur "yang mungkin essensial" akhirnya akan diklasifikasikan menjadi essensial atau non-essensial. Saat ini unsur-unsur yang termasuk "mungkin essensial" adalah : = arsen, barium, brom, kadmium, stronsium.

### 2.2.3. Unsur-unsur Mineral yang Berpotensi Rracun

Hampir setiap unsur dapat bersifat racun bagi tubuh, jika hewan mengkonsumsi mineral dalam jumlah yang cukup besar atau untuk jangka waktu yang cukup lama. Bagaimanapun, unsur mikro yang mengandung racun jumlahnya rdatif kecil dan biasanya terdapat juga dalam makanan, persediaan air minum, atau udara :

(a)	(b)	(c)
Tembaga	Arsen	Timah hitam
Molibdenum	Kadmium	Air raksa
Selenium		
Fluor		
Silikon		

Sebagai catatan penting di sini bahwa mineral toksik dalam gup (a) telah dikatagorikan sebagai essensial, sedangkan dalam grup (b) dikatagorikan sebagai mungkin essensial. Kita harus dapat mengetahui bahwa unsur yang sama dapat menjadi essensial atau bahkan menjadi racun pada suatu organisme, tergantung pada berapa banyak jumlahnya yang dimakan.

#### 2.2.4. Unsur Mineral Non-Essensial

Terdapat sejumlah unsur-unsur anorganik dengan berbagai ukuran dalam tubuh hewan, yang tidak mempunyai peranan dalam sistem metabolik . Saat ini ada beberapa unsur yang termasuk dalam katagori non-essensial dan umumnya diketahui keberadaan unsur ini secara normal di dalam tubuh merupakan suatu hal yang bersifat kebetulan ada dalam jaringan tanaman yang dikonsumsi oleh hewan. Berikut ini adalah unsur-unsur mineral non-essensial :

Aluminium	Germanium	Rubidium
Antimony	Emas	Perak
Bismuth	Timah hitam	Titanium
Boron	Air raksa	

Diantara semua unsur tersebut, timah dan air raksa, keduanya bersifat racun dan kadang-kadang secara tidak sengaja dapat dikonsumsi.

#### 2.3. Penentuan Mineral dalam Makanan

Metode yang umum dalam penentuan total kandungan anorganik dalam makanan sangatlah kasar. Hal ini terjadi karena metode ini hanya terdiri dari pengukuran jumlah sisa abu setelah pembakaran bahan organik. Terdapat dua alasan mendasar mengapa metode ini mempunyai nilai yang kecil untuk menunjukkan berapa banyak kebutuhan mineral yang diperlukan atau untuk menunjukkan jumlah mineral yang ada dalam makanan.

Pertama, tubuh mempunyai kebutuhan spesifik untuk unsur-unsur mineral tertentu. Yakni, pada kondisi tertentu tubuh memerlukan sejumlah unsur seperti kalsium, fosfor, besi, untuk fungsi yang normal. Pernyataan bahwa dalam setiap makanan diperlukan 2% abu tanpa memperhitungkan secara nutrisi, kemungkinan akan dipenuhi oleh masuknya 2% silikon.

Kedua, abu mungkin bukan merupakan ukuran yang tepat dari total bahan anorganik yang tersedia. Misalnya, jika terjadi kelebihan jumlah mineral pembentuk basa yang terdapat dalam makanan, maka karbon organik dapat terikat sebagai karbonat dan dapat teridentifikasi seperti itu, hal ini mengakibatkan tidak mungkin untuk menentukan bahwa mineral tersebut berasal dari kombinasi organik atau anorganik. Selanjutnya, beberapa unsur anorganik, seperti natrium, klor, dan sulfur mungkin akan hilang selama proses pengabuan.

Beberapa ahli nutrisi saat ini berpendapat bahwa alasan terpenting untuk menentukan jumlah abu dalam makanan adalah menghitungnya dari selisih bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN), seperti yang telah digambarkan dalam analisis proksimat bahan makanan.

## **BAB III**

### **MAKRO MINERAL**

#### **3.1. Kalsium**

Kalsium merupakan salah satu kation yang keberadaannya sangat berlimpah dalam tubuh unggas. Kalsium diperlukan oleh unggas sebagai komponen esensial dalam pembentukan tulang, tulang rawan, dan esokleton krustasea.

Fungsi kalsium dalam tubuh unggas adalah sebagai berikut :

- a) Kalsium sangat diperlukan dalam proses penggumpalan darah dengan menstimulir pengeluaran thromboplastin dari plasma darah.
- b) Kalsium adalah suatu aktivator untuk beberapa enzim seperti enzim lipase pankreatik, asam phosphatase, cholinesterase, dan suksinik dehydrogenase.
- c) Berdasarkan peranannya sebagai aktivator enzim, kalsium menstimulir kontraksi otot dan mengatur tranmisi impuls dari satu sel ke sel lainnya melalui pengontrolan produksi acetyl cholin.
- d) Dalam membran sel, kalsium terikat kuat dengan phospholipid yang sangat berperan dalam pengaturan membran sel dan karena itu pengambilan nutrien lebih banyak melalui sel.
- e) Selain itu kalsium dapat menyerap vitamin B<sub>12</sub> dari saluran pencernaan hasil produksi mikroba.
- f) Fungsi lain dari kalsium antara lain menjaga integritas membran sel dan jaringan skeletal.

Kebutuhan kalsium pada sebagian besar unggas tercukupi oleh kemampuan unggas dalam memperoleh ion-ion tersebut secara langsung dari lingkungannya. Pengaturan kalsium yang masuk dan yang keluar dari dan ke dalam tubuh unggas terjadi pada insang, sirip, dan lubang epithelia. Pada unggas laut, bagian-bagian tubuh tersebut terlibat secara aktif. Insang merupakan tempat terpenting dalam pengaturan kalsium baik pada unggas air tawar maupun unggas laut. Pengangkutan ion kalsium melalui insang lebih efisien pada lingkungan perairan tawar.

Pada umumnya penyerapan kalsium dipermudah dengan laktosa dan dengan keasaman lambung yang tinggi. Kalsium yang terserap disimpan dalam tulang dan kulit. Pada umumnya tingkat penyerapan dan pengendapan atau pola penyimpanan pada jaringan-jaringan skeletal adalah sama, baik pada unggas air tawar maupun unggas laut dan juga tidak tergantung kepada jenis tulang (tulang selular atau aselular).

Pada umumnya unggas jarang sekali kekurangan kalsium. Kekurangan kalsium pada unggas dapat menyebabkan pertumbuhan dan konversi pakan menurun, serta mineralisasi pada tulang rendah.

Kebutuhan kalsium pada unggas dipengaruhi oleh sifat kimia air tempat pembudidayaan, ketersediaan phosphor dalam pakan, dan spesies unggas. Kalsium yang diperlukan dalam pakan untuk unggas mas dan unggas-unggas yang berkumis (catfish) sangat rendah yaitu kurang dari 0,34 persen. Pada umumnya kebutuhan kalsium untuk unggas dapat tercukupi dari pakan buatan atau alami.

Sumber kalsium meliputi kapur, tepung tulang, batu phosphat, tepung kepiting, tepung udang, daging putih unggas, tepung alfalfa, dan tepung ganggang laut.

### 3.2. Phosphor

Phosphor merupakan komponen esensial yang dibutuhkan oleh unggas. Fungsi phosphor dalam tubuh unggas adalah sebagai berikut :

- a) Sebagai komponen utama untuk pembentukan tulang rawan, dan eksoskeleton krustacea.
- b) Phosphor juga merupakan komponen esensial dari phospholipid, asam nukleat, kasein, adenosin triphosphat, heksosa phosphat, dan beberapa enzim. Phosphor sebagai komponen utama dari senyawa-senyawa tersebut di atas, maka secara tidak langsung mempunyai peranan dalam proses metabolisme karbohidrat, protein, lipid, dan metabolisme otot dan jaringan syaraf.
- c) Phosphat organik berguna sebagai buffer atau penyangga untuk menormalkan keseimbangan asam basa cairan tubuh.

Jumlah phosphat yang terserap dari bahan pangan dipengaruhi oleh tingkat kandungan phosphat dalam darah dan keasaman lambung. Phosphat yang terserap umumnya disimpan dalam jaringan-jaringan lunak seperti hati, jantung, ginjal dan darah. Selain itu phosphat yang terserap juga disimpan dalam jaringan skeletal.

Larutan garam phosphor dapat diserap melalui kulit, sirip, dan insang dari lingkungan perairan (tawar dan asin), akan tetapi kebutuhan phosphor pada unggas pada umumnya masih dipenuhi dari sumber makanannya. Hal ini disebabkan kandungan phosphor dalam air baik pada air tawar maupun air asin sangat rendah yaitu sekitar 0,02 mg/liter.

Defisiensi atau kekurangan phosphor pada unggas dapat menyebabkan pertumbuhan menurun, konversi pakan rendah, dan kandungan kalsium serta phosphor dalam tulang belakang rendah. Pada unggas-unggas tertentu kekurangan phosphor ini dapat menyebabkan terjadinya ketidak normalan jaringan skeletal dan mineralisasi tulang rendah.

Sumber yang kaya phosphor meliputi batu phosphat, tepung tulang, tepung unggas, tepung udang, dedak beras, dedak gandum, tepung biji bunga matahari, dan tepung biji kapas. Untuk sumber phosphor yang berasal dari tanaman seperti sereal dan minyak biji-bijian, hampir 50 sampai 80 persen phosphor berada dalam asam phytic. Asam phytic adalah ester heksa phosphat dari inositol. Oleh karena itu bentuk organik dari phosphor ini harus dihidrolisis didalam saluran pencernaan dengan enzim phytase menjadi inositol dan asam phosphorit sebelum dapat diserap atau digunakan oleh unggas atau hewan lainnya.

### **3.3. Magnesium**

Fungsi utama magnesium dapat diikhtisarkan sebagai berikut :

- a) Magnesium merupakan komponen penting dalam tulang, tulang rawan dan eksoskeleton krustacea.
- b) Magnesium juga merupakan aktivator dari beberapa sistem enzim penting diantaranya kinase yaitu enzim yang mengkatalis transfer phosphat terminal dari ATP ke gula atau akseptor yang lain; mutase yaitu enzim yang berperan dalam

reaksi-reaksi trans fosforilasi; ATP-ase otot; kolinesterase; alkali fosfatase; enolase; iso sitrat dehidrogenase; arginase; deoksi ribonuklease; dan glutaminase.

c) Berdasarkan peranannya sebagai aktivitas enzim, magnesium seperti halnya kalsium menstimulir otot dan merangsang syaraf (kontraksi), terlibat di dalam pengaturan keseimbangan asam basa intraseluler, dan berperan penting dalam metabolisme karbohidrat, protein, dan lipid.

d) Magnesium terlibat dalam adaptasi pernafasan pada unggas-unggas air tawar.

Magnesium mudah diserap melalui saluran pencernaan, insang, kulit, dan sirip, baik oleh unggas maupun udang. Pada unggas, sebagian besar magnesium terdapat dalam tulang dan sebagian yang lain ditemukan dalam sel-sel jaringan lunak. Sel-sel daging merah pada unggas secara signifikan mempunyai tingkat kandungan magnesium rendah dibandingkan pada manusia.

Kelebihan magnesium pada unggas air tawar dikeluarkan melalui saluran kencing dan pada unggas-unggas laut dikeluarkan secara khusus oleh ginjal. Kekurangan magnesium pada unggas seperti pada unggas mas dan catfish dapat menyebabkan anoreksia, pertumbuhan lambat, tidak mempunyai daya serang, tingkat kematian tinggi, dan kandungan magnesium dalam tulang rendah.

Kebutuhan akan magnesium untuk unggas air tawar berkisar antara 0,04 sampai 0,05 mg/kg pakan. Untuk unggas yang hidup di laut, kebutuhan magnesium telah tercukupi dari lingkungannya sehingga tidak diperlukan adanya suplementasi magnesium dalam pakan. Konsentrasi magnesium dalam air tawar sekitar 200  $\mu\text{Mol}$  dan dalam air laut lebih dari 50 Mol.



Sumber yang kaya magnesium yaitu dedak beras, tulang, tepung ganggang laut, tepung biji bunga matahari, dedak gandum, gandum, beras, tepung udang, tepung biji kapas, dan kepiting. Sebagaimana kalsium dan phosphor, proporsi kandungan magnesium di dalam makanan nabati tersedia dalam bentuk phytin.

### **3.4. Natrium, potasium, dan klor**

Natrium, potasium, dan klor merupakan elektrolit yang tersebar luas dalam tubuh hewan. Natrium dan klor terdapat dalam cairan ekstra selular. Adapun potasium banyak dijumpai dalam intra selular. Natrium, potasium dan klor sangat penting dalam pengontrolan tekanan osmotik dan keseimbangan asam-basa.

Membran plasma mengandung suatu energi dan energi ini tergantung kepada kemampuan  $\text{Na}^+$ .  $\text{Na}^+$  dalam intra selular ditransfer ke ekstra selular, akibatnya  $\text{Na}^+$  berlebih dalam ekstra selular sehingga mengakibatkan  $\text{K}^+$  dalam ekstra selular masuk ke intra selular. Sebaliknya  $\text{K}^+$  akan berlebih dalam intra selular sehingga akan dikeluarkan dan masuklah  $\text{Na}^+$ , begitu seterusnya.

Natrium adalah ion utama monovalen dari cairan ekstra selular, di dalam aliran darah mengandung 93 persen ion natrium. Fungsi lain dari natrium adalah mempengaruhi iritabilitas otot dan berperan dalam penyerapan karbohidrat.

Potasium adalah kation terbanyak dari cairan intra selular dan mengatur tekanan osmotik intra selular serta mengatur keseimbangan asam-basa. Potasium seperti halnya natrium mempunyai efek stimulasi terhadap iritabilitas otot. Potasium juga diperlukan untuk sintesa glikogen dan protein.

Klor adalah anion utama monovalen dalam cairan ekstra selular. Klor dalam plasma darah dan cairan ekstra selular terdapat sekitar 65 persen dari anion yang ada. Klor juga mempunyai peranan sebagai pengatur tekanan osmotik dan keseimbangan asam basa. Klor juga berperan khusus dalam transpor oksigen dan karbon dioksida dalam darah dan pemeliharaan cairan tubuh.

Potasium, sodium dan klor mudah diserap dari saluran pencernaan, kulit, dan insang unggas. Kekurangan sodium, potasium, dan klor pada unggas jarang terjadi karena unggas mendapatkan elemen-elemen ion dari lingkungan akuatiknyanya.

Sumber yang kaya akan klor, sodium, dan potasium yaitu tepung ganggang, tepung udang, tepung unggas, tepung alfalfa, molase tebu, tepung kedelai, dedak beras, dedak gandum, tepung biji kapas, tepung kopra, gandum giling tepung kacang, dan tepung biji bunga matahari.

### **3.5. Sulfur**

Sulfur adalah komponen penting dari beberapa asam amino (metionin dan sistein), vitamin (tiamin dan biotin), hormon insulin dan eksoskeleton krustacea. Sulfur dalam bentuk asam sulfat merupakan komponen penting dari chondrotin, fibrinogen, dan taurin. Beberapa enzim seperti koenzim A dari glutathione, keaktifan mereka tergantung kepada gugus sulphidril bebas. Sulfur juga terlibat dalam detoksifikasi senyawa-senyawa aromatik di dalam tubuh unggas dan hewan lainnya.

Sulfur yang terikat dalam asam amino dan sulfur anorganik mudah diserap dari saluran pencernaan unggas. Sumber yang kaya sulfur antara lain tepung unggas, telur ayam. Bulu burung atau ayam yang telah dihidrolisis lebih lanjut.

## **BAB IV**

### **MIKRO MINERAL**

#### **4.1. Besi**

Besi dalam tubuh unggas terdapat dalam bentuk berikatan dengan protein diantaranya dalam bentuk senyawa heme (hemoglobin dan mioglobin), enzim-enzim hemo (mitokhondria dan mikrosoma, sitokroma, katalase, peroksidase, santhi oksidase, aldhide oksidase, dan suksinat dehidrogenase), dan senyawasenyawa non heme (tranferin, ferritin, dan enzim flavin).

Besi sebagai komponen senyawa hemoglobin dan mioglobin yang merupakan pigmen pernafasan berperan penting dalam proses respirasi sel (pengangkutan oksigen dan karbondioksida) melalui proses oksidasi-reduksi dan transpor elektron. Hemoglobin terdapat dalam erytrocet darah, tranferin dalam plasma dan ferritin dalam serum. Tranferin bertugas sebagai pembawa besi dalam darah dan karena itu berperan penting dalam metabolisme besi.

Penyimpanan besi dalam bentuk senyawa-senyawanya seperti ferritin dan tranferin tersebar luas dalam hati, limpa, dan sumsum tulang belakang. Penyimpanan besi oleh unggas dipengaruhi oleh umur, kesehatan ikaan, kondisi dalam saluran gastro intestinal, jumlah dan bentuk kimia yang dicernak serta perbandingan komponen organik dan anorganik dalam pakan.

Besi mudah diserap melalui saluran pencernaan, insang sirip dan kulit. Ketersediaan dan penyerapan besi umumnya mengurangi penerimaan fosphat,

kalsium, tembaga, dan seng. Kekurangan zat-zat tertentu seperti vitamin C dapat menaikkan penyerapan besi. Pada umumnya sumber anorganik lebih mudah diserap daripada sumber organik. Sumber utama penyerapan besi dari saluran pencernaan berasal dari pakan.

Umumnya unggas jarang mengalami defisiensi besi. Defisiensi besi pada unggas dapat menyebabkan anemia, pertumbuhan, dan efisiensi pakan rendah.

Kebutuhan besi untuk unggas dalam pakan berkisar antara 30 – 170 mg/kg bahan pangan. Sumber yang kaya besi meliputi tepung darah, tepung ganggang, tepung kelapa, tepung tulang, tepung biji bunga matahari, tepung alfalfa, molase tebu, dedak beras, dan tepung unggas. Besi yang terdapat dalam bahan pangan sebagian besar terdapat dalam bentuk organik berkombinasi dengan protein seperti hemoglobin, myoglobin, dan senyawa-senyawa kompleks lainnya. Besi baik dalam bentuk anorganik maupun dalam bentuk organik yang terikat dengan senyawa protein harus diubah terlebih dahulu ke dalam bentuk ferrus ( $Fe^{3+}$ ) dan setelah itu dapat diserap. Perubahan tersebut dilakukan oleh adanya cairan lambung dan sekresi pencernaan lainnya.

#### **4.2. Seng**

Seng merupakan komponen penting, lebih dari 80 persen metallo enzim seperti karbonik anhidrase yang dibutuhkan untuk transpor karbondioksida oleh darah dan untuk sekresi HCl di dalam perut, glutamik dehidrogenase, akalin phosphatase, peridine nukleotide dehidrogenase, alkohol dehidrogenase, super okside dismutase, pankreatik karboksipeptidase, dan triptophan dismutase. Seng berguna sebagai kofaktor

dalam banyak sistem enzim diantaranya arginase, enolase, beberapa peptidase dan oksaloasetat dekarboksilase.

Berdasarkan keberadaannya seng sebagai komponen penting dan kofaktor enzim sebagaimana tersebut di atas, maka seng sangat vital dalam beberapa proses metabolisme utama seperti lipid, protein, dan asam amino; dan aktif dalam sintesis dan metabolisme asam nukleat (RNA). Seng kemungkinan juga berperan dalam keaktifan hormon seperti insulin, glukagon, dan kortikotrophin. Selain itu seng berperan penting dalam penyembuhan luka.

Seng mudah diserap dari saluran pencernaan, insang, sirip, dan kulit. Keberadaan dan penyerapan seng dapat mengurangi ketersediaan phytat dan meningkatkan penyerapan kalsium, phosphor, dan tembaga. Pada unggas, penyerapan seng dari sumber makanannya telah dapat mencukupi kebutuhan seng.

Kekurangan seng jarang terjadi pada unggas. Pada penelitian yang terkontrol, kekurangan seng menyebabkan pertumbuhan menurun, kurang nafsu makan, kandungan seng dan kalsium dalam tulang rendah, dan kandungan seng dalam serum darah juga rendah.

Kebutuhan minimum seng pada unggas sangat bervariasi tergantung pada beberapa faktor yaitu kematangan seksual, komposisi bahan pangan, temperatur air, dan kualitas air. Faktor komposisi bahan pangan antara lain kandungan kalsium dan phosphor, keberadaan asam phytic, dan keberadaan seng dalam bahan pangan. Kesemua faktor bahan pangan tersebut mempengaruhi penyerapan dan penggunaan seng oleh unggas.

Sumber yang kaya seng antara lain ragi kering, tepung unggas, tepung gluten jagung, dedak gandum, beras giling, dan tepung biji bunga matahari.

### **4.3. Mangan**

Keberadaan mangan tersebar luas dalam jaringan unggas dan hewan lainnya, dan konsentrasi tertinggi terdapat pada tulang. Selain itu mangan dalam jumlah yang cukup besar juga terdapat pada hati, otot, ginjal, jaringan gonad, dan kulit. Konsentrasi mangan pada jaringan banyak terdapat dalam mitokondria daripada sitoplasma, atau organel-organel sel yang lain.

Fungsi mangan dalam tubuh unggas adalah sebagai aktivator enzim untuk enzim-enzim yang menghantarkan atau mentransfer fosfat (phosphat transferase dan phosphate dehidrogenase), serta enzim yang berkaitan dengan siklus asam sitrat yang meliputi arginase, alkaline phosphatase, dan heksokinase. Mangan juga merupakan komponen penting dari enzim karboksilase. Berdasarkan fungsinya sebagai kofaktor dari beberapa enzim penting tersebut di atas, maka mangan sangat penting dalam pembentukan tulang (pembentukan makro polisakrida), regenerasi sel-sel darah merah, metabolisme karbohidrat, siklus reproduksi, metabolisme lipid, dan fungsi-fungsi otak.

Mangan mudah diserap dari saluran pencernaan, insang, sirip, dan kulit. Ketersediaan dan penyerapan mangan mengurangi ketersediaan kalsium dan meningkatkan penerimaan kalsium. Pengambilan mangan melalui saluran pencernaan dari bahan pangan sangat efisien bagi unggas.

Kekurangan mangan pada unggas secara umum menyebabkan pertumbuhan menurun dan abnormal pada skeletal, dan daya tetas telur menurun.

Sumber yang kaya akan mangan meliputi tepung ganggang, dedak beras, tepung kepiting, dedak gandum, tepung kecambah gandum, gandum giling, tepung kopra gandum, tepung udang dan tepung gandum.

#### **4.4. Tembaga**

Tembaga adalah salah satu mineral yang sangat diperlukan dalam tubuh semua hewan termasuk unggas. Tembaga merupakan komponen penting untuk sejumlah sistem enzim oksidasi dan reduksi diantaranya sitokrome oksidase, tirosinase, superoksida dismutase, amin oksidase, lisil oksidase, triptofan oksidase.

Enzim sitokrom oksidase berperan dalam rantai transpor elektron dalam sel, lisil oksidase berperan dalam mendukung kross-lingking (jembatan penghubung) elastin dan kolagen, dopamin beta hidroksilase penting dalam produksi sitokolin dalam otak dan kelenjar adrenal, dan tirosinase penting untuk produksi melamin. Sebagai komponen dari enzim superoksida dismutase, tembaga terlibat dalam metabolisme besi yang terkait dengan pembentukan tulang dan memelihara integritas selaput myelin dari urat syaraf. Tembaga juga merupakan komponen terbesar dalam plasma dan cairan interstisial.

Tembaga dalam tubuh unggas ditemukan dalam hati, ginjal, otak, dan mata. Molusca dan jenis organisme invertebrata lain dapat mengakumulasi tembaga dalam jumlah besar. Hemosianin yaitu senyawa kompleks yang mengandung tembaga berwarna hijau



ditemukan dalam hemolymph (seperti getah) moluska dan krustacea. Tembaga dalam hemolymph berfungsi sebagai pembawa oksigen pada krustacea dan moluska.

Tembaga mudah diserap dari saluran pencernaan, insang, sirip dan kulit. Ketersediaan dan penyerapan tembaga mengurangi ketersediaan phytat dan meningkatkan penyerapan senyawa besi, molibdium, sulfat anorganik dan kalsium karbonat.

Kekurangan tembaga secara prakteknya jarang terjadi pada unggas kecuali pada lingkungan pemeliharaan yang sangat ekstrim. Beberapa penelitian menunjukkan defisiensi tembaga pada unggas menyebabkan pertumbuhan menurun dan terjadi katarak.

Kebutuhan tembaga dalam pakan pada unggas sangat tergantung kepada keadaan fisiologis unggas, konsentrasi tembaga dalam air dan keberadaan mineral-mineral antagonis seperti besi, seng, kalsium, dan molibdium.

Sumber yang kaya akan tembaga adalah molase tebu, tepung kepiting, tepung gluten jagung, tepung kedelai, gandum giling, tepung biji kapas dan tepung kopra.

#### **4.5. Kobalt**

Fungsi biologis kobalt berhubungan dengan peranannya sebagai komponen penyusun vitamin B<sub>12</sub>; 4,5 persen dari berat molekul vitamin B<sub>12</sub> adalah kobalt. Oleh karena itu kobalt berperan penting dalam pembentukan sel darah merah dan pemeliharaan jaringan syaraf. Sebagian besar hewan terutama ruminansia tergantung

kepada mikroorganisme untuk supply vitamin B<sub>12</sub>. Alga tertentu juga mengandung kobalt.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penambahan kobalt klorid atau kobalt nitrit dalam bahan pangan (pakan) dapat meningkatkan pertumbuhan dan pembentukan haemoglobin pada unggas mas.

Penyerapan kobalt dapat melalui saluran pencernaan, insang, sisik, dan kulit unggas. Ketersediaan dan penyerapan kobalt mengurangi ketersediaan dan kelebihan iodine yang diterima.

Sumber yang kaya kobalt diantaranya tepung kopra, tepung unggas, tepung biji kapas, dan tepung kedelai.

#### **4.6. Iodine**

Iodine sangat penting untuk sintesis hormon thyroid, tiroksin, dan triiodothyronin dalam unggas, burung, amfibi, reptil, dan mamalia. Hormon thyroid mengontrol oksidasi selular, mempengaruhi pertumbuhan, kelenjar endokrin, fungsi-fungsi neuro muscular, dinamik sirkulasi, dan juga metabolisme dari nutrien-nutrien utama.

Iodine mudah diserap dari saluran pencernaan dan lingkungan sekitar unggas dan krustacea melalui insang, kulit, dan sisik. Unggas-unggas tertentu dapat menyerap iodine dari lingkungan perairan sebanyak kurang lebih 80 persen dari kebutuhannya dan sisanya diambil dari sumber makanannya. Sekitar 5 persen iodine yang terserap digunakan untuk thyroid. Iodine yang terikat dalam thyroid dioksidasi menjadi iodin

secara enzimatik dengan enzim-enzim peroksidase. Selanjutnya iodin diiodinasi oleh tirosin menjadi bentuk monoiodotirosin dan diiodotirosin. Kedua iodotirosin dibentuk menjadi diiodotirosin. Dua molekul diiodotirosin berkombinasi membentuk satu molekul tiroxin atau satu mono dan satu diiodotirosin berkombinasi membentuk satu molekul triiodotironin.

Senyawa triiodotironin adalah hormon yang diekskresi oleh kelenjar tiroid dan merupakan prekursor untuk tiroxin. Pembentukan tiroxin dan triiodotironin terjadi dalam darah unggas, tiroxin terikat kuat dalam plasma protein dibandingkan triiodotironin.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pengambilan iodin antara lain kandungan iodid dalam darah, temperatur air, kematangan seksual, dan kemampuan unggas mengikat iodid dalam protein plasma. Kebutuhan iodin oleh unggas dipengaruhi oleh pertumbuhan, jenis kelamin, keadaan fisiologis, keadaan lingkungan perairan, penyakit dan kandungan iodin dalam air. Ketersediaan dan penyerapan iodin mengurangi ketersediaan kobalt.

Sumber yang kaya iodin meliputi semua bahan makanan yang berasal dari laut, dan terutama tepung ganggang laut dan unggas laut serta tepung krustacea.

#### **4.7. Selenium**

Selenium adalah komponen penting dari enzim glutathione peroksidase dan bersama-sama dengan vitamin E berguna untuk melindungi jaringan selular dan membran sel dari kerusakan oksidasi. Selain itu selenium berpartisipasi dalam

biosintesis ubiquinone (co-enzim Q; terlibat dalam perpindahan elektron dalam sel) dan mempengaruhi penyerapan dan ketahanan vitamin E.

Selenium mudah diserap dari saluran pencernaan dan lingkungan sekitarnya melalui sisik, insang dan kulit. Kebutuhan selenium pada jenis unggas catfish sekitar 0,25 ug/kg pakan.

Sumber yang kaya selenium adalah tepung unggas, tepung gluten jagung, tepung biji kapas, tepung gandum, dan tepung alfalfa. Pada lingkungan perairan tawar, selenium terdapat sekitar 0,2 – 10 ug/liter dan pada air laut 0,09 ug/liter. Selenium yang terdapat dalam bahan pangan ada dalam bentuk yang terikat dengan senyawa organik diantaranya seleno methionine, selenium methel, selenositene, dan selenositein.

#### **4.8. Kromium**

Kromium merupakan mineral yang esensial untuk kehidupan binatang dan manusia. Kromium dalam bentuk oksidasi terdiri dari 0, 2<sup>+</sup>, 3<sup>+</sup>, dan 6<sup>+</sup>. Kromium dalam bahan pangan ditemukan hanya dalam dua bentuk yaitu kromium trivalen (3<sup>+</sup>) dan kromium yang terikat dengan senyawa kompleks lainnya.

Kromium trivalen adalah komponen integral dari glukose tolerance faktor (GTF), yang mana senyawa ini berberat molekul rendah dengan trivalen sebagai koordinat dua asam nikotinat dan koordinat lain yang dilindungi oleh asam amino. Selain itu kromium merupakan kofaktor untuk hormon insulin. Peranan vital yang lain dari kromium antara lain dalam proses pembentukan GTF dan glikogen, serta berperan penting dalam metabolisme kolesterol dan asam amino.

Berdasarkan beberapa penelitian, defisiensi kromium trivalen terhadap unggas umumnya jarang terjadi. Sumber yang kaya kromium trivalen adalah hati, tepung unggas, dan beberapa tepung dari hasil samping peternakan ayam seperti tepung bulu ayam dan sebagainya.

## **BAB V**

### **METALOENZIM**

Metaloenzim yaitu enzim yang berikatan dengan unsur mineral = enzim logam. Dalam enzim logam, logam (unsur mineral) merupakan suatu bagian yang tidak terpisahkan dari molekul dan tidak dapat dilepaskan dengan proses dialisis. Jika enzim ini diekstraksi dengan asam kuat atau agen chelate, maka aktivitas enzim ini akan menurun. Enzim-enzim dalam tipe ini umumnya mengandung logam transisi (Cu, Fe, Zn), yang membentuk kompleks koordinasi stabil pada pusat aktifnya. Logam selalu ada dalam jumlah stoikiometri, umumnya diantara 1 dan 4, dan kadang-kadang mencapai 6 - 8 atom logam dalam satu molekul enzim (contoh : Fe dalam kompleks porpirin dari enzim katalase dan sitokrom oksidase). Beberapa enzim dari tipe ini mengandung dua unsur logam yang berbeda, contoh : sitokrom oksidase (Fe dan Cu), santin oksidase (Fe dan Mo).

Tabel 3. Beberapa Enzim Logam pada Ternak

Enzim	Logam
Monoamin oksidase	Cu
Urikase	Cu
Sitokrom oksidase	Cu
NADH-dehidrogenase	Fe
Suksinat dehidrogenase	Fe
Aldehid oksidase	Fe, Mo
Piruvat karboksilase	Mn
Santin oksidase	Mo
Karbonik anhidrase	Zn
Karboksipeptidase A	Zn
Karboksipeptidase B	Zn
Alkohol dehidrogenase	Zn
Leusin aminopeptidase	Zn
Glutationin peroksidase	Se

Semua ternak sangat memerlukan elemen-elemen anorganik atau mineral untuk menormalkan proses kehidupannya. Unggas mempunyai kemampuan untuk menyerap beberapa elemen anorganik tidak hanya dari makanannya tetapi juga dari lingkungan eksternal (badan perairan baik air tawar maupun air laut). Beberapa elemen diperlukan dalam jumlah yang sedikit sehingga sulit untuk menformulasunggas dalam pakan.

Zat-zat meniral dalam mahluk hidup terdapat sebagai senyawa organik atau anorganik. Natrium klorida, kalsium fosphat, dan kalsium karbonat terdapat dalam senyawa anorganik, sebagai larutan garam ber-ion atau elektrolit dalam cairan tubuh

atau sebagai bagian struktural. Adapun bentuk organik terdapat pada protein, lipid, karbohidrat, dan senyawa-senyawa lainnya.

Zat mineral esensial adalah zat mineral yang telah terbukti bahwa mineral tertentu esensial berdasarkan atas penelitian terhadap satu atau lebih species unggas yang diberi pakan atau ransum cukup nutrisi, kecuali zat mineral yang diteliti sehingga menimbulkan gejala-gejala defisiensi. Gejala defisiensi tersebut dicegah dengan menambah zat mineral yang diteliti ke dalam ransum.

Mineral esensial umumnya diklasifikasikan dalam dua kelompok yaitu makro dan mikro mineral. Makro mineral adalah mineral yang terdapat dalam tubuh yang jumlahnya berkisar dalam miligram sehingga kebutuhan yang diperlukan dalam jumlah mg/kg bahan pangan. Mikro mineral adalah mineral yang terdapat dalam tubuh yang jumlahnya sekitar mikrogram dan kebutuhan yang diperlukan sekitar  $\mu\text{g}/\text{kg}$  bahan pangan, sehingga mikro mineral sering disebut pula *trace mineral*.

Makro mineral terdiri dari kalsium, magnesium, natrium, potasium, phosphor, klorin, dan sulfur. Adapun yang termasuk mikro mineral adalah besi, seng, mangan, tembaga, iodine, kobalt, nikel, fluor, vanadium, kromium, molybdenum, selenium, dan tin. Untuk mengetahui lebih lanjut tentang peranan, akibat kekurangan, dan sumber dari mineral tersebut di atas khususnya pada unggas, sangat penting untuk didiskusikan lebih lanjut dalam sub bab berikut ini.



## **BAB VI**

### **RINGKASAN**

Mineral merupakan salah satu zat nutrisi yang sangat esensial untuk kehidupan unggas dan organisme akuatik lainnya. Berdasarkan jumlah kebutuhan dan keberadaan dalam tubuh unggas, mineral dibedakan atas dua kelompok yaitu makro mineral dan mikro mineral. Makro mineral terdiri dari phosphor, kalsium, magnesium, sodium, potasium, klor, dan sulfur. Mikro mineral terdiri dari besi, seng, mangan, tembaga, kobalt, iodin, selenium dan kromium.

Fungsi utama mineral dalam tubuh unggas adalah sebagai berikut :

- a) Penyusun penting dalam struktur skeleton (tulang dan gigi) dan esoskeleton.
- b) Penting dalam pemeliharaan tekanan osmotik dan mengatur perubahan air dan larutan dalam tubuh unggas.
- c) Berguna sebagai penyusun struktur jaringan lunak unggas.
- d) Penting untuk transmisi impuls syaraf dan kontraksi otot.
- e) Berperanan vital di dalam keseimbangan asam-basa tubuh, dan mengatur pH darah dan cairan tubuh lainnya.
- f) Berguna sebagai komponen penting dari banyak enzim, vitamin, hormon, pigmen pernafasan atau sebagai kofaktor dalam metabolisme, katalis dan aktifator enzim.

Akibat defisiensi atau kekurangan salah satu mineral dapat menyebabkan pertumbuhan menurun, efisiensi pakan rendah, demineralisasi pada tulang, deformasi

skeletal, pengapuran abnormal dari tulang rusuk dan sirip punggung, efisiensi pakan rendah, anorexia, dan sebagainya.

Sumber yang kaya mineral terdapat pada hampir semua jaringan hewan dan tumbuhan. Umumnya jaringan hewan lebih banyak mengandung mineral dibandingkan dengan jaringan tanaman. Mineral yang terdapat dalam jaringan tanaman terikat dengan senyawa-senyawa organik lainnya seperti asam phytic, sehingga untuk penggunaannya mineral tersebut harus terlebih dahulu diberi perlakuan pendahuluan seperti dihidrolis dengan enzim atau dengan perlakuan fisik seperti pemanasan dan perendaman.

## DAFTAR PUSTAKA

- Brett., J.R. 1979. *Environmental factors and growth*. Academic Press. Inc.
- Cheeke, P.R. 2005. *Applied Animal Nutrition, Feeds and Feeding*. Third Edition. Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, New Jersey.
- Close, W. and K.H. Menke. 1986. *Manual Selected Tropics in Animal Nutrition*. 2<sup>nd</sup> Edition. The Institute of Animal Nutrition, University of Hohenhelm.
- Edelman, J. and J.M. Chapman. 1981. *Basic Biochemistry*. Third Edition. Morrison and Gibb Ltd., London.
- Kies, C. 1981. *Bioavailability: A Factor in Protein Quality*. J.Agric. Food.Chem. 29 : 435 –440.
- Klasing, K.C. 2000. *Comparative Avian Nutrition*. Departement of Avian Sciences College of Agricultural and Enviromental Sciences, University of California. University Press, Cambridge.
- Piliang, W.G. 1997. *Nutrisi Mineral*. Edisi Kedua. PT. Penerbit Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Ranjhan, S.K. and G. Krishna. 1980. *Laboratory Manual for Nutrition Research*. Vikas Publishing House Pvt. Ltd., New Delhi.
- Tillman, D.A., Hari Hartadi, Soedomo R, Soeharto P, dan Soekarno L. 1986. *Ilmu makanan ternak dasar*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.