METODE PENGATURAN KECUKUPAN MINERAL DAN METABOLISMENYA DALAM TUBUH TERNAK

BAHAN AJAR MATA KULIAH
TEKNIK PERCOBAAN NUTRISI DAN MAKANAN TERNAK

Oleh:

A b u n

JURUSAN NUTRISI DAN MAKANAN TERNAK
FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS PADJADJARAN
JATINANGOR 2007

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum, wr.wb.

Puji syukur penulis panjatkan ke Hadirat Allah Swt, karena atas Rahmat-Nya Bahan Ajar Mata Kuliah Teknik Percobaan Nutrisi dan Makanan Ternak dapat diselesaikan. Judul Bahan Ajar ini adalah " Metode Pengaturan Kecukupan Mineral dan Metabolismenya dalam Tubuh Ternak".

Bahan Ajar ini dibuat sebagai salah satu landasan ilmiah dalam bidang penelitian nutrisi dan makanan ternak serta sebagai pedoman dalam proses belajar mengajar Mata Kuliah "Teknik Percobaan Nutrisi dan Makanan Ternak", dimana didalamnya membahas tentang mineral dan metabolismenya dalam tubuh ternak".

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Peternakan, yang telah memberikan kepercayaan untuk melakukan penulisan Bahan Ajar Mata Kuliah Teknik Percobaan Nutrisi dan Makanan Ternak.
2. Kepala Laboratorium Nutrisi Ternak Unggas Non Ruminansia dan Industri Makanan Ternak, Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran, Jatinangor, yang telah memberikan pasilitas dan bimbingannya dalam penulisan bahan ajar.
3. Semua pihak yang telah membantu terlaksananya penulisan Bahan Ajar ini.

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

Jatinangor, Juni 2007

Penulis,

DAFTAR ISI

BAB		Halaman
	KATA PENGANTAR	i
	DAFTAR ISI	ii
	DAFTAR TABEL	iii
I..	PENDAHULUAN	1
II.	KONTROL KECUKUPAN MINERAL DALAM BAHAN PAKAN	2
III.	KONTROL METABOLISME MINERAL DALAM TUBUH TERNAK	3
	3.1. Penyebab Malfungsi Metabolisme Mineral	4
	3.2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Jumlah Mineral dalam Jaringan	8
	3.3. Deteksi Mineral dalam Jaringan	10
	3.4. Deteksi Mineral dalam Darah.....	10
	3.5. Deteksi Mineral dalam Tulang.....	12
	3.6. Penentuan Asimilasi Mineral	12
IV.	KESIMPULAN	14
	DAFTAR PUSTAKA	19

DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
1.	Komposisi Mineral Pada Susu Sapi	16
2.	Estimasi Kondisi Metabolisme Mineral pada Sapi Non laktasi	18

I. PENDAHULUAN

Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa masalah defisiensi makro dan mikromineral berdampak pada masalah malfungsi yang serius, tidak hanya defisiensi mineral itu sendiri, tetapi juga nutrien lain, yaitu: protein, lemak, karbohidrat, vitamin, dan hormon. Hal ini menyebabkan malfungsi liver, organ pencernaan, dan sistem lainnya dan kecilnya efisiensi penggunaan pakan dan rendahnya pertumbuhan serta proses perkembangan. Produktivitas menurun, ternak kurang tahan terhadap faktor lingkungan, dan mudah tertular penyakit baik penyakit infeksi maupun non-infeksi.

Kecukupan nutrisi mineral mengasumsikan kepentingan khusus pada kondisi stok breeding moderen. Peternakan menjadi terspesialisasi, dan ternak dicetak ke arah industri, ini berarti ternak tersebut harus makan dan diam dalam kondisi baru yang serba lengkap. Populasi yang besar harus hidup dalam areal terbatas, teknologi serba otomatis dan mekanis, sehingga produktifitas ternak harus tinggi, biaya per unit produksi dikurangi, dan secara ekonomis peternakan menjadi menggiurkan.

Namun, peternakan terspesialisasi dan dalam industri yang komplek selama jangka panjang bahkan pada seluruh siklus kehidupannya, dibawah kondisi terbatas (gerakan, dan sinar matahari, dibatasi, serta mikroklimat) tidak selalu menyenangkan. Pada kondisi demikian terjadinya sedikit saja penyimpangan dari kebutuhan mineral yang optimum, akan berpengaruh kuat terhadap kesehatan dan produktifitasnya. Dengan demikian sangatlah penting pendeteksian sejak awal dan gambaran objektif tentang

metabolisme mineral pada ternak. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan prosedur khusus, sebagai bagian dari teknologi peternakan.

II. KONTROL KECUKUPAN MINERAL DALAM BAHAN PAKAN

Hal prinsip yang objektif dalam cara mengontrol metabolisme mineral pada ternak adalah menentukan hubungan antara kandungan mineral dalam bahan pakan dan air yang dikonsumsi dengan kebutuhan aktualnya, seperti : penentuan suplai mineral yang sebenarnya pada ternak. Kandungan optimum Ca, P, Co, I, dan makro serta mikro mineral lainnya dikalkulasi dalam satuan persen bahan kering atau jumlah mineral per kg pakan (kecukupan masing-masing terhadap keseluruhan mineral), untuk setiap spesies dan umur kelompok ternak sebagai fungsi dari tingkat dan tipe produksi. Nilai yang diperoleh di-cek dalam sejumlah laboratorium dan penelitian lapangan dalam situasi iklim dan jenis tanah yang berbeda.

Tahap awal dalam berbagai kontrol tersebut adalah kecukupan mineral yang harus ditentukan dari kandungan mineral yang sebenarnya dalam bahan pakan dan dalam ransum serta disesuaikan dengan perkembangan ternak. Berdasarkan pengalaman praktis dari hasil penelitian menunjukan bahwa dalam peternakan moderen, kontrol kecukupan mineral tidak cukup hanya didasarkan pada kandungan Ca dan P. Kandungan Na, K, Mg, dan S dalam ransum, dan kandungan mikromineral Co, I, Cu, Zn, Mn, dan Se harus juga ditentukan. Ransum yang diberikan pada babi, kambing, sapi, dan unggas seringkali defisiensi berbagai jenis mineral. Hal tersebut juga sebaiknya dilakukan kontrol terhadap mineral Fluor, Nikel, Strontium, dan mineral

lainya yang mungkin berlebih dalam bahan pakan dan dalam air minum, karena dapat menyebabkan toksik, terutama jika mineral kelompok utama defisien atau tidak seimbang.

Kandungan mineral dalam bahan pakan dapat ditentukan dengan metode standar. Akhir-akhir ini manual laboratorium untuk bahan pakan, organ, dan jaringan direkomendasikan analisis mineralnya berbeda secara fisik dan kimiawi. Jadi secara manual ada 4 metode untuk analisis Ca dan 3 metode untuk analisis P. Jika berbagai metode tersebut digunakan, hasilnya seringkali tidak dapat dibandingkan. Perbedaan metode pada analisis spektroskopis dapat menghasilkan bias.

Penentuan kandungan aktual mineral pakan, konsentrasinya dapat dihitung dalam persen per kg pakan, dan kemudian dibandingkan dengan ukuran yang ditetapkan. Defisien mineral kemudian disuplemen dengan menambahkan bahan pakan yang tinggi kandungan mineralnya dalam ransum, atau kebanyakan dengan cara pemberian suplemen pakan komplit dengan garam yang mengandung mineral yang defisien tersebut. Dengan cara ini tingkat mineral dalam ransum dapat diatur ke arah tingkat optimum.

III. KONTROL METABOLISME MINERAL DALAM TUBUH TERNAK

Ransum yang komplit, yang sesuai dengan ketetapan adalah merupakan kondisi awal untuk meyakinkan proses metabolik yang optimum dan fungsi normal seluruh organ dan sistem pada kondisi fisiologis tertentu.

Optimalisasi proses metabolik dan kontrol reaksi biokimia pada ternak dalam anjuran yang sesuai dengan fungsi, produktivitas, dan status fisiologis akan memaksimalkan breeder dan produksi, tingkat reproduksi tinggi, sehat, hewan yang baru lahir lebih sehat, pertumbuhan dan perkembangan sesuai, produk yang dihasilkan berkualitas, dan pada akhirnya peternakan mempunyai efisiensi yang lebih tinggi.

3.1. Penyebab Malfungsi Metabolisme Mineral

Dalam konteks ini, normalisasi metabolisme mineral sangat penting karena kekuatan intensitasnya berpengaruh terhadap kecepatan metabolisme zat-zat makanan lainnya. Namun penelitian ilmiah dan percobaan yang dikhususkan pada ternak menyimpulkan bahwa meskipun pakan yang diberikan dibuat seimbang, produktivitas tidak tercapai, over konsumsi, dan proses metabolik. Hal demikian mungkin disebabkan berbagai kasus. Penyebab utama adalah malfungsi metabolisme mineral, yaitu walaupun supplai mineral pada pakan cukup, akan tetapi pemanfaatannya menjadi rendah (selama hijauan pakan dicerna). Pada prinsipnya fungsi saluran pencernaan adalah merubah substansi yang mengandung nitrogen, karbohidrat, lemak, vitamin, dan mineral menjadi bentuk yang dapat diserap oleh dinding lambung dan usus. Nutrien bahan pakan terdapat dalam sel tanaman, yang membrannya biasanya terdiri dari selulosa yang sulit dicerna. Dengan demikian jika kebanyakan bahan pakan hijauan berserat kasar tinggi atau biji-bijian berserat, akan mengurangi derajat pemanfaatan mineral dalam bahan pakan.

Bahan pakan terkadang mengandung substansi dan senyawa kimia yang dapat mengurangi jalan masuknya mineral yang ada pada bahan pakan tersebut atau menghambat pemanfaatannya dalam jaringan dan organ setelah penyerapan. Misalnya telah diketahui bahwa Fosfor sangat rendah untuk diserap karena adanya senyawa *fitat*, yang umumnya banyak terdapat dalam tanaman terutama terkonsentrasi dalam bijian. Pemanfaatan mineral semakin berkurang jika tidak ada dalam pakan dalam jumlah yang banyak. Kalsium berlebih akan menghalangi asimilasi fosfor dan yodium. Sedangkan molibdenum dan sulfat berlebih akan menghalangi asimilasi Copper (Cu). Cruciferae (kubis, biji rape, tanaman cress) dan juga biji rami, serta beberapa varietas cengkeh mengandung senyawa *goitrogen*, yang dapat menghalangi pemanfaatan yodium untuk sintesis hormon dalam kelenjar tyroid.

Pemanfaatan mineral yang terkandung dalam bahan pakan tidak sempurna jika ransum defisien akan vitamin, dan juga jika ada gangguan pada saluran pencernaan. Pada kasus ini, dapat ditanggulangi dengan cara memberikan susu sebagai suplai mineral (makro dan mikromineral) serta untuk meningkatkan metabolisme, yang akan berpengaruh terhadap tingginya produktivitas ternak. Dengan demikian, kontrol kecukupan mineral dalam pakan seperti penentuan kandungan mineral bahan pakan harus diiringi dengan kontrol metabolisme.

Sistem Zaitsev dan Sharabrin mengarah pada pengamatan propylactik pada ternak selama 2 tahun, selama periode grazing, kemudian dilanjutkan dengan dikandangkan pada musim berikutnya. Hasil observasi klinik ditekankan pada deteksi

ternak yang menampakan gejala perubahan yang disebabkan karena kelebihan atau kekurangan satu atau beberapa jenis mineral. Contohnya adalah sebagai berikut :

- Ternak muda yang defisien Ca dan P yang serius mengalami Ricketsia,
- Ternak dewasa mengalami Osteoditropi yang kemudian gejala Osteomalasia dan tingkah laku makan yang menyimpang (gigit tulang, kayu, rambut, dan objek lainnya).
- Jika defisien Magnesium mengalami Hipomagnesia beserta penyakit tetany.
- Defisiensi sodium/Na dalam jangka waktu lama akan kurang nafsu makan, malas, dan allotriophagy,
- Defisiensi mikromineral dalam jangka panjang juga mningkatkan gejala-gejala typikal, seperti :
- Hipocobaltosis, menyebabkan kurus kering, dan tingkah makan yang menyimpang,
- Defisiensi Co dan Mo, menyebabkan diarea, osteoporosis skeleton,
- Defisiensi Zn, menyebabkan parakeratosis (eksim kulit pada babi),
- Defisiensi Mn pada anak ayam dan ayam betina, menyebabkan perosis,
- Defisiensi I, menyebabkan kerusakan kelenjar tyroid ditampakan sebagai goiter dan exoftalmia,
- Kelebihan Nikel, menyebabkan penyakit mata dan kebutaan (terutama ternak muda),
- Kelebihan F, menyebabkan flourosis (spot gigi).

Berikut ini beberapa komentar yang dikumpulkan berdasarkan potensi klinis dari pengaturan metabolisme mineral :

1. Gejala klinis tidak spesifik mutlak karena defisiensi / kelebihan spesifik mineral. Jadi, tak sempurnanya metabolisme Ca, P, Co, Mn dan defisiensi Vitamin D menyebabkan gangguan tulang; sedangkan defisiensi Ca, Na, Co, Cu menyebabkan tingkah makan yang menyimpang.
2. Gabungan defisiensi beberapa makro dan mikro- mineral sering tak terhitung pada kondisi praktis. Komplikasi gejala klinis dan diagnosis dari defisiensi mineral diketahui kemudian.
3. Secara keseluruhan defisiensi mineral berpengaruh terhadap nafsu makan, berkurangnya pemanfaatan zat makanan, kegagalan fungsi reproduksi. Perkembangan terhambat dan cenderung akan berpenyakit serta penurunan produktivitas, baik secara kuantitas maupun kualitas. Namun gejala klinis tidak spesifik mutlak karena defisiensi / kelebihan mineral tetapi juga karena defisiensi/kelebihan protein, asam amino, jumlah kalori bahan pakan dan kandungan beberapa jenis vitamin.
4. Gambaran serius tentang control metabolisme mineral yang didasarkan gejala klinis ternak menghadapi kenyataan bahwa gejala kekurangan mineral tampaknya terlambat. Hal ini karena gejala penyakit adalah hasil dari kegagalan proses biokimia dan perubahan fungsi serta morfologis dari organ dan jaringan. Terapi umumnya kurang efektif dan harus dilakukan sedini mungkin. Defisiensi mineral terutama diperhatikan untuk pertumbuhan dan perkembangan pada umur muda.

Jika pertumbuhan terlanjur terhambat pada usia dewasa, maka ternak tidak akan memperlihatkan potensi genetik yang sebenarnya.

3.2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Jumlah Mineral dalam Jaringan

Mineral yang masuk ke dalam tubuh berasal dari :

1. Bahan pakan
2. Air
3. Dapat juga berasal dari udara, terutama yodium.

Dalam tanaman, konsentrat sereal dan bahan pakan lain terutama yang berasal dari sayuran, makro dan mikro-mineral diikat oleh protein, karbohidrat, lemak, dan senyawa biologis aktif lainnya. Dalam air dan suplemen mineral terdapat sebagai senyawa anorganik.

Selama mencerna pakan/zat makanan oleh enzim, maka mineral organik yang terikat akan dikeluarkan dari sel tanaman, sedangkan garam-garam anorganik bergabung kedalam komplek biologi. Penyerapan dalam usus halus disertai dengan perubahan senyawa dan bentukan mineral. Mineral-mineral tersebut kemudian masuk ke dalam darah dan limfa dalam bentuk aktif, dan ditransportasikan ke berbagai organ. Distribusinya tidak seragam, misalnya Ca dan P sebagian besar diretensi di tulang, I dalam kelenjar thyroid, dan Zn dalam organ sex. Organ-organ seperti liver, sistem syaraf, dan kelenjar endokrin, mengandung sejumlah besar mineral, terutama mikromineral, dibandingkan organ dan jaringan lain. Alasannya adalah kenyataan bahwa mineral yang terikat sebagai komplek organik mengambil bagian dalam proses

metabolik, sintesis protein, dan dalam pengambilan energi dari karbohidrat dan lemak. Hal demikian memberikan arti bahwa organ tempat sintesis protein dan proses metabolik sangat dipengaruhi oleh berbagai jenis mineral, terutama mikromineral. Oleh karena itu, organ dengan konsentrasi mineral yang tinggi (kecuali Ca, P, dan Mg pada tulang), tidak selalu tersimpan makro dan mikromineral. Selama proses metabolik, mineral (dengan jumlah terbatas) hasil transfer dari suatu organ, kemudian disimpan dalam jaringan tubuh, bulu, jaringan bertanduk, selanjutnya diekskresikan ke dalam susu, saliva, feses, dan urin. Jadi dengan demikian, mineral akan dijumpai dalam seluruh organ dan jaringan. Jumlahnya tidak hanya tergantung dari intake pakan dan fungsi fisiologis dari setiap organ, tetapi juga tergantung dari :

- Umur,
- Jenis kelamin,
- Kondisi fisiologis (kehamilan, laktasi), dan
- Musim.

Metodologi keberadaan variabel kandungan mineral dalam organ dan jaringan sulit diorganisasi dan dikontrol berdasarkan pada kandungan mineral dalam ternak. Hal ini juga digambarkan dari pertentangan antara data yang dilaporkan oleh peneliti yang berbeda, beberapa diantaranya menemukan adanya korelasi antara kandungan mineral dalam pakan dengan dalam tubuh, sedangkan peneliti lain tidak menemukan korelasi tersebut.

3.3. Deteksi Mineral dalam Jaringan

Suatu studi memperlihatkan bahwa kandungan mikromineral dalam hati cukup merefleksikan suplai mineral tersebut dalam keseluruhan tubuh. Jika Fe, Cu, Zn, Mn, dan garam Co ditambahkan dalam pakan. Kandungannya dalam hati melalui biopsi terlihat lebih tinggi dibandingkan kontrol. Korelasi mikromineral dalam hati dengan suplai mineral tersebut dalam pakan tertutup untuk anak sapi baru lahir. Tidak demikian halnya korelasi antara kalsium dan fospor dalam bahan pakan dan konsentrasinya dalam sapi betina atau antara Ca dan P dalam pakan dan dalam ternak yang memperlihatkan gejala penyakit defisiensi.

3.4. Deteksi Mineral dalam Darah

Telah diketahui bahwa konsentrasi Ca dan P dalam tubuh berkorelasi dengan masukan dan pengeluaran. Katabolisme Ca diatur oleh hormon parathyroid, dan anabolismenya oleh thyrocalcitonin. Karena ekskresinya dalam urin dan ekstraksinya dalam tulang meningkat, maka penyerapannya dalam usus bertambah. Jika intake berlebih, oesteogenesis dan eliminasi garam mineral melalui ginjal meningkat; untuk alasan ini reduksi tingkat mineral dalam darah menunjukkan bahwa regulasi hormon pada metabolisme mineral gagal.

Hasil penelitian yang menjadi catatan adalah evaluasi mineral pakan pada ternak atas dasar kandungan mineral di dalam darah. Darah, sebagai jaringan pengangkut terbesar, kadang-kadang digunakan pada sejumlah besar eksperimen. Ketentuannya, Ca dan P anorganik ditentukan dalam serum darah; Mg, Na, dan mikromineral ditentukan

dalam darah keseluruhan maupun serumnya. Variasi besar dari metode investigasi yang digunakan membuat hasil interpretasi menjadi lebih sulit.

Penelitian tentang variasi Zn dalam pakan semisintesis memperlihatkan bahwa jika konsentrasi Zn dalam pakan rendah, konsentrasinya dalam darah berubah (namun tidak signifikan), meskipun konsentrasinya dalam serum darah menurun 50% stelah seminggu treatmen, dan menurun 75% setelah 19 minggu. Penulis menyimpulkan bahwa level Zn dalam serum darah merupakan tes yang dapat direalisasikan untuk melihat kecukupan Zn dalam pakan sapi. Dilain pihak peneliti lain tidak berhasil untuk membuat catatan perubahan mikromineral dalam darah, terutama Cu dan Fe darah selama kelebihan intake mineral tersebut. Dari penelitian tersebut disimpulkan bahwa kandungan mikromineral dalam darah tidak mempunyai nilai diagnostik dan bukan karakteristik levelnya dalam darah karena kandungannya berfluktuasi sampai 50% dalam satu hari.

Penelitian Zn, Cu, Co, Mn, dan I dalam darah sapi perah dengan pakan bervariasi diteliti lebih dari 15 tahun. Penelitian yang lama dan tes lapangan terhadap sejumlah besar sapi yang makan rendah konsentrat dengan mineral penting yang seimbang menunjukkan bahwa kandungan mikromineral dalam darah bervariasi menurut musim dalam setahun dan selama periode laktasi, yaitu : fluktuasinya (μg%) Cu 80-120; Zn 250-450; Mn 2-5; Co 3-6; Yodium terikat protein 4,5 – 5.

Ternak dengan tipe pakan (misal intake mineral pakan tidak cukup) dalam darah mengandung sepertiga sampai seperlimanya. Khusus pada sapi rendahnya mineral darah memperlihatkan gejala ketosis yang menunjukkan gagalnya metabolisme.

3.5. Deteksi Mineral dalam Tulang

Penentuan komposisi kimia tulang rangka bisa digambarkan dari bagian tulang paha melalui biopsy. Kepadatan jaringan tulang yang secara langsung berhubungan dengan kandungan mineral, dapat ditentukan dengan metode X-ray. Gambaran X-ray diambil dari "horny appendages" atau tulang ekor vertebra. Standar kepadatan difoto pada waktu yang sama. Kepadatan tulang appendage atau tulang ekor dibandingkan dengan porsi standar, dan kandungan mineral ditentukan. Jika metabolisme mineral gagal, lebih dari 51-56% mineral dikeluarkan dari tulang.

3.6. Penentuan Asimilasi Mineral

Seperti kita ketahui suplai mineral tidak hanya tergantung dari bahan pakan sendiri, tetapi juga pada derajat asimilasi dari pakan, dan derajat pemanfaatan dalam jaringan dan organ. Jumlah kebutuhan mineral dikembangkan tidak hanya melalui studi khusus penelitian imbangan untuk menentukan deposit mineral dari perbedaan antara intake pakan dan pengeluaran dari feses, urin, dan susu. Kebutuhan jadi ditentukan dari daya cerna semu dari berbagai substansi.

Hal tersebut di bawah ini antara lain menunjukkan bahwa terjadi defisiensi mineral dan perubahan metabolisme :

- Jika pakan defisien makro-mikromineral,
- jika mineral tersebut secara intensif dikeluarkan melalui laktasi,
- jika mineral tersebut tidak ada dalam jumlah yang benar,
- jika mineral tersebut secara saling antagonistik,

- ❖ jika berbagai kondisi patologis terjadi,
- ❖ jika mineral tersebut ada dalam keseimbangan negatif.

Namun metode ini yang secara luas digunakan dalam zooteknik selama lebih dari 100 tahun penelitian kecernaan pakan dan metabolisme, menemukan sejumlah masalah serius. Kerugian utama adalah kenyataan bahwa tidak mungkin menetapkan secara nyata jumlah mineral yang tidak diasimilasi dari pakan atau proporsi yang dikeluarkan dari proses metabolisme, seperti sebutan "kehilangan endogenous". Jadi sulit menetapkan jumlah asimilasi yang sebenarnya dari bahan pakan.

"True assimilasi" mineral dari bahan pakan ditentukan dengan radioisotop (pada Chapter 8). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai"True assimilasi" mineral lebih tinggi dari asimilasi semu. Metode ini membuat kemungkinan untuk menentukan"True assimilasi" mineral dari berbagai macam bahan pakan dan dari suplemen mineral dengan ternak yang kondisi fisiologisnya berbeda. Data ini penting untuk pengembangan jumlah kebutuhan setiap jenis mineral dan kecukupan suplainya.

IV. KESIMPULAN

Metode untuk mengontrol metabolisme mineral pada ternak dapat diikhtisarkan sebagai berikut:

1. Makro dan mikromineral memegang peranan penting pada ternak, yaitu :
   - Sebagai bagian dari vitamin,
   - bagian dari enzim dan hormon,
   - keaktifannya dalam efektor allosterik prinsip,

- mempengaruhi awal dari metabolisme protein, karbohidrat, dan lemak, dan
- pada akhirnya mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan ternak serta kapasitas produksi dan reproduksi.

Hal yang belum menggembirakan adalah bahwa kecukupan suplai mineral terutama mineral mikro belum diperhatikan semestinya. Konsentrasi optimum berbagai macam mineral dalam pakan telah ditentukan. Pakan seimbang terutama antara Ca dan P, digabungkan dalam tabulasi data, tanpa peruntukannya untuk suplai yang sebenarnya bagi ternak. Hasilnya, kasus kegagalan metabolisme mineral dalam sejumlah sapi perah yang menerima cukup Ca dan P dalam pakan tercatat pada tahun 1950-an. Sejak peneliti terkonsentrasi pada keyakinan akan level mineral yang cukup dalam pakan, tidak ada cara untuk mengontrol kebenaran cukupnya suplai mineral.

2. Sekarang ditemukan sejumlah perbedaan (metode) tetapi kadang-kadang tidak cukup disubstansikan sebagai cara kontrol kecukupan mineral dan metabolismenya.
   a. Penggunaan metode "Balance experimen", bertentangan dengan metode "radioisotop", membuat kemungkinan dikembangkannya "True Asimilasi mineral" pakan, dan kecepatan pengeluaran elemen endogenous dari feses, urin, dan susu. Namun metode ini tidak hanya diaplikasikan di laboratorium. Peneliti dan "time-consuming", tidak memberikan informasi praktis tentang metabolisme mineral, dan tidak dapat digunakan pada kondisi peternakan breeding moderen.
   b. metode "X-Ray foto-osseometrik" kemungkinan relatif lebih cepat dalam penentuan kepadatan tulang dan bisa mengidentifikasi kegagalan metabolisme

mineral melalui penelitian secara klinis, tetapi tidak dapat mengidentifikasi macam defisiensi atau mineral mana yang metabolismenya gagal secara tersendiri, dari kenyataan bahwa aplikasi X-Ray di farm sangat sulit disarankan.

c. Metode yang lebih disukai adalah untuk menentukan intensitas metabolisme mineral pada material biologis (jaringan, produk).

3. Gambaran masa lalu yang serius menegenai variasi studi dalam mineral pada material biologis tidak dihubungkan dengan studi yang alami. Hanya beberapa yang sesuai untuk mineral yang sama pada materi yang berbeda, jadi data tidak dapat dihubungkan Maka tidak mungkin untuk mengidentifikasi materi biologis yang terbaik merefleksikan intensitas metabolisme mineral, dan yang merespon terhadap kegagalan metabolisme makro/mikromineral sedini mungkin.

   Indikator kondisi metabolisme yang paling dapat direalisasikan adalah hati, yang mana seluruh tipe metabolisme ada di tempat ini sangat cepat Sampel yang diperlukan untuk analisis sedikit karena konsentrasi mineral dalam hati adalah beberapa kali lipat lebih tinggi dibandingkan dalam organ/jaringan lain. Hati merespon sangat cepat terhadap intake mineral.

   Biopsy jaringan tulang pada daerah tulang paha juga pantas dilakukan. Hasil analisisnya memberi gambaran metabolisme mineral dan melahirkan maksud (memperlihatkan adanya) malfungsi meskipun jika digunakan untuk mengatasi kondisi industri farm, tidak selalu dapat terealisasi.

4. Analisis susu dan darah adalah lebih mudah untuk dilakukan.

   a. Analisis Susu

Jika mengestimasi kondisi metabolisme mineral dari komposisi susu, harus lahir dari anggapan bahwa konsentrasi mineral dalam susu dipertimbangkan akan berubah pada berbagai tingkat laktasi, kondisi makanan, dan pada waktu tertentu dalam sehari.

Kandungan mineral susu tergantung pada sejumlah faktor, antara lain : perbedaan level yang dihubungkan dengan kondisi fisiologis (tahap laktasi). Pada tahap awal laktasi, mineral pada posisi tertentu dari jaringan (terutama dari tulang) masuk ke dalam susu, sehingga jika yang diterima kurang maka konsentrasi mineral susu berkurang. Penurunan makro/mikro mineral tersebut dapat dianggap sebagai gejala (diagnosa) kegagalan metabolisme mineral. Data komposisi mineral dari berbagai sumber direkomendasikan sebagai berikut :

Tabel 1. Komposisi Mineral pada Susu Sapi

Ca	: 1,0 – 1,5 g	Mn	: 30 – 50 μg
P	: 0,75 – 1,10 g	Zn	: 3,5 – 4,5 mg
Mg	: 80 – 120 mg	Cu	: 120 – 200 μg
Na	: 1,2 – 2,4 g	Co	: 10 – 40 μg
K	: 360 – 630 mg	I	: 80 – 130 μg

Jika kandungan mineral sedikit saja dibawah kisaran tersebut, maka dianggap mineral dalam makanan tidak cukup. Sebaliknya tingginya kandungan mineral

susu adalah karena kelebihan konsentrasi mineral pakan yang pada beberapa jenis mineral tertentu dapat menunjukkan toksikosis dalam zona biogeokemis spesifik.

b. Analisis Darah

Pada ternak non-laktasi, kecepatan metabolisme mineral dapat dikontrol dari penentuan komposisi darah. Namun perlu diingat, dalam hubungan ini, konsentrasi mineral dalam darah tidak secara langsung menunjukkan intake (masukan mineral) pakan. Darah, yang menyusun garis (link) humoral antara organ, jaringan, dan saluran pencernaan, mempunyai komposisi yang konstan, yang meyakinkan proses biokimia dan fisiologis berfungsi optimum. Kandungan berbagai macam produk metabolisme termasuk mineral, tetap tidak berubah kecuali fluktuasinya hanya sedikit.

Penelitian menunjukkan bahwa selama defisiensi, konsentrasi mikroelemen dalam berbagai organ dapat menjadi rendah, meskipun tetap tidak berubah di dalam darah. Meskipun demikian, penurunan konsentrasi makro dan tentu juga mikro mineral dalam darah lebih rendah dari kisaran optimum yang menunjukkan bahwa metabolisme mineral terganggu, walaupun tidak memperlihatkan gejala klinis atau bukan pada keputusan terbaik. Estimasi kondisi metabolisme mineral pada sapi non-laktasi didasarkan pada nilai optimum mineral yang dipublikasikan sebagai berikut :

Tabel 2. Estimasi Kondisi Metabolisme Mineral pada Sapi Non-Laktasi

Dalam serum darah		Dalam keseluruhan darah	
Ca	: 9,5 – 11,5 mg%	Mn	: 5 – 8 μg%
P	: 4,5 – 6 mg%	Zn	: 25 – 450 μg%
Mg	: 3,0 mg%	Cu	: 80 - 120 μg%
Na	: 20,0 mg%	Co	: 3 – 6 μg%
K	: 320 mg%	I anorganik	: 2 - 3 μg%
		I terikat protein	: 4,5 – 8 μg%

Adalah penting bahwa evaluasi yang benar dari metabolisme mineral mungkin tidak hanya didasarkan pada studi yang simultan pada seluruh mineral, karena proses metabolik tidak saling dihubungkan dengan luasnya pertimbangan, dan ganggunan metabolisme mineral tidak hanya dimanisfestasikan dalam penurunan konsentrasi mineral itu sendiri, tetapi juga oleh perubahan rasio. Jadi , contohnya, dalam status gangguan metabolisme mineral, kandungan fosfor anorganik mungkin meningkat menjadi 7 – 9 mg%, sedang kandungan kalsiumnya dalam darah mungkin menurun, jadi rasio mineral Ca : P akan 1 : 1 dibanding yang normal, yaitu 2 : 1.

Mantapnya metabolisme mineral makro dan mikro akan membantu optimalisasi keseluruhan tipe metabolisme sehingga akan menghasilkan peningkatan pertumbuhan dan perkembangan ternak muda, produktivitas ternak dewasa lebih tinggi, kapasitas reproduksi berkembang, dan juga akan memperbaiki kehidupan ternak.

DAFTAR FUSTAKA

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.* 2nd 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.

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.