

KEBUTUHAN NUTRISI TERNAK

**Oleh :
I Putu Sampurna**



**FAKULTAS KEDOKTERAN HEWAN
UNIVERSITAS UDAYANA**

2013

PAKAN DAN NUTRISI

Apa itu nutrisi? secara konsep nutrisi berbeda dengan pakan. Pakan adalah segala sesuatu yang kita berikan pada ternak untuk dimakan. Nutrisi adalah apa yang terkandung dalam pakan tersebut. Secara simpelnya ternak atau hewan harus mengkonsumsi pakan yang memiliki nilai nutrisi yang seimbang

Pakan merupakan hal yang sangat penting dalam usaha peternakan, bahkan dapat dikatakan bahwa keberhasilan suatu usaha peternakan tergantung pada manajemen pakan. Kebutuhan pakan dari tiap-tiap ternak berbeda-beda sesuai dengan jenis, umur, bobot badan, keadaan lingkungan dan kondisi fisiologis ternak. Pakan harus mengandung semua nutrient yang dibutuhkan oleh tubuh ternak, namun tetap dalam jumlah yang seimbang. Nutrien yang dibutuhkan oleh ternak antara lain karbohidrat, lemak, protein, vitamin, air dan unsur anorganik serta mineral.

Balance ration adalah pakan atau dengan kandungan nutrisi dalam jumlah dan proporsi yang memenuhi kebutuhan fisiologis, reproduksi dan produksi ternak. Balance ration dapat mensuplai zat-zat gizi yang berbeda secara proporsional bagi ternak yang mengkonsumsinya bila diberikan dalam jumlah yang tepat Ransum untuk pakan ternak dikatakan seimbang apabila diberikan kepada ternak dapat memenuhi kebutuhan hidup ternak yaitu kebutuhan hidup pokok dan kebutuhan hidup produksi tanpa menimbulkan gangguan kesehatan bagi ternak yang mengkonsumsinya. Ransum yang seimbang dapat disusun dengan analisa seluruh bahan pakan yang akan digunakan sebagai penyusun ransum atau dapat mengacu pada buku pedoman yang mencantumkan kandungan-kandungan gizi setiap bahan. Penyusunan ransum yang tepta sesuai dengan kebutuhan tiap-tiap periode pertumbuhan dan produksi dipengaruhi oleh nilai gizi dan bahan-bahan makanan yang dipergunakan. Perubahan nilai nutrisi bahan-bahan makanan dapat disebabkan terutama oleh pengolahn dan penyimpanan. Untuk memilih bahan-bahan makanan yang akan dipergunakan dalam ransum, harus diketahui dahulu kandungan zat-zat makanan dalam dalam bahan pakan tersebut. Dengan demikian kekurangan salah satu zat pakan dapat ditutupi dengan menggunakan pakan yang mengandung zat pakan tersebut.

Standar kebutuhan pakan harus yang digunakan sebagai acuan kebutuhan ternak disesuaikan dengan kondisis ternak disertai dengan tabel komposisi pakan yang menyediakan

informasi berhubungan dengan komposisi nutrisi pakan yang digunakan dalam balance ration. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam menyusun ransum seimbang antara lain faktor zat gizi dan faktor biaya. Penggunaan bahan pakan yang murah dan kandungan nutrisi yang dapat memenuhi kebutuhan ternak dalam menyusun ransum akan sangat menguntungkan bagi peternak.

Beberapa strategi untuk menghindari pakan berlebih antara lain dengan cara mengelompokkan dan memberi pakan ternak sesuai dengan kebutuhan nutrisinya, membuat rasio nutrisi. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kebutuhan zat-zat pakan dan memperlihatkan hubungan-hubungan yang mempengaruhi pertumbuhan, perkembangan, reproduksi dan kualitas produksi. Dari faktor-faktor yang mempengaruhi kebutuhan zat-zat pakan dan yang sangat penting untuk diperhatikan adalah hubungan-hubungan antara : (1) makanan dan genetik; (2) makanan dan penyakit dan cekaman-cekaman lainnya, (3) hubungan-hubungan lain yang menyangkut fungsi khusus untuk tujuan produksi misalnya untuk menjaga kualitas telur omega tiga dll.

Bahan pakan harus seimbang dalam menyediakan zat makanan yang dapat digunakan untuk membangun dan menggantikan bagian tubuh yang rusak, serta memberikan energi untuk produksi seperti susu, telur, daging, dan wool. Seperti pada sapi perah zat makanan yang baik untuk hidup pokok dan hidup produksi terdiri dari protein, energi, mineral, vitamin, dan air. Energi yang dibutuhkan diperoleh dari lemak, dan protein, sedangkan kebutuhan energi terbesar diperoleh dari karbohidrat. Sapi perah sebaiknya dikelompokkan dan diberi pakan menurut produksi susu dan status produksinya. Nutrisi yang harus diseimbangkan untuk ternak antara lain protein, energi, kalsium, dan phosphor. Protein merupakan sumber energi yang mahal dibandingkan karbohidrat dan lemak. Penyeimbangan rasio (ransum yang seimbang) juga bisa menghemat uang dengan mencegah pemberian pakan yang berlebih dari jenis nutrisi yang mahal seperti protein.

Pakan merupakan hal yang sangat penting dalam usaha peternakan, bahkan dapat dikatakan bahwa keberhasilan suatu usaha peternakan tergantung pada manajemen pakan. Kebutuhan pakan dari tiap-tiap ternak berbeda-beda sesuai dengan jenis, umur, bobot badan, keadaan lingkungan dan kondisi fisiologis ternak. Pakan harus mengandung semua nutrient yang dibutuhkan oleh tubuh ternak, namun tetap dalam jumlah yang seimbang. Nutrien yang

dibutuhkan oleh ternak antara lain karbohidrat, lemak, protein, vitamin, air dan unsur anorganik serta mineral.

Balance ration adalah pakan atau dengan kandungan nutrisi dalam jumlah dan proporsi yang memenuhi kebutuhan fisiologis, reproduksi dan produksi ternak. Balance ration dapat mensuplai zat-zat gizi yang berbeda secara proporsional bagi ternak yang mengkonsumsinya bila diberikan dalam jumlah yang tepat Ransum untuk pakan ternak dikatakan seimbang apabila diberikan kepada ternak dapat memenuhi kebutuhan hidup ternak yaitu kebutuhan hidup pokok dan kebutuhan hidup produksi tanpa menimbulkan gangguan kesehatan bagi ternak yang mengkonsumsinya. Ransum yang seimbang dapat disusun dengan analisa seluruh bahan pakan yang akan digunakan sebagai penyusun ransum atau dapat mengacu pada buku pedoman yang mencantumkan kandungan-kandungan gizi setiap bahan. Penyusunan ransum yang tepta sesuai dengan kebutuhan tiap-tiap periode pertumbuhan dan produksi dipengaruhi oleh nilai gizi dan bahan-bahan makanan yang dipergunakan. Perubahan nilai nutrisi bahan-bahan makanan dapat disebabkan terutama oleh pengolahn dan penyimpanan. Untuk memilih bahan-bahan makanan yang akan dipergunakan dalam ransum, harus diketahui dahulu kandungan zat-zat makanan dalam dalam bahan pakan tersebut. Dengan demikian kekurangan salah satu zat pakan dapat ditutupi dengan menggunakan pakan yang mengandung zat pakan tersebut.

Standar kebutuhan pakan harus yang digunakan sebagai acuan kebutuhan ternak disesuaikan dengan kondisis ternak disertai dengan tabel komposisi pakan yang menyediakan informasi berhubungan dengan komposisi nutrisi pakan yang digunakan dalam balance ration. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam menyusun ransum seimbang antara lain faktor zat gizi dan faktor biaya. Penggunaan bahan pakan yang murah dan kandungan nutrisi yang dapat memenuhi kebutuhan ternak dalam menyusun ransum akan sangat menguntungkan bagi peternak.

Beberapa strategi untuk menghindari pakan berlebih antara lain dengan cara mengelompokkan dan memberi pakan ternak sesuai dengan kebutuhan nutrisinya, membuat rasio nutrisi .Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kebutuhan zat-zat pakan dan memperlihatkan hubungan-hubungan yang mempengaruhi pertumbuhan, perkembangan, reproduksi dan kualitas produksi. Dari faktor-faktor yang mempengaruhi kebutuhan zat-zat pakan dan yang sangat penting untuk diperhatikan adalah hubungan-hubungan antara : (1) makanan dan genetik; (2)

makanan dan penyakit dan cekaman-cekaman lainnya, (3) hubungan-hubungan lain yang menyangkut fungsi khusus untuk tujuan produksi misalnya untuk menjaga ualitas telur omega tiga dll.

Bahan pakan harus seimbang dalam menyediakan zat makanan yang dapat digunakan untuk membangun dan menggantikan bagian tubuh yang rusak, serta memberikan energi untuk produksi seperti susu, telur, daging, dan wool. Seperti pada sapi perah zat makanan yang baik untuk hidup pokok dan hidup produksi terdiri dari protein, energi, mineral, vitamin, dan air. Energi yang dibutuhkan diperoleh dari lemak, dan protein, sedangkan kebutuhan energi terbesar diperoleh dari karbohidrat. Sapi perah sebaiknya dikelompokkan dan diberi pakan menurut produksi susu dan status produksinya Nutrisi yang harus diseimbangkan untuk ternak antara lain protein, energi, kalsium, dan phosphor. Protein merupakan sumber energi yang mahal dibandingkan karbohidrat dan lemak. Penyeimbangan rasio (ransum yang seimbang) juga bisa menghemat uang dengan mencegah pemberian pakan yang berlebih dari jenis nutrisi yang mahal seperti protein.

Setiap bahan pakan atau pakan ternak, baik yang sengaja kita berikan kepada ternak maupun yang diperolehnya sendiri, mengandung unsur-unsur nutrisi yang konsentrasinya sangat bervariasi, tergantung pada jenis, macam dan keadaan bahan pakan tersebut yang secara kompak akan mempengaruhi tekstur dan strukturnya. Unsur nutrisi yang terkandung di dalam bahan pakan secara umum terdiri atas air, mineral, protein, lemak, karbohidrat dan vitamin.

Setelah dikonsumsi oleh ternak, setiap unsur nutrisi berperan sesuai dengan fungsinya terhadap tubuh ternak untuk mempertahankan hidup dan memproduksi secara normal. Unsur-unsur nutrisi tersebut dapat diketahui melalui proses analisis terhadap bahan pakan yang dilakukan di laboratorium. Analisis itu dikenal dengan istilah "analisis proksimat".

PROTEIN

Protein (akar kata *protos* dari **bahasa Yunani** yang berarti "yang paling utama") adalah **senyawa organik** kompleks **berbobot molekul** tinggi yang merupakan **polimer** dari monomer-monomer asam amino yang dihubungkan satu sama lain **dengan ikatan peptida**. Molekul protein mengandung **karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen** dan kadang kala **sulfur** serta **fosfor**. Protein berperan penting dalam struktur dan fungsi semua **sel** makhluk hidup dan **virus**.

Kebanyakan protein merupakan **enzim** atau subunit enzim. Jenis protein lain berperan dalam fungsi struktural atau mekanis, seperti misalnya protein yang membentuk batang dan sendi sitoskeleton. Protein terlibat dalam sistem kekebalan (imun) sebagai antibodi, sistem kendali dalam bentuk hormon, sebagai komponen penyimpanan (dalam biji) dan juga dalam transportasi hara. Sebagai salah satu sumber gizi, protein berperan sebagai sumber asam amino bagi organisme yang tidak mampu membentuk asam amino tersebut (heterotrof).

Protein merupakan salah satu dari biomolekul raksasa, selain polisakarida, lipid, dan polinukleotida, yang merupakan penyusun utama makhluk hidup. Selain itu, protein merupakan salah satu molekul yang paling banyak diteliti dalam biokimia. Protein ditemukan oleh Jöns Jakob Berzelius pada tahun 1838.

Biosintesis protein alami sama dengan ekspresi genetik. Kode genetik yang dibawa DNA ditranskripsi menjadi RNA, yang berperan sebagai cetakan bagi translasi yang dilakukan ribosom. Sampai tahap ini, protein masih "mentah", hanya tersusun dari asam amino proteinogenik. Melalui mekanisme pascatranslasi, terbentuklah protein yang memiliki fungsi penuh secara biologi.

Struktur

Struktur protein dapat dilihat sebagai hirarki, yaitu berupa struktur primer (tingkat satu), sekunder (tingkat dua), tersier (tingkat tiga), dan kuartener (tingkat empat). Struktur primer protein merupakan urutan asam amino penyusun protein yang dihubungkan melalui ikatan peptida (amida). Sementara itu, struktur sekunder protein adalah struktur tiga dimensi lokal dari berbagai rangkaian asam amino pada protein yang distabilkan oleh ikatan hidrogen. Berbagai bentuk struktur sekunder misalnya ialah sebagai berikut:

- *alpha helix* (α -*helix*, "puntiran-alfa"), berupa pilinan rantai asam-asam amino berbentuk seperti spiral;
- *beta-sheet* (β -*sheet*, "lempeng-beta"), berupa lembaran-lembaran lebar yang tersusun dari sejumlah rantai asam amino yang saling terikat melalui ikatan hidrogen atau ikatan tiol (S-H);
- *beta-turn*, (β -*turn*, "lekukan-beta"); dan
- *gamma-turn*, (γ -*turn*, "lekukan-gamma").

Gabungan dari aneka ragam dari struktur sekunder akan menghasilkan struktur tiga dimensi yang dinamakan struktur tersier. Struktur tersier biasanya berupa gumpalan. Beberapa molekul protein dapat berinteraksi secara fisik tanpa **ikatan kovalen** membentuk oligomer yang stabil (misalnya dimer, trimer, atau kuartomer) dan membentuk struktur kuartener. Contoh struktur kuartener yang terkenal adalah **enzim Rubisco** dan **insulin**.

Struktur primer protein bisa ditentukan dengan beberapa metode: (1) hidrolisis protein dengan asam kuat (misalnya, 6N HCl) dan kemudian komposisi asam amino ditentukan dengan instrumen *amino acid analyzer*, (2) analisis sekuens dari ujung-N dengan menggunakan degradasi **Edman**, (3) kombinasi dari digesti dengan tripsin dan spektrometri massa, dan (4) penentuan massa molekular dengan **spektrometri massa**.

Struktur sekunder bisa ditentukan dengan menggunakan spektroskopi *circular dichroism* (CD) dan **Fourier Transform Infra Red (FTIR)**. Spektrum CD dari puntiran-alfa menunjukkan dua absorbans negatif pada 208 dan 220 nm dan lempeng-beta menunjukkan satu puncak negatif sekitar 210-216 nm. Estimasi dari komposisi struktur sekunder dari protein bisa dikalkulasi dari spektrum CD. Pada spektrum FTIR, pita amida-I dari puntiran-alfa berbeda dibandingkan dengan pita amida-I dari lempeng-beta. Jadi, komposisi struktur sekunder dari protein juga bisa diestimasi dari spektrum inframerah.

Struktur protein lainnya yang juga dikenal adalah *domain*. Struktur ini terdiri dari 40-350 asam amino. Protein sederhana umumnya hanya memiliki satu *domain*. Pada protein yang lebih kompleks, ada beberapa *domain* yang terlibat di dalamnya. Hubungan rantai polipeptida yang berperan di dalamnya akan menimbulkan sebuah fungsi baru berbeda dengan komponen penyusunnya. Bila struktur *domain* pada struktur kompleks ini berpisah, maka fungsi biologis masing-masing komponen domain penyusunnya tidak hilang. Inilah yang membedakan struktur *domain* dengan struktur kuartener. Pada struktur kuartener, setelah struktur kompleksnya berpisah, protein tersebut tidak fungsional. Kekurangan Protein

Protein sendiri mempunyai banyak sekali fungsi di tubuh kita. Pada dasarnya protein menunjang keberadaan setiap sel tubuh, proses kekebalan tubuh. Setiap orang dewasa harus sedikitnya mengkonsumsi 1 g protein pro kg berat tubuhnya. Kebutuhan akan protein bertambah pada perempuan yang mengandung dan atlet.atlet.

Kekurangan Protein

Protein sendiri mempunyai banyak sekali fungsi di tubuh kita. Pada dasarnya protein menunjang keberadaan setiap sel tubuh, proses kekebalan tubuh. Setiap orang dewasa harus sedikitnya mengkonsumsi 1 g protein pro kg berat tubuhnya. Kebutuhan akan protein bertambah pada perempuan yang mengandung dan atlet.atlet.

Kekurangan Protein bisa berakibat fatal : Kerontokan rambut (Rambut terdiri dari 97-100% dari Protein -Keratin). Yang paling buruk ada yang disebut dengan [[Kwasiorkor], penyakit kekurangan protein. Biasanya pada anak-anak kecil yang menderitanya, dapat dilihat dari yang namanya **busung lapar**, yang disebabkan oleh filtrasi air di dalam pembuluh darah sehingga menimbulkan **odem**. Simptom yang lain dapat dikenali adalah: hipotonus, gangguan pertumbuhan, hati lemak. Kekurangan yang terus menerus menyebabkan **marasmus** dan berakibat kematian.

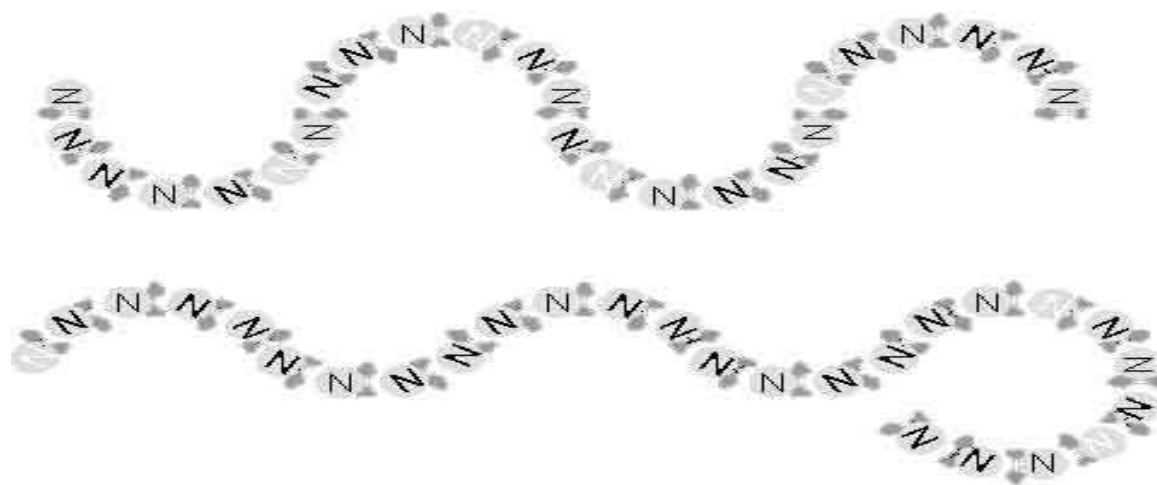
Sumber Protein : Daging, Ikan, Telur, Susu, dan produk sejenis Quark, Tumbuhan berbiji,

Suku polong-polongan (Leguminosa(, Kentang

Studi dari Biokimiawan USA Thomas Osborne **Lafayette Mendel**, Profesor untuk biokimia di Yale, 1914, mengujicobakan proteinkonsumsi dari daging dan tumbuhan kepada kelinci. Satu grup kelinci-kelinci tersebut diberikan makanan protein hewani, sedangkan grup yang lain diberikan protein nabati. Dari eksperimennya didapati bahwa kelinci yang memperoleh protein hewani lebih cepat bertambah beratnya dari kelinci yang memperoleh protein nabati. Kemudian studi selanjutnya, oleh McCay dari **Universitas Berkeley** menunjukkan bahwa kelinci yang memperoleh protein nabati, lebih sehat dan hidup dua kali lebih lama.

Crude Protein dan True Protein

Secara umum, ada 3 jenis komponen organik yang utama dalam setiap formulasi diet / pakan hewan ruminansia. Ketiga komponen tersebut adalah Karbohidrat (misal: *celulosa* dan zat tepung), *lipid* (lemak dan minyak), serta protein. Protein dapat kita bagi menjadi 2 kelas utama, yaitu Protein Kasar (*Crude Protein*) dan Protein Sejati (*True Protein*). Protein Sejati tersusun atas asam amino (*Amino Acids*) berantai panjang dan setiap Protein-nya menjadi berbeda karena tersusun atas 20 Asam Amino yang urutan-nya unik (gambar 1)



Gambar 1: Diagram skematik dari Protein Sejati. Setiap protein memiliki karakteristik yang unik karena bentuk dan urutan asam amino-nya. Kebanyakan protein terdiri dari beberapa ratus sampai sekian ribu rantai asam amino (Dairy Research & Technology Centre, University of Alabama)

Di dalam laboratorium pakan, protein dipisahkan dari karbohidrat dan lipid karena kandungan nitrogen (N) pada protein tersebut – secara umum, protein pakan biasanya mengandung 16% N. Pemisahan ini memungkinkan peneliti untuk mengestimasi kandungan protein dari sebuah bahan pakan dengan cara melakukan pengukuran terhadap kandungan N-nya untuk kemudian dikalikan dengan bilangan 6.25 (perbandingan terbalik dari 16%). Meskipun demikian, tidak semua N di dalam bahan pakan adalah protein, N yang bukan protein disebut Non-protein Nitrogen (NPN). NPN dapat kita temukan dalam komponen pakan seperti urea, garam ammonium dan asam amino tunggal. Oleh sebab itu, nilai yang didapat dari hasil perkalian total N dengan **6.25** biasa disebut **Protein Kasar (Crude Protein; CP)**

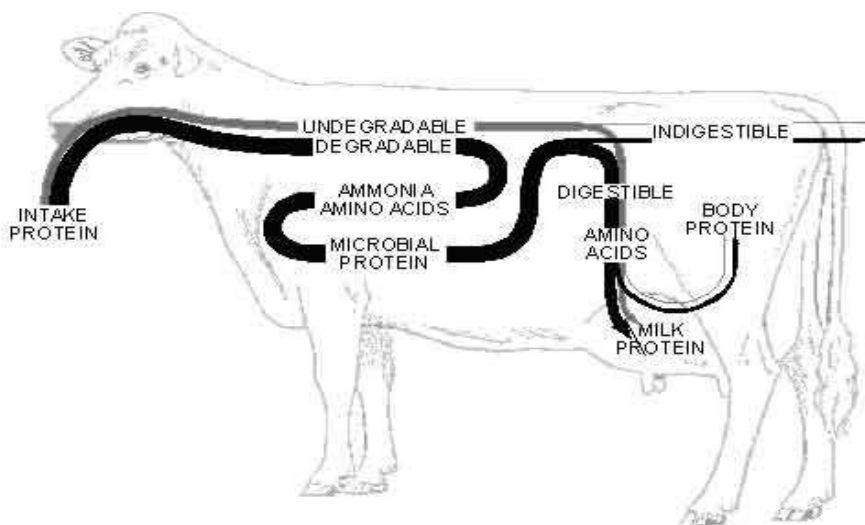
Penguraian Protein

Sekian persen dari protein kasar yang terdapat di dalam bahan pakan yang di konsumsi oleh sapi (disebut juga Intake Protein) di uraikan oleh mikroba di dalam rumen sapi. Pada sistem NRC (National Research Centre - badan di Amerika yang mengeluarkan standar dan tabel kebutuhan nutrisi ternak) hal ini di beri nama **Degradable Intake Protein (DIP)**.

Pada True Protein yang berbeda, kecepatan penguraian-nya tidak sama. Beberapa jenis dapat diuraikan secara penuh hanya dalam waktu 30 menit setelah mencapai rumen, sedangkan jenis lainnya dapat memakan waktu beberapa hari sebelum dapat di uraikan. Bandingkan dengan komponen NPN pada Protein Kasar yang dapat diuraikan dengan seketika ketika memasuki rumen.

Karena protein pada bahan pakan yang dapat terurai dengan cepat kebanyakan memiliki sifat mampu larut (*soluble*), pengukuran protein terlarut (*soluble protein*) pada skala laboratorium dapat dianggap menunjukkan proporsi dari protein kasar yang terurai, yang mana protein tersebut adalah zat yang paling cepat diuraikan di dalam rumen. Meskipun begitu, sangat penting untuk selalu di ingat bahwa beberapa sumber protein terlarut (mis: tepung darah) relatif terurai lebih lambat.

Pada gambar 2 dibawah, hasil keluaran dari penguraian DIP (sebagian besar adalah ammonia dan asam amino) digunakan untuk pembuatan sel mikroba untuk menggantikan sel sel mikroba lain yang tersapu bersama bahan pakan lain dari rumen, dan terutama, menuju usus kecil (*small intestine*).



Gambar 2: Aliran protein pada sapi laktasi. (Dairy Research & Technology Centre, University of Alabama).

Pada saat protein sedang diuraikan di dalam rumen, sisa bahan pakan (*feed residue*) juga mengalir keluar dari rumen menuju omasum, abomasum untuk selanjutnya tiba di usus kecil.

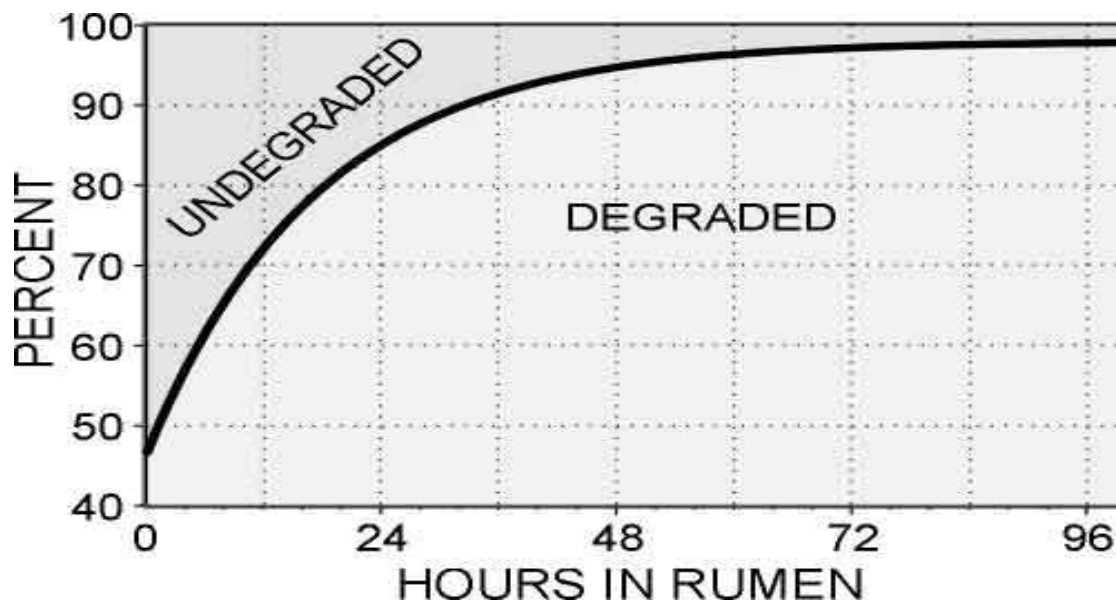
Oleh sebab itu, manakala kecepatan penguraian protein (di dalam rumen) kalah cepat dengan aliran keluar sisa bahan pakan, bahan protein tersebut lolos dari penguraian mikroba rumen.

Hal ini disebut protein lepas (*escape atau bypass protein*). NRC menyebutnya sebagai **UIP** (*undegradable intake protein*).

Pelepasan akan Meningkat Linear dengan Asupan Pakan

Pada bahan pakan yang merupakan bahan protein lambat terurai, makin lambat tingkat perjalanan bahan (*passage rate*) tersebut melalui rumen, mikroba semakin memiliki kesempatan untuk menguraikan bahan tersebut dan membuat nilai UIP makin kecil (gambar 3). Yang perlu di ingat, *passage rate* akan meningkat manakala asupan makanan ditingkatkan. Oleh sebab itulah, nilai UIP akan lebih rendah manakala sumber bahan pakan protein lepas seperti tepung sereal jagung (*corn gluten meal*) diberikan pada sapi masa kering yang mengkonsumsi bahan kering (*dry matter*) sebanyak 2% bobot tubuh, dibandingkan sapi laktasi yang mengkonsumsi dua kali lebih banyak (4% bobot tubuh).

Karena tempo dan irama penyimpanan rumen akan mempengaruhi tingkat kemampuan urai dari rumen, nilai pelepasan dari sebuah bahan pakan tidak konstan, tapi akan berubah ubah seiring dengan tingkat asupan pakan.



Gambar 3: Penguraian sangat tergantung pada dua hal, sifat alamiah bahan pakan dan lamanya bahan tersebut di dalam rumen. Ketika asupan pakan (*feed intake*) dan kecepatan perjalanan

pakan dari rumen meningkat, lama penyimpanan bahan dalam rumen dan penguraian oleh mikroba berkurang. (Dairy Research & Technology Centre, University of Alabama).

Ketercernaan Protein

Sekitar 80-85% mikroba pengurai protein dan UIP yang mengalir keluar dari rumen dicerna di usus kecil.

Bagaimanapun, UIP dari berbagai jenis bahan pakan kebanyakan memiliki daya cerna yang rendah.

Khususnya pada bahan hijauan pakan dan limbah produksi pertanian yang telah mengalami proses pemanasan yang tinggi mengandung protein yang telah rusak oleh panas (heat damaged protein) yang di laboratorium pakan disebut sebagai ADIN (acid detergent insoluble nitrogen). Meskipun pada beberapa bahan pakan yang melalui pemanasan moderat sesungguhnya dapat meningkatkan kualitas protein lepas (bypass value), panas berlebih (excessive heat) dapat menjadikan sebagian UIP menjadi tidak dapat dicerna sehingga tidak berguna bagi ternak.

Keseimbangan Asam Amino

Hasil akhir dari penguraian protein di usus kecil adalah asam amino. Asam amino ini kemudian diserap oleh aliran darah dan digunakan oleh sapi untuk pertumbuhan, perawatan jaringan dan produksi susu. Dari sekitar 20 jenis kandungan asam amino yang terdapat di dalam bahan pakan sumber protein, 10 jenis dapat di produksi sendiri oleh sapi. Sisanya yang tidak dapat di produksi oleh sapi disebut asam amino esensial (EAA; essential amino acids). Untuk memastikan konsumsi asam amino yang seimbang, EAA ini harus terdapat di usus kecil baik dalam bentuk protein yang dihasilkan mikroba atau pakan UIP.

Idealnya, proporsi relatif dari setiap EAA yang di serap oleh ternak mampu mencukupi dengan tepat kebutuhan ternak tersebut, hal ini disebabkan ketiadaan satu jenis asam amino dapat membatasi pemanfaatan jenis yang lain. Hal ini membuat pemberian pakan tidak efisien.

Bayangkan hal ini dengan misalnya saat kita melakukan pencampuran tujuh bahan pakan pada jatah TMR (total mixed ration). Penjatahan bahan membutuhkan proporsi yang selalu konstan dari setiap bahan tersebut. Apabila anda kekurangan salah satu bahan, maka jumlah 6

bahan lain yang dapat dicampurkan untuk membuat rasio tetap proporsional menjadi terbatas, hal ini berakibat pada kuantitas TMR yang mampu dibuat lebih sedikit.

Protein yang dihasilkan oleh mikroba mengandung campuran EAA yang masih jauh dari ideal apabila dibandingkan secara relatif pada kebutuhan dari seekor sapi yang berproduksi tinggi.

Target utama dari pemilihan ramuan dan unsur protein lepas adalah untuk menghasilkan UIP (yang mengandung paduan EAA) yang mampu memenuhi kekurangan asam amino yang dihasilkan mikroba pembuat protein.

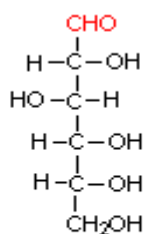
Kebanyakan penelitian nutrisi pada saat ini di fokuskan untuk mencari dan menentukan kebutuhan EAA secara lebih tepat dan memprediksi EAA yang mana yang dapat di batasi.

KARBOHIDRAT

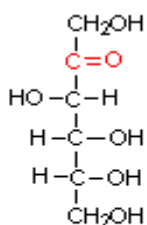
Karbohidrat adalah zat organik utama yang terdapat dalam tumbuh-tumbuhan dan biasanya mewakili 50 sampai 75 persen dari jumlah bahan kering dalam bahan makanan ternak. Karbohidrat sebagian besar terdapat dalam biji, buah dan akar tumbuhan. Zat tersebut terbentuk oleh proses fotosintesis, yang melibatkan kegiatan sinar matahari terhadap hijauan daun. Hijauan daun merupakan zat fotosintetik aktif pada tumbuh-tumbuhan. Zat tersebut merupakan molekul yang rumit dengan suatu struktur yang serupa dengan struktur hemoglobin, yang terdapat dalam darah hewan. Hijauan daun mengandung magnesium : hemoglobin mengandung besi. Lebih terperinci lagi, karbohidrat dibentuk dari air (H₂O) berasal dari tanah, karbondioksida (CO₂) berasal dari udara dan energi berasal dari matahari. Suatu reaksi kimiawi sederhana yang memperlihatkan suatu karbohidrat (glukosa) disintesis oleh fotosintesis dalam tumbuh-tumbuhan adalah sebagai berikut : $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + 673 \text{ cal} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$



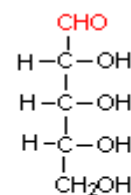
Monosakarida adalah gula-gula sederhana yang mengandung lima atau enam atom karbon dalam molekulnya. Zat tersebut larut dalam air. Monosakarida yang mengandung enam karbon mempunyai formula molekul $C_6H_{12}O_6$. Termasuk di dalamnya glukosa (juga dikenal sebagai dekstrosa) terdapat pada tubuhan, buah masak, madu, jagung manis, dan sebagainya. Pada hewan zat tersebut terutama terdapat dalam darah yang pada konsentrasi tertentu adalah sangat vital untuk kehidupan. Orang sakit dapat diberi makan dengan menginfus glukosa langsung ke dalam peredaran darah.



Glukosa (juga dinamai dekstrosa)
(Pentahidroksipentanal)
(Aldoheksosa)



Fruktosa
(Pentahidroksi-2-pentanon)
(Ketoheksosa)



Ribosa
(Tetrahidroksibutanal)
(Aldopentosa)

Disakarida adalah karbohidrat yang mengandung dua molekul gula-gula sederhana. Mempunyai formula umum $C_{12}H_{22}O_{11}$. Karenanya zat tersebut mewakili dua molekul gula

sederhana minus air (dua atom hidrogen dan satu atom oksigen). Disakarida yang sangat penting adalah sukrosa, maltosa dan laktosa.

Sukrosa ditemukan dalam ubi manis atau gula tebu dan tiap molekul mengandung satu molekul glukosa (dekstrosa) dan satu molekul fruktosa (levulosa). Sukrosa rasanya sangat manis dan lazimnya digunakan untuk membuat manis bahan makanan, jadi merupakan gula yang digunakan sehari-hari dan digunakan untuk masak. Sukrosa terdapat pula dalam buah-buahan masak, dan getah pohon serta tersebar luas di alam.

Maltosa ditemukan dalam biji yang sedang tumbuh dan mengandung dua molekul glikosa. Gula tersebut manisnya kurang lebih sepertiga manisnya sukrosa.

Laktosa adalah gula susu dan hanya terdapat dalam susu (atau hasil-hasil dari susu). Zat tersebut terdiri dari satu molekul glukosa dan satu molekul galaktosa. Laktosa tidak dapat digunakan oleh ayam karena sekresi pencernaan ayam yang tidak mengandung enzim laktosa yang diperlukan untuk mencerna laktosa.

Trisakarida terdiri dari tiga molekul monosakarida yaitu galaktosa, fruktosa dan glukosa. Raffinosa adalah suatu trisakarida yang terdapat dalam gula biet dan biji kapas.

Polisakarida mempunyai formula kimiawi umum $(C_6H_{10}O_5)_n$. Berarti bahwa zat tersebut mengandung banyak molekul gula-gula sederhana. Kedua golongan utama dari polisakarida adalah pati dan selulosa, meskipun masih ada golongan-golongan lebih kecil lainnya yang kurang penting. Selulosa merupakan kelompok organik terbanyak di alam; hampir 50 persen zat organik dalam tumbuh-tumbuhan diduga terdiri dari selulosa. Meskipun selulosa dan pati keduanya adalah polisakarida yang terdiri dari unit-unit glikogen, ayam hanya mempunyai enzim yang dapat menghidrolisa pati. Karenanya selulosa tidak dapat dicerna sama sekali. Selulosa terutama terdapat dalam dinding sel dan bagian tumbuh-tumbuhan yang berkayu. Hewan ruminansia (sapi, domba dan kambing) yang mempunyai mikroorganisme **selulolitik** dalam perut besarnya dapat menyerap selulosa dan membuat hasil-hasil akhirnya (asam lemak atsiri) berguna bagi hewan itu sendiri. Dalam proses pencernaan tersebut banyak energi telah hilang sehingga selulosa bagi hewan ruminansia mempunyai nilai gizi yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan pati yang mudah dicerna. Pada ayam, selulosa lebih banyak digunakan untuk membatasi penggunaan zat-zat makanan, terutama dalam pertumbuhan ayam dara. Dalam penyusunan ransum, selulosa diistilahkan dengan nama "serat kasar". Pati merupakan

polisakarida terpenting dalam tumbuh-tumbuhan, karenanya merupakan zat paling penting dalam ransum ternak. Pada sebagian besar tumbuh-tumbuhan, pati disimpan didalam buah, biji dan akar. Bila pati dirombak, maka akan menghasilkan banyak molekul glukosa. Glikogen atau "pati hewan" terdapat dalam jumlah sedikit dalam hati, otot dan jaringan-jaringan lain dari tubuh hewan. Glikogen mengandung banyak molekul glukosa.

Fungsi Utama Karbohidrat dalam Ransum

Fungsi utama karbohidrat dalam ransum ayam adalah untuk memenuhi kebutuhan energi dan panas bagi semua proses-proses tubuh. Ayam adalah hewan yang aktif dalam pergerakannya dan mempunyai suhu badan tinggi (40,5 - 41,5°C). Karena suhu tersebut biasanya adalah lebih tinggi daripada udara sekelilingnya, maka tubuh ayam secara terus-menerus kehilangan panas. Oleh sebab itu ayam memerlukan bahan makanan yang mengandung energi dalam jumlah besar untuk mengganti panas yang hilang tersebut. Jagung, beras, sorghum, gandum dan hasil ikutan penggilingan, merupakan bahan makanan utama yang mengandung energi.

Bila ayam dalam ransumnya memperoleh karbohidrat terlalu banyak maka kelebihan tersebut oleh tubuh akan dirubah ke dalam lemak yang akan disimpan sebagai sumber energi potensial. Serat kasar (termasuk selulosa) merupakan sumber panas dan energi bila dicerna. Zat tersebut mencegah pula menggumpalnya makanan dalam lambung dan usus hewan dengan cara memberi pengaruh pencahar dan mempertahankan tonus otot yang wajar dalam saluran pencernaan.

Nilai Bermacam-macam Karbohidrat

Karbohidrat dalam bahan makanan berbeda besar sekali dalam pencernaan dan nilai gizi. Pati dan gula mudah dicerna dan mempunyai nilai gizi tinggi. Selulosa dan karbohidrat kompleks lainnya dicerna hanya melalui kegiatan bakteri yang terdapat di dalam perut besar hewan ruminansia, di dalam usus buntu dan usus besar kuda dan dalam jumlah yang lebih sedikit di dalam usus besar hewan lainnya. Hal ini berarti bahwa hewan ruminansia, seperti sapi dan domba dan juga kuda sanggup mencerna dan menggunakan serat kasar bahan pakan secara baik meskipun zat tersebut dibandingkan dengan pati mempunyai nilai yang lebih rendah bagi hewan-hewan tersebut. Ayam dan babi dapat sedikit menggunakan serat kasar.

Dalam proses pencernaan, maka pati dirubah ke dalam glukosa. Gula-gula campuran juga hampir seluruhnya dirubah ke dalam glukosa atau gula-gula sederhana lainnya dan kemudian diserap ke dalam darah. Pada pencernaan serat kasar dengan pertolongan bakteri, maka hasil utama yang dapat digunakan adalah asam-asam organik, sebagian besar asam asetat. Asam-asam organik tersebut kemudian diserap dan digunakan dalam tubuh sama halnya seperti glukosa.

Karena karbohidrat merupakan lebih kurang tiga-perempat bagian dari bahan kering sebagian besar tumbuh-tumbuhan, maka zat tersebut merupakan sumber utama energi dan panas bagi ayam. Sebagian besar energi guna pekerjaan otot jadinya berasal dari karbohidrat dalam bahan pakan. Telah diketahui pula bahwa karbohidrat merupakan sumber utama lemak tubuh dan merupakan sumber lemak penting dalam susu.

LEMAK

Fungsi **lemak** umumnya yaitu sebagai sumber energi, bahan baku hormon, membantu transport vitamin yang larut lemak, sebagai bahan insulasi terhadap perubahan suhu, serta pelindung organ-organ tubuh bagian dalam.

Sebuah penelitian pernah melaporkan bahwa hewan-hewan percobaan yang tidak mendapatkan jumlah lemak yang cukup dalam makanannya akan mengalami hambatan pertumbuhan, bahkan ada yang berhenti tumbuh dan akhirnya mati. Kurangnya lemak dalam makanan juga akan menyebabkan **kulit** menjadi kering dan bersisik.

Dalam saluran pencernaan, lemak dan minyak akan lebih lama berada di dalam lambung dibandingkan dengan karbohidrat dan protein, demikian juga proses penyerapan lemak yang lebih lambat dibandingkan unsur lainnya. Oleh karena itu, makanan yang mengandung lemak mampu memberikan rasa kenyang yang lebih lama dibandingkan makanan yang kurang atau tidak mengandung lemak.

Salah satu fungsi lemak memang untuk mensuplai sejumlah energi, dimana satu gram lemak mengandung 9 kalori, sedangkan 1 gram karbohidrat hanya mengandung 4 kalori. Fungsi lain dari lemak adalah untuk membantu absorpsi vitamin yang larut dalam lemak. Selain itu, lemak juga merupakan sumber asam-asam lemak esensial yang tidak dapat dihasilkan tubuh dan

harus disuplai dari makanan. Fungsi lemak sebagai bahan baku hormon juga sangat berpengaruh terhadap proses fisiologis di dalam tubuh, contohnya yaitu pembuatan hormon **seks**.

Lemak tubuh dalam jaringan lemak (jaringan adipose) mempunyai fungsi sebagai insulator untuk membantu tubuh mempertahankan temperaturnya, sedangkan pada wanita dapat memberikan kontur khas feminim seperti jaringan lemak di bagian bokong dan dada. Selain itu, lemak tubuh dalam jaringan lemak juga berperan sebagai bantalan yang melindungi organ-organ seperti bola mata, **ginjal**, dan organ lainnya.

Sedangkan fungsi lemak dalam makanan yaitu dapat memberikan rasa gurih, memberikan kualitas renyah (terutama pada makanan yang digoreng), serta memberikan sifat empuk pada kue. Lemak yang terdapat dalam bahan makanan sekitar 90% nya merupakan lemak dalam bentuk **trigliserida**, sedangkan sisanya 10% adalah dalam bentuk **kolesterol** dan **fosfolipid**.

Lemak yang berasal dari produk hewani umumnya mengandung sejumlah besar asam lemak jenuh. Sebaliknya produk makanan nabati, kecuali **minyak kelapa**, mengandung sejumlah besar asam lemak tidak jenuh berantai panjang. Perlu diketahui, semakin banyak lemak jenuh yang kita konsumsi, maka akan semakin tinggi pula kadar kolesterol dalam darah kita.

Vitamin

Istilah vitamin berasal dari nama “Vitamine” yang diberikan oleh Casimir Funk untuk faktor tambahan makanan. Vitamin adalah zat katalitik yang tidak dapat disintesis oleh tubuh dalam metabolismenya dan harus tersedia dari luar. Kebutuhan vitamin pada ternak terutama digunakan untuk pertumbuhan, kesehatan, konversi ransum, reproduksi dan pemeliharaan.

Definisi Vitamin

Vitamin yang sekarang diakui adalah persenyawaan organik yang (a) komponen bahan makanan tetapi bukan karbohidrat, lemak, protein dan air (b) terdapat dalam bahan makanan dalam jumlah yang sangat sedikit (c) esensial untuk perkembangan jaringan normal dan untuk kesehatan, pertumbuhan dan hidup pokok, (d) kalau tidak terdapat dalam ransum atau tidak tepat diabsorpsi atau dipergunakan, mengakibatkan penyakit defisiensi yang khas atau sindrom dan (e) tidak dapat disintesis oleh hewan dan maka dari itu harus tersedia dalam ransum.

Diantara vitamin-vitamin ada beberapa pengecualian terhadap satu atau lebih klasifikasi tersebut di atas. Misalnya vitamin D dapat disintesis pada permukaan kulit oleh radiasi sinar ultraviolet dan asam nikotinat dalam beberapa hal sintesis dari triptofan.

Klasifikasi Vitamin

Klasifikasi vitamin dapat dibagi menjadi dua kelompok berdasarkan kelarutannya dalam lemak dan dalam air. Vitamin-vitamin yang larut dalam vitamin A, D, E dan K, terdapat dalam bahan-bahan makanan bersama dengan lipida. Vitamin – vitamin yang larut dalam lemak dan diabsorbsi bersama-sama lemak yang terdapat dalam ransum memperhatikan mekanisme yang sama seperti mekanisme absorpsi lemak. Kondisi yang baik untuk absorpsi lemak, misalnya cukup aliran empedu dan formasi misel sangat membantu absorpsi vitamin – vitamin yang larut dalam lemak.

Vitamin-vitamin yang larut dalam air yang dibutuhkan oleh ternak adalah B1, B2, B6, B12, asam nikotinat, Asam pantontenat, asam folat, biotin dan kolin. Vitamin-vitamin ini tidak dihubungkan dengan lipida-lipida dan peningkatan absorpsi lemak tidak mempengaruhi absorpsi vitamin-vitamin tersebut.

Peranan Vitamin

Peran dari masing-masing vitamin adalah sebagai berikut :

Vitamin A. Meliputi hampir di semua bagian tubuh yang berperan membantu proses metabolisme . Defisiensi vitamin A pada ternak akan mengakibatkan keratinisasi pada jaringan epitel, mengganggu sistem pernafasan, saluran pencernaan, reproduksi dan saluran urine serta gangguan penglihatan. Disamping itu akan mengakibatkan perkembangan tulang terhambat, kelahiran yang tidak normal pada ternak. Rabun senja merupakan penyakit yang klasik akibat kekurangan vitamin A. Dari hasil percobaan pada unggas, defisien vitamin A mengakibatkan nafsu makan berkurang, rendahnya berat badan, rabun senja dan suara sengau.

Vitamin A tidak terdapat pada hijauan (*forages*), tetapi vitamin A pada tanaman biasanya dalam bentuk prekursor yang berupa pigmen tanaman. Tidak semua pigmen tanaman menyediakan vitamin A yang aktif. Biasanya bentuk standar provitamin A adalah Beta-carotene . 1 mg Beta-carotene ekuivalen 400 IU vitamin A yang terdapat pada makanan. Bentuk lain dari vitamin A adalah xanthophil.

Vitamin A biasanya disimpan pada jaringan hati dan lemak selama beberapa waktu saat makanan yang dikonsumsi kelebihan vitamin A. Jika ransum yang diberikan kekurangan vitamin A, maka Vitamin A yang disimpan akan dimobilisasi dan digunakan sehingga kekurangan vitamin A pada tubuh dapat diatasi.

Bahan – bahan yang dapat digunakan sebagai sumber vitamin A antara lain :

Daun yang hijau, hay legume yang didehidrasi khususnya yang dibuat pellet. Selain itu terdapat pula vitamin A sintetis yang dapat disediakan ke dalam ransum dalam bentuk feed aditif atau di injeksi. Vitamin D berfungsi untuk membantu absorpsi dan metabolisme kalsium dan phosphor. Jika kekurangan vitamin D akan mengganggu pertumbuhan normal tulang, tulang menjadi lunak baik pergelangan tangan dan kaki, dan kekurangan secara regular akan mengakibatkan rakhitis. Pada ternak rakhitis terjadi pada anak yang baru lahir sebagai akibat defesien vitamin D pada saat kebuntingan.

Sinar matahari merupakan sumber vitamin D yang baik, biasanya dalam bentuk radiasi Ultraviolet yang akan membentuk ergosterol, sterol tanaman dan 7-dehydrocholesterol, sterol hewan dan memproduksi antirakhitis yang aktif (Vitamin D2 dan D3).

Bahan-bahan pakan yang dapat digunakan sebagai sumber vitamin D adalah hay yang dijemur di bawah sinar matahari (*sun-cured hay*). Selain itu ternak dapat memanfaatkan langsung irradiasi 7-dehydrocholesterol pada kulitnya. De Luca (1974) menemukan adanya vitamin D3 yang aktif terjadi pada hati dan ginjal ternak.

Vitamin E berfungsi untuk memperbaiki fertilitas dan sebagai antioksidan. Ternak yang defesien vitamin E akan menyebabkan penyakit jaringan putih yang disebut *Stiff lamb disease*. Pengobatan dapat dilakukan dengan terapi vitamin E. Disamping itu kekurangan vitamin E akan mengganggu reproduksi.

Vitamin K berfungsi untuk membantu proses penggumpalan darah, biasanya dapat disintesis oleh rumen. Sehingga defisiensi vitamin K tidak nampak pada ternak. Vitamin B kompleks tidak esensial bagi ternak ruminansia, karena secara normal ternak ruminansia mampu mensintesis vitamin B melalui mikroorganisme rumen. Hanya vitamin B12 yang mungkin terlihat jika ternak kekurangan zat tersebut. Sehingga ternak ruminansia membutuhkan cobalt untuk mensintesis vitamin B12 di dalam rumennya.

Beberapa faktor mempunyai pengaruh umum terhadap kebutuhan nutrisi semua vitamin, faktor lain dapat mempengaruhi kebutuhan untuk hanya satu atau dua vitamin. Faktor-faktor yang menimbulkan kenaikan dalam kebutuhan vitamin antara lain dipengaruhi oleh factor genetic, kandungan energi ransum, penambahan lemak ke dalam ransum, kandungan protein ransum, suhu dan sistem perkandangan. Sedangkan faktor – faktor yang menyebabkan naiknya kebutuhan vitamin dapat disebabkan oleh kerusakan vitamin dalam ransum dan bahan pakan, antagonis dan anti metabolit serta tersedianya vitamin dalam ransum.

Mineral

Mineral merupakan elemen-elemen atau unsur-unsur kimia selain dari karbon, hidrogen, oksigen dan nitrogen yang jumlahnya mencapai 95% dari berat badan. Jumlah seluruh mineral dalam tubuh hanya sebesar 4% (Piliang, 2002). Semua mineral esensial dianggap ada di dalam tubuh hewan (Widodo, 2002). Pembagian mineral ke dalam kelompok mineral makro dan mikro tergantung kepada jumlah mineral tersebut di dalam tubuh hewan, kandungan mineral yang lebih dari 50 mg/kg termasuk kedalam mineral makro, sedangkan di bawah jumlah tersebut termasuk mineral mikro (Darmono, 1995).

Mineral diperlukan oleh hewan dalam jumlah yang cukup. Mineral berfungsi sebagai pengganti zat-zat mineral yang hilang, untuk pembentukan jaringan-jaringan pada tulang, urat dan sebagainya serta untuk memproduksi. Terdapat 22 jenis mineral esensial yaitu tujuh mineral makro yang mencakup Kalsium (Ca), Natrium (Na), Kalium (K), Fosfor (P), Magnesium (Mg), Klor (Cl), Sulfur (S) dan lima belas mineral mikro dan mineral unsur jarang (trace mineral) yang mencakup Besi (Fe), Yodium (I), Seng (Zn), Kobalt (Co), Mangan (Mn), Tembaga (Cu), Molibdenum (Mo), Selenium (Se), Kromium (Cr), Vanadium (V), Flourin (F), Silikon (Si), Nikel (Ni), dan Arsen (As). Alumunium (Al), Timbal (Pb), Rubidium (Ru) hanya bersifat menguntungkan dalam beberapa kondisi (Underwood dan Suttle, 2001).

Kebutuhan Mineral

Mineral dibutuhkan oleh hewan dalam jumlah yang cukup. Bagi ternak ruminansia, mineral selain digunakan untuk memenuhi kebutuhannya sendiri juga digunakan untuk mendukung dan memasok kebutuhan mikroba rumen. Pada ternak ruminansia, selama siklus laktasi terdapat perbedaan antara beberapa periode dalam metabolisme mineral. Pada awal

laktasi terjadi pengurasan mineral dari dalam tubuh, hal ini disebabkan mineral diperlukan untuk sintesis air susu.

Intensitas pengurasan akan semakin berkurang dengan menurunnya produksi susu sehingga terdapat periode penimbunan mineral dalam tubuh (Toharmat dan Sutardi, 1985). Unsur mineral makro seperti Ca, P, Mg, Na dan K berperan penting dalam aktivitas fisiologis dan metabolisme tubuh, sedangkan unsur mineral mikro seperti Fe, Cu, Zn, Mn, dan Co diperlukan dalam sistem enzim (McDowell, 1992).

Mineral mikro dibutuhkan hanya dalam jumlah kecil, apabila termakan dalam jumlah besar dapat bersifat racun (Widodo, 2002). Mineral yang dapat menyebabkan keracunan mencakup mineral esensial seperti Cu, Zn, Se, dan mineral non esensial seperti Hg, Pb, dan As (Darmono, 1995).

Beberapa mineral berperan penting dalam meningkatkan aktivitas mikroba dalam rumen. Mineral yang mempengaruhi proses fermentasi rumen adalah S, Zn, Se, Co dan Na (Arora, 1989). Mineral di dalam rumen dibutuhkan oleh mikroba untuk pembentukan vitamin B dan protein. Defisiensi mineral akan mempengaruhi hasil dan proses fermentasi pakan dalam rumen (Arora, 1989).

Suplementasi Mineral

Mineral sangat penting untuk kelangsungan hidup ternak. Hampir semua mineral ditemukan dalam jaringan ternak dan mempunyai fungsi yang sangat penting dalam proses metabolisme ternak. Suplementasi berbagai bahan pada pakan ternak menghasilkan bobot ternak yang meningkat. Suplemen mineral dianjurkan untuk memenuhi beberapa prinsip, antara lain :

1. campuran akhir minimal mengandung 6- 8% total P
2. rasio Ca : P tidak melampaui 2 : 1
3. dapat menyuplai 50% elemen mikro Co, Cu, I, Mn dan Zn
4. bentuk mineral yang digunakan adalah yang mudah digunakan dan dihindarkan dari kontaminasi dengan mineral-mineral beracun (misalnya sumber P yang terkontaminasi dengan F)
5. suplemen tersebut hendaknya cukup palatable untuk menjamin tingkat konsumsi yang baik
6. perlu diperhatikan ketepatan menimbang, pencampuran yang homogen dan lain sebagainya
7. besar partikel hendaknya lebih kecil dan seragam sehingga pencampuran dapat dilakukan secara homogen

8. perkiraan kebutuhan yang cukup baik dan akurat dalam hal kebutuhan
9. daya guna setiap elemen yang digunakan, dan
10. tingkat konsumsi hewan (Parakkasi, 1999).

Mineral mempunyai peranan penting dalam meningkatkan aktivitas mikroba rumen. Zn dapat mempercepat sintesa protein oleh mikroba melalui pengaktifan enzim-enzim mikroba. Suplementasi Zn dapat meningkatkan ketahanan sapi perah terhadap mastitis. Mineral Co berperan dalam sintesis vitamin B12. Mineral Cu dan Co bersama-sama dapat memperbaiki daya cerna serat kasar. Sulfur adalah salah satu unsur penting yang mempengaruhi proses fermentasi dalam rumen (Arora, 1989).

Kalsium (Ca)

Kalsium (Ca) merupakan elemen mineral yang paling banyak dibutuhkan oleh tubuh ternak (McDonald et al., 2002). Ca memiliki peranan penting sebagai penyusun tulang dan gigi. Sekitar 99 % dari total tubuh terdiri dari Ca. Selain itu Ca berperan sebagai penyusun sel dan jaringan (McDonald et al., 2002). Menurut Piliang (2002), fungsi Ca yang tidak kalah pentingnya adalah sebagai penyalur rangsangan-rangsangan syaraf dari satu sel ke sel lain.

Jika ransum ternak pada masa pertumbuhan defisien Ca maka pembentukan tulang menjadi kurang sempurna dan akan mengakibatkan gejala penyakit tulang. Gejala penyakit tulang diantaranya adalah wajah keriput, pembesaran tulang sendi, tulang tidak berfungsi sebagaimana mestinya. Sedangkan pada ransum ternak dewasa yang mengalami defisien Ca akan menyebabkan osteomalacia (Piliang, 2002). Ca air susu cukup stabil walaupun defisiensi Ca, namun produksi susu akan turun. Ransum yang memiliki kadar Ca yang rendah akan mengganggu pertumbuhan dan perkembangan janin (Foley et al., 1972).

Beberapa faktor makanan dapat membantu meningkatkan absorpsi Ca, sedangkan beberapa faktor lain dapat menurunkan absorpsi Ca oleh usus halus. Asam fitat dan asam oksalat dapat menurunkan absorpsi mineral Ca dengan jalan mengikat Ca dan membentuk garam Ca yang tidak larut dalam lumen usus halus (Piliang, 2002).

Fosfor (P)

Fosfor (P) merupakan mineral kedua terbanyak dalam tubuh dengan distribusi dalam jaringan yang menyerupai distribusi Ca. Fosfor memegang peranan penting dalam proses mineralisasi tulang (Piliang, 2002). McDonald et al. (2002) menyatakan P mempunyai fungsi

sangat penting bagi tubuh ternak diantara elemen mineral lainnya. Fosfor umumnya ditemukan dalam bentuk phospholipid, asam nukleat dan phosphoprotein.

Kandungan P dalam tubuh ternak lebih rendah daripada kandungan Ca. Gejala defisiensi P yang parah dapat menyebabkan persendian kaku dan otot menjadi lembek. Ransum yang rendah kandungan P-nya dapat menurunkan kesuburan (produktivitas), indung telur tidak berfungsi normal, depresi dan estrus tidak teratur. Pada ternak ruminansia mineral P yang dikonsumsi, sekitar 70% akan diserap, kemudian menuju plasma darah dan 30% akan keluar melalui feses.

Fosfor yang berasal dari makanan diabsorpsi tubuh dalam bentuk ion fosfat yang larut (PO_4^-). Gabungan mineral P dan mineral Fe dan Mg akan menurunkan absorpsi P (Piliang, 2002). Asam fitat yang mengandung P ditemukan dalam biji-bijian dapat mengikat Ca untuk membentuk fitat. Fitat yang terbentuk tidak dapat larut sehingga menghambat absorpsi Ca dan P. Dari seluruh jumlah P yang terdapat dalam makanan sekitar 30% melewati saluran pencernaan tanpa diabsorpsi. Seperti halnya dengan kalsium, maka vitamin D dapat meningkatkan absorpsi P dari usus halus (Piliang, 2002).

Magnesium (Mg)

Tubuh hewan dewasa mengandung 0,05% Mg. Retensi dan absorpsi Mg pada sapi perah erat kaitannya dengan kebutuhannya. Enam puluh persen Mg dalam tubuh hewan terkonsentrasi di tulang sebagai bagian dari mineral yang mengkristal dan permukaan kristal terhidrasi (Linder, 1992). Menurut McDonald et al. (2002), Mg berperan dalam membantu aktivitas enzim seperti thiamin phyrofosfat sebagai kofaktor. Ketersediaan Mg dalam ransum harus selalu tersedia. Perubahan konsentrasi Mg dari keadaan normal selama 2-18 hari dapat menyebabkan hipomagnesemia (Toharmat dan Sutardi, 1985).

Sekitar 30-50% Mg dari rata-rata konsumsi harian ternak akan diserap di usus halus. Penyerapan ini dipengaruhi oleh protein, laktosa, vitamin D, hormon pertumbuhan dan antibiotik (Ensminger et al., 1990). Magnesium sangat penting peranannya dalam metabolisme karbohidrat dan lemak. Defisiensi Mg dapat meningkatkan iritabilitas urat daging dan apabila iritabilitas tersebut parah akan menyebabkan tetany (Linder, 1992). Defisiensi Mg pada sapi laktasi dapat menyebabkan hypomagnesemic tetany atau grass tetany. Keadaan ini disebabkan tidak cukupnya Mg dalam cairan ekstraselular, yaitu plasma dan cairan interstitial (National Research Council,

1989). Kebutuhan Mg untuk hidup pokok adalah 2-2,5 gram dan untuk produksi susu adalah 0,12 gram per milligram susu. Ransum yang mengandung 0,25% Mg cukup untuk sapi perah yang memproduksi tinggi (National Research Council, 1989).

Sulfur (S)

Sulfur (S) merupakan komponen penting protein pada semua jaringan tubuh. Pada ruminansia 0,15% komponen jaringan tubuh terdiri atas unsur S, sedangkan pada air susu sebesar 0,03%. Pada hewan ruminansia terjadi sintesis asam-asam amino yang mengandung mineral S dengan vitamin B oleh mikroba di dalam rumen. Terdapat dua macam mekanisme metabolisme mineral S pada hewan ruminansia, yaitu mekanisme yang menyerupai mekanisme mineral S pada hewan-hewan monogastrik dan mekanisme yang dihubungkan dengan aktivitas mikroorganisme dalam rumen (Piliang, 2002).

Kandungan mineral S pada tanaman hijau dapat berkisar dari 0,04% sampai melebihi 0,3%. Bahan makanan yang mengandung protein tinggi akan mengandung kadar mineral S yang tinggi pula (Piliang, 2002). Kadar S dalam ransum sebesar 0,20% diperkirakan cukup untuk memenuhi kebutuhan sapi perah laktasi. Hewan-hewan yang diberi ransum defisien dalam mineral sulfur akan menunjukkan penyakit anorexia, penurunan bobot badan, penurunan produksi susu, kekurusan, kusut, lemah dan akhirnya mati. Tanda-tanda tersebut berhubungan erat dengan menurunnya fungsi rumen dan fungsi sistem peredaran darah (McDowell, 1992).

Mangan (Mn)

Mangan (Mn) dibutuhkan dalam tubuh ternak dengan jumlah yang sangat sedikit. Kebutuhan mangan dalam tubuh ternak hanya berkisar antara 0,20-0,60 mg/kg sangat sedikit sekali jika dibandingkan dengan mineral mikro lainnya seperti besi (Fe) yaitu 20-80 mg/kg dan zeng (Zn) 10-50 mg/kg (Anggorodi, 1994). Menurut Rojas et al., (1965) ternak betina dewasa mempunyai kebutuhan Mn yang lebih tinggi dibanding dengan sapi yang digemukkan karena dibutuhkan untuk proses reproduksi dan perkembangan fetus.

Mn diperlukan untuk aktivator enzim, dan transfer pofat dan decarboxilase, mencegah perosis, dan pertumbuhan tulang. Sumber Mn adalah hijau dan bahan konsentrat seperti jagung. Didalam tubuh ternak Mn dijumpai pada hati, ginjal, pankreas, dan pituitary, dan sedikit pada jantung, urat daging dan tulang. Pada ruminansia Mn berfungsi sebagai sintesa karbohidrat, mucopolysacharide, sistem enzim, misalnya pyruvate carboxylase, arginine synthetase dll.

Kebutuhan Mn pada ruminansia belum banyak diketahui tetapi kekurangan Mn menyebabkan gejala klinis bentuk tulang dan postur yang abnormal. Kelainan bentuk tulang antara lain kaki bagian bawah, pembengkakan sendi, humerus yang relatif pendek, dan tulang yang relatif rapuh.

Defisiensi Mn juga dapat mengganggu proses reproduksi ternak jantan dan betina. Pada ternak jantan menyebabkan, gangguan spermatogenesis, degenerasi testis, dan epididimus, dan berkurangnya hormon kelamin yang menyebabkan sterilitas. Pada ternak betina dapat terlihat ertrus yang tidak menentu (tidak ada), dan tidak terjadi konsepsi (pembuahan) dan walaupun terjadi pembuahan dapat menyebabkan keguguran. Di daerah tropis yang banyak terdapat gunung berapi. Biasanya jarang terjadi kasus kekurangan Mn. Hal ini disebabkan Mn dalam hijauan dan pakan konsentrat sudah cukup untuk kebutuhan ternak. Sumber Mn adalah hijauan, konsentrat dan premix mineral buatan pabrik (Nugroho, 2008).

Zink (Zn)

Deposisi dan Fungsi Mineral Zn

Jumlah Zn dalam tubuh adalah 3 mg persen. Jumlah terbanyak terdapat dalam jaringan epidermal (kulit, rambut, bulu wol) dan juga terdapat dalam jumlah yang sangat sedikit dalam tulang, otot, hati, organ kelamin dan darah. Pada darah 75% dari Zn ditemukan pada sel darah merah, 22% dalam serum darah, dan sisanya 3% dalam sel darah putih (Lloyd et al., 1978). Juga terdapat dalam enzim-enzim carbonic anhidrase, uricase, phospatase dan hormon insulin. Carbonic anhidrase terdapat dalam sel darah merah, mempunyai peranan penting dalam mengeluarkan CO₂ dari tubuh dan mengandung 0,3% Zn. Zn juga terdapat dalam susu dan juga kolostrum dalam jumlah yang lebih besar.

Fungsi Zn esensial sebagai komponen aktivator : (1) pada beberapa enzim diantaranya kaboksi peptidase, karbonat anhidrase, laktat dehidrogenase, DNA dan RNA polimerase (Tilman et al., 1991); (2) pada beberapa hormon diantaranya insulin dan glukagon; (3) bertanggungjawab pada sintesis asam nukleat (DNA dan RNA), dan sintesis protein (McDonald et al., 1988 ; Lieberman dan Bruning, 1990) serta metabolisme karbohidrat (Church dan Pond, 1982).

Fungsi Zn yang tak kalah pentingnya menurut Linder (1992) adalah biosintes heme, keseimbangan asam dan basa dan metabolisme vitamin A. Selain itu, lebih dari 100 jenis metaloenzim mengikat Zn, termasuk enzim nicotinamid adenine dinucleotid dehydrogenase (NADH), RNA dan DNA polymerase, alkalin fosfatase, superoksida dismutase, dan carbonic

anhidrase (Hougland et al., 2005). Aktivasi Zn yang berhubungan langsung terhadap penampilan ternak salah satu diantaranya adalah karboksi peptidase dan sintesa asam nukleat (Church and Pond, 1982). Ini berarti produk-produk metabolisme tersebut dapat dimanfaatkan oleh hewan inang baik secara fungsional maupun struktural terutama dalam pertumbuhan.

Dari segi fisiologis, Zn berperan untuk pertumbuhan dan pembelahan sel, antioksidan, perkembangan seksual, kekebalan seluler, adaptasi gelap, pengecapan, serta nafsu makan (Solomon, 1993). Dari segi biokimia, Zn sebagai komponen dari 200 macam enzim berperan dalam pembentukan dan konformasi polisome, sebagai stabilisasi membran sel, sebagai ion-bebas ultra-seluler, dan berperan dalam jalur metabolisme tubuh (Soegih, 1992). Peranan terpenting Zn bagi makhluk hidup adalah untuk pertumbuhan dan pembelahan sel, sebab Zn berperan pada sintesis dan degradasi karbohidrat, lemak, protein, asam nukleat, dan pembentukan embrio.

Dalam hal ini, Zn dibutuhkan untuk proses percepatan pertumbuhan, menstabilkan struktur membran sel dan mengaktifkan hormon pertumbuhan. Zn juga berperan dalam sistem kekebalan tubuh dan merupakan mediator potensial pertahanan tubuh terhadap infeksi. Pada defisiensi Zn ditemukan limfopeni, menurunnya konsentrasi dan fungsi limfosit T dan B (Tjokronegoro, 1992). Selain itu, Zn juga berperan dalam berbagai fungsi organ. Misalnya, keutuhan penglihatan yang merupakan interaksi metabolisme antara Zn dan vitamin A.

Defisiensi Mineral Zn Pada Ternak Ruminansia

Seperti unsur nutrisi, mineral berperan penting dalam proses fisiologis ternak, baik untuk pertumbuhan maupun pemeliharaan kesehatan. Kekurangan salah satu atau lebih mineral tersebut akan mengganggu sistem fisiologis ternak dan menyebabkan penyakit yang disebut defisiensi mineral. Defisiensi mineral pada umumnya dapat terjadi bila asupan bahan makanan sumber mineral kurang, komposisi air dan tanah kurang mineral tertentu, atau terdapat gangguan penyerapan dan metabolisme dalam tubuh.

Pada tanah berpasir yang sangat miskin unsur mineral, kondisi tanah yang dipupuk, tidak dipupuk, dan ditanami terus-menerus akan mempengaruhi kandungan mineral tanaman yang tumbuh di tanah tersebut (Soepardi 1982). Tingkat kemasaman (pH) tanah juga mempengaruhi kandungan hara. Pada tanah alkalis dengan pH 8 akan terjadi defisiensi Fe, Mn, dan Zn, sebaliknya pada pH 5 terjadi defisiensi Cu (Gartenberg et al., 1990).

Hadirnya mineral lain yang berinteraksi dengan mineral esensial juga mengakibatkan berkurangnya ketersediaan mineral esensial. Dilaporkan pula bila tanah tempat hijauan tersebut tumbuh miskin unsur mineral maka ternak yang mengkonsumsi hijauan tersebut akan menunjukkan gejala penyakit defisiensi mineral. Gejala umum timbul setelah kekurangan dalam jangka panjang. Hal ini bisa diatasi dengan memperhatikan ketersediaan bahan makanan sumber atau dengan cara suplementasi.

Defisiensi mineral Zn akibat dari rendahnya kandungannya pada pakan sering diklasifikasikan sebagai defisiensi berat, menengah dan ringan.

Tilman et al. (1991) menyatakan bahwa defisiensi Zn pada hewan menyebabkan Defisiensi berat dapat dilihat dari gejala klinis yang ditimbulkannya seperti dermatitis, anorexia, dan parakeratosis; defisiensi menengah dapat dilihat pada gejala sub klinis yang ditimbulkannya seperti menurunnya Zn plasma dan respon kekebalan tubuh ternak; sedangkan defisiensi ringan biasanya terjadi bila dihubungkan dengan cekaman. Defisiensi Zn juga dapat menyebabkan terjadinya alopecia, parakeratosis, dan kegagalan reproduksi.

bukan pertumbuhan terlambat akibat kurang dapat mempergunakan protein dan mineral S. Lebih lanjut Parrakasi (1998) menambahkan bahwa defisiensi Zn juga dapat menurunkan penampilan, pembengkakan kaki dan dermatitis terutama pada leher, kepala, dan kaki, juga terjadi gangguan penglihatan, penurunan fungsi rumen dan sulitnya penyembuhan luka.

McDowel et al.(1983) menemukan bahwa pada ternak ruminansia (sapi potong ataupun sapi perah) yang diberi hijauan pakan ternak mengandung Zn (18 - 23 mg/kg) mengalami defisiensi Zn, berarti hijauan yang mengandung 23 ppm Zn availibilitas Zn-nya rendah, sehingga disarankan kebutuhan sapi potong dan sapi perah akan Zn adalah masing-masing 30 dan 40 mg/kg ransum. Untuk meningkatkan respon kekebalan tubuh ternak disarankan suplementasi Zn ditingkatkan sampai 50 mg/kg ransum (Lieberman dan Burning, 1990).

Availibilitas Zn dalam pakan yang rendah, juga disebabkan oleh kandungan mineral lain yang bersifat antagonis tersebut tinggi seperti Ca, P dan Cu (Tillman et al., 1991). Menurut Linder (1992), tingkat penyerapan Zn sedikit banyak berkompetisi dengan ion-ion metal transisi seperti F^{++} / F^{+++} atau Cu^{++} , karenanya perlu dipertimbangkan bila menggunakannya sebagai suplemen.

Suplementasi Mineral Zn Dalam Pakan

Sebagai salah satu komponen dalam jaringan tubuh, Zn termasuk zat gizi mikro yang mutlak dibutuhkan untuk memelihara kehidupan yang optimal, meski dalam jumlah yang sangat kecil. Dengan telah berkembangnya bioteknologi maka mineral dalam bentuk organik sudah dapat diproduksi terutama mineral Zn sebagai mineral proteinat. Mineral proteinat diproduksi dengan cara “chelating” garam metal terlarut dengan asam amino atau hidrolisa protein.

Suplementasi Zn dapat dilakukan dalam dua bentuk, yaitu dalam bentuk senyawa an-organik seperti seng-sulfat maupun organik, seperti seng-asetat. Dintara dua senyawa Zn tersebut ada kecenderungan Zn organik bioavailibilitasnya lebih tinggi (Rojas et al., 1995). Suplementasi mineral seng-asetat dalam ransum dapat mengaktifkan beberapa enzim dan hormon yang berhubungan dengan metabolisme dan fungsi reproduksi ternak pada fase pertumbuhan.

Suplementasi Zn perlu diperhatikan karena penyerapan dalam tubuh ternak banyak berkompetisi dengan ion-ion metal transisi seperti Fe^{++}/Fe^{+++} dan Cu^{++} (Linder, 1992). Lebih lanjut dijelaskan bahwa setelah penyerapan dan pemindahan ke plasma darah, jika dalam ekuilibrium Zn terikat dalam albumin, α_2 globulin dan anti protease, serta jika dalam keadaan berlebihan akan terakumulasi pada ikatan metalotionein. Sehubungan dengan hal itu, Tilman et al. (1991) menyatakan bahwa untuk meningkatkan efisiensi penggunaan Zn sebaiknya perlu memperhatikan mineral-mineral lainnya terutama yang bersifat antagonis seperti Cu dan P. Lebih lanjut dijelaskan bahwa kelebihan Ca dalam ransum perlu diperhatikan, karena akan dapat berpengaruh pada penyerapan Zn.

Pengaruh Suplementasi Mineral Zn Terhadap Produktivitas Ternak Ruminasia

Keberadaan Zn sangat penting dalam memenuhi kebutuhan mikro mineral dalam konsentrat, karena pakan yang ada di Indonesia tergolong marginal sampai defisien (Little, 1986). Demikian juga untuk pakan di daerah Bali ada indikasi kandungan Zn, baik pada hijauan ataupun pada konsentrat sangat marginal. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Subadiyasa (1988) bahwa sekitar 34% tanah sawah di Bali tergolong defisien Zn.

Suplementasi Zn dalam ransum baik dalam senyawa organik maupun an-organik adalah untuk mengaktifasi beberapa hormon dan enzim yang berhubungan dengan metabolisme dan fungsi reproduksi ternak. Hasil dari penelitian Putra (1999), menyatakan bahwa hasil pencernaan yang semakin tinggi adalah pada ransum yang disuplementasi dengan seng-asetat, yang berarti

kehadiran Zn^{++} dapat memacu aktivitas DNA dan RNA polimerase. Lebih lanjut dijelaskan bahwa kondisi fisiologis ini dapat menciptakan keseimbangan neurohormonal, sehingga aktivitas enzim, baik yang dihasilkan mikroba rumen ataupun hewan inang meningkat sesuai dengan fungsi fisiologis masing-masing, yang menyebabkan pencernaan nutrisi pada ransum akan semakin meningkat pula.

Kehadiran Zn^{++} pada seng-asetat akan meningkatkan penggunaan energi (Linder, 1992), terutama hidrolisis, absorpsi, dan penggunaan Zn^{++} aktivator enzim-enzim pencernaan. Salah satu enzim pencernaan yang dapat diaktivasi adalah karboksi peptidase (Annenkov, 1974; McDowell et al., 1983), sehingga kehadiran enzim ini dapat membantu metabolisme karbohidrat dan protein.

Kecernaan nutrisi pakan secara *in vivo* pada ternak ruminansia ditentukan oleh kandungan serat kasar pakan (faktor eksternal) dan aktivitas mikroba (faktor internal), terutama bakteri dan interaksi dari kedua faktor tersebut. Menurut Arora (1995), mineral Zn memiliki peran penting dalam meningkatkan aktivitas mikroba rumen. Suplementasi Zn dapat mempercepat sintesa protein oleh mikroba dengan melalui pengaktifan enzim-enzim mikroba. Zn diabsorpsi melalui permukaan mukosa jaringan rumen.

Pada konsentrasi rendah (5-10 μ g/ml), Zn menstimulir pertumbuhan ciliata rumen. Selain itu Zn juga dapat langsung masuk ke dalam inti sel bakteri rumen dan memacu pertumbuhannya terutama bifido bakterium (Ogimoto dan Omai, 1981). Hal ini dibuktikan dengan suplementasi 50 mg/kg seng-asetat dalam ransum memberi respon positif pada sapi Bali bunting pertama (premix) diantaranya populasi bakteri rumen 12,8 vs 4,95x10⁸ kol/ml yang secara simultan meningkatkan produksi asam propionat (34,2 vs 26,9 nM); dan bobot lahir pedet (20 vs 18 kg) dibandingkan tanpa suplementasi Zn (Putra, 1999). Dalam penelitian yang sama suplementasi Zn dapat meningkatkan pencernaan bahan kering 70,52% vs 63,31%, energi 67,88% vs 63,525%, lemak 79,895 vs 43,53% dan protein 78,62% vs 67,55% (Sukarini, 2000). Selain itu suplementasi mineral Zn pada konsentrat juga dapat meningkatkan produksi susu sapi Bali hampir 2 kali lipat (126,5%) yaitu 2,08 vs 0,9 kg/ekor/hari dibandingkan ransum konvensional (Sukarini et al., 2000).

KEBUTUHAN TERNAK

Kebutuhan hidup pokok (maintenance): kebutuhan nutrien basal yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan hidup yang minimal tanpa melakukan suatu aktivitas/produksi.

Kebutuhan produksi (production): kebutuhan nutrien yang digunakan untuk berbagai aktifitas dalam produksi (telur, susu, daging, woll, tenaga dll)

Kebutuhan Standar didefinisikan sebagai dasar kebutuhan yang dihubungkan dengan fungsi aktif (status faali) dari hewan tersebut

Metabolisme Basal Hewan adalah Jumlah panas yang meningkat diakibatkan oleh aktivitas hidup pokok

Produksi panas (heat increament): panas yang dihasilkan dari proses metabolisme makanan

Bobot badan metabolis adalah Bobot Badan ^{0,75}.

Kebutuhan Zat Makanan untuk Ruminansia

Standar kebutuhan pakan atau sering juga diberi istilah dengan standar kebutuhan zat-zat makanan pada hewan ruminansia sering menggunakan satuan yang beragam, misalnya untuk kebutuhan energi dipakai Total Digestible Nutrient (TDN), Metabolizable Energy (ME) atau Net Energy (NEI) sedangkan untuk kebutuhan protein dipakai nilai Protein Kasar (PK), PK tercerna atau kombinasi dari nilai degradasi protein di rumen atau protein yang tak terdegradasi di rumen.

Istilah **STANDAR** didefinisikan sebagai dasar kebutuhan yang dihubungkan dengan fungsi aktif (status faali) dari hewan tersebut. Misalnya pada sapi perah, pemberian pakan didasarkan atas kebutuhan untuk hidup pokok dan produksi susu, sedangkan untuk sapi potong lebih ditujukan untuk kebutuhan hidup pokok dan pertumbuhan. Namun tidak mudah pula untuk menentukan kebutuhan hanya untuk hidup pokok saja atau produksi saja, terutama untuk kebutuhan zat makanan yang kecil seperti vitamin dan mineral. Dalam prakteknya dapat diambil contoh sebagai berikut : Seekor sapi dengan bobot 500 kg memerlukan energi hidup pokok sebesar 33 MJ NE. Nilai kebutuhan energi ini dapat bervariasi karena dilapangan akan didapatkan data untuk sapi dengan kelebihan atau kekurangan pakan. Oleh sebab itu dalam pemberian harus ditetapkan batas minimal sejumlah kebutuhan nutrient yang direkomendasikan NRC, jangan sampai kurang dari kebutuhan. Variasi kebutuhan ditentukan oleh macam hewan dan kualitas

pakan. Sesungguhnya standar pakan ini dibuat untuk dapat mengantisipasi situasi yang lebih beragam, termasuk pengaruh perubahan cuaca. Standar ini juga masih bisa dipakai untuk kepentingan taraf nasional (dari Negara yang menyusun) atau bahkan dapat untuk keperluan dunia internasional yang mempunyai kondisi iklim yang hampir sama.

Sejak tahun 1960-1965 di Inggris, melalui Dewan Agricultural Research Council (ARC) telah membuat tabel standar kebutuhan nutrient dari beberapa jenis ternak. Pada tahun 1970 semua publikasi mengenai table kebutuhan nutrient tersebut diperbaharui (direvisi) dan keluarlah edisi terbaru untuk ruminansia pada tahun 1980. Perubahan tersebut meliputi seluruh zat makanan terutama tentang standar untuk penggunaan vitamin dan mineral. Saat ini telah banyak negara maju dan berkembang yang mempunyai standar kebutuhan zat makanan untuk ternak lokalnya. Namun sampai sekarang Indonesia belum mempunyai tabel tersebut. Standar kebutuhan yang dipakai di Indonesia adalah hasil dari banyak penelitian yang ada saja.

Standar Kebutuhan Nutrien untuk Hidup Pokok

Seekor hewan dikatakan dalam keadaan kondisi hidup pokok apabila komposisi tubuhnya tetap, tidak tambah dan tidak kurang, tidak ada produk susu atau tidak ada tambahn ekstra energi untuk kerja. **Nilai kebutuhan hidup pokok ini hanya dibutuhkan secara akademis saja, sedangkan dunia praktisi tidak membutuhkan informasi tersebut, yang dibutuhkan oleh praktisiwan adalah total kebutuhan hidup pokok dan produksi yang optimal.** Jadi pendapat mengenai kebutuhan hidup pokok untuk hewan secara teori berbeda dengan prakteknya.

Pada hewan yang puasa akan terjadi oksidasi cadangan nutrient untuk memenuhi kebutuhan energi hidup pokoknya, seperti untuk bernafas dan mengalirkan darah ke organ sasaran. Tujuan sesungguhnya dari pembuatan ransum untuk hidup pokok adalah supaya tidak terjadi perombakan cadangan tubuh yang digunakan untuk aktivitas pokok. Seperti didefinisikan bahwa ransum untuk hidup pokok adalah sejumlah zat makanan yang harus hadir dalam ransum sedemikian sehingga dalam tubuh hewan tidak terjadi penambahan atau pengurangan zat makanan. Table di bawah ini menggambarkan proporsi untuk hidup pokok dari total kebutuhan energi tubuhnya.

Kebutuhan Energi untuk Hidup Pokok

Telah dijelaskan bahwa energi yang digunakan untuk aktivitas hidup pokok diubah dalam bentuk panas dan dikeluarkan tubuh juga dalam bentuk panas. Jumlah panas yang meningkat diakibatkan oleh aktivitas hidup pokok tersebut dinamakan dengan istilah METABOLISME BASAL HEWAN. Pengukuran ini langsung diperkirakan dari jumlah NE yang harus didapat oleh ternak untuk memenuhi kebutuhan hidup pokoknya.

Tabel. Nilai Perkiraan Kebutuhan Energi untuk Hidup Pokok dari Total Kebutuhan Energi untuk Hewan.

	Kebutuhan NE (MJ)		% HP dari Total
	Hidup Pokok	Produksi	
Sapi perah, bobot 500kg produksi susu 20kg/h	32	63	34
Sapi jantan, bobot 50 kg PBB 0.75 kg	23	16	59
Babi, bobot 50kg PBB 0.75 kg	7	10	41
Sapi perah, bobot 500kg beranak bobot 35kg produksi susu 5000kg	12 200	16 000	43
Babi induk 200kg beranak 16 ekor @1.5kg produksi susu 750kg	7 100	4 600	61
Ayam petelur bobot 2 kg produksi 250 butir	190	95	67
Ayam broiler, bobot 1 kg PBB 35g	0.50	0.30	61

Pengukuran metabolisme basal ini cukup rumit karena panas yang dihasilkan oleh hewan tidak saja berasal dari aktivitas pokok namun juga berasal dari proses pencernaan dan metabolisme nutrient (*Heat Increment on Feeding = HI*) dan juga dari aktivitas kerja otot. Produksi panas ini akan meningkat bila hewan ditempatkan di dalam suhu yang dingin. Untuk mengukur metabolisme basal, pengaruh HI dari pakan harus dihilangkan yaitu dengan cara hewan dipuaskan supaya tidak ada aktivitas pencernaan dan metabolisme. Namun ukuran puasa setiap hewan berbeda-beda. Untuk manusia puasa cukup satu hari, untuk ruminansia dan

babi sampai 4 hari. Faktor kedua yang mempengaruhi metabolisme basal adalah nilai RQ (*Respiratory quotient*). Pada saat puasa oksidasi nutrient berasal dari pembakaran degradasi nutrient di jaringan organ, sehingga ada sedikit perbedaan nilai RQ. Pada manusia, kondisi *postabsorptive* ditandai dengan penurunan produksi gas sampai ke tingkat yang paling rendah.

Pada manusia, aktivitas otot dapat dikurangi secara sadar, sehingga nilai metabolisme basal pada pengukuran yang kontinyu mudah didapat. Lain halnya dengan hewan ruminansia, kondisi total istirahat harus dibuat sedemikian sehingga agar hewan tak banyak aktivitas, seperti misalnya ditempatkan pada kandang dan suhu yang nyaman atau dipuaskan. Oleh karena itu, istilah metabolisme basal pada hewan dapat juga diartikan sebagai metabolisme puasa, walaupun saat puasa juga terjadi aktivitas berdiri-duduk dalam jumlah yang terbatas. Beberapa nilai metabolisme puasa pada berbagai hewan seperti teesaji pada Tabel 10.4. berikut.

Tabel . Nilai metabolisme puasa pada berbagai spesies hewan dewasa

Hewan	BB (kg)	Metabolisme puasa (MJ/h)			
		Per hewan	Per kg BB	Per m ² luas tubuh	Per kg BBM
Sapi	500	34.1	0.068	7.0	0.30
Babi	70	7.5	0.107	5.1	0.31
Manusia	70	7.1	0.101	3.9	0.29
Domba	50	4.3	0.086	3.6	0.23
Unggas	2	0.60	0.300	-	0.36
Tikus	0.3	0.12	0.400	3.6	0.31

Pada tabel di atas terlihat bahwa semakin besar bobot dan jenis hewan maka makin besar pula nilai metabolisme puasanya, demikian pula per unit BB. Nilai produksi panas pada kondisi puasa sebanding dengan luas permukaan tubuh. Ekspresi dari luas permukaan tubuh dinyatakan sebagai $W^{0.67}$, dan nilai ini dihubungkan dengan besarnya metabolisme puasa. Selanjutnya nilai

berubah menjadi $W^{0,73}$ dan pada akhirnya nilai yang dipakai sehubungan dengan metabolisme puasa adalah $W^{0,75}$. (bobot badan metabolik = BBM). Nilai metabolisme puasa per BBM relatif konstan dari hewan besar sampai hewan kecil. Nilai metabolisme puasa pada hewan dari ukuran terkecil sampai terbesar yang ditemukan oleh Brody didapatkan rata-rata sekitar 70 kkal/kg BBM yang setara dengan 0,27 MJ/kgBBM/hari. Nilai ini bervariasi antar spesies, bila dibandingkan dengan sapi maka nilai metabolisme puasanya lebih tinggi sekitar 15%, sedangkan bila dibandingkan dengan domba maka nilainya lebih rendah 15%. Disamping itu umur dan jenis kelamin juga mempengaruhi nilai metabolisme puasa. Pada hewan muda nilai metabolisme puasa lebih tinggi (0,39 MJ/kg BBM) dibandingkan dengan hewan tua (32 MJ/kg BBM). Pada hewan jantan lebih tinggi 15% dibandingkan hewan betina.

Estimasi kebutuhan energi untuk hidup pokok dapat dihitung dari kandungan energi pakan, seperti contoh berikut: Sapi berat 300 kg diberi pakan 3,3 kg BK/hari dengan kandungan energi 11 MJ/kg BK dan $K_f = 0,5$. Jika sapi tersebut menghasilkan retensi BB 2 MJ/hari, maka kebutuhan ME adalah :

$$ME = (3,3 \times 11) \div (2/0,5) = 32,3 \text{ MJ ME/hari}$$

Metabolisme puasa merupakan dasar perhitungan dari kebutuhan untuk hidup pokok. Namun tak mudah menggunakan nilai metabolisme puasa untuk dijadikan patokan perhitungan kebutuhan nutrient untuk hidup pokok secara praktis. Hal ini disebabkan a). pada hewan yang dimasukkan ke kandang akan mempunyai sedikit beda produksi panas dibandingkan hewan yang dimasukkan ke bilik calorimeter (alat untuk mengukur produksi panas), karena pada hewan yang dipelihara dikandang biasa ada sedikit ekstra energi dari kegiatan aktivitas otot saat jalan atau berdiri., b). hewan yang kondisinya sedang produksi, maka perhitungan metabolismenya harus lebih terinci karena memiliki tingkat kebutuhan yang lebih tinggi, c). pada ternak yang dipelihara di peternakan yang luas dan terbuka memerlukan energi khusus untuk memelihara suhu tubuh normal, mengingat perlu adanya adaptasi dengan suhu lingkungan.

Pada skala lapang didapatkan angka produksi panas dari sapi yang berdiri sebesar 12% lebih tinggi dibandingkan dengan sapi yang tiduran. Pada hewan yang digembalakan di padang pangan, kebutuhan energi untuk jalan dan merumput sekitar 25-50% dari metabolisme

puasanya. Standar kebutuhan untuk hidup pokok sapi yang dipakai mengikuti rekomendasi dari ARC. Kebutuhan untuk sapi puasa dirumuskan sebagai :

$$\text{Kebutuhan HP} = 0,53 (\text{BB}/1,08)^{0,67}.$$

Apabila untuk aktivitas minimal (istirahat) pada hewan yang dikandangkan dirumuskan :

$$\text{Kebutuhan I} = 0,0043 \text{ BB}$$

Untuk sapi seberat 500 kg membutuhkan energi neto sebesar :

$$\text{NE} = 0,53 (500/1,08)^{0,67} + 0,0043 \times 500 = 34,5 \text{ MJ/h.}$$

Persamaan yang berlaku untuk domba adalah:

$$F = 0,226 (\text{BB}/1,08)^{0,75} + 0,0106 \text{ BB.}$$

Kebutuhan Energi untuk Kerja

Dapat ditentukan dengan cara:

- Metode Faktorial
- Keseimbangan Tubuh
- Pengukuran Respon Fisiologis

Metode Faktorial

Mengukur kebutuhan energi untuk kerja yang didasarkan kepada: - Berat badan ternak,- berat beban kerja dan jarak/waktu kerja

Perhitungannya: Energi untuk memindahkan berat badan, energi untuk mengangkat beban dan energi untuk memindahkan beban.

Energi untuk bergerak

- Energi untuk memindahkan berat badan (berjalan = E_j) : $E_j = a W L$ (KJ)

Disini : a = Energi untuk memindahkan 1 kg berat badan sejauh 1 meter (besarnya : 2,56 joule). L = Jarak (km) dan W = berat badan (kg)

- Sapi 300 kg berjalan sejauh 3 km.

Jadi energi berjalan adalah :

$$E_j = a W L = 2,56 \times 300 \times 3 = 2.304 \text{ KJ} = 551 \text{ K.Cal}$$

1 K cal = 4,187 KJ atau 1 KJ = 0.2388458966275 Kcal.

Jadi sapi yang beratnya 300 kg untuk berjalan 3 km diperlukan energy sebesar : 131 KJ

Kebutuhan Protein untuk Hidup Pokok

Hewan yang diberi pakan bebas nitrogen, kenyataannya tetap terlihat adanya kehilangan nitrogen yang keluar bersama feses dan urin yang berasal dari degradasi dinding usus, enzim dan mikroba yang mati. Eksresi nitrogen di urin dapat berasal dari perubahan kreatin menjadi kreatinin dan juga urea yang merupakan hasil katabolisme asam amino. Protein tubuh pada dasarnya selalu harus diganti dengan protein yang baru. Pergantian protein di usus dan hati ini memakan waktu dalam unit jam atau hari, sedangkan pergantian di tulang dan syaraf memakan waktu dalam unit bulan bahkan tahunan.

Jika pertama kali hewan diberi pakan bebas nitrogen, maka jumlah nitrogen di urin akan menurun beberapa hari, kemudian stabil kembali setelah terjadi perombakan protein tubuh. Pada keadaan cadangan protein telah habis, eksresi N-urin dapat mencapai minimal. Eksresi-N pada kondisi minimal seperti ini disebut dengan N-endogenous urin. N-endogenous urin ini dapat untuk memperkirakan kebutuhan protein untuk hidup pokok hewan. Nilai ini sebesar 2 mg N-endogenous urin per kkal basal metabolisme (500 mg/MJ). Untuk hewan dewasa angkanya berkisar 300-400 mg N-endogenous/MJ metabolisme puasa. Pada ruminansia, nitrogen dapat dipenuhi dari sirkulasi ulang urea dari dan ke rumen. Oleh karena itu perhitungan N-endogenerus untuk hewan ruminansia menjadi 350 mg N/kg $W^{0,75}$ /hari dan setara dengan 1000-1500 mg/MJ metabolisme puasa. N-urin sisa kelebihan dari N- endogenous disebut dengan N-eksogenous urin.

Jumlah kebutuhan nitrogen untuk hidup pokok akan seimbang bila besar konsumsi N dapat diimbangi dengan besarnya jumlah N-metabolik di feses dan N-endogenous di urin. Cara pengukurannya yaitu dengan menentukan nitrogen yang hilang/keluar dari hewan yang diberi pakan bebas nitrogen.

Pendugaan Kebutuhan Protein untuk HP dari total N-endogenous dan Ekskresi N-lain.

Cara perhitungan kebutuhan protein untuk HP dari N-endogenous dilakukan seperti dalam penentuan nilai biologi (Biologi Value = BV). Pada sapi nilai BV untuk protein yang dicerna dan diserap relative sama yaitu 0,8.

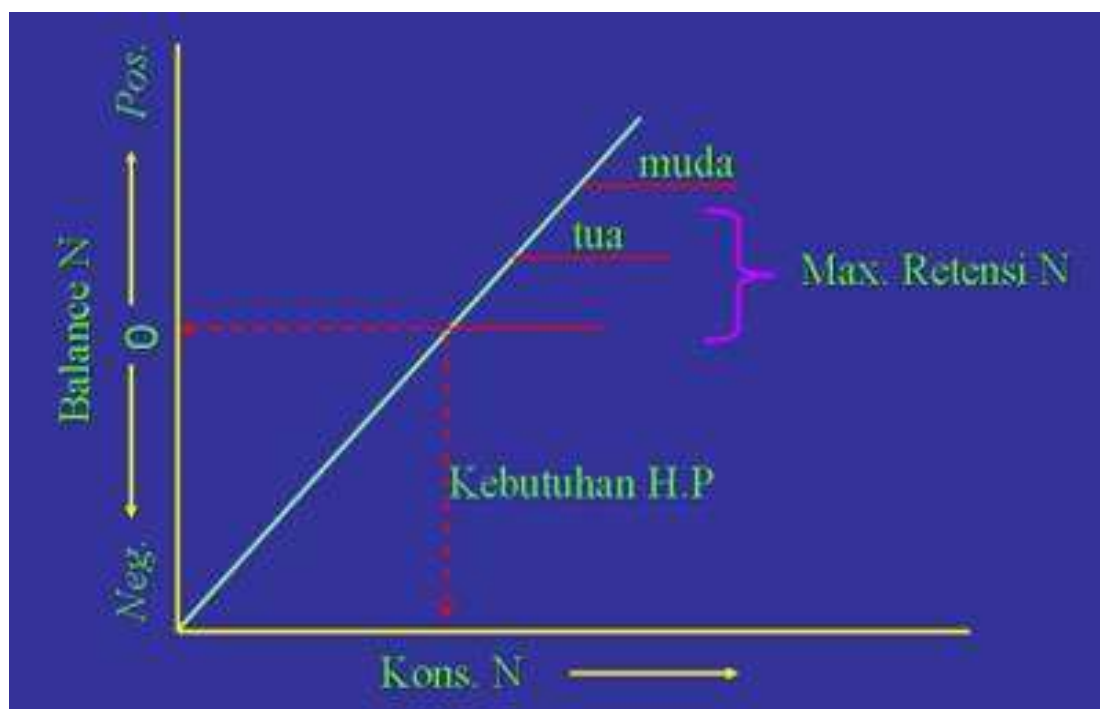
Contoh seekor sapi bobot 600 kg kehilangan N-endogenous 42 g/h dan hilang bersama rontoknya bulu 2 g/h, sehingga totalnya 44 g/h. Nilai ini sama dengan $6,25 \times 44 = 275$ g protein. Jadi sapi tersebut membutuhkan protein yang dapat dicerna dan diserap sebanyak $275/0,8 = 344$ g/h. Jika diasumsikan bahwa protein tersebut disediakan dari protein mikroba dengan pencernaan protein mikroba 0,85 dan kandungan asam amino 0,8 dari total protein, maka jumlah kebutuhan protein menjadi :

$$\text{Kebutuhan protein} = 344/(0,85 \times 0,8) = 506 \text{ g/h.}$$

Jumlah mikroba rumen yang dihasilkan tergantung dari jumlah bahan organik yang difermentasi dan konsumsi ME. Setiap 1 MJ konsumsi ME menghasilkan 8,3 g protein mikroba. Jika konsumsi ME setara dengan kebutuhan ME untuk hidup pokok sebesar 61 g, maka jumlah protein mikroba yang dapat disumbangkan pada sapi sebesar $8,3 \times 61 = 506$ g. Jika nilai degradasinya hanya 0,7 maka jumlah protein yang dibutuhkan meningkat menjadi $506/0,7=723$ g/h.

Pendugaan Kebutuhan Protein dari Neraca Percobaan

Jika hewan diberi makan dengan jumlah BK dan energi sama, tetapi proteinnya berbeda, maka neraca nitrogen akan mengikuti pola seperti pada gambar berikut.



Gambar 10.2. Neraca konsumsi N pada berbagai umur hewan

Jika konsumsi nitrogen meningkat maka akan terjadi peningkatan neraca nitrogen dari negative menjadi positif sampai pada titik keseimbangan. Penimbunan nitrogen ini juga bergantung pada umur dan asupan nutrient yang lain. Jika penambahan protein tak menambah penimbunan retensi nitrogen maka kurva menjadi horizontal. Standar kebutuhan nitrogen tergantung pada degradasi protein makanan dalam rumen, metabolisme mikroba dan protein yang tak tercerna dirumen, serta jumlah konsentrasi ME dalam pakan (ARC, 1984).

Standar kebutuhan nutrient untuk tumbuh

Pertumbuhan selalu diukur dari kenaikan bobot badan, padahal pada pertambahan tersebut juga terjadi kenaikan berat isi saluran pencernaan yang secara nyata sekitar 20 % dari bobot badan. Jadi pertumbuhan mengikuti persamaan : $Y = b x^a$

Y= berat bagian tubuh, x = bobot tubuh, a = faktor koefisien

Setiap komposisi tubuh mempunyai koefisien pertumbuhan yang berbeda seperti, air mempunyai koefisien 0,74, protein 0,80, lemak 1,99 dan energi 1,59. Perkembangan tubuh perlu diamati khususnya karena menyangkut kebutuhan nutrient baik pada proses hyperplasia (perbanyak sel) maupun pada proses hipertropi (perbesaran sel). Makin dewasa, bobot tubuh akan meningkat sementara kebutuhan air dan protein menurun karena komposisi air dan protein tubuh juga turun. Sebaliknya kebutuhan lemak sedikit meningkat karena lemak tubuh meningkat dengan bertambahnya usia.

Kebutuhan energi dan protein untuk tumbuh

Kebutuhan energi untuk pertumbuhan sangat dipengaruhi oleh bobot badan dan juga jenis kelamin serta bangsa hewan. Jantan biasanya mempunyai kecepatan pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan betina, oleh karena itu kebutuhan energi untuk jantan lebih banyak daripada untuk betina. Jenis bangsa hewan tipe besar akan membutuhkan energi lebih banyak dibandingkan dengan bangsa hewan yang kecil. Penentuan energi untuk standar biasanya didasari oleh suatu model factorial.

Sedangkan kebutuhan protein untuk tumbuh dapat dihitung seperti: Seekor anak domba tumbuh dengan pertambahan bobot badan **0,2 kg/h** dan kehilangan protein endogenous sebanyak **21 g/h**, kandungan protein tubuh **170 g/kg**. Maka **kebutuhan protein untuk hewan tersebut**
Kebutuhan Protein = 21 + (0,2 x 170) = 55 g. Jika nilai BV nya **0,80** dan **kecernaan proteinnya 0,85** maka **protein yang dibutuhkan adalah = 55/(0,80 x 0,85) = 81 g**.

Contoh perhitungan

Sapi berat 300 kg dengan konsumsi BK 7 kg. Nilai biologis protein 0,75. Kenaikan berat badan: 0,75 kg/hari.

- $MFE = 5 \times 7 = 35 \text{ g}$

-

- $EUN = 0,12 W^{0,75} = 8,64 \text{ g}$

- Total = $43,64 \text{ g N} = 272,75 \text{ g protein}$

Nilai biologis $0,75 = 100/75 \times (272,75) = 363,67 \text{ g DCP/hari}$

Seandainya pencernaan protein 70% dan 20% dari N dalam bentuk NPN = $363,67 / (0,7 \times 0,8) = 649,4 \text{ g CP/hari}$.

Pertumbuhan

- Protein tubuh : 18%

- Setiap 1 kg PBB = 180 g protein

- Nilai biologis protein 75% = $180/0,75 = 240 \text{ g}$

- Kecernaan protein 70% = $240/0,7 = 342,8 \text{ g}$

- 20 N adalah NPN = $342,8/0,8 = 428,5 \text{ g/1 kg PBB}$.

- Bila PBB = 0,75 kg = $0,75 \times 428,5 \text{ g} = 321,4 \text{ g/hari}$.

Total kebutuhan protein = $649,4 + 321,4 \text{ g/hari} = 970,8 \text{ g/hari}$

- Konsumsi 7 kg

-Kandungan protein pakan= $970,8/7000 = 13,8\% \text{ CP}$.

Daftar Pustaka

- Anggorodi, 1994. Ilmu Makanan Ternak Umum. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Annekov, B. N. 1974. Mineral Feeding of Sheep in Mineral Nutrition of Animal Studies in the Agric. and Food Sci. Butterworths, London - Toronto. p. 321-354.
- Arora, S. P. 1995. Pencernaan Mikroba Pada Ruminansia. Cetakan Kedua. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Church, D. C. and W. G. Pond. 1982. Basic Animal Nutrition and Feeding. 2nd ed. John Wiley and Son. New York - Singapore.
- Cullison. A. E. 1979. Feeds and Feeding. 2nd Ed. Reston Publishing Co. Inc. Reston, Virginia.
- Ensminger, M. E. 1992. Animal Science. 6th Ed. The Interstate and Publisher, Inc. Danville, Illinois
- Foley, R.C., D.L. Bath, F.N. Dickinson., and H.A. Tucker. 1973. Dairy Cattle Principles, Practices, Problem and Profits. Lea and Febiger, Philadelphia.
- Gartenberg, P.K., L.R. McDowell, D. Rodriguez, N. Wilkiinson, J.H. Conrad, and F.G. Martin. 1990. Evaluation of trace mineral status of ruminants in northeast Mexico. Livestock Res. For Rural Development 3(2): 1-6.
- .Harold, D.H. and S.M. Darrel. 1972. Crop Production 2nd Ed. Macmilan Publising Co., Inc., New York.
- Houglan, J.L., A.V. Kravchuk, D. Herschlag, and J.A. Piccirilli. 2005. Functional identification of catalytic metal ion binding sites within RNA. PLOS Biol. 3(9): 277.
- Lieberman, S and N. Bruning. 1990. The Real Vitamin and Mineral Book. A Very Publishing Group Inc. Garden City Park, New York.
- Linder, M. C. 1992. Nutrisi dan Metabolisme Karbohidrat (Terjemahan). Linder (ed) Biokimia Nutrisi dan Metabolisme. Universitas Indonesia Press.
- Lloyd, L. E., B. E. McDonald, and E. W. Crampton. 1978. Fundamentals of Nutrition 2nd Ed. W. H. Freeman & Co. San Fransisco.
- McDonald, P. 1981. The Biochemistry of Silage. John Wiley and Sons Ltd., London
- McIlroy, R. J. 1976. Pengantar Budidaya Padang Rumput Tropika. Pradya Paramita, Jakarta (Diterjemahkan oleh TIM IPB).
- Nugroho, C.P. 2008. Agribisnis Ternak Ruminansia Jilid 1 untuk SMK. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- Orskov, E. R. 1992. Protein Nutrition in Ruminant. 2nd Ed. Academic Press, Harcourt Brace Jovanovich Publisher, London.
- Rojas, M. A., I. A. Dyer and W. A. Cassatt. 1965. Manganese deficiency in bovine. J.Anim. Sci. 24:664-667
- Ranjhan, S. K. 1980. Animal Nutrition in Tropics. 2nd Ed. Vikas Publishing House PVT Ltd., New Delhi.

