

ILMU NUTRISI TERNAK  
*dan*  
*Pengetahuan Bahan Pakan*



Y.L.R. Tulung  
J.J.M.R. Londok  
C.A. Rahasia  
S.A. Moningkey  
A.F. Pendong



Penerbit  
**CV. PATRA MEDIA GRAFINDO**  
**BANDUNG**

E-book

# **ILMU NUTRISI TERNAK DAN PENGETAHUAN BAHAN PAKAN**

**Yohannis L.R. Tulung  
Abraham F. Pendong  
Jolla J.M. Londok  
Catherine A. Rahasia  
Sony A.E. Moningkey**



**Penerbit  
CV. PATRA MEDIA GRAFINDO BANDUNG  
2022**

# **ILMU NUTRISI TERNAK dan PENGETAHUAN BAHAN PAKAN**

Disusun oleh : Yohannis L.R. Tulung  
Abraham F. Pendong  
J.J.M.R. Londok  
C.A. Rahasia  
S.A.E. Moningkey

Editor : Betty Bagau

*Setting & Layout* : *Tim Patra Media*

*Design Cover* : *Abraham F. Pendong*

Hak Cipta @ pada Penulis Dilindungi (All right reserved)

---

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak buku ini sebagian atau seluruhnya, dalam bentuk dan dengan cara apapun juga, baik secara mekanis maupun elektronik, termasuk fotocopy, rekaman dan lain-lain tanpa izin tertulis dari penulis.

---



**Penerbit**  
**CV. PATRA MEDIA GRAFINDO**  
**BANDUNG**

Jl. Jend. Sudirman no. 736 - Bandung  
Jl. Rorogonggrang Utara II B-10/16 Pharmino  
Telp/Fax: 022-6040938 HP: 081214466604  
email: [patramedia@gmail.com](mailto:patramedia@gmail.com)  
website: [www.patramedia.co.id](http://www.patramedia.co.id)

**Anggota IKAPI**

Jenis cetakan : e-book

Tahun publish : November 2022

ISBN 978-623-177-025-7 (PDF)



9 786231 770257

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur dipanjatkan ke hadirat Allah Yang Maha Kuasa atas perkenannya sehingga e-book ini dapat diselesaikan.

Pembuatan e-book ini bertujuan untuk menambah wawasan pengetahuan bagi mahasiswa Fakultas Peternakan Unsrat. Mata kuliah Ilmu Nutrisi Ternak dan Pengetahuan Bahan Pakan adalah mata kuliah wajib untuk kurikulum Prodi peternakan (Kurnas).

E-book Ilmu Nutrisi Ternak dan Pengetahuan Bahan Pakan ini disusun berdasarkan materi kuliah yang yaitu : Pengertian dan Sejarah Perkembangan Ilmu Nutrisi; Komposisi Tubuh Hewan dan Makanannya; Makanan Ternak dan Analisisnya; Peranan Zat-zat Makanan; Pencernaan pada Ternak Ruminansia dan Non Ruminansia serta Kepentingan Saluran Pencernaan dalam Metabolisme; Metode Pengukuran Kebutuhan Ternak akan Zat-zat Makanan dan Uji biologis Nilai Gizi Bahan Makanan Ternak; Standardisasi Pemberian Makanan.

Uraian e-book ini singkat, akan tetapi bagi mahasiswa Fakultas Peternakan sangat penting untuk

mempelajarinya, sehingga dengan adanya buku ini yang merupakan landasan ilmu di bidang nutrisi ternak sangat bermanfaat, dengan harapan dapat memberi peluang untuk mempermudah mempelajari atau membaca dari referensi yang lain. Semoga e-book ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa maupun untuk pengembangan ilmu dibidang nutrisi ternak dan pengetahuan bahan pakan.

## DAFTAR ISI

Prakata.....	i
Daftar Isi .....	iii
Bab 1. Pendahuluan .....	1
Bab 2. Pengertian dan Sejarah Perkembangan Ilmu Nutrisi.....	3
Bab 3. Komposisi Tubuh Hewan dan Makanannya.....	16
Bab 4. Makanan Ternak dan Analisisnya; Peranan Zat- zat Makanan .....	24
Bab 5. Pencernaan pada Ternak Ruminansia dan Non Ruminansia.....	31
Bab 6. Uji Biologis Nilai Gizi Bahan Makanan Ternak .....	56
Daftar Pustaka.....	69

## **Bab 1. Pendahuluan**

Ilmu nutrisi dan pengetahuan bahan pakan merupakan dasar pengetahuan yang mempelajari pemilihan dan konsumsi makanan serta pemanfaatan zat makanan untuk mempertahankan kelestarian hidup dan keutuhan alat-alat tubuh (pembaharuan sel-sel tubuh yang aus atau terpakai) dan untuk memenuhi tujuan-tujuan produksi. Menurut Tillman, dkk., (1989) pengertian ilmu nutrisi adalah ilmu yang mempelajari serangkaian proses di mana suatu organisme mulai mengambil dan mengasimilasikan pangan untuk keperluan pertumbuhan sel-sel tubuhnya dan mengganti sel yang telah rusak dan mati atau sebagai ilmu yang menerangkan tentang hubungan antara organisme dan lingkungannya dalam arti hubungan antara organisme dengan pangan dalam rangka melestarikan tugas organisme tersebut. Dalam pengertian tersebut yang dimaksud organisme adalah makhluk hidup. Tentang hubungan antara makhluk hidup dengan makanan dimulai sejak makhluk hidup mengambil atau memakan makanan, membebaskan dan menggunakan energi yang berasal dari makanan, mengeluarkan sisa hasil metabolisme dan pembentukan zat-zat didalam tubuh dari bahan-bahan yang masuk untuk mempertahankan hidup, tumbuh dan mengembangkan diri. Maynard, dkk. (1979) mengemukakan bahwa istilah nutrisi (nutrition) adalah berbagai reaksi kimia dan proses fisiologis yang terjadi dalam mengubah bahan-bahan makanan menjadi jaringan tubuh dan energi untuk aktivitas makhluk meliputi pengunyahan, pencernaan, dan

penyerapan berbagai zat makanan, pengangkutan zat-zat tersebut ke seluruh sel tubuh. Selain dari pada itu tujuan mempelajari Ilmu Nutrisi adalah untuk mengetahui bagaimana kita memberi makan kepada hewan ternak dengan biaya yang semurah-murahnya sehingga diperoleh untung yang sebesar-besarnya.

Ilmu Nutrisi bukanlah ilmu yang berdiri sendiri, tetapi ia berhubungan erat dengan ilmu-ilmu lainnya, seperti biologi (genetika, mikrobiologi, endokrinologi, fisiologi), ilmu alam(fisika), ilmu pasti(matematika ), ilmu kimia, ilmu kesehatan hewan dan lain sebagainya. Hal ini dapat digambarkan sebagai sebuah roda, di mana Ilmu Nutrisi sebagai as rodanya, sementara ilmu-ilmu lainnya sebagai jeruji-jeruji agar roda dapat berjalan dengan baik.



## **Bab 2. Pengertian Dan Sejarah Perkembangan Ilmu Nutrisi**

Pemahaman tentang pengertian dan sejarah perkembangan suatu ilmu yang akan dipelajari adalah penting. Setiap bidang ilmu memiliki batasan-batasan tersendiri yang akan dipelajari lebih mendalam yang akan membuat mahasiswa memiliki alur berpikir yang searah untuk bidang ilmu dimaksud. Demikianpun sejarah perkembangan suatu ilmu penting dipelajari, agar dapat menilai sejauh mana perkembangan/kemajuan dan kemungkinan-kemungkinan yang akan terjadi.

### **1. Pengertian Ilmu Gizi**

Tugas pokok ilmu nutrisi mempelajari bagaimana tubuh memperoleh zat makanan yang dibutuhkan. Ilmu nutrisi dapat didefinisikan sebagai berikut “Ilmu nutrisi adalah ilmu yang mempelajari pemilihan dan konsumsi makanan dan pemanfaatan zat makanan untuk mempertahankan kelestarian hidup dan keutuhan alat tubuh (pembaharuan sel-sel tubuh yang aus atau terpakai) dan untuk memenuhi tujuan produksi. Banyak para ahli awalnya berpendapat bahwa ilmu gizi adalah ilmu pengetahuan baru yang merupakan pertumbuhan dari ilmu

kimia dan ilmu faal. Pada dasarnya ilmu ini merupakan kelanjutan dari zaman pengembangan yang telah dirintis 200 tahun yang lalu (1743-1794).

## **2. Sejarah Ilmu Nutrisi**

Untuk memelihara keseimbangan hidupnya makhluk hidup membutuhkan makanan. Pada hakekatnya tubuh merupakan suatu system terbuka. Setiap alat membutuhkan masukan (input) berupa zat makanan dan menghasilkan keluaran-keluaran (Outputs) berupa produk dan ampas metabolisme. Bahan makanan kita sebelum dimakan biasanya diolah terlebih dahulu, kemudian, bahan makanan tersebut belum mencapai tingkat siap pakai bagi tubuh. Bahan makanan yang dimakan itu masih perlu diolah lebih lanjut melalui proses-proses fisiologis dan kimia.

Kebutuhan akan zat makanan untuk mempertahankan kelestarian hidup dan keutuhan alat tubuh dinamakan kebutuhan hidup pokok (maintenance requirement). Kebutuhan akan zat makanan untuk tujuan produksi disebut kebutuhan produksi. Yang dimaksud kebutuhan produksi adalah kebutuhan akan zat makanan diatas kebutuhan hidup pokok yang dapat dimanfaatkan untuk proses proses produksi. Misalnya untuk

pertumbuhan, reproduksi, produksi telur, produksi air susu, produksi eol atau tenaga. Pada ternak pemberian makanan tidak hanya sekedar untuk memenuhi kebutuhan hidup pokok, akan tetapi untuk mencapai tingkat produksi setinggi-tingginya. Bahkan karena biaya maknan dalam suatu usaha peternakan merupakan biaya variable terbesar, tingkat produksi itu harus senantiasa diusahakan agar dapat dicapai dengan biaya makanan serendah-rendanya.

Sama halnya dengan ilmu-ilmu lain, Ilmu Nutrisi tentu mempunyai sejarah. Sejarah itu cukup panjang. Pada kesempatan ini ada baiknya kita mengenang jasa mereka yang telah berhasil memasang lilin-lilin penerang bagi perkembangan ilmu nutrisi selanjutnya.

Gairah untuk mengetahui proses-prose yang dialami bahan makanan di dalam tubuh mungkin telah ada sejak di dunia ada manusia. Di Jaman mesin purba, secara eperisi orang mulai mengenal hubungan antara makanan dengan penyakit. Manfaat makanan bagi penyembuhan penyakit-penyakit tertentu mulai dikaji. Beberapa ratus tahun lalu, para ahli filsafat bangsa yunani telah coba menerangkan rahasia penggunaan maknan. Pendekatan mereka pada umumnya tidak dilandasi eksperimen, namun demikian

banyak teori yang lahir di jaman itu masih berlaku hingga kini.

Socrates (470-399 SM) mengemukakan pendapat bahwa peranan zat makanan yang utama ialah untuk menggantikan kehilangan zat makanan yang utama ialah untuk mengganti kehilangan zat makanan dari tubuh. Leonardo da Vinci (1452-1519) menyatakan bahwa jika zat makanan yang diperoleh dari bahan makanan tidak sama jumlahnya dengan yang dikeluarkan tubuh, kelestarian hidup akan terganggu. Buah pikiran ini merupakan landasan bagi perkembangan pengetahuan tentang Neraca Zat makanan (Nutrien angka balance) yang dikenal sekarang. Neraca tersebut dapat bernilai negative, nol atau positif. Neraca negative berarti tubuh kehilangan zat makanan. Neraca nol berarti bahwa zat makanan yang diperoleh dari makanan hanya sekedar cukup untuk mengimbangi kehilangan zat makanan dari tubuh yang dikeluarkan melalui berbagai jalur pengeluaran.

Pengukuran konsumsi yang mampu menghasilkan neraca nol merupakan salah satu pendekatan untuk mengukur kebutuhan hidup pokok. Pengukuran konsumsi suatu zat makanan yang mampu menghasilkan neraca positif sering dipakai sebagai acuan- acuan dalam

menentukan kebutuhan produksi. Konsumsi di atas kebutuhan hidup pokok yang setara dengan tingkat produksi tertentu digunakan sebagai patokan dalam menentukan kebutuhan produksi.

Hippocrates (460 – 359 SM) berpendapat bahwa tidak semua pengeluaran dari tubuh dapat diukur berupa zat padat dan cair. Sebagian akan terbuang sebagai gas-gas ekspirasi. Selain itu ada kehilangan lain yang berupa panas. Buah pikiran ini banyak mencemooh, terutama kehilangan berupa panas. Disangka dengan pertanyaan apakah panas punya bobot? Namun demikian, Hippocrates tetap berpegang teguh pada pendiriannya. Karena merasa penasaran dengan kehilangan panas itu, Sanctorius (1561 – 1636) membuat sebuah timbangan besar yang peka. Di atas timbangan itu dia berolah raga. Hasil yang diperolehnya setelah berolah raga, dia menjadi gerah, berkeringat, frekuensi penafasan bertambah, dan bobotnya susut.

Percobaan tersebut menjadi dasar bagi perkembangan metode yang biasa dipakai untuk mengukur produksi panas, yaitu metode calorimeter hewan (animal calorimetry). Metode ini dipakai untuk mengukur kebutuhan tubuh akan energi.

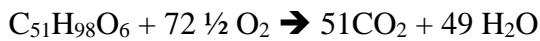
Antara proses penggunaan zat makanan dengan proses pembakaran ada kesamaannya. Kedua-duanya menghasilkan panas. Terdorong oleh kesamaan itu, banyak perubahan telah dilakukan untuk mencari persamaan antara api dengan “hidup”. Salah satu pelakunya antara lain John Mayow (1643-1679). Hasil-hasil percobaan seperti itu dapat diiktisarkan sebagai berikut. Lilin yang menyala, jika dimasukkan di dalam ruang tertutup, setelah beberapa saat akan mati. Demikian halnya dengan mahluk hidup. Tikus yang dimasukan di dalam ruangan tertutup juga setelah beberapa saat akan mati. Lilin yang menyala dan tikus hidup jika sama-sama dimasukkan ke dalam ruan tertutup, kedua-duanya mati dalam waktu yang lebih singkat. Pada saat itu, ilmu kimia belum lahir. Maka mereka menarik kesimpulan pernafasan maupun pembakaran menghasilkan sesuatu yang menyebabkan udara tidak cocok lagi bagi nyala api atau kehidupan.

John Mayow menduga bahwa pada proses persafasan ada sesuatu yang diambil dari udara, yaitu zat menyebabkan darah arteri lebih merah dari pada darah vena. Akan tetapi Stahl (1660-1734) keluar dengan dengan teori phlogistan inilah maka Sactorius susut bobotnya setelah

berolah raga. Demikian pula halnya dengan pembakaran, benda yang dibakar akan kehilangan phlogiston.

Teori phlogiston mampu bertahan hamper satu abad lamanya. Percobaan selanjutnya yang diarahkan untuk menelaah komposisi udara Joseph Black (1728-1799) membuat suatu percobaan. Dia meniupkan nafas melalui suatu tabung ke dalam larutan alkali. Larutan ini menjadi keruh. Hasil yang sama, juga diperoleh dari percobaan pembakaran karbon. Percobaan tersebut belum didukung oleh analisa kimia. Black beranggapan bahwa kekeruhan larutan alkali itu merupakan wujud komponen udara yang disebutnya “fixed air”, disebut demikian, karena bersifat tidak dapat dibakar lagi. Joseph Priestley (1733-1804) memperlihatkan bahwa Priestley berpendapat bahwa tanaman hidup menghasilkan sesuatu yang dibutuhkan untuk mempertahankan nyalanya api, komponen udara tersebut dinamakan *fire air*. Henry Cavendish (1731-1810) berhasil membuat air dari udara dan fire air dengan menggunakan percikan api listrik. Karena komponen udara tersebut bersifat mudah terbakar, maka dinamakannya *inflammable air*. Rutherford (1749-1819) mencoba mencari jika masih ada gas lain dalam udara.

Keanehan tersebut dapat diterangkan sebagai berikut. Jika hewan tidak makan, kebutuhan akan energinya terpaksa dipenuhi dengan jalan mengoksidasikan lemak tubuh. Oksidasi lemak tubuh menghasilkan CO<sub>2</sub> dan air, misalnya:



Dapat dihitung dengan mudah bahwa 1 gram molekul (grl) lemak tubuh berbobot 806 g menghasilkan 49 grl air dengan bobot 882 g.

Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) dianugerahi Tuhan dengan banyak kemampuan. Selain dikenal sebagai ahli kimia, Lavoisier dikenal pula sebagai ahli Matematika, Fisika, Filsafat dan Politik, kegiatan politiknya mendekatkan dirinya dengan keluarga raja. Mungkin pendekatannya itu hanya sekedar untuk memperoleh pelbagai kemudahan untuk menyalurkan selera ilmiahnya. Namun demikian, keamatan hubungannya dengan keluarga raja itu harus dibayarnya dengan mahal. Revolusi Perancis dia kehilangan kepalanya oleh penggalan Guillotine.

Lavoisier banyak sekali jasanya bagi perkembangan ilmu nutrisi, karena itu Lavoisier dianggap sebagai Bapak



ilmu nutrisi. Hasil karya besarnya umumnya berkisar sekitar metabolisme energi. Lavoisierlah orangnya yang membuat percobaan respirasi untuk pertama kalinya pada tahun 1784. dibuatnya suatu percobaan yang mampu mengubah ketiga gas tersebut di atas menjadi zat cair. Belerang dibakar dalam sebuah ruang tertutup terbuat dari gelas yang mulutnya dibenamkan dalam larutan alkali. Dapat kita bayangkan bahwa fixed air ( $\text{CO}_2$ ) yang dihasilkan akan diserap oleh larutan alkali. Fire air ( $\text{O}_2$ ), inflammable air ( $\text{H}_2$ ) dan belerang berubah menjadi asam sulfat dan air, dengan demikian tekanan udara menjadi turun dan tabung gelas terbenam makin dalam ke dalam larutan alkali, ternyata masih ada udara. Karena komponen udara ini merupakan sisa, maka dinamakannya “residual air”, kelak terbukti bahwa residual air itu sama dengan gas  $\text{N}_2$ .

Hasil percobaan di atas mengundang pertanyaan yang mana phlogistonnya Stahl? Black dan Priestley berkonsultasi dengan Lavoisier untuk memperoleh penjelasan tentang phlogiston. Lavoisier turun tangan, dibuatnya sebuah timbangan yang sangat peka untuk mengukur pada proses pembakaran. Hasil percobaan Lavoisier ternyata berlawanan dengan pendapat Stahl. Jika semua gas yang dihasilkan dalam suatu proses pembakaran

ditampung secara kuantitatif, ternyata bobot abu ditambah gas yang dihasilkan lebih berat dari bobot bahan semula. Lavoisier berpendapat bahwa pada pembakaran ada sesuatu yang diambil dari udara, bukan ada sesuatu yang hilang ke udara seperti yang dikatakan Stahl. Sesuatu yang diambil dari udara itu disebabkan oksigen. Arti harfiah oksigen adalah pembentukan asam atau zat asam. Lavoisier menyatakan bahwa oksigen tersebut sama dengan fire air-nya Priestley. Sejak itu teori phlogiston gugur. Kelak akan terbukti bahwa makhluk hiduppun mengambil oksigen dari udara yang dapat menyebabkan bobotnya bertambah. Seekor hewan setelah dipuaskan, dalam waktu tertentu sering bertambah bobotnya. Kenaikan bobot itu disebabkan oleh konsumsi  $O_2$  yang digunakan untuk mengoksidasikan lemak tubuh.

Lavoisier memulai dengan percobaannya dalam respiratori (soal pernapasan) dan calorimeter (total pembebasan panas). Rintisan-rintisan lavoisier tadi merupakan permulaan dari ilmu pengetahuan nutrisi yang berkembang pada saat ini. Lavoisier dikenal sebagai “Bapak ilmu gizi”, sebelum ilmu kimia berkembang kira-kira 100 tahun setelah penelitian Lavoisier, ditemukan tiga klas zat gizi, yaitu “Zat hidrat arang, protein dan lemak”.

Pada waktu ilmu kimia berkembang, pengetahuan tentang nutrisi berkembang malampaui apa yang diperkirakan dan dari akhir abad ke-19, telah diketahui bahwa protein adalah sumber nitrogen. Juga telah mulai ditemukan beberapa unsure hara yang sangat berguna untuk kelangsungan hidup organisme. Pada permulaan abad ke 20 beberapa penelitian menunjukkan bahwa macam-macam protein mempunyai perbedaan kemampuan di dalam menunjang pertumbuhan hewan-hewan berlimbung tunggal (non- ruminant animal). Penelitian selanjutnya menunjukkan bahwa perbedaan tersebut karena adanya perbedaan susunan asam-asam amino di dalam protein.

Di samping kedua ilmu tersebut, juga beberapa ilmu pengetahuan lain mempunyai andil yang cukup besar dalam perkembangan ilmu nutrisi. Kerja sama yang erat antara ahli kimia, ilmu faal dan ahli gizi akan dapat mengenal kekurangan-kekurangan (defisiensi) yang terjadi dari suatu hewan, sehingga selanjutnya dapat diperbaiki melalui penambahan zat-zat gizi yang kurang. Para ahli endokrinologi telah dapat menerangkan peranan system endokrin di dalam tubuh dalam mengatur proses metabolisme zat-zat makanan dalam penggunaan energi dan protein di dalam tubuh. Penemuan akan fungsi enzim di

dalam badan yang merupakan bagian dari protein sendiri serta peranan dan koenzim yang dapat berupa vitamin atau mineral akan dapat menerangkan secara menyeluruh proses metabolisme zat-zat gizi.

Atas kerjasama beberapa ahli ilmu pengetahuan diatas telah diketemukan atau diketahui :

1. 25 macam karbohidrat
2. 15 macam asam lemak
3. 20 macam asam amino
4. 18 macam unsur hara
5. 16 macam vitamin.

Ilmu nutrisi akan kurang lengkap kalau mengenyampingkan dua ilmu yang juga penting yaitu genetika dan matematika. Kedua ilmu tersebut secara tidak langsung berperan dalam ilmu nutrisi. Dalam menafsirkan hasil-hasil penelitian seringkali nutrisisionis dihadapkan kepada variabel-variabel yang berbeda di antara hewan percobaan. Ahli genetika dapat menerangkan akan adanya perbedaan tersebut berdasarkan asal genetika. Dan dalam penelitian demikian diperlukan disain percobaan yang baik untuk mengontrol variable-variabel yang ada dalam “biossay” maka ilmu statistic yang didasarkan pada teori matematika sangat diperlukan.

Medan Ilmu nutrisi adalah medan yang luas dan dibangun berdasarkan atas tujuan memberi makan ternak, yang dalam membangun tersebut dibutuhkan ilmu-ilmu biologi (genetika, mikrobiologi, endokrinologi, fisiologi), ilmu alam, ilmu pasti, kimia dan ilmu kesehatan hewan. Untuk menggambarkan hubungan itu bila digambarkan dengan sebuah roda, as-nya adalah ilmu nutrisi, sedangkan ilmu yang lainnya sebagai jeruji yang memungkinkan roda itu dapat berputar. Sekalipun tidak semua cabang ilmu pengetahuan tersebut sama-sama besarnya pengaruh terhadap ilmu nutrisi. Seorang ahli gizi atau nutrisisionis harus bisa menggunakan ilmu-ilmu diluar nutrisi yang menyokongnya baik untuk kegiatan penelitian maupun untuk penerapan dalam pemberian makan pada ternak.

### **Bab 3. Komposisi tubuh hewan dan makanannya**

Mengapa penting pengetahuan tentang Komposisi Tubuh Hewan dan Makanannya dan apa hubungannya dengan Ilmu Nutrisi Ternak? Nutrisi ternak tidak terlepas dari reaksi-reaksi kimiawi dan fisiologik, yang merubah zat-zat makanan dalam *makanan* menjadi jaringan *tubuh hewan*. Jadi penting diketahui komposisi tubuh hewan pada fase pertumbuhannya dan menghubungkan dengan komposisi makanannya.

Hewan dan Tanaman terdiri dari senyawa kimia yang serupa dan dapat digolongkan menurut struktur kimia, sifat-sifat, dan fungsi senyawa kimia tersebut. Ternak untuk hidup, bertumbuh dan memproduksi sangat tergantung pada tanaman sebagai sumber makanannya. Bahan makanan adalah bahan yang dapat dimakan, dicerna dan digunakan oleh hewan. Komponen dalam bahan makanan yang digunakan hewan adalah zat-zat makanan.

Bahan makanan berasal dari tanaman, hasil tanaman dan yang berasal dari ternak atau hewan yang hidup dilaut. Tanaman menggunakan energi matahari-----mensintesa zat makanan organik yang kompleks dari bahan-bahan

sederhana CO<sub>2</sub> dari udara dengan H<sub>2</sub>O dan unsur anorganik dari tanah.

Proses ini dikenal sebagai proses FOTOSINTESIS yang mendasari semua proses untuk kelangsungan hidup ternak.

## **1. Komposisi Tubuh Hewan**

### **a. Air dan Komponen Bahan Organik**

Komposisi tubuh hewan dewasa : Air 59%; Protein 16%, Lemak 20%, karbohidrat 1% dan abu 4%. Sapi : Lahir air 74,2%, protein 18,9%, lemak 2,8%, abu 4,1%. 690 kg air 43,5%, protein 15,7%, lemak 37,6%, abu 3,2%.

Komponen yang paling berubah adalah air dan lemak, dan sangat dipengaruhi oleh umur dan kandungan zat makanannya. Penggantian air tubuh oleh lemak dapat berjalan cepat dan terjadi pada naiknya konsumsi kalori dan sebaliknya terjadi penggantian lemak oleh air dapat terjadi cepat bila konsumsi energi dibawah kalori kebutuhan hidup pokok. Untuk protein adalah tetap dan persentasenya tidak tergantung umur, kelihatannya dipengaruhi oleh faktor keturunan.

### **b. Komponen Abu**

Kira-kira terdapat 18 unsur mineral penting dalam bahan makanan yang penting bagi tubuh dan unsur-unsur

tersebut terdapat dalam tulang, gigi, darah dan penting. Dan unsur tersebut aktif berperan pada metabolisme. Unsur Calcium dan Fosfor merupakan bagian dengan prosentase terbesar yaitu 70% atau lebih dari kadar abu tubuh, terutama terdapat dalam tulang dan gigi. Berat Ca adalah 1,5% dari seluruh berat tubuh hewan sedangkan F kira-kira 1%.

### **c. Darah**

Dibidang ilmu nutrisi peran darah sangat esensial karena merupakan cairan yang mengangkut zat-zat makanan keseluruhan bagian tubuh dan mengangkut serta membuang sisa metabolisme tubuh. Berat darah 5-10% dari berat hewan, tergantung spesies dan status gizi.

Burung ternyata mempunyai volume darah yang relatif lebih besar dibandingkan ternak lain (% berbanding berat tubuh) dan umumnya volume darah ditentukan langsung oleh aktifitas jaringan tubuh, sehingga ada hubungan yang bertolak belakang antara proporsi jaringan lemak tubuh dan volume darah. Hewan yang tidur selama musim dingin, volume darahnya naik seiring dipergunakannya lemak selama tidurnya.

Darah tersusun dari butir-butir darah (eritrosit, leukosit dan trombosit) kurang lebih 30%-45% dari total darah. Besarnya persentase butir darah disebut *hematokrit*.



Masa padat penyusun butir darah terdiri dari hemoglobin, yaitu suatu protein yang mengandung besi. Plasma darah terdiri dari protein, lemak, gula, senyawa NPN dan mineral (terutama Ca, Cl, Mg, F, K, Na).

#### **d. Komposisi Otot**

50% dari berat tubuh hewan merupakan otot tulang belulang yang mengandung 75% air, 25% bahan kering. Dalam 25% bahan kering terdiri dari protein 75-80%; Lemak dan abu 10%; Karbohidrat 2,5-5,0%.

#### **e. Jaringan Epithelial**

Merupakan selaput dari berbagai saluran dalam tubuh hewan, misalnya saluran pencernaan, pernafasan, air kemih, alat-alat reproduksi dsbnya.

Substansi yang menciri dari jaringan epitel adalah protein yang disebut keratin, yang mengandung unsur belerang, terutama asam amino sistin. Misalnya rambut dan bulu mengandung sistin 16-20%, asam amino lain adalah histidin, lisisn, arginin dan penting sebagai sumber asam amino pada makanan ternak terutama ternak unggas.

#### **f. Jaringan Ikat**

Protein dalam jaringan pengikat adalah kolagen dan terdiri dari serabut protein yang tdk larut, yang terikat menjadi matriks.

### **g. Otak dan Jaringan Saraf**

Otak dan jaringan saraf mengandung jaringan saraf yang terdiri dari lipida kompleks, protein dan karbohidrat.

### **2. Komposisi tanaman.**

Tanaman mengandung zat-zat makanan yang serupa yang terdapat dalam tubuh hewan namun jumlahnya relatif dan porposinya sangatlah berbeda.

Penyusun utama tanaman dan juga hewan adalah air, seperti juga hewan kadar air menurun dengan makin tuanya umur tanaman.

Hewan mengandung sedikit KH, protein adalah zat penyusun dan lemak adalah zat cadangan.

Tanaman mengandung karbohidrat pada seluruh bagian , berfungsi sebagai struktur dan bahan cadangan.

Karbohidrat sekalipun dalam jumlah kecil pada hewan namun karbohidrat makanan merupakan sumber energi bagi hampir semua hewan dan konsumsi KH berlebihan, akan diubah menjadi lemak, yang berfungsi sebagai cadangan energi dalam tubuh hewan.

### **a. Protein**

Pada tanaman bagian daun mengandung lebih banyak protein dibanding batang (batang struktur tanaman yang mengandung karbohidrat).

Biji tanaman kadar proteinnya lebih tinggi dari kadar protein yang terkandung pada seluruh bagian tanaman.

### **b. Lemak**

Daun mengandung lebih banyak lemak dibanding batang dan biasanya biji mengandung paling banyak lemak. Namun pada tanaman bukan legum, terutama sereal, prinsip penimbunan energi adalah dalam bentuk karbohidrat dan dalam bentuk BETN. Sebaliknya biji legum biasanya mengandung lemak tinggi. Lemak/biji tanaman ini dibutuhkan manusia sehingga hanya bagian yang telah diambil minyaknya yang seringkali digunakan sebagai makanan ternak dan bagian ini mengandung protein yang lebih tinggi dibanding bahan asalnya.

### **Bentuk Karbohidrat pada tanaman**

Biji---KH terutama terdapat dalam bentuk pati, yang menjadi cadangan energi.

Batang dan sedikit di daun KH yang berfungsi sebagai penyangga tdd lebih banyak selulosa----merupakan dasar kerangka karbohidrat.

Makanan ternak yang mengandung SK tinggi adalah hijauan kering, silase, jerami atau tanaman yang dipotong. Makanan ternak yang mengandung sedikit SK dan banyak BETN, disebut konsentrat. Termasuk golongan ini adalah biji-bijian dan hasil sisa penggilingannya.

### **c. Mineral**

Mineral atau abu tanaman sangat tergantung spesies dan bagian tanaman. Ca dan P adalah unsur yang penting. Tanaman legum kaya akan kalsium, Ca berhubungan dengan fungsi vegetatif tanaman sehingga daun mengandung kalsium lebih banyak dibanding batang. Biji mengandung kalsium lebih sedikit dibandingkan dengan bagian tanaman lainnya sedangkan fosfor dikandung lebih banyak dalam biji dibandingkan bagian lain tanaman.

### **d. Makanan Ternak yang berasal dari limbah pertanian.**

Makanan ternak dapat bersumber atau berasal dari produk tanaman dan hewan. Selain itu dapat berasal dari limbah pertanian, seperti Bekatul, pollards, Bungkil dan lain-lain. Sebagai produk limbah umumnya mengandung kadar protein, mineral, lemak, vitamin yang lebih rendah dibanding dengan produk utama tanaman namun tinggi dalam hal serat kasar.

Mengetahui komponen atau komposisi tubuh hewan dan tanaman merupakan dasar untuk melihat apa yang dibutuhkan ternak yang harus tersedia dalam bahan makanan yang akan diberikan pada ternak. Setelah perkuliahan untuk materi ini selesai diharapkan mahasiswa akan dapat menjelaskan tentang komposisi tubuh hewan dan makanannya.

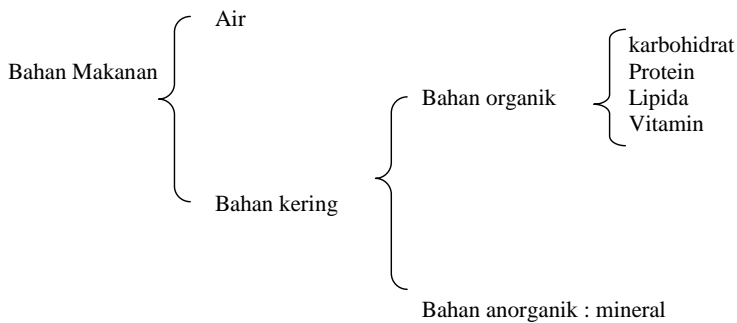
## **Bab 4. Makanan Ternak Dan Analisisnya**

Kualitas suatu bahan pakan secara kimiawi berbeda-beda menurut zat-zat makanan yang terkandung didalamnya. Untuk menentukan berapa besar kandungan zat makanan dalam bahan pakan kita perlu analisis.

Sistem analisis proksimat telah dikembangkan pada pertengahan abad ke-19 di Jerman oleh Henenberg dan Stohman. analisis proksimat ini adalah analisis kimiawi yang meliputi; penentuan kadar air/bahan kering, protein kasar, lemak, serat kasar, abu/bahan organik serta perhitungan Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen (BETN). Dengan mengetahui kandungan zat-zat makanan dalam bahan pakan secara kimiawi kita dapat menyusun ransum dan menghitung kebutuhan nutrisi pakan.

### **1. Pembagian Zat Gizi**

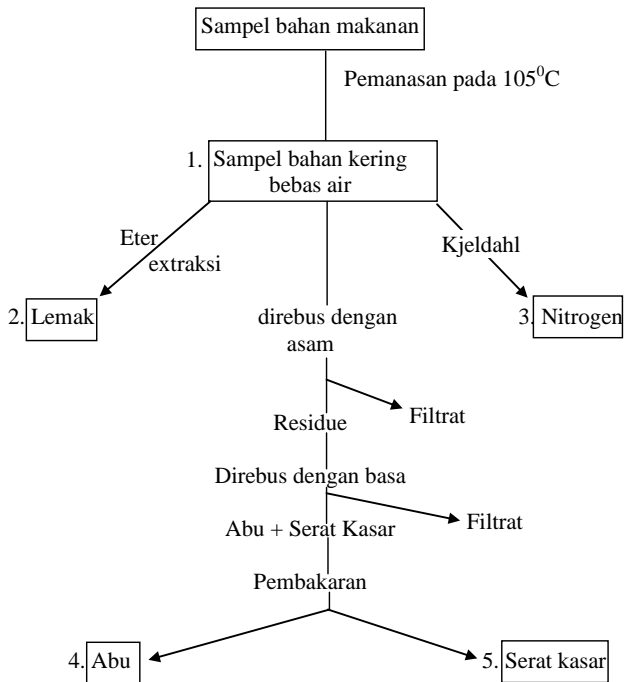
Komponen zat-zat makanan yang terdapat di dalam suatu bahan dapat digambarkan pada bagan berikut ini :



Gambar 1. Skema Komponen Zat-Zat Makanan yang terdapat di Dalam Suatu Bahan

## 2. Skema Analisis Weende/ Proksimat

Cara ini dikembangkan dari Weende Experiment Station di Jerman oleh Hennenberg dan Stokman pada tahun 1865 yaitu suatu metode analisis dan menggolongkan komponen yang ada pada makanan. Cara ini disebut “analisis proksimat” (proximate analysis). Analisis ini didasarkan atas komposisi susunan kimia dan kegunaannya. Skema analisis Weende (analisis proksimat) :



Gambar 2. Skema Analisis Proksimat

Analisis proksimat :

- Analisis Kadar Air/Bahan kering,

Cawan dikeringkan dalam oven pada suhu 105<sup>0</sup>C selama satu jam, kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang beratnya (x). Selanjutnya ditimbang lima gram contoh (y) dalam cawan yang telah diketahui beratnya. Cawan berisi contoh dikeringkan pada oven dengan suhu 105<sup>0</sup>C sampai diperoleh berat konstan, didinginkan dalam desikator



dan ditimbang beratnya (z). sampel (z) bahan disebut “sampel bahan kering”. Kadar air sama dengan hasil jumlah (x) dan (y) dikurangi (z) kemudian dibagi dengan (y). Hasil tersebut selanjutnya dikalikan 100 persen.

- Analisis Kadar Protein,

Kadar protein ditetapkan dengan metode Kjeldhal dengan prosedur : timbang satu gram contoh kemudian dimasukkan kedalam labu Kjeldhal. Campurkan dengan 25 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat, campuran tersebut dipanaskan diatas nyala pembakar bunsen dalam lemari asam, didestruksi sampai larutan jernih dan berwarna hijau biru kemudian didinginkan. Nitrogen dirubah ke dalam bentuk ammonium sulfat. Selanjutnya didestilasi yang sebelumnya diencerkan dengan air suling ± 300 mL. Hasil destilasi berupa NH<sub>3</sub> dan air, ditampung dengan Erlenmeyer yang telah diisi dengan 25 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,3 N dan indikator. Proses destilasi berakhir setelah terjadi letupan-letupan pada labu destilasi, selanjutnya dititer dengan larutan NaOH 0,3 N. Karena protein rata-rata mengandung 16% Nitrogen, maka factor  $100\%/16\% = 6,25$  harus dipakai

untuk mendapatkan nilai protein kasar (protein kasar= $N\% \times 6,25$ )

- Analisis Kadar Lemak,

Kadar lemak ditentukan dengan cara sochlet, dengan prosedur : Sebuah labu penyaring dengan diisi beberapa butir batu dididihkan dalam oven pada suhu  $105^{\circ}\text{C}$  selama satu jam. Dinginkan dalam eksikator dan ditimbang beratnya (a), Selanjutnya ditimbang contoh sebanyak 5 gram (x), masukkan kedalam selongsong kertas saring yang berisi kapas bebas lemak, kemudian ditutup dengan kapas kembali dan dilipat. Selongsong penyaring dimasukkan kedalam alat Sochlet dan diekstraksi dengan petroleum bensin diatas penangan air selama 24 - 48 jam sampai petroleum bensin di dalam Sochlet menjadi jernih. Setelah proses ekstraksi selesai, labu penyaring dikeringkan dalam oven pada suhu  $105^{\circ}\text{C}$  selama satu jam, dinginkan dalam eksikator dan beratnya ditimbang (b). Kadar lemak sama dengan hasil selisih antara (b) dengan (a) dibagi (x) dan dikalikan seratus persen.

- Analisis Kadar Abu,

Cawan porselin dikeringkan dalam oven pada suhu  $105^{\circ}\text{C}$  selama satu jam, didinginkan dalam desikator dan ditimbang beratnya (x), timbang 5 gram contoh (y) dalam cawan porselin yang telah diketahui beratnya. Cawan beserta isinya dipijarkan di atas nyala pembakar bunsen sampai tidak berasap lagi, kemudian dimasukkan dalam tanur listrik pada suhu  $400 - 600^{\circ}\text{C}$ . Setelah abu menjadi putih seluruhnya, angkat dan didinginkan dalam desikator, kemudian timbang beratnya (z). Kadar abu sama dengan hasil selisih antara (z) dengan (x) dibagi dengan (y) dan dikalikan dengan 100 %.

BETN (Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen) didapat dari hasil pengurangan antara sampel bahan kering dengan semua komponen-komponen seperti air, serat kasar, lemak, protein dan abu. Total Karbohidrat bahan adalah penjumlahan antara BETN dan Serat kasar.

### **3.2. 3. Zat-Zat Gizi Dalam Komponen Proksimat**

Tabel berikut memaparkan komponen berbagai fraksi hasil analisis bahan makanan.

Tabel 1. Komponen Berbagai Fraksi Hasil Analisis Proksimat Bahan Makanan.

<b>Fraksi</b>	<b>Komponen</b>
Air	Air (plus asam-asam yang menguap dan basa-basa, kalau ada)
Abu	<p>Elemen esensial :</p> <p>-Makro : Ca, K, Mg, Na, S, P, Cl</p> <p>- Mikro : Fe, Mn, Cu, Co, I, Zn, Mo, Se</p> <p>Cr.</p> <p>Elemen non esensial : Ai, Ni, Ti, Al, V, B, Pb, Sn.</p>
Protein Kasar	Protein, asam amino, amine nitrat, glikoside mengandung N, glikolipide, vitamin B, asam nukleat.
Ekstrak eter	Lemak, minyak, lilin, asam organic, pigmen, sterol, vitamin ADEK
Serat Kasar BETN	Selulose, hemiselulose, lignin Pati, gula fruktan, pectin, asam organic, tannin, pigmen, vitamin yang larut air.

Sumber : Tillman, *dkk*, 1983

## **Bab 5. Pencernaan Ternak Ruminansia Dan Non Ruminansia Serta Kepentingan Saluran Pencernaan Dalam Metabolisme**

Zat makanan yang dimakan oleh ternak akan mengalami berbagai proses sebelum zat makanan tersebut siap diserap dan dimanfaatkan ternak. Kondisi alat pencernaan dimana pencernaan makanan itu terjadi sangat berbeda tergantung pada susunan anatomi alat pencernaan dan perbedaan itu tergantung pada jenis ternak. Pada bagian ini akan dibahas tentang bagaimana pencernaan dan metabolisme itu terjadi pada ternak Non Ruminansia dan ternak Ruminansia.

### **1. Pencernaan pada Ternak Ruminansia**

Ternak ruminansia berbeda dengan ternak mamalia lain karena mempunyai lambung sejati, yaitu abomasum, dan lambung muka yang membesar, yang mempunyai tiga ruang, yaitu *rumen*, *reticulum* dan *omasum*. Pada ternak ruminansia muda, rumen dan retikulumnya masih kecil dan belum berkembang. Kemudian, bila ternak muda tersebut mulai makan makanan padat, terutama hijauan, bagian lambung retikulo-rumen mulai membesar dengan cepat sehingga berukuran daya tampung isi makanan yang

mencapai 60% sampai 65% dari seluruh saluran pencernaan ukuran relative.

Omasum, yang menghubungkan retikulo-rumen dan abomasums berukuran kecil, kira-kira berkapasitas 6% sampai 8% dari kapasitas isi relative saluran pencernaan. Bagian khusus lain dari saluran pencernaan ruminansia adalah terdapatnya *alur (groove) esophagus* yang mengalirkan air susu langsung dari esophagus omasum dan abomasums, jadi dengan efektif melampaui jalur/jalan retikulo-rumen. Alur ini tidak berfungsi normal lagi pada hewan dewasa.

Ternak/hewan ruminansia mengunyah makanannya dan mencampurnya dengan sejumlah air liurnya, sebelum ditelan masuk ke dalam ruang retikulo-rumen. Cairan retikulo-rumen mengandung 85% air dan terdapat dalam dua bagian: bagian-bagian adalah cair dan mengandung makanan halus dalam suspensi, bagian atas lebih kering terdiri dari makanan kasar dan padat seperti hay, hijauan, dan sebagainya. Isi retikulo-rumen dicampur aduk dengan kontraksi berirama yang terus-menerus dari otot-otot dinding retikulo-rumen tersebut. Kemampuan lain dari ternak ruminansia adalah mengembalikan makanan dari retikulo-rumen ke mulut (regurgitasi) untuk

dimamah/dikunyah kembali. Oleh proses yang disebut ruminansi, bagian-bagian makanan dari ruang depan (anterior) rumen, karena daya vacuum/hampa udara ditarik kembali ke esophagus dan mulut, bagian cair segera ditelan lagi, sedang bagian-bagian kasar (bolus) dikunyah ulang sebelum dimasukkan kembali ke dalam rumen. Ahli-ahli telah menemukan bahwa bolus dikunyah ulang 40 sampai 50 kali sebelum ditelan lagi.

Saliva (air liur) disekresikan dalam jumlah banyak oleh semua ruminansia dan diperkirakan bahwa sapi dengan berat 450 kg akan mensekresikan dan menelan sejumlah 60 – 80 liter saliva setiap hari. Saliva mengandung sejumlah besar natrium bikarbonat, yang sangat penting untuk menjaga pH yang tepat dengan berfungsi sebagai buffer terhadap asam lemak volatile yang dihasilkan oleh fermentasi bakteri. Saliva penting pula untuk menjaga sejumlah air yang optimal dalam cairan rumen. Aktivitas jasad renik rumen dicerminkan oleh kenyataan bahwa bahan kering di dalam retikulo-rumen hanya tinggal 30% ketika masuk abomasums, sehingga 70%nya telah dirubah oleh jasad renik tersebut menjadi senyawa yang dapat larut atau gas sehingga dapat diabsorpsi tubuh atau dikeluarkan lewat mulut (gas) secara eruktasi.

Kotraksi rumen mendorong partikel-pertikel yang halus ke omasum, yang mana banyak absorpsi air, sebelum cairan ke abomasums. Abomasums ruminansia sama dengan lambung non-ruminansia, disinilah disekresi cairan lambung oleh sel-sel abomasum. Setelah makanan masuk abomasums dan jalan terus, proses digesti dan absorpsi terjadi seperti pada non-ruminansia.

Pentose adalah hasil utama dari perombakan hemiselulose di dalam rumen. Pada kejadian ini hemiselulosa jasad renik menghidrolisis hemiselulosa menjadi xilose, dan asam uronat yang dengan mudah dibentuk menjadi xilose. Asam uronat juga dihasilkan dari penguraian pektin-pektin oleh pektinase dan poligalaturonidase jasad renik menjadi xilose. Xilose juga dihasilkan dari penguraian sifat xilan-xilan yang banyak dikandung oleh rumput-rumputan.

Pentosan-pentosan diuraikan menjadi gula sederhana, pentosa oleh pentosanase jasad renik dan kemudian masuk ke jalur glikolitik. Gula sederhana ini dihasilkan pada tahap pertama dari pencernaan karbohidrat dalam rumen. Namun hampir tidak mungkin untuk mengetahui adanya proses ini dalam cairan rumen karena hasil-hasil pencernaan tersebut segera dimetabolisasi oleh



jasad renik secara intra-selular pada tahap kedua dari metabolisme karbohidrat. Karena enzim intra-selular mirip dengan yang ditemukan dalam sel ternak ruminansia maka tidak akan dibicarakan di sini kecuali bahwa asam piruvat adalah hasil akhir dari oksidasi jalur glikolitik.

Asam-asam asetat, propionate, dan butirat, CO<sub>2</sub> dan gas metane adalah hasil akhir pencernaan jasad renik dan metabolisme karbohidrat makanan. Ada asam-asam lemak lainnya yang terdapat dalam cairan rumen, namun asam-asam yang dominan adalah asam asetat dan makanan yang banyak mengandung hijauan kasar menyebabkan konsentrasi asam asetat naik lebih tinggi dari yang disebabkan oleh macam makanan lain. Sebaliknya, asam propionate konsentrasinya dalam cairan rumen berhubungan erat dengan tingginya bagian makanan, konsentrat dalam ransum, misalnya biji-bijian. Ransum yang mengandung hanya biji-bijian menghasilkan kadar asam propionate yang tinggi dalam cairan rumen yang kadang-kadang melebihi asam asetat.

*Pencernaan lipida dalam retikulo-rumen.* Lemak ransum dihidrolisis secara ekstensif oleh enzim/jasad renik seperti pada non-ruminansia. Yang menarik adalah ada fenomena dari aksi jasad renik terhadap lemak makanan

dengan hidrogenasi rantai panjang dari asam-asam lemak tak jenuh yang biasanya terdapat dalam bahan makanan ransum. Diketahui bahwa lemak tubuh dari ruminansia mengandung proporsi lebih tinggi asam jenuh C<sub>18</sub>, stearat, dibanding lemak non-ruminansia yang diberi makan sama.

***Pencernaan dan sintesa vitamin-vitamin.*** Jasad-jasad renik dapat mensintesa semua vitamin-vitamin B dan K, sehingga ruminansia dewasa independent terhadap sumber-sumber vitamin-vitamin tersebut dalam makanan.

***Pencernaan mineral dalam retikulo-rumen.*** Ada beberapa penyebab yang mana aktivitas pencernaan dalam rumen merubah tersediannya sumber-sumber mineral secara semu.

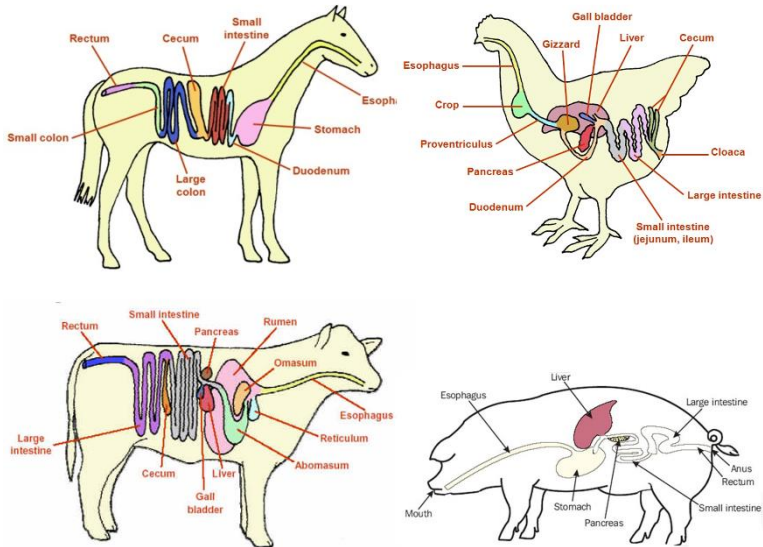
## **2. Pencernaan pada Ternak Non-Ruminansia**

Hewan/ternak non-ruminansia juga disebut mahluk atau ternak yang mempunyai “lambung sederhana” atau “monogastrik” dan contohnya adalah manusia, tikus, anjing, kucing, babi, unggas dan banyak lainnya. Bagan dari keadaan/susunan alat pencernaan dari beberapa ternak/hewan tercantum pada gambar 5.

Tractus digestivus atau saluran dari semua hewan dapat dianggap sebagai tabung yang mulai dari mulut sampai anus dan fungsinya dalam pencernaan adalah

mecernakan dan mengabsorpsi makanan, dan mengeluarkan sisa makanan sebagai tinja. Pada umumnya, bagian-bagian penting dari alat pencernaan adalah mulut, farinks, esophagus, lambung, usus halus dan usus besar. Makanan yang dicerna bergerak dari mulut sepanjang saluran pencernaan oleh gelombang peristaltic yang disebabkan karena adanya kontraksi otot sirkuler di sekeliling saluran. Gelombang peristaltic menggerakkan bagian-bagian makanan sepanjang saluran pencernaan dan menyebabkan bercampurnya bagian-bagian tercerna akan diabsorpsi melalui selaput lender usus “masuk” ke dalam tubuh. Usus halus hewan non-ruminansia adalah tempat utama dari absorpsi, pertama-tama karena mempunyai villi, suatu bangunan seperti jari yang hanya dapat dilihat dengan mikroskop, yang karena bentuknya mempunyai daerah absorpsi yang luas. Tiap bentuk villus mengandung sebuah arteriole, sebuah venule, dan sebuah lacteal, yaitu bagian dari sistema limfatika venula adalah bagiandari sistema peredaran darah yang langsung berhubungan menuju vena porta, sedangkan lakteral-lakteal akan menuju duktus limpatikus torasikus. Non-ruminansia juga mempunyai beberapa sekresi yang dimasukkan ke dalam saluran pencernaan saluran pencernaan, dan banyak sekresi-sekresi

ini mengandung enzim-enzim yang menunjang hidrolisa sebagai zat-zat makanan organik.



Gambar 3. Alat Pencernaan Beberapa Jenis Ternak

***Pecernaan dalam mulut.*** Pengertian pencernaan dimulai dengan penempatan makanan di dalam mulut dimana terdapat pemamahan atau pelumatan dengan penguyahan. Proses ini juga mencampur makanan dengan air ludah, yang berfungsi sebagai pelincir untuk membantu penelanan. Air liur disekresikan ke dalam mulut oleh tiga pasang kelenjar ludah dan mengandung kira-kira 99% air dan yang 1% terdiri dari musin, mineral-mineral, dan enzim

alfa-amilase. Kelenjar ludah pada kucing, anjing, dan kuda tidak mengsekresikan amylase. Kelenjar ludah pada kucing, anjing dan kuda tidak mengsekresikan amylase, sedangkan pada manusia dan hewan non-ruminansia lain mensekresikan amylase. Enzim amylase dalam air liur bertindak terhadap pati dan polisakarida sejenis. Pencernaan dimulai dari amylase air liur dan berlangsung terus sementara makanan melauai faring dan esophagus masuk ke dalam lambung yang mana suasana menghentikan aktivitas amylase ludah. Faring dan esophagus tidak mengsekresikan enzim sehingga tidak mempunyai fungsi pencernaan kemik.

***Pencernaan dalam lambung.*** Lambung adalah ruangan sederhana yang berfungsi sebagai tempat pencernaan dan penyimpanan makanan. lambung mempunyai tiga bagian yakni kardia, fundus dan pylorus. Bagian kardia dan pylorus mengandung otot-otot spinter yang mengatur masuknya makanan (kardia) ke- dan keluarnya makanan (pylorus) dari lambung. Bagian tengah, fundus, adalah bagian utama yang mengeluarkan sekresi cairan lambung yang mengandung mucus, asam lambung (HCl) dan dua enzim yaitu pepsin dan rennin.

Cairan lambung terdiri dari air, garam-garam anorganik, dan pepsinogen dapat merangsang produksi

pepsin. Konsentrasi asam dalam cairan lambung menurunkan pH isi lambung sampai 2,0. Pepsin menyerang ikatan peptide yang berdekatan dengan asam amino aromatic dan ikatan-ikatan yang menyangkut asam-asam dikarboksilat, glutamate dan aspartat. Pepsin juga berperan pada aksi penggumpalan air susu, seperti fungsi rennin, yang terdapat dalam cairan lambung dari anak-anak sapi. Hasil dari pencernaan protein dalam lambung adalah polipeptida yang bervariasi besar dalam ukurannya ditambah beberapa asam amino bebas. Di lambung tidak terjadi pencernaan karbohidrat yang penting. Dalam lambung lipase lambung mulai mencerna lemak.

***Pencernaan dalam usus halus.*** Usus halus (intestinum tenue) dapat dibagi secara anatomic menjadi tiga bagian, yaitu: *duodenum*, ialah yang menghubungkannya dengan lambung, *jejunum* adalah bagian tengah; dan *ileum*, yang menghubungkannya dengan usus besar (intestinum crassum), cairan pankreas dan cairan usus.

Kelenjar-kelenjar duodenum menghasilkan sekresi alkali yang masuk duodenum melalui duktus/saluran di antara villi dan cairan ini hanya sebagai pelincir. Cairan ini juga melindungi dinding duodenum dari pengaruh suasana

asam yang masuk dari lambung. Empedu dikeluarkan oleh hati dan masuk usus melalui *ductus choleduchus* (saluran empedu). *Empedu* mengandung garam-garam kalium dan natrium dari asam-asam empedu dan zat warna empedu. Kolestrol dan musin serta empedu disimpan dalam kandung empedu, kecuali kuda. Garam-garam empedu bertindak mengemulsikan lemak dan mengaktifkan lipase pankreas yang membantu menghidrolisa lemak.

Pankreas terletak di lengkung duodenum dan cairannya disekresikan masuk duodenum melalui *duktus pankreatikus*. Bila zat-zat asam dari lambung masuk duodenum, epitel usus halus mengeluarkan *hormone* yang dapat masuk ke dalam pembuluh darah. Kemudian hormone ini dapat mengeluarkan ekresi *sekretin* yang merangsang pankreas untuk mengeluarkan cairan ion bikarbonat yang berkadar tinggi yang cenderung dapat menetralsir asam lambung tersebut.

***Pencernaan dalam usus besar.*** Karena absorpsi hasil pencernaan makanan terjadi sebagian besar dalam usus kecil (halus), maka sebagian bahan-bahan yang dicerna yang masuk usus besar zat-zat makanannya telah mengalami absorpsi, menyisakan bahan-bahan yang tahan pencernaan yaitu selulose dan hemiselulosa-hemiselulosa

yang tidak dihidrolisis oleh enzim apapun yang dihasilkan hewan. Juga ada kecenderungan bahwa gabungan lignoselulosa melindungi sebagian protein-protein, karbohidrat-karbohidrat, dan lemak-lemak dari aksi enzim pencernaan, sehingga mungkin sebagian zat-zat tersebut juga masuk ke dalam usus besar.

Usus besar tidak menghasilkan enzim karena kelenjar-kelenjar yang ada adalah kelenjar mukosa. Karenanya, tiap pencernaan yang terjadi di dalamnya adalah sisa-sisa kegiatan pencernaan oleh enzim dari usus kecil, dan oleh enzim yang dihasilkan oleh jasad renik; di usus besar dan sekum terdapat banyak kegiatan jasad. Renik. Namun, bacteria yang hidup di tempat tersebut (usus besar dan sekum) fungsinya terutama adalah proteolitik, sehingga jasad renik ini menyerang protein-protein yang belum dicerna menjadi skatole, indole, fenol, asam-asam lemak, hydrogen sulfide dan asam-asam amino. Beberapa selulose dihidrolisis menjadi unit-unit glucose, yang dengan cepat dirubah oleh bacteria menjadi asam-asam lemak volatile, terutama menjadi asetat, propionate dan butirat. Polisakarida-polisakarida lain, yang mungkin ada juga dirubah menjadi asam lemak volatile.



Feses adalah hasil sisa pencernaan dan dikeluarkan dari traktus digestivus melalui anus. Feses mengandung air, sisa makanan tak tercerna, sekresi-sekresi pencernaan, sel-sel epitel dari dinding traktus digestivus, bakteri, garam-garam anorganik, indole, skatole dan hasil-hasil dekomposisi.

### **3. Absorpsi Zat-Zat Gizi pada Ternak Non-Ruminansia**

**Karbohidrat.** Dicerna dalam saluran pencernaan menjadi gula sederhana, yang diangkut secara aktif, melalui sel-sel usus halus ke dalam vena portal ke hati.

**Lemak.** Dicerna menjadi asam-asam lemak mono- dan di-gliserida yang kesemuanya dalam bentuk miselles (suatu emulsi mikro) diabsorpsi dengan cara difusi, melalui villi. Mono- dan di-gliserida di-reesterifikasi dalam sel-sel, yang dengan asam-asam lemak membentuk kembali trigliserida, yang masuk bagian lacteal dari villi dan masuk duktus thorasikus bergabung dengan sirkulasi umum dalam bentuk kilomikron-2, suatu proporsi kecil dari lipida makanan yang diabsorpsi langsung ke dalam system peredaran darah portal.

**Protein.** Dicerna menjadi asam-asam amino, yang diangkut ke hati melalui ena portal.

**Mineral-mineral.** Umumnya diabsorbsi dari lumen usus halus. Namun, absorpsi mineral dipengaruhi oleh banyak faktortergantung tiap macam mineral.

**Vitamin-vitamin.** Diabsorbsi dari lumen usus halus, seperti halnya mineral-mineral, absorpsinya dipengaruhi oleh banyak faktor yang lebih banyak dibicarakan di lainnya.

#### **4. Metabolisme**

Metabolisme adalah sejumlah proses yang meliputi sintesa (anabolisme) dari protoplasma dan perombakannya (katabolisme) dalam organisme hidup, sehingga menyangkut perubahan-perubahan kimia dalam sel hidup di mana energi disediakan untuk fungsi-fungsi penting, dan bahan-bahan baru diasimilasikan untuk perbaikan dan sintesa jaringan-jaringan baru atau produksi. Hasil-hasil sisa metabolisme harus dirubah dan dieksresikan.

Lipida makanan sebagian besar masuk vena porta melalui sistema limfatik. Namun, sebagian kecil diabsorbsi langsung ke vena porta. Trigliserida dibawa ke hati dan mengalami hidrolisis lagi dan asam-asam lemak digunakan

untuk energi atau untuk sintesa lemak. Gliserol digunakan untuk membentuk glukosa.

Glukosa adalah akhir utama pencernaan karbohidrat pada non ruminansia. Glukosa diabsorpsi masuk vena porta ke hati, dirubah menjadi glikogen dan disimpan di situ atau untuk sintesa lemak. Glukosa yang tersisa masuk sirkulasi darah dan digunakan untuk kerangka karbon bagi sintesa asam amino.

Pada ruminansia, karbohidrat makanan dirubah menjadi asam-asam asetat, propionate dan butirir. *Asam propionate* diabsorpsi dari rumen ke sirkulasi portal dan dibawa ke hati yang merubahnya menjadi glukosa dan menjadi bagi cadangan glukosa hati. Asam-asam asetat dan butirir diabsorpsi seperti halnya asam propionate hanya dalam hal ini asam butirir dirubah menjadi asam beta-hidroksi-butirir (BHBA) oleh jaringan dinding rumen. Asam asetat dan BHBA dari hati disalurkan ke system sirkulasi dan dipakai oleh jaringan sebagai sumber energi untuk sintesa lemak.

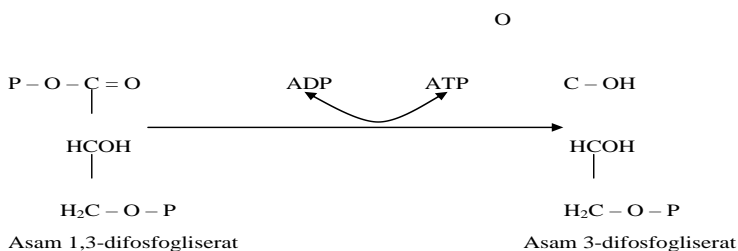
## **5. Energi untuk Ternak**

Energi adalah suatu kemampuan untuk melakukan pekerjaan dan berbagai bentuk kegiatan (kimia, elektrik,

radiasi dan termal) dan dapat diubah-ubah : Energi radiasi dari matahari yang digunakan tanaman untuk membentuk zat-zat makanan majemuk dapat digunakan ternak untuk menghasilkan kerja mekanik atau menghasilkan panas yang diperlukan bagi hewan homeoterm.

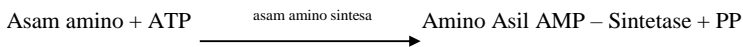
***Reaksi-reaksi Endergonik dan Eksergonik dan ATP:*** Bila reaksi kimia memerlukan energi bebas untuk berjalannya reaksi tersebut dan menghasilkan energi bebas bagi tubuh, maka reaksi tersebut adalah reaksi *endergonik*. Namun, bila reaksi menghasilkan energi bebas dan menyebabkan hilangnya energi untuk kepentingan tubuh, maka reaksinya adalah *eksergonik*. Kebanyakan aksi sintesa dalam tubuh membutuhkan energi penunjang guna berlangsungnya reaksi, sehingga adalah endergonik reaksinya, dan energi yang dibutuhkan diambil dari reaksi eksergonik, yang sebenarnya adalah reaksi katabolic. Energi dari reaksi-reaksi katabolic digabung dengan energi yang dibutuhkan, oleh senyawa-senyawa pengatur, yang berperan dalam kedua proses, senyawa-senyawa ini menangkap energi dari reaksi eksergonik dan memberikannya kepada reaksi endergonik supaya berjalan semestinya. Adenosine trifosfat (ATP) rupa-rupanya merupakan senyawa pengatur yang universal dalam semua

system-sistem biologic pada tumbuh-tumbuhan dan hewan. Adenosin mengandung sebuah senyawa purin, pentosa dan gula. Bila fosfor ditambahkan kepada adenosine, terbentuklah adenosine monofosfat (AMP), dan penambahan kedua dan ketiga menghasilkan masing-masing ADP dan ATP. Karena penambahan kedua dan ketiga membutuhkan banyak energi, maka ikatan-ikatan ADP dan ATP disebut sebagai *ikatan-ikatan yang mengandung energi tinggi*. Energi yang dibutuhkan untuk membentuk ATP dan ADP disediakan dari katabolisme karbohidrat-karbohidrat, lemak-lemak atau protein-protein. Karena karbohidrat merupakan zat makanan yang besar proporsinya dalam makanan ternak, biasanya karbohidrat menyediakan energi yang dibutuhkan untuk proses tersebut. Sebagai contoh fosfoglisarat menyediakan energi untuk pembentukan 1 molekul ATP dari 1 molekul ADP.



Reaksi di atas adalah contoh suatu proses yang dikenal sebagai *fosforilasi suatu tingkat substrat*.

**Fungsi ATP.** Energi ATP adalah “energi bebas” dan dipakai untuk melakukan kerja mekanik yang penting untuk kehidupan ternak yaitu misalnya untuk kontraksi otot. Juga energi ATP dapat digunakan untuk menjalankan reaksi-reaksi endergonik. Suatu contoh adalah sintesa protein : tahap pertama dari sintesa protein adalah aktivasi enzim asam amino sintesa yang menghasilkan senyawa kompleks sebagai berikut :



**Kreatin fosfat dan ATP.** Energi terperangkan sebagai ATP adalah sementara sifatnya sehingga untuk berupa energi tetap, energi bebas ATP dipergunakan untuk membentuk senyawa-senyawa lain, yang sebagian besar diketemukan dalam otot.

**Katabolisme Glukosa.** Glukosa mengalami katabolisme dengan dua jalur utama, jalur glikolitik yang terjadi pada keadaan anaerobic dan jalur siklus Asam Trikarboksilat (TCA) yang terjadi pada keadaan anaerobic, jalur glikolitik terjadi dalam matriks sitoplasmik dimana *glukosa* mengalami degradasi menjadi asam piruvat. Proses

ini oleh kebanyakan sarjana dinamakan jalur Emden-Meyerhof untuk mengenang dan menghargai para penemunya.

***Siklus Asam Trikarboksilat (siklus TCA).*** Juga disebut *Siklus Krebs* untuk menghargai dan mengenang Dr. Hans Krebs yang pertama kali mengetengahkannya. Reaksi terjadi dalam keadaan aerobic. Asam piruvat dalam suasana aerobic dioksidasikan menjadi CO<sub>2</sub> dan air, dan hasil lanjutnya adalah energi.

Singkatnya, reaksi-reaksi dalam TCA terdiri dari 4 dehidrogenasi, satu di antaranya pada ikatan Flavin Adenine Dinukleotida (FAD) dan tiga lainnya pada ikatan NAD<sup>+</sup>. Seperti terdahulu, satu mol NAD<sup>+</sup> menghasilkan energi untuk sintesa 3 mol ATP dari ADP (9 ATP) sedang satu mol FAD menghasilkan 2 mol ATP. Sebagai keterangan tambahan satu mol ATP timbul pada perubahan suksinil KoA menjadi suksinat. Sehingga oksidasi satu mol asam piruvat menghasilkan netto 15 mol ATP. Produksi neto ATP didapat pada oksidasi satu mol glukosa, yaitu:

		<u>Mol ATP</u>
Satu mol, glukosa	→ 2 mol piruvat	8
Dua mol, piruvat	→ CO <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O	<u>30</u> +
	Total	38 ATP

***Glikogen sebagai sumber energi.*** Glikogen dipecah menjadi glukosa dan kemudian di-degradasi. Enzim glikogen fosforilase mengkatalisator lepasnya ikatan 1,4-glikosidik dan degradasi mulai dari ujung rantai yang tidak mereduksi. Molekul glukosa-1-fosfat dilepas dan kemudian terdapat penyusunan kembali molekul-molekul dengan bantuan enzim oligotransferase menghasilkan dextrin dengan ikatan terminal 1,6. Glukosa bebas dihasilkan dengan bantuan enzim 1,6-glikosidase dan glukosa-1-fosfat dihasilkan dengan bantuan enzim fosforilase, yang kemudian dirubah menjadi glukosa-6-fosfat dengan bantuan enzim fosfoglutamase dalam bentuk ini masuk jalur Embden-Meyerhof atau jalur pentose-fosfat. Karena produksi glukosa-6-fosfat tidak memerlukan ATP, maka ATP yang dihasilkan adalah 39 mol. ATP neto, sehingga efisiensinya  $273/686 \times 100 =$  kira-kira 40%, lebih baik dari produksi glukosa.

***Asam propionate sebagai sumber energi.*** Fermentasi bacterial dari karbohidrat dalam rumen ruminansia menghasilkan sejumlah asam propionate yang secara mantap masuk ke dalam darah melalui vena portal ke hati dan kemudian dirubah menjadi glukosa.



*Asam butirat sebagai sumber energi.* Asam butirat dirubah menjadi asam beta-hidroksibutirat (beta hydroxybutiric acid = BHBA) oleh dinding rumen dan omasum.

*Asam asetat sebagai sumber energi.* Pada ruminansia adalah hasil akhir utama dari degradasi karbohidrat oleh jasad renik retikulo-rumen. Asam asetat diabsorpsi dari isi retikulo-rumen-omasum ke peredaran darah vena portal ke hati. Asam ini adalah asam lemak atsiri (menguap) yang jumlahnya banyak terdapat dalam darah dan digunakan sebagai sumber energi bagi berbagai jaringan. Reaksi pertama adalah perubahannya menjadi asetil KoA dengan bantuan asetatkinase, yang membutuhkan dua mol ATP. Asetil KoA masuk siklus TCA dan dioksidasikan menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O, menghasilkan 12 mol ATP, dan hasil netonya adalah 10 mol ATP tiap mol asam asetat yang dioksidasi.

*Lemak sebagai sumber energi.* Simpanan lemak dalam tubuh merupakan sumber energi utama bagi proses kerja dalam tubuh. Triglicerida dikatalisatorkan oleh enzim lipase dan menghasilkan gliserol serta asam-asam lemak. Pada tahap pertama gliserol dirubah menjadi dihidroaseton fosfat, dan glukosa dihasilkan oleh reaksi kebalikan dari

aldosa yang menghasilkan glukosa-1,6-difosfat, yang kemudian dirubah menjadi glukosa-6-fosfat yang dapat masuk siklus glikolisis dan TCA, untuk memproduksi energi. Gambar keseimbangan gliserol sebagai sumber energi dapat ditulis sebagai berikut:

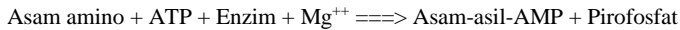
Reaksi		Mol	ATP
2 mol gliserol	2 mol dihidroksiaseton	+	-
fosfat		6	2
2 mol dihidroksiaseton fosfat	1 mol glukosa	-	-
1 mol glukosa	CO <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O	38	
		Total	2
Hasil neto mol ATP per mol gliserol			21

**Asam amino sebagai sumber energi.** Bila persediaan asam amino dalam tubuh melebihi kebutuhan maka kelebihanannya akan digunakan untuk menghasilkan energi. Tahap pertama dari degradasi asam amino adalah deaminasi, dimana gugus amino dipindahkan dan meninggalkan suatu asam alfa-keto. Dua macam deaminasi terjadi dan contoh-contohnya adalah non-oksidatif dan oksidatif.

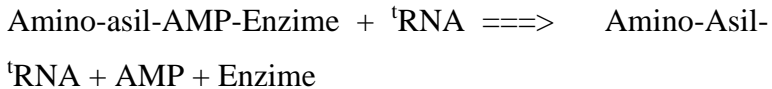
## 6. Sintesa Jaringan Tubuh Dalam Tubuh

**Sintesa protein.** Sebagian besar asam-asam amino diabsorpsi dari usus halus dan digunakan untuk sintesa protein. Tahap pertama dari aktivasi asam amino dengan

menggunakan energi ATP dan bantuan enzim asam amino sintetase dan terdapatnya ion-ion magnesium, sebagai berikut:



Gugus amino-asil kemudian digabung dengan molekul dari transfer RNA (<sup>t</sup>RNA).



Enzimnya adalah amono-asil sintetase yang mempunyai kecenderungan bekerja spesifik untuk tiap asam amino yang mengalami transaminasi. Juga terdapat transformasi dari beberapa asam amino yang menjadi senyawa lain, misalnya dengan bantuan  $\text{NADP}^+$  yang terikat pada proses dehidrogenasi, dimana serin dapat diubah menjadi glisine. Juga alanin dapat diubah menjadi serin oleh bantuan  $\text{NADP}^+$  yang terikat untuk reaksinya. Asam-asam amino dapat dibentuk dengan aminasi asam-asam keto oleh garam-garam ammonium atau urea dan arginin.

***Sintesa karbohidrat.*** Glukosa merupakan karbohidrat yang terpenting dan sintesa dari molekul-molekul yang lebih kecil seperti asam propionate dan asam

keto. Glukosa menjadi sumber karbohidrat untuk sintesa (1) glikogen dan (2) laktosa sebagai berikut :

1. Sumber material sejati untuk pembentukan rantai glikogen adalah uridine difosfat glukosa (UDPG) yang dapat dihasilkan dari galaktosa, glukosa, fruktosa dan mannose. UDPG digunakan untuk menambahkan unit-unit glukosa guna memperpanjang rantai glikogen dan sintesa keseluruhannya.
2. Sintesa laktosa adalah karakteristik pada mamalia dan sejumlah besar gula air susu dihasilkan dari kelenjar air susu. Laktosa dibentuk oleh kondensasi satu glukosa dan satu galaktosa.

***Sintesa Asam Lemak.*** Terdapat dua sistim utama dalam sintesa asam lemak. Satu system dalam sitoplasm dan disebut *sistem sitoplasm* sedang lainnya terjadi dimithokondria dan disebut *sistem mitokondrial*. Sistem sitoplasmik sangat aktif terjadi dalam hati, ginjal, otak, paru-paru, kelenjar air susu dan jaringan lemak.

Sintesa dalam mitokondria memerlukan ATP, NAD<sup>+</sup> tereduksi, dan NADP<sup>+</sup> tereduksi. Secara umum, system reaksinya dapat digambarkan sebagai kebalikan proses pengambilan dua unit karbon pada peristiwa beta-oksidasi.

Kedua system menghasilkan asam-asam lemak jenuh dan bahwa dalam tubuh terdapat asam-asam lemak tidak jenuh. Asam-asam lemak tidak jenuh dihasilkan oleh *de-saturasi* asam-asam lemak dalam hati.

Penyerapan zat-zat makanan akan terjadi jika zat makanan telah berada pada keadaan yang siap diserap atau telah dicerna dengan baik oleh ternak melalui proses pencernaan. Pada ternak umumnya proses pencernaan itu berlangsung secara mekanik dan kimiawi dengan bantuan enzim pada ternak non ruminansia dan dengan bantuan mikroorganisme pada ternak ruminansia. Proses pencernaan dan metabolisme zat-zat makanan dalam alat pencernaan ternak sangat penting untuk mengetahui langkah-langkah yang dialami oleh makanan saat dimakan oleh ternak.

## **Bab 6. Metode pengukuran kebutuhan ternak akan zat-zat makanan dan uji nilai gizi makanan ternak**

Pengukuran kebutuhan ternak akan makanan sangat penting agar pemberian makanan pada ternak akan sesuai dengan kebutuhan tubuh. Meskipun analisis kimiawi dari suatu bahan ada hubungannya dengan nilai makanan bagi hewan atau ternak, hal tersebut belum menunjukkan nilai sebenarnya dari bahan tersebut. Nilai sesungguhnya dari suatu bahan tidak hanya tergantung pada kandungan gizi yang terkandung didalam bahan tersebut, tetapi dilihat dari dapat tidaknya ternak memanfaatkan bahan tersebut bagi kepentingan. Nilai ini dapat diukur melalui berbagai percobaan atau uji secara biologis pada ternak.

### **1. Percobaan Kecernaan**

Bagian yang hilang yang mudah ditentukan secara langsung adalah kehilangan karena pencernaan. Secara definisi daya cerna (*digestibility*) adalah bagian zat makanan dari makanan yang tidak diekresikan dalam feses. Biasanya ini dinyatakan dalam dasar bahan kering dan apabila dinyatakan dalam persentase disebut "*koefisien cerna*". Misalnya kalau seekor babi makan 4 kg bahan

kering per hari dan mengeksresikan 1 kg bahan kering dalam feses, jadi koefisien cerna dari bahan kering tersebut

$$= \frac{4-1}{4} \times 100 = 75\% \text{ koefisien cerna dari komponen-}$$

komponen lain dalam bahan kering dapat dihitung dengan cara yang sama. Komponen zat makanan dalam bahan kering yang terdapat dalam bahan yang akan dideterminasi dengan analisis kimiawi.

Dalam melakukan pengujian hewan uji harus sehat dan jinak, dan dimasukkan dalam kandang khusus atau dipasang kantong untuk mengumpulkan feses. Hewan betina dapat pula dipakai untuk memisahkan feses dari urine. Unggas mempunyai masalah khusus oleh karena feses dan urine dikeluarkan bersama-sama dari kloaka, tetapi dapat diusahakan dengan jalan : 1) secara kimiawi dipisahkan nitrogen dari urine, yang berbentuk asam urat dengan nitrogen dari feses, atau 2) dengan cara bedah untuk memisahkan saluran urine dari kloaka.

Pengukuran daya cerna konvensional terdiri dari dua periode, yaitu periode pendahuluan dan periode koleksi. Selama periode pendahuluan yang berlangsung 7 sampai 10 hari, suatu ransum yang dicampur baik-baik diberikan dengan jumlah yang tetap paling sedikit 2 x sehari. Tujuan

dari periode ini untuk membiasakan hewan kepada ransum dan keadaan sekitarnya, dan untuk menghilangkan sisa-sisa makanan dari waktu sebelumnya. Periode pendahuluan ini diikuti dengan 5 sampai 15 hari periode koleksi dan selama periode ini feses dikumpulkan, ditimbang dan dicatat. Pada hewan yang berlambung tunggal suatu indicator atau *marker* dapat ditambahkan ke dalam ransum dan semua feses yang mengandung *marker* tersebut dikumpulkan selama periode koleksi. Cara ini tidak dapat digunakan pada ruminansia karena ukuran saluran pencernaannya yang besar dan warna dari feses. Dengan demikian waktu 48 – 96 jam diperlukan agar sisa makanan dari ransum sebelumnya dapat dikeluarkan, oleh karena itu diperlukan waktu 7 – 10 hari untuk periode pendahuluan. Hewan-hewan ini diberi makan dengan jumlah yang sama tiap hari selama kedua periode ini adalah sama kecuali selama periode koleksi feses dikumpulkan. Konsumsi makanan yang berbeda setiap hari menyebabkan perbedaan jumlah feses yang dapat menyebabkan kesalahan dalam percobaan ini.

## **2. Total Digestible Nutrients (TDN)**

Sistem TDN ini dulu banyak digunakan di Amerika Serikat, tetapi sekarang diganti dengan suatu system yang



berdasarkan atas energi (energi dapat dicerna, energi tersedia atau energi termetabolisme dan energi neto). Dalam system TDN ini nilai makanan dihitung untuk setiap bahan makanan sebagai berikut:

$$\text{TDN \%} = \% \text{ protein kasar dapat dicerna} + \% \text{ serat kasar dapat dicerna} + \% \text{ BETN dapat dicerna} + 2,25 \times (\% \text{ ekstrak eter dapat dicerna})$$

Dengan cara ini hijauan mempunyai nilai:

$$\text{TDN} = 5,5 + 20,0 + 26,3 + (2,25 \times 0,8) = 53,6\%$$

Ekstrak eter mengandung 2,25 kali energi karbohidrat dengan unit berat yang sama, sehingga untuk ekstrak eter ini nilainya dikalikan 2,25. Jika dibandingkan dengan system nilai energi yang lain, sistem ini mempunyai keuntungan yaitu: sederhananya perhitungan.

Penggunaan TDN sebagai ukuran dari energi makanan adalah terbatas. Hal ini disebabkan karena TDN tidak menghitung hilangnya zat-zat yang dibakar dan energi thermis yang timbul bila makanan dimakan hewan. Kehilangan tersebut adalah lebih besar untuk hijauan-hijauan daripada makanan penguat. Hal ini berarti bahwa 1 kg TDN dari hijauan mempunyai nilai yang sangat rendah untuk tujuan produksi pada hewan daripada 1 kg TDN dalam makanan penguat (butiran). Misalnya 1 kg TDN

dalam jagung menghasilkan kurang lebih 2 mega kalori energi netto. Dalam jerami yang baik, 1 kg TDN menghasilkan lebih kurang 1,50 megakalori dan dalam jerami yang berkualitas rendah lebih kurang 1,0 megakalori. Kadar TDN bahan-bahan makanan umumnya berhubungan terbalik terhadap kasar serat kasarnya. Makanan penguat mempunyai kadar serat kasar yang rendah dan mempunyai TDN tinggi. Butir-butiran dan biji-bijian adalah kaya akan TDN, seperti halnya hasil ikutannya yang rendah akan kandungan serat kasarnya. Dalam bentuk kering, rumput dan leguminosa mempunyai sejumlah kecil TDN daripada butir-butir dan makanan penguat lain-lainnya. Khusus jeraminya, mempunyai TDN yang sangat rendah.

Beberapa bahan makanan sepertinya kacang tanah yang pada umumnya kaya akan lemak, menyediakan lebih dari 100 kg “total digestible nutrients” per 100 kg bahan makanan tersebut. Hal ini disebabkan karena lemak yang dapat dicerna dalam perhitungan TDN, dikalikan dengan 2,25. Misalnya 137,9% TDN untuk kacang tanah berarti bahwa 100 kg kacang tanah menyediakan sebanyak panas atau energi seperti halnya yang akan disediakan oleh 137,9 kg pati dapat dicerna.

Cara menilai bahan makanan untuk unggas dengan TDN dilakukan di Jepang akan tetapi tidak dilaksanakan di tempat-tempat lain, pertama-tama karena nilai daya cerna tidak langsung diukur pada unggas. Urine dan feces dikeluarkan tubuh unggas bersama-sama dan adalah sulit sekali untuk menentukan asal dari bagian-bagian ekskreta tersebut. TDN digunakan secara luas untuk menentukan ransum bagi hewan ruminansia dan babi.

### **3. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Daya Cerna**

*Komposisi makanan.* Daya cerna makanan berhubungan erat dengan komposisi kimiawinya, dan serat kasar mempunyai pengaruh yang terbesar terhadap daya cerna ini. Baik susunan kimia maupun proporsi serat kasar dalam makanan perlu dipertimbangkan. Bahan makanan seperti jagung, ketela, beras, atau gandum menunjukkan variasi daya cerna yang kecil oleh karena kadar serat kasarnya rendah dan proporsinya tidak banyak berbeda. Hijauan tidak tetap, baik dalam komposisi serat kasarnya. Dinding sel tanaman terdiri terutama dari selulosa dan hemiselulosa yang sukar dicerna terutama bila mengandung lignin. Sebaliknya isi sel hampir dapat dicerna seluruhnya. Penambahan persentase serat kasar dalam bahan makanan

terjadi pada tanaman tua, biasanya disertai dengan penambahan lignifikasi dari selulosa dan hemiselulosa pada dinding sel. Biasanya dianggap bahwa setiap penambahan 1% serat kasar dalam tanaman menyebabkan penurunan daya cerna bahan organiknya sekitar 0,7 sampai 1,0 unit pada ruminansia dan 1,4 sampai 2,0 unit pada babi.

***Daya cerna semu protein kasar.*** Ini tergantung pada persentase protein kasar dalam makanan oleh karena nitrogen metabolic konstan jumlahnya, sehingga pengurangan terhadap nitrogen dalam makanan dan protein juga tetap. Telah disebutkan bahwa jumlah nitrogen metabolic adalah 0,5 gram setiap 100 gram ransum pada ruminansia. Apabila ini dikonversikan sebagai protein, maka terdapat  $0,5 \times 6,25$  atau 3 gram protein per 100 gram bahan kering yang dimakan. Suatu makanan yang mengandung 6% protein apabila protein ini 100% dapat dicerna maka hanya mempunyai daya cerna semu sebesar  $(6 - 3)/6 \times 100\%$  atau 50%, tetapi kalau makanan mengandung 9% protein ini dapat mempunyai daya cerna semu sebesar 66,7%. Bahan makanan yang hanya mengandung 3% protein seperti pada jerami padi, dapat menyebabkan kehilangan protein dapat dicerna dari dalam tubuhnya.

**Lemak.** Kebanyakan ransum hewan kadar lemaknya rendah, dan pengaruhnya pada pemberian makan secara praktis sangat kecil. Pola ekskresi dari lemak metabolic sama dengan pada nitrogen metabolic.

**Komposisi runsum.** Telah diketahui bahwa daya cerna campuran bahan makanan tidak selalu sama dengan rata-rata daya cerna komponen bahan-bahan yang menyusunnya apabila ditentukan secara tersendiri. Di dalam percobaan ditunjukkan bahwa setiap bahan makanan mungkin mempengaruhi daya cerna bahan lain. Hal ini disebut dengan *efek asosiasi*. Ini merupakan juga suatu alasan mengapa ada keberatan-keberatan untuk menentukan daya cerna konsentrat secara pengurangan.

**Penyiapan makanan/Bentuk fisik dari bahan makanan.** Beberapa perlakuan terhadap bahan makanan misalnya pemotongan, penggilingan dan pemasakan mempengaruhi daya cernanya. Biji-bijian yang tidak diremukkan lebih dahulu untuk sapi dan babi akan keluar dengan feses tanpa dicerna sehingga akan mengurangi daya cernanya. Hijauan, mungkin harus mengalami beberapa perlakuan. Pemotongan/pencacahan mempunyai sedikit pengaruh terhadap daya cerna tetapi ini mengurangi pemilihan bagian-bagian yang mudah dicerna, sehingga

mengurangi daya cerna keseluruhannya. Hijauan kualitas tinggi tidak diperlukan pencacahan. *Wafering* dari hijauan, yaitu hijauan ini dipres menjadi blok-blok kecil tidak banyak mempengaruhi daya cernanya. Penggilingan yang halus dari hijauan menambahkan kecepatan jalannya bahan makanan melalui usus sehingga menyebabkan pengurangan daya cernanya sebanyak 20% dan daya cerna bahan keringnya sebanyak 5 sampai 15%.

***Faktor hewan.*** Bahan makanan yang rendah serat kasarnya, daya cernanya hampir sama untuk ruminansia dan non ruminansia. Tetapi bahan makanan yang mengandung serat kasar lebih baik dicerna oleh ruminansia. Oleh karena nitrogen metabolic pada ruminansia lebih tinggi sehingga daya cerna protein pada ruminansia lebih rendah dibanding pada non ruminansia. Pada umumnya perbedaan antara kambing dan domba dengan sapi dalam hal daya cerna hampir sama. Tetapi sapi mencerna bahan makanan yang lebih rendah kualitasnya lebih baik daripada kambing atau domba. Beberapa indikasi menyatakan bahwa kerbau sama atau lebih rendah kualitasnya. Umur hewan tidak mempengaruhi daya cerna kecuali pada umur yang sangat muda atau pada ruminansia sebelum pertumbuhan rumen.

#### **4. Keseimbangan Zat-zat Makanan**

Nutritional Balances (keseimbangan gizi) adalah suatu perluasan dari percobaan pada pencernaan. Apabila jumlah zat makanan yang dikonsumsi lebih besar daripada yang hilang maka hewan disebut dalam keadaan *keseimbangan positif*, apabila konsumsi dan kehilangan dalam jumlah yang sama maka hewan dalam keadaan *seimbang* (equilibrium) dan bila kehilangan lebih besar dari konsumsi maka hewan disebut dalam keadaan *keseimbangan negatif*. Kebanyakan dari percobaan makanan adalah untuk menghitung keseimbangan nitrogen.

##### **Keseimbangan Nitrogen**

Keseimbangan nitrogen ini menentukan apakah nitrogen dalam ransum yang diberikan tersebut cukup memenuhi kebutuhannya ataukah harus merombak jaringan tubuhnya untuk memenuhi kebutuhannya ataukah harus merombak jaringan tubuhnya untuk memenuhi kebutuhan itu sebagai tambahan atas kehilangan tersebut. Masih ada lagi kehilangan yang berasal dari kulit, ini dapat ditentukan dengan jalan hewan tersebut disikat bulunya setiap hari dan bulu yang rontok dikumpulkan serta ditimbang beratnya dan dianalisis. Biasanya kehilangan ini dapat diabaikan karena

sangat kecil kecuali apabila kehilangan keringat sangat besar, misalnya pada hewan yang bekerja pada iklim panas.

Cara pengukuran keseimbangan nitrogen sama dengan percobaan pada makanan yaitu dengan penambahan pengukuran kehilangan-kehilangan yang lain tadi. Kandang metabolisme yang memungkinkan pemisahan urin dan feses biasa digunakan atau hewan dilengkapi dengan kantong penampungan feses dan urine. Keseimbangan nitrogen ini dapat digunakan untuk menentukan kebutuhan protein untuk hidup pokok, pertumbuhan dan produksi. Dapat pula digunakan untuk mengetahui kualitas protein atau nilai biologis dari protein.

Data dalam table berikut ini menunjukkan keadaan rata-rata yang didapat dari 5 ekor sapi seberat 200 kg yang diberi makan rata-rata 4 kg jerami leguminosa tiap harinya dan mengandung 2% N dalam bahan keringnya.



Tabel 2. Data Keseimbangan Nitrogen pada Sapi Selama Periode 24 jam

	Rata-rata N Perhari	
	Masuk (gr)	Keluar (gr)
Makanan	80,0	
Feses	-	32,0
Urine	-	41,0
Gain dalam Tubuh	-	7,0
Total	80,0	80,0

## 5. Imbangan Protein

Imbangan Protein adalah imbangan dari jumlah karbohidrat dapat dicerna dan lemak dapat dicerna terhadap protein dapat dicerna. Perhitungannya dapat digambarkan sebagai berikut:

$$IP = \frac{\text{BETN d.d.} + \text{Srat kasar d.d.} + (\text{Lemak d.d.} \times 2,25)}{\text{Protein dapat dicerna}}$$

Suatu ransum mengandung sejumlah besar protein dibandingkan dengan zat-zat lainnya, dikatakan mempunyai imbangan protein sempit, sedangkan Suatu ransum mengandung sejumlah kecil protein dibandingkan dengan zat-zat lainnya dikatakan mempunyai imbangan luas.

Imbangan protein yang tepat adalah perlu untuk pertumbuhan maksimum dan efisien bagi ternak.

Imbangan protein 1 : 7 dikatakan sedang; imbangan protein dimana factor kedua lebih rendah dari 7, misalnya 1 : 3 dikatakan sempit, diatas 7 mempunyai imbangan protein luas.

Terdapat beberapa teknik pengukuran kebutuhan tubuh dan kualitas dari suatu bahan makanan ternak yaitu dengan pengujian pencernaan, pengukuran TDN, Keseimbangan Nitrogen, Imbangan Protein.

## Daftar Pustaka

Anggorodi, R., 1979. Ilmu Makanan Ternak Umum. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Sutardi, T., 1981. Landasan Ilmu Nutrisi. Jilid I. IPB Press.

Maynard.,L.A. and J.K. Loosli, 1979. Animal Nutrition. Mc Graw Hill Book Company. New York.

Ranjhan, S.K. 1981. Animal Nutrition in Tropics. Second Revised Edition. Vikas Publishing House PVT LTD, New Delhi

Rook, J.A.F., P.C. Thomas, 1983. Nutritional Phisiology of Farm Animals. Longman, London and New York.

Rosendo, O., L. Freitez and R. Lopez. 2013. Ruminant degradability and summative models evaluation for total digestible nutrients prediction of some forages and byproducts in oats. ISRN Veterinary Science 1-8.

Tillman, A.D., Hartadi, S. Reksohadiprodjo, S. Prawirokusumo dan S. Lebdoesoekojo, 1989. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

ISBN 978-623-177-025-7 (PDF)



**Penerbit**  
**CV. PATRA MEDIA GRAFINDO**  
**BANDUNG**

Jl. Jend. Sudirman no. 738 - Bandung  
Jl. Rongjonegara Dura II B-1016 Pamarute  
Telp/fax: 022-2500341/022-2500340  
email: patramedia@gmail.com  
website: www.patramedia.co.id