

TEKNIK ANALISIS NUTRISI PAKAN, KECERNAAN PAKAN, DAN EVALUASI ENERGI PADA TERNAK

Hernawati
Jurusan Pendidikan Biologi
FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia
Jl. Dr. Setiabudi No.229 Bandung 40154
Telp./Fax. 022-2001937
Email : hernawati_hidayat@yahoo.com

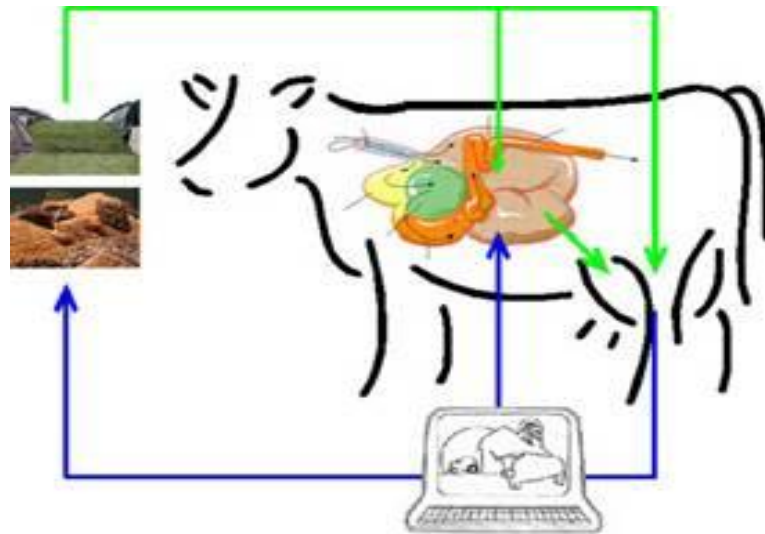
PENDAHULUAN

Upaya untuk menghasilkan performan produksi yang tertinggi, ternak memerlukan nutrien. Nutrien ini dibutuhkan untuk hidup pokok (*maintenance*) dan berbagai produksi (*production*). Faktor yang harus diperhatikan adalah jumlah makanan yang diberikan, semakin banyak jumlah makanan yang dikonsumsi setiap hari, akan semakin memberikan kesempatan untuk menghasilkan produksi tinggi. Peningkatan produksi yang diperoleh dari konsumsi makanan yang lebih tinggi biasanya berkaitan dengan peningkatan efisiensi proses-proses produksi, sehingga proporsi untuk kebutuhan pokok menurun sedangkan produksi meningkat.

Proses makan (*feeding*) adalah aktivitas yang kompleks, yang meliputi mencari makanan, mengamati, pergerakan, aktifitas sensorik, memakan dan mencerna. Dalam saluran pencernaan makanan dan zat-zat makanan diserap dan dimetabolismekan. Semua proses ini dapat mempengaruhi konsumsi makanan dalam jangka pendek (*short term basis*). Namun demikian perlu diperhatikan bahwa, pada ternak dewasa kebutuhan pokoknya (berat tubuhnya) relatif konstan, walaupun makanan tersedia *ad libitum*. Dengan demikian konsep jangka pendek-jangka panjang dalam mengontrol konsumsi harus diperhatikan. Walaupun sistem kontrol ini sama pada setiap jenis ternak, namun ada perbedaan antar spesies yang tergantung pada pada struktur dan fungsi saluran pencernaannya.

Mekanisme kontrol konsumsi makanan adalah dilakukan sebagai berikut:

- Level Metabolik: konsentrasi zat-zat makanan, metabolit atau hormon dapat menstimulir sisitem syaraf pusat (CNS= *Central Nervous System*) yang menyebabkan ternak mulai atau berhenti makan.
- Level Sistem Pencernaan: jumlah digesta dapat ditentukan yang dapat dicerna oleh ternak.
- Pengaruh External: misalnya iklim



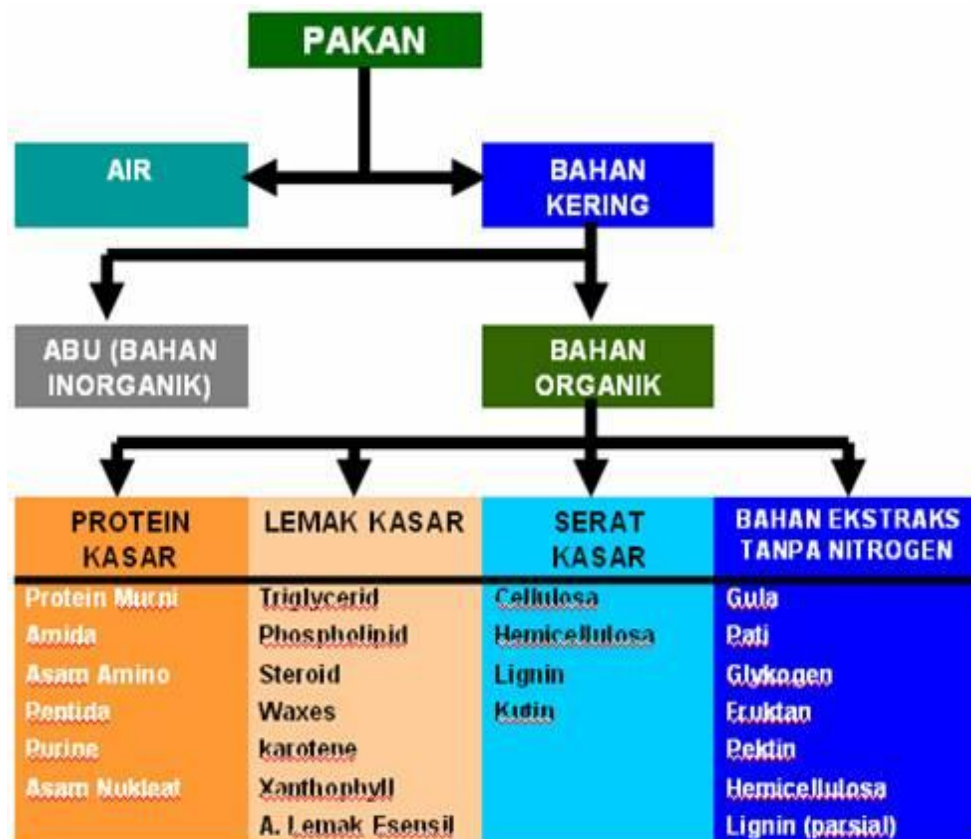
Gambar 1. Ternak merupakan industri biologi

Salah satu awal perkembangan ilmu nutrisi adalah upaya mendeskripsikan pangan/pakan dalam istilah senyawa kimia atau kelompok senyawa kimia yang mempunyai fungsi yang khas dalam tubuh yang dikenal dengan nutrisi. Aspek kajian nutrisi dalam perkembangan selanjutnya adalah nutrisi. Nutrisi adalah semua unsur atau senyawa kimia dalam pangan/pakan yang menunjang reproduksi, pertumbuhan, laktasi atau kebutuhan hidup pokok. Terdapat enam kelompok nutrisi yaitu air, protein dan asam amino, karbohidrat, lemak, vitamin dan unsur inorganik atau mineral. Protein, karbohidrat dan lemak disebut sebagai nutrisi makro, sedangkan vitamin dan mineral disebut nutrisi mikro. Nutrisi makro dibutuhkan tubuh dalam jumlah banyak sedangkan unsur mikro diperlukan dalam jumlah kecil. Energi yang diperlukan ternak dapat disediakan oleh lemak, karbohidrat dan kerangka karbon asam amino. Nutrisi menyediakan air, energi, komponen penyusun dan pengaturan metabolisme sel. Nutrisi yang diperlukan

keberadaannya dalam pakan dan tidak bisa disintesis dalam tubuh dalam jumlah yang mencukupi disebut nutrisi esensial atau *indispensible*.

TEKNIK ANALISIS NUTRISI PAKAN

Kandungan nutrisi pangan atau pakan dapat diketahui dengan mengurai (menganalisis) komponen pangan dan pakan secara kimia. Teknik analisis yang umum untuk mengetahui kadar nutrisi dalam pangan atau pakan adalah Analisis Proksimat (*Proximate analysis*) atau metode Weende. Analisis Proksimat ditemukan sekitar 100 tahun yang lalu di pusat eksperimen Weende (Weende Experiment Station) Jerman oleh dua ilmuwan Henneberg dan Stohmann. Metode ini tidak menguraikan kandungan nutrisi secara rinci namun berupa nilai perkiraan sehingga disebut analisis proksimat. Diagram analisis proksimat disajikan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Diagram komponen nutrisi berdasarkan analisis metode proksimat

Metode Proksimat menggambarkan bahwa analisis dapat dilakukan terhadap kadar air, abu, lemak atau ether ekstrak, nitrogen total, dan kadar serat. Komponen bahan ekstrak tanpa nitrogen adalah hasil pengurangan bahan kering dengan komponen , abu, lemak, nitrogen total, dan serat. Komponen lemak, protein dan serat sering disebut lemak kasar, protein kasar dan serat kasar. Methoda analisis proksimat menghasilkan komponen nutrien yang masih campuran. Komponen dari masing-masing kelompok nutrien dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komponen fraksi-fraksi yang berbeda pada analisa proksimat pakan

Fraksi	Komponen
Air	Air (dan asam serta basa atsiri jika ada)
Abu	Unsur-unsur esensial, utama (Ca, K, Mg, Na, S, P, Cl); jarang (Fe, Mn, Cu, Co, F, V, Sn, As, Ni) Unsur nonesensial : Ti, Al, B, Pb
Protein kasar	Protein, asam amino,amin, nitrat, glikosida, bernitrogen, glikolipid, vitamin B, asam nukleat
Ekstrak eter	Lemak, minyak, waks, asam organik, pigmen, sterol, vitamin A, D, E, K
Serat kasar	Selulosa, hemiselulosa, lignin
Bakan ekstrak tanpa N	Selulosa, hemiselulosa, lignin, gula, fruktan, pati, pektin, asam organik, resin, tannin, pigmen, vitamin yang larut dalam air

Contoh hasil analisis proksimat dari beberapa bahan pakan ternak disajikan pada dalam Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi kimia hasil analisis proksimat beberapa bahan pakan

No	Bahan	BK (%)	Komposisi BK (%)					Ca (%)	P (%)
			Abu	PK	LK	SK	BETN		
A	Rumput								
1	Rumput alam	23.50	14.30	8.82	1.46	32.50	42.80	0.40	0.25
2	<i>Brachiaria sp.</i>	27.50	7.07	9.83	2.36	28.90	51.80	0.24	0.18
3	Rumput.gajah	21.30	12.70	9.30	2.48	33.70	41.40	0.46	0.37
4	Alang-alang	31.00	6.61	5.25	2.23	40.40	40.90	0.40	0.26
B	Leguminosa								
1	<i>Calopogonium sp.</i>	22.60	8.50	30.31	4.73	30.20	26.30	0.76	0.46
2	<i>Centrocema sp.</i>	24.10	9.43	16.80	4.04	33.20	36.50	1.20	0.38
3	<i>Stylosanthes sp.</i>	21.40	8.86	15.60	2.09	31.80	41.60	1.16	0.42
4	Daun kacang tanah	22.80	9.18	13.80	4.94	25.20	46.90	1.68	0.27
C	Konsentrat								
1	Ampas tahu	14.60	4.98	29.36	10.24	22.70	32.70	0.53	0.38
2	Wheat pollard	88.50	5.90	18.46	3.88	9.70	62.00	0.23	1.10
3	Dedak padi halus	87.60	13.10	13.18	10.08	13.50	50.00	0.22	1.25
4	Jagung	86.80	2.20	10.78	4.33	2.70	80.00	0.21	0.40

Keterangan: BK=bahan kering, PK=protein kasar, LK=lemak kasar, SK=serat kasar

Pengukuran Kadar Air

Timbang sejumlah sampel yang telah dihaluskan (minimal 10 g) dalam botol timbang yang telah diketahui beratnya. Keringkan dalam oven (Gambar 3) sampai mencapai berat yang konstan. Pengeringan dalam oven dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu (1) pada suhu 135°C dibutuhkan waktu 2 jam, hasil yang diperoleh berupa bahan kering udara; (2) pada suhu 100°C untuk periode yang panjang dibutuhkan waktu 8-24 jam; (3) pada suhu kurang dari 100°C dalam oven vakum selama 3-5 jam atau 20-25 di atas titik didih air pada tekanan tekanan udara + 25 mm. Sampel ditimbang setelah kering. Perhitungan persentase air atau kelembaban ada dua cara yaitu

Cara I :

$\frac{\text{Hilangnya berat selama pengeringan}}{\text{Berat sampel sebelum dikeringkan}} \times 100 = \% \text{ air}$

Cara II :

$\frac{\text{Berat sampel setelah pengeringan}}{\text{Berat sampel sebelum pengeringan}} \times 100 = \% \text{ bahan kering (BK)}$

$100 - \% \text{ BK} = \% \text{ air}$

Metode pengeringan melalui oven sangat memuaskan untuk sebagian besar makanan, akan tetapi beberapa makanan, seperti silase, banyak sekali bahan-bahan atsiri (bahan yang mudah terbang) yang bisa hilang pada pemanasan tersebut. Beberapa cara lain untuk mengukur kelembaban yaitu : (1) destilasi volumetrik menggunakan minyak atau toluen; (2) elektronik, berdasarkan konduktivitas; (3) pengeringan *freezer*.



FIGURE 3-1

Aluminum dishes containing feed samples being placed in a drying oven for determination of moisture content.
(Courtesy of Karen Anschutz, University of Arkansas, Animal Nutrition Laboratory, photo by James Herndon)

Gambar 3. Oven untuk pengeringan pada pengukuran kadar air

Pengukuran Kadar Abu

Kandungan abu ditentukan dengan cara mengabukan atau membakar dalam tanur, sejumlah berat tertentu makanan pada suhu 500-600°C sampai semua karbon hilang dari bahan makanan tersebut (Gambar 4). Sisanya adalah abu dan dianggap mewakili bagian inorganik makanan. Akan tetapi, abu bisa mengandung bahan yang berasal dari bahan organik seperti sulfur dan fosfor dari protein, dan beberapa bahan yang mudah terbang seperti natrium, klorida, kalium, fosfor dan sulfur akan hilang selama pembakaran. Kandungan abu dengan demikian tidaklah sepenuhnya mewakili bahan inorganik pada makanan baik secara kualitatif

maupun secara kuantitatif. Perhitungan persentase kandungan abu atau mineral yaitu :

$$\frac{\text{Berat abu}}{\text{Berat awal sampel}} \times 100 = \% \text{ kandungan abu atau mineral}$$



FIGURE 3-8
A muffle furnace used in determination of ash content.
(Courtesy of Karen Anschutz, University of Arkansas Animal
Nutrition Laboratory, photograph by James Herndon)

Gambar 4. Pembakaran elektrik untuk mengukur kadar abu

Pengukuran Kadar Protein Kasar

Kadar protein kasar ditentukan dengan metode mikro Kjeldahl (AOAC, 1990). Labu Kjeldahl dapat dilihat pada Gambar 5. Sejumlah kecil sampel ditimbang (kira-kira memerlukan 3-10 ml 3-10 ml HCL 0,01 N atau 0,02 N. Kemudian dimasukkan ke dalam labu Kjeldhal 30 ml. Selanjutnya ditambahkan 1 g K_2SO_4 , 40 mg HgO , dan 20 ml H_2SO_4 . Jika sampel lebih dari 15 mg, ditambahkan 0,1 ml H_2SO_4 untuk setiap 10 mg baha organik di atas 15 mg. Tambahkan beberapa batu didih. Sampel didihkan selama 1-1,5 jam sampai cairan menjadi jernih, kemudian dinginkan. Isi labu Kjeldhal dipindahkan ke dalam alat destilasi. Labu kemudian dicuci dan dibilas 5-6 kali dengan 1-2 ml air. Air cucian dimasukkan ke dalam alat destilasi dan tambahkan 8-10 ml larutan $NaOH$ $Na_2S_2O_3$.

Erlenmeyer 125 ml yang berisi 5 ml larutan H_3BO_3 dan 2-4 tetes indikator (campuran 2 bagian metil merah 0,2% dalam alkohol dengan 1 bagian metilen blue 0,2% dalam alkohol) diletakkan di bawah kondesor. Ujung tabung kondesor harus terendam dalam larutan H_3BO_3 . Selanjutnya dilakukan destilasi sampai diperoleh kira-kira 15 ml destilat dalam erlenmeyer. Tabung kondesor dibilas dengan air dan ditampung dalam erlenmeyer yang sama. Isi erlenmeyer diencerkan sampai kira-kira 50 ml, kemudian dititrasi dengan HCL 0,02 N sampai terjadi perubahan warna menjadi abu-abu. Hal yang sama juga dilakukan terhadap blanko. Penentuan kadar protein ditentukan persamaan berikut :

$$\% N = \frac{(\text{ml sampel} - \text{ml blanko}) \times N \text{ HCl} \times 14.007 \times 100\%}{\text{mg sampel}}$$

$$\% \text{ Protein} = \% N \times \text{faktor koreksi (6,25)}$$

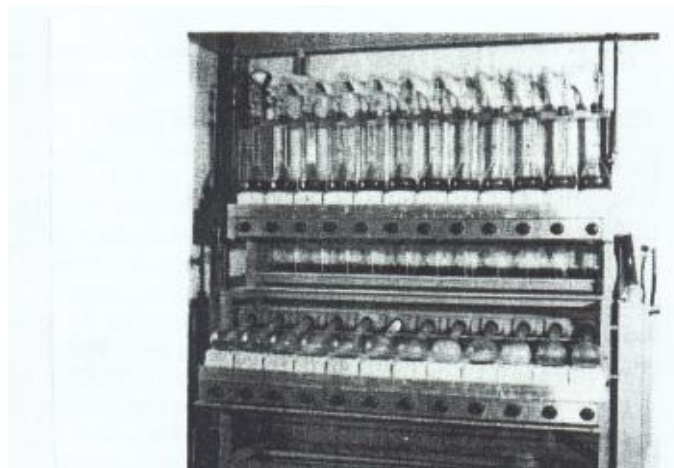


FIGURE 3-2

A Kjeldahl rack for making nitrogen determinations in full operation. At the bottom a set of samples is being subjected to concentrated sulfuric acid digestion, while at the top the ammonia is being distilled from an already digested set into beakers containing standard acid just below. (Courtesy of Russell Research Center, Athens, Georgia)

Gambar 5. Rak Kjeldahl untuk pengukuran kadar protein kasar

Pengukuran Kadar Lemak Kasar

Labu lemak dikeringkan dalam alat pengering pada suhu 105-110°C selama 1 jam, kemudian didinginkan dalam desikator dan selanjutnya ditimbang.

Kira-kira 5 g sampel dibungkus dengan kertas saring, lalu dimasukkan ke dalam alat ekstraksi sokhlet yang telah berisi dietil eter. Reflux dilakukan selama 5 jam dan pelarut yang ada dalam labu lemak di destilasi. Selanjutnya labu lemak yang mengandung lemak hasil ekstraksi dipanaskan dalam oven pada suhu 105 °C. Setelah dikeringkan sampai berat tetap dan didinginkan dalam desikator, labu beserta lemak ditimbang (AOAC, 1990). Kadar lemak ditentukan berdasarkan persamaan :

$$\frac{\text{Berat lemak kasar} \times 100}{\text{Berat sampel}} = \% \text{ Lemak Kasar (ekstrak eter)}$$

Berat sampel

Fraksi ekstrak eter ditentukan melalui ekstraksi makanan dengan petroleum eter. Selain mengandung lemak sesungguhnya, ekstrak eter juga mengandung waks (lilin), asam organik, alkohol, dan pigmen. Oleh karena itu fraksi eter untuk menentukan lemak tidak sepenuhnya benar.

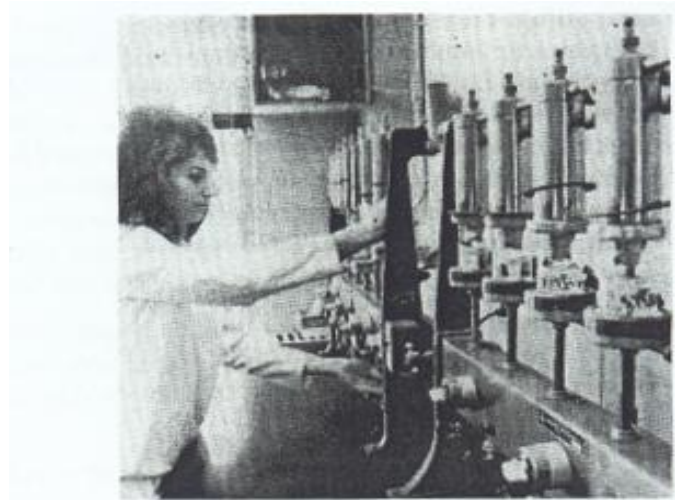


FIGURE 3-4

Feed samples in the process of being analyzed for ether extract. (Courtesy of the University of Georgia College of Agriculture Experiment Stations)

Gambar 6. Alat ekstraksi sokhlet pengukur kadar lemak kasar

Pengukuran Kadar Serat Kasar

Labu lemak dikeringkan dalam oven, didiamkan dalam desikator dan ditimbang. Sampel yang telah dikeringkan ditimbang sebanyak 2,5-5,0 g dan dibungkus dengan kertas saring, kemudian dilakukan ekstraksi dengan dietil eter selama 6 jam pada sokhlet. Sampel dipindahkan ke dalam erlenmeyer 600 ml, ditambahkan 200 ml larutan H₂SO₄ mendidih dan dididihkan selama 30 menit. Suspensi kemudian disaring dengan kertas saring. Residu tertinggal dalam erlenmeyer dan kertas saring dicuci dengan air mendidih. Kemudian residu dicuci kembali dengan 200 ml larutan NaOH dengan perlakuan sama dengan penambahan H₂SO₄. Residu disaring kembali dengan kertas saring yang telah diketahui beratnya sampel dicuci dengan larutan K₂SO₄ 10% , air mendidih, dan kemudian dengan alkohol 95%. Kertas saring kemudian dikeringkan dalam oven 110 °C. Setelah didinginkan dalam desikator (1-2 jam), kemudian ditimbang. Berat residu yang diperoleh merupakan berat serat kasar.

$$\frac{\text{Berat serat kasar}}{\text{Berat awal sampel}} \times 100 = \% \text{ serat kasar}$$



FIGURE 3-7
A feed sample boiled in dilute acid for 30 minutes is being removed for filtering in a crude fiber determination.
(Courtesy of the University of Georgia College of Agriculture Experiment Stations)

Gambar 7. Alat p ekstraksi sokhlet pengukur kadar serat kasar

Karbohidrat makanan terdapat dalam dua bentuk, serat kasar dan ekstraks tanpa nitrogen. Serat kasar ditentukan dengan cara mendidihkan sisa makanan dari ekstraksi eter secara bergantian dengan asam dan alkali dengan konsentrasi tertentu; sisa bahan organiknya merupakan serat kasar. Jika jumlah air, abu, protein kasar, ekstrak eter dan serat kasar (dinyatakan dalam g/kg) dikurangi dari 1000, perbedaan itu disebut bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN). Fraksi serat kasar mengandung selulosa, lignin, dan hemiselulosa, akan tetapi bukan berarti semua bahan ini harus ada pada makanan (dengan proporsi yang berbeda diantaranya terdapat pada ekstrak tanpa nitrogen) tergantung pada species dan fase pertumbuhan bahan tanaman. Serat kasar pada mulanya telah diduga memberikan gambaran tentang bagian makanan yang tidak dapat dicerna, akan tetapi sebagian diantaranya dapat dicerna oleh hewan ruminansia. Meskipun demikian angka-angka ini sangat bermanfaat karena adanya korelasi yang baik antara kandungan bahan tersebut dengan pencernaan suatu makanan.

Hasil analisis metoda proksimat masih menunjukkan kelemahan. Saluran pencernaan monogastrik tidak mampu mencerna komponen serat bahan. Lain halnya ternak ruminansia yang mempunyai perut fermentasi (retikulo-rumen) mampu mencerna sebagian komponen serat akibat adanya aktifitas mikroba di dalam bagian perut tersebut. Sehubungan dengan hal tersebut Van Soest mengembangkan metoda analisis lain khususnya untuk pakan sumber serat seperti rumput. Metoda Van Soest mengelompokkan komponen isi sel dan dinding sel. Isi sel merupakan komponen sangat mudah dicerna. Komponen dinding sel adalah kelompok yang larut dalam deterjen netral (*Neutral Detergent Fiber* atau NDF) dan komponen NDF ada yang hanya larut dalam deterjen asam (*Acid Detergent Fiber* atau ADF). Hubungan antara hasil analisis proksimat dengan metoda Van Soest disajikan dalam Gambar 8.

Serat detergen netral (*neutral-detergen fiber*, NDF), yang merupakan sisa setelah ekstraksi dalam keadaan mendidih dengan larutan netral natrium lauril sulfat dan asam etilendiamintetraasetat (EDTA), terutama atas lignin, selulosa, dan hemiselulosa, dan dapat dianggap sebagai komponen dinding sel tumbuhan.

Serat detergen asam (*acid detergent fiber*, ADF) adalah sisa setelah ekstraksi dengan 0,5 M asam sulfat dan setiltrimetilammonium bromida, dan pada dasarnya merupakan fraksi lignin kasar dan selulosa bahan tumbuhan akan tetapi juga meliputi silika. Penentuan ADF secara khusus sangat berguna untuk hijauan karena terdapat hubungan statistik yang baik antara kandungan ADF dan pencernaan pakan. Di Inggris metode ADF telah dimodifikasi sedikit, lama pendidihan serta kekuatan asam menjadi ditingkatkan. Istilah *modified acid-detergen fibre* (MADF) digunakan untuk metode penentuan ini.

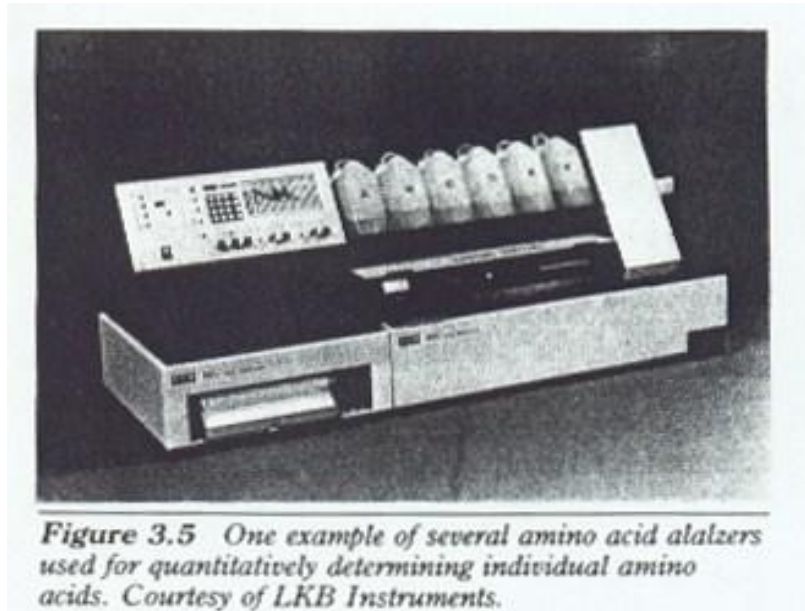
Komponen Pakan				
Metode Detergen				Metode Proksimat
ISI SEL Neutral Detergent Soluble (NDS)		Senyawa Nitrogen	Protein NBP	Protein Kasar
			Lipid: Larut Ether	Lemak Kasar
			Senyawa Larut Air, Pectin, Pati	
DINDING SEL Neutral Detergent Insoluble (NDF)	Acid Detergent Soluble	Protein Tidak Terlarut	Hemiselulosa	Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen
	Acid Detergent Insoluble (ADF)	Protein Larut H ₂ SO ₄	Lignin Larut Alkali	
		Tidak Larut H ₂ SO ₄	Selulosa Lignin Tidak Larut	Serat Kasar

Gambar 8. Hubungan antara hasil analisis proksimat dengan metoda Van Soest

Pengukuran Kandungan Asam Amino

Pendugaan kandungan asam amino bahan makanan lebih mendekati pendugaan kebutuhan asam amino bagi tubuh. Kandungan asam amino bahan makanan dapat diukur melalui penggunaan alat seperti Amino Acid Analyzer (Gambar 9). Metode kimia ini mengukur seluruh asam amino yang terkandung di dalam bahan makanan maka disebut juga asam amino total. Dengan mengetahui

kandungan asam amino bahan makanan, maka dapat pula diketahui asam amino pembatas dalam bahan makanan tersebut sehingga sangat diperlukan dalam penyusunan ransum.



Gambar 9. Alat Amino Acid Analyzer untuk pengukuran kandungan asam amino

Pengukuran ketersediaan asam amino dilakukan dengan berbagai cara. Umumnya pencernaan asam amino ditentukan dengan dua bentuk uji, yaitu uji pencernaan excreta dan pencernaan ileal. Pencernaan excreta sering digunakan karena sangat sederhana. Metode ini mempunyai dua kelemahan, 1) yaitu adanya asam amino yang terdapat di urin tidak dapat dipisahkan dari feses, dan 2) adanya mikroflora dalam usus mempengaruhi jumlah individu asam amino yang diekskresikan dalam feses. Caecetomised pada unggas digunakan untuk mengatasi masalah tersebut. Rumus untuk menghitung pencernaan asam amino metode ekskreta sebagai berikut :

Apparent Amino Acid Digestibility (%)

$$\frac{\text{Konsumsi AA} - \text{Eksresi AA}}{\text{Konsumsi AA}} \times 100$$

True Amino Acid Digestibility (%)

$$\frac{\text{Kons AA} - (\text{Eks AA} - \text{Endo AA})}{\text{Kons AA}} \times 100$$

Alat lain yang dapat digunakan untuk mengukur kandungan asam amino yaitu dengan menggunakan *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) (Gambar 10). Alat HPLC dapat digunakan juga untuk analisis asam lemak sebagai komponen penyusun lemak dan vitamin. Mengingat metode analisis sangat bervariasi baik bahan yang digunakan maupun tingkat ketelitiannya, maka pemilihan dan penetapan metode analisis merupakan suatu keharusan.



FIGURE 3-6

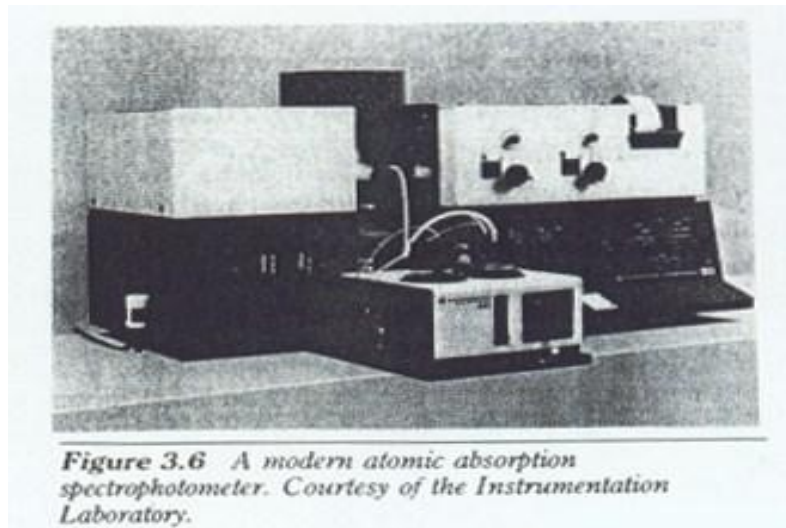
A Waters 2690 HPLC equipped with UV, fluorescence, and electrochemical detection. Used for determination of fat- and water-soluble vitamins, cholesterol, antioxidants, neurotransmitters, and biogenic amines. (Courtesy of Dr. Kelly Beers, University of Arkansas Poultry Science Laboratory, photo by James Herndon)

Gambar 10. HPLC untuk pengukuran kadar asam amino, lemak dan vitamin terlarut, kolesterol, antioksidan, neurotransmitter dan sebagainya

Pengukuran Kandungan Mineral

Analisis kimia komponen pakan dapat dilakukan lebih detil menggunakan metoda yang lebih kompleks atau menggunakan peralatan yang lebih canggih. Hasil analisis kadar abu yang berupa abu dapat dianalisis lebih lanjut untuk mengetahui komponen abu tersebut, misalnya menganalisis kadar Ca dan P. Analisis Ca dan P dapat dilakukan dengan menggunakan metode titrasi atau

menggunakan alat yang modern seperti *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Alat AAS dapat digunakan untuk menganalisis komponen mineral lainnya.



Gambar 11. *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) untuk pengukuran Mineral dan senyawa kimia

KECERNAAN PAKAN

Prinsip-prinsip yang harus diperhatikan dalam pengukuran koefisien cerna suatu pakan atau bahan pakan adalah sebagai berikut: (1) Mengukur ransum yang dimakan dan feces yang dieksresikan. (2) Zat makanan yang dicerna sama dengan zat makanan yang dimakan (intake) dikurangi zat makanan yang keluar dari tubuh melalui feces. (3) Feces yang dikumpulkan harus terpisah (tidak tercerna) dari urin.

Metode yang umum dalam penentuan koefisien cerna adalah: 1) metode koleksi total dan 2) metode indikator

1. Metoda Koleksi Total

Mengumpulkan/menimbang seluruh ransum yang dimakan

Mengumpulkan/menimbang seluruh feces yang di eksresikan

Mengambil contoh dan menganalisa ransum

Mengambil contoh dan menganalisa feces

a. Apparent Digestible Coefficient (ADC) = Koefisien Cerna Semu

Seluruh zat makanan yang dikeluarkan dalam feces berasal dari makanan yang dimakan tetapi tidak dicerna

Rumus :

$$ADC = \frac{Intake - Feces}{Intake} \times 100\%$$

$$ADC = \frac{(\sum KonsumsiBKx\%z.m.) - (\sum BKfecesx\%z.m.)}{\sum konsumsiBKx\%z.m.} \times 100\%$$

Pengukuran ADC dengan memperhitungkan sisa:

$$ADC = \frac{O - F}{I} \times 100\% \text{ (tanpa memperhitungkan sisa)}$$

$$ADC = \frac{O - R - F}{O - R} \times 100\% \text{ (memperhitungkan sisa yang tidak dimakan)}$$

$$ADC = \frac{O - (R + F)}{O - R} \times 100\% \text{ (sisa dianggap terbuang sebagai feces)}$$

O = offered sama dengan \sum diberikan

R = residu sama dengan \sum sisa tidak dimakan

F = feces (tinja); jumlah feces akan mempengaruhi nilai koefisien cerna, pengaruh \sum feces akan lebih jelas untuk bahan yang sulit dicerna.

B. True Digestible Coefficient (ADC) = Koefisien Cerna Sejati

Tidak seluruh zat makanan yang keluar dalam feces berasal dari makanan tetapi ada sebagian yang berasal dari saluran pencernaan (jaringan dinding alat pencernaan yang aus, bakteri-bakteri yang mati, enzim-enzim yang masuk ke dalam saluran pencernaan yang keluar bersama-sama dengan zat makanan yang tidak dicerna). Zat makanan yang bukan berasal dari bahan makanan disebut *Metabolic Fecal Nutrient (MFN)*. Zat makanan ini (umumnya senyawa N) sulit

diukur karena ternak harus diberi ransum tanpa N (purified diet) yang tidak disukai.

$$TDC = \frac{I - (F - MFN)}{I} \times 100\%$$

2. Metoda Indikator

Metode pengukuran pencernaan dengan menggunakan indikator (marker/perunut) dilakukan dengan prinsip bahwa: (1) tidak perlu mengumpulkan seluruh feces, (2) pengambilan contoh untuk analisa secara acak, (3) analisa contoh mencakup zat makanan dan zat indikator. Indikator yang umum digunakan adalah indikator internal dan eksternal. Indikator internal secara alamiah terdapat didalam makanan, misalnya kromogen, lignin atau SiO₂ (silikat). Sedangkan indikator eksternal, atau sengaja ditambahkan dari luar umumnya adalah Fe₂O₃, Cr₂O₃, karet gelang, potongan plastik atau radioisotop.

Syarat Indikator yaitu (1) zat perunut (indikator) harus dapat bercampur secara homogen dengan makanan/ransum, (2) tidak dapat dicerna (relatif bisa dicerna < 5-10%), (3) mudah dianalisa, (4) tidak mengganggu kesehatan ternak, (5) sedapat mungkin tersedia secara alamiah.

Menghitung pencernaan dengan metode indikator :

$$ADC = 100 - 100 \left[\frac{\% \text{Indikator feed}}{\% \text{indikator feces}} \times \frac{\% z.m. feces}{\% z.m. feed} \right]$$

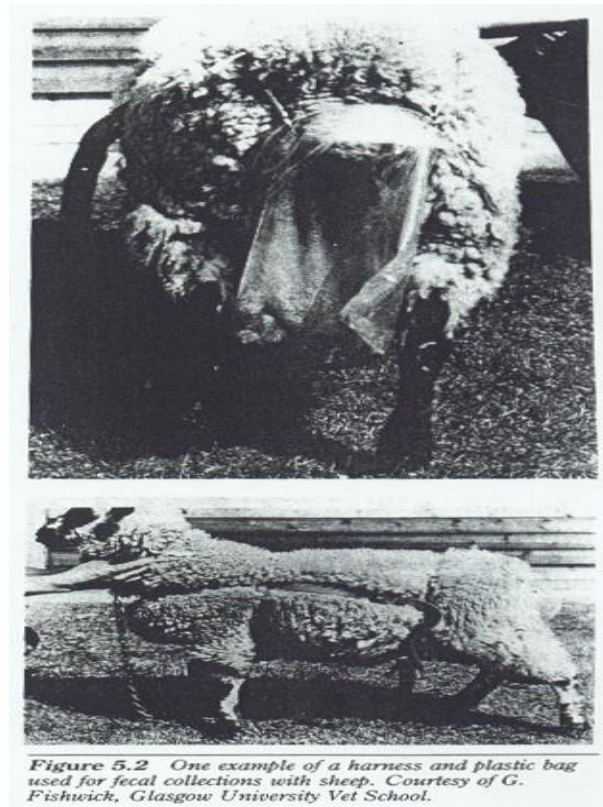
$$ADC = 1 - \left[\frac{\% \text{Indikator feed}}{\% \text{indikator feces}} \times \frac{\% z.m. feces}{\% z.m. feed} \right]$$

$$I = \left[\frac{\% \text{Indikator feces}}{\% \text{indikator feed}} \times F \right]$$

Kecernaan Ileal

Aktivitas microbial terkonsentrasi dalam *hindgut* dan tempat absorpsinya pada jejunum dan ileum. Kecernaan asam amino ini ada dua cara tergantung dari prosedur teknik pengumpulan sampel. Metode yang paling sederhana untuk

koleksi isi ileal dengan membunuh unggas atau alternatif lain dengan membuat cannula ileal. Selanjutnya untuk menduga konsumsi pakan (rumput) pada ternak yang digembalakan ternak dilengkapi dengan fecal bag sehingga jumlah feces diketahui contoh rumput dan feces di analisa zat makanan dan indikatornya (Gambar 12).



Gambar 12. Teknik pembuatan kantung feces (*fecal bag*) dari plastik

Tingginya biaya untuk percobaan pencernaan, maka telah dikembangkan teknik pengukuran kecernaan nutrien dari hasil fermentasi rumen. Teknik yang digunakan yaitu dengan membuat fistula ke dalam rumen dari hewan percobaan (Gambar 13). Teknik ini dilakukan pada penelitian dengan tujuan untuk mengetahui karakteristik suatu bahan makanan dan penggunaannya oleh hewan ruminansia. Di samping hal tersebut dilakukan untuk mengetahui fungsi rumen dan metabolisme dari bahan tertentu, seperti VFA, kandungan mikroorganisme, dan sebagainya.



Figure 5.5 An animal with a rumen cannula in place.

Gambar 13. Hewan dengan pembuatan canula rumen

Di samping dengan teknik fistula rumen, teknik lain yang dengan dikembangkan yaitu dengan cara membuat fistula pada lambung dan canula pada abomasum (Gambar 14).

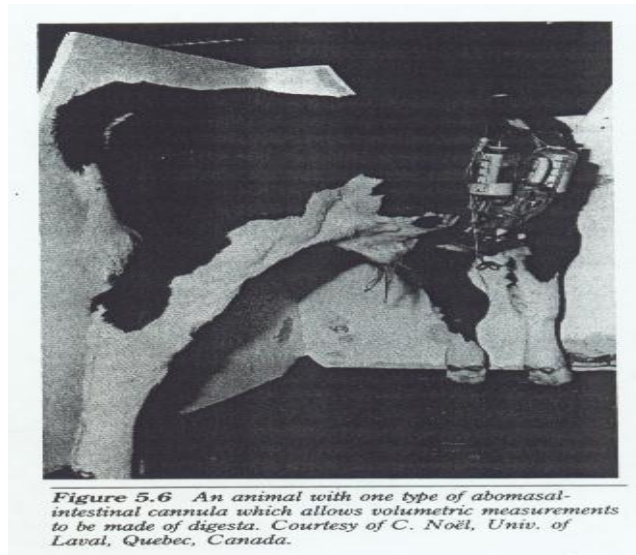


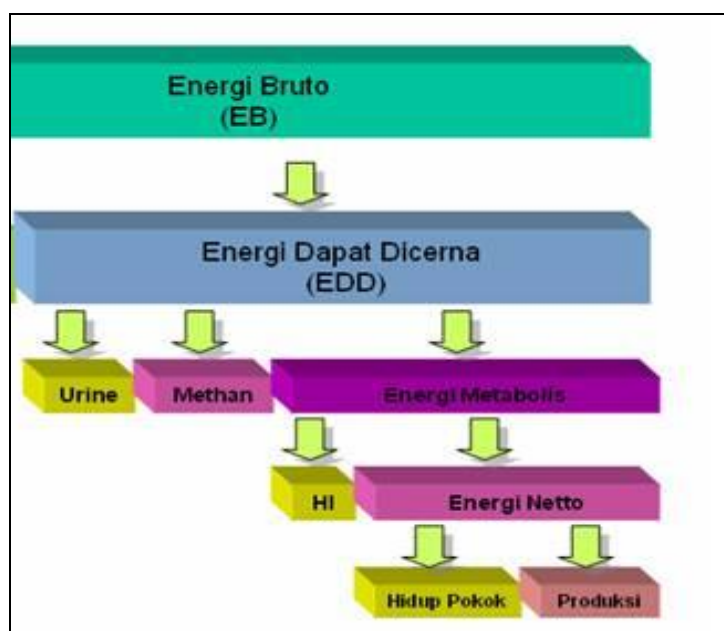
Figure 5.6 An animal with one type of abomasal-intestinal cannula which allows volumetric measurements to be made of digesta. Courtesy of C. Noël, Univ. of Laval, Quebec, Canada.

Gambar 14. Hewan dengan pembuatan canula pada abomasum

EVALUASI ENERGI PADA TERNAK

Energi merupakan bagian terbesar yang disuplai oleh semua bahan makanan yang biasa digunakan untuk ternak. Energi membuat hewan dapat melakukan suatu pekerjaan dan proses-proses produksi lainnya. Energi pakan yang dikonsumsi ternak dapat digunakan dalam 3 cara: (1) menyediakan energi untuk aktivitas; (2) dapat dikonversi menjadi panas; dan (3) dapat disimpan sebagai jaringan tubuh. Kelebihan energi pakan yang dikonsumsi setelah terpenuhi untuk kebutuhan pertumbuhan normal dan metabolisme biasanya disimpan sebagai lemak. Kelebihan energi tersebut tidak dapat dibuang (diekskresikan) oleh tubuh ternak.

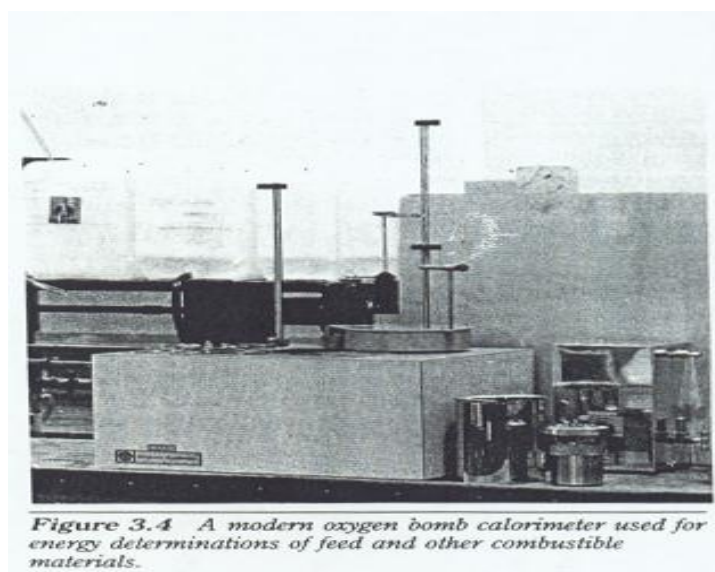
Energi disimpan di dalam karbohidrat, lemak dan protein dari bahan makanan. Semua bahan tersebut mengandung karbon (C) dan hidrogen (H) dalam bentuk yang bisa dioksidasi menjadi karbondioksida (CO_2) dan air (H_2O) yang menunjukkan energi potensial untuk ternak. Jumlah panas yang diproduksi ketika pakan dibakar secara sempurna dengan adanya oksigen dapat diukur dengan alat kalorimeter bom dan disebut **Energi Bruto (EB)** dari pakan. Persentase EB yang dapat dimanfaatkan oleh tubuh ternak dan digunakan untuk mendukung proses metabolik tergantung kemampuan ternak untuk mencerna bahan makanan. Pencernaan mencerminkan proses fisika dan kimia yang terjadi dalam saluran pencernaan dan menyebabkan pecahnya senyawa kimia kompleks dalam pakan menjadi molekul lebih kecil yang dapat diserap dan digunakan oleh ternak. Energi yang diserap tersebut disebut **Energi Dapat Dicerna (EDD)**. Pada ternak non-ruminansia, kehilangan energi lebih lanjut terjadi melalui urin berupa limbah yang mengandung nitrogen dan senyawa lain yang tidak dioksidasi oleh tubuh ternak serta untuk ternak ruminansia selain melalui urin, kehilangan energi juga melalui pembentukan gas metan. EDD dikurangi energi yang hilang melalui urin (non-ruminansia) atau urin+metan (ruminansia) disebut **Energi Metabolis (EM)** pakan. Selama metabolisme zat makanan, terjadi kehilangan energi yang disebut **Heat Increment**. Sisa energi dari pakan yang tersedia bagi ternak untuk digunakan keperluan hidup pokok (maintenance) dan produksi disebut **Energi Neto (EN)**. Partisi energi pakan dalam tubuh ternak dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Partisi energi dari pakan dalam tubuh ternak

Energi Bruto (EB)

Energi bruto dalam makanan/pakan dapat diukur dengan alat *bomb calorimeter* (Gambar). Prinsip dari pengukuran EB pakan ini adalah konversi energi dalam pakan (karbohidrat, lemak, protein) menjadi energi panas dengan cara oksidasi zat makanan tersebut melalui pembakaran. Bomb calorimeter dapat digunakan untuk mengukur energi bruto dari pakan secara utuh (*whole food*) atau dari bagian-bagian pakan (misalnya glukosa, pati, selulosa), jaringan ternak dan ekskreta (feses, urin). Nilai energi bruto dari suatu bahan pakan tergantung dari proporsi karbohidrat, lemak dan protein yang dikandung bahan pakan tersebut. Air dan mineral tidak menyumbang energi pakan tersebut. Nilai energi bruto tidak menunjukkan apakah energi tersebut tersedia untuk ternak atau tidak tersedia, tergantung dari pencernaan bahan pakan tersebut.



Gambar 16. Alat Bom Kalorimeter untuk pengukuran energi makanan

Contoh nilai energi bruto dari beberapa bahan, baik makanan/pakan secara utuh, fraksi-fraksinya, produk fermentasi maupun jaringan ternak disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Energi Bruto dari Beberapa Bahan

Jenis Bahan	Jumlah (MJ/kg BK)	Jenis Bahan	Jumlah (MJ/kg BK)
Komponen Pakan:		Jaringan Hewan:	
-Glukosa	15,6	-Otot (muscle)	23,6
-Selulosa	17,5	-Lemak (fat)	39,3
-Butterfat	38,5		
-Pati	17,7		
-Casein	24,5		
-Lemak biji-bijian	39,0		
Produk Fermentasi:		Makanan/Pakan	
-Asetat	14,6	Utuh:	18,5
-Butirat	24,9	-Jagung	18,5
-Propionat	20,8	-Jerami oat	24,9
-Methan	55,0	-Susu (4% lemak)	19,6
		-Oat	18,9
		-Rumput (hay)	

Keterangan : 1 MJ (Mega Joule)= 238,9 kkal; BK= Bahan Kering

Energi Dapat Dicerna (EDD)

Nilai energi dapat dicerna dari suatu makanan/pakan diperoleh dengan percobaan pemberian pakan (*feeding trial*). EDD dihitung dari EB yang dikonsumsi dikurangi energi yang diekskresikan melalui feses (energi feses). Pada ternak unggas, EDD susah diukur karena feses+urin diekskresikan melalui saluran yang sama (bersatu), yaitu melalui kloaka.

Energi Metabolis (EM)

Nilai energi metabolis dari suatu makanan/pakan adalah EDD dikurangi energi yang hilang dalam urin dan gas metan. Energi urin berada dalam bentuk zat yang mengandung nitrogen seperti urea, asam hippuric, creatinine dan allantoin, dan juga senyawa non-nitrogen seperti glucuronate dan asam sitrat. Jika produksi metan tidak dapat diukur secara langsung, dapat diduga dengan angka 8% dari EB yang dikonsumsi. Pada unggas, energi metabolis lebih mudah diukur dibandingkan dengan energi dapat dicerna (EDD), karena feses dan urin dikeluarkan bersama-sama. Contoh nilai energi metabolis dari beberapa bahan pakan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai energi metabolis dari beberapa bahan pakan untuk berbagai ternak (MJ/Kg BK)

Bahan Makanan	Unggas	Babi	Domba	Sapi
Jagung	16,2	16,9	-	14,0
Barley	13,3	14,2	12,9	12,3
Rumput kering muda	-	-	13,0	-
Dedak gandum	-	-	-	10,6

Nilai energi metabolis, selain diperoleh dengan *feeding trial*, dapat juga diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

- EM untuk hijauan yang diberikan pada ternak ruminansia;

$$EM \text{ (MJ/Kg BK)} = 0,016 \text{ BOT}$$

BOT = bahan organik tercerna (g/kg BK)

2. EM untuk bahan pakan pada ternak unggas;

$$\text{a. Jagung: EM (kkal/kg BK)} = 36,21 \text{ PK} + 85,44 \text{ LK} + 37,26 \text{ BETN}$$

$$\text{b. Dedak padi: EM (kkal/kg BK)} = 46,7 \text{ BK} + 46,7 \text{ ABU} + 69,54 \text{ PK} + \\ 42,94 \text{ LK} + 81,95 \text{ SK}$$

PK = Protein Kasar

LK = Lemak Kasar

BETN= Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen/pati

BK= Bahan Kering (*Dry Matter*)

SK= Serat Kasar

3. EM untuk bahan pakan pada babi;

$$\text{EDD (MJ/Kg BK)} = 17,47 + 0,0079 \text{ PK} + 0,0158 \text{ LK} + 0,0331 \text{ ABU} + \\ 0,0140 \text{ NDF}$$

NDF = *Neutral Detergent Fiber*

Sistem dan Satuan Energi Pakan

Ruminansia dan Babi

Sistem Inggris

Sistem energi pakan yang digunakan untuk ternak ruminansia dan babi di Inggris adalah Energi Metabolis (EM) dan satuan energinya adalah Mega Joule (MJ)/Kg BK.

Sistem USA

Sistem energi yang digunakan adalah TDN (total digestible nutrient) dan satuan energinya adalah Mega kalori (Mkal) atau Kilokalori (kkal).

$$\text{TDN} = \text{DCP} + \text{DNFE} + \text{DCF} + 2,25 \text{ DEE}$$

DCP = *Digestible Crude Protein* (protein kasar dapat dicerna)

DNFE = *Digestible Nitrogen- Free Extract* (karbohidrat dapat dicerna)

DCF = *Digestible Crude Fiber* (serat kasar dapat dicerna)

DEE = *Digestible Ether Extract* (kernak kasar dapat dicerna)

Unggas

Sistem energi pada unggas yang digunakan di seluruh dunia adalah sistem energi metabolis (EM). Sistem ini paling praktis, karena feses + urin dikeluarkan

bersama-sama dalam saluran yang sama, yaitu kloaka. Satuan energi yang digunakan adalah MJ/Kg (Eropa) dan Kkal/kg (USA).

PENUTUP

Penyediaan dan pengolahan bahan pakan bagi ternak merupakan hal yang sangat penting. Hal tersebut berkaitan dengan keberlangsungan hidup ternak untuk dapat memberikan produksi yang baik bagi peternak. Pengetahuan dan keterampilan menganalisis bahan pakan ternak akan membantu upaya penyediaan pakan yang berkualitas sesuai dengan kebutuhan ternak. Hasil analisis proksimat dapat diketahui bahwa bahan pakan mengandung nutrien yang penting bagi tubuh ternak. Nutrien seperti karbohidrat, lemak, protein, mineral dan vitamin, bersama dengan zat-zat lainnya, merupakan sumber energi yang tidak dapat dipisahkan dan merupakan kebutuhan bagi metabolisme hewan ternak.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggorodi, R. 1998. Ilmu Makanan Ternak; Kemajuan Terakhir. Jakarta : UI-Press
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of the AOAC. AOAC Inc. Arlington. Virginia.
- Cheeke, PR. 2005. Applied Animal Nutrition; Feeds and Feeding. Pearson Education, Inc., Upper Sadle River. New Jersey.
- Church, DC., and Pond WG., 1988. Basic Animal Nutrition and Feeding. New York : John Wiley and Sons
- Lesson, S and JD Summers. 2001. Nutrition of the Chicken. 4th Ed. University Books. Guelph, Ontario, Canada.
- Manalu W. 1999. Pengantar Ilmu Nutrisi Hewan. Bagian Fisiologi dan Farmakologi Fakultas Kedokteran Hewan IPB. (Tidak dipublikasi)
- McDonald, P., RA. Edwards, JFG. Greenhalgh, and CA. Morgan. 2002. Animal Nutriotion. Prentice Hall.

- NRC. 1994. Nutrient Requirement of Poultry. 9th Rev Ed. National Academy Press. Washington, DC.
- Perry, TW., Cullison, AE., and Lowrey RB. 2003. Feed and Feedings. Sixth Edition. Pearson Education, Inc., Upper Sadle River. New Jersey.
- Parakkasi, A. 1999. Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak Ruminan. Jakarta : UI-Press
- Sudarmadji S., Haryono B, Suhardi. 1984. Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Edisi Ketiga. Yogyakarta : Liberty
- Sutardi, 1980. Landasan Ilmu Nutrisi. Departemen Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak. Fakultas Peternakan IPB. Bogor