

Dr. Ramaiyulis, S.Pt, MP

Dr. Ir. Salvia, MP

Muthia Dewi, S.Pt, M.Sc

ILMU NUTRISI TERNAK

The collage consists of several elements:

- Top Left:** An anatomical diagram of a cow's digestive system, showing the rumen, reticulum, omasum, and abomasum.
- Top Center:** A chemical structure diagram of cellulose, showing a chain of glucose units linked by beta-1,4 glycosidic bonds. Below it is the caption: "Gbr. Rumus struktur selulosa".
- Top Right:** A photograph of a pile of white, fibrous feed material, likely a silage or hay.
- Middle Right:** A photograph of two brown cows standing in a green field.
- Bottom Left:** A photograph of green grass growing in a field.
- Bottom Center:** A diagram of the rumen and reticulum, with labels: "Rumen", "Reticulum", "Omasum", and "Abomasum".
- Bottom Right:** A photograph of several bundles of dry hay or straw.
- Bottom Center-Right:** Chemical structures of alpha-D-glucose in its cyclic Haworth projection and its corresponding Fischer projection. The label "α-D-glucos/" is present.

ILMU NUTRISI TERNAK

Penulis :

Dr. Ramaiyulis, S.Pt, MP

Dr. Ir. Salvia, MP

Muthia Dewi, S.Pt, M.Sc

ISBN :

Editor : Dihan Kurnia, S.Pt, MP

Reviewer : Ir. Nelzi Fati, MP
Ir. Irzal Irda, MP

Desain sampul dan Layout : Toni Malvin

Penerbit :

POLITEKNIK PERTANIAN NEGERI PAYAKUMBUH

Jl Raya Negara km 7 Tanjung Pati, Kec. Harau, 26574
Kabupaten Lima Puluh Kota Sumatera Barat Indonesia

Web: <http://ppnp.ac.id>

Telp. 0752-7754192

Email: p3m.pnp@gmail.com

Hak Cipta dilindungi Undang Undang.

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk apapun dan dengan cara apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan hidayahnya sehingga buku "Ilmu Nutrisi Ternak" ini dapat diselesaikan.

Dengan semakin meningkatnya kebutuhan manusia akan protein hewani menyebabkan peningkatan permintaan produk-produk ternak yaitu telur, daging dan susu. Produksi Ternak yang dihasilkan dari usaha peternakan baik modern, intensif maupun ekstensif merupakan refleksi dari ransum yang didapatkannya. Pemenuhan nutrisi bagi ternak menjadi mutlak untuk produksi yang optimal baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Buku ini disusun untuk membangun dasar pemahaman tentang nutrisi ternak dalam penyediaan ransum bernilai nutrisi sesuai kebutuhan ternak guna mendukung produktivitas ternak optimal.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh yang telah menyediakan anggaran untuk pembiayaan penulisan buku ini dan kepada semua pihak yang telah membantu sehingga buku ini bisa terwujud. Demikianlah semoga buku ini bermanfaat dan menjadi amal ibadah disisinya.

Tanjung Pati, Agustus 2022

Tim penulis

SINOPSIS

Ilmu Nutrisi ternak merupakan ilmu 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 . Tujuan Ilmu Nutrisi ini adalah untuk mengetahui bagaimana cara memberi pakan kepada ternak dengan biaya yang semurah- mudahnya sehingga diperoleh untung yang sebesar-besarnya.

Buku ini memaparkan tentang istilah dalam nutrisi ternak yang biasa digunakan dalam pengetahuan nutrisi dan makanan ternak, zat-zat nutrisi yang dibutuhkan dalam proses-proses metabolisme tubuh yang meliputi karbohidrat, protein, lemak, mineral, vitamin dan enzim, serta membahas tentang teknik analisa nutrisi bahan pakan yang meliputi analisa proksimat dan teknik analisa nutrisi bahan pakan. Buku ini juga memaparkan teknik analisa pencernaan bahan pakan ruminansia yang meliputi valuasi kualitas pakan dan nilai cerna.

Ilmu Nutrisi Ternak merupakan seni menyeimbangkan antara konsumsi pakan dan pencernaan dengan kebutuhan ternak secara relative. Penemuan zat-zat makanan yang dibutuhkan oleh ternak akan memungkinkan penyusunan dan pemberian makanan kepada ternak akan menjadi lebih terarah dan efisien.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
SINOPSIS.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Capaian Pembelajaran.....	1
1.2. Sejarah Perkembangan Ilmu Nutrisi	2
1.3. Pengertian Ilmu nutrisi.....	3
1.4. Soal Latihan	4
1.5. Daftar Pustaka	4
II. ZAT-ZAT NUTRISI	5
2.1. Capaian Pembelajaran.....	5
2.2. Pembagian Zat Nutrisi	5
2.3 Fungsi Zat Nutrisi	6
2.4 Kebutuhan Zat-Zat Makanan	8
2.5. Soal Latihan	34
2.6. Daftar Pustaka	35
III. TEKNIK ANALISA NUTRISI BAHAN PAKAN	36
3.1. Capaian Pembelajaran.....	36
3.2. Analisa Nutrisi Bahan Pakan	36
3.3. Teknik Analisa Nutrisi Bahan Pakan	37
3.4. Soal Latihan	38
3.5. Daftar Pustaka	39
IV. TEKNIK ANALISA KECERNAAN BAHAN PAKAN PADA RUMINANSIA	44
4.1. Capaian Pembelajaran.....	44
4.2. Sejarah Perkembangan Ilmu Nutrisi	44
4.3. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Daya Cerna.....	45
4.4. Teknik Analisa Kecernaan Bahan Pakan.....	48
4.5. Kepentingan Angka Daya Cerna	49
4.5. Soal Latihan	49
4.5. Daftar Pustaka	49

V. METABOLISME ZAT NUTRISI.....	51
5.1. Capaian Pembelajaran.....	51
5.2. Pengertian Metabolisme	51
5.3. Metabolisme Protein.....	61
5.4. Metabolisme Energi.....	69
5.5. Metabolisme Mineral	76
5.6. Metabolisme Vitamin	81
5.7. Soal Latihan	86
5.8. Daftar Pustaka	87

DAFTAR GAMBAR

Gambar No		Halaman
1	Diagram analisis proksimat.....	38
2	Gambar peralatan analisis proksimat.....	41

I. PENDAHULUAN

1.1 Capaian Pembelajaran

Setelah mengikuti perkuliahan ini diharapkan:

1. Mahasiswa mampu memahami ilmu nutrisi ternak dan sejarah Nutrisi Ternak Dasar.
2. Mahasiswa mampu mengaplikasikan prinsip-prinsip Ilmu Nutrisi Ternak untuk memecahkan masalah-masalah nutrisi dan makanan ternak dalam rangka meningkatkan produktivitas ternak

1.2 Sejarah Perkembangan Ilmu Nutrisi

Crampton (1959) mengemukakan bahwa nutrisi pada mulanya hanyalah sebuah seni, yaitu suatu pemikiran yang berdasarkan naluri, kebiasaan. Naluri disini mengacu pada atribut-atribut keturunan yang berbeda dengan kebiasaan yang nantinya akan bereaksi dengan lingkungannya dengan cara tertentu tanpa didasari pengetahuan.

Perkembangan ilmu nutrisi sejajar dengan perkembangan ilmu pengetahuan alam. Pada abad ke-19 telah dikenal ilmu makanan klasik sederhana yang mengutarakan bahwa semua bahan makanan dapat dikembalikan menjadi 4 bagian dasar yaitu protein, lemak, karbohidrat dan zat-zat mineral. Beberapa abad sebelumnya berbagai pengamatan menyarankan bahwa zat-zat organik lainnya adalah esensial terhadap pengendalian kesehatan yang baik

Periode baru dari ilmu nutrisi telah dirintis oleh ahli kimia berkebangsaan Perancis A.L. Lavoisier pada tahun 1770- an. Lavoisier adalah orang pertama yang mengetahui bahwa panas tubuh hewan berasal dari oksidasi zat-zat tubuh. Ia membandingkan panas hewan dengan panas lilin. Ia menemukan bahwa pembakaran adalah suatu oksidasi dan

memperlihatkan bahwa pernafasan dalam tubuh merupakan kombinasi dari karbon dan hydrogen dengan oksigen dari udara yang diserap dan tergantung pada jumlah makanan yang dikonsumsi serta pekerjaan yang dilakukan. Bersama-sama Laplace ia merancang alat kalorimeter dan dengan alat tersebut ia mendemonstrasikan bahwa pernafasan adalah sumber esensial dari panas tubuh. Bentuk umum alat yang digunakan Lavoisier dalam penelitiannya telah dipaparkan oleh Madame Lavoisier, tetapi metode penelitiannya tidak diketahui karena Lavoisier telah dijatuhi hukuman mati pada tanggal 8 Mei 1794 oleh Paris Commune. Semenjak itu ilmu pengetahuan tentang nutrisi mengalami kemunduran.

Lavoisier telah memberikan dasar bahwa ilmu kimia merupakan alat penting dalam penelitian ilmu nutrisi. Meskipun banyak pengetahuan saat ini diperoleh langsung dari masalah-masalah makanan dan kesehatan manusia serta hewan, namun penemuan-penemuan penting lebih banyak berasal dari pengetahuan-pengetahuan dasar dari bekerjanya alat-alat tubuh hewan, termasuk perubahan-perubahan faalnya .

Babcock, seorang ahli ilmu kimia mengetahui bahwa bila sapi-sapi diberi makanan dengan dikombinasikan dari berbagai macam makanan berasal dari sumber yang berlainan, maka orang tidak dapat mengetahui sampai sejauh mana setiap sumber bernilai bagi tubuh hewan. Babcock dengan rekan-rekannya melakukan percobaan dengan menggunakan sapi dara yang berumur lima bulan. Dalam percobaan ini empat ekor sapi dara diberi ransum berupa tumbuh-tumbuhan wheat, empat ekor lagi diberi tumbuh-tumbuhan oat dan empat ekor lainnya diberi jagung. Selain itu empat ekor berikutnya diberi ransum dengan mencampurkan ketiga jenis bahan pakan tadi. Selama penelitian berlangsung terdapat perbedaan yang mencolok antara ternak-ternak yang diberi jagung dengan yang diberi wheat. Pada akhir tahun terdapat penambahan bobot badan yang sama, tetapi pada ternak yang diberi jagung mempunyai bulu mengkilat

dan kondisi badan yang baik. Pada ternak yang diberi jagung memiliki keturunan yang sehat sedangkan pada ternak yang diberi wheat keturunannya mati sesaat setelah dilahirkan.

Percobaan-percobaan tersebut menjelaskan bahwa ada perbedaan-perbedaan yang terlihat dalam nilai nutrisi yang tidak dapat diketahui secara ilmu kimia pada waktu itu dan ilmu pengetahuan pada waktu itu untuk menyusun ransum adalah belum sempurna. Kemajuan yang pesat telah terjadi pada tahun-tahun terakhir ini dalam menentukan kebutuhan zat-zat makanan beserta jumlah dan mutunya bagi hewan. Sehingga atas kerjasama dari beberapa ahli ilmu pengetahuan, telah ditemukan atau diketahui 25 macam karbohidrat, 15 jenis lemak, 20 jenis asam amino, 18 unsur hara dan 16 jenis vitamin seperti yang kita kenal sekarang.

1.3. Pengertian Ilmu nutrisi

Ilmu nutrisi atau nutrisi adalah serangkaian proses dimana suatu organisme mulai mengambil dan mengasimilasikan pangan untuk keperluan pertumbuhan sel-sel tubuhnya dan mengganti sel yang telah rusak dan mati. Termasuk dalam ilmu makanan adalah reaksi-reaksi kimiawi dan fisiologik yang merubah zat-zat makanan dalam makanan menjadi jaringan tubuh. Oleh karena itu, perlu diketahui komposisi tubuh hewan pada fase-fase pertumbuhannya dan menghubungkannya dengan komposisi zat makanannya.

Bahan makanan / pakan ternak adalah bahan yang dapat dimakan, dicerna dan digunakan oleh hewan. Secara umum dapat dikatakan bahwa pakan ternak adalah bahan yang dapat dimakan. Rumput, hijauan kering (hay), bekatul dan produk lain adalah bahan makanan ternak, tetapi tidak semua komponen dalam pakan ternak tersebut dapat dicerna oleh ternak. Bahan makanan mengandung zat makanan. Komponen yang terkandung dalam bahan makanan disebut zat makanan atau zat nutrisi.

Nutrisi juga dapat artikan sebagai sesuatu yang mempengaruhi adanya proses perubahan pada setiap makanan yang masuk dalam tubuh yang dapat mempertahankan tubuh tetap sehat. Para ahli yang mempelajari tentang Nutrisi disebut sebagai Ilmu Nutrisi. **Pengertian Ilmu Nutrisi** adalah ilmu yang zat-zat nutrisi yang ada pada makanan dan penggunaannya dalam tubuh yang meliputi masukan, pencernaan, penyerapan, pengangkutan (transpor), metabolisme, interaksi, dan penyimpanan serta pengeluaran, semua hal ini merupakan proses zat nutrisi pada tubuh.

Zat Nutrisi juga berarti zat pada makanan yang dibutuhkan oleh organisme untuk pertumbuhan dan perkembangan yang dimanfaatkan secara langsung oleh tubuh yang meliputi protein, vitamin, mineral, lemak dan air. Zat nutrisi diperoleh dari makanan yang didapatkan dalam bentuk sari makanan dari hasil perombakan pada sistem pencernaan. Zat nutrisi dibagi menjadi dua yaitu zat nutrisi organik dan zat nutrisi anorganik. Zat - zat nutrisi organik seperti lemak, vitamin, karbohidrat, dan protein. Sedangkan zat nutrisi anorganik adalah terdiri dari air dan mineral.

1.3. Soal Latihan

1. Jelaskan peranan ilmu nutrisi dan pengembangan ternak dan peningkatan produksi ternak
2. Jelaskan penggolongan ternak berdasarkan ilmu nutrisi
3. Jelaskan keistimewaan masing-masing golongan ternak berdasarkan penggolongan dalam ilmu nutrisi

1.4. Sumber Pustaka

- Sjofjan, O., Natsir, M. H., & Djunaidi, I. H. (2019). *Ilmu Nutrisi Ternak Non Ruminansia*. Universitas Brawijaya Press.
- Soetanto, H. (2019). *Pengantar ilmu nutrisi ruminansia*. Universitas Brawijaya Press.

- Widodo, E., Natsir, M. H., & Sjojfan, O. (2019). *Aditif Pakan Unggas Pengganti Antibiotik: Respons terhadap Larangan Antibiotik Pemerintah Indonesia*. Universitas Brawijaya Press.
- Widodo, E. (2018). *Ilmu Nutrisi Unggas*. Universitas Brawijaya Press.

II. ZAT-ZAT NUTRISI

2.1 Capaian Pembelajaran

Setelah mengikuti perkuliahan ini diharapkan mahasiswa mampu:

1. Menjelaskan tentang zat-zat nutrisi pakan ternak potong
2. Mengetahui fungsi dan kebutuhan zat-zat makanan pada ternak potong

2.2. Pembagian Zat Nutrisi

A. Berdasarkan Sumbernya

- Nabati adalah sumber zat nutrisi yang berasal dari tumbuh-tumbuhan
- Hewani adalah zat nutrisi yang berasal dari hewan

B. Berdasarkan Jumlahnya

- Zat Nutrisi Makro atau Makronutrisi : Pengertian makronutrisi adalah zat nutrisi atau nutrisi yang diperlukan tubuh dalam jumlah yang besar dengan satuan gram. Yang termasuk zat nutrisi makro atau makronutrisi adalah protein, karbohidrat, dan lemak.
- Zat Nutrisi Mikro atau Mikronutrisi : Pengertian mikronutrisi adalah zat nutrisi atau nutrisi yang diperlukan tubuh dalam jumlah yang sedikit atau kecil. yang termasuk zat nutrisi mikro adalah air, vitamin dan mineral.

C. Berdasarkan Fungsinya

- Sumber Energi Bagi Tubuh : maksud dari sumber energi bagi tubuh atau tenaga bagi tubuh digolongkan pada jenis nutrisi seperti lemak, protein dan karbohidrat.

- Pembangun dan Penjaga Tubuh : maksud dari pembangun dan penjaga tubuh digolongkan pada jenis nutrisi seperti mineral, protein, vitamin dan lemak.
- Pengatur Kerja dalam Tubuh : maksud dari pengatur kerja dalam tubuh ialah untuk mengatur proses metabolisme yang ada dalam tubuh yang digolongkan pada jenis nutrisi seperti air, lemak, protein dan mineral

2.3 Fungsi Zat Nutrisi- Zat Nutrisi atau nutrisi memiliki fungsi bagi tubuh kita. Fungsi zat nutrisi adalah sebagai berikut.

- Sebagai sumber energi
- Memperbaiki sel-sel rusak
- Sebagai sumber pertumbuhan dan perkembangan
- Mempertahankan fungsi pada organ tubuh
- Menjaga keseimbangan pada metabolisme
- Pengatur dan pendukung dari proses metabolisme
- Membentuk sel-sel pada jaringan tubuh

Zat Nutrisi Pakan Ternak Potong

Pakan ternak potong merupakan ternak ruminansia yang memerlukan pakan terdiri dari tanaman, hasil tanaman dan yang berasal dari hewan. Namun sebagian besar pakan ruminansia berasal dari tanaman dan hasil ikutan tanaman.

Tanaman mengandung zat-zat makanan yang serupa yang terdapat dalam tubuh hewan, namun jumlah dan proporsinya sangatlah berbeda. Bila hewan mengandung sedikit saja karbohidrat, maka pada tanaman terutama mengandung karbohidrat pada seluruh bagiannya yang berfungsi sebagai struktur dan cadangan. Sedangkan pada hewan, protein adalah zat penyusun struktur jaringan lunak dan lemak sebagai cadangan.

Protein tanaman berhubungan erat dengan aktivitas jaringan, sehingga daun mengandung lebih banyak protein dibandingkan dengan batang. Bila tanaman masak, maka kadar protein berkurang karena ratio daun dan batang berkurang. Biji tanaman mengandung banyak protein dibandingkan bagian tanaman lainnya. Pada tanaman yang telah tua maka kadar proteinnya mulai berkurang .

Daun lebih banyak lemaknya dibandingkan dengan batang. biji paling banyak lemaknya. Misalnya kedele, kapas, kelapa, palm dan lainnya. Namun karena hasil utamanya telah diambil oleh manusia, maka biji-bijian tersebut mengandung protein dibandingkan kandungan asalnya.

Pada biji, karbohidrat terutama dalam bentuk pati, yang menjadi cadangan energi, sedangkan pada batang dan sedikit daunnya berfungsi sebagai komponen penyangga yang lebih banyak memiliki selulosa. Ahli kimia nutrisi telah memisahkan bagian karbohidrat menjadi serat kasar dan bahan ekstrak tanpa nitrogen. Serat kasar mengandung selulosa dan senyawa lainnya yang sulit untuk dicerna dibandingkan dengan bahan ekstrak tanpa nitrogen berupa pati. Contoh pakan ternak yang mengandung selulosa adalah yang berasal dari hijauan diantaranya, hijauan segar, hay, silase dan jerami. Pakan ternak yang mudah dicerna berupa konsentrat yaitu dari biji-bijian, hasil sisa penggilingan.

Kadar mineral atau abu dalam tanaman berbeda tergantung jenis tanamannya. Tanaman legume kaya akan kalsium. Daun mengandung kalsium lebih banyak dibandingkan pada bagian batang, sebaliknya biji mengandung kalsium lebih sedikit. Kecuali pada biji-bijian yang mengandung minyak , memiliki kandungan kalsium lebih banyak dibandingkan dengan biji-bijian lainnya.

Kandungan phosphor lebih banyak terdapat pada biji dibandingkan bagian tanaman lainnya. Daun memiliki kadar phosphor lebih banyak dibandingkan batang.

Beberapa pakan ternak yang berasal dari sisa hasil pengolahan pertanian, hasil utamanya digunakan untuk kepentingan manusia dan industri. Bekatul dan pollards gandum adalah hasil penggilingan gandum untuk tepung, sedangkan bekatul padi dan dedak padi berasal dari penggilingan padi. Pada biji padi, kulit padi mengandung 20% silica atau lebih yang tidak bisa dicerna sehingga tidak berguna sebagai makanan ternak. Data menunjukkan bahwa, bila dedak padi mengandung banyak kulit, maka kadar proteinnya berkurang dan serat kasarnya bertambah. Umumnya selaput biji mengandung kadar protein, mineral, serat kasar dan vitamin lebih banyak dibandingkan biji keseluruhan.

2.4 KEBUTUHAN ZAT-ZAT NUTRISI

A. Protein

Protein disusun oleh unsur-unsur: Carbon, hydrogen, Oksigen dan Nitrogen, kadang mengandung Sulfur dan Pospor. Protein rata-rata mengandung Nitrogen 16%, maka faktor $100\% / 16\%$, dapat digunakan untuk mengetahui kandungan protein kasar dari suatu bahan atau ransum. Protein merupakan polimer dari 20 asam amino atau lebih. Tiap-tiap asam amino mempunyai fungsi khusus dalam metabolisme. Asam amino sebagai zat nutrisi dibutuhkan oleh tubuh. Bila asam amino yang termakan berlebih dan melebihi kebutuhan maka akan dideaminasi dan sisa non nitrogennya dapat digunakan sebagai cadangan energi. Secara umum protein dibutuhkan ternak untuk kebutuhan hidup pokok dan produksi. Kualitas protein sangat menentukan besar kecilnya kebutuhan protein.

Nilai protein sangat berhubungan dengan kandungan asam-asam amino esensial dari bahan atau ransum yang digunakan. Makin banyak macam dan jumlah asam amino essensialnya, maka makin tinggi nilai dari protein tersebut dan makin sedikit protein yang diperlukan. Dan

sebaliknya makin sedikit macam dan jumlah asam amino esensialnya , maka kebutuhan proteinnya akan lebih banyak. Kekurangan atau defisiensi protein pada ternak akan terjadi apabila ternak mendapatkan ransum yang kaya akan sumber energi, sebab bahan yang kaya akan sumber energi biasanya memiliki kandungan protein yang rendah.

Klasifikasi Protein

Klasifikasi protein berdasarkan nilai nutrisinya, protein yang disusun oleh asam-asam amino dikelompokkan menjadi:

1. Protein sempurna, yaitu protein yang mengandung asam amino esensial lengkap baik macam maupun jumlahnya, sehingga menjamin pertumbuhan dan mempertahankan jaringan yang ada. Umumnya protein hewani merupakan protein yang sempurna. Contoh casein pada susu dan albumin pada putih telur
2. Protein tidak sempurna , yaitu protein yang tidak mengandung atau sangat sedikit asam amino esensialnya. Protein ini tidak dapat menjamin pertumbuhan dan mempertahankan jaringan yang sudah ada. Contoh zein pada jagung.
3. Protein kurang sempurna, yaitu protein yang mengandung asam amino yang lengkap tetapi beberapa diantaranya jumlahnya relative sedikit. Protein ini tidak dapat menjamin pertumbuhan dan mempertahankan kehidupan jaringan yang ada. Contohnya prolamine pada gandum hitam

Klasifikasi protein berdasarkan susunan molekulnya, protein dikelompokkan menjadi tiga bagian:

1. Protein berbentuk serabut (fibrosa)

Yaitu protein yang berbentuk serabut. Protein ini tidak larut dalam pelarut encer, baik dalam larutan garam, asam, basa atau alcohol dan tahan terhadap pemecahan oleh enzyme proteolitik. Protein ini berguna

untuk membentuk bahan dan jaringan, sehingga disebut skeleton protein. Contoh: collagen, keratin, elastin.

2. Protein berbentuk Bola (globular)

Yaitu protein yang berbentuk bola. Protein ini larut dalam larutan garam dan asam encer, juga lebih mudah berubah oleh pengaruh suhu, konsentrasi garam, pelarut asam dan basa dibandingkan protein fibrosa. Protein ini mudah terdenaturasi. Bagian dari protein ini adalah enzyme, antigen dan hormone. Contoh; albumin telur, globulin, glutelin, histone, protamin.

3. Protein Konyugasi (protein kompleks)

Merupakan protein sederhana berkombinasi dengan beberapa substansi yang bukan protein atau asam amino. Contoh; lipoprotein, nucleoprotein, glikoprotein, pospoprotein.

Efek supplementary protein (saling melengkapi satu sama lain)

Bukan tak mungkin untuk mendapatkan suatu protein ransum yang sempurna yaitu dengan menambahkan bahan lain yang lebih lengkap asam aminonya, atau dengan menambahkan protein hewani pada ransum dengan protein tidak sempurna. Sebagai contoh: suatu campuran ransum terdiri dari jagung yang kaya asam amino sistin dan miskin asam amino lysine, tryptophan dengan kedele yang kaya lysine dan tryptophan dan miskin sistin, tapi campuran kedua ini masih kurang asam amino methionin. Dengan penambahan tepung ikan akan menjadikan ransum ini mengandung semua asam amino esensial.

Fungsi Protein

Protein memungkinkan terlaksananya berbagai fungsi yang beragam dalam tubuh. Fungsi protein sebagai berikut:

1. Membangun dan memelihara protein jaringan dan organ tubuh
2. Menyediakan asam amino makanan
3. Menyediakan energi dalam tubuh

4. Menyediakan sumber lemak tubuh
5. Menyediakan sumber gula darah dan sumber glikogen darah
6. Menyediakan sumber-sumber enzim tubuh, sumber hormon tubuh dan sumber antibody tubuh.
7. Sumber protein, wol, tanduk, bulu dan kuku

Secara garis besar fungsi protein:

1. Protein sebagai zat pembangun

Dalam hal ini protein merupakan zat pembangun jaringan baru. Pertumbuhan jaringan baru terjadi secara besar pada saat ternak bunting dimana terjadi pertumbuhan foetus dan pada saat pertumbuhan cepat / optimal. Untuk mengganti jaringan rusak, terutama pada saat sakit sehingga banyak jaringan rusak yang kemudian perlu pembentukan jaringan baru.

2. Protein sebagai zat pengatur

Protein mengatur berbagai proses tubuh, langsung atau tidak langsung. Protein sebagai zat pengatur proses metabolisme dalam tubuh. Protein bergabung dengan mineral dan vitamin membentuk enzyme. Enzyme akan mempercepat reaksi dalam tubuh. Protein berperan dalam pertahanan tubuh / imunisasi. Pertahanan tubuh biasanya dalam bentuk antibody, yaitu protein khusus yang dapat mengenali dan mengikat benda asing yang masuk ke dalam tubuh seperti virus, bakteri dan lainnya.

3. Protein sebagai bahan bakar

Bila kebutuhan ternak akan energi tidak terpenuhi oleh karbohidrat dan lemak, maka protein akan dibakar untuk menghasilkan energi, dalam hal ini kebutuhan ternak akan energi lebih diutamakan, sehingga protein

tidak dapat dipakai untuk pembentukan jaringan. Protein dapat menyediakan energi 4 kal/gram, tapi menjadikan protein sebagai bahan bakar akan merugikan, karena secara ekonomis bahan makanan sumber protein lebih mahal dari bahan sumber karbohidrat atau lemak.

Senyawa Non Protein Nitrogen (NPN)

Dalam analisis bahan makanan ada istilah protein kasar, protein murni, dan non protein nitrogen. Protein kasar merupakan protein yang mengandung kedua senyawa yaitu protein dan NPN. Protein murni hanya ditemukan nitrogen yang terikat dalam ikatan-ikatan peptide untuk membentuk protein. Non protein nitrogen merupakan senyawa dimana nitrogennya berasal dari senyawa bukan protein, seperti asam amino, nitrogen, amida-amida, amina-amina, nitrat, alkaloid dan purin-purin serta vitamin dan asam-asam nukleat.

Hijauan makanan ternak yang masih muda mengandung nitrogen yang tinggi dalam bentuk senyawa non protein nitrogen, dan proporsi N dalam protein bertambah dengan bertambahnya umur dari tanaman, sedangkan biji-bijian mengandung nitrogen dan protein murni.

Urea, adalah hasil akhir metabolisme N pada ternak mamalia dan akan dieksresikan melalui urine. Urea juga terdapat dalam tanaman dan dalam bentuk sintetiknyanya adalah suatu sumber NPN yang utama dan penting untuk makanan ternak ruminansia.

Asam urat, merupakan hasil akhir metabolisme N pada ternak unggas atau hasil akhir metabolisme purin pada mamalia, dan akan dieksresikan melalui ekskreta pada unggas atau melalui urine pada ternak ruminansia.

Protein lebih banyak dibutuhkan oleh sapi-sapi muda yang sedang dalam pertumbuhan dari pada sapi dewasa. karena protein tidak bisa dibentuk oleh tubuh, maka harus diberikan dalam makanan yang cukup mengandung protein.

Sumber Protein :Hijauan dari jenis leguminosa: centrosema pubescens, daun turi, lamtoro dan lain-lain. Makanan tambahan, berupa makanan penguat: bungkil kelapa, bungkil kacang tanah,tepung darah, tepung ikan dan tepung daging.

Protein yang berasal dari hewan lebih baik, sebab mengandung asam amino essensial dan nutrisi yang lebih tinggi. Bahan makanan yang memiliki kadar protein yang tinggi mutunya ialah yang paling mendekati susunan protein tubuh.

Bagi ternak ruminansia, termasuk sapi, tidak membutuhkan protein yang bermutu tinggi di dalam makanannya, sebab di dalam rumen dan usus yang panjang telah banyak terjadi pengolahan oleh jasad renik. Namun, yang perlu diperhatikan ialah bahwa untuk membangun kembali protein yang telah usang dan terurai, maka protein dengan asam-asam aminonya harus di tingkatkan pula. Oleh karena itu jika sapi terpaksa hanya diberi makanan dari jerami, khususnya sapi penggemukan, maka untuk menutup kekurangan unsur-unsur yang tidak terdapat di dalam jerami tersebut harus diberi pakan tambahan yang banyak mengandung protein, lemak dan karbohidrat. Sebab jerami terlalu banyak mengandung serat kasar yang sulit dicerna, sedangkan unsur-unsur protein, lemak dan karbohidrat yang terkandung di dalamnya sangat sedikit.

B. Lemak

Lipida atau lipid didefinisikan sebagai senyawa organik yang terdapat di alam, tidak larut dalam air tetapi larut dalam pelarut organik (non polar) seperti hexane, benzene, kloroform, eter dan potreleum eter.

Lemak dan minyak adalah bagian paling banyak dari lipid dan salah satu sumber makanan penting disamping karbohidrat dan protein. Di dalam tubuh hewan lipid berfungsi sebagai komponen structural membrane sel,

sebagai bentuk penyimpan energi, sebagai bahan bakar metabolic dan agen pengemulsi. Fungsi lain dari lipid adalah sebagai vitamin.

Istilah ekstrak eter dipakai untuk senyawa yang diperoleh dari ekstraksi bahan makanan dengan menggunakan pelarut lemak, yang biasanya adalah dengan eter. Ekstrak eter dalam bahan makanan ternak berasal dari hewan biasanya terdiri dari gliserol dan tiga asam lemak, yang biasa disebut lemak. Namun, bahan makanan ternak yang berasal dari tanaman, sterol, lilin dan berbagai produk seperti vitamin A, Vitamin D, karotin seringkali menyusun sampai lebih dari 50% lemak makanan. Dalam senyawa non gliseride hanya mengandung sedikit energi atau energi yang tak dapat digunakan.

Beberapa bahan makanan ternak yang terdapat di Indonesia dapat mengandung 10% atau lebih ekstrak eter, seperti dedak padi. Lemak pada dedak padi tidak stabil, karena pengaruh pada penyimpanannya akan menyebabkan tengik dan dapat mengurangi kesukaan ternak, juga hilangnya vitamin E dan teroksidasinya asam lemak sehingga asam lemaknya rusak.

Klasifikasi Lipid

Klasifikasi lipid yang penting dalam ilmu nutrisi menurut komposisi kimia dapat dilakukan sebagai berikut:

A. Lipid sederhana

1. Lemak netral

Monogliserida, digliserida dan trigliserida (ester asam lemak dengan gliserol)

2. Ester asam lemak dengan alcohol berzat molekul tinggi

Yaitu Ester sterol, ester nonsterol, ester vitamin A dan ester vitamin D

B. Lipid majemuk

1. Fosfolipid

2. Lipoprotein
- C. Lipid turunan
 1. asam lemak
 2. sterol
 3. lain-lain
 - a. karotenoid dan vitamin A
 - b. vitamin E
 - c. Vitamin K

asam lemak merupakan asam organik yang terdiri atas rantai hidrokarbon lurus yang pada satu ujung mempunyai gugus karboksil (COOH) dan pada ujung lain gugus metil (CH₃). Asam lemak dibedakan menurut jumlah karbon yang dikandungnya, yaitu asam lemak rantai pendek (6 karbon atau kurang), rantai sedang (8 sampai 12 karbon), rantai panjang (14-18 karbon). Berdasarkan tingkat kejenuhannya, lemak dibagi atas lemak jenuh dan lemak tidak jenuh. Asam lemak jenuh terdiri atas rantai karbon yang mengikat semua hydrogen yang dapat diikat. Asam lemak tidak jenuh adalah asam lemak yang mengandung satu atau lebih ikatan rangkap. Asam lemak tidak jenuh tunggal mengandung satu atau lebih ikatan rangkap. Lemak hewani terutama mengandung asam lemak jenuh rantai panjang yaitu asam palmitat (C₁₆) dan asam stearat (C₁₈). Minyak nabati pada umumnya sebagian besar mengandung asam palmitat, asam stearat, asam oleat dan asam linoleat, kecuali minyak kelapa dan kelapa sawit yang banyak mengandung asam lemak jenuh rantai sedang (C₈-C₁₄).

Asam Lemak Esensial

Asam lemak yang tidak dapat disintesis oleh tubuh, padahal tubuh sangat membutuhkannya. Asam lemak linoleat dan linolenat merupakan asam lemak esensial, karena sangat dibutuhkan pertumbuhan dan fungsi normal semua jaringan. Kekurangan asam lemak esensial pada tikus

percobaan menimbulkan gejala, kulit mengalami dermatitis dan aksin, pertumbuhan terhambat, reproduksi terganggu, degenerasi atau kerusakan pada banyak organ tubuh dan kerentanan terhadap infeksi meningkat.

Fungsi asam lemak dan trigliserida

Trigliserida adalah bentuk lemak yang paling efisien dalam menyimpan kalor yang berguna untuk proses-proses metabolisme di dalam tubuh. Trigliserida bisa mencapai 99% dari volume sel lemak. Lemak dan minyak (trigliserida) merupakan sumber energi paling besar yaitu menghasilkan 9 kkal untuk tiap gramnya. Energi yang dihasilkan ini dua setengah kali lebih besar dari energi yang dihasilkan dari satu gram karbohidrat dan protein. Selain digunakan sebagai sumber energi trigliserida juga dapat dikonversi menjadi kolesterol, fosfolipid dan bentuk lipid lainnya. Sebagai jaringan lemak, trigliserida juga mempunyai fungsi fisik sebagai bantalan tulang dan organ-organ vital, yang melindungi organ tersebut dari guncangan atau rusak seperti jantung, ginjal, kelenjer air susu. Lemak di bawah kulit (lemak subkutan) juga berfungsi sebagai insulator dari panas maupun dingin.

Fungsi lain dari lemak diantaranya: sebagai sumber asam lemak esensial, sebagai sumber asam lemak esensial, sebagai alat angkut vitamin larut lemak (vitamin A, D, E, K), sebagai pelumas dan untuk memelihara suhu tubuh. Lemak juga memperlambat sekresi asam lambung dan memperlambat pengosongan lambung sehingga lemak memberi rasa kenyang lebih lama. Adanya lemak pada bahan makanan memberikan tekstur yang lembut dan lebih disukai serta memberikan rasa lezat dan aroma tertentu dari bahan makanan tersebut.

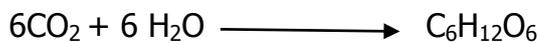
Lemak berfungsi sebagai sumber energi (tenaga). Pembawa vitamin yang larut dalam lemak seperti Vitamin A, D, E dan vitamin K.

Lemak dari bahan makanan dapat diubah menjadi pati dan gula, yang bisa digunakan sebagai sumber tenaga, atau disimpan di dalam jaringan sel-sel sebagai lemak cadangan. Banyaknya lemak dalam tubuh berbeda-beda. Biasanya lemak-lemak tersebut dibentuk dari karbohidrat dan lemak makanan yang tidak langsung digunakan. Dan setiap kelebihan lemak disimpan di bawah kulit sebagai cadangan. Setiap jenis ternak memiliki alat atau tempat khusus untuk menyimpan lemak, misalnya sapi pada ponoknya, domba pada ekornya dan lain sebagainya. Di samping itu kelebihan lemak disimpan di sekitar buah pinggang, selaput penggantung usus dan di antara otot-otot.

Tubuh hewan terdiri dari tiga jaringan, yakni tulang, otot dan lemak. Di antara ketiga jaringan tersebut lemaklah yang terbentuk paling akhir. Pada ternak sapi potong yang digemukkan seperti sapi kereman misalnya, lemak itu menyelubungi serabut otot-otot sehingga otot atau daging menjadi lebih lembut. Lemak pada tubuh binatang mempunyai sifat yang berbeda-beda. Hal ini sangat tergantung dari jenis, umur, mutu makanan, aktivitas dan kesehatan hewan tersebut. Oleh karena itu sapi yang dipotong pada usia lanjut dagingnya akan liat, apalagi bila sapi tersebut intensitas kerjanya terlalu tinggi dan makanan tidak memenuhi syarat. Hewan ternak yang hanya memperoleh hijauan dari rumput melulu akan sangat rendah mencerna lemak, sebab rumput hanya mengandung 1% lemak kasar. Ransum ternak yang banyak mengandung sumber lemak adalah: bungkil kacang tanah, bungkil kelapa dan bungkil kacang kedelai.

C. Karbohidrat

Karbohidrat merupakan komponen utama dari jaringan tanaman, sekitar 70% dari bahan kering tanaman makanan ternak dan lebih kurang dari 85% dari bahan kering biji-bijian. Karbohidrat adalah zat organik yang mengandung zat karbon (C), hydrogen (H) dan oksigen (O) dalam perbandingan yang berbeda-beda. Karbohidrat ini disintesis oleh klorophyll dalam tanaman dengan menggunakan energi matahari, karbon dioksida dan air mengeluarkan oksigen.



Karbohidrat dalam tubuh ternak terdiri dari glukosa dan glikogen, tetapi jumlahnya sangat sedikit, berkisar 1% dari bobot badan.

Analisis proksimat membagi karbohidrat menjadi dua komponen yaitu serat kasar dan BETN. Karbohidrat terbagi atas zat gula sederhana atau monosakarida yang mempunyai 1 molekul glukosa terdiri atas lima atom karbon (pentose $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$), enam atom karbon (heksosa $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$). Disakarida mempunyai 2 molekul glukosa, oligosakarida mempunyai 3 sampai 10 molekul glukosa. Sedang zat gula yang kompleks atau polisakarida terdiri atas polimer dari monosakaride atau lebih dari 10 glukosa. Polimer dari pentose mempunyai formula $(\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_4)_n$ dan polimer untuk heksosa adalah $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$. n adalah jumlah unit.

Klasifikasi karbohidrat secara rinci adalah sebagai berikut:

- A. monosakarida (gula sederhana) yang terdiri atas Pentosa ($\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$) dan heksosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$). Contoh heksosa adalah glukosa, fruktosa, galaktosa dan manosa
- B. Disakarida terdiri atas 2 molekul gula ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$)
Diantaranya adalah sukrosa, maltose, laktosa dan sellubiosa
- C. Trisakarida ($\text{C}_{18}\text{H}_{32}\text{O}_{16}$)

Raffinosa yang mengandung molekul glukosa, fruktosa dan galaktosa.

D. Polisakarida, terbagi menjadi 3 bagian yaitu:

Pentosan, Heksosan dan hemiselulosa, pektin

Karbohidrat pada pakan ternak merupakan karbohidrat yang tergolong polisakarida. Pada analisis bahan makanan (analisis proksimat) karbohidrat pada pakan dibagi atas dua bagian yaitu BETN (Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen) dan serat kasar. BETN merupakan karbohidrat yang mudah dicerna oleh enzim saluran pencernaan ternak, sedangkan serat kasar terdiri dari komponen selulosa dan hemiselulosa yang sulit untuk dicerna.

BETN berisi zat-zat monosakarida, disakarida, trisakarida dan polisakarida terutama pati dan kesemuanya mudah larut dalam larutan asam dan basa dalam analisis serat kasar dan mempunyai daya cerna yang tinggi. Zat tersebut karena mempunyai kandungan energi yang tinggi, maka disebut sebagai pakan sumber energi.

Monosakarida

Adalah gula-gula sederhana yang mengandung lima atau enam karbon dalam molekulnya. Zat tersebut dalam larut air. Bagian dari monosakarida adalah :

1. Glukosa, terdapat pada tumbuh-tumbuhan, buah masak, madu, jagung manis. Glukosa merupakan hasil akhir utama dalam pencernaan karbohidrat.
2. Galaktosa, adalah suatu aldoheksosa yang terdapat dalam gula susu dalam kombinasi dengan glukosa. Berbagai galaktosa yaitu galaktosida terdapat dalam otak dan jaringan syaraf
3. Mannosa, adalah suatu aldoheksosa terdapat dalam makanan, tapi tidak terdapat bebas dalam makanan, tetapi terikat dalam bentuk manosan. Banyak terdapat dalam ragi, cendawan dan bakteri.

4. Fruktosa, disebut juga gula buah-buahan dan ditemukan dalam bentuk bebas pada hajauan muda, buah-buahan dan madu.

Disakarida

Disakarida adalah karbohidrat yang mengandung dua molekul gula sederhana dengan formula $C_{12}H_{22}O_{11}$. Disakarida yang sangat penting adalah sukrosa, maltosa dan laktosa.

Sukrosa terdapat dalam ubi manis atau gula tebu dan tiap molekul mengandung satu molekul glukosa dan satu molekul fruktosa. Sukrosa rasanya sangat manis dan lazim digunakan untuk memaniskan bahan makanan.

Maltosa ditemukan dalam biji yang sedang tumbuh dan mengandung dua molekul glukosa.

Laktosa adalah gula yang terdapat dalam air susu. Zat ini terdiri dari satu molekul glukosa dan satu molekul galaktosa. Air susu sapi mengandung 4,6%-4,8% laktosa. Laktosa dapat mempertinggi keasaman dalam usus sehingga menguntungkan untuk perkembangan bakteri tertentu.

Sellubiosa, adalah unit penyusun selulosa yang bila dihidrolisa menghasilkan dua molekul glukosa

Trisakarida

Trisakarida terdiri dari tiga monosakarida. Rafinosa adalah suatu trisakarida yang terdapat dalam biji kapas dan terdiri dari glukosa, galaktosa dan fruktosa. Pada hidrolisis akan dihasilkan fruktosa dan disakarida melibiosa. Melibiosa akan dipecah menjadi glukosa dan galaktosa.

Polisakarida

Adalah zat yang memiliki banyak molekul gula sederhana, dengan formula umum $(C_6H_{10}O_5)_n$. Golongan utama dari polisakarida adalah pati, selulosa, glikogen dan lainnya. Bila dihidrolisis oleh asam dan enzim, polisakarida akan terurai akhirnya menjadi monosakarida.

Pati adalah polisakarida yang sangat penting dalam tumbuh-tumbuhan, dan merupakan zat yang penting dalam makanan ternak. Hampir semua biji-bijian kaya akan pati seperti jagung, gandum dan shorgum. Juga terdapat pada kentang dan umbi-umbian.

Pati adalah polisakarida dari heksose yang mudah dicerna dan merupakan sumber energi yang baik.

Selulosa dan Hemiselulosa

Selulosa adalah zat penyusun tanaman sebagai material struktur dinding sel tanaman. Pada tanaman terdapat hubungan antara selulosa, hemiselulosa dan lignin .

Selulosa merupakan bagian dari heksosa, namun selulosa sukar dicerna dan merupakan sumber energi yang rendah. Hemiselulosa mengandung pentosan dan heksosan yang kurang peka terhadap zat-zat kimia dibanding selulosa. Selulosa dan hemiselulosa merupakan komponen dari polisakarida yang kedua zat ini terdapat dalam dinding sel tanaman dan tidak dapat dicerna oleh hewan monogastrik. Sedangkan pada hewan ruminansia, karena pada organ pencernaannya terdapat jasad renik dan dibantu enzim-enzim, maka mampu mencerna selulosa dan hemiselulosa.

Lignin bukan termasuk pada kelompok karbohidrat, tetapi berada dalam tanaman bersama dengan selulosa dan hemiselulosa. Lignin merupakan bagian yang mengayu pada tanaman. Pada tanaman lignin bersama selulosa membentuk komponen yang disebut lignoselulosa. Pada tanaman muda kandungan lignin ini masih rendah, tetapi semakin tua umur tanaman maka semakin tinggi kadar ligninnya. Lignin sangat tahan

terhadap degradasi kimia, degradasi enzimatik, sehingga menyebabkan daya cernanya sangat rendah. Misalnya pada hay, jerami tua.

Fungsi karbohidrat

Fungsi utama Karbohidrat adalah sebagai sumber energi bagi ternak. Selain itu karbohidrat juga berfungsi sebagai pembakar lemak, memperkecil oksidasi protein menjadi energi, menambah cita rasa dan memelihara kesehatan dan fungsi alat pencernaan.

Karbohidrat berfungsi sebagai sumber energi (tenaga). pembentukan lemak di dalam tubuh, setelah karbohidrat dicerna, karbohidrat diserap oleh darah berupa glukosa dan langsung dioksidasikan untuk menghasilkan energi atau cadangan lemak tubuh. Termasuk karbohidrat ialah serat kasar, BETN (yakni bahan-bahan yang banyak mengandung pati dan gula). Jagung dan makanan butiran lainnya juga banyak mengandung karbohidrat. Namun, kebutuhan karbohidrat ini juga bisa dipenuhi oleh bahan hijauan, sehingga dalam hal kebutuhan karbohidrat ini ternak tidak banyak mengalami kesulitan.

D. Mineral

Komponen abu pada analisis proksimat tidak memberikan nilai makanan yang penting. Jumlah abu dalam bahan makanan hanya penting untuk menentukan perhitungan BETN. Kenyataannya kombinasi unsure-unsur mineral dalam bahan makanan berasal dari tanaman sangatlah bervariasi sehingga nilai abu tidak dapat dipakai sebagai indeks untuk menentukan jumlah unsure mineral tertentu atau kombinasi unsure-unsur yang penting. Pada bahan makanan yang berasal dari hewan, kadar abu berguna sebagai indeks untuk kadar kalsium dan fosfor. Dengan diketahui inya kadar abu, masih diperlukan analisis lebih lanjut untuk memisahkan 17 unsur penting lainnya.

Mineral adalah unsure yang dibutuhkan oleh semua makhluk hidup untuk proses kehidupan normal. Jaringan tubuh hewan dan tumbuh-tumbuhan mengandung mineral dengan jumlah yang berbeda-beda lebih kurang dari 22 elemen an organik dibutuhkan oleh ternak. Kebutuhan mineral dapat dibagi dalam 2 kelompok: makromolekul dan mikromolekul.

1. Makromolekul adalah Calcium (Ca), Phospor (P), Natrium (Na), Chlorida (Cl), Kalium (K), Magnesium (Mg), dan Sulfur (S)
2. Mikromolekul adalah Besi (Fe), Tembaga (Cu), Cobalt (Co), Yodium (I), Mangan (Mn), Seng (Zn), Molebdenum (Mo), Selenium (Se), Khronium (Cr), Flour (F), Nikel (Ni), Vanadium (Va), Timah (Sn), Silikon (Si), Brom (Br), Aluminium (Al), Nitrat (N).

Fungsi umum dari mineral:

1. Sebagai bahan pembentuk tulang dan gigi yang menyebabkan adanya jaringan keras dan kuat
2. Mempertahankan keadaan koloidal dari beberap senyawa dalam tubuh
3. Memelihara keseimbangan asam basa dalam tubuh. Beberapa mineral pembentuk basa (Na, K, Ca, Mg), dan bila unsure-unsur ini dominan dalam makanan pembentuk basa , sedangkan apabila mineral pembentuk asam (Cl, P,dan S) lebih banyak maka makanan bersifat asam. Di dalam tubuh terdapat system buffer untuk menahan kelebihan asam dan basa.
4. Sebagai activator enzim
5. Sebagai komponen dari suatu system enzim
6. Mineral mempunyai sifat yang karakteristik terhadap kepekaan otot dan saraf.

Unsur Makro

Kalsium (Ca)

Kira-kira 99% dari Ca disimpan dalam tulang dan gigi. Imbangan Ca dan P 2:1.

Fungsi Calsium

Unsure Ca diperlukan untuk pembentukan dan pemeliharaan tulang dan gigi, Ca diperlukan juga dalam pembekuan darah bersama vitamin K , diperlukan untuk mengaktifkan enzim tertentu misalnya lipase dari kelenjer pancreas .

Gejala defisiensi Calsium

Terjadi apabila persediaan Ca, P atau Vitamin D tidak mencukupi kebutuhan ternak.

1. Rakitis yaitu kelainan pada tulang dimana terjadi pembesaran persendiaan, kelumpuhan dan kekauan. Umumnya terjadi pada hewan muda
2. Osteomalasia, gangguan tulang pada hewan dewasa disebut juga pelunakan tulang ini disebabkan karena kekurangan mineral pada tulang yang dewasa, karena kadar Ca dalam makanan tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan hewan, terutama sebagai akibat produksi yang tinggi atau pengambilan mineral dari tulang pada umur tua
3. Milk fever terjadi pada sapi perah telah beranak. Sapi ini kadar Ca dalam serumnya rendah, kekejangan otot dan pada keadaan lebih lanjut terjadi kelumpuhan.

Sumber Ca

Susu, tepung ikan, kapur, kulit kerang, leguminosa.

Phospor (P)

Di dalam tubuh hewan fosfor lebih sedikit dari pada Ca, tetapi kedua unsure tersebut berhubungan erat satu sama lainnya. Fosfor adalah unsure yang paling penting diantara mineral dalam fungsinya untuk metabolisme.

Fungsi phosphor

Phosphor adalah mineral yang penting untuk metabolisme, sebagai bagian dari ATP dan ADP yang mempunyai peranan dalam proses-proses bioenergi, transduksi energi untuk aktivitas sel, berfungsi dalam metabolisme karbohidrat, merupakan bagian aktif dari koenzim beberapa vitamin B.

Gejala defisiensi

Defisiensi yang parah dari phosphor dalam ransum menyebabkan kehilangan nafsu makan, kelemahan dan kematian dalam waktu 10-12 hari. Defisiensi yang kurang parah menyebabkan rachitis dan gangguan dalam pertumbuhan.

Sumber Phospor

Air susu, biji-bijian, tepung ikan, daging dan produk tulang.

Magnesium

Magnesium ikut berperan sebagai ion prostetik dari bermacam-macam reaksi yang enzimatis. Magnesium berhubungan erat dengan Ca dan P dalam distribusi maupun dalam metabolismenya. Sekitar 70% dari Mg dalam tubuh terdapat dalam tulang dan sisanya tersebar dalam berbagai cairan tubuh dan jaringan lunak dan mempunyai fungsi yang penting.

Fungsi Mg

Mg diperlukan dalam oksidasi fosforilasi untuk pembentukan ATP sehingga penting untuk respirasi seluler. Mg diperlukan dalam semua sistem pemindahan fosfat, yaitu fosfat transferase, dan dalam beberapa jaringan ini berhubungan erat dengan ATP, ADP dan AMP. Mg merupakan pula activator untuk semua reaksi-reaksi enzim yang membutuhkan tiaminpirofosfat (TPP).

Gejala Defisiensi Mg

Pada sapi defisiensi magnesium menimbulkan gejala tetani. Defisiensi Mg juga dapat menekan daya rangsang dari urat syaraf.

Sumber Mg

Bekatul, dedak gandum dan kebanyakan makanan kosentrat dari tumbuh-tumbuhan. Juga pada leguminosa lebih banyak kandungan Mg dibandingkan rumput. Suplemen Mg yang paling umum digunakan adalah magnesium oksida. Pemberian dengan dosis 7-15 gram untuk pedet dan 7 gram untuk kambing dan domba untuk mencegah kekurangan magnesium.

Kalium

Kalium terdapat dalam jaringan tubuh dalam bentuk ion.

Fungsi Kalium K berfungsi dalam sel, yaitu mengatur tekanan osmosis dan keseimbangan asam basa. K berfungsi pula dalam kepekaan syaraf dan otot. Kalium bersama dengan natrium berfungsi pada metabolisme karbohidrat. Kalium dibutuhkan dalam metabolisme asam-asam amino.

Natrium

Sebagian besar Na terdapat dalam jaringan lunak dan cairan tubuh. Na adalah mineral ekstraseluler.

Fungsi Na bersama dengan K berfungsi dalam pengaturan tekanan osmosis dan pengaturan keseimbangan asam-basa. Berperan pada metabolisme karbohidrat.

Gejala defisiensi Na pada makanan yang kurang Na menyebabkan pertumbuhan terhambat. Kehilangan Na yang banyak dapat terjadi pada saat muntah, diare dan keringat yang banyak.

Sumber Na adalah garam dapur

Klorida (Cl)

Ion Cl merupakan anion yang utama di ekstraseluler yaitu sekitar 85% dari keseluruhan Cl dalam tubuh. Sebagian besar Cl terdapat dalam ikatan dengan Na, dan sebagian kecil terikat pada protein dan senyawa lain.

Fungsi Cl bersama Na mengatur tekanan osmosis dan pH cairan ekstraseluler, Cl ion juga berfungsi untuk activator enzim amylase dan penyusun asam klorida dari getah lambung.

Gejala defisiensi. Kekurangan Cl hamper tidak terjadi pada ternak. Secara eksprimen gejala kekurangan Cl hanya hambatan pertumbuhan.

Sulfur

Tubuh mengandung sekitar 0,15% sulfur dan hampir terdapat pada semua senyawa organic.

Fungsi Sulfur. Berperan pada metabolisme

UNSUR MIKRO

Adalah mineral yang dibutuhkan dalam jumlah sangat sedikit. Diantaranya Cr, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Se dan Zn.

Besi (Fe)

Lebih dari 90% besi terdapat dalam tubuh, terikat pada protein dan terutama pada hemoglobin, yang mengandung besi sebanyak 0,34%.

Fungsi Fe mengangkut O₂ dan CO₂, mengangkut Hidrogen pada sel, komponen aktif dari beberapa enzim yaitu sitokrhom peroksidase dan katalase dan berfungsi pada sintesa kollagen.

Gejala defisiensi hambatan sintesa sel-sel darah merah oleh sumsum tulang. Menimbulkan anemia.

Tembaga (Cu)

Cu terdapat pada semua jaringan tubuh, hati, otak, jantung dan ginjal.

Fungsi Cu. Sebagai biokatalisator dalam tubuh

Iodium (I)

Kadar I dalam tubuh sangat sedikit, tetapi I berperanan penting dalam metabolisme tubuh.

Fungsi utamanya adalah penyusun tiroksin. Kekurangan I menyebabkan rendahnya produksi tiroksin, gangguan reproduksi pada betina.

Seng (Zn)

Terdapat pada semua jaringan tubuh. Terdapat pada tulang, kulit, rambut dan bulu.

Zn berfungsi pada metabolisme, sebagai komponen pada enzim. Defisiensi Zn dapat mengganggu proses metabolisme.

Mineral berfungsi untuk pembentukan jaringan dan tulang. Beberapa unsur mineral penting yang diperlukan tubuh ialah: natrium, klor, kalsium, fosfor, sulfur, kalium magnesium, tembaga, seng, selenium. Pada umumnya unsur-unsur tersebut banyak terdapat dalam ransum makanan. Namun demikian seringkali juga ada unsur-unsur mineral tertentu yang perlu ditambahkan. Unsur-unsur tersebut, terutama adalah garam dapur (NaCl), kalsium (Ca) dan fosfor (P).

Bangsa padi-padian banyak mengandung fosfor, sedangkan makanan kasar lainnya banyak mengandung Ca. Sebagai tanda bahwa hewan ternak sapi kekurangan mineral ialah: sapi suka makan tanah. Akibat kekurangan mineral, bisa menimbulkan penyakit tulang, atau fertilitasnya (kesuburan) menurun. Sumber mineral terutama dapat dipenuhi dari hijauan, feed supplement-mineral.

E. Vitamin

Vitamin adalah senyawa organik yang tidak ada hubungannya satu sama lain dan dibutuhkan dalam jumlah sedikit untuk pertumbuhan normal dan pemeliharaan kehidupan. Vitamin berfungsi dalam proses metabolisme dari semua organisme hidup.

Vitamin berasal dari bahasa latin, yaitu vitae dan amin. Vitae artinya hidup dan amin artinya zat yang mengandung amin. Vitamin

diperlukan dalam jumlah kecil dalam tubuh untuk pertumbuhan normal dan pemeliharaan kehidupan. Vitamin berfungsi untuk metabolisme. Diantara bagian-bagian vitamin yaitu vitamin C, vitamin B kompleks dan vitamin E. vitamin C merupakan metabolic essential untuk semua jenis hewan, vitamin B kompleks metabolic essential untuk ruminansia tapi dalam keadaan normal tidak diperlukan dalam makanan, karena dapat disintesis oleh mikroorganisme rumen, sebagai koenzim dalam proses metabolisme. Vitamin C dan E Mempunyai fungsi umum.

Sifat Vitamin

Vitamin mudah rusak karena oksidasi, sinar, panas atau interaksi dengan logam. Dalam perdagangan vitamin sering dibungkus dengan lapisan lilin atau gelatin, yang berfungsi untuk melindungi dari oksidasi.

Ada lima belas macam vitamin yang merupakan faktor essential, yaitu:

1. Vitamin yang larut dalam lemak, yaitu : vitamin A, D2, D3, E, K
2. Vitamin yang larut dalam air, yaitu : Vitamin B1, B2, B6, B12, C, Nikotinamid, Asam Pantotenat, Biotin, Folasin dan Kholin.

Vitamin A

Vitamin A disebut juga dengan retinol. Pada tumbuh-tumbuhan terdapat provitamin A yang akan berubah menjadi vitamin A di dalam dinding usus halus dan hati menjadi vitamin A. betakarotin adalah vitamin A yang terdapat dalam jaringan ternak sapi, unggas, lemak air susu, mentega dan kuning telur.

Fungsi vitamin A:

1. Zat pembentuk hormone
2. Untuk meningkatkan pertumbuhan, reproduksi, menjaga kelangsungan hidup selaput epitel jaringan penglihatan.

Defisiensi vitamin A: pertumbuhan terhambat, bulu kusam, jalan sempoyongan. Pada sapi betina dewasa dapat menimbulkan infertilitas dan abortus ketika melahirkan.

Sumber vitamin A : minyak ikan, lemak air susu, kuning telur, hati, hijauan, biji-bijian.

Vitamin D

Terbagi ergokalsiferol (D2) dan kolekalsiferol (D3)

Fungsi Vitamin D :

1. Mengendalikan gerak kalsium dari usus ke tulang
2. Mineralisasi tulang

Defisiensi Vitamin D; defisiensi vitamin D dalam makanan akan menyebabkan ; defisiensi kalsium, defisiensi fosfor, defisiensi vitamin D.

Sumber vitamin D : minyak ikan, air susu yang disinari dan sinar matahari.

Vitamin E

Vitamin E disebut juga vitamin antisterilitas

Fungsi vitamin E

1. Sebagai koenzim
2. Sebagai antioksidan

Defisiensi vitamin E pada anak sapi dan anak domba adalah menyebabkan distropi otot, kematian mendadak karena kegagalan kerja jantung, stress respirasi dan otot kaku. Upaya pencegahan adalah dengan pemberian mineral selenium dalam ransum.

Sumber vitamin E : biji sereal, hijauan, dau-daunan, bungkil kedele, kuning telur.

Vitamin K

Fungsi vitamin K:

1. Sebagai kofaktor yang menentukan pada pembentukan protrombin
2. Berfungsi sebagai pembekuan darah

Defisiensi vitamin K : pada unggas mudah terluka dan pendarahan parah

Sumber vitamin K : hijauan, tepung ikan.

Vitamin yang larut dalam air

Vitamin B1 (thiamin)

Vitamin B1 disebut juga sebagai anti beri-beri.

Defisiensi Vitamin B1 : hilangnya nafsu makan, ternak jadi kurus,kelemahan otot.

Sumber vitamin B1 : hijauan dan biji-bijian. Mikroorganisme rumen pada ruminansia, saat kondisi normal dapat mensintesa vitamin B1 sehingga memenuhi kebutuhan ternak.

Vitamin B2 (Riboflavin)

Vitamin B2 disebut juga vitamin G yang merupakan isolasi vitamin B1.

Fungsi Vitamin B2 : sebagai koenzim FMn dan FAD, Vitamin B2 terlibat dalam metabolisme karbohidrat dan lemak, protein sebagai pengangkut hidrogen.

Defisiensi Vitamin B2 : Hilangnya nafsu makan , pertumbuhan terhambat, muntah-muntah, gangguan pada kulit dan abnormalitas mata (katarak).

Sumber vitamin B2 : hijauan, ragi, jamur, produk bacterial, air susu fermentasi, hati dan feses unggas.

Nikotinamid (Niasin)

Vitamin ini disebut juga sebagai anti pellagra.

Fungsi Nikotinamid :

1. Merupakan komponen aktif sebagai koenzim
2. Berperan dalam proses selulair

Defisiensi Nikotinamide : gangguan pernapasan selulair, nafsu makan turun, enteritis dermatitis, lidah hitam yang diikuti dengan peradangan mulut dan esophagus (pada unggas dan babi).

Sumber Nikotinamid : hati, kacang tanah, biji bunga matahari, suplemen protein nabati.

Vitamin B6 (Piridoksin)

Vitamin B6 ini adalah penyembuh dermatitis positif pada tikus muda.

Fungsi vitamin B6

1. Sebagai koenzim piridoksal, yang berperan pada reaksi di dalam sel.
2. Penyusun koenzim piridoksal yang dibutuhkan pada metabolisme asam amino dan peristiwa absorbs asam amino di usus halus.

Defisiensi Vitamin B6 : Pertambahan berat badan lambat, ternak gemetar

Sumber vitamin B6 : terdapat pada ragi, hati, air susu, makanan hijau, biji-bijian

Asam Pantotenat

Fungsi asam pantotenat:

1. Untuk sintesa asam lemak, kolesterol dan fosfolipid
2. Berperan pada oksidasi karbohidrat, lemak dan protein

Defisiensi asam pantotenat : pada unggas pertumbuhan lambat, bulu rontok, dermatitis dan daya tetas telur menurun.

Sumber asam pantotenat : biji-bijian, ragi, hijauan, dapat disintesa dalam rumen

Vitamin B12 (Sianokobalamin)

Vitamin B12 tidak dapat diabsorpsi di usus halus karena tidak adanya faktor instrinsik yang dalam keadaan normal dikeluarkan oleh cairan lambung.

Fungsi Vitamin B12 :

1. Berperan dalam reaksi metabolic dalam bacterial, dalam metabolisme asam propionat
2. Berperan pada pendewasaan sel-sel darah merah

Defisiensi Vitamin B12 : pertumbuhan terhambat, pertumbuhan bulu jelek.

Sumber Vitamin B12 : hati, vitamin B12 dapat disintesa oleh jasad renik, sehingga makanan yang difermentasi merupakan sumber vitamin B12 yang baik.

Folasin (Asam Folat)

Defisiensi : anemia nutrisi, pertumbuhan jelek

Sumber asam folat : biji-bijian, kedelai, kacang-kacangan, limbah hasil ternak.

Koline

Fungsi :

1. Asetil koline berperan dalam mengantar impul-impul syaraf
2. Membangun dan mengelola struktur sel, penting untuk metabolisme lemak, mencegah pembentukan lemak dalam hati bila terjadi penimbunan lemak

Defisiensi koline : penimbunan lemak dalam jaringan hati

Sumber koline : hijauan, ragi, biji-bijian dan kuning telur.

Biotine

Fungsi :

1. berperan pada reaksi karboksilase
2. berperan pada penggunaan karbohidrat, protein dan lemak sebagai sumber energi dan dalam sintesa asam lemak

Sumber biotine : semua produk hewan, biji tanaman dan sintesa rumen.

Vitamin C (Asam Askorbat)

Fungsi : berperan pada mekanisme oksidasi reduksi dalam sel hidup

Defisiensi : menderita luka-luka dalam selaput lendir dalam mulutnya.

Sumber Vitamin C : makanan hijau dan buah-buahan.

Vitamin berfungsi untuk mempertahankan kondisi tubuh, kesehatan dan berperan dalam berproduksi..Dalam hal pemenuhan vitamin pada ternak tidak perlu menjadi perhatian khusus, karena unsur tersebut biasanya cukup tersedia dalam bahan-bahan pakan ternak. Dan kebanyakan vitamin dibentuk dalam usus hewan pemamah biak, terutama vitamin B kompleks. Tetapi pada musim kemarau panjang, ada kemungkinan bahan-bahan pakan itu kekurangan kadar vitamin A. Oleh

karena itu ternak sapi yang dipiara secara intensif, atau dibatasi ruang geraknya, maka di dalam ransum perlu ditambahkan vitamin A. Kelebihan vitamin A bisa tersimpan lama di dalam hati.

Pada sapi vitamin tersebut bisa bertahan sampai 6 bulan, kambing 3 bulan. Pada umumnya bagian hijauan tanaman yang sedang tumbuh, atau pada bagian pucuknya banyak mengandung karotin, yang dalam tubuh hewan diubah menjadi vitamin A. Proses pembentukan vitamin A dibentuk dari karotein. Vitamin B dapat dibentuk sepenuhnya di dalam tubuh hewan. Vitamin C dibentuk sendiri oleh semua jenis hewan yang telah dewasa. Vitamin D terjadi dalam tubuh dengan bantuan sinar matahari.

Sumber vitamin: Terutama hijauan. Tetapi perlu juga diperhatikan bahwa kandungan vitamin dalam hijauan dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti: tanah, iklim, waktu pemotongan dan penyimpanan. Vitamin A dan E banyak terdapat pada tanaman hijauan dan padi-padian.

F. Air.

Air berfungsi untuk mengatur suhu tubuh, membantu proses pencernaan, mengeluarkan bahan-bahan yang tidak berguna lagi di dalam tubuh seperti urine, keringat dan kotoran (80% air), melumasi persendian.

Air merupakan bagian utama dari zat-zat di dalam tubuh. Komposisi tubuh hewan lebih dari 50% terdiri dari air, dan sebagian besar jaringan tubuhnya mengandung 70 — 90% air. Hewan yang kekurangan air biasanya lebih cepat mati daripada kekurangan makanan. Ini suatu bukti bahwa air mempunyai fungsi yang sangat penting bagi ternak. Oleh karena itu para peternak harus sungguh-sungguh memperhatikan kebutuhan air bagi ternaknya.

Jumlah kebutuhan air minum bagi ternak sapi sangat bervariasi, hal ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti: jenis sapi, umur, suhu lingkungan, jenis bahan makanan dan volume makan yang masuk dalam tubuh, serta kegiatan sapi yang bersangkutan. Bagi sapi-sapi muda, sapi yang sedang bekerja, sapi yang berada dalam lingkungan suhu yang tinggi, sapi yang makan jenis makanan jerami dan dalam jumlah volume yang tinggi, tuntutan air minum yang dipergunakan lebih tinggi daripada yang lain.

Kebutuhan air dalam tubuh sapi bisa dipenuhi dari air minum, air dalam bahan makanan dan air metabolik yang berasal dari glukosa, lemak dan protein. Sebagai pedoman, penyediaan air minum bagi sapi dewasa yang bekerja kira-kira 35 liter, dan sapi yang tidak bekerja cukup sekitar 25 liter

2.4. Soal Latihan

1. Jelaskan pembagian kelompok zat nutrisi
2. Jelaskan pengelompokkan vitamin
3. jelaskan pembagian dari karbohidrat
4. Jelaskan zat nutrisi yang terkandung pada pakan ternak

2.5 Sumber Pustaka

Bahan, Y., Yunus, M., & Handayani, H. T. (2020). Pengaruh pemberian pakan konsentrat yang mengandung tepung tongkol jagung terfermentasi terhadap konsumsi pencernaan karbohidrat dan lemak kasar pada sapi bali dara pola peternak. *Jurnal Peternakan Lahan Kering*, 2(4), 1103-1110.

Susilawati, I., & Mayasari, N. (2020). Pengaruh Campuran Pelet Kudzu Dengan Karbohidrat Terhadap Protein Total, Urea, Glukosa dan Kolesterol Darah Domba Ekor Tipis. *ZIRAA'AH MAJALAH ILMIAH PERTANIAN*, 45(1), 21-27.

- Sjofjan, O., Natsir, M. H., & Djunaidi, I. H. (2019). *Ilmu Nutrisi Ternak Non Ruminansia*. Universitas Brawijaya Press.
- Rusdy, M. (2018). *Nutrisi Ternak Kambing*. CV. Social Politic Genius (SIGn).
- Taher, S., Mubarak, A. S., Syawal, M., & Ginting, S. P. (2019). Evaluasi Pemenuhan Nutrisi Ternak dari Legum Indigofera dan Rumput Gajah Kerdil di Lokasi Demfarm Kabupaten Langkat Sumatera Utara. *Media Kontak Tani Ternak*, 1(2), 16-20.
- Wulandari, W., Santi, S., & Mahmud, A. T. B. A. (2021). Analisis Kandungan Nutrisi Pakan Ternak Fermentasi Berbahan Dasar Daun Jati (*Tektona grandis*) dengan Lama Fermentasi yang Berbeda. *AGROVITAL: Jurnal Ilmu Pertanian*, 6(2), 70-74.

III. TEKNIK ANALISA NUTRISI BAHAN PAKAN

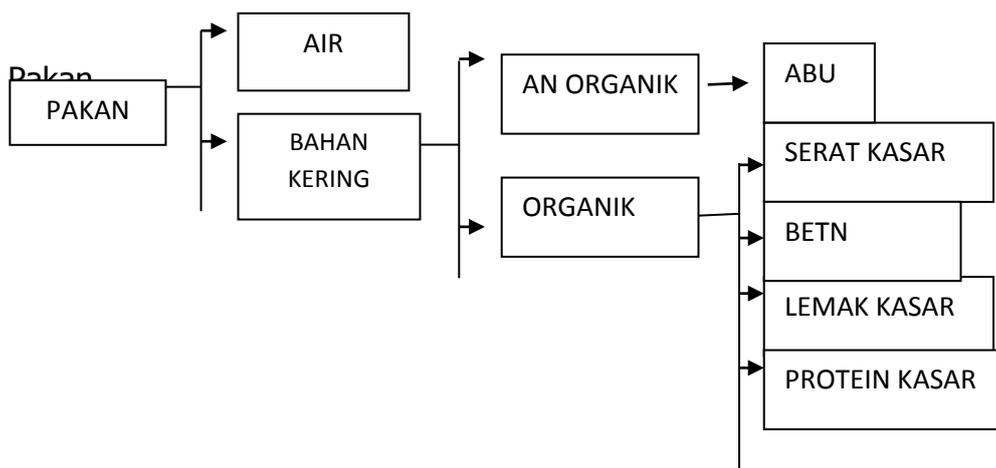
3.1. Capaian Pembelajaran

Setelah mengikuti perkuliahan ini diharapkan mahasiswa mampu:

1. Menjelaskan tentang analisa proksimat
2. Menjelaskan teknik analisa nutrisi bahan pakan

3.2. Analisa Nutrisi Bahan Pakan

Pakan yang diberikan pada ternak harus mengandung nutrisi yang dapat memenuhi kebutuhan ternak. Kandungan nutrisi pakan dapat diketahui dengan mengurai (menganalisis) komponen pakan secara kimia. Teknik analisis yang umum untuk mengetahui kadar nutrisi dalam 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 1.



Analisis proksimat merupakan metode yang tidak menguraikan kandungan nutrisi secara rinci, namun berupa nilai perkiraan (Soejono, 1990).

Metode ini dikembangkan oleh Henneberg dan Stockman dari Weende Experiment Station di Jerman pada tahun 1865 (Tillman et al., 1991).

Analisis makronutrien analisis proksimat meliputi kadar abu total, air total, lemak total, protein total dan karbohidrat total, sedangkan untuk kandungan mikronutrien difokuskan pada provitamin A (β -karoten) (Sudarmadji et al., 1996). Analisis vitamin A dan provitamin A secara kimia dalam buah-buahan dan produk hasil olahan dapat ditentukan dengan berbagai metode diantaranya kromatografi lapis tipis, kromatografi kolom absorpsi, kromatografi cair kinerja tinggi, kolorimetri dan spektrofotometri sinar tampak (Winarno, 1997).

3.3. Teknik Analisa Nutrisi Bahan Pakan

a. Pengukuran Kadar Air

Banyaknya kadar air dalam suatu bahan pakan dapat diketahui bila bahan pakan tersebut dipanaskan pada suhu 105°C. Bahan kering dihitung sebagai selisih antara 100% dengan persentase kadar air suatu bahan pakan yang dipanaskan hingga ukurannya tetap (Anggorodi, 1994). Kadar air adalah persentase kandungan air suatu bahan yang dapat dinyatakan berdasarkan berat basah (wet basis) atau berat kering (dry basis). 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 (Winarno, 1997). Perhitungan persentase kadar air adalah:

Hilangnya berat selama pengeringan x 100 = % air

Berat sampel sebelum dikeringkan

b. Pengukuran Kadar Abu

Jumlah abu dalam bahan pakan hanya penting untuk menentukan perhitungan bahan ekstrak tanpa nitrogen (Soejono, 1990). Kandungan

abu ditentukan dengan cara mengabukan atau membakar bahan pakan dalam tanur, pada suhu 400-600oC sampai semua karbon hilang dari sampel, dengan suhu tinggi ini bahan organik yang ada dalam bahan pakan akan terbakar dan sisanya merupakan abu yang dianggap mewakili bagian inorganik makanan. Namun, abu juga mengandung 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 (Anggorodi, 1994).

Jumlah abu dalam bahan pakan hanya penting untuk menentukan perhitungan bahan ekstrak tanpa nitrogen (Soejono, 1990). Kandungan abu ditentukan dengan cara mengabukan atau membakar bahan pakan dalam tanur, pada suhu 400-600oC sampai semua karbon hilang dari sampel, dengan suhu tinggi ini bahan organik yang ada dalam bahan pakan akan terbakar dan sisanya merupakan abu yang dianggap mewakili bagian inorganik makanan. Namun, abu juga mengandung 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 (Anggorodi, 1994). Perhitungan Persentase kadar abu adalah:

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

c. Pengukuran Kadar Protein Kasar

Protein merupakan salah satu zat makanan yang berperan dalam penentuan produktivitas ternak. Jumlah protein dalam pakan ditentukan

dengan kandungan nitrogen bahan pakan kemudian dikali dengan faktor protein 6,25. Angka 6,25 diperoleh dengan asumsi bahwa protein mengandung 16% nitrogen. Kelemahan analisis proksimat untuk protein kasar itu sendiri terletak pada asumsi dasar yang digunakan. Pertama, dianggap bahwa semua nitrogen bahan pakan merupakan protein, kenyataannya tidak semua nitrogen berasal dari protein dan kedua, bahwa kadar nitrogen protein 16%, tetapi kenyataannya kadar nitrogen protein tidak selalu 16% (Soejono, 1990).

Pengukuran 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 K₂SO₄, 40 mg HgO, dan 20 ml H₂SO₄. Jika sampel lebih dari 15 mg, ditambahkan 0,1 ml H₂SO₄ untuk setiap 10 mg baha organik di atas 15 mg. Tambahkan beberapa batu didih. Sampel dididihkan 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 Na₂S₂O₃. Erlenmeyer 125 ml yang berisi 5 ml larutan H₃BO₃ dan 2-4 tetes indikator (campuran 2 bagian metil merah 0,2% dalam alhohol dengan 1 bagian metilen blue 0,2% dalam alkohol) diletakkan di bawah kondesor. Ujung tabung kondensor harus terendam dalam larutan H₃BO₃. 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 :

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

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

d. Pengukuran Kadar Lemak Kasar

Kandungan lemak suatu bahan pakan dapat ditentukan dengan metode soxhlet, yaitu proses ekstraksi suatu bahan dalam tabung soxhlet (Soejono, 1990). Lemak yang didapatkan dari analisis lemak ini bukan lemak murni. 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 (Anggorodi, 1994). Penetapan kandungan lemak dilakukan dengan larutan heksan sebagai pelarut. Fungsi dari n heksan adalah untuk mengekstraksi lemak atau untuk melarutkan lemak, sehingga merubah warna dari kuning menjadi jernih (Mahmudi, 1997).

Labu lemak dikeringkan dalam alat pengering pada suhu 105-110°C selama 1 jam, kemudian didinginkan dalam desikator dan selanjutnya ditimbang. Kira-kira 5 gram sampel dibungkus dengan kertas saring, lalu dimasukkan ke dalam alat ekstraksi soxhlet 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

:

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

e. Pengukuran Kadar Serat Kasar

Fraksi serat kasar mengandung selulosa, lignin, dan hemiselulosa tergantung pada species dan fase pertumbuhan bahan tanaman (Anggorodi, 1994). Pakan hijauan merupakan sumber serta kasar yang dapat merangsang pertumbuhan alat-alat pencernaan pada ternak yang sedang tumbuh. Tingginya kadar serat kasar dapat menurunkan daya rombak mikroba rumen (Farida, 1998).

Cairan retikulorumen mengandung mikroorganisme, sehingga ternak ruminasia mampu mencerna hijauan termasuk rumput-rumputan yang umumnya mengandung selulosa yang tinggi (Tillman et al., 1991). Langkah pertama metode pengukuran kandungan serat kasar adalah menghilangkan semua bahan yang terlarut dalam asam dengan pendidihan dengan asam sulfat bahan yang larut dalam alkali dihilangkan dengan pendidihan dalam larutan sodium alkali. Residu yang tidak larut adalah serat kasar (Soejono, 1990).

Labu lemak dikeringkan dalam oven, didiamkan dalam desikator dan ditimbang. Sampel yang telah dikeringkan ditimbang sebanyak 2,5-5,0 gram 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 110⁰C. Setelah didinginkan dalam desikator (1-2 jam), kemudian ditimbang. Berat residu yang diperoleh merupakan berat serat kasar.

Berat serat kasar x 100 = % serat kasar

Berat awal sampel

f. Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen (BETN)

Kandungan BETN suatu bahan pakan sangat tergantung pada komponen lainnya, seperti abu, protein kasar, serat kasar dan lemak kasar. Jika jumlah abu, protein kasar, ekstrak eter dan serat kasar dikurangi dari 100, perbedaan itu disebut bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) (Soejono, 1990). BETN merupakan karbohidrat yang dapat larut meliputi monosakarida, disakarida dan polisakarida yang mudah larut dalam larutan asam dan basa serta memiliki daya cerna yang tinggi (Anggorodi, 1994).

Menghitung kadar bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) dengan rumus :

BETN = [100 – (kadar abu + kadar SK + kadar LK + kadar PK)] %

6.4. Soal Latihan

1. Jelaskan tujuan dari analisa proksimat
2. Jelaskan 5 teknik pengukuran pada analisa proksimat

6.5. Daftar Pustaka

- Anggorodi, R. 1994. Ilmu Makanan Ternak. Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Anggorodi, R. 1998. Ilmu Makanan Ternak; Kemajuan Terakhir. Jakarta : UI-Press
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of the AOAC. AOAC Inc. Arlington. Virginia.

- Hartadi, H., S. Reksohadiprodjo, dan A. D. Tillman. 1997. Tabel Komposisi Pakan untuk Indonesia. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hernawati, Teknik Analisis Nutrisi Pakan, Kecernaan Pakan dan Evaluasi Energi Pada Ternak,
Jurusan Pendidikan Biologi, FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia.
- Soejono, M. 1990. Petunjuk Laboratorium Analisis dan Evaluasi Pakan. Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

IV. TEKNIK ANALISA KECERNAAN BAHAN PAKAN

4.1. Capaian Pembelajaran

Setelah mengikuti perkuliahan ini diharapkan mahasiswa mampu:

1. Menjelaskan tentang pengertian kecernaan
2. Menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi daya cerna
3. Menjelaskan tentang teknik analisa kecernaan bahan pakan pada ruminansia.

4.2. Pengertian Kecernaan

Potensi nilai makanan untuk menyediakan zat makanan tertentu atau energi dapat dilakukan dengan jalan analisa kimia. Tetapi nilai sebenarnya dari makanan untuk hewan ditunjukkan dengan bagian yang hilang setelah pencernaan, penyerapan dan metabolisme. Secara definisi daya cerna adalah bagian zat makanan dari makanan yang tidak dieksresikan dalam feses. Bila dinyatakan dalam persentase maka disebut koefisien cerna.

Pengukuran daya cerna konvensional terdiri dari dua periode, yaitu periode pendahuluan dan periode koleksi. Periode pendahuluan berlangsung 7 sampai 10 hari, suatu ransum yang diberikan dengan jumlah tetap paling sedikit 2 x sehari. Tujuan dari periode ini untuk membiasakan ternak dengan ransum dan kondisi lingkungannya dan untuk menghilangkan sisa-sisa pakan sebelumnya. Periode koleksi berlangsung selama 5-15 hari, dan selama periode ini feses dikumpulkan, ditimbang dan dicatat.

Perhitungan zat yang dapat dicerna, dapat dengan menggunakan analisa dan jumlah bahan kering dalam hijauan dan dalam feses, jumlah bahan kering dan komponen-komponen yang dimakan dan dieksresikan dapat dihitung dan bedanya adalah jumlah yang dapat dicerna.

$$= \frac{\text{Zat makanan yang dimakan} - \text{zat makanan dalam feses}}{\text{Zat makanan yang dimakan}} \times 100\%$$

4.3. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Daya Cerna

1. Komposisi makanan

Daya cerna makanan berhubungan erat dengan komposisi kimiawinya, dan serat kasar mempunyai pengaruh yang besar terhadap daya cerna ini. Dinding sel tanaman terdiri dari selulosa dan hemiselulosa yang sukar dicerna terutama bila mengandung lignin. Pada tanaman yang lebih tua biasanya memiliki kadar serat yang lebih tinggi dan kadar lignin yang juga tinggi. Lignin ini pada tanaman bersenyawa dengan selulosa dan hemiselulosa. Kaitannya dengan daya cerna adalah apabila makanan yang memiliki kadar serat yang tinggi, maka daya cernanya akan rendah. Bahwa penambahan 1% serat kasar dalam tanaman menyebabkan penurunan daya cerna bahan organik sekitar 0,7 sampai 1,0 unit pada ruminansia.

2. Daya cerna semu protein kasar

Ini tergantung pada persentase protein kasar dalam makanan oleh karena nitrogen metabolik konstan jumlahnya, sehingga pengurangan terhadap nitrogen dalam makanan juga protein tetap. Jumlah nitrogen metabolik adalah 0,5 gram setiap 100 gram ransum ruminansia. Apabila ini dikonversikan sebagai protein, maka terdapat $0,5 \times 6,25$ atau 3 gram 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 adalah $(6-3)/6 \times 100\%$ atau 50%. Bahan makanan yang hanya mengandung 3% protein seperti pada jerami padi, dapat menyebabkan kehilangan protein dapat dicerna dari tubuhnya.

3. Lemak

Kebanyakan ransum hewan kadar lemaknya rendah, dan pengaruhnya pada pemberian makanan secara praktis sangat kecil. Pola eksresi dari lemak metabolik sama dengan pada nitrogen metabolik.

4. Komposisi ransum

Daya cerna suatu bahan makanan atau ransum tergantung pada komposisi zat-zat makanan yang terkandung di dalamnya. Misalnya pada ruminansia apabila tidak terdapat satu zat makanan yang diperlukan untuk pertumbuhan mikroorganisme maka daya cernanya akan berkurang. Salah satu efek terbesar pada ruminansia terhadap daya cerna serat kasar adalah kadar yang tinggi dari karbohidrat yang mudah dicerna yang akan mengurangi pencernaan serat kasar.

5. Penyiapan makanan

Beberapa perlakuan terhadap bahan makanan seperti pemotongan, Penggilingan, pemasakan akan mempengaruhi daya cernanya. biji-bijian yang tidak dihaluskan lebih dahulu untuk sapi akan keluar dengan feses tanpa dicerna sehingga akan mengurangi daya cernanya.

Hijauan yang mengalami perlakuan pemotongan mempunyai sedikit pengaruh terhadap daya cerna. Penggilingan dari hijauan menambah laju bahan makanan melalui usus sehingga menyebabkan pengurangan daya cerna sebanyak 20% dan daya cerna bahan keringnya sebanyak 5 sampai 15%. Apabila bahan yang digiling halus ini dibuat pellet pengaruhnya terhadap daya cerna tidak berbeda, dan ini mempengaruhi terhadap konsumsi yang lebih banyak dibandingkan dengan bentuk tepung. Pengurangan daya cerna hijauan dengan penggilingan dan pembuatan pellet lebih besar pada hijauan yang banyak mengandung serat kasar yaitu hijauan yang kualitasnya rendah.

Perlakuan dengan NaOH terhadap hijauan kualitas rendah, misalnya jerami sangat memperbesar daya cernanya oleh ruminansia. Pemasakan

makanan mempunyai pengaruh yang berbeda-beda terhadap daya cerna. Pemanasan beberapa suplemen protein yang berasal dari tumbuh-tumbuhan dapat memperbaiki daya cernanya yang rusak karena inhibitor enzim yang terdapat dalam bahan tersebut. Tetapi pemanasan yang terlalu lama dapat menurunkan daya cerna.

6. Faktor hewan

Bahan makanan yang rendah serat kasarnya, daya cernanya hampir sama untuk ruminansia dan nonruminansia. Tetapi bahan makanan yang mengandung serat kasar lebih baik dicerna oleh ruminansia. Oleh karena nitrogen metabolik pada ruminansia lebih tinggi sehingga daya cerna protein pada ruminansia lebih rendah dibanding 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 dibandingkan kambing dan domba. Umur hewan tidak mempengaruhi daya cerna kecuali pada hewan yang sangat muda sekali.

7. Jumlah makanan

Penambahan jumlah bahan makanan yang dimakan mempercepat aus makanan dalam usus sehingga mengurangi daya cerna. Daya cerna yang tinggi didapatkan pada jumlah konsumsi yang sedikit lebih rendah dari kebutuhan hidup pokok. Penambahan jumlah sampai dua kali jumlah kebutuhan hidup pokok mengurangi daya cerna 1-2%. Pada ruminansia hijauan yang berkualitas rendah mempengaruhi daya cerna dibandingkan hijauan yang berkualitas tinggi.

4.4. Teknik Analisa Kecernaan Bahan Pakan

Analisa kecernaan bahan pakan dilakukan untuk mengukur kualitas bahan pakan. Beberapa teknik evaluasi pakan akan ternak antara lain:

1. Analisa kimia di laboratorium (AOAC, 1984), yakni pengujian menggunakan enzim, inkubasi pada ternak secara *in vitro* (Tilley dan Terry, consecutive batch culture), dan teknik Menke`s gas production
2. *In sacco*, yakni tingkat dan laju degradasi pakan ternak dalam rumen
3. *In vivo*, voluntary feed intake, yakni kecernaan dan metabolisme

Kecernaan pakan *in vitro* (teknik Tilley dan Terry)

Metode penelitian *in vitro* menggunakan teknik Tilley dan Terry dengan menirukan pencernaan bahan pakan ternak dalam rumen. Tahapan kecernaan secara *in vitro*, fermentasi bahan yang diteliti dengan inokulum rumen serta buffer (saliva buatan) selama 48 jam yang menirukan pencernaan dalam rumen. Tahap kedua adalah pencernaan dengan pepsin asam selama 24 jam menirukan pencernaan pasca rumen.

Fermentasi *in vitro* digunakan untuk memprediksi apa yang terjadi pada proses pencernaan sebenarnya, karena itu diusahakan agar kondisi dalam tabung fermentasi sama dengan kondisi rumen yang sebenarnya. Tilley dan Terry menyarankan agar temperatur inkubasi antara 38⁰ C- 39⁰ C dan pH 6,8-6,9. Sampel pakan yang akan digunakan digiling melalui saringan 1 mm. *Inokulum rumen* yang digunakan dalam fermentasi biasanya diperoleh dari ternak sapi atau domba *fistula*. dari *rumen* ternak yang baru dipotong atau dapat pula menggunakan *enzim selulase* sebagai *inokulum* (Minson dan McLeod, 1972).

Penentuan kecernaan pakan dengan teknik In vivo

Teknik dasar kecernaan pakan *in vivo* secara *in vivo* adalah dengan langsung melakukan pada ternak, yang meliputi pengukuran total voluntary feed intake dan penimbangan total feses ternak selama 48 jam dalam kandang metabolisme. Nilai kecernaan zat pakan ditentukan oleh jumlah zat pakan tersebut yang tidak di temukan kembali dalam feses. Metode *in vivo* ini melalui dua fase, yaitu fase penyesuaian (*adjustment period*) sebaiknya 14 - 21 hari, dan fase observasi dapat 5 - 10 hari. Pemberian pakan dapat secara *ad libitum*, sesuai kebutuhan pokok, di bawah dan atau di atas kebutuhan hidup pokok. Umumnya diperlukan waktu 48 jam untuk ternak *ruminansia* menyelesaikan proses pencernaan dan mengeluarkan sisa pakan melalui *feses*.

4.5. Kepentingan Angka Daya Cerna

Angka daya cerna sangat penting diketahui untuk mengukur ransum yang diberikan memberikan dampak terhadap pertumbuhan ataupun produksi. Angka yang diperoleh dari percobaan ransum pada pengukuran daya cerna juga harus mempertimbangkan kehilangan dalam bentuk urine, gas dan produksi panas yang cukup berarti. Namun pada percobaan ruminansia, kehilangan dalam bentuk feses merupakan kehilangan terbesar dari zat-zat makanan dalam penggunaan makanan.

4.6. Soal Latihan

1. Jelaskan pengertian kecernaan
2. Jelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi kecernaan

4.7. Daftar Pustaka

Dewi, O., Suryani, N. N., & Mudita, I. M. (2020). Kecernaan bahan kering dan bahan organik secara *in-vitro* dari silase kombinasi batang pisang dengan kembang telang (*Clitoria ternatea*). *Jurnal Peternakan Tropika*, 8(1), 60-73.

- Hambakodu, M., & Ina, Y. T. (2019). Evaluasi pencernaan in vitro bahan pakan hasil samping agro industri. *Jurnal Agripet*, 19(1), 7-12.
- Harumdewi, E., Suthama, N., & Mangisah, I. S. N. A. (2018). Pengaruh pemberian pakan protein mikropartikel dan probiotik terhadap pencernaan lemak dan perlemakan daging pada ayam broiler. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 13(3), 258-264.
- Saripudin, A., Nurpauza, S., Ayuningsih, B., Hernaman, I., & Tarmidi, A. R. (2019). Fermentabilitas dan pencernaan ransum domba yang mengandung limbah roti secara in vitro. *Jurnal Agripet*, 19(2), 85-90.
- Wahyono, T., Jatmiko, E., Firsoni, F., Hardani, S. N. W., & Yunita, E. (2019). Evaluasi nutrisi dan pencernaan in vitro beberapa spesies rumput lapangan tropis di Indonesia. *Sains Peternakan: Jurnal Penelitian Ilmu Peternakan*, 17(2), 17-23.
- Yulianti, G., Dwatmadji, D., & Suteky, T. (2019). Kecernaan Protein Kasar dan Serat Kasar Kambing Peranakan Etawa Jantan yang diberi Pakan Fermentasi Ampas Tahu dan Bungkil Inti Sawit dengan Imbangan yang Berbeda. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 14(3), 272-281.