



**Kampus  
Merdeka**  
INDONESIA JAYA

# **BUKU AJAR**

**BAGIAN 1 (BAB 1 DAN 2)**

---

# **NUTRISI RUMINANSIA PETERNAKAN**

## **Tim Penulis :**

Putri Zulia Jati, S.Pt., M.Pt  
Maulina Novita, S.Pt., M.Si  
Dr. Yusuf Mahlil, S.Pt  
M. Zaki, S.Pt., M.Pt

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami ucapkan kepada Allah SWT atas terselesaikannya buku ajar untuk mata kuliah Peternakan. Ide untuk menulis buku ajar pada mata kuliah Peternakan sebenarnya telah muncul sejak lama di antara dosen pengajar yang mengasuh mata kuliah ini. Namun karena kesibukan yang berbeda-beda dalam melaksanakan berbagai kegiatan Tri Dharma Perguruan Tinggi serta sebagian melanjutkan pendidikan, ide tersebut belum sempat terwujud.

Banyaknya buku teks yang terkait dengan Peternakan yang ada di pasaran saat ini, disamping literatur yang dapat dibaca melalui internet oleh pembelajar, sebenarnya telah cukup membantu dalam proses pembelajaran. Namun kesulitannya terletak pada kesulitan dalam melakukan penyesuaian-penyesuaian dengan materi pembelajaran, karena aktifitas pembelajaran mengacu pada kompetensi-kompetensi yang harus dicapai oleh mahasiswa. Olehnya itu, dengan bekal informasi yang diperoleh dari berbagai literatur, kami mencoba melakukan penyusunan buku ajar ini. Tentunya dengan gaya dan strategi untuk menjadi bahan ajar yang sesuai dengan kebutuhan pembelajaran.

Sangat disadari bahwa penyajian buku ini masih sangat jauh dari harapan, bahkan kami menganggap bahwa buku ini masih merupakan *draft* awal yang tentunya masih perlu perbaikan, penyempurnaan dan bahkan pengayaan dalam informasi. Semoga di masa-masa yang akan datang, kami dapat berkesempatan untuk melakukannya. Dan semoga pula, buku ini dapat bermanfaat bagi pembelajar, amin.

Bangkinang, 01 Januari 2023

**Tim Penulis**

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 KOMPARASI PENCERNAAN RUMINANSIA DAN FUNGSINYA</b> .....	2
<b>1.2 ANATOMI DAN FISILOGI SALURAN PENCERNAAN TERNAK RUMINANSIA</b> 3	
1.2.1 Gigi .....	3
1.2.2 Lambung.....	3
<b>1.3 ORGAN AKSESORIS SISTEM PENCERNAAN</b> .....	7
1.3.1 Hati.....	7
1.3.2 Kandung Empedu.....	8
1.3.3 Pankreas .....	8
<b>1.4 RUMEN FISILOGI DAN MASTIKASI</b> .....	9
1.4.1 Motilitas Retikulo-rumen .....	9
1.4.2 Ruminasi dan Eruktasi .....	10
<b>2.1 MIKROBIOLOGI RUMEN</b> .....	13
2.1.1 Mikrobiologi Rumen.....	13
2.1.2 Pencernaan Mikrobial Terhadap Karbohidrat.....	16
2.1.3 Manipulasi Fermentasi Rumen .....	18
2.1.4 Seleksi Komponen Pakan dan Prosesing Pakan .....	19
2.1.5 Penggunaan Bahan Kimia .....	20
2.1.6 Suplementasi Pakan .....	22
<b>2.1.7 PERLAKUAN BIOLOGIS</b> .....	22
<b>Rangkuman</b> .....	22
<b>Latihan</b> .....	22

## PENDAHULUAN

Ternak ruminansia memiliki karakteristik yang berbeda dibandingkan dengan ternak nonruminansia, khususnya terletak pada saluran pencernaannya. Hal tersebut tentunya berdampak terhadap nutrisi yang dibutuhkan. Ilmu nutrisi ruminansia mempelajari bagaimana nutrisi yang diberikan kepada ternak ruminansia sesuai dengan kondisi fisiologisnya.

Kehidupan mikrobiologi di dalam rumen memiliki peran yang sangat penting bagi produktivitas ternak ruminansia, karena hampir 80% proses pencernaan merupakan peran dari mikroorganisme. Oleh karena itu pengetahuan tentang mikrobiologi rumen diperlukan guna mengoptimalkan pemanfaatannya sehingga akan meningkatkan produktivitas ternak. Manipulasi rumen dimungkinkan untuk meningkatkan kualitas absorpsi zat-zat makanan dari pakan untuk ternak ruminansia.

Metabolisme zat-zat makanan ternak ruminansia dan ternak nonruminansia juga memiliki perbedaan, khususnya pada metabolisme lipida yaitu terjadinya proses biohidrogenasi yang memberikan dampak terhadap produk ternak ruminansia kaya akan lemak jenuh.

Pemberian zat makanan yang tepat sesuai dengan kebutuhan sesuai fase fisiologisnya sangat penting guna mencapai tujuan dari pemeliharaan ternak ruminansia, yaitu produktivitas yang optimal. Jika pakan yang kita formulasikan tidak sesuai dengan kebutuhan ternak dapat berakibat padagangguan metabolisme ternak karena suplai zat-zat makanan tidak sesuai dengan kebutuhan tubuh ternak. Kondisi tersebut akan memberikan dampak terhadap ketidaktercapaian target produksi yang kita harapkan.

Mengingat pakan ternak ruminansia tidak bersaing dengan pakan manusia, maka ternak ruminansia merupakan ternak masa depan karena kemampuannya untuk mengkonversi pakan berkualitas rendah menjadi produk pangan hewani yang berkualitas tinggi. Pengetahuan tentang bahan pakan penyusun ransum ternak ruminansia dan metode penyusunan formulasi ransum juga dibutuhkan guna mencapai target produksi yang kita harapkan disamping faktor ekonomis yang harus kita perhatikan.

## 1.1 KOMPARASI PENCERNAAN RUMINANSIA DAN FUNGSINYA

### Kompetensi Dasar

1. Mahasiswa memahami tentang anatomi dan fisiologi saluran pencernaan ternak ruminansia dibandingkan ternak nonruminansia.
2. Mahasiswa memahami tentang organ aksesoris sistem pencernaan beserta fungsinya.

### Tujuan

1. Mahasiswa mengetahui tentang anatomi dan fisiologi saluran pencernaan ternak ruminansia dibandingkan dengan ternak nonruminansia.
2. Mahasiswa mengetahui tentang organ aksesoris sistem pencernaan ternak ruminansia beserta fungsinya.

### Pendahuluan

Dahulu pakan ternak memiliki kualitas tinggi, seiring dengan perkembangan populasinya ternak akan terseleksi dengan kemampuannya untuk bertahan hidup. Kemampuannya untuk dapat berkompetisi dengan pangan manusia membuat ternak akan menjadikan ternak tersebut dapat bertahan hidup. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah adaptasi dengan pakan yang tidak berkompetisi dengan manusia.

Ternak dikelompokkan berdasarkan jenis makanannya, yaitu :

1. *Non fiber type : Browsing type* : Merupakan ternak yang selektif sekali, disebut juga *concentrate selector*. Pakannya memiliki kualitas tinggi. Contohnya ternak kambing.
2. *Medium fiber type* : Tidak terlalu selektif terhadap pakan. Contohnya ternak sapi.
3. *High fiber type : Grazing type* : Contohnya ternak domba.

Pada bab ini akan disajikan pembahasan tentang anatomi dan fisiologi saluran pencernaan pada ternak ruminansia.

## 1.2 Anatomi dan Fisiologi Saluran Pencernaan Ternak Ruminansia

Pencernaan pada hewan ruminansia (memamah biak) hampir sama dengan manusia yaitu terdiri dari mulut, faring, oesofagus, ventriculus dan usus. Perbedaannya terletak pada susunan dan fungsi gigi serta lambung.

### 1.2.1 Gigi

Susunan gigi (sapi) :

M <sub>3</sub>	P <sub>3</sub>	C <sub>0</sub>	I <sub>0</sub>		I <sub>0</sub>	C <sub>0</sub>	P <sub>3</sub>	M <sub>3</sub>
M <sub>3</sub>	P <sub>3</sub>	C <sub>0</sub>	I <sub>4</sub>		I <sub>4</sub>	C <sub>0</sub>	P <sub>3</sub>	M <sub>3</sub>

M : molare (geraham belakang)

P : prae molare (geraham depan)

C : caninus (gigi taring)

I : dens insisivus (gigi seri)

Geraham depan dan geraham belakang berbentuk leber dan datar. Gigi seri berfungsi khusus untuk menjepit makanan berupa tumbuhan.

### 1.2.2 Lambung

Pada hewan memamah biak lambung terdiri dari 4 bagian :

1. *rumen (perut besar)* : tempat pencernaan protein dan polisakarida, juga tempat fermentasi selulosa oleh bakteri yang menghasilkan selulose
2. *retikulum (perut jala)* : tempat pembentukan bolus (gumpalan-gumpalan makanan yang masih kasar)
3. *omasum (perut kitab)* : tempat bolus bercampur enzim
4. *abomasum (perut masam)* : tempat pencernaan oleh enzim

Jalannya makanan :

1. Makanan dikunyah di mulut masuk ke *oesofagus* selanjutnya ke *rumen* yang berfungsi sebagai tempat sementara bagi makanan yang tertelan.
2. Di rumen terjadi pencernaan protein dan polisakarida serta fermentasi selulosa oleh enzim selulosa yang dihasilkan bakteri.
3. Dari rumen makanan masuk ke *retikulum* dan makanan dibentuk menjadi *bolus*.
4. Bolus dikeluarkan kembali ke *mulut* untuk dikunyah kembali.

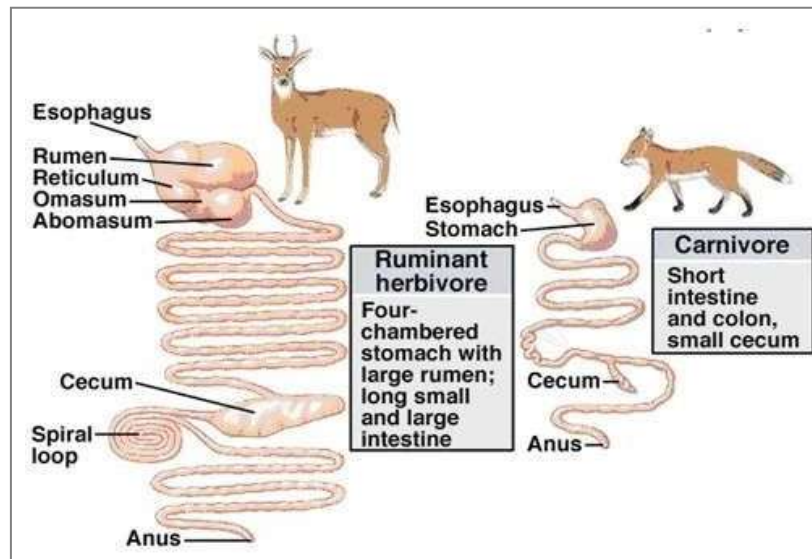
5. Dari mulut makanan ditelan masuk ke omasum dan bercampur dengan enzim.
6. Selanjutnya bolus menuju ke *abomasum* dan terjadi pencernaan secara kimia oleh enzim.
7. Selanjutnya makanan menuju ke *usus* untuk diserap sari-sarinya dan sisa-sisa makanan berupa feses dikeluarkan melalui *anus*.

Selulose yang dihasilkan bakteri dan protozoa akan merombak selulosa menjadi asam lemak. Tapi bakteri tidak dapat hidup pada abomasum karena pH-nya sangat rendah, maka bakteri dicerna untuk mendapatkan protein. Enzim selulose juga berfungsi menghasilkan gas CH<sub>4</sub> yang dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif.

Kuda, kelinci dan marmut susunan struktur lambungnya berbeda dengan sapi. Proses fermentasi atau pembusukan terjadi di sekum yang banyak mengandung bakteri. Fermentasi yang dilakukan kuda, kelinci dan marmut tidak seefektif pada sapi sehingga kotorannya tampak kasar.

Pada kelinci dan marmut kotoran yang telah dikeluarkan dari tubuh sering dimakan kembali. Usus sapi sangat panjang, usus halusnya dapat mencapai 40 meter. Hal itu dipengaruhi oleh makanannya yang sebagian besar terdiri dari serat.

Anatomi dan fisiologi sistem pencernaan berpengaruh terhadap karakteristik pakan ternak. Pakan kaya kandungan protein akan mudah untuk dicerna, karnivora memiliki saluran pencernaan yang lebih pendek jika dibandingkan ternak herbivore. Ternak herbivore membutuhkan saluran pencernaan yang lebih panjang dengan organ khusus untuk mencerna selulosa pada pakan, yaitu lambung yang terdiri atas 4 ruang (ruminansia) dan caecum yang besar. Perbandingan anatomi sistem pencernaan ternak ruminansia dan nonruminansia diilustrasikan pada Gambar 1.

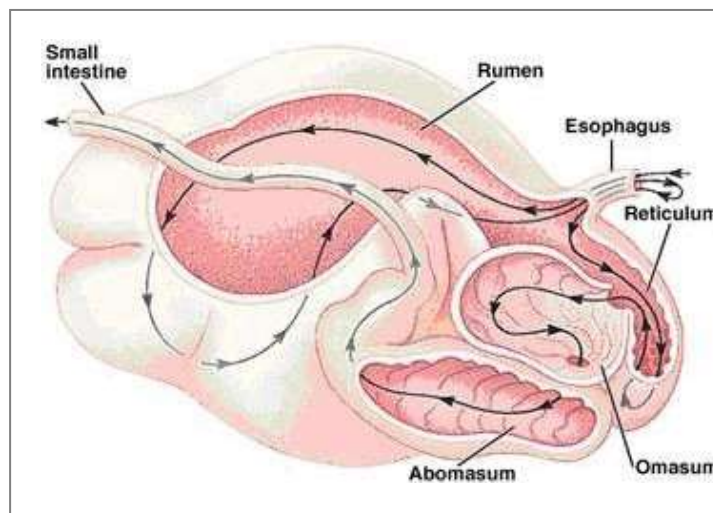


**Gambar 1.** Perbandingan anatomi sistem pencernaan ternak ruminansia dan nonruminansia.

Sedangkan pada saluran pencernaan herbivore nonruminansia seperti kelinci memiliki karakteristik yaitu caecumnya sangat besar dan berfungsi sebagai kantong fermentasi, tidak melakukan mekanisme regurgitasi dan *rechewing*. Guna meningkatkan mekanisme pencernaan serat kasar dilakukan dengan cara mencerna fesesnya kembali (*coprophagi*).

Ruminansia sangat unik karena lambungnya terdiri dari empat ruang, yaitu rumen, retikulum, omasum, dan abomasum. Anatomi lambung ternak ruminansia ditunjukkan pada Gambar 2.

a.





b.

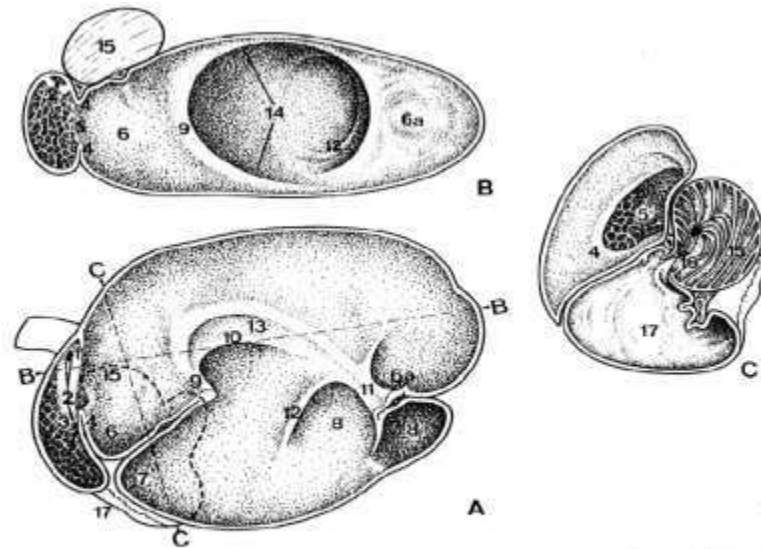


Figure 2-13. Spatial relationship and internal structural arrangement of the ruminant stomach in general; A = longitudinal section, left view; B = horizontal section (in A; B-B), dorsal view; C = transverse section (in A; C-C), caudal view; 1 = cardia; 2 = reticular groove; 3 = reticulo-omasal opening; 4 = rumino-reticular fold; 5 = rumino-reticular opening; 6 = main absorption area of atrium; 6a = main absorption area of dorso-caudal blind sac; 7 = ruminal reota (ventral sac); 8 = ventro-caudal blind sac; 9 = caudal pillar; 10 = right longitudinal pillar; 11 = caudal pillar; 12 = ventral coronary pillar; 13 = mada rumina; 14 = intraruminal opening (connecting dorsal and ventral sac); 15 = omasum (in A outline, in C interlamina recesses); 16 = omasal groove; 17 = abomasum (fundus). Modified from Hofmann (3).

**Gambar 2.** (a) Anatomi lambung ternak ruminansia (b) Bagian-bagian struktur lambung ruminansia (Church, 1988)

Pakan memasuki dua kantong dimana pakan dicerna sebagian, rumen berfungsi sebagai kantong fermentasi dimana bakteri dan protista menguraikan selulosa. Proses tersebut termasuk dalam hubungan simbiosis. Pakan akan mengalami proses regurgitasi dan *rechewed*. Selanjutnya pakan memasuki dua kantong berikutnya dimana enzim-enzim pencernaan dilepaskan.

Ternak ruminansia yang termasuk dalam tipe *concentrate selector* memiliki ukuran *ostia* (menggabungkan retikulum dengan omasum) lebih besardibandingkan ternak tipe grazing/tipe medium. Konsekuensinya adalah pemberian pakan yang memiliki nilai nutrisi baik tidak akan tinggal terlalu lama pada alat pencernaan karena ternak ruminansia tidak memiliki kemampuan untuk mencerna saliva yang berfungsi sebagai buffer. Pakan dalam saluran pencernaan akan cepat menjadi asam dalam bentuk asam asetat, asam butirat, dan asam propionate.

Pada ternak ruminansia yang belum dewasa, oesophageal groove merupakan saluran yang mengalirkan air susu langsung dari oesophagus menuju omasum dan abomasums melampaui jalur retikulum – rumen.

dan abomasums melampaui jalur reticulum-rumen.

Karakteristik *Concentrate selector* :

1. Memiliki reticulo-rumen yang relative sederhana dengan bagian dorsalnya yang tidak saling berhimpitan sehingga terjadi kontraksi secara total dan jarang sekali seluruh kapasitas reticulo-rumen terisi penuh.
2. Mempunyai *ostia*, intra-ruminale dan rumino reticulare yang lebar sehingga ingesta yang masuk ke rumen mudah keluar.
3. Mempunyai penyangga rumen (*pillar*) yang lemah, papilla rumen menutup seluruh permukaan mucosa secara merata tetapi tidak terlalu padat.
4. Omasum sangat kecil dengan lamina sedikit.
5. Omasum relatif kecil dengan glandula mukosa yang tebal.
6. Glandula saliva besar mencapai 0,2% bobot badan.
7. Caecum dan bagian belakang colon berfungsi sebagai tempat fermentasi.

Karakteristik *Intermediate Type* :

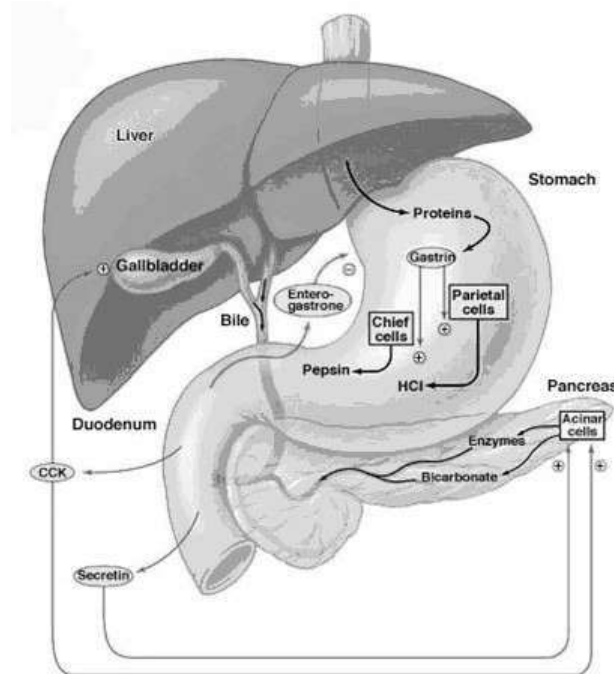
- a. Reticulo rumen lebih terbagi, *blindsac* berkembang sempurna, *dorsal sac* berhimpitan ke dinding perut.
- b. *Ostia* sempit sehingga ingesta lebih lama keluar.
- c. Papilla rumen tidak tersebar merata, di bagian tengah lebat dan bagian atas rudimenter.
- d. Ukuran reticulum kecil
- e. Omasum besar, lamina banyak dengan permukaan lebar.
- f. Abomasum relative besar dengan glandula mucosa yang tipis
- g. Glandula saliva relative kecil
- h. Fermentasi di colon kecil.

### **1.3 Organ aksesoris Sistem Pencernaan**

#### **1.3.1 Hati**

Hati merupakan kelenjar eksokrin yang berukuran besar berada di atas lambung. Hati memproduksi empedu yang mengalir menuju usus halus. Empedu mewarnai sel darah merah yang sudah aus dan diekskresikan melalui feces. Sedangkan garam empedu menguraikan lemak menjadi globular yang lebih kecil (emulsi) sehingga dapat bereaksi dengan lipase.

Hati juga berfungsi untuk memindahkan zat antinutrisi, zat beracun, dan alcohol dari darah. Hati mengubah ammonia ( $\text{NH}_3$ ) yang diproduksi oleh bakteri di ususbesar menjadi urea  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  yang diekskresikan dalam bentuk urin. Hati juga mengatur level dari berbagai substansi yang diproduksi dalam tubuh (contohnya adalah hormone steroid).



**Gambar 3.** Regulasi hormonal sistem pencernaan

### 1.3.2 Kandung Empedu

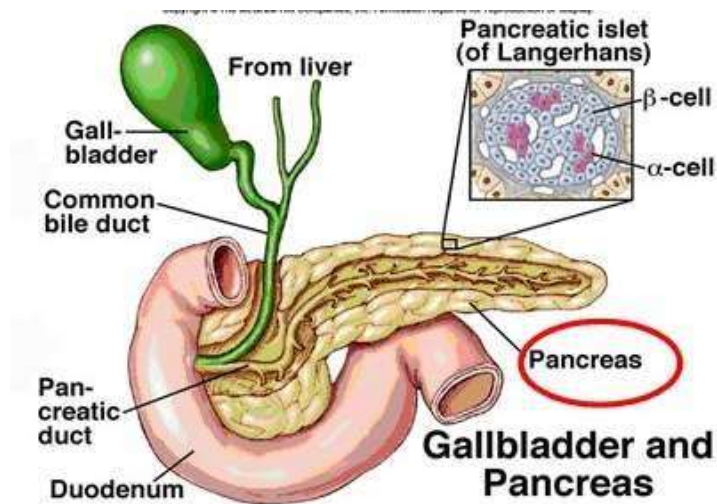
Kandung empedu merupakan kelenjar eksokrin yang berfungsi untuk memproduksi dan menyimpan empedu, memiliki saluran menuju pada usus halus.

### 1.3.3 Pankreas

Pankreas merupakan kelenjar eksokrin yang berada di antara lambung dan usus halus, memproduksi beberapa enzim pencernaan, meliputi :

1. tripsin : berfungsi untuk mencerna protein
2. pankreatik amylase : berfungsi untuk mencerna pati
3. lipase : berfungsi mencerna lemak.

Pankreas juga berfungsi sebagai kelenjar endokrin yang menghasilkan hormone untuk mengatur level gula di dalam darah, yaitu insulin dan glukagon.



**Gambar 4.** Struktur anatomi pancreas

#### 1.4 Rumen Fisiologi dan Mastikasi

Ruminansia memiliki karakter yang unik pada sistem pencernaannya. Keberadaan gigi taringnya untuk mengoyak makanan digantikan dengan gigi gerahamnya. Gigi geraham tersebut diadaptasikan untuk menghancurkan makanan khususnya yang mengandung serat kasar tinggi menjadi partikel yang lebih kecil. Sekresi saliva pada ternak ruminansia dalam jumlah yang berlebih, sehingga ternak tersebut tidak perlu mengkonsumsi air walaupun makanannya dalam kondisi kering.

Sekresi saliva ternak sapi berkisar 40-60 l/hari. Saliva tidak mengandung enzim, tetapi sejumlah besar bikarbonat dan fosfat yang menjadi media yang dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroba dan proses fermentasi. Bikarbonat yang terkandung pada saliva bertindak sebagai buffer utama pada cairan rumen.

Fosfat banyak dijumpai dalam bentuk inorganik. Substansi tersebut memiliki peranan yang penting untuk pertumbuhan mikroorganisme dan berperan menjaga kondisi rumen agar tetap netral sehingga menjadi media yang baik untuk pertumbuhan mikroorganisme.

##### 1.4.1 Motilitas Retikulo-rumen

Siklus kontraksi terjadi satu sampai tiga kali per menit. Frekuensi yang tertinggi terjadi selama proses pemberian pakan, dan frekuensi terendah terjadi ketika

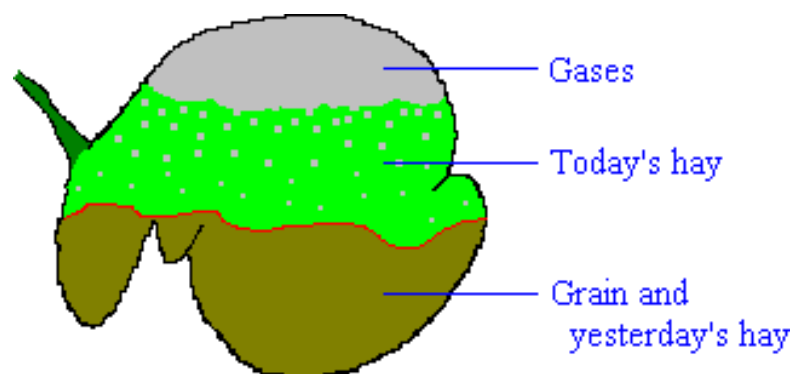
ternak sedang beristirahat. Dua tipe kontraksi yang terjadi adalah :

1. Kontraksi primer, proses ini melibatkan gelombang kontraksi yang diikuti dengan gelombang relaksasi, atau dapat dikatakan sebagian bagian ruen kontraksi dan kantong yang lainnya mengalami diltasi.
2. Kontraksi sekunder terjadi hanya pada bagian rumen dan biasanya berkaitandenga proses eruktasi.

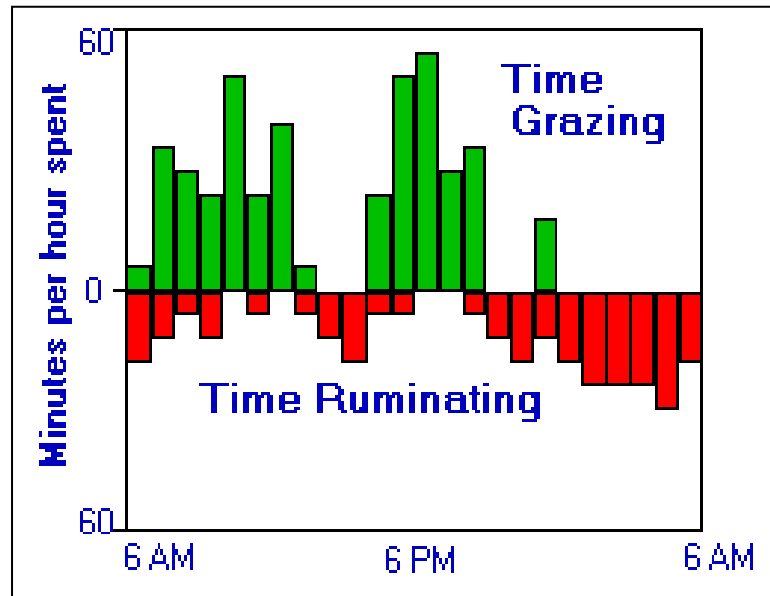
### 1.4.2 Ruminasi dan Eruktasi

Ruminansia dikatakan juga sebagai hewan yang memamah biak. **Ruminasi** adalah mengunyah kembali pakan yang berasal dari reticulum, diikuti dengan **remastikasi** dan **reswallowing** (menelan kembali). Proses tersebut bermanfaat untuk mengefektivkan pemecahan mekanik dari hijauan yang mengandung serat kasar tinggi karena meningkatkan luas area permukaan subtract untuk proses fermentasi mikroba (Hofmann, 1988).

**Regurgitasi** diawali dengan diawali dengan kontraksi reticulum setelah kontraksi primer terjadi. Kontraksi ini mengakibatkan relaksasi otot distal esophageal sphincter sehingga memungkinkan bolus pakan memasuko oesophagus. Bolus dibawa menuju mulut melalui pergerakan peristaltic yang arahnya berlawanan. Cairan pada bolus didorong keluar oleh lidah dan ditelan kembali. Bolus tersebut mengalami proses remastikasi lalu ditelan kembali.



**Gambar 5.** Fase materi di dalam rumen



**Gambar 6.** Grafik hubungan waktu yang dialokasikan oleh domba jantan untuk makan dibandingkan waktu untuk proses ruminasi

**Ruminasi** terjadi umumnya ketika ternak sedang istirahat atau tidak sedang dalam kondisi makan. Proses tersebut dapat digambarkan dalam waktu yang dialokasikan oleh ternak untuk proses ruminasi dalam kesehariannya.

**Fermentasi** di rumen ternak ruminansia menghasilkan gas dalam jumlah yang sangat besar. Sekitar 30-50 liter gas/jam dihasilkan oleh sapi dewasa sedangkan domba atau kambing menghasilkan 5 liter gas/jam. **Eruktasi** atau **belching** adalah bagaimana ternak ruminansia secara kontinyu melepaskan gas yang dihasilkan dari proses fermentasi tersebut. Proses eruktasi berhubungan dengan setiap kontraksi ruminal sekunder. Eruktasi gas bergerak pada esophagus 160 - 225 cm/detik. Pada umumnya proses pergerakan gas tersebut diawali dengan pertama menghirup udara menuju paru-paru kemudian dihembuskan keluar.

### Rangkuman

1. Sistem pencernaan ternak ruminansia terdiri atas saluran pencernaan dan organ aksesoris yang mendukung proses pencernaan.

2. Organ aksesoris pada sistem pencernaan meliputi hati, pancreas, dan kandungempedu.
3. Ternak ruminansia melakukan proses ruminasi, regurgitasi, eruktasi, dan fermentasi dalam mekanisme pencernaannya.
4. Ternak dikelompokkan berdasarkan jenis makanannya, yaitu *Non fiber type*, *medium fiber type*, dan *high fiber type*.

### **Latihan**

1. Berikan penjelasan tentang anatomi dan fisiologi saluran pencernaan ternak ruminansia !
2. Jelaskan perbedaan sistem pencernaan ternak ruminansia dan nonruminansia!
3. Sebutkan organ aksesoris sistem pencernaan beserta fungsinya !
4. Mengapa ternak nonruminansia lebih toleran terhadap jenis pakan konsentrat daripada ternak nonruminansia ?
5. Mengapa ternak ruminansia dapat menggunakan pakan berserat lebih efisien daripada nonruminansia ?

### **REFERENSI**

Church, D.C. 1976. Digestive Physiology and Nutrition of Ruminant. Vol.1. Digestive Physiology 2 nd Edision. USA

Hofmann, R. R. 1988. Anatomy of Gastro-Intestinal Tract. In: D.C. Church (Ed). The Ruminant Animal: Digestive Physiology and Nutrition. Prentice Hall, New Jersey. Pp.14-43

## **2.1 MIKROBIOLOGI RUMEN**

### **Kompetensi Dasar**

1. Mahasiswa memahami tentang mikrobiologi rumen
2. Mahasiswa mampu melakukan manipulasi rumen guna mengoptimalkan pemanfaatan zat-zat makanan pakan ternak ruminansia.

### **Tujuan**

1. Mahasiswa memahami tentang mikrobiologi rumen
2. Mahasiswa mampu melakukan manipulasi rumen guna mengoptimalkan pemanfaatan zat-zat makanan pakan ternak ruminansia.

### **Pendahuluan**

Hubungan antara ternak ruminansia dengan keberadaan mikroflora, serta kaitannya dengan zat makanan telah dipelajari sejak 40 tahun. Studi tentang hubungan tersebut dilakukan oleh Hogan dan tim yang mendemonstrasikan hubungan inang dengan metabolisme NPN oleh mikroflora. Penelitian lebih lanjut masih diperlukan untuk mengeksplorasi manfaat keberadaan mikroflora didalam rumen guna meningkatkan kualitas zat makanan bagi ternak ruminansia.

Analisa ilmiah tentang habitat mikroflora membutuhkan pemahaman tentang : (i) tipe mikroorganisme (ekologi); (ii) aktivitas mikroorganisme tersebut (enzymology) ; dan faktor yang mempengaruhi aktivitas mikroorganisme (regulasi)

### **2.1.1 Mikrobiologi Rumen**

Mikroorganisme yang terdapat pada saluran pencernaan ternak herbivore memiliki fungsi utama untuk mencerna karbohidrat kompleks yang terkandung pada bahan pakan hijauan. Kondisi biologis dan ekologi mikroorganisme yang dimiliki oleh ternak ruminansia relative serupa. Meskipun terdapat strain bakteri atau protozoa spesifik ditemukan pada ternak ruminansia tertentu namun relative memiliki karakteristik biologis yang sama. Syarat mikroorganisme sesuai untuk berkembangbiak pada saluran pencernaan ternak ruminansia, khususnya pada rumen adalah : (i) sanggup tumbuh pada kondisi anaerob ; (ii) jumlah untuk bakteri  $10^6$ - $10^{11}$ /ml cairan rumen ; dan (iii) harus sanggup menghasilkan hasil akhir fermentasi yaitu VFA dan  $\text{NH}_3$ .



Sistem pencernaan ruminansia adalah rangkaian proses perubahan fisik dan kimia yang dialami bahan makanan selama berada di dalam alat pencernaan. Proses pencernaan makanan pada ternak ruminansia relatif lebih kompleks dibandingkan proses pencernaan pada jenis ternak lainnya.

Perut ternak ruminansia dibagi menjadi 4 bagian, yaitu retikulum (perutjala), rumen (perut beludru), omasum (perut bulu), dan abomasum (perut sejati). Dalam studi fisiologi ternak ruminansia, rumen dan retikulum sering dipandang sebagai organ tunggal dengan sebutan retikulorumen. Omasum disebut sebagai perut buku karena tersusun dari lipatan sebanyak sekitar 100 lembar. Fungsi omasum belum terungkap dengan jelas, tetapi pada organ tersebut terjadi penyerapan air, amonia, asam lemak terbang dan elektrolit. Pada organ ini dilaporkan juga menghasilkan amonia dan mungkin asam lemak terbang. Termasuk organ pencernaan bagian belakang lambung adalah sekum, kolon dan rektum. Pada pencernaan bagian belakang tersebut juga terjadi aktivitas fermentasi. Namun belum banyak informasi yang terungkap tentang peranan fermentasi pada organ tersebut, yang terletak setelah organ penyerapan utama. Proses pencernaan pada ternak ruminansia dapat terjadi secara mekanis dimulut, fermentatif oleh mikroba rumen dan secara hidrolisis oleh enzim-enzim pencernaan.

Pada sistem pencernaan ternak ruminansia terdapat suatu proses yang disebut memamah biak (ruminasi). Pakan berserat (hijauan) yang dimakan ditahan untuk sementara di dalam rumen. Pada saat hewan beristirahat, pakan yang telah berada dalam rumen dikembalikan ke mulut (proses regurgitasi), untuk dikunyah kembali (proses remastikasi), kemudian pakan ditelan kembali (proses redeglutasi). Selanjutnya pakan tersebut dicerna lagi oleh enzim-enzim mikroba rumen. Kontraksi retikulorumen yang terkoordinasi dalam rangkaian proses tersebut bermanfaat pula untuk pengadukan digesta, inokulasi dan penyerapan nutrisi. Selain itu kontraksi retikulorumen juga bermanfaat untuk pergerakan digesta meninggalkan retikulorumen melalui retikulo-omasal orifice (Tilman et al. 1982).

Di dalam rumen terdapat populasi mikroba yang cukup banyak jumlahnya. Mikroba rumen dapat dibagi dalam tiga grup utama yaitu bakteri, protozoa dan fungi. Kehadiran fungi di dalam rumen diakui sangat bermanfaat bagi pencernaan pakan serat, karena dia membentuk koloni pada jaringan selulosa pakan. Rizoid fungi tumbuh jauh menembus dinding sel tanaman sehingga pakan lebih terbuka untuk dicerna oleh enzim bakteri rumen.

Bakteri rumen dapat diklasifikasikan berdasarkan substrat utama yang digunakan, karena sulit mengklasifikasikan berdasarkan morfologinya. Kebalikannya protozoa diklasifikasikan berdasarkan morfologinya sebab mudah dilihat berdasarkan penyebaran silianya. Beberapa jenis bakteri yang adalah : (a) bakteri pencerna selulosa (*Bacteroides succinogenes*, *Ruminococcus flavifaciens*, *Ruminococcus albus*, *Butyrivibrio fibrisolvens*), (b) bakteri pencerna hemiselulosa (*Butyrivibrio fibrisolvens*, *Bacteroides ruminicola*, *Ruminococcus* sp), (c) bakteri pencerna pati (*Bacteroides ammylophilus*, *Streptococcus bovis*, *Succinimonas amylolytica*), (d) bakteri pencerna gula (*Triponema bryantii*, *Lactobasilus ruminus*), (e) bakteri pencerna protein (*Clostridium sporogenus*, *Bacillus licheniformis*).

Protozoa rumen diklasifikasikan menurut morfologinya yaitu: *Holotrichs* yang mempunyai silia hampir diseluruh tubuhnya dan mencerna karbohidrat yang fermentabel, sedangkan *Oligotrichs* yang mempunyai silia sekitar mulut umumnya merombak karbohidrat yang lebih sulit dicerna.

Mikroorganisme cellulolytic banyak dijumpai pada rumen ternak ruminansi karena proses pencernaan serat kasar dominan terjadi. Mikroorganisme yang umum berkembang biak pada rumen mikroorganisme didominasi oleh fungi yang bersifat anaerob. Mikroflora tersebut khususnya yang memiliki kemampuan untuk menguraikan peptide dan bakteri yang mampu melakukan fermentasi terhadap asam amino. Chen dan Gomes (1992) mengisolasi tiga jenis bakteri yang termasuk dalam bakteri Gram-positive yang memiliki aktivitas tinggi dalam memproduksi  $\text{NH}_3$ , serta memiliki kemampuan untuk tumbuh pesat dengan jalan memanfaatkan asam amino maupun peptide sebagai sumber energi. Tiga jenis bakteri yang dapat diidentifikasi tersebut memiliki karakteristik taksonomi sebagai *Peptostreptococcus anaerobius*, *Clostridium sticklandii*, dan *Clostridium aminophilum* sp. Nov. Meskipun strain bakteri tersebut umum ditemui pada rumen ternak ruminansi namun jenis lain juga ditemukan pada ternak ruminansi yang di pelihara di daerah beriklim temperate seperti New Zealand. Analisa phylogenetic (16S rRNA) mengisolasi dua genus yaitu *Peptostreptococcus*, satu termasuk dalam genus *Eubacterium* dan dua lainnya termasuk dalam famili *Bacteroidaceae* yang termasuk dalam tipe bakteri gram negative.

Kehadiran bakteri gram positif yang disebut *Eubacterium pyruvovorans* sp. nov., dimana bakteri tersebut memiliki kemampuan untuk tumbuh dengan sumber energi baik yang berupa peptide, asam amino, maupun asam organik seperti piruvat atau oxaloacetate. Dengan adanya penambahan asetat, maka bakteri tersebut akan memproduksi asam organik rantai panjang seperti valerat dan caproate selama fase pertumbuhan. Saat ini banyak dipahami bahwa bakteri dengan kemampuan laju produksi ammonia yang tinggi tidak umum terdapat pada ternak ruminansia.

### **2.1.2 Pencernaan Mikrobial Terhadap Karbohidrat**

Enzim yang dihasilkan tractus digestivus tidak sanggup mencerna selulosa dan pentosan, zat-zat membentuk dinding sel tumbuhan dan merupakan sebagian besar bahan pada jerami. Akan tetapi zat-zat tersebut dicerna oleh bakteri dalam tiga bagian pertama dari lambung hewan ruminansia, di dalam caecum dan colon kuda dan sejumlah kecil di dalam usus besar hewan lain. Jumlah bakteri dalam isi rumen adalah banyak sekali. Bakteri tersebut merombak selulosa dan pentosan ke dalam asam-asam organik (terutama asetat) dan kemungkinan dalam jumlah kecil ke dalam gula sederhana. Dalam proses tersebut terbentuk terbetuklah gas (karbondioksida dan metana) dan panas.

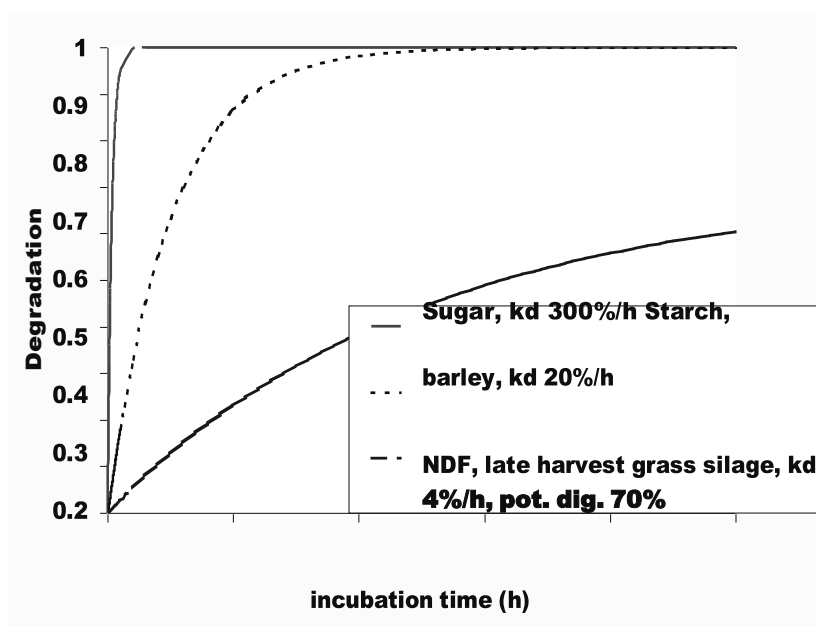
Asam-asam organik merupakan makanan bagi hewan, sama halnya seperti gula, akan tetapi gas yang terbentuk tidak ada nilainya. Panas yang di timbulkan tidak digunakan, kecuali bila hewan memerlukan panas tersebut untuk menjaga suhu normal tubuhnya. Hasil penelitian terakhir menunjukkan bahwa penyerapan zat-zat makanan yang larut seperti asam-asam organik dapat berlangsung dari lambung hewan ruminansia, akan tetapi sebagian besar dari penyerapan terjadi dari usus halus.

Kesanggupan hewan ternak untuk menggunakan serat kasar dan pentosan dalam makanan tergantung pada pencernaan bakteri. Hal ini merupakan suatu kejadian yang penting dalam makanan sapi dan domba dan merupakan alasan utama mengapa hewan tersebut dapat hidup terutama dari jerami. Dinding sel yang beserat tidak hanya digunakan untuk makanan, tetapi dengan pencernaan tadi zat makanan yang terdapat di dalam menjadi bebas, dengan demikian akan menjadi lebih mudah dicerna oleh getah pencernaan di dalam lambung dan dalam usus. lignin dalam makanan hanya dicerna dalam jumlah sedikit.

Zat-zat asam dan gas yang terbentuk akibat bekerjanya mikroorganisme dalam rumen merupakan hasil akhir berbagai reaksi antara. Selulosa, pentosan dan pati dihidrolisis menjadi monosakarida kemudian difermentasi.

Banyaknya asam yang terbentuk bervariasi tergantung macam ransum yang diberikan, adanya organisme dan faktor yang lainnya. asam asetat merupakan 2/3 sampai 3/4 atau lebih dari jumlah seluruhnya. Menyusul berturut-turut asam propionate dan asam butirat. Asam volatil yang ada dalam rumen tidak semuanya berasal dari fermentasi karbohidrat, Karena sebagian berasal dari hasil kerja mikroorganisme terhadap protein atau ikatan lainnya yang mengandung nitrogen. Asam-asam tersebut masuk dalam abomasums mengalami pencernaan dan masuk ke dalam usus kemudian diserap masuk peredaran darah. Setelah diserap akan diubah menjadi energi, lemak, karbohidrat dan hasil lainnya yang dibutuhkan tubuh.

Dari bagian-bagian berserat pada bahan makanan ligninlah yang paling tahan terhadap serangan mikroorganisme sehingga hanya sedikit sekali yang dapat dicerna. Selulosa lebih banyak dapat dirombak dan hemiselulosa yang paling dapat dicerna. Pati dan gula siap diubah menjadi asam dan gas.



**Gambar 7.** Grafik hubungan waktu inkubasi (jam) dengan degradasi karbohidrat(%) di rumen.

### 2.1.3 Manipulasi Fermentasi Rumen

Voluntary Feed Intake (VFI) merupakan faktor pembatas produksi ternak ruminansia karena konsumsi pakan bebas menurun terutama bila pakan utama berupa hijauan yang serat kasarnya tinggi seperti limbah pertanian.

Jika VFI terbatas maka ternak akan kekurangan energi sehingga manipulasi fermentasi perlu dilakukan, karena :Kapasitas retikulum-rumen dan laju pencernaan bahan pakan terbatas sehingga mengakibatkan VFI terbatas.

Proses fermentasi rumen kurang efisien karena proses terjadi secara anaerob sehingga ATP yang dihasilkan lebih sedikit dibandingkan oksidasi glukosa.

Tiga hal penting untuk mengoptimalkan fungsi rumen :

1. Pencernaan maksimal bahan organik (BO) dengan produksi VFA yang sejalan dengan peningkatan pencernaan BO tersebut.
2. Produksi sel mikrobia semaksimal mungkin melalui fermentasi.
3. Kualitas dan kuantitas protein semaksimal mungkin untuk pencernaan pascarumen.

Kerugian dari proses fermentasi ;

1. Protein yang mempunyai nilai hayati tinggi diubah menjadi  $\text{NH}_3$  (yang dibutuhkan oleh ternak adalah AA)
2. Mudah menderita ketosis

Pakan di daerah tropis 90% didegradasi di rumen oleh karena itu perlumemanipulasi.

Keuntungan dari proses fermentasi ;

1.  $\text{NH}_3$  dapat diberikan sebagai sumber protein asalkan pemenuhan energi jugaseimbang.
2. Proses pencernaan SK terjadi.

Metode manipulasi fermentasi rumen ;

1. Seleksi komponen pakan dan prosesing pakan (untuk itu perlu tahu sifat pakan)
2. Penggunaan bahan kimia (non nutritive) yang akan mempengaruhi jalur metabolisme tertentu, mempengaruhi keasaman rumen atau dengan bahan kimia yang akan meningkatkan laju aliran keluar dari rumen. Suplementasi minyak ikan dengan penambahan senyawa kalsium hidroksida  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  pada minyak ikan memberikan

penurunan nilai kolesterol darah dan peningkatan PBB pada kambing (Yulianti dkk., 2013).

3. Suplementasi dan pengaturan waktu makan.
4. Peningkatan frekuensi feeding. Makin sering frekuensinya akan semakin baik. Jika banyak pakan yang tercecer maka akan terbuang.

Hal yang harus diperhatikan untuk mempertahankan populasi mikroorganisme dalam rumen adalah : (i) Fluktuasi pH dalam rumen penting diperhatikan untuk produksi mikroorganisme yang optimal ; (ii) Produksi gas dalam rumen diusahakan seimbang ; (iii) Pakan kaya serat + RAC sehingga menghasilkan VFA yang tinggi; (iv) Imbangan hijauan dan konsentrat harus diperhatikan ; dan (v) Faktor pembatas harus diperhatikan; penurunan pH,  $[NH_3]$ , [VFA], dan mineral juga penting untuk ditambahkan.

#### **2.1.4 Seleksi Komponen Pakan dan Prosesing Pakan**

Pada *stall feeding* / *feed lot* dapat dipilih berbagai pakan dengan tujuan untuk produksi tertentu. Contohnya pada daerah tropis pakan yang dapat dipilih antarlain : hay, silase, molasses, pucuk tebu, urea, suplemen protein hewani atau nabati, pakan kaya serat dan *ready available carbohydrate* (RAC).

Sedangkan prosesing pakan yang dapat diintroduksikan pada hijauan kaya serat adalah :

1. Penggilingan ; proses penggilingan maupun pemotongan akan memberikan dampak terhadap luas permukaan partikel sehingga menjadi lebih besar. Kondisi tersebut akan mengakibatkan mikroflora rumen akan mudahmencerna sehingga laju aliran pakan akan meningkat diikuti dengan *voluntary feed intake* (VFI) yang meningkat. Laju aliran berhubungan dengan konsumsi pakan.
2. Ekstraksi : perlakuan dengan uap saat proses ekstraksi menggunakan ekstruder khususnya pada bahan yang kaya kandungan lignoselulosa akan mengakibatkan pemisahan lignin dan selulosa. Proses ini dapat meningkatkan daya cerna hingga mencapai 60-90%. Prinsip kerja ekstruder adalah bahan pakan dialiri uap jenuh pada suhu 170-250 °C selama beberapa menit guna merenggangkan ikatan serat kasar dengan komponen pakan yang tidak dapat tercerna.

3. Pemanasan : proses pemanasan baik diterapkan untuk pakan ternak, karena saat proses pemanasan akan terjadi denaturasi yang mengakibatkan protein menggumpal. Hal tersebut menyebabkan protein akan terproteksi sehingga tidak mengalami pencernaan di rumen melainkan langsung menuju abomasum dimana pH akan menurun sehingga enzim akan bekerja untuk menguraikan protein menjadi asam amino yang dapat diserap di usus halus.
4. Pemotongan
5. Pelleting
6. Perlakuan kimia jerami padi : contohnya adalah amoniasi dimana ikatan lignoselulosa akan terlepas dengan introduksi ikatan hydrogen. Proses tersebut akan meningkatkan kecernaan serat kasar sehingga meningkatkan sumber energi mikroflora dalam rumen.
7. Perlakuan biologis menggunakan mikroba dan jamur

### 2.1.5 Penggunaan Bahan Kimia

Tujuh kelompok utama yang digunakan untuk manipulasi fermentasi rumen adalah ;

1. Propionate enhancer : meningkatkan produksi asam asetat, contohnya adalah monensin, ionophore, chloroform, trichlor etanol.
2. Methane inhibitor.
3. Deaminasi inhibitor : contohnya adalah diaryl iodonium
4. Protease inhibitor : contohnya adalah neomycin
5. Urease inhibitor
6. Dilution rate enhancer : garam-garam mineral, reaksinya tanpa mempengaruhi pH
7. pH regulator : contohnya adalah  $\text{NaHCO}_3$

Bahan kimia yang sering diterapkan di lapang adalah :

- a. **Methane inhibitor**, prinsip kerjanya adalah  $\text{CH}_4$  dihambat sehingga akan terjadi sintesis asam propionate. Jika konsentrasi asam propionate tinggi maka akan terjadi peningkatan efisiensi penggunaan energi.  $\text{CH}_4$  akan banyak diproduksi jika hijauan yang dikonsumsi dalam jumlah tinggi. Proses pembentukan glukosa akan banyak melalui mekanisme glukoneogenesis.
- b. **Monensin** (Rumensin), bekerja dengan jalan menurunkan pH rumen sehingga akan mengakibatkan pertumbuhan mikroorganisme sellulolitik terhambat, produksi asam asetat akan menurun diiringi dengan penurunan produksi  $\text{CH}_4$  dan peningkatan produksi asam

- c. propionate. Kondisi tersebut akan mengakibatkan intake pakan menurun dan menimbulkan peningkatan efisiensi penggunaa pakan. Pengaruh penggunaan monensin antara lain : (i) modifikasi produksi asam ; (ii) modifikasi konsumsi pakan ; (iii) mengubah produksi gas ; (iv) modifikasi pencernaan ; (iv) mengubah penggunaan proteindengan jalan menurunkan pH rumen sehingga menghambat produksi CH<sub>4</sub>.
- d. **Urease inhibitor**, urea merupakan sumber nitrogen (N) bagi ternak ruminansia namun kelemahan pemberian urea adalah terjadinya proses hidrolisis yang berlangsung sangat cepat. Hal tersebut akan berakibat terhadap terjadinya akumulasi NH<sub>3</sub>. Pada konsentrasi yang tinggi akan mengakibatkan keracunan pada ternak. Upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan penambahan urease inhibitor. Penambahan bahan tersebut akan membuat NH<sub>3</sub> menjadi lebih tersedia untuk sintesis protein mikroba. Protein mikroba akan diserab pada usus halus oleh ternak ruminansia dan kondisi tersebut akan meningkatkan retensi nitrogen.
- e. **Defaunating agent**, proses defaunasi adalah upaya untuk mengurangi jumlah protozoa. Protozoa bersifat predator bagi bakteri dan protozoa lain yang ukurannya lebih kecil. Kondisi tersebut akan menurunkan kuantitas protein mikroba. Protozoa cenderung untuk menempel pada dinding rumen sehinggamengakibatkan menurunnya protein mikroba yang masuk alat pencernaan pasca rumen. Upaya untuk mengeliminir hal tersebut adalah dengan penambahan bahan kimia yang mengandung **xaponin**, contohnya adalah lerak. Bahan tersebut diekstrak dan dicampurkan bahan pakan maka pada dinding rumen akan terjadi xaponisasi sehingga protozoa akan terlepas dari dinding rumen. Proses xaponisasi akan menurunkan tekanan permukaan dinding rumendan mengakibatkan membrane sel protozoa pecah karena tekanan omosis. Xaponin memiliki fungsi seperti detergen. Selain lerak dapat juga digunakan pace, daun kembang sepatu, daun waru, dan jambe. Proses defaunasi berfungsi : (i) meningkatkan sel protein yang akan masuk saluran pencernaan pasca rumen ; (ii) meningkatkan protein yang *by pass* karena tidak terdegradasi oleh protozoa.



### 2.1.6 Suplementasi Pakan

Urea Molasses Block (UMB) merupakan sumber nitrogen, energi, mineral esensial, dan vitamin. Penambahan UMB akan mengakibatkan proses fermentasi menjadi efektif karena meningkatkan aktivitas mikroorganisme di dalam rumen. UMB merupakan suplai NPN yang relative konstan, memiliki palabilitas yang tinggi karena rasa dan aromanya yang menarik. UMB juga merupakan salah satu metode fermentasi rumen, tujuan pemberiannya adalah untuk : (i) meningkatkan konsumsi pakan ; (ii) meningkatkan pencernaan ; (iii) meningkatkan produksi sel mikroba ; dan (iv) meningkatkan *by pass* protein.

### 2.1.7 Perlakuan biologis

Penambahan probiotik merupakan salah satu metode untuk memanipulasi fermentasi rumen, yaitu dengan penambahan jumlah mikroba yang akan meningkatkan proses pencernaan bahan pakan.

### Rangkuman

- a. Mikrofora yang terdapat pada rumen ternak ruminansia didominasi oleh bakteri cellulolytic dan mikroorganisme yang memiliki kemampuan untuk menguraiakan peptide dan mampu melakukan fermentasi terhadap asam amino.
- b. Syarat mikroorganisme sesuai untuk berkembangbiak pada saluran pencernaan ternak ruminansia, khususnya pada rumen adalah : (i) sanggup tumbuh pada kondisi anaerob ; (ii) jumlah untuk bakteri  $10^6$ - $10^{11}$ /ml cairan rumen ; dan (iii) harus sanggup menghasilkan hasil akhir fermentasi yaitu VFA dan  $\text{NH}_3$ .
- c. Metode manipulasi fermentasi rumen meliputi : (i) seleksi komponen dan prosesing bahan pakan ; (ii) penggunaan bahan kimia (non nutritive) yang akan mempengaruhi jalur metabolisme tertentu ; (iii) suplementasi dan pengatiran waktu makan ; dan (iv) peningkatan frekuensi pemberian pakan.

### Latihan

1. Jelaskan tentang mikroflora yang terdapat pada rumen !
2. Sebutkan syarat mikroorganismedapat berkembang biak pada saluranpencernaan ternak ruminansia !
3. Sebutkan dan jelaskan metode yang dapat dilakukan untuk memanipulasi proses fermentasi di dalam rumen !
4. Jelaskan prinsip kerja dari xaponin pada dinding rumen ternak ruminansia !

## **REFERENSI**

Tillman, A.D., dkk. 1991. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta

Yulianti A Dewi, Handadari Woelan. 2013. Hubunga Antara Tingkat Stres dengan Tindak Kekerasan pada Caregiver Lansia dengan Demensia. Surabaya : Universitas Airlangga Surabaya.

Chen, X. B. And M. J. Gomes, 1992. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle on urinary excretion of purine derivatives- an overview of the technical details. International Feed Resources unit, Rowett Research Institute, Bucksburn, Aberdeen. Occasional Publication

## GLOSARIUM

### A

**Anatomi** adalah cabang dari biologi yang mempelajari susunan tubuh makhluk hidup.

**Asam amino** adalah senyawa organik yang memiliki gugus fungsi karboksil dan amina, serta rantai samping yang spesifik untuk setiap jenis asam amino. Dalam biokimia sering kali pengertiannya dipersempit: gugus karboksil dan amina terikat pada satu atom karbon yang sama.

### B

**Biologis** adalah proses yang ada pada organisme hidup. Proses ini membedakan hal-hal yang hidup dan yang tak hidup.

**Bolus** adalah gumpalan makanan yang telah mengalami proses pencernaan di mulut.

### C

**CH<sub>4</sub> (Metana)** merupakan salah satu gas rumah kaca sehingga keberadaannya di atmosfer mempengaruhi suhu Bumi dan sistem iklim.

### D

**Dens Insisivus** adalah sebutan untuk Gigi Seri pada ternak.

### E

**Enzim** adalah biomolekul berupa protein yang berfungsi sebagai katalis dalam suatu reaksi kimia organik.

### F

**Faring** merupakan nama lain dari tenggorokan bagian atas, berupa tabung yang terletak di belakang mulut dan rongga hidung, dan menghubungkan keduanya ke trakea (batang tenggorokan).

**Fisiologi** adalah salah satu dari cabang-cabang biologi yang mempelajari berlangsungnya sistem kehidupan.

### H

**Hijauan** adalah bagian tumbuhan yang dijadikan pakan bagi hewan. Hijauan dapat ditanam di ladang dan hewan dibiarkan merumput, atau dipangkas kemudian diberikan sebagai sumber pakan hewan herbivora.

### I

**Intake** adalah sebutan untuk masuknya proses penyerapan baik secara makanan ataupun proses hasil Metabolis.

### K

**Karbohidrat** adalah nutrisi atau zat gizi yang dibutuhkan tubuh agar bisa menjalankan

sebagaimana fungsinya. Karbohidrat juga diartikan sebagai senyawa kimia yang tersusun atas dua unsur yaitu karbon, hidrogen, dan oksigen.

## **L**

**Lignin** atau zat kayu adalah salah satu zat komponen penyusun tumbuhan. Komposisi bahan penyusun ini berbeda-beda bergantung jenisnya. Lignin terutama terakumulasi pada batang tumbuhan berbentuk pohon dan semak.

**Limbah** adalah sisa dari suatu aktifitas peternakan.

## **M**

**Metana** adalah hidrokarbon paling sederhana yang berbentuk gas dengan rumus kimia CH<sub>4</sub>.

**Mikroorganisme** atau mikroba (disebut juga jasad renik) adalah organisme yang berukuran sangat kecil sehingga untuk mengamatnya diperlukan alat bantuan.

**Mikroflora** merupakan istilah yang digunakan untuk menggambarkan berbagai macam mikroorganisme seperti bakteri dan fungi yang merupakan penghuni tetap dari bagian-bagian tubuh tertentu seperti kulit, rongga mulut, rongga hidung, rongga telinga, usus besar dll.

## **N**

**NDF (Neutral Detergent Fiber)** merupakan zat makanan yang tidak larut dalam detergent netral dan NDF bagian terbesar dari dinding sel tanaman. Bahan ini terdiri dari selulosa, hemiselulosa, lignin dan silika serta protein fibrosa.

## **O**

**Organik** adalah golongan besar senyawa kimia yang molekulnya mengandung karbon, kecuali karbida, karbonat, dan oksida karbon. Studi mengenai senyawaan organik disebut kimia organik. Banyak di antara senyawaan organik, seperti protein, lemak, dan karbohidrat, merupakan komponen penting dalam biokimia.

**Ostia** adalah lubang pada dinding tubuh porifera sebagai tempat masuknya air. Arti istilah osculum adalah lubang tempat keluarnya air pada porifera.

## **P**

**Peptida** merupakan molekul yang terbentuk dari dua atau lebih asam amino. Jika jumlah asam amino masih di bawah 50 molekul disebut peptida, tetapi jika lebih dari 50 molekul disebut dengan protein. Asam amino saling berikatan dengan ikatan peptida.

## **R**

**Remastikasi** adalah proses pengunyahan kembali, sama dengan proses mastikasi, akan tetapi proses remastikasi atau pengunyahan kembali ini lebih lama dibandingkan waktu mastikasi.

**Regurgitasi** adalah kondisi saat campuran antara gastric juice (getah perut) dan terkadang

makanan yang belum dicerna kembali ke kerongkongan dan masuk ke mulut.

## **S**

**Stall feeding** adalah pemberian pakan di kandang yang dilakukan peternak untuk memberi makan ternaknya.

## **T**

**Tripsin** adalah enzim di bagian pertama usus halus yang memulai pencernaan molekul protein dengan memotong rantai panjang asam amino menjadi bagian yang lebih kecil.

## **U**

**Urine** adalah air seni, kemih, atau air kencing cairan sisa yang diekskresikan oleh ginjal yang kemudian akan dikeluarkan dari dalam tubuh melalui saluran kemih di dalam proses urinasi.

## **V**

**VFA (volatile fatty acid)** merupakan hasil fermentasi bahan organik berupa karbohidrat. VFA merupakan sumber energi utama ternak ruminansia serta sumber kerangka karbon pembentukan protein mikroba

**Voluntary Feed Intake (VFI)** adalah konsumsi pakan sukarela pada ternak ruminansi,

