



NUTRISI TERNAK RUMINANSIA

PENDAHULUAN

MAULINA NOVITA, S.Pt., M.Si

SILABUS



01

ANATOMI DAN SALURAN PENCERNAAN

Anatomi dan Fungsi Mulut; Anatomi dan Fungsi Lambung Depan; Anatomi dan Fungsi Saluran Pencernaan Bawah

02

EKOSISTEM RUMEN

Kondisi Fisik dan Kimia Rumen; Interaksi yang terjadi di dalam Rumen

03

MIKROBIOLOGI RUMEN

Ragam Mikroba; Peran dan Fungsi Mikroba; Interaksi Mikroba di dalam Rumen

04

METABOLISME NUTRISI

Proses Metabolisme Karbohidrat, Protein, Lemak, Vitamin, dan Mineral; Manipulasi Fermentasi Rumen untuk Meningkatkan Produksi Ternak

SILABUS



05

GANGGUAN METABOLISME

Ketosis; *Pregnancy toxemia*; *Abomasum displacement*; Demam Susu

06

KONSUMSI PAKAN

Selera Makan

07

PENYUSUNAN RANSUM

Status Fisiologi Ternak; Menentukan Kebutuhan Nutrisi; Menyusun Fisiologis Ternak

ANATOMI SALURAN PENCERNAAN

**NUTRISI TERNAK RUMINANSIA TM 2
DOSEN PENGAMPU: MAULINA NOVITA, S.Pt., M.Si**

PROSES PENCERNAAN

Suatu proses yang dapat mengubah makanan menjadi substansi yang sederhana yang dapat diabsorpsi oleh tubuh.

Terjadi secara mekanis dan kimiawi, serta fermentatif.

Fungsi Utama Saluran Pencernaan

Transport food

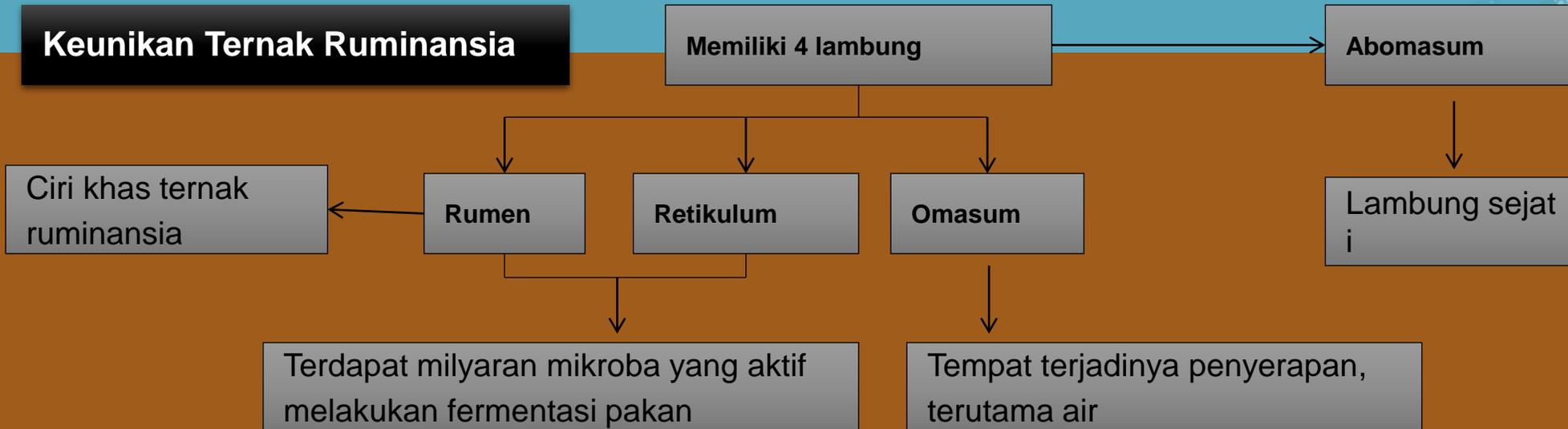
Digestion

Absorption

Synthesis

Excretion

Evolusi Anatomi dan Fungsi Rumen



Kelompok Ternak Ruminansia berdasarkan Adaptasi Pakan

Pakan Berkualitas Tinggi (*concentrate selectors/browsers*)

Contoh: Kambing

Peralihan (*intermediate selectors*)

Contoh: Sapi Perah

Pakan Berkualitas Rendah (*roughage selectors/grazers*)

Contoh: Domba dan Kerbau

Ternak Kambing mengkoordinasikan fungsi lidah dan bibir dalam merenggut daun sebagai pakan untuk mencegah tanin pecah sebelum masuk ke mulut.

Tanin dapat menimbulkan rasa pahit.

Rasa pahit dari tanin dapat dinetralkan oleh saliva yang mengandung protein, sehingga dapat mengikat tanin.

Anatomi Gigi, Lidah, Kelenjar Saliva dan Kerongkongan

Ternak ruminansia tidak mempunyai gigi seri (Incisor) dan gigi taring (Caninus) pada rahang atas.

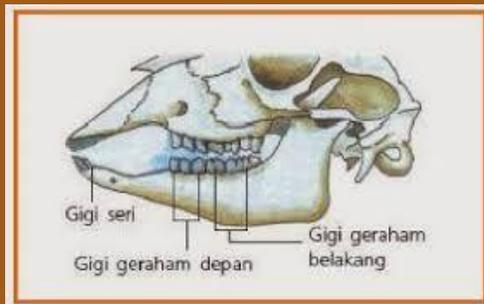
Pada rahang bawah tidak memiliki gigi taring.

Gusi ternak ruminansia sangat keras, sehingga mampu untuk menghasilkan tenaga gigitan yang kuat.

Fungsi gigi taring dapat digantikan oleh gigi geraham depan dan belakang yang menyerupai fungsi mortar untuk melumatkan pakan yang berasal dari hijauan.

Gigi ternak ruminansia dapat digunakan sebagai penentu perkiraan umur ternak.

Tabel Susunan Gigi Ternak Ruminansia



Jenis Gigi	Gigi Susu		Gigi Tetap	
	Rahang Bawah	Rahang Atas	Rahang Bawah	Rahang Atas
Seri (Incisor)	4 + 4	-	4 + 4	-
Taring (Caninus)	-	-	-	-
Geraham Depan (Premolars)	3 + 3	3 + 3	3 + 3	3 + 3
Geraham Belakang (Molars)	-	-	3 + 3	3 + 3
Total	20		32	

LIDAH ternak ruminansia memiliki peran sesuai dengan evolusi seleksi kualitas pakan yang dikonsumsi.

Ternak sapi dan jerapah memiliki lidah yang relatif panjang serta dapat digerakkan untuk mencabut tanaman yang dikonsumsi serta untuk membersihkan bagian luar hidungnya.

Ternak domba memiliki lidah yang normal karena yang digunakan untuk merenggut tanaman adalah bagian bibir atas yang terbelah (*cleft*)

Ternak kambing tidak memiliki lidah panjang maupun bibir atas terbelah karena memiliki sifat browsing dengan jalan menegakkan tubuhnya untuk mencapai target sasaran pucuk atau daun yang akan dikonsumsi.

SALIVA

Yang paling utama berasal dari 3 pasang kelenjar saliva, yaitu: submaxillary, sublingual dan parotid.

Fungsi Saliva:

- Sumber nutrisi untuk mikroorganisme rumen, mengandung urea, Na, K, P, dll.
- Membasahi bolus, pada ruminansia dewasa tidak mengandung enzim. Pada yang muda mengandung amylase.
- Sebagai buffer untuk menjaga pH rumen dan mucin agar tidak terjadi bloot.

jumlah sekresi saliva:

- Domba: 3 – 10 liter/hari
- Kuda: 10 – 12 liter/hari
- Sapi: 130 – 180 liter/hari

Cara mengetahui Umur Sapi melalui Giginya :

Gigi seri susu sudah tumbuh sedangkan gigi seri luarnya belum, ini berarti umurnya 15 hari.

Gigi seri sudah tumbuh seluruhnya, baik bagian dalam dan luar, Umurnya 1 bulan

Gigi seri susu bagian dalam sudah terasah. Umur sapi 6 bulan

Gigi seri susu bagian dalam terasah seluruhnya. Umur sapi 10-12 bulan

Gigi seri susu luar terasah seluruhnya. Umurnya 16-18 bulan

Gigi seri susu dalam sudah berganti dengan gigi tetap. Umurnya 1,5 – 2 tahun

Gigi seri susu tengah bagian dalam sudah berganti dengan gigi tetap. Umur sapi 2,5 tahun.

Gigi seri susu tengah bagian luar sudah berganti dengan gigi tetap. Umur sapi 3 tahun.

Gigi seri susu luar sudah berganti dengan gigi tetap. Umur sapi 3,5 tahun

Semua gigi seri yang lebar sudah kelihatan. Umur sapi 4 tahun.

Gigi sudah tidak berganti lagi sedangkan gigi ujung belum terasang dan memiliki 2 cincin tanduk. Umur sapi 4,5 tahun

Gigi ujung memperlihatkan tanda pergeseran bidang berasah pada gigi dalam dan berurutan ke gigi tengah luar bertambah lebar.

Serta memiliki tiga cincin tanduk. Umurnya 5 tahun.

Anatomi Lambung

Terdiri dari 4 bagian, yaitu:

1. Rumen
2. Retikulum
3. Omasum
4. Abomasum

Tiga bagian pertama dikenal dengan lambung depan, tempat terjadinya fermentasi oleh mikroba, absorpsi dan sintesis Protein mikroba.

Abomasum disebut lambung sejati, karena secara anatomis maupun fisiologis sama dengan lambung pada hewan ber lambung tunggal.

1. Rumen

- Terletak di sebelah kiri rongga perut.
- Memanjang dari rusuk 7 dan 8 sampai tulang pinggang (pelvis)
- Menempati lebih kurang 75% dari rongga perut.
- Bagian kiri rumen menempel pada diafragma dan dinding kiri perut serta limpa.
- Sebelah kanan berhubungan dengan omasum, abomasum, usus, hati, pankreas, ginjal sebelah kiri, aorta serta cava posterior.
- Bagian dalam rumen dilapisi dengan papilla yang menyerupai papilla lidah dan berfungsi untuk memperluas lapisan permukaan untuk absorpsi.
- Bentuk dan ukuran papilla dipengaruhi oleh lama tinggal ingesta di dalam rumen sehingga pada bagian dorsal ukuran papilla rumen lebih pendek dari bagian ventral karena ingesta yang sukar dicerna akan tinggal di bagian ventral lebih lama.

Rumen mempunyai empat kantong, yaitu:

- Cecal sac
- Dorsal sac
- Blind sac:
 - Dorso blind sac
 - Ventro caudal blind sac

Fungsi dari kantong-kantong tersebut adalah untuk gerakan-gerakan yang diperlukan selama terjadinya proses fermentasi.

- Ventral sac

Rumen

Berisi mikroba anaerob, yaitu bakteri, protozoa dan jamur/fungi, fungsi:

- Melakukan proses fermentasi.
- Pembentukan vitamin B kompleks dan K
- Zat pakan dari induk semang.

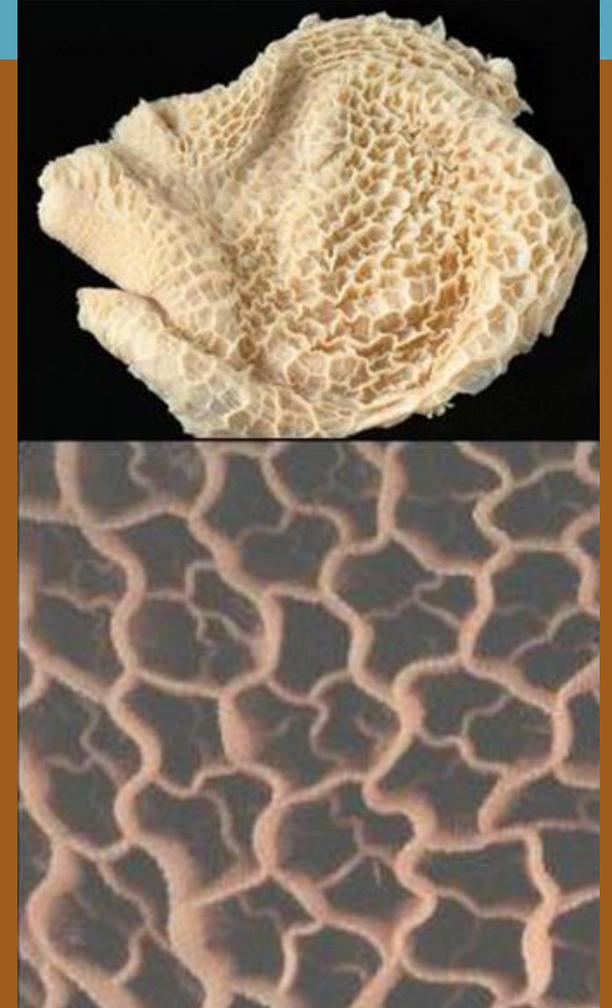
Memproduksi VFA dan protein

Absorpsi sebagian besar VFA secara difusi



2. Retikulum

- Retikulum mempunyai tonjolan-tonjolan (papilla) yang menyerupai rumah tawon
- Berfungsi untuk absorpsi.
- Bentuknya seperti sarang lebah
- Hal negatif yang dapat terjadi pada retikulum yaitu *hard ware disease* atau *traumatic pericardiac* yakni bila pakan mengandung benda-benda asing dan benda-benda itu tidak masuk ke dalam *high density zone* tetapi masuk ke dalam retikulum → dapat menyebabkan peradangan pada retikulum.
- Benda-benda tersebut dapat menembus diafragma sehingga terjadi perikarditis.



3. Omasum

- Terletak disebelah kanan garis median atau disebelah rusuk 7-11.
- Berbentuk elips.
- Memperkecil partikel pakan.
- Absorpsi air lebih kurang 60%.
- Absorpsi VFA.
- Absorpsi garam-garam asam lemak, Na dan K
- Dihubungkan dengan retikulum oleh saluran sempit dan pendek yang disebut *orificium reticulo omasal*.
- Bagian dalam omasum terdapat lembaran-lembaran atau laminae yang merupakan lipatan longitudinal dari bagian dalam omasum, membentuk lembaran-lembaran seperti buku.
- Pada laminae terdapat tonjolan-tonjolan kecil yang disebut dengan papilla.



4. Abomasum

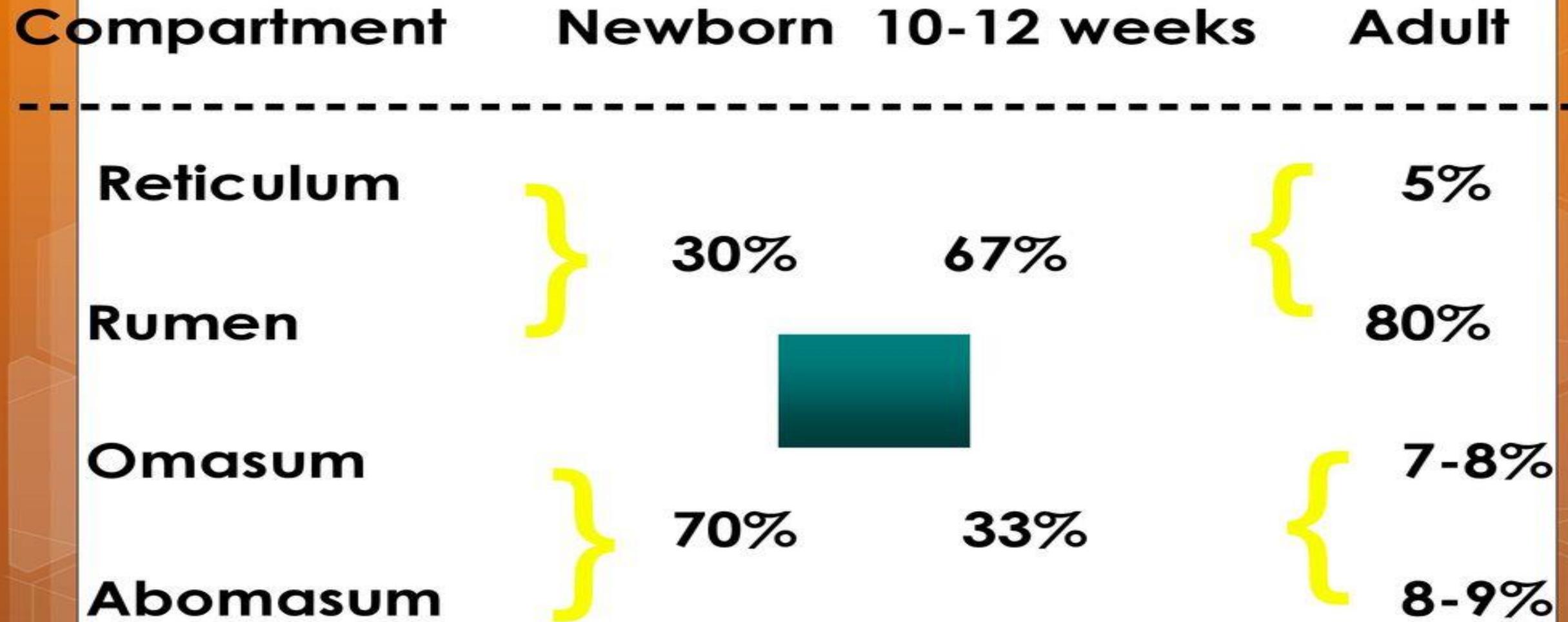
- Terletak di dasar rongga perut.
- Merupakan bagian yang memanjang dekat rusuk 9-10.
- Mensekresikan enzim proteolitik dan HCl
- pH turun dari 6 menjadi 2,5, melalui denaturasi protein dan bakteri serta mikroorganisme patogen mati.
- Terdiri dari tiga bagian, yaitu:
 - *Cardia*, berhubungan dengan omasum
 - *Fundica*, merupakan bagian terbesar
 - *Pylorica*, merupakan bagian terkecil yang berhubungan dengan duodenum

Bagian dalam abomasum terdapat lipatan longitudinal atau ridges yang berfungsi untuk absorpsi.



UKURAN BAGIAN-BAGIAN RUMEN SESUAI UMUR

Compartment	Newborn	10-12 weeks	Adult
Reticulum	30%	67%	5%
Rumen	70%	33%	80%
Omasum			7-8%
Abomasum			8-9%



Usus Halus

Duodenum

- Bagian yang aktif melakukan proses pencernaan.
- Ada sekresi dari empedu dan pankreas
- Digesta pH: 2,7 – 4
- Fungsi: Enzymes pH change; Flow rate regulation

Jejunum

- Absorpsi nutrisi
- Digesta pH: 4 – 7
- Fungsi: Enzymes Absorption

Ileum

- Absorpsi nutrisi (air, vitamin dan mineral)
- Terjadi fermentasi
- Digesta pH: 7 – 8
- Fungsi: Absorption Limited fermentator

Usus Besar

Fungsi:

- Absorpsi nutrisi yang tidak terserap di usus halus
- Absorpsi air, amonia dan mineral

Rektum

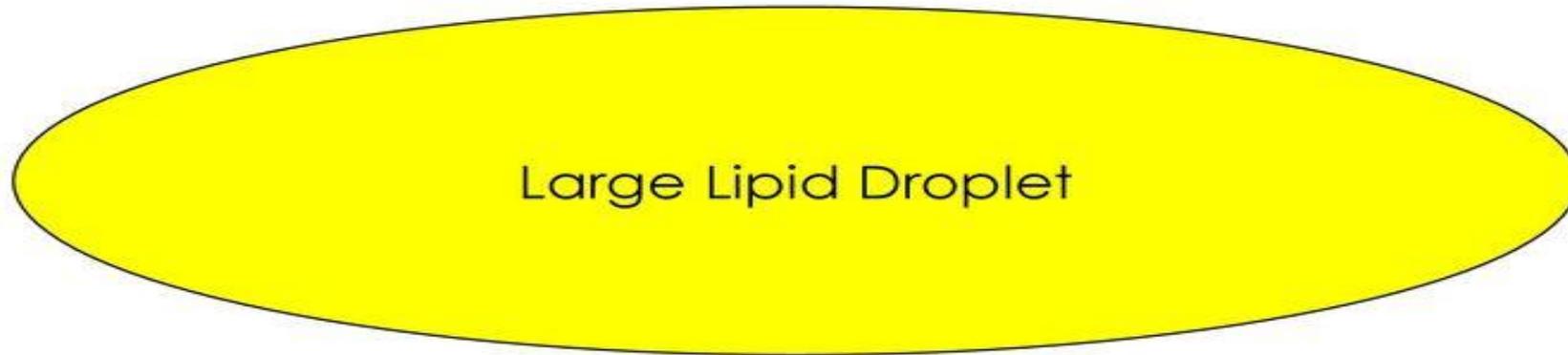
Suatu bagian dari usus besar yang berfungsi untuk menyimpan feses dan saluran pembuangan sebelum feses dikeluarkan lewat anus.
Feses termasuk: sel-sel yang mati, pakan yang tidak tercerna dan bahan mikrobial

PANKREAS

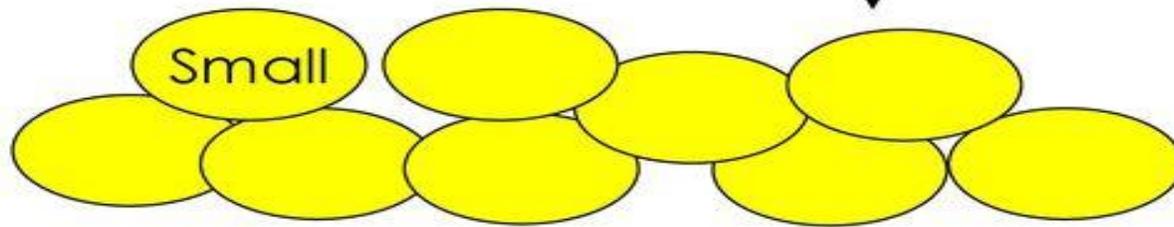
- Cair dan jernih
- Enzim
 - Amylase
 - Lipase
 - Protease
 - Trypsinogen $\xrightarrow{\text{trypsin}}$
 - Chymotrypsinogen $\xrightarrow{\text{trypsin}}$ chymotrypsin
 - Procarboxypeptidase $\xrightarrow{\text{trypsin}}$ carboxypeptidase
 - Nuclease

HATI

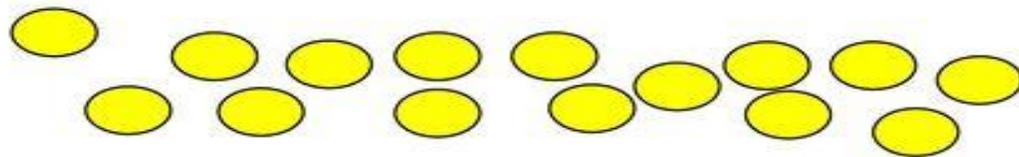
- Menyekresikan cairan empedu
 - Cairan berwarna hijau kental dengan pH basa (menetralkan keasaman chyme)
 - ✓ Disekresikan oleh hati melalui ductus empedu ke dalam duodenum (penyimpanan dalam kandung empedu/gallbladder)
 - Fungsi untuk mengemulsi lemak
 - Komposisi
 - ✓ Garam empedu (glycocholic dan asam taurocholic)
 - ✓ Pigmen empedu (bilirubin dan biliverdin)
 - ✓ Kolesterol
 - 95% diabsorpsi dan kembali ke hati
- Penyimpanan glukosa
- Detoksifikasi zat-zat yang berbahaya bagi tubuh
- Penyimpanan vitamin
- dll



Action of bile salts
Lipid emulsion



Bile salts & pancreatic lipase
and colipase



Water soluble micelles

Diagram of cattle digestive system

rumen (1)

collection of all swallowed food
separation into solid and liquid parts
fermentation of cellulose fibers

reticulum (2)

further fermentation
of cellulose fibers

esophagus

clump of dehydrated
food (cud) is regurgitated
back into mouth
for further chewing

rectum
defecation

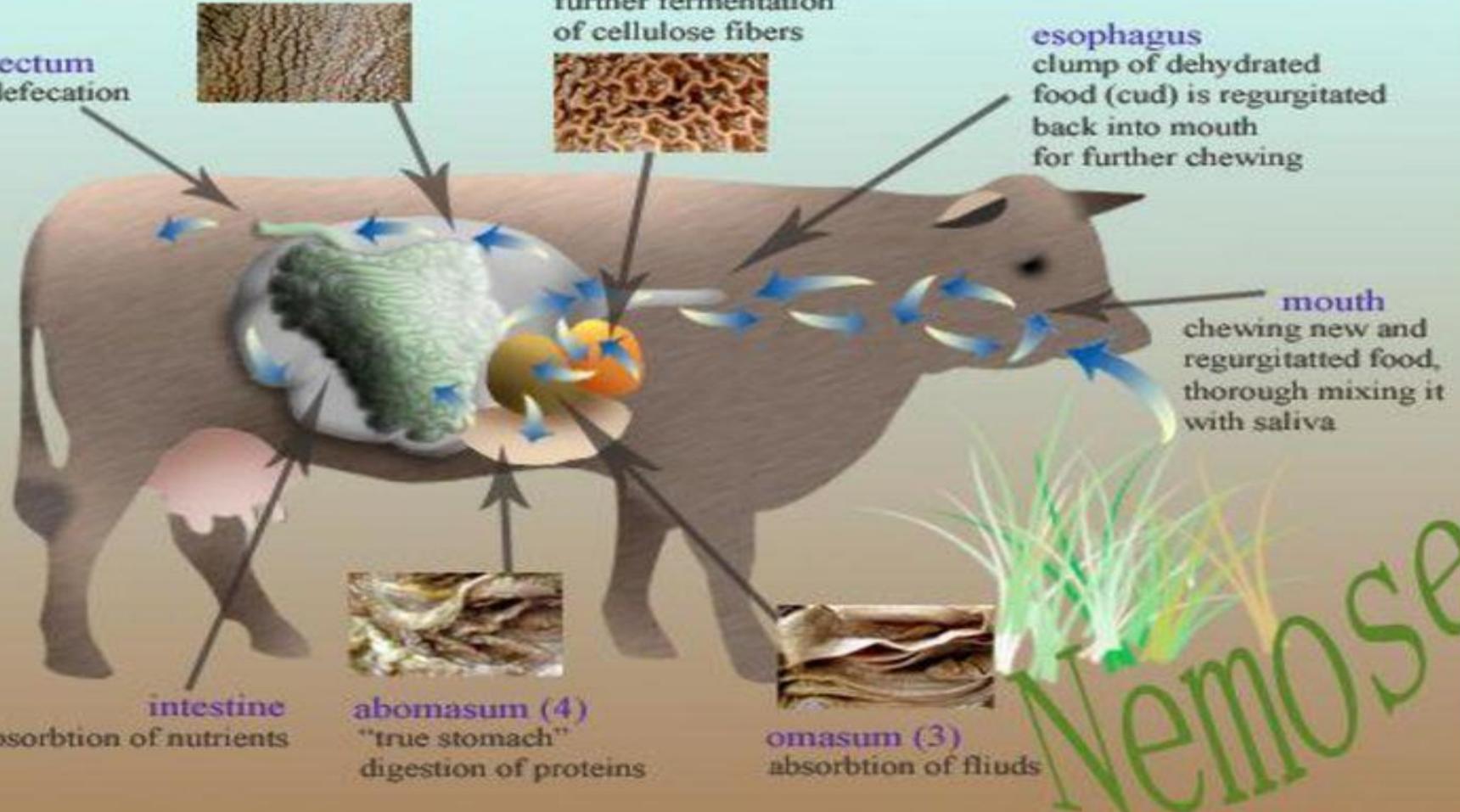
mouth

chewing new and
regurgitated food,
thorough mixing it
with saliva

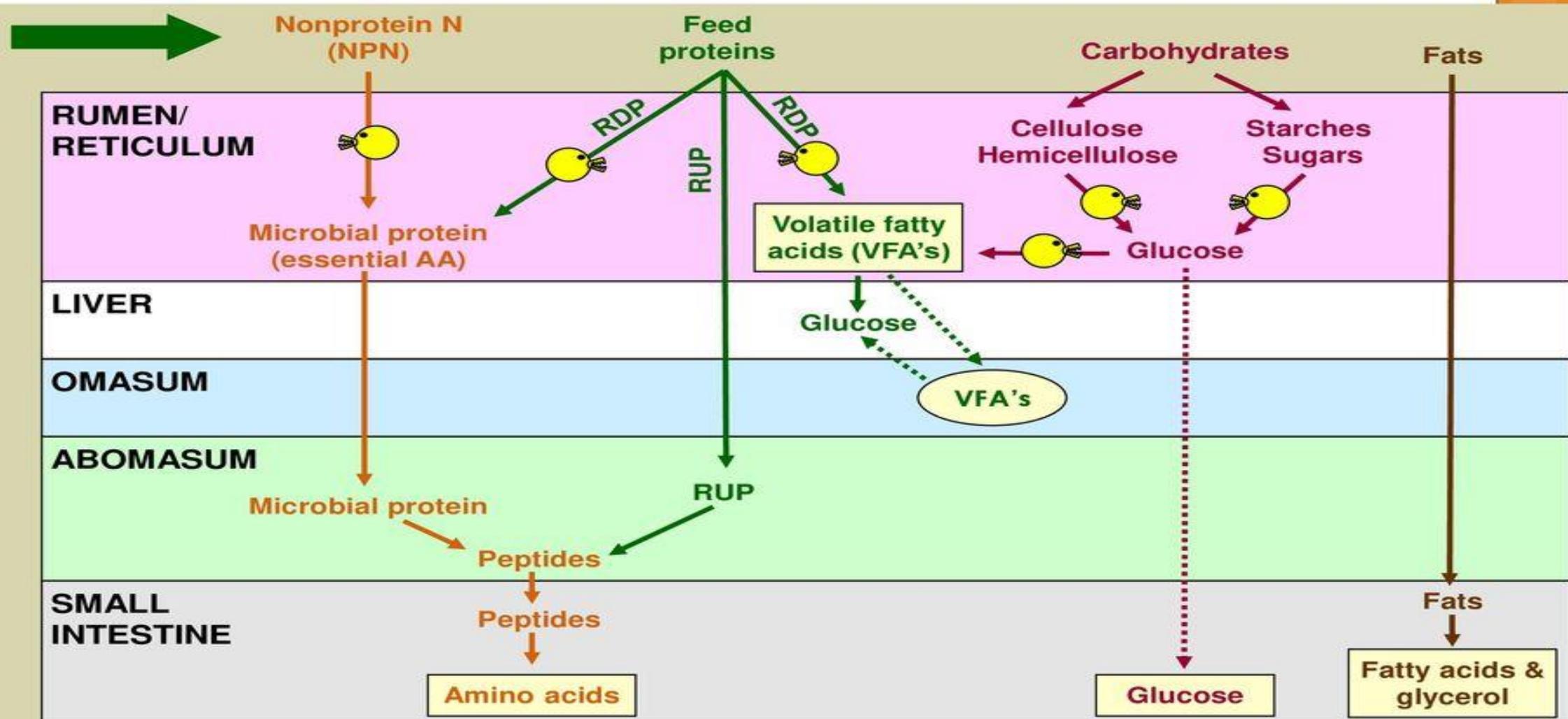
intestine
absorbption of nutrients

abomasum (4)
"true stomach"
digestion of proteins

omasum (3)
absorbption of fluids



PROSES PENCERNAAN RUMINANSIA



= microbial action; RDP = rumen degraded protein; RUP = rumen undegraded protein; = main site of absorption = some absorption



TERIMA KASIH

EKOSISTEM RUMEN

TM 3. NUTRISI TERNAK RUMINANSIA

OLEH: MAULINA NOVITA, S.PT., M.SI

Pendahuluan:

- Kondisi fisik dan kimiawi rumen sangat bervariasi, dipengaruhi oleh:
 - Jumlah serta kualitas pakan
 - Frekuensi pakan
 - Waktu setelah makan
 - Kondisi kesehatan ternak

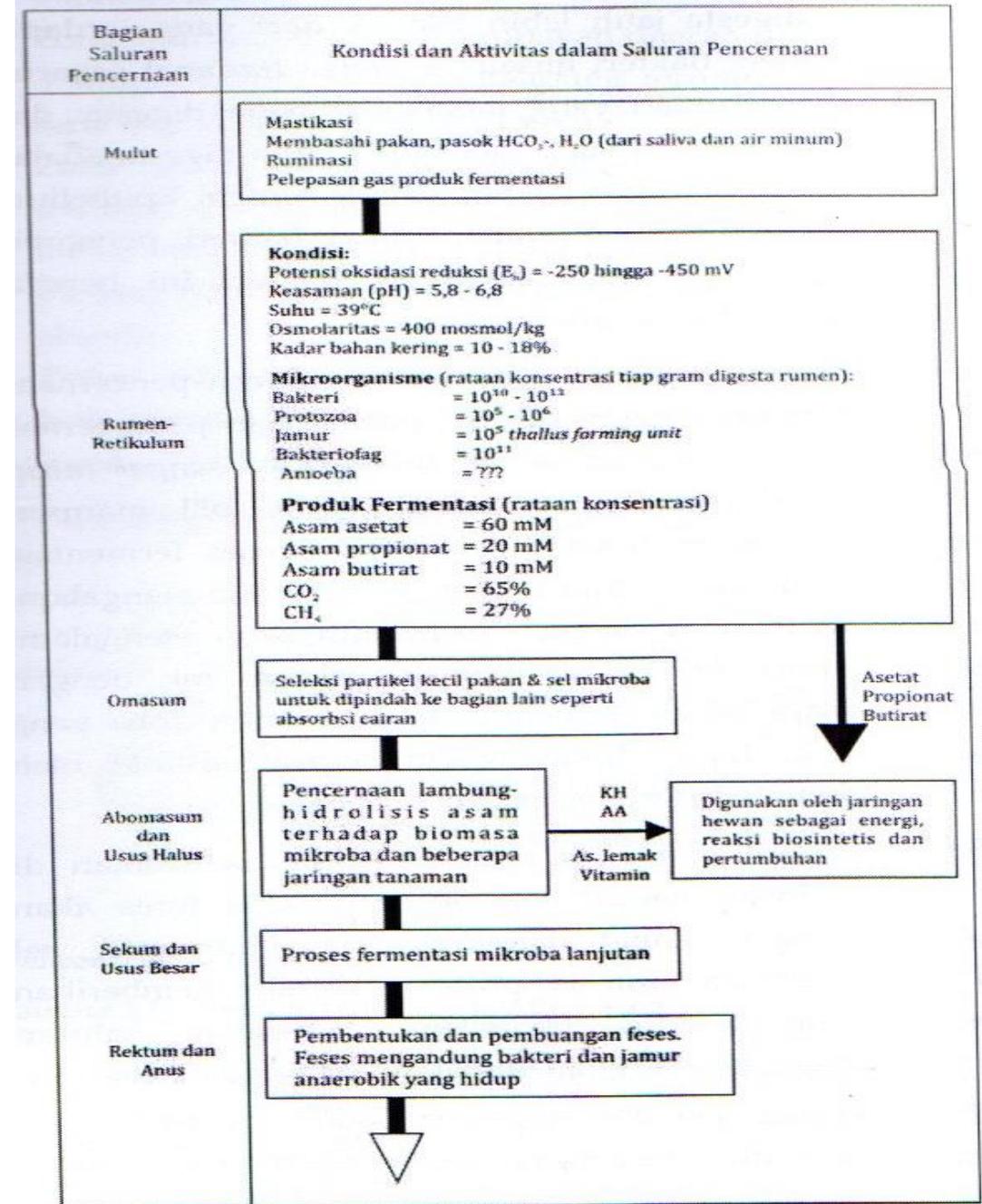
Rumen:

- Letak: sebelah kiri rongga perut
- Anatomi: permukaannya dilapisi oleh papilae untuk memperluas permukaan sehingga dapat meningkatkan penyerapan (absorpsi)
- Terdiri dari 4 kantong (saccus)
- Terbagi menjadi 4 zona
- Kondisi:
 - Kandungan BK isi rumen: 10 – 15%
 - pH 6.0 – 7.0
 - Suhu 38-42°C
 - Berat Jenis 1,022-1,055
 - Gas: CO₂, H₂, CH₄, N₂, O₂, H₂S
 - Mikroba (Bakteri, Protozoa, Fungi)
 - anaerob

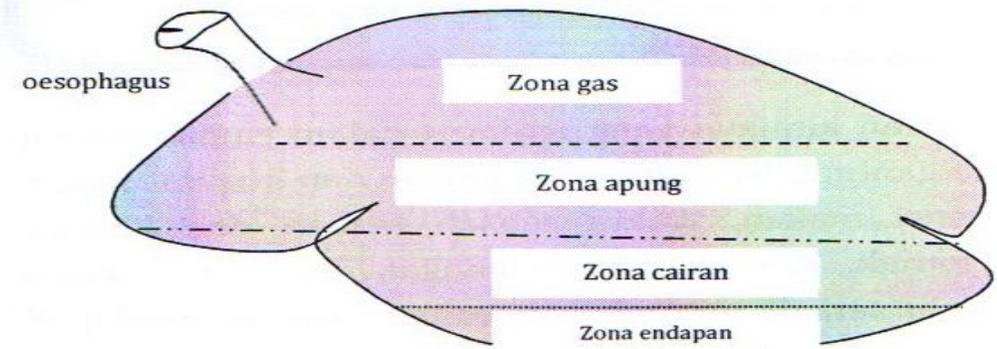
Fungsi rumen:

- Tempat fermentasi oleh mikroba rumen
- Tempat absorpsi VFA dan Amonia
- Tempat pencampuran

Ekosistem rumen dan bagian saluran pencernaan bawah



Lingkungan rumen



1. Zona Gas

- Terdiri dari CO_2 , CH_4 (merupakan komponen gas utama), H_2 , H_2S , N_2 serta O_2 .

2. Zona Apung (*pad zone*)

- Merupakan daerah dimana banyak dijumpai materi yang mengapung terutama ingesta baru serta digesta yang mudah dicerna.

3. Zona Cairan

- Merupakan daerah dimana cairan rumen terdapat dan terjadinya absorpsi metabolit yang terlarut dalam cairan.
- Bentuk papilla pada zona cairan lebih panjang dari bagian lainnya, karena berfungsi dalam proses absorpsi.

4. Zona Endapan (*high density zone*)

- Merupakan tempat berkumpulnya ingesta yang tidak dapat dicerna atau benda-benda asing yang termakan.

Lingkungan rumen:

- Proses fermentasi/pencernaan oleh mikroba terjadi pada fase padat atau epithelium rumen, terutama proses fermentasi selulosa dan hemiselulosa.
- Bakteri, protozoa dan jamur yang melekat pada digesta jauh lebih banyak dari yang terdapat pada cairan rumen.
- Bakteri hanya terdapat separuh pada cairan dibanding yang menempel pada digesta.
- Epithelium rumen menunjang/memberi wahana bagi bakteri penempel (*adherent bacteria*), dan sebagian besar bakteri ini bersifat ureolitik dan anaerobik fakultatif.

Lingkungan rumen:

- Kondisi ekosistem di saluran pencernaan bawah sangat mirip dengan saluran pencernaan pada ternak nonruminansia.
- Pada sekum kondisinya sangat mirip pada rumen baik kondisi anaerobik, suhu, pH maupun komposisi gas yang terdapat didalamnya.
- Proses fermentasi digesta yang tidak terfermentasi dalam rumen serta mengalami pencernaan enzimatis di bagian abomasum akan mengalami proses fermentasi kedua di bagian sekum ini dengan konsekuensi asam lemak terbang serta protein mikroba yang dihasilkan tidak dapat dimanfaatkan secara optimal oleh hewan inang, karena keterbatasan proses absorpsi.

Lingkungan rumen:

- Sebagai misal jika gula atau pati difermentasikan di dalam sekum, maka kandungan nitrogen pada feses akan meningkat sebagai akibat meningkatnya komponen sel mikroba hasil proses sintesis protein.
- Selain populasi mikroba yang terdapat pada Tabel, terdapat pula populasi *Archaea* di dalam rumen mencapai $10^7 - 10^8$ /gram isi rumen. Populasi ini setara dengan 2-3% dari total biomassa mikroba di dalam rumen.

JENIS MIKROBA RUMEN

- Rumen dan retikulu merupakan tempat kehidupan mikroflora dan mikrofauna yang berfungsi dalam fermentasi pakan yang dikonsumsi oleh ternak ruminansia.
- Mikroba tersebut hidup dalam suasana anaerob dan sebagian dapat hidup dalam suasana fakultatif anaerob.
- Kelompok mikroba anaerob hidup dicairan serta partikel ingesta sedan mikroba fakultatif anaerob biasanya terdapat dibagian dorsal dan diepitelium dinding rumen dan retikulum.

- Secara garis besar mikroba rumen dapat dikelompokkan menjadi lima kelompok besar yaitu: bakteri, protozoa, jamur, bakteriophage (virus) dan amuba.
- Meski demikian peranan mikroba di dalam proses fermentasi pakan baru diketahui secara pasti hanya pada tiga kelompok yaitu: bakteri, protozoa dan jamur.

Fermentasi oleh mikroba pada ternak ruminansia bisa berjalan normal apabila beberapa syarat terpenuhi, yaitu:

1. Penyediaan pakan harus konstan
2. Hasil akhir fermentasi berupa VFA harus keluar untuk diabsorpsi sedangkan CO_2 dan CH_4 harus dikeluarkan lewat eruktasi.
3. Pakan yang tidak dapat dicerna harus dapat dikeluarkan.
4. pH rumen sekitar 6.7-7,0
5. Temperatur rumen 38-39⁰C
6. Kondisi rumen anaerob
7. Keadaan rumen harus lebih banyak airnya (norma KBK 10% dari volume cairan rumen)
8. Mikrobial sekitar 10% dari volume cairan rumen.

Bakteri rumen

- Jumlah bakteri yang ditemukan di rumen sekitar 10×10^9 atau 10^{10} sampai 10^{11} per gram isi rumen.
- Bakteri rumen mampu menggunakan NH_3 sebagai penyusun sel protein bakteri. Jadi bakteri berfungsi sebagai sumber protein bagi hewan induk semang.
- Klasifikasi bakteri tidak dapat didasarkan pada morfologinya karena selain ukurannya terlalu kecil (10-150 mikron) juga bakteri mempunyai fungsi ganda di dalam hal kemampuannya memfermentasikan substrat (ada bakteri yang masuk golongan selulolitik dan sekaligus bakteri proteolitik).

Klasifikasi bakteri berdasarkan substrat yang digunakan:

1. BAKTERI SELULOLITIK (Cellulolytic species)

- Bakteri ini mampu memfermentasi selulosa karena menghasilkan enzim selulase yang dapat menghidrolisis ikatan beta 1,4 glukosida (selulosa); bakteri ini juga mampu menghidrolisis hemiselulosa.
- Bakteri selulolitik akan banyak dijumpai di dalam rumen apabila pakan yang diberikan banyak mengandung serat kasar.
- Keuntungan bakteri ini adalah energi (ATP) yang dihasilkan tidak banyak sehingga hanya dapat dimanfaatkan oleh bakteri yang menghasilkannya.
- Lebih kurang 15% bakteri pencerna selulosa umumnya juga pencerna hemiselulosa.

- Contoh bakteri selulolitik:
- *Ruminicoccus flavefaciens*
- *Ruminicoccus albus*
- *Bacteroides succinogenes*
- *Butyrivibrio fibrisolvens*

- 2. BAKTERI HEMISELULOLITIK (Hemicellulolytic species)
- Bakteri ini mampu menghidrolisis hemiselulosa tetapi tidak dapat menghidrolisis selulosa.
- Contohnya:
 - *Bacteroides ruminicola*
 - *Butyrivibrio fibrisolvens*
 - *Ruminicoccus sp.*

- 3. BAKTERI AMILOLITIK (Amylolytic species)
- Bakteri ini mampu memfermentasi pati, tidak mampu memfermentasi selulosa.
- Jumlah bakteri ini meningkat apabila pakan banyak mengandung biji-bijian (pati)
- Contohnya:
 - *Streptococcus bovis*
 - *Bacteroides ruminicola*
 - *Succinimonas amylolytica*

- 4. BAKTERI PROTEOLITIK (Proteolytic species)
- Bakteri proteolitik mengubah protein ransum menjadi NH_3 .
- Perubahan ini merupakan suatu pemborosan karena untuk mesintesis satu ikatan peptida dibutuhkan 3-5 mol ATP.
- Jumlah bakteri ini kurang lebih 30% dari total bakteri dalam rumen.
- Contoh:
 - *Clostridium sporogenes*
 - *Selemonas sp*
 - *Butyrivibrio sp*
 - *Bacteroides sp*

- 5. BAKTERI LIPOLITIK (Lipolytic species)
- Bakteri ini dapat menggunakan gliserol sebagai bahan pakan utama dan beberapa gula serta beberapa asam lemak.
- Contoh:
 - *Anaerovibrio lipolytica*
 - *Eubacterium sp*
 - *Fusocillus sp*

- 6. BAKTERI PENCERNA GULA (Sugar-Utilizing species)
- Bakteri pencerna gula yaitu bakteri yang dapat menghidrolisis monosakarida.
- Terdapat dalam rumen apabila pakan terdiri dari hijauan muda.
- Contoh:
 - *Lactobacillus ruminus*
 - *Lactobacillus virulinus*
 - *treponemabriyantii*

- 7. BAKTERI UREOLITIK (Ureolytic species)
- Bakteri ini mampu menghidrolisis urea menjadi CO₂ dan NH₃
- Contoh:
 - *Selenomonas sp*
 - *Ruminococcus bromili*
 - *Treponema sp*
 - *Succinivibrio dextrinosolvens*
 - dll

- 8. BAKTERI METHANOGENIK
- Bakteri ini mampu memproduksi gas metan (dalam rumen sekitar 25%)
- Contoh:
 - *Methanobrevibacter ruminantium*
 - *Methanobacterium formicicum*
 - *Methanomicrobium mobile*

- 9. BAKTERI PEMAKAI ASAM LAKTAT
- Bakteri ini hidup dari produk fermentasi lain yaitu menggunakan asam laktat diubah menjadi asam propionat.
- Contoh:
 - *Propionibacterium sp*
 - *Peptostreptococcus elsdeini*
 - *Vellonella alkaliscens*

MIKROBIOLOGI RUMEN

MAULINA NOVITA, S.PT., M.SI

Keuntungan/ kerugian Mikroba rumen

Keuntungan kehadiran mikroba dalam rumen

Mikroba mencerna serat kasar = selulosa dengan menghasilkan enzim selulase

Mikroba menggunakan NPN (non protein nitrogen = urea) untuk mensintesis protein mikroba

Produk pencernaan fermentatif lebih mudah dicerna diusus

Kerugian kehadiran mikroba dalam rumen

Mikroba mendegradasi protein → peptida → asam amino → NH_3 sehingga menurunkan nilai biologis protein bermutu (tepung ikan, bk kedele)

Adanya pembuangan energi dalam bentuk gas metan melalui eruktasi

Kondisi rumen untuk pertumbuhan mikroba

pH netral (6-8)

pH rumen $< 5,5 \rightarrow$ mikroba rumen mati

pH rumen terjaga oleh suplai saliva yang mengandung buffer

pH rumen turun, dinding rumen menyerap VFA

pH rumen $< 5 \rightarrow$ acidosis = lambung asam
Sering pada ruminan dengan ransum bijian yang tinggi

An aerob

Suhu 38-42 °C

Kontraksi rumen/ pengadukan isi rumen

Eruktasi = pengeluaran gas fermentasi

Penyerapan hasil fermentasi

Kapan masuknya mikroba ke rumen?

- Pedet yang baru lahir, rumennya kecil dan steril dari mikroba.
- Mikroba masuk ketika pedet dijilat induk dan belajar makan rumput.
- Pedet akan mulai makan rumput muda pada umur 1 minggu kemudian rumen dan mikroba didalamnya akan terus berkembang hingga umur 6 bulan baru menjadi ruminansia murni
- Pedet tidak mampu mencerna jerami, jika pedet makan jerami yang banyak → perutnya akan besar dan badan kurus disebut **perut rumput**.

Jenis mikroba rumen

Mikro flora

Bakteri

Populasi 10^{10} - 10^{11} sel / ml

Selulolitik

Pencerna selulosa

Hemi selulolitik

Pencerna hemi selulosa

amilolitik

Pencerna amilum = pati

proteolitik

Pencerna protein \rightarrow aa \rightarrow NH₃

ureolitik

Pemecah urea \rightarrow NH₃

Metanogenik

Menggunakan H \rightarrow CH₄

fauna

Mikro

Protozoa

Populasi 10^4 - 10^5 sel / ml

Siliata

Mempunyai alat gerak silia

Flagellata

Mempunyai alat gerak flagela

flora

Mikro

Jamur

Populasi 10^4 sel / ml

Jenis-jenis bakteri rumen

Golongan bakteri	Spesies	Peran dalam pencernaan
Bakteri selulolitik	<i>Bacteriodes succinogenes</i> , <i>Ruminicoccus flavefaciens</i> , <i>Ruminicoccus albus</i> , <i>Butyrivibrio fibrisolvens</i>	Menghasilkan enzim selulase untuk menghidrolisis selulosa.
Bakteri hemiselulolitik	<i>Butyrivibrio fibrisolvens</i> <i>Bacteriodes ruminocola</i> <i>Ruminococcus</i> sp.	Mencerna hemiselulosa
Bakteri amilolitik	<i>Bacteroides amylophilus</i> <i>Streptococcus bovis</i> <i>Succinimonas amylolytica</i>	Mencerna amilum (pati)
Bakteri proteolitik	<i>Bacteroides amylophilus</i> <i>Bacteroides ruminocola</i> <i>Butyrivibrio fibrisolvens</i>	Mendegradasi protein menjadi peptida-asam amino-NH ₃
Bakteri ureolitik	<i>Succinivibrio dextrinosolvens</i> <i>Selenomonas</i> sp <i>Baktroides ruminocola</i>	Menghidrolisis urea menjadi NH ₃
Bakteri metanogenik	<i>Methanobrevibacter ruminantium</i> <i>Methanobacterium formicicum</i> <i>Methanomicrobium mobile</i>	Menggunakan hidrogen (H) untuk membentuk metan (CH ₄)

Sel bakteri
rumen



Sel Jamur



Figure 7-1. Sporangia of rumen anaerobic phycomycete fungi attached to alfalfa stem. These fungi may have a role in fiber digestion in the rumen. Courtesy of T. Bauchop.

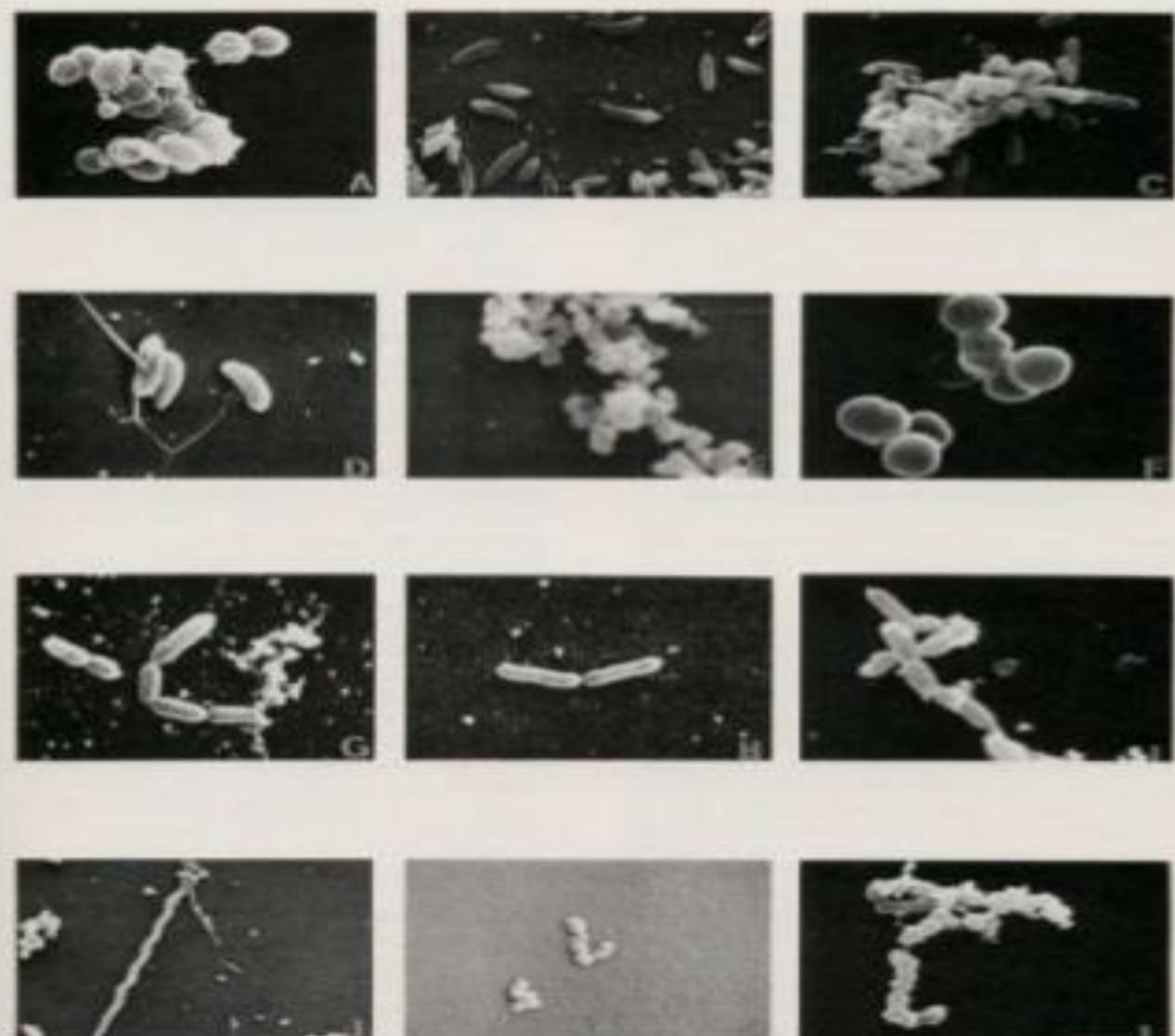
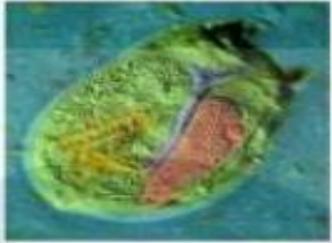


Figure 7-1. Scanning electron micrographs of some important rumen bacterial species. (A) *Bacteroides succinogenes* SRS (10,000X), (B) *Succinivibrio dehydroaceticus* 22B (6,600X), (C) *Bacteroides amylophilus* H18 (12,200X), (D) *Selenomonas ruminantium* HD4 (10,000X), (E) *Ruminococcus flavifaciens* C94 (20,000X), (F) *Megaspilera elaealis* B18B (115,000X), (G) *Butyrivibrio fibrisolvens* A38 (15,000X), (H) *Butyrivibrio fibrisolvens* D1 (15,000X), (I) *Bacteroides ruminicola* GA-33 (12,000X), (J) *Thioploca bryantii* B,S (11,000X), (K) *Ruminococcus affinis* 7 (20,000X), (L) *Streptococcus faecalis* 24 (7,800X). From the collection of M.P. Bryant. Photographs taken by S.L. Pflger, Electron Optics Center, Michigan State University.

Jenis-jenis protozoa

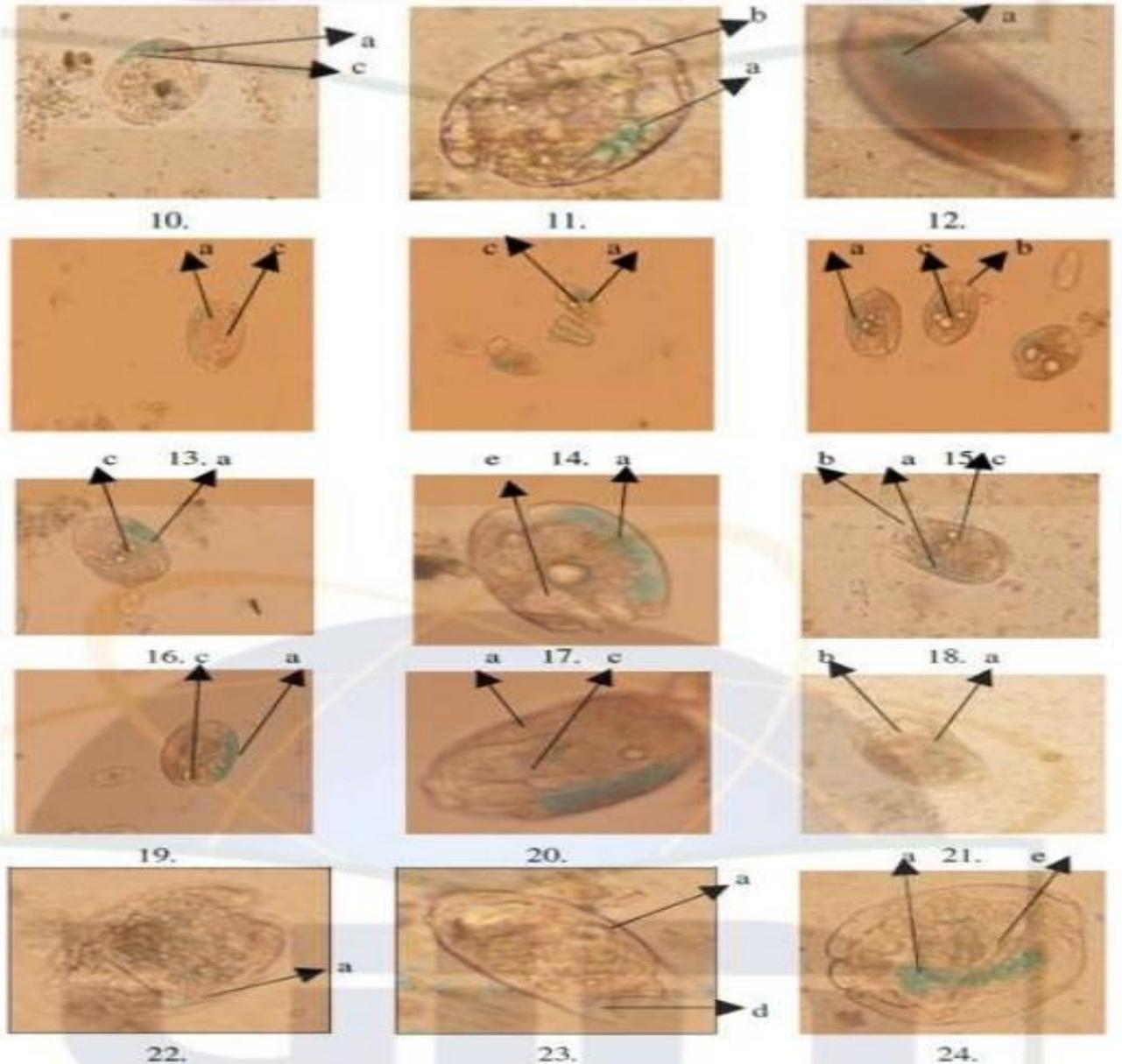
Famili	Genus
1. Isotrchiidae	1. Isotricha 2. Dasytricha
3. Ophryoscolecidae	1. Entodinium a. bursa b. caudatum c. simplex 2. Diplodinium a. Polyplastron b. Diplodinium c. Eudiplodinium d. Ostracodinium e. Eremoplastron 3. Epidinium a. ecaudatum 4. Ophryoscolex a. caudatus

Struktur tubuh protozoa



Gambar 2. Struktur Tubuh *Entodinium* (Furness, 2003)

- 10. Entodinium
- 11. Entodinium
- 12. Dasytricha
- 13. Entodinium
- 14. Entodinium
- 15. Entodinium
- 16. Diplodinium
- 17. Diplodinium
- 18. Diplodinium
- 19. Diplodinium
- 20. Diplodinium
- 21. Diplodinium
- 22. Epidinium
- 23. Epidinium
- 24. Diplodinium



Defaunasi

Menghilangkan atau menekan pertumbuhan protozoa dalam rumen

Kerugian dari
kehadiran protozoa

Protozoa memakan dan mencerna bakteri untuk sumber protein protozoa. 1 sel protozoa memakan 250 sel bakteri.

Protozoa bersifat mobile sehingga tidak banyak terikut bersama arus makanan ke usus, sehingga protozoa mati di rumen dan mengalami resikling

Protozoa bersimbiosis dengan bakteri metanogenik dalam memproduksi metan

Aliran N-bakteri ke duodenum lebih rendah pada ternak dengan populasi protozoa tinggi dibanding dengan ternak dengan populasi protozoa rendah (Ivan, 2009)

Defaunasi signifikan meningkatkan produktivitas ternak pada kondisi ransum berkualitas rendah

PENGARUH DEFAUNASI TERHADAP BAKTERI RUMEN

Peubah	satuan	Ternak	Agens defaunasi	Faunasi	Defaunasi	sumber
Bakteri total	10^{11} kol/ml	Sapi	Minyak kelapa 1,5% BK	1,27	1,44	Erwanto (1995)
	10^{11} kol/ml	sapi	Minyak ikan 1,5% BK	1,27	1,40	Erwanto (1995)
	10^9 kol/ml	domba	Sapindus rarak 0,07% BH	2,40	4,06	Thalib et al. (1996)
	10^{11} kol/ml	sapi	Minyak jagung 1,5% BK	3,69	3,72	Oetmatan (1997)
	10^8 kol/ml	<i>In vitro</i>	Aksapon SR 80 mg/100 ml	2,56	4,13	Thalib (2004)
	10^{10} kol/ml	domba	Minyak jagung 1,5% BK	9,85	15,52	Zain et al. (2008)

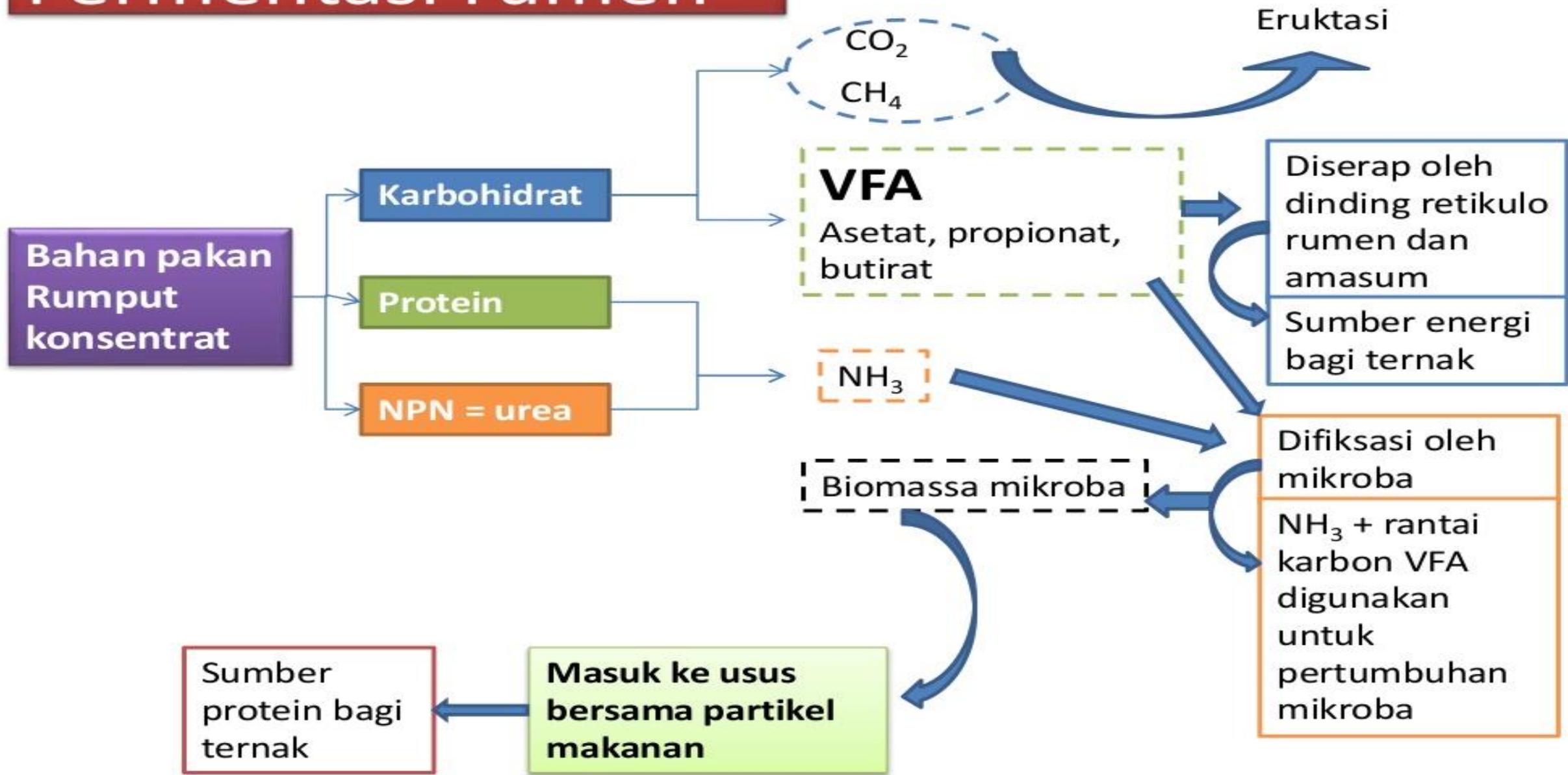
AGENS DEFAUNASI

Peubah	Ternak	Agens defaunasi	Populasi protozoa (x 10 ⁵)		sumber
			Faunasi	Defaunasi	
Populasi Protozoa	Sapi (in vitro)	Ampas daun gambir 5% BK suplemen	1,175	0,681	Ramaiyulis et al. (2019)
	sapi	Minyak ikan 1,5% BK	4,19	2,78	Erwanto (1995)
	sapi	Minyak jagung 1,5%	2,19	1,35	Oetmatan (1997)
	domba	Sapindus rarak 0,07%	6,79	2,91	Thalib et al. (1996)
	<i>In vitro</i>	Aksapon SR 80 mg/100 ml	9,44	1,91	Thalib (2004)
	domba	Minyak jagung 1,5%	1,4	1,27	Zain et al. (2008)
	sapi	Minyak kelapa 1,5% BK	4,19	3,22	Erwanto (1995)

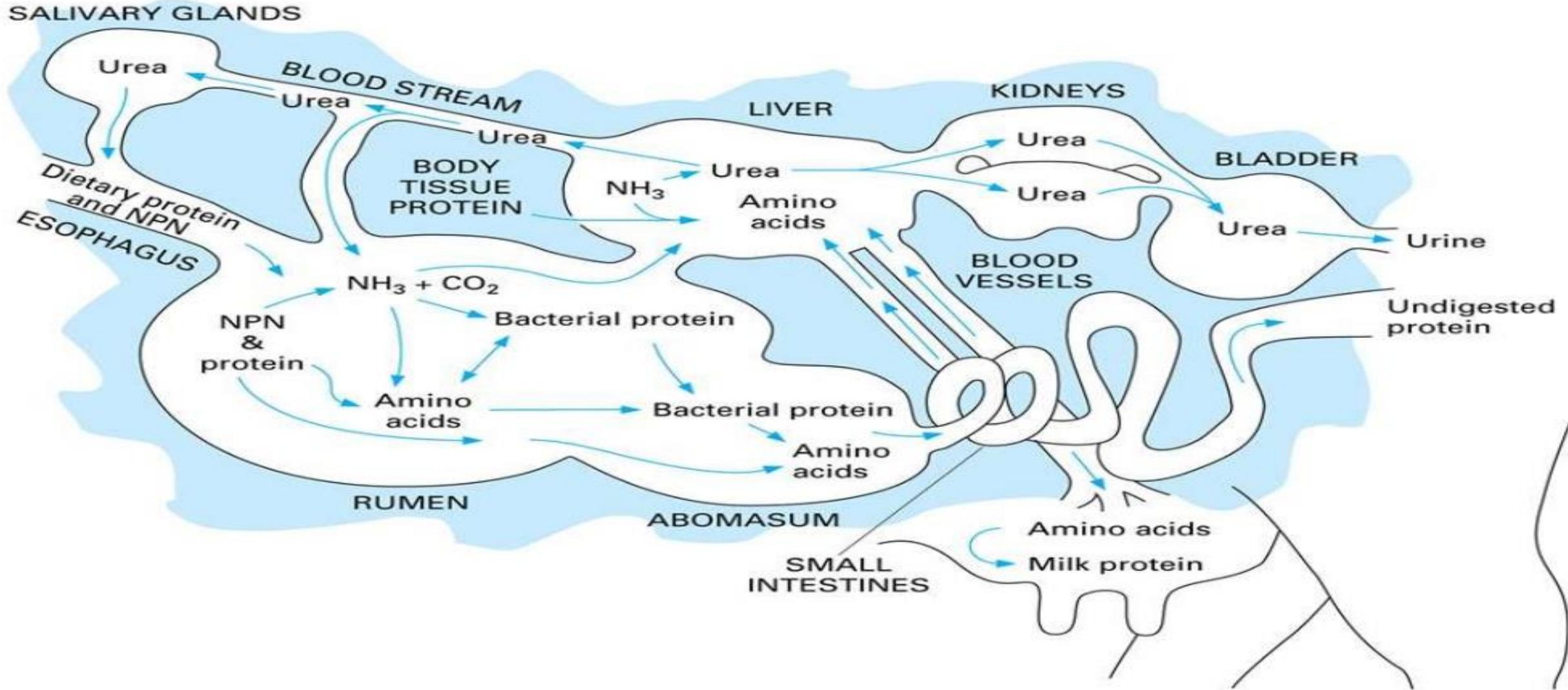
Mode aksi agens defaunasi

- **Tanin** ampas daun gambir mengikat protein membran sel protozoa sehingga mengganggu permeabilitas sel dan sel protozoa mati. → bakteri tidak terpengaruh karena memiliki dinding sel
- **Saponin** berinteraksi dengan kolesterol membran sel protozoa yang menyebabkan sel protozoa pecah, sedangkan sel bakteri terlindung oleh dinding sel.
- **Lemak** berasosiasi dengan partikel pakan dan mikroba rumen melalui penutupan permukaan secara fisik, bakteri mampu melakukan lipolisis mengurai lemak yang menyelimutinya, sementara protozoa tidak mampu lipolisis sehingga lemak mengganggu metabolismenya dan akhirnya mati

Fermentasi rumen



Metabolisme Protein



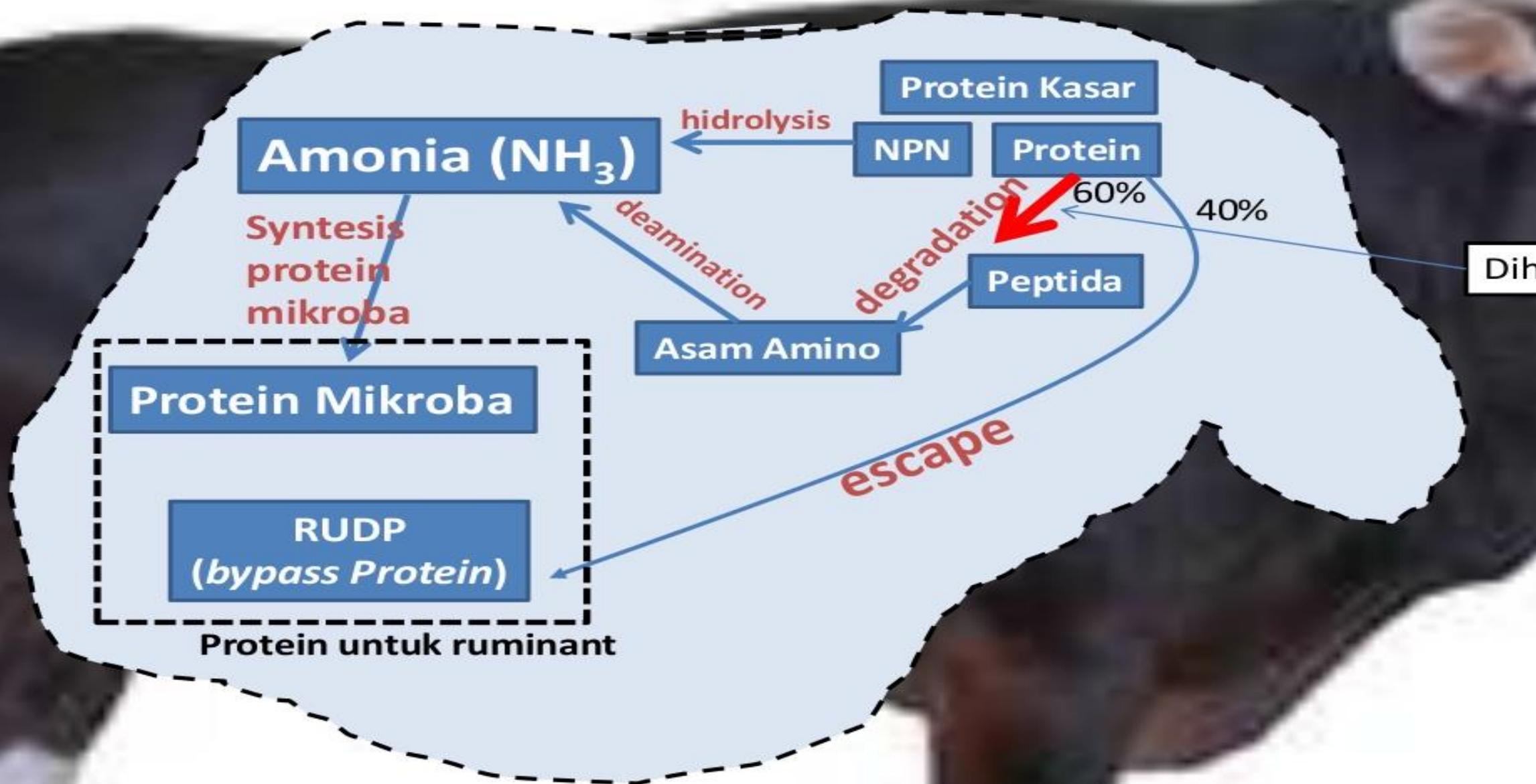
Tingkat degradasi

Feed	UDP %
Maize (grain)	65
Barley	21(11-27)
Sorghum	52
Bajra	68
Oat grain	14-20
Wheat grain	20-36
Cotton seed meal	41-50
Linseed meal	11-45
Ground nut meal	30
Rapeseed meal	23
Soybean meal	28 (15-45)
Sunflower meal	24
Subabul	51 - 70

Feed	UDP %
Blood meal	76 - 82
Fish meal	71 - 80
Meat meal	53 - 76
Brewers dried	53
Corn gluten	53
Wheat bread	29
Corn silage	27
Rice straw	63
Wheat straw	45
Para grass	52
Cow pea	32 - 45
Berseem	37 - 52
Alfa-Alfa	28

(NRC, 1985; Dutta *et. al.*, 1997)

Protein dalam rumen



Dihamb

Proteksi protein dari degradasi mikroba rumen

- Tanin ampas daun gambir (5% BK suplemen) yang mengandung 9,98 tanin terkondensasi mampu menurunkan degradasi protein 16,84% (Ramaiyulis et al., 2019)
- Perlakuan panas dapat mengkoagulasi protein dan menurunkan degradasi di rumen (140°C; 2 jam)
- Penambahan formaldehid

Protein mikroba

- 50-60 % protein yang masuk ke usus halus ternak ruminan merupakan protein mikroba
- Suplai protein mikroba pada sapi Bali 306 g/hari (Ramaiyulis, 2018)
- Protein mikroba memiliki nilai biologis yang tinggi dengan susunan asam amino hampir sama dengan kebutuhan ternak
- Kandungan protein kasar bakteri = 64% dan protozoa = 78% (Orskov, 1982)
- Biomassa mikroba terikut bersama partikel makanan ke omasum dan abomasum. Sekresi asam lambung abomasum menyebabkan mikroba mati dan tercerna sampai ke usus halus dan diserap di usus halus

Suplemen untuk optimalkan produksi protein mikroba

Bahan	Kandungan	Fungsi
Gula, molase, air tebu	Sukrosa → glukosa+fruktosa	Sumber VFA (rantai karbon)
Urea	Amonia (NH ₃)	Sumber nitrogen untuk mikroba
Sumber Protein (bk kedele, tp ikan dll)	Asam amino → NH ₃	Sumber nitrogen untuk protozoa (aa) dan bakteri (NH ₃)
Pati (onggok, jagung, ubi dll)	Amilosa → glukosa+glukosa	Sumber VFA (rantai karbon)
Mineral (garam, kapur, tp tulang, belerang, mineral mix)	Na, Cl, Ca, P, S, I, Mg & unsur mikro (Zn, Cu dll)	Unsur penyusun sel mikroba
Defaunator (gambir, lerak, monensin, dll)	Tanin, saponin, monensin	Mengontrol pertumbuhan protozoa sebagai predator bakteri

Metabolisme kerbohidrat

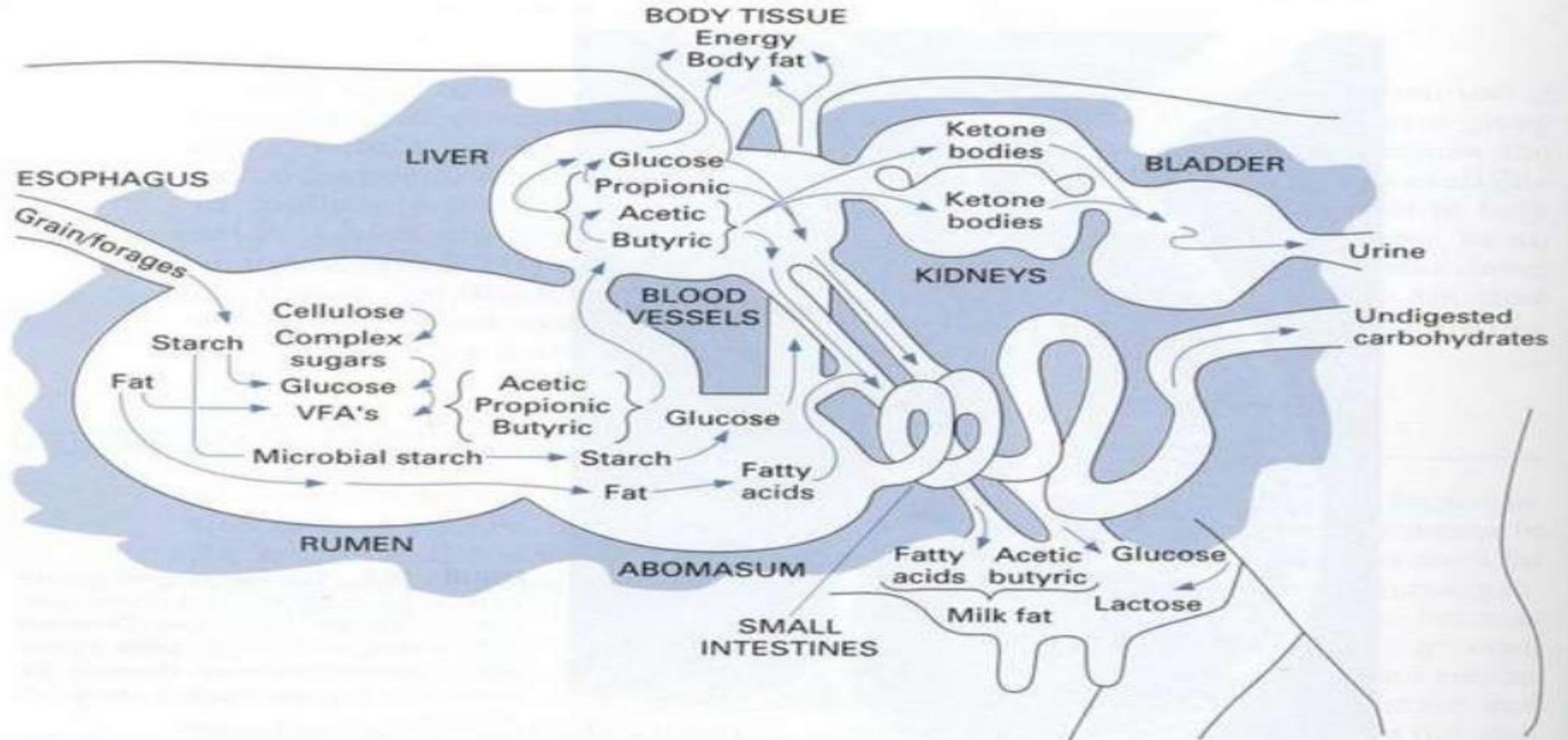


FIGURE 16.8 Energy pathways in the ruminant. Courtesy of J. Bryant and B. R. Moss, Montana State University.

Struktur sel tumbuhan



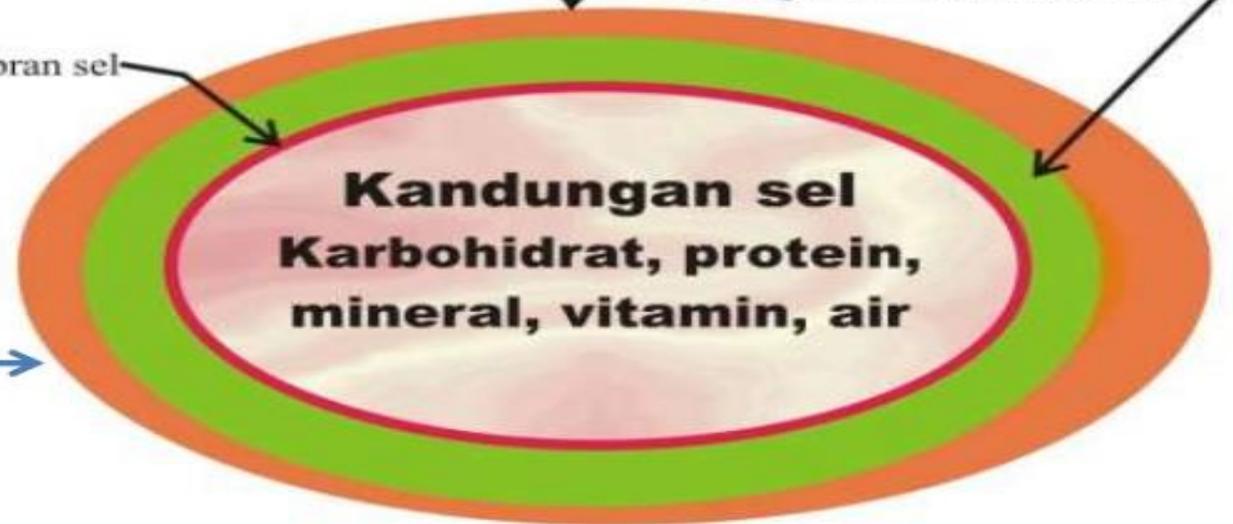
Kumpulan sel tumbuhan

Sel Sel Sel Sel Sel Sel Sel Sel

Dinding sel yang keras
(lignin) tidak terdegradasi

Dinding sel yang lembut
(selulosa - hemiselulosa)
terdegradasi enzim mikroba

Membran sel



Lignin pada dinding sel menghambat pencernaan selulosa dan isi sel
Semakin tinggi kandungan lignin semakin rendah pencernaan

Komponen bahan pakan ruminansia

Komponen	jerami	Rumput	Legum	Biji-bijian
Karbohidrat				
Pati	0	1	7	64
Selulosa	32	24	14	8
Hemiselulosa	31	20	7	4
Lignin	10	7	5	2
Protein kasar	4	14	24	12
Lemak	2	4	6	4

Manipulasi Rumen

- Defaunasi = menghilangkan/ menekan pertumbuhan protozoa sebagai predator bakteri
- Proteksi protein = memproteksi protein ransum dari degradasi mikroba rumen terutama protein yang memiliki nilai biologis tinggi (bk kedele, tepung ikan, tp daging dll)
- Mitigasi metan = menghambat produksi gas metan dengan penambahan senyawa kimia
- Menurunkan rasio asetat/ propionat = menambahkan senyawa kimia untuk meningkatkan produksi propionat

Dismetabolisme rumen

- **Bloat** = kembung = terganggunya proses eruktasi/
pengeluaran gas fermentasi
Bloat disebabkan oleh konsumsi protein soluble yang tinggi
dari rumput muda dan legum
Bloat ditandai perut kembung, nafsu makan hilang tiba-
tiba, ternak lesu.
Pemberian (telur ayam 1 btr + gula pasir 4 sendok + garam
2 sendok + air 1 gelas) diberikan dalam botol melalui mulut
3 kali sehari selama 2 hari dapat memulihkan Bloat.
- **Acidosis** = terjadi karena akumulasi asam laktat dalam rumen
dan darah, sehingga pH anjlok turun dibawah 5 sehingga mikroba
rumen mati
Penyebab = Pemberian ransum biji-bjian yang tinggi
- **Keracunan urea** = terjadi karena tingginya konsentrasi urea dalam
darah
Penyebab = kelebihan dosis pemberian urea

Evaluasi

- Apa peran mikroba dalam pencernaan rumput
- Kenapa mikroba menurunkan nilai biologi protein pakan?
- Apa peran tanin dalam memproteksi protein
- Untuk apa urea dalam suplemen, dan apa bahaya pemberian urea
- Kenapa timbul bloat pada ruminansia?, bagaimana mencegahnya
- Umur berapa ternak menjadi ruminansia penuh?
- Apakah air susu yang diminum anak sapi juga akan terfermentasi di rumen?
- Kenapa ternak ruminan mampu hidup dengan ransum rendah protein ?
- Kenapa sel jerami sulit ditembus oleh enzim mikroba?
- Bagaimana strategi meningkatkan nilai fermentasi rumen?

METABOLISME KARBOHIDRAT DI DALAM RUMEN

MAULINA NOVITA, S.PT., M.SI

KARBOHIDRAT: CHO

- ▶ Fungsi CHO: ENERGI
 - CHO bukan merupakan nutrien esensial
- ▶ CHO dibentuk dari unsur:
 - Carbon
 - Hydrogen
 - Oxygen
- Disingkat dengan akronim (CHO)

Metabolisme CHO dalam Rumen

- ▶ Keuntungan: Dapat mengkonsumsi selulosa yang jumlahnya melimpah
 - Meningkatkan daya cerna
 - Mikroba dapat mensintesis asam amino dan vitamin untuk kebutuhannya sendiri
- ▶ Kerugian:
 - Kehilangan energi sebagai panas dan CH₄ (gas metan)
 - Kehilangan glukosa

Metabolisme CHO dalam Rumen

- ▶ Konversi makromolekul dari diet menjadi as. Piruvat
- ▶ Pati, selulosa, pektin, dan hemiselulosa dioksidasi menjadi as. piruvat
 - 1) Enzim bakterial menghidrolisis polisakarida tanaman menjadi monosakarida
 - 2) Monosakarida dioksidasi melalui proses glikolisis menjadi as. piruvat
 - 3) As. Piruvat diubah menjadi VFA, CO_2 and CH_4

Pencernaan dan Fermentasi Rumen

**CHO
tercerna**

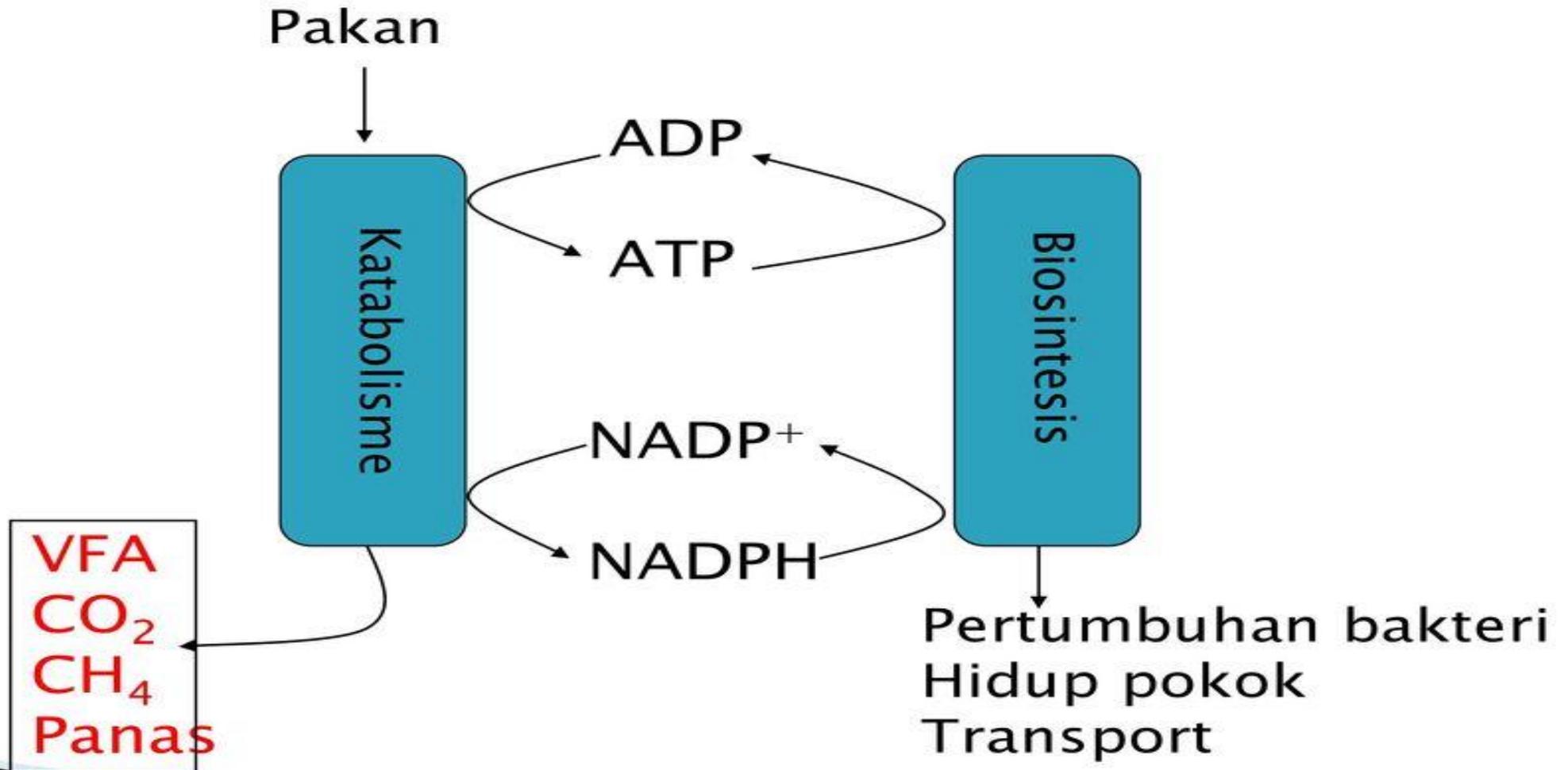


**Mikroba
rumen**

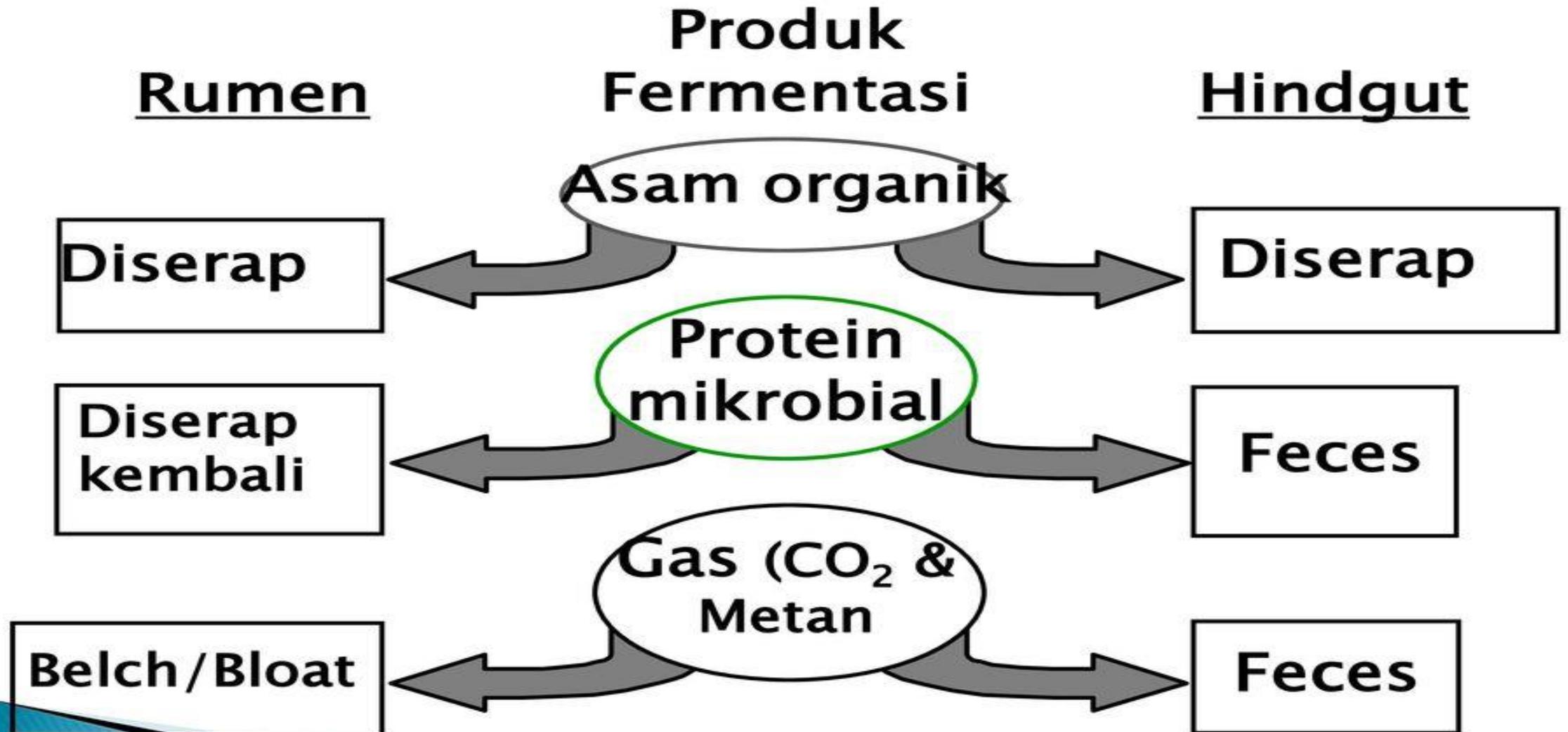
Produk sisa

- **CO₂**
- **VFA**
- **Sel Mikrobial**
- **NH₃**
- **CH₄**
- **Panas**
- **Asam lemak
rantai panjang**
- **H₂S**

Metabolisme mikrobial



Nasib Produk Fermentasi



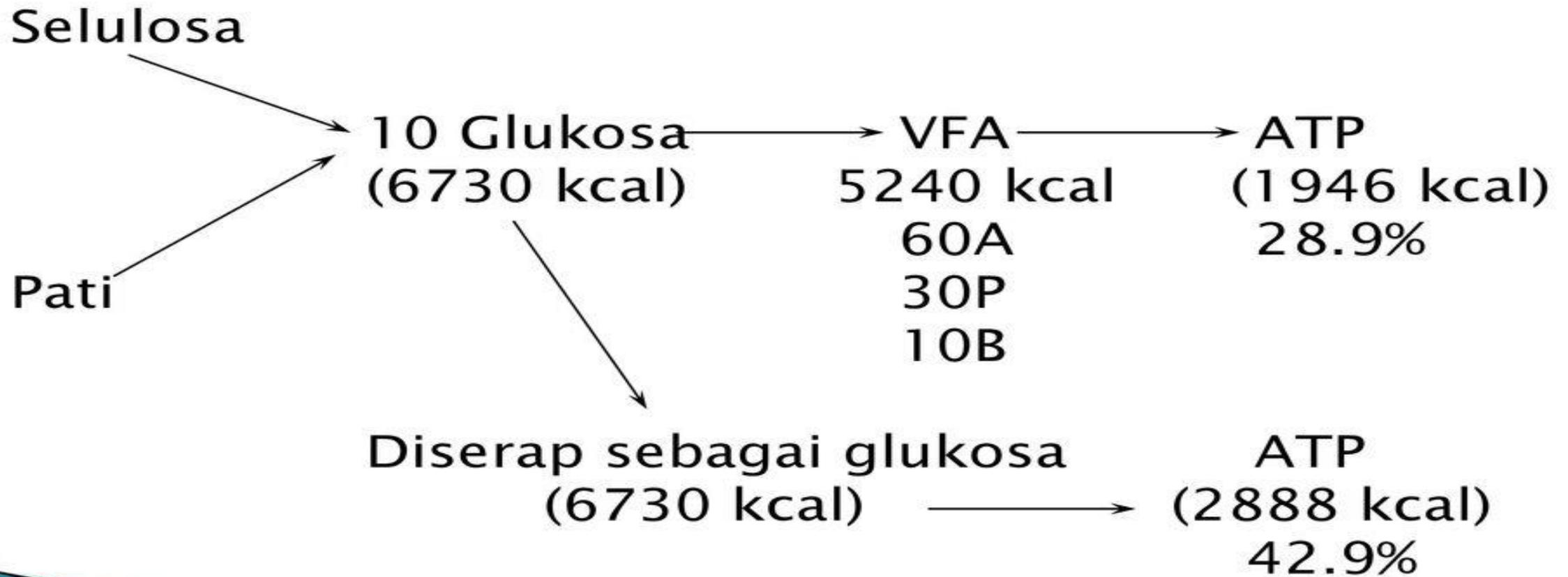
Lokasi Mikrobial

- ▶ Melekat erat pada dinding rumen
- ▶ Terdapat bersama partikel pakan
- ▶ Terdapat bebas dalam cairan rumen

- ▶ Metabolisme Mikroba
 - Tanpa adanya O_2 proses metabolisme terbatas
 - Adanya reaksi reduksi dengan adanya NADH
 - Mereduksi senyawa-senyawa yang tersedia
 - CO_2 direduksi menjadi CH_4
 - As. Piruvat direduksi menjadi as. propionat
 - As. Asetat direduksi menjadi as. butirat
 - As. lemak tak jenuh direduksi menjadi as. Lemak jenuh

Efisiensi Energi VFA

Fermentasi dan Metabolisme



Metabolisme Anaerobic vs. Aerobic

▶ Glukosa



▶ 2–5 ATP

▶ Acetate

▶ Propionate

▶ Butyrate

▶ Lactate

▶ CO₂ and CH₄

▶ H₂O

▶ Heat

▶ Glukosa + O₂



▶ 36–38 ATP

▶ CO₂

▶ H₂O

Polisakarida Diet

↓ Enzim bakterial

Monosakarida (glukosa: 6 Carbon)

} Glikolisis

↓
As. piruvat(3 C)

CH₄

↑
H

CO₂

As. Asetat(2 C)

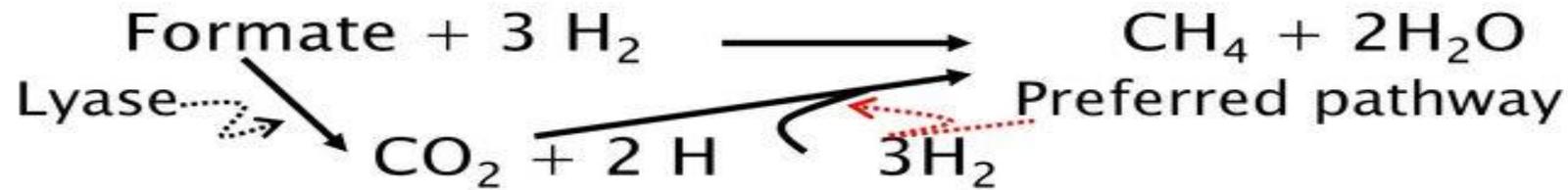
As. Propionat(3C)

As. Butirat (4C)

Gas Metan



Reaksi keseluruhan yang melibatkan sejumlah enzim dan kofaktor dalam membentuk CO_2 and H_2 menjadi CH_4



Metan merupakan kumpulan hidrogen utama dalam rumen
Methanogen menggunakan H_2 sebagai sumber energi

Asam Lemak Terbang

- ▶ As. asetat (2 carbon)
 - ▶ As. Propionat (3 carbon)
 - ▶ As. Butirat (4 carbon)

 - ▶ Semua merupakan produk sisa dari metabolisme mikroba
 - ▶ Tetapi semua digunakan oleh ternak ruminansia
- 

Pasokan Energi untuk Ruminansia

VFA	70%
Sel mikroba	10%
Kecernaan pakan yang tidak terfermentasi	20%

Konsentrasi VFA dalam rumen =
50 to 125 $\mu\text{M}/\text{ml}$

Penggunaan Nutrisi Fermentasi

- ▶ 70–80% dari kalori diet dan 2/3 dari total bahan kering tercerna diserap oleh dinding rumen
- ▶ Laju difusi ke dalam sel epitel rumen bervariasi menurut pH rumen dan panjang rantai VFA
 - $\downarrow \text{pH} = \uparrow \text{penyerapan}$
 - Butirat > propionat > asetat

Penyerapan VFA

70% VFA diserap dari rumen-reticulum

60 to 70% sisanya diserap dari omasum

Papillae penting untuk menyediakan luas area

Penyerapan dari rumen dilakukan melalui difusi pasif

Konsentrasinya pada pembuluh darah vena lebih sedikit daripada dalam rumen

Konsentrasi VFA

Rumen	50 – 150 mM
Pembuluh darah portal	1 – 2 mM
Pembuluh darah tepi	0.5 – 1 mM

Penyerapan meningkat dengan turunnya pH

Penyerapan VFA

Laju penyerapan:

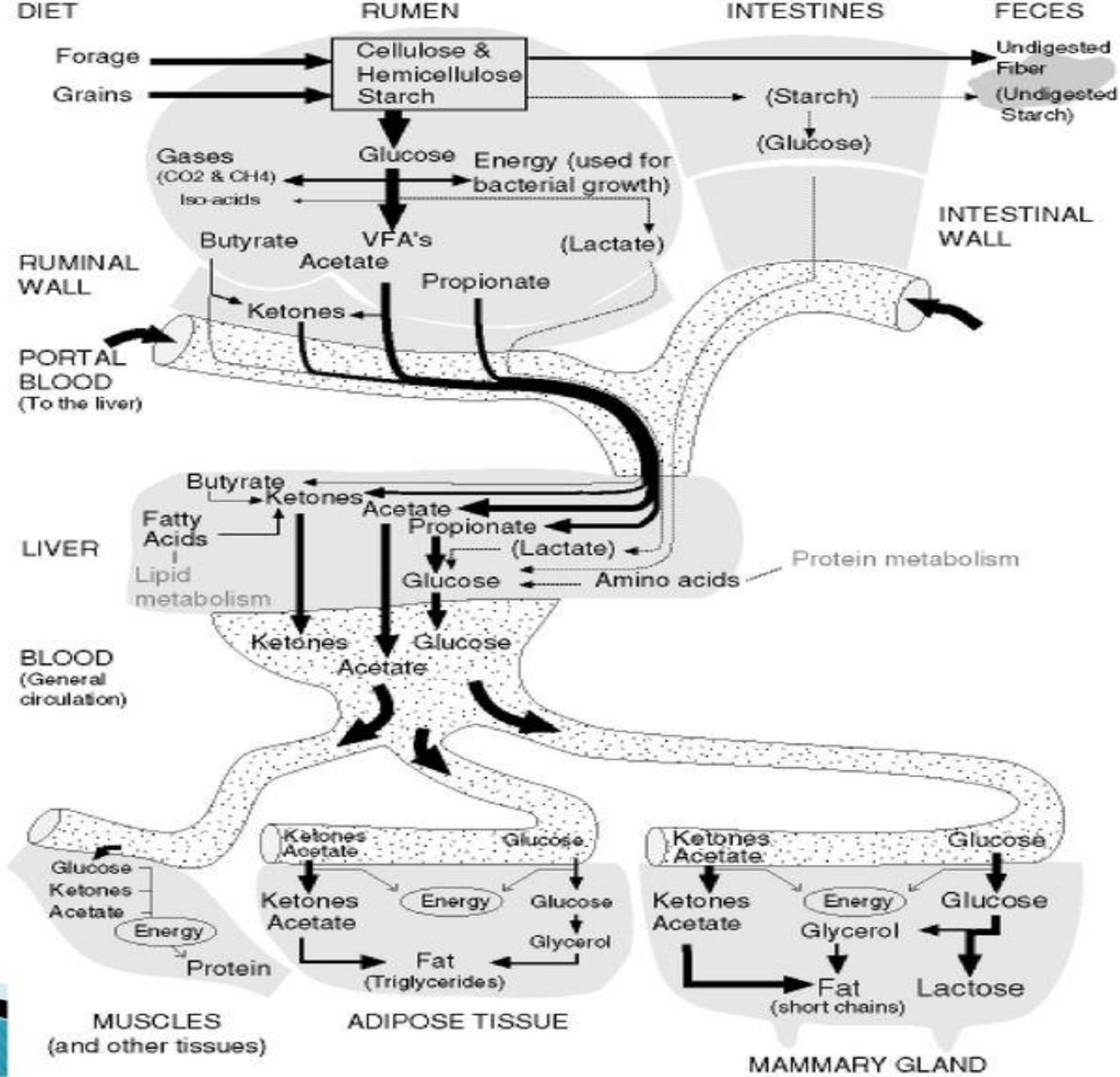
Butirat > Propionat > Asetat

Penyerapan meningkat dengan meningkatnya
Konsentrasi asam dalam rumen

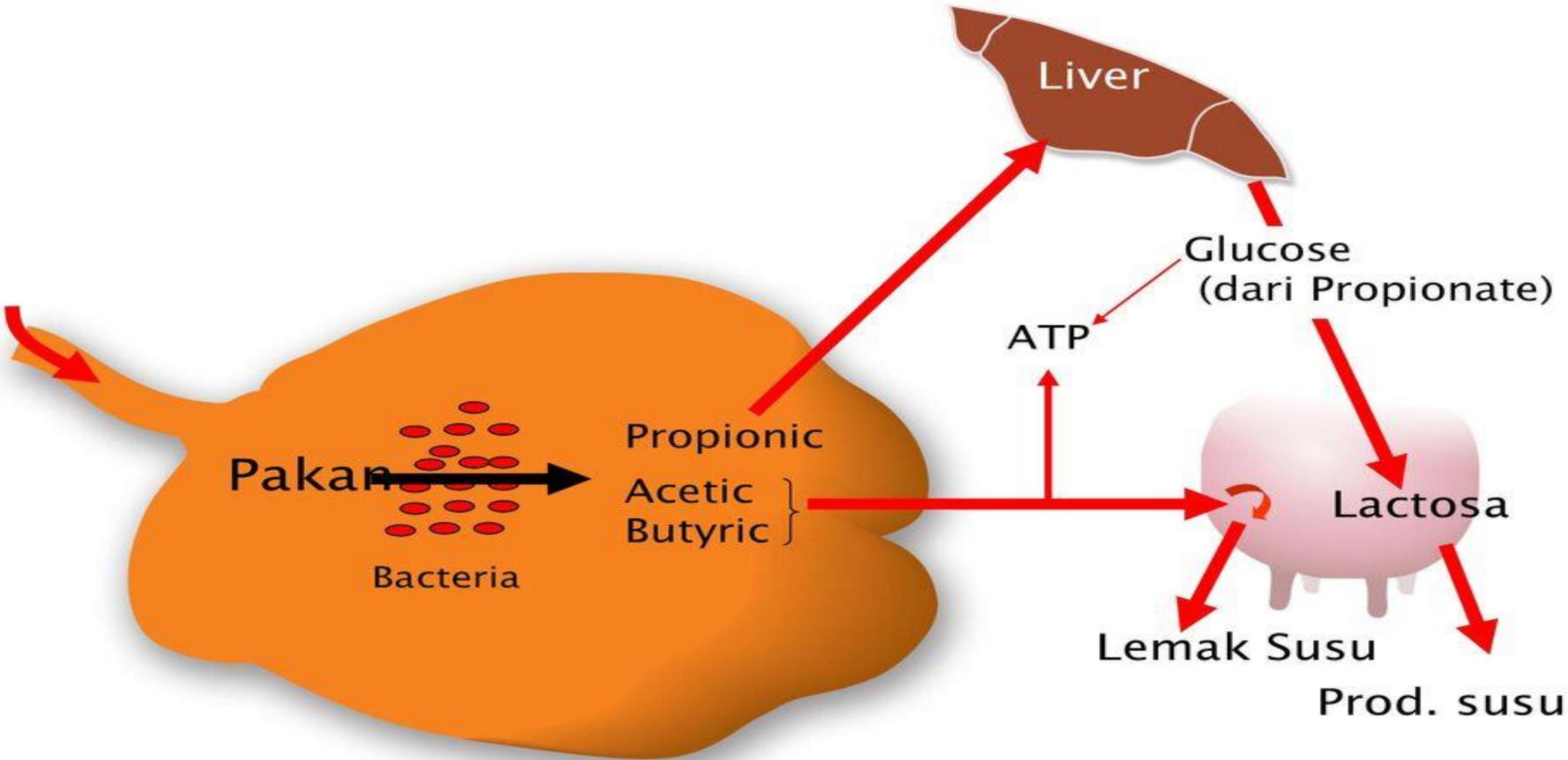
Penyerapan meningkat dengan rendahnya pH rumen

Penyerapan lebih tinggi pada ternak yang diberi
pakan biji-bijian

Fermentasi cepat – Produksi VFA tinggi
pH rendah
Pertumbuhan papillae



Glukosa terbentuk dari as. propionat
Laktosa terbentuk dari glukosa
Produksi susu ditentukan dari jumlah laktosa yang disintesis



Ringkasan Penggunaan VFA dalam Metabolisme

VFA diserap melalui dinding rumen

Asetat

Energi

Sumber karbon untuk asam lemak

Adiposa/Jaringan lemak

Kelenjar susu

Tidak digunakan untuk sintesis glukosa

Propionat

Energi

Prekursor untuk pembentukan glukosa

Butirat

Energi

Sumber karbon untuk asam lemak pada kelenjar

susu

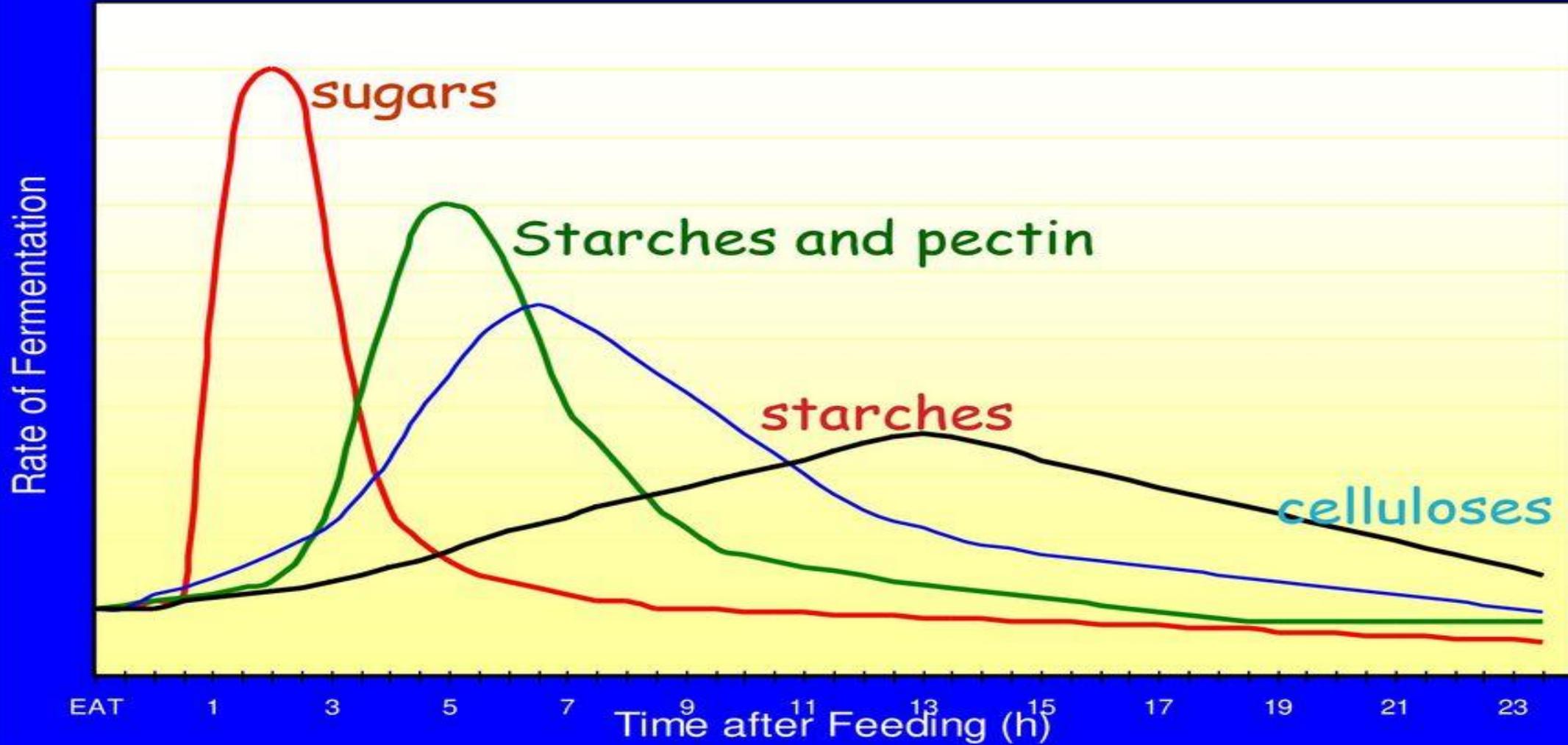
Nilai Energi Hijauan/Roughage yang Rendah Dibandingkan dengan Biji-bijian

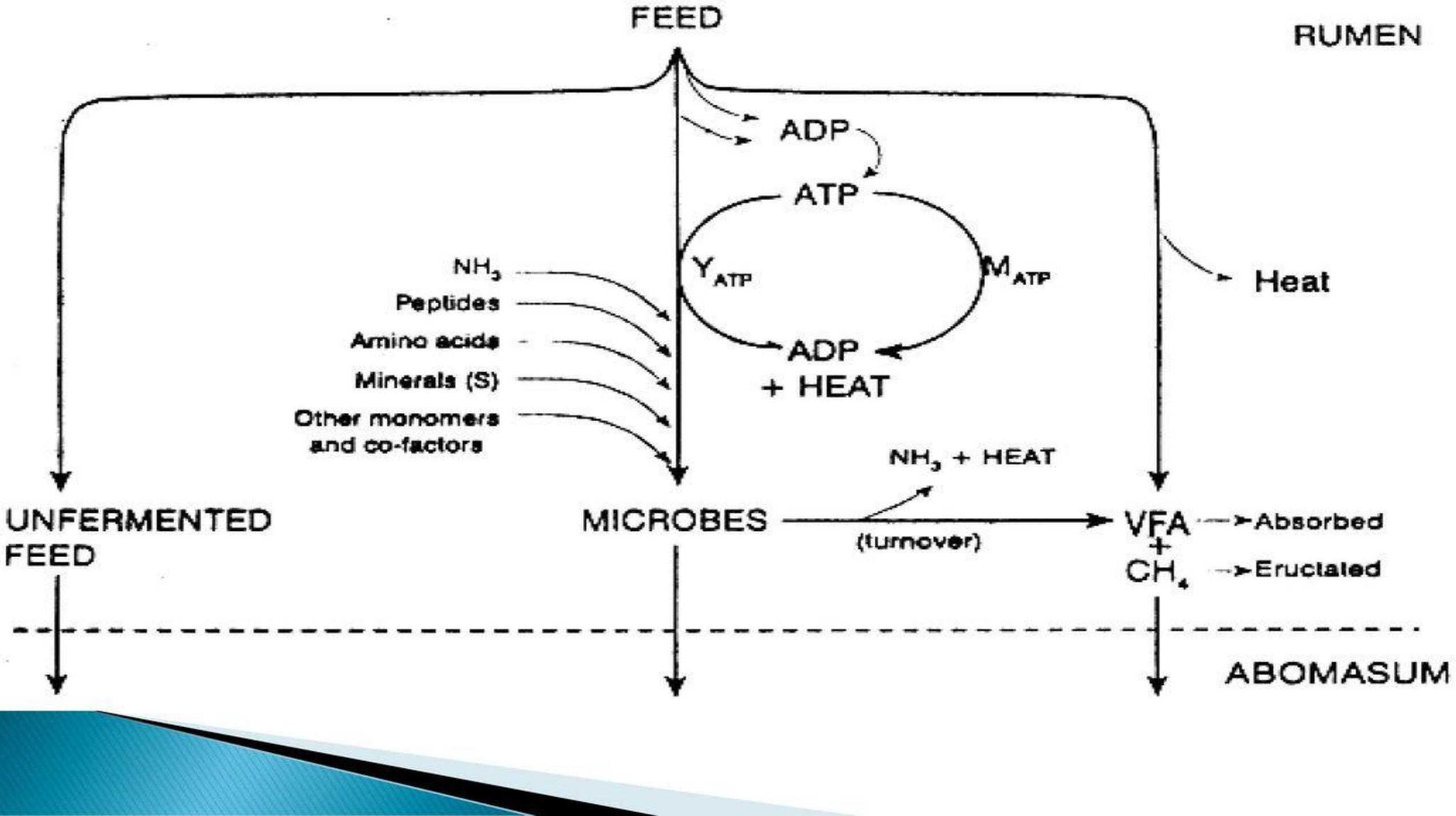
- Dicerna lebih sedikit
- Lignin membatasi pencernaan serat yang dapat dicerna
- Lebih besar energi yang hilang dari fermentasi
Berupa CH_4 & panas
- Meningkatkan ruminasi
Kontraksi rumen
Mengunyah
- Lebih banyak pakan dalam saluran pencernaan

Konsentrat menurunkan pH

- ▶ Waktu untuk makan dan ruminasi berkurang, sehingga menurunkan produksi saliva
 - ▶ Laju dan tingkat produksi asam meningkat
 - ▶ Hijauan mempunyai kapasitas buffer
 - ▶ Laju keluar lebih lambat
- 

Ruminal Feed Carbohydrate Fermentation Profile





Metabolisme VFA jaringan



Penggunaan VFA

Energi

Carbon untuk sintesis

Asam lemak rantai panjang

Glukosa

Asam amino

DII

Pengaruh VFA terhadap Sistem Endokrin

Propionat

- Meningkatkan glukosa darah
- Merangsang pelepasan insulin

Butirat

- Tidak digunakan untuk sintesis glukosa
- Merangsang pelepasan insulin
- Merangsang pelepasan glukagon
- Meningkatkan glukosa darah

Asetat

- Tidak digunakan untuk sintesis glukosa
- Tidak merangsang pelepasan insulin

Glukosa

- Merangsang pelepasan insulin