

### 3. SISTEM SARAF

Fungsi utama sistem saraf adalah mengatur/mengkoordinasikan seluruh aktivitas tubuh yang berkolaborasi dengan sistem endokrin

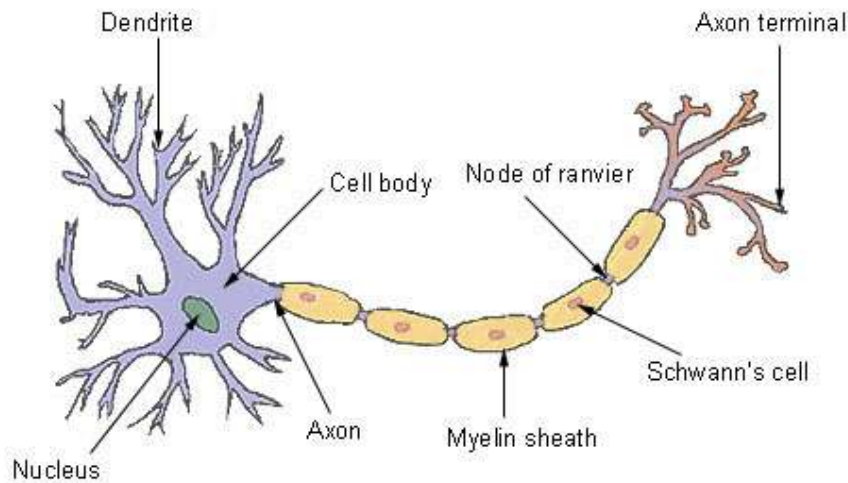
Sistem saraf secara umum dapat dibedakan adanya:

1. Sistem saraf pusat
  - a. Otak (brain/cranium)
  - b. Sumsum Tulang belakang (medula spinalis)
2. Sistem saraf perifer
  - a. 12 pasang dari kranial (N Cranialis)
  - b. 31 pasang dari vertebral (N Spinalis)
3. Sistem saraf otonom
  - a. Saraf simpatis
  - b. Saraf parasimpatis
4. Konduksi impuls (arah rangsangan)
  - a. Saraf sensoris ( aferen)
  - b. Saraf motoris ( eferen)

Sel saraf atau Neuron

Sel saraf atau neuron merupakan unit struktural dan fungsional terkecil dari sistem saraf. Jumlah sel saraf seluruh tubuh sekitar  $10^{11}$ . Struktur sel saraf terdiri dari tiga bagian utama yaitu dendrit sebagai penerima rangsangan, badan sel saraf dan axon yang meneruskan rangsangan ke sel saraf yang lain atau ke sel otot. Struktur satu sel saraf atau neuron dapat dilihat pada Gambar 1.

### Structure of a Typical Neuron

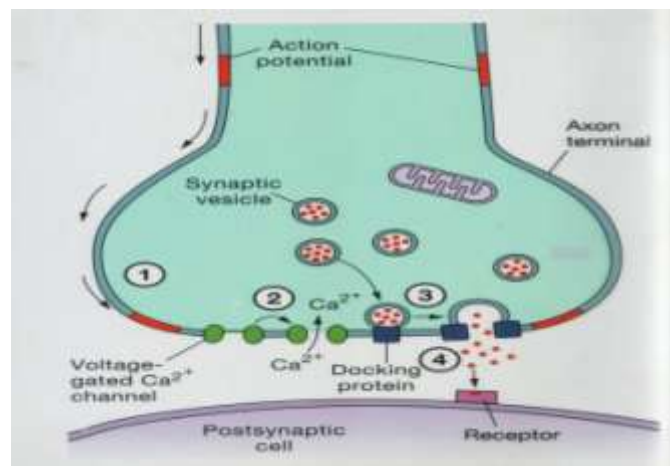


Gambar 1. Sel saraf atau neuron

Pada Gambar 1 di atas terlihat bahwa axon terbungkus oleh myelin yang berfungsi sebagai isolator listrik. Impul/rangsangan yang melewati axon yang terbungkus myelin lebih efisien bila dibandingkan dengan yang tidak bermyelin, yaitu kecepatannya lebih cepat 120 kalinya, demikian pula diameter serat sarafnya, semakin kecil diameter serat saraf semakin lambat konduksinya.

### Sinap

Sinapsis adalah hubungan antara sel saraf satu dengan sel saraf lain, atau sel saraf dengan otot. Hubungan antara sel saraf dengan otot biasa disebut dengan *Neuromuscular Junction* atau *Myoneural*. Mekanisme kerja sinap dapat ditunjukkan secara skematis seperti pada Gambar 2.

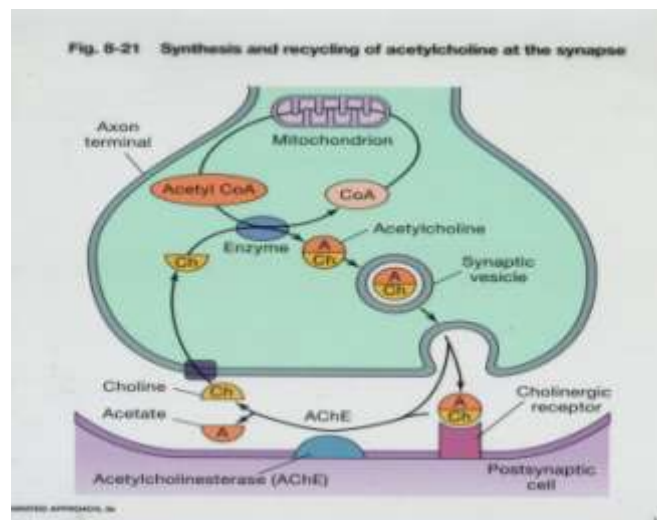


Gambar 2. Mekanisme kerja sinap

Pada Gambar 3, maka dapat dijelaskan bahwa:

1. Impuls sampai di axon presinap
2. Saluran ion Ca (kalsium) terbuka
3. Ion Ca masuk → translokasi vesikel
4. Eksositosis (keluarnya transmitter ke celah sinap)
5. Neurotransmitter berikatan dg reseptor
6. Efek Excitatory (menghantar) atau Inhibitory (menghambat) impuls

Secara biokimiawi, pada saat sinap, maka terjadi proses sintesis dan resikling Acetilcholin, yang secara skematis dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Sintesis dan resikling Asetilcholin

Dari Gambar 4 tersebut, maka dapat dijelaskan bahwa

1. Acetylcholin dikeluarkan dari terminal axon, yang kemudian ditangkap cholinergic receptor dari sel saraf yang lain (dendrit).
2. Dengan bantuan Acetylcholin Esterase, maka acetylcholine diurai menjadi acetat dan choline.
3. Cholin masuk ke terminal axon
4. Cholin dengan Acetyl CoA dengan bantuan enzim akan menjadi Acetylcholin dan CoA.

Pengantaran Impul (rangsangan)

Saraf sensoris/reseptor bertugas menerima rangsangan dan meneruskannya ke pusat saraf untuk diolah, apapun bentuk rangsangannya akan dirubah menjadi sinyal listrik (impul listrik) dan diteruskan ke saraf pusat. Inilah salah satu keajaiban dari otak, walaupun semua impuls itu berupa arus listrik, tetapi otak dapat membedakan rangsangan tersebut sebenarnya berupa apa.

#### Reflek sederhana

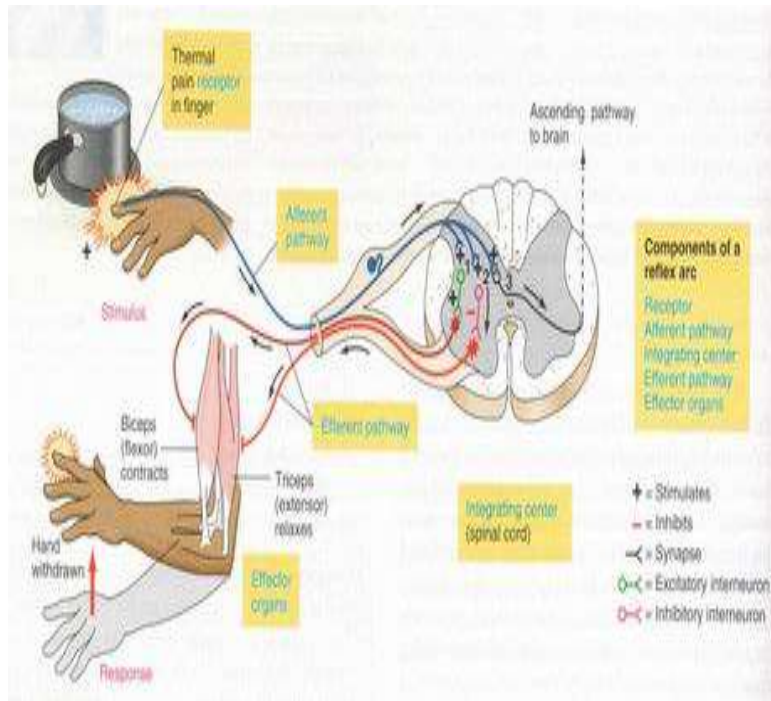
Reflek sederhana merupakan jawaban motoric yang terjadi karena rangsangan sensorik yang diolah di medulla spinalis. Contoh: reflek penarikan diri (*withdrawal reflex*), reflek menggaruk, reflek berjalan.

Komponen lengkung reflek terdiri dari:

1. RESEPTOR
2. SARAF SENSORIK
3. SINAPS
4. SARAF MOTORIK
5. TARGET ORGAN

Mekanisme kerja dasar system saraf dapat dilihat pada Gambar 4.

Gambar 4 tersebut menjelaskan bahwa Rangsangan diterima oleh Reseptor dan diteruskan oleh saraf sensoris menuju saraf pusat (medulla spinalis) dan langsung memberikan jawaban yang dikirimkan melalui saraf motorik menuju efektor (organ pelaksana).



Gambar 4. Mekanisme kerja dasar sistem saraf

#### Fungsi saraf simpatis

- Pengendalian derajat vasokonstriksi di kulit
- Pengendalian kecepatan pengeluaran keringat
- Pengendalian frekwensi denyut jantung
- Pengendalian tekanan darah
- penghambatan sekresi dan gerakan gastro-intestinalis.
- Meningkatkan metabolisme sel

#### Fungsi saraf parasimpatis

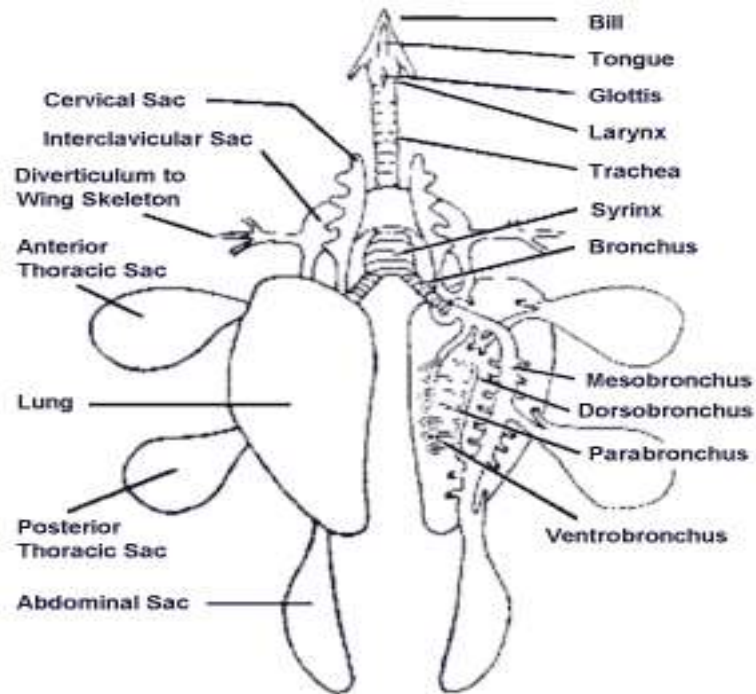
- Mengendalikan pengfokusan mata dan dilatasi pupil.
- Mengendalikan sekresi kelenjar ludah, denyut jantung, sekresi lambung, sekresi pankreas.

### Saraf Simpatis dan Parasimpatis

No.	Alat-Alat Tubuh	Simpatis	Parasimpatis
1.	Pupil	Melebarkan pupil	Menciutkan pupil
2.	Jantung	Mempercepat denyut jantung	Memperlambat denyut jantung
3.	Bronchi	Melebarkan Bronchi	Menciutkan Bronchi
4.	Gastrointestinal	Menghambat Peristaltik	Memperkuat Peristaltik
5.	Arteri muka dan Jantung	Melebarkan arteri	Menciutkan arteri
6.	Pembuluh Darah Otot	Menciutkan	Melebarkan
7.	Kelenjar Keringat	Sekresi keringat yang pekat	Sekresi keringat yang encer
8.	Kelenjar Ludah	Pembentukan ludah menurun	Pembentukan ludah meninggi

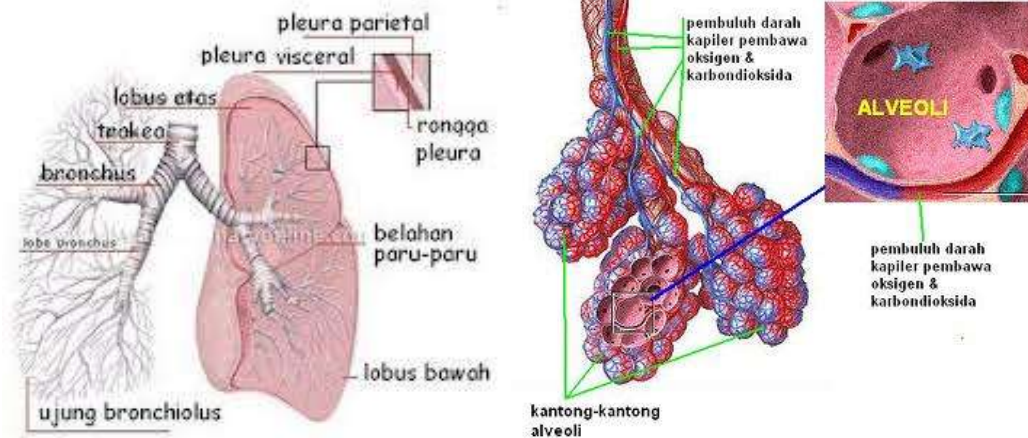
## Sistem Pernafasan/Respirasi

Respirasi atau pernafasan adalah Proses pengambilan oksigen, pengeluaran karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ), dan menghasilkan energi yang dibutuhkan tubuh. Dalam Respirasi melibatkan reaksi enzimatik. Dimana enzim yang memegang peranan penting dalam reaksi tersebut adalah sitokrom (enzim pernafasan)



Secara umum, Organ-organ pernafasan terdiri dari :

- Hidung
- Faring
- Laring
- Trakea
- Bronkus
- Bronkiolus
- Alveolus



### Mekanisme respirasi

- Meliputi proses :
  - Inspirasi : yaitu pemasukan udara ke paru-paru
  - Ekspirasi : yaitu pengeluaran udara dari paru-paru
- Proses inspirasi dan ekspirasi melibatkan kontraksi relaksasi otot-otot tulang rusuk dan otot diafragma.

Berdasarkan tempat terjadinya pernafasan, maka ada:

- Pernapasan luar (respirasi eksterna), yaitu pertukaran  $O_2$  dari udara dalam alveoli dengan  $CO_2$  dalam kapiler darah
- Pernapasan dalam (respirasi interna), yaitu pertukaran  $O_2$  dari aliran darah alveoli dengan  $CO_2$  dari sel-sel jaringan tubuh

Oksigen diikat oleh hemoglobin dalam bentuk oksihemoglobin (dalam darah), sedangkan yang dalam otot adalah oksimioglobin (dalam otot).

### Frekuensi Pernafasan

Frekuensi pernapasan yaitu kecepatan pernafasan/menit. Manusia normal berkisar antara 13 – 18 per menit.

Frekuensi pernapasan dipengaruhi oleh:

- Umur: Semakin Tua umumnya semakin lambat
- Jenis kelamin: Umumnya laki-laki lebih cepat dibandingkan perempuan
- Suhu Tubuh: Suhu dibawah normal umumnya akan mempercepat frekuensi pernafasan
- Posisi Tubuh: Frekuensi pernafasan saat berdiri akan lebih cepat dari pada saat duduk



- Aktifitas: Semakin tinggi aktifitas, frekuensi pernafasan semakin cepat

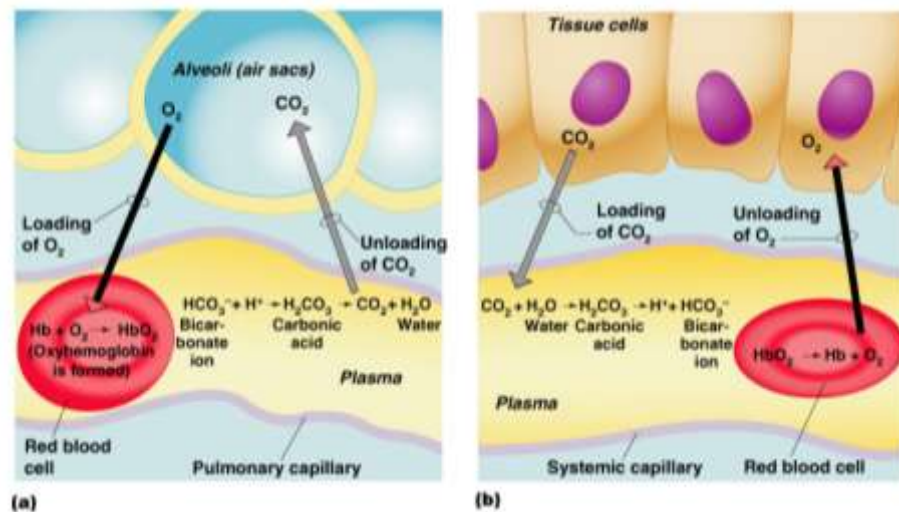
### Pengangkutan Gas O<sub>2</sub>

Hewan tingkat tinggi,kebutuhan untuk aktifitas metabolismenya juga tinggi, sehingga memerlukan O<sub>2</sub> yang lebih besar

Transpor O<sub>2</sub> perlu bantuan pigmen respirasi/ hemoglobin (Hb), dengan adanya pigmen Hb dapat meningkatkan kapasitas angkut O<sub>2</sub> sebesar 20 %

### Pengikatan Oksigen

- Hb tersusun atas senyawa **porfirin besi/Fe<sup>++</sup>** (hemin) yang berikatan dengan globin
- Hb sangat mudah berikatan dengan O<sub>2</sub> pada tempat dimana konsentrasi O<sub>2</sub> tinggi dan atau pH tinggi menjadi oksihemoglobin atau sebaliknya  
( $\text{Hb} + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{HbO}_2$ )



### Pengangkutan Gas CO<sub>2</sub>

Aktifitas metabolisme akan menghasilkan CO<sub>2</sub> + air

Air hasil metabolisme bisa dimanfaatkan oleh sel tubuh

CO<sub>2</sub> menjadi masalah, karena CO<sub>2</sub> + air (H<sub>2</sub>O) → as. Karbonat (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) yang menciptakan kondisi asam, sehingga CO<sub>2</sub> harus segera dikeluarkan

CO<sub>2</sub> diangkut darah dalam bentuk:

1. Senyawa Karbamino (ikatan CO<sub>2</sub> dan Hb)
2. Terlarut dalam plasma

3. As. Karbonat ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ )
4. Ion bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) dan
5. Senyawa bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$  dan  $\text{KHCO}_3$ )– yg paling banyak

Ada 3 cara pengangkutan  $\text{CO}_2$

1.  $\text{CO}_2$  larut dalam plasma, membentuk asam karbonat.



Cara ini hanya : 5%

2. Dalam bentuk senyawa karbomino.

$\text{CO}_2$  berdifusi ke dalam sel darah merah, berikatan dengan Amin ( $-\text{NH}_2$ )

Cara ini : 30%

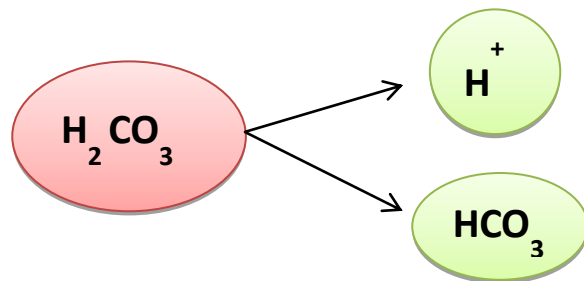
3. Dalam bentuk ion  $\text{HCO}_3^-$  melalui proses berantai yang disebut pertukaran klorida.

$\text{CO}_2$  masuk ke dalam sel darah merah yang mengandung enzim karbonat anhidrase.

enzim karbonat



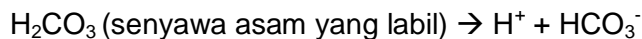
anhidrase



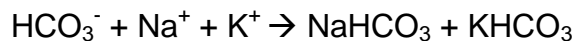
Keluar dari sel darah merah masuk plasma darah. Kedudukan  $\text{HCO}_3^-$  diganti Ion klorida.

Dengan cara ini : 65% (terbanyak)

Keseimbangan pH



Transpor  $\text{H}_2\text{CO}_3$  dan  $\text{HCO}_3^- \rightarrow$  penurunan pH  $\rightarrow$  mengganggu kerja enzim dan metabolisme sel



Ion bikarbonat  $\rightarrow$  senyawa bikarbonat

Sehingga Keseimbangan pH terjaga

Keseimbangan elektrik darah

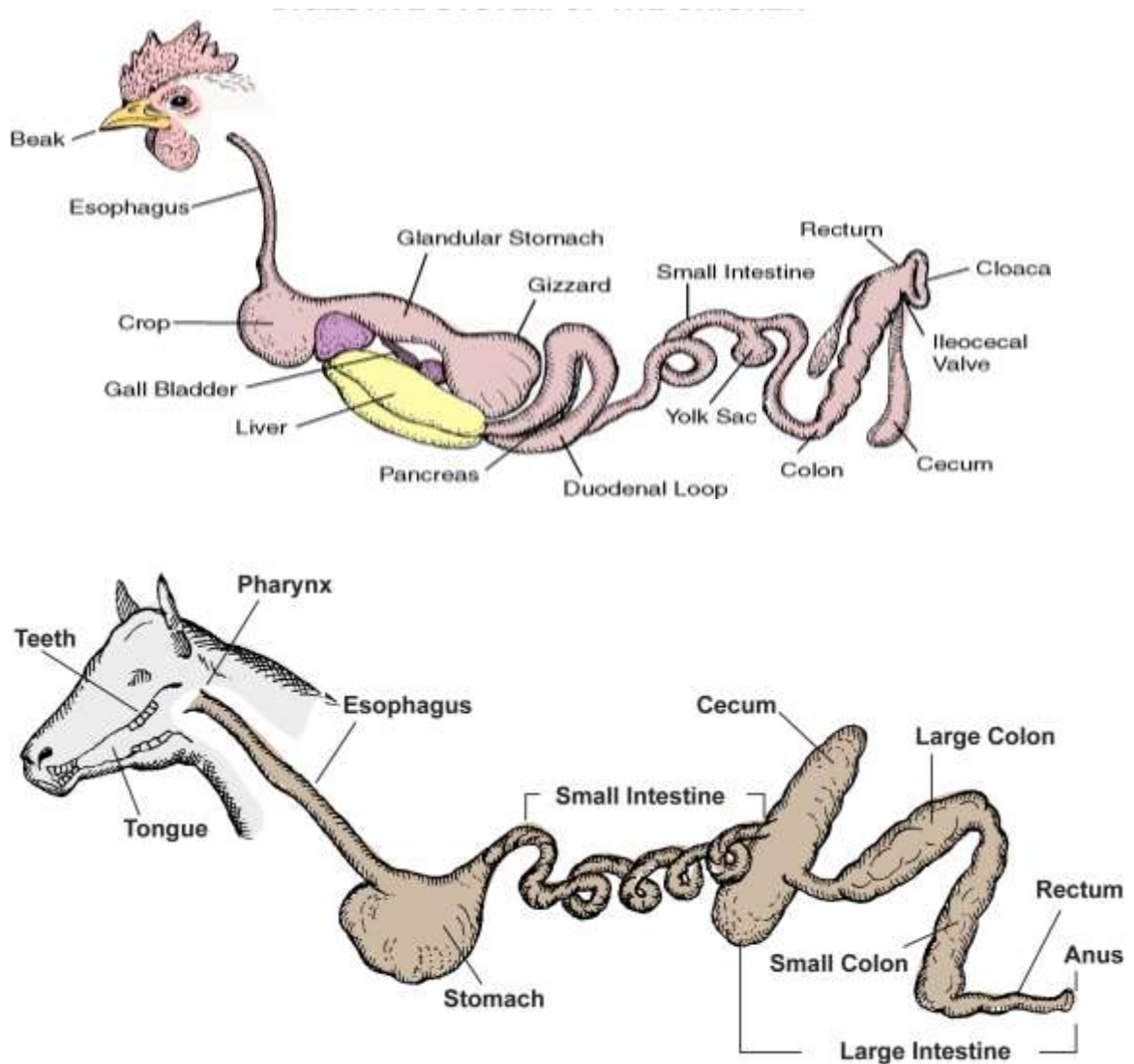
Melalui mekanisme pertukaran  $\text{HCO}_3^-$  dan  $\text{Cl}^-$

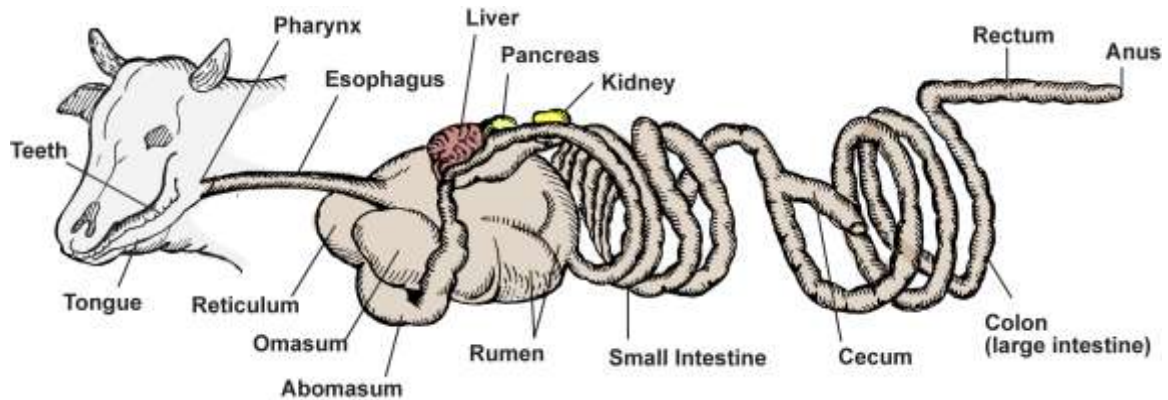
Menjaga keseimbangan elektrik antara **plasma darah** dan **sel darah merah**

## Sistem Pencernakan

Dalam mempertahankan hidup dan produksinya, hewan ternak memerlukan energy dalam jumlah yang cukup. Energi yang dibutuhkan ternak dapat dicukupi dari makanan, akan tetapi makanan yang masuk kedalam tubuh ternak masih dalam ukuran yang terlalu besar dan sangat kompleks, sehingga energy yang terkandung didalamnya tidak dapat langsung digunakan. Ternak harus mencerna makanan terlebih dahulu untuk dapat memanfaatkan energy yang ada didalamnya

Anatomi alat pencernaan non ruminant, pseudoruminan, ruminansia dapat dilihat pada Gambar 1.





Gambar 1. Saluran pencernaan non-ruminant, pseudo-ruminan dan ruminant

Sistem pencernaan berfungsi memecah bahan pakan menjadi molekul-molekul(nutrisi) yang dapat dimanfaatkan oleh sel-sel tubuh.

Ada dua hal yang perlu dipelajari dalam system pencernaan, yaitu

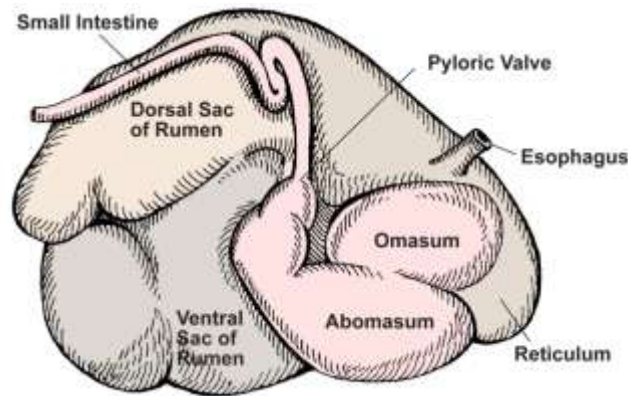
1. Bagaimana nasib bahan makanan dalam perjalanannya di setiap organ pencernaan (dicerna, diserap dan dimanfaatkan untuk hidup pokok dan produksi)
2. Bhan makanan apa yang cocok, sehingga dapat diatur efisiensi dan efektifitas pakan yang diberikan → pemanfaatan pakan maksimum.

Bahan makanan untuk ternak secara umum terdiri dari hijauan dan butiran. Dari bahan tersebut tentunya mengandung unsur utama: protein, lemak, karbohidrat dan lain-lain. Bahan makanan tersebut di saluran pencernaan dicerna secara mekanis, enzimatik dan fermentatif menjadi senyawa yang sederhana, sehingga mudah diserap oleh tubuh → sintesa protein, lemak, tulang, air dan lain-lain untuk hidup pokok dan produksi (daging, susu, telur, wool, kulit dan sebagainya).

Saluran pencernaan terbentang mulai dari mulut sampai dengan anus/cloaca, dan dilengkapi dengan organ asesoris (lidah, gigi, kelenjar saliva, hati dan pankreas). Fungsi utama dari system pencernaan ini adalah pengambilan, penerimaan, pencernaan bahan makanan mulai dari mulut sampai dengan anus/cloaka.

Secara anatomis dan fisiologis antara ruminansia dan non-ruminansia adalah berbeda, dimana pada ruminansia, lambungnya terdiri dari 4 bagian (3 bagian perut depan yaitu rumen, retikulum dan omasum, serta satu bagian perut sejati yaitu abomasum). Sedangkan lambung non-ruminan hanya satu bagian. Proses pencernakannya juga berbeda, pada ruminansia proses pencernakannya secara fermentatif (perut depan, cecum), hidrolisis/enzimatis (abomasum dan usus kecil) dan

mekanis (mulut), sedangkan pada non-ruminan, enzimatik (lambung), fermentatif (cecum dan colon) dan mekanis (mulut dan gizzard). Bagian-bagian dari lambung ruminansia dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Empat bagian dari lambung ruminansia

Fungsi alat pencernaan

#### 1. Mulut

Terdiri dari bibir, lidah, gigi dan kelenjar saliva.

- Bibir untuk prehensi atau mengambil makanan
- Lidah untuk prehensi, mastikasi (mengunyah), remastikasi dan diglutasi atau menelan
- Gigi untuk prehensi, mastikasi, remastikasi dan gigit/robek
- Kelenjar saliva atau kelenjar ludah berfungsi untuk pelumas dalam mastikasi dan remastikasi, diglutasi, penghasil N-Nh<sub>3</sub> (pertumbuhan mikro organisme rumen), dan mencegah kembung (bloat)

#### 2. Esophagus

- Merupakan penghubung mulut dan lambung (rumen)
- Saluran dalam proses diglutasi; regurgitasi; eruktasi menyebabkan struktur kuat dan aktif
- Terjadinya gerakan peristaltik (pakan dari mulut ke lambung) dan anti-peristaltik (bolus/ingesta dari lambung ke mulut)
- Saluran Oesophageal yaitu saluran dari esophagus ke abomasum (saluran ini ada pada anak atau ruminansia muda)

#### 3. Lambung

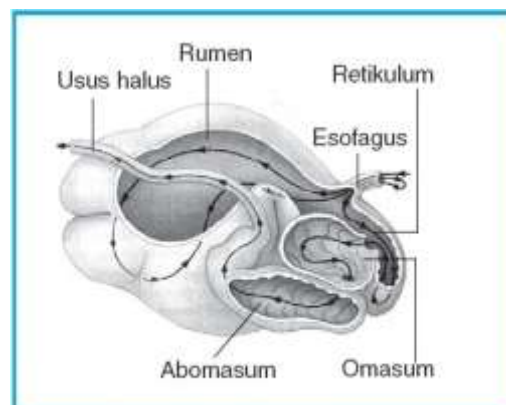
- A. Rumen, merupakan bagian penting dalam mempelajari system pencernaan ruminansia, karena:

- kapasitasnya 85% dari total lambung
- lebih dari 80% BK dicerna dalam rumen
- Adanya aktifitas mikroba:
  - mampu mencerna serat kasar (SK)
  - mampu memanfaatkan NPN
  - sintesis asam amino tubuh mikro organisme
  - sintesis beberapa vitamin: B dan C
- Letaknya sebelah kiri abdomen (rongga perut)
- Secara anatomi, rumen dilapisi papilla (perut bludru, seperti handuk) yang bertujuan untuk memperluas permukaan rumen, sehingga mempunyai kemampuan untuk menyerap makanan dalam jumlah besar. Pertumbuhan papilla ini dipengaruhi oleh Volatil Fatty Acid (VFA)
- Kondisi:
  - Bahan Kering isi rumen 10 - 15%
  - Temperatur 39 – 41<sup>0</sup>C
  - pH 6,7 -7,0
  - an aerob

B. Retikulum, posisinya dibagian depan rumen, permukaan dalamnya tampak seperti jala atau sarang lebah, antara rumen dan retikulum tidak ada batas yang jelas dan dinamakan “reticulorumen”.

- Fungsinya:
- fermentasi
  - Memudahkan digesta dicerna rumen dan omasum
  - Tempat berkumpulnya benda-benda asing yang ikut termakan.

Secara skematis aliran digesta didalam lambung ruminansia, dapat dilihat pada Gambar 3.



Sumber: *Biology, Reven & Johnson*

Gambar 3. Aliran digesta dalam lambung ruminansia

C. Omasum:

- Bentuknya elip
- Letaknya sebelah kanan reticulum
- Permukaan dalam berbentuk lembaran/lamina atau biasa disebut sebagai “perut buku”. Bentuk seperti ini memungkinkan omasum berfungsi sebagai filter dan grinder
- Fungsinya menekan ingesta masuk ke saluran berikutnya yaitu ab omasum, fermentasi dan absorbs VFA dan air sebelum dicerna secara enzimatik di ab omasum.

D. Ab omasum:

- Bentuk memanjang
- Letak, didasar rongga perut sebelah kanan
- Adanya sekresi lambung (kelenjar lambung/perut sejati)
- Terdiri dari 3 bagian yaitu **kardia** (sekresi mukus), **fundika** (sekresi pepsinogen, renin, HCl dan mukus) dan **pilorika** (sekresi mukus).
- Fungsinya, mengatur arus digesta dari ab omasum ke duodenum, dan tempat permulaan proses pencernaan enzimatik.

4. Usus halus

Ada 4 sekresi yang dihasilkan:

- Cairan duodenum → alkalis, P dan sebagai buffer
- Cairan empedu: dihasilkan di hati melalui saluran empedu, mengandung K dan Na (sebagai pengemulsi lemak) dan mengandung zat warna empedu.
- Cairan pancreas → mengandung ion bikarbonat yang dapat menetralkan asam lambung
- Cairan usus



Keuntungan ruminansia memiliki organ pencernaan fermentatif sebelum usus halus :

- ⊙ dapat mencerna Serat Kasar, sehingga pakannya tidak bersaing dengan manusia
- ⊙ kebutuhan asam amino tidak banyak tergantung pada kualitas protein pakan
- ⊙ mampu mengubah NPN → protein kualitas tinggi
- ⊙ produk fermentasi dalam rumen → usus dalam bentuk mudah dicerna

#### 5. Sekum/colon

Fungsi sama dengan reticulorumen yaitu mengandung mikro organisme, terjadi fermentasi, tidak ada proses enzimatis

Colon merupakan tempat terjadinya absorbs VFA dan air

Pertumbuhan dan perkembangan lambung ruminansia

Pada saat lahir, bagian yang paling besar dari lambung ruminansia adalah abomasum → proses pencernakannya sama dengan monogastrik, karena rumen dan reticulum belum berkembang, susu disalurkan lewat saluran Oesophageal dan langsung masuk ke abomasum.

Setelah mengenal pakan kasar (hijauan dan konsentrat), maka reticulorumen berkembang, sampai dengan saat dewasa, ukuran reticulorumen menjadi  $\pm$  85%, sedangkan abomasum hanya 8%. Pada saat dewasa saluran Oesophageal sudah tidak berfungsi.

Secara umum dapat dikatakan, bahwa dalam system pencernaan dimulai dari proses menggigit, mengunyah, menelan dan pencampuran makanan, pencernaan dan penyerapan nutrisi, diakhiri dengan ekskresi.

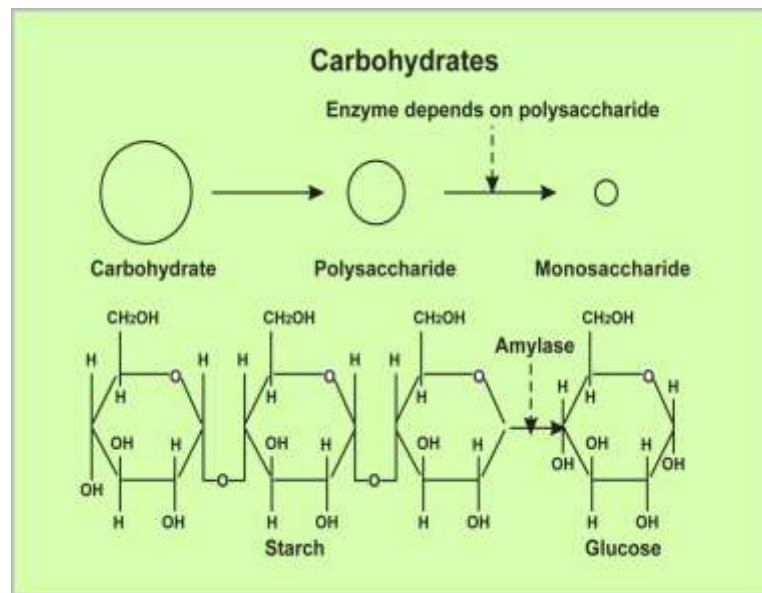
- Ternak sapi, domba, kuda dan kelinci, pakannya sepenuhnya tergantung pada hijauan disebut sebagai herbivora.
- Hewan/ternak yang kebutuhan pakannya memerlukan daging dari hewan lain, disebut sebagai carnivora.
- Spesies seperti babi, unggas dan manusia, yang mengkonsumsi daging dan tanaman, disebut omnivora.
- Pencernaan adalah penguraian bahan makanan yang kompleks secara kimiawi menjadi bahan yang sederhana dan akhirnya menjadi molekul yang cukup kecil untuk dapat melewati dinding usus.

- Lewatnya molekul di dinding usus ke dalam pembuluh darah atau kedalam sistem getah bening disebut absorpsi atau penyerapan.

### Karbohidrat

Karbohidrat adalah polysakarida yang terdiri dari beberapa monosakarida.

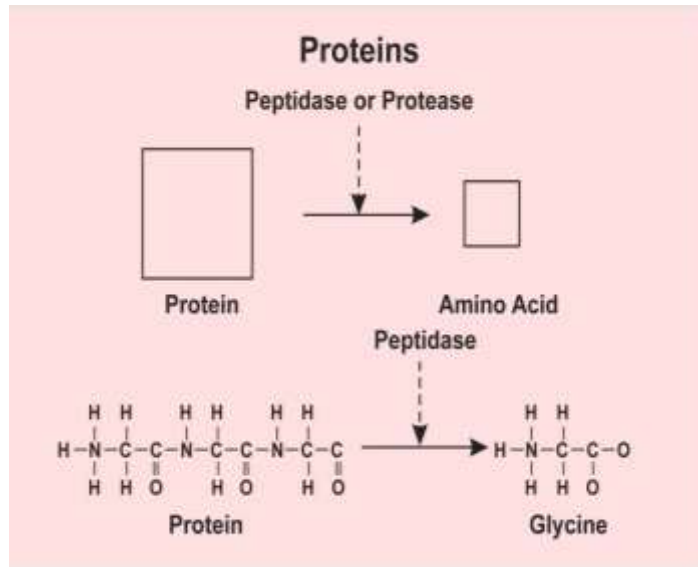
Yang termasuk polysakarida adalah, pati, selulosa, hemiselulosa dan glikogen.



- Pati terdiri dari beberapa molekul glukosa, dimana glukosa adalah monosakarida
- Enzim yang menghidrolisis polisakarida dinamakan setelah polisakarida itu dipecah secara spesifik menjadi apa (misalnya, pati dipecah oleh amilase, selulosa dipecah oleh selulase dan sukrosa dipecah oleh sukrase).
- Akhiran "ase" menunjukkan bahwa senyawa tersebut adalah enzim.

### Protein

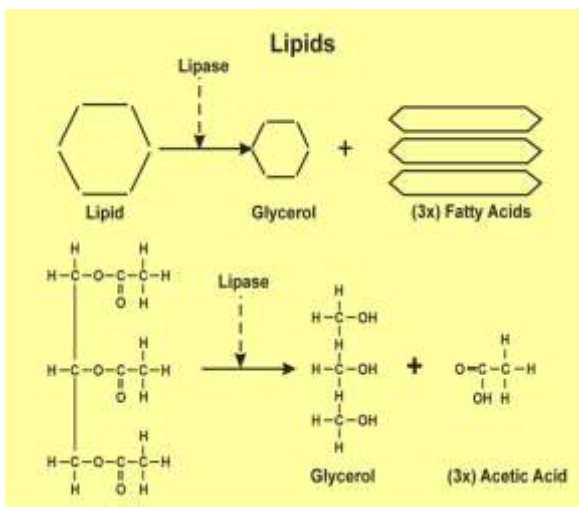
- Untuk menjaga fungsi metabolisme, hewan harus mendapatkan asam amino dari pakan yang diberikan untuk dapat mensintesis protein.
- Protein dipecah menjadi asam amino oleh enzim protease dan peptidase.
- Protease memecah molekul protein besar dan peptidase memecah molekul protein kecil.



### Lemak

Lemak diturunkan dalam tiga bentuk:

- Triglicerid
- Phospholipid
- Parafin



Triglicerida terdiri dari molekul gliserol dan tiga molekul asam lemak.

Enzim pemecah triglicerida disebut lipase.

