


# FISIOLOGI MANUSIA (IOF 217)

- **KOMPETENSI**
- MAHASISWA DAPAT MEMHAMAMI SISTEM-SISTEM DALAM TUBUHNYA,
- SERTA MENGANALISIS PENGATURAN YANG TERJADI DALAM TUBUH
- **2 SKS = 1 TEORI + 1 PRAKTEK**



# • MATERI

1. Dasar umum/pengantar/Sel dan Jaringan
  2. Sistem otot
  3. Sistem saraf
  4. Sistem endokrin
  5. Metabolisme
  6. Sistem pencernaan
  7. Sistem pernafasan
  8. Sistem peredaran darah
  9. Sistem pembuangan
- 

# = FISILOGI =

MEMPELAJARI FUNGSI LINGKUNGAN DALAM BENDA HIDUP

MENJELASKAN FAKTOR FISIKA, KIMIA YG BER TG JWB THP  
ASAL-USUL, PERKEMBANGAN, DAN KEMAJUAN DARI  
KEHIDUPAN

SATUAN DASAR TERKECIL DARI TUBUH MANUSIA YANG  
HIDUP ADALAH SEL

SEL :

- membentuk organ tubuh
- Jumlah sekitar 75 triliun (darah merah 25 T)
- Bentuk berbeda-beda bulat, benang, biji kedondong
- Ada yang dapat berkembang biak tetapi ada yang tidak.

SEL HIDUP/TUMBUH : JIKA CUKUP  
OKSIGEN, GLUKOSA, ASAM  
AMINO, LEMAK, PERBEDAAN ION  
SESUAI (SELALU ADA KEGIATAN).

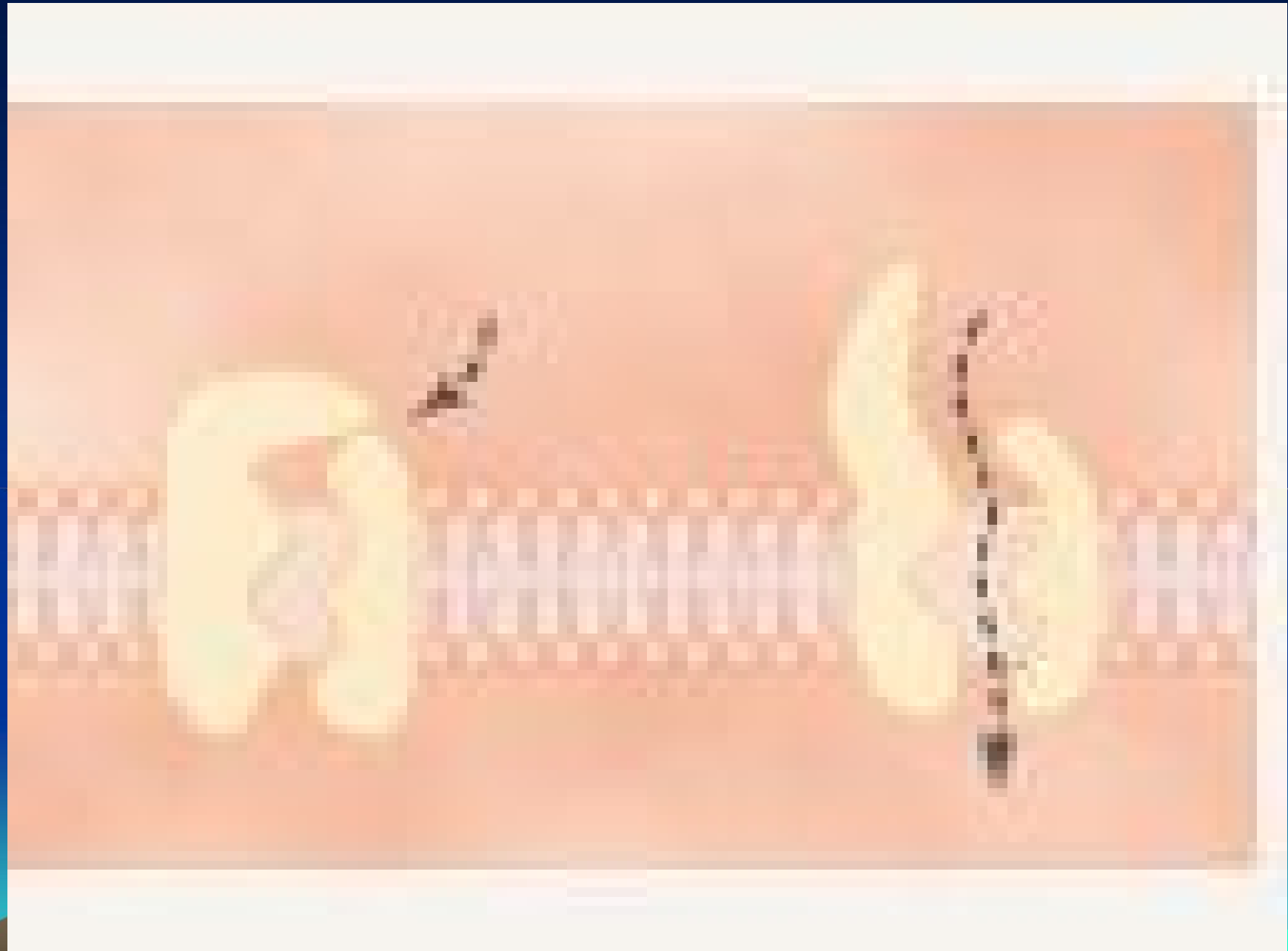




# MORFOLOGI SEL

1. Membran (sifat semipermeabel/ tersusun: fosfolipid protein lemak) : fungsi: memberi bentuk/batas, penyeleksi, reseptor, antibodi thdp benda asing.
2. Retikulum endoplasmik : sintesis protein
3. Golgi apparatus : membentuk lisosom
4. Lisosom : pencernaan sel
5. Mitokondria : dapur sel
6. Nukleus/inti : pusat pengatur
7. Sitoskeleton/filament/serat : kerangka sel





- Membran sel:
- Lemak : fosfolipid, kolesterol, sfingolipid,, dan glikolipid.
- Protein : integral, transmembran.

### Fungsi Membran:

- Pembungkus sel/pembatas
- Penyeleksi zat yang keluar-masuk sel
- Receptor/penerima rangsang.

Sifatnya semi permeabel

## TRANSPORT MEMBRAN

### Transport aktif :

- \*perlu energi untuk memompa melawan gradien elektrokimia/konsentrasi (natrium/sodium, kalium/potasium),
- \*memerlukan pengemban/ karier.

### Transport pasif:

Dapat keluar masuk leluasa (air, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, Asam Laktat)

### Fagositosis:

Indositosis jika masuk, eksositosis jika keluar.



## CAIRAN TUBUH

- CAIRAN EKSTRASELULAR

Ion natrium, klorida, bikarbonat, bahan makan

- CAIRAN INTRASELULAR

Ion kalium, magnesium, fosfat



# Komposisi Tubuh Manusia

- AIR : 55 % berat badan
- Senyawa Organik:
  - a. Protein 15 % BB,
  - b. Lipid 15 % BB,
  - c. Karbohidrat 5 % BB.

Secara umum senyawa organik dibedakan :  
Senyawa organik structural (protein, fosfolipid, glikoprotein, glikolipid, kolesterol dll)



Senyawa organik nonstruktural (senyawa cadangan dalam tubuh: glikogen, triasilgliserol, senyawa intermediate di jalur metabolisme, dan metabolit yang akan diekskresi melalui ginjal, paru, pencernaan)



- Senyawa anorganik berupa mineral 5 % dari BB, dalam bentuk :
  - a. Kation utama (natrium, kalium, magnesium, ferum/ferro/ferri), lainnya sedikit.
  - b. Anion (klor, bikarbonat, bishidrofosfat, asam fosfat, sulfat)



# Komposisi Tubuh Manusia

- AIR : 55 % berat badan
- Senyawa Organik:
  - a. Protein 15 % BB,
  - b. Lipid 15 % BB,
  - c. Karbohidrat 5 BB %.

Secara umum dibedakan : Senyawa organik structural (protein, fosfolipid, glikoprotein, glikolipid, kolesterol dll)

Senyawa



organik nonstruktural (senyawa cadangan dalam tubuh: glikogen, triasilgliserol, senyawa intermediate di jalur metabolisme, dan metabolit yang akan diekskresi melalui ginjal, paru, pencernaan)



# JARINGAN TUBUH

- EPITEL (LUNAK/KULIT,KERAS/ KUKU RAMBUT
- JARINGAN IKAT/PENYOKONG (GIGI,TULANG, TULANG RAWAN)
- ADIPOSA/LEMAK (PROTOPLASMA, CADANGAN)
- OTOT(LURIK, JANTUNG, POLOS). OTOT LURIK PUTIH (CEPAT, MUDAH LELAH KRN ANAEROBIK). MERAH (LAMBAT, TAHAN KRN AEROBIK, MIOGLOBIN, MITOKONDRIA, ENZIM OKSIDATIF)
- SARAF (PUSAT,PERIFIR)
- VASKULER



- ANTARA JARINGAN YANG SATU DENGAN YANG LAIN AKAN BERKOMUNIKASI UNTUK MENDAPATKAN HOMEOSTASIS
- SISTEM SARAF DAN SISTEM ENDOKRIN BANYAK BERPERAN
- SEBAGIAN BESAR PENGATURAN DALAM TUBUH MANUSIA ADALAH DENGAN UMPAN BALIK NEGATIF (JIKA TINGGI DITURUNKAN, JIKA RENDAH DINAikkan)
- SATU-SATUNYA UMPAN BALIK POSITIF ADALAH PENGATURAN TEKANAN DARAH (LINGKARAN SETAN)



# OTOT

- OTOT POLOS: SALURAN CERNA, PEMBULUH DARAH, SALURAN NAFAS
- OTOT JANTUNG : DINDING JANTUNG
- OTOT RANGKA  
LURIK/SERAN LINTANG/SKELET



**OTOT RANGKA**  
**LURIK/SERAN LINTANG/SKELET**  
**\_alat gerak aktif**  
**tulang dan sendi alat gerak pasif**

**40-45% berat badan/217 pasang**

**Sel-sel otot seperti benang, jumlah tetap**  
**Jaringan ikat**  
**Serabut saraf**  
**Pembuluh darah**

# OTOT RANGKA

- Terbungkus epimysium
- 10-50 sel otot membentuk fasikulus/ fiber terbungkus perimysium
- Sel otot/myofibril terbungkus endomysium
- Dalam sel otot terdapat myofilament tipis/aktin dan tebal myosin
- Sliding filament menjelaskan teori tentang kontraksi otot



## OTOT RANGKA :

- 70 % air
- 30 protein
- 5% garam, mineral, KH, Lemak

*BERLAKU : ALL OR NONE LAW  
YA ATAU TIDAK SAMA SEKALI*

Bekerja secara sinergis (beberapa otot punya kerja yang sama)

Bekerja secara antagonis (berlawanan)

Bisep fleksi ><trisep antefleksi

- Otot yang melekat pada tulang adl tendo (origo dan insersio)
- Hipertrofi otot adl membesarnya sel otot
- Kontraksi otot adl kerja >< rileksasi

## SERAT OTOT

Slow twitch fibers

Tipe I

Otot Lambat

Otot merah

Fast twitch fibers

Tipe II

Otot cepat

Otot putih

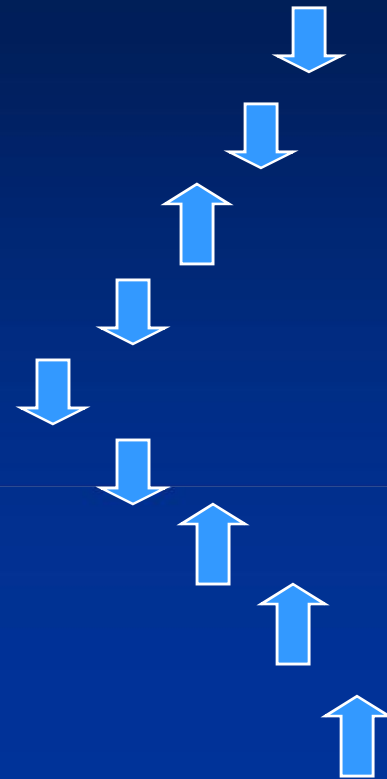


# OTOT MERAH(ST)

# OTOT PUTIH (FT)



- Mioglobin
- Lemak
- Glikogen
- Mitokondria
- Enzim oksidatif
- Kapilaria
- PC
- Kelelahan
- Enzim glikatison



# NEURO MUSCULAR/ SARAF OTOT

SETIAP SEL OTOT DILAYANI SATU SARAF

UJUNG SARAF MENEMPEL PADA MOTOR  
ENPLATE DI SEL OTOT

SAMBUNGANNYA DISEBUT NEURO  
MUSCULAR JUNCTION

ATAU MYOMUSCULAR JUNCTION



## KONTRAKSI OTOT

- ISOTONIK : MEMENDEK + GERAK
- ISOMETRIK : MENGERAS+TIDAK GERAK
- EKSENTRIK : MEMANJANG + GERAK

Latihan kekuatan memperbesar myofilament

Latihan kecepatan mempercepat sliding filament

Power otot kekuatan+kecepatan

Daya tahan otot (anaerobik) mempertinggi toleransi terhadap asam laktat (recovery complete)

Latihan banyak menggunakan glikogen mempertinggi cadangan glikogen

Banyaknya glikogen tidak menentukan daya tahan otot.

Intensitas: persentase dari angkatan maksimal, kecepatan maksimal akan menentukan sistem energi

Elastisitas otot yg melintas sendi juga menentukan kelentukan sendi



Tolok Ukur Otot:

Kekuatan Dinamo meter

Kecepatan lari sprint, melempar dg beban kecil

Daya tahan: melakukan berulang-ulang intensitas tinggi.



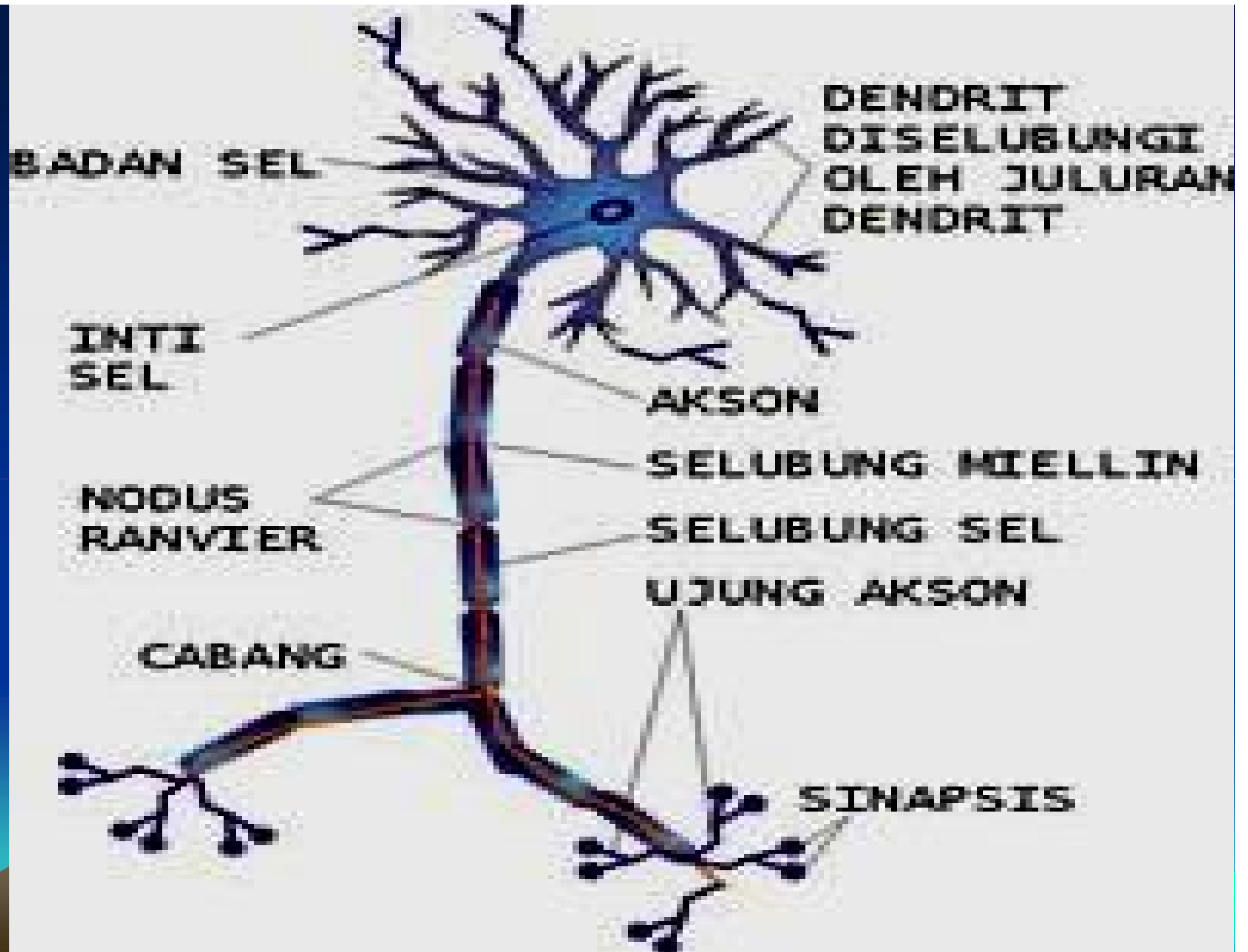
# SARAF

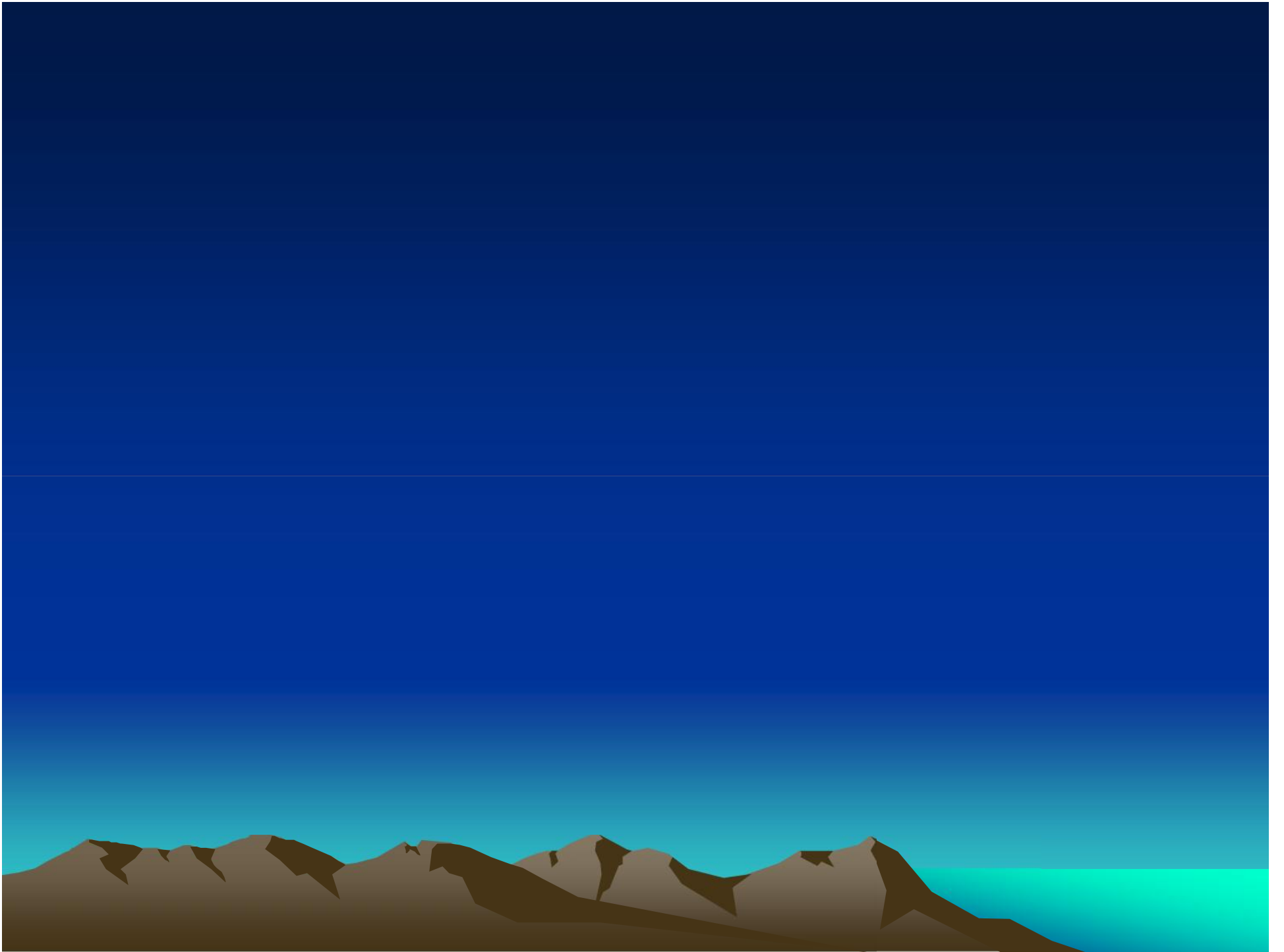
## SEL SARAF/NEURON=SEPERTI BIJI KEDONDONG

- Badan sel (membran, nukleus, protoplasma)
- Serabut saraf (akson=penghantar impuls; dendrit(masukan impuls))

akson berselaput mielin/lemak, ada nodus  
di setiap mili meter atau lebih/berbuku







Akson dikelilingi sel schawnn > membentuk mielin. memungkinkan perbaikan sel saraf

ANGGOTA BADAN DIPENUHI JARINGAN SARAF YANG BAGAIKAN KABEL LEMBUT

Sel saraf tidak dapat membelah

SISTEM SARAF PUSAT

(tidak punya selschawnn/rusak permanen )

SISTEM SARAF TEPI





# SISTEM SARAF PUSAT

- 2 hemisfer serebri (serebrum)
- Serebelum
- Batang otak
- Medula spinalis/spinal cord

## FUNSI :

Persepsi > interpretasi (merasakan  
menterjemahkan > sensoris), respon (motorik),  
memori (sensoris & motoris)

Pengendalian & pengaturan (kardiovaskuler,  
respirasi, endokrin).

Intelegensi (perilaku, seksual, tidur) fungsi  
luhur/higher function



# SISTEM SARAF TEPI/PERIFER

Saraf-saraf kranial ( keluar dari batang otak  
= 12 pasang

Saraf-saraf spinal (keluar dari medula  
spinalis= 31 pasang)

Tipe neuron

Afferent/sensorik ( impuls dari indera >ssp)

Konektor menghubungkan sensorik-motorik

Efferent/motorik (impuls dari ssp>efektor)



## SECARA FUNGSIONAL

1. SS Somatis (volunter) > ke anggota gerak dikontrol kehendak
2. SS outonom(involunter), mengatur sendiri tanpa dikontrol kehendak (visera, pembuluh darah, pengaturan lain )  
outonom : simpatik dan parasimpatik

Tanspor impuls dengan sistem saltarory/meloncat sehingga cepat

Neurotransmeter adalah senyawa yang berfungsi mengantarkan impuls (asetilkolin, gaba, norepinefrin)

# MACAM RESEPTOR/SENSORIK

1. Mekano reseptor (perabaan, pendengaran, keseimbangan, baroseseptor, golgi tendon)
2. Termoreseptor (perubahan suhu)
3. Nosisseptor (kerusakan jaringan krn fisik, kimia)
4. Elektromagnetik reseptor (cahaya)
5. Kemo reseptor (kimia : pengecap, bau, kadar oksigen, CO<sub>2</sub> osmolaritas cairan)

Muscular Spindle sbg reseptor dan efektor dasar  
dari latihan plyometrik > power



Propioceptif : kinestesi dari sendi, otot,  
tendon > bentuk rasa tubuh

Labyrint : alat otolith > keseimbangan

Kelainan :

Adiadocho : tidak dapat gerak beruntun  
berlawanan

Dekomposisi : koordinasi jelek

Rebound/rebounce phenomena tidak  
mampu menahan beban



- Reflek

Jawaban terhadap rangsang yang tidak disadari; pusatnya SSP terdekat. Untuk mata jawabannya polisinaptik diteruskan ke banyak otot.

Waktu reaksi : waktu dari rangsang sampai timbul jawaban

Sistem saraf rentan thdp penurunan kadar gula darah.



# SISTEM HORMONAL

Bahan kimia dari kelenjar buntu yang disekresikan ke dalam darah untuk mempengaruhi pengaturan fisiologis sel-sel tubuh yang lain

Bersama saraf sebagai pengatur :  
metabolisme, kecepatan reaksi,  
pengangkutan membran, pertumbuhan,  
sekresi.



# EFEK HORMON

- Memungkinkan bahan dapat melewati membran sel
- Mengaktifkan enzim dalam sel
- Melepaskan metabolik ke dalam sel
- Mempercepat pembentukan RNA mesengger.
- Mempercepat pembentukan enzim





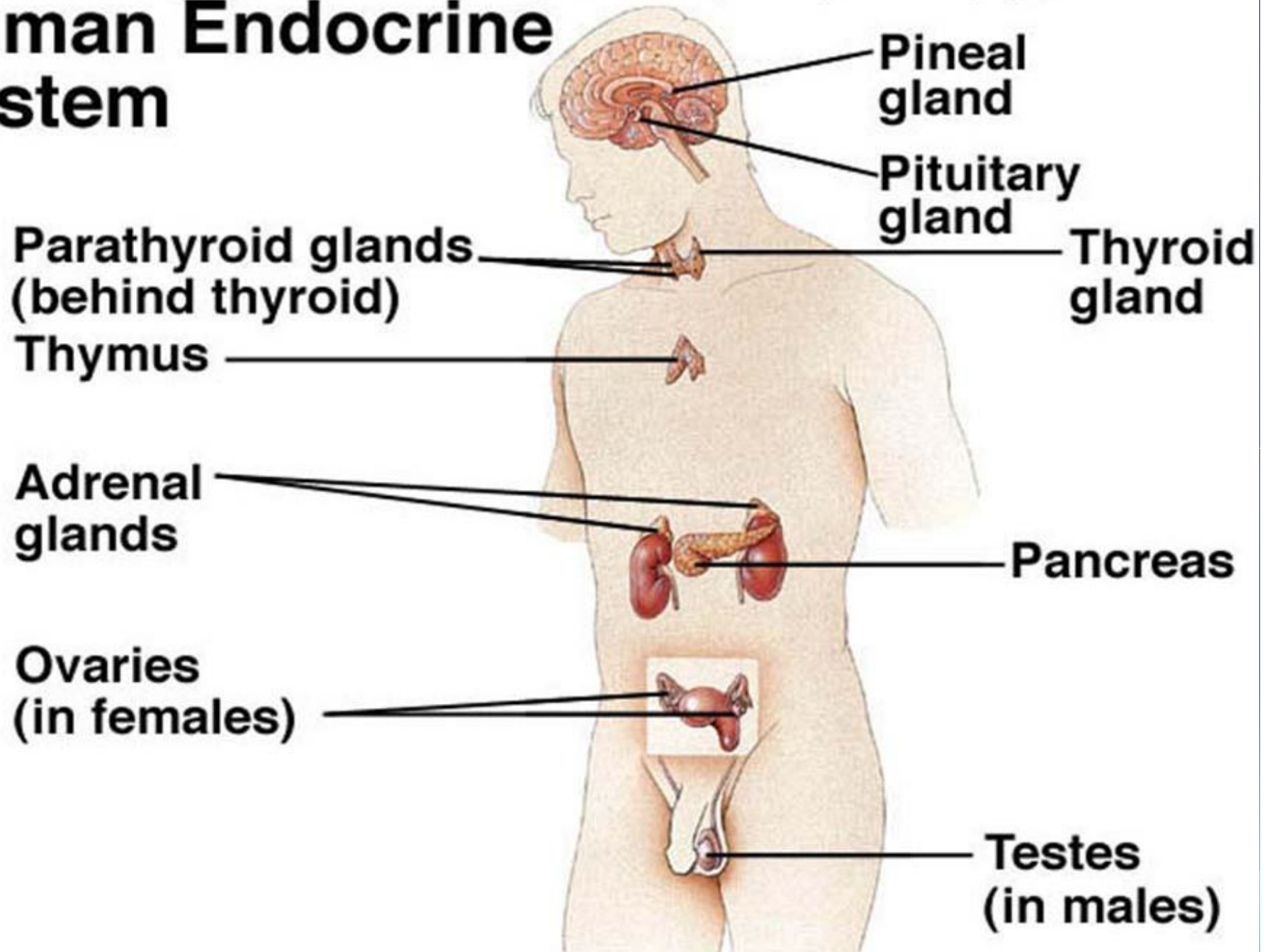
- Kelenjar buntu > sekresi hormon > target sel/organ/kelenjar lain > efek (lokal/umum)
- Pengaruh hormon dalam detik, menit, jam, hari, minggu, bahkan bulan.
- Reseptor terhadap hormon ada dalam membran sel maupun intra sel.
- Hormon yang satu ada yang fungsinya berlawanan dengan yang lain > berpacu
- Mekanisme kerja hormon mengaktifkan siklik AMP, mengaktivasi gen dari sel>protein spesifik.

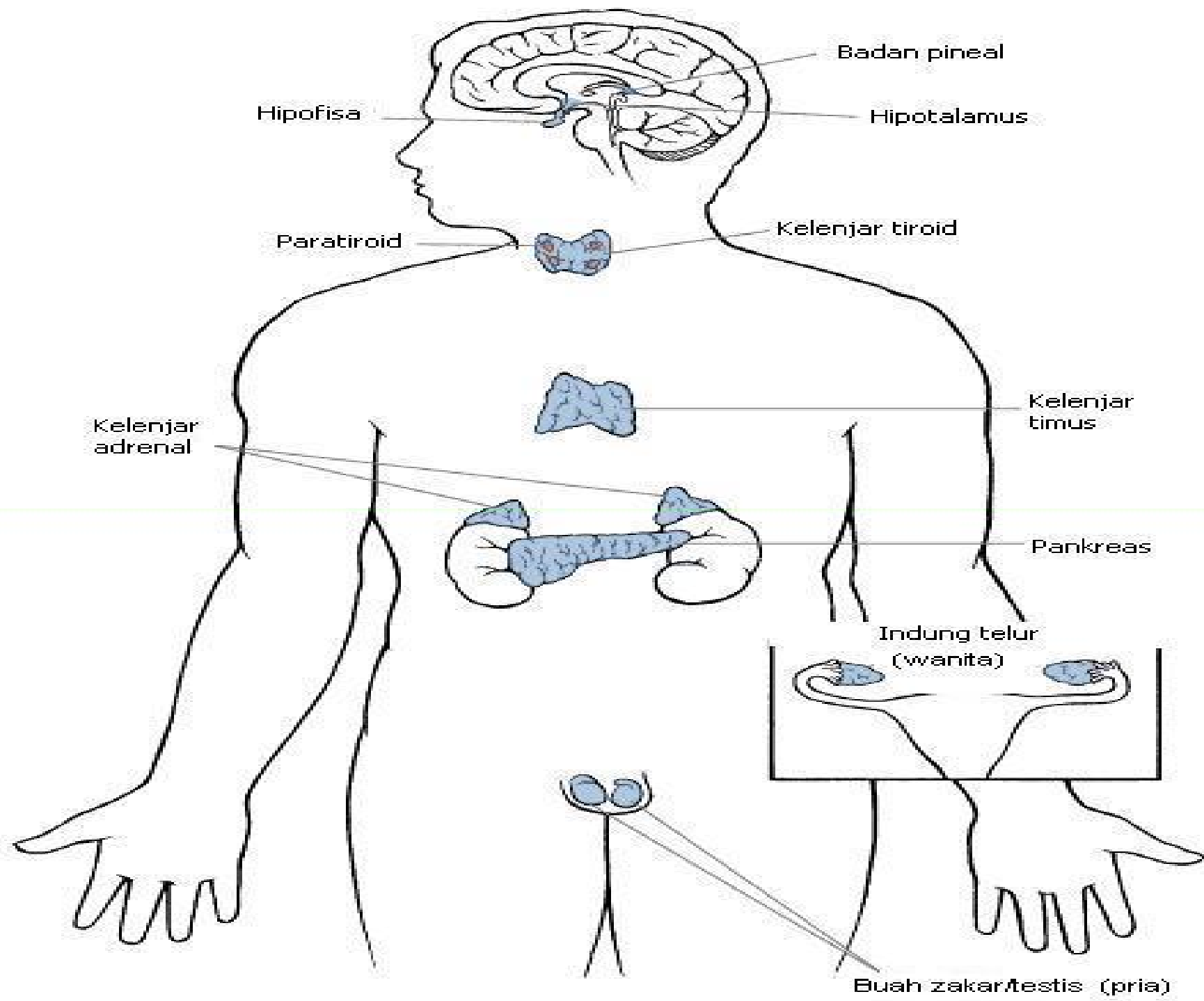
# KELENJAR HORMON

1. PITUITARI/HIPOFISIS ( DIBAWAH OTAK)
2. ADRENAL/SUPRARENAL (DI ATAS GINJAL)
3. TIROID (LEHER/JAKUN BAG DEPAN)
4. PARATIROID (BELAKANG JAKUN)
5. PANKREAS (PERUT)
6. TESTIS (PRIA)
7. INDUNG TELUR (WANITA)
8. Placenta

Pituitari banyak berfungsi mengontrol kelenjar lain (the master gland)

# Human Endocrine System





# SUSUNAN KIMIA HORMON

1. STEROID (Spt CHOLESTEROL) : Cortec adrenal (cortisol aldosteron), ovarium (estrogen,progresteron), testis (testosteron)
2. Derivat asam amino : tiroid (teroksin, triiodotironin), medula adrenal (epinefrin dan norepinefrin)
3. Peptida/protein : pada umumnya

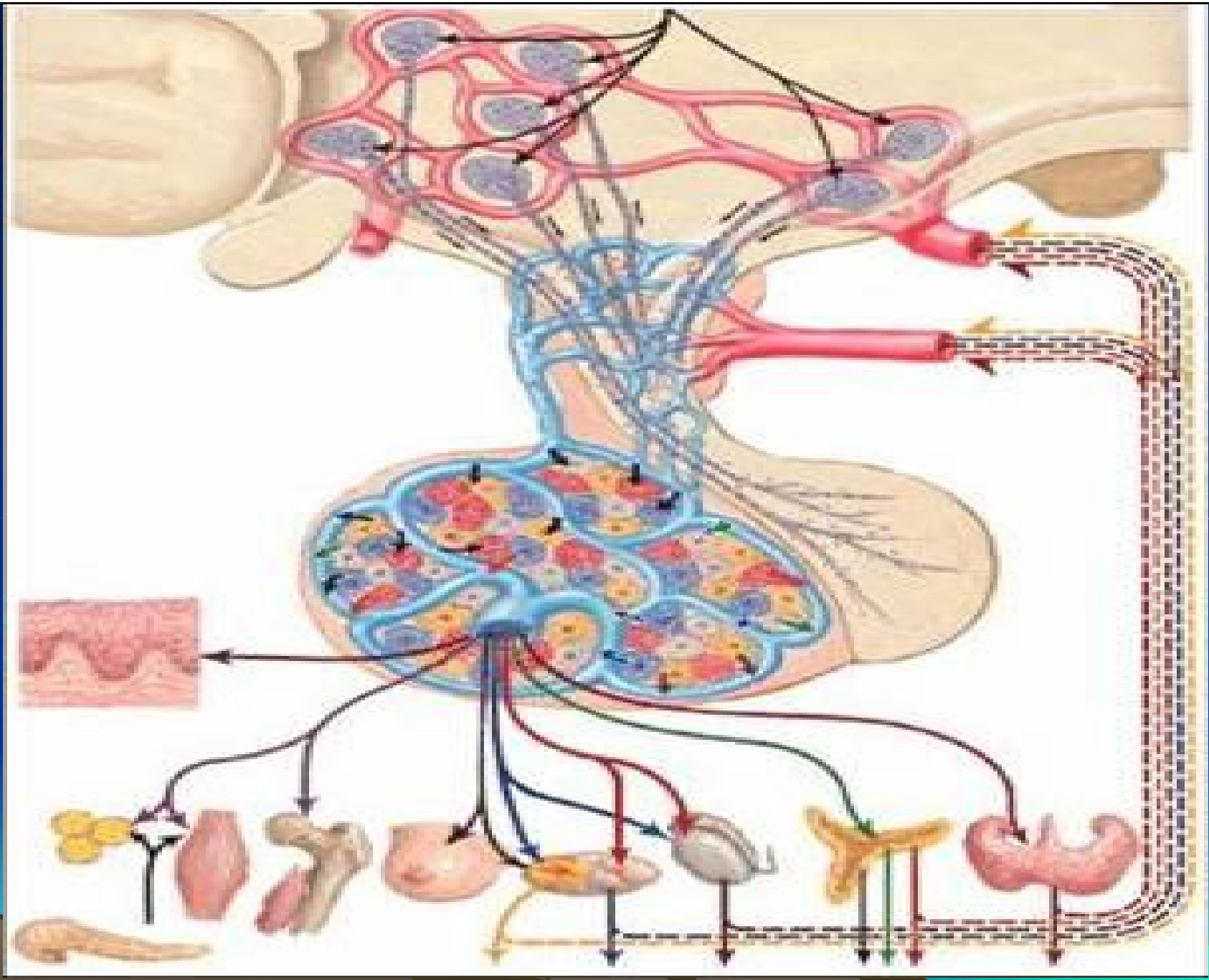


# HIPOFISIS/PITUITARI

## ANTERIOR (DEPAN)

- Hormon pertumbuhan/growth hormon (GH)/somatotropik hormon (SH)
- Adrenokortikotropin hormon (ACTH)>adrenal
- Thyroid stimulating h (TSH)>Thyroid
- Prolaktin(P)>laktasi
- Follicle stimulating h (FSH)>follicle
- Liteinising h (LH)





## POSTERIOR/BELAKANG :

- Anti dioretik h (ADH)/vasopresin]
- Oksitoksin

## Hormon pertumbuhan/growth hormon (GH)/somatotropik hormon (SH)

- Skresi lahir >tua maksimal usia pertumbuhan
- Meningkatkan latihan, trauma, ketegangan, hipoglikemia, kelaparan

.





# GH/SH

- Target ke yang mungkin tumbuh (ukuran sel, mitosis) dengan efek sintesis protein, pengangkutan as. Lemak untuk energi naik, pemakaian glukosa turun sintesis glikogen meningkat.
- Kelebihan > gegantisme (raksasa), dan akromegali (ujung membesar) jika sudah dewasa
- Kelebihan > diabetes melitus
- Kekurangan > kekerdilan

## ADH/VASOPRESIN

- Mengatur sekresi air oleh ginjal
- Kekurangan diabetes insipidus (kencing berlebihan)

## OKSITOKSIN

- Sekresi oleh rangsang geli
- Efek pada kontraksi mammae, uterus

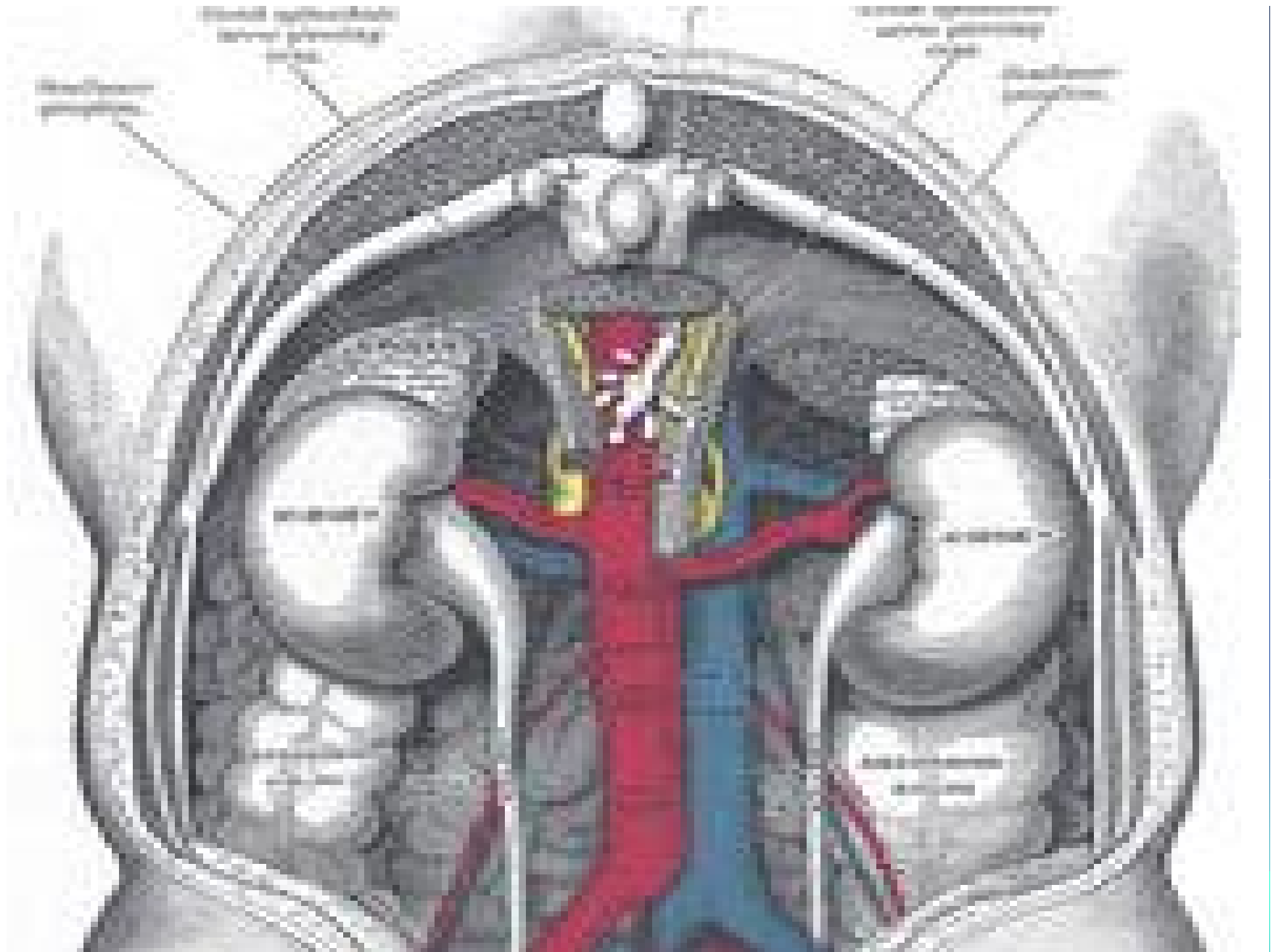


# KELENJAR ADRENAL/SUPRARENAL

- Korteks/luar : mineralokortikoid, glukokortikoid, hormon seks androgen/testosteron
- Medulla : epinefrin/adrenalin, norepinefrin/noradrenalin

Mineralokortikoid (utama aldosteron) >elektrolit ekstra sel Na & K





# GLUKOKORTIKOID (UTAMANYA KORTISOL)

- Glukoneogenesis meningkat  $\rightarrow$  glukosa
- Pemakaian glukosa turun
- Mobilisasi lemak dari jaringannya
- Eritrosit naik eosinofil turun

Kelebihan : moon face dan buffalo bull  
penimbunan lemak di badan tetapi lipolisis  
di ekstremitas



# Perangsang sekresi kortisol

Adl : stress dan :

- Semua jenis rodapaksa
- Infeksi
- Panas dingin berlebihan
- Injeksi norepinefrin/simpatomimetik
- Pembedahan

Gula darah dan kolesterol akan naik



# EPINEFRIN

- Efek ke jaringan seluruh tubuh
- Menyiapkan aktivitas/pengerahan tenaga : meningkatkan kerja jantung, glikogenolisis, dilatasi bronkus, menurunkan aktivitas lain usus dll
- Meningkatkan sekresi glukagon dan menghambat sekresi insulin
- Meningkatkan sekresi kortisol



# TIROID

Letak di leher/jakun, susunan folikel yang dalamnya adalah koloid, menghasilkan tiroksin

Iodin + tiroksin  $\rightarrow$  triiodo tironin (T3) aktif disimpan dalam koloid, dipakai jika tidak ada iodin

Kurang iodin, tiroid membesar (goiter/gondok)



- Makanan beriodin tinggi : ikan laut, garam beriodin
- Pelepasan T3 dan tiroksin oleh TSH
- Tiroksin menghambat TSH
- Menghasilkan juga kalsitonin > menurunkan Ca darah > numpuk di tulang

Efek : metabolisme semua jaringan naik  
(mitokondria)



- Kegagalan : kretinisme, keterbelakangan mental, kulit tebal, rambut jarang, suara serak, lidah menonjol keluar.
- Kelebihan :  
nafsu makan dan pembentukan panas meningkat, ansietas naik > mudah terangsang, tremor halus di tangan, intoleransi terhadap hangat, berat badan turun, diare, berkeringat, ekspresi melotot.



# PARATIROID

Letak leher/belakang jakun/tiroid

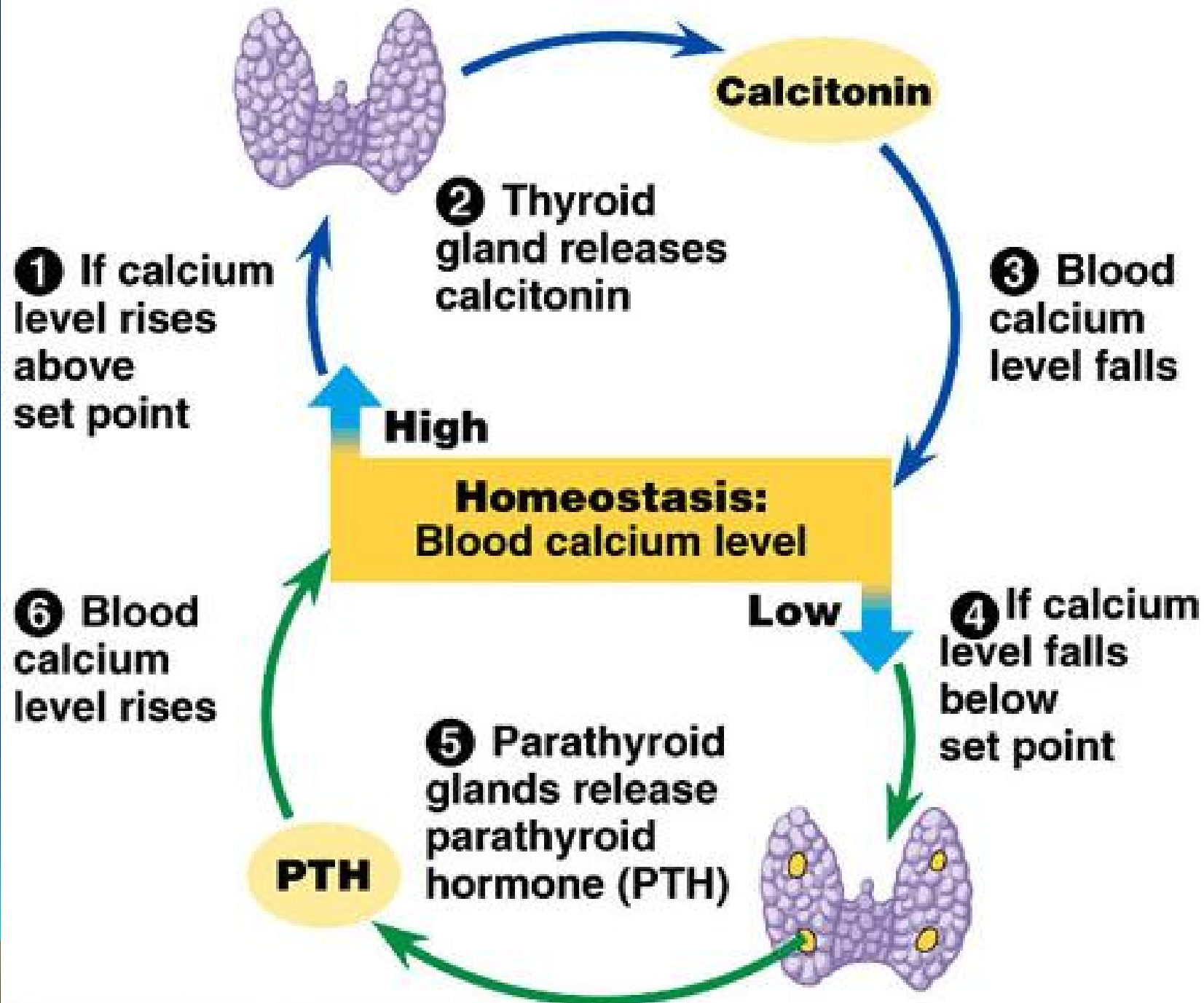
Menghasilkan parathormon > mengontrol Ca

Jika Ca darah turun disekresikan

- Memobilisasi Ca dari tulang
- Mencegah hilang di urine
- Penyerapan Ca di usus

Sangat erat dengan kalsitonin





# Parathormon

Defisiensi :

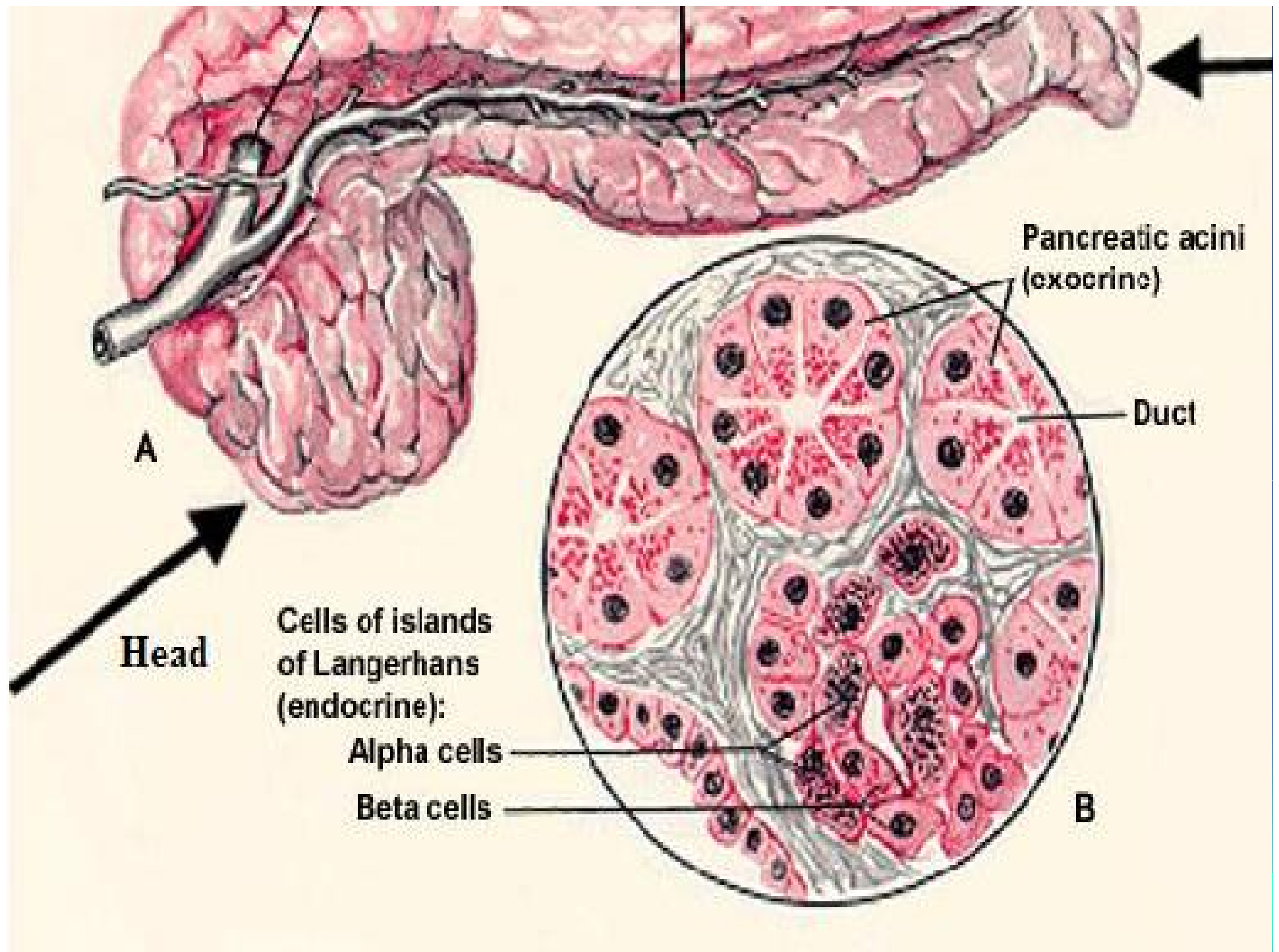
Rasa spt di tusuk-tusuk; Kedutan otot;  
Spasme otot; Diangkat kekacauan  
mental>kematian

Kelebihan :

- Ca darah naik
- Dekalsifikasi tulang/rapuh/fraktur
- Ca numpuk di ginjal>batu >gagal
- Gangguan jiwa

# PANKREAS

- Glandula asini > Enzim pencernaan
- Sel-sel alfa (perifer) > hormon glukagon  
>glikogenolisis hepar dan lipolisis > gula dan lemak darah naik
- Sel-sel beta > insulin > transport glukosa ke sel, sintesis protein , lapisan dasar lemak> gula darah turun, glukoneogenesis turun, penggunaan glukosa naik. Untuk DM



## Sel-sel delta > somatostatins

- menyeimbangkan sekresi insulin dan glukagon
- Memperlambat gerak lambung, duodenum, & kandung empedu
- Mengurangi sekresi dan absorpsi dalam saluran cerna.





# *TESTIS (PRIA)*

- Testis distimulasi gonadotropin dari plasenta dalam kehamilan, mulai minggu ke 3 selanjutnya berhenti.
- Usia 10-13 th meningkat cepat pengaruh gonadotropin hipofisis anterior di pubertas.
- 50 th mulai menurun tapi ada yang belum

## *TESTIS (PRIA)*

*Testosteron : pertumbuhan otot (anabolik steroid)  
dikontrol oleh FSH dan LH*

*Spermatozoa : 20 – 120 juta/ml (1-3 ml)*

*Ditimbun di ampulla vas deferens sampai 1,5  
bulan, di vagina 1-3 hari.*

*Bergerak 1-4/menit > 5 menit baru sampai indung  
telur.*

*Di ampulla vas deferens diencerkan dengan cairan  
dari prostat*

*Prostat sering membesar jika orang sudah tua  
sehingga mengganggu saluran kencing*



## OVARIUM/INDUNG TELUR

*Sel telur kurang lebih sebulan ada yang masak, dengan usia sekitar 3 hari*

*Estrogen fungsi seperti testosteron > pubertas, kelamin sekunder, retensi garam dan air, menstruasi*

*Progesteron > endometrium untuk menerima ovum, kelenjar serviks > kental dan berkurang*



# METABOLISME

Semua transformasi dan energi yang terjadi di dalam tubuh

1. Anabolisme : penyusunan molekul yang lebih besar untuk menyimpan energi. Terjadi ketika istirahat/pemulihan. Membuat ATP, PC, Glikogen, trigliserida.
2. Katabolisme : pemecahan molekul yang besar untuk mendapatkan energi. Memecah ATP, PC, Glikogen dll. Terjadi ketika aktivitas fisik/banyak menggunakan tenaga.



# MANFAAT ENERGI BAGI TUBUH

- Aktivitas/kontraksi otot
- Sekresi kelenjar-kelenjar
- Mempertahankan fungsi membran (elastisitas, dan transportasi membran pompa natrium/sodium, kalium/potassium)
- Pembentukan zat-zat dalam sel
- Penyerapan makanan



## CADANGAN SENYAWA BERENERGI

*Dalam sel otot banyak cadangan senyawa berenergi tinggi : fosfoenolpiruvat, karbomoil fosfat, 1,3-bifosfogliserat (sampai 3-fosfogliserat), kreatin fosfat, adenosin tri fosfat, adenosin difosfat, pirofosfat, glukosa 1-fosfat, fruktosa 6-fosfat, adenosin monofosfat, glukosa 6-fosfat, gliseral 6-fosfat.*



# ADENOSIN TRIFOSFAT (ATP)

Terdiri atas 1 gugus adenosin dan 3 gugus fosfat

Merupakan satu-satunya senyawa yang jika dipecah menghasilkan energi, dan energinya dapat dipakai oleh tubuh

Senyawa-senyawa lain akan berfungsi untuk membuat ATP sehingga kebutuhan energi dapat terpenuhi terus

$ATP \rightarrow ADP + P_i + \text{Energi (dipakai) } 12 \text{ kkal}$



- ATP disimpan dalam kontraktile sel otot
- Cadangan sekitar 4 milimol/kg otot
- Dengan pengerahan maksimal (gerak maksimal) akan habis dalam waktu 3 -5 detik
- Jika ingin gerak terus harus membuat ATP terus
- Fosfo kreatin (PC/CP) merupakan senyawa yang dapat untuk membuat ATP dengan cepat





## FOSFO KREATIN / PC



- *Merupakan senyawa yang dapat untuk membuat ATP secara cepat tanpa O<sub>2</sub>.*
- *Persediaan 15-17 milimol/kg otot*
- *Pengerahan ATP dan PC akan habis dalam waktu sekitar 8 -12 detik*
- *Jika perlu pengerahan energi lebih lama glikogen otot (karbohidrat) akan dipergunakan juga tanpa O<sub>2</sub>.*
- *Jika kebutuhan energi sedikit (gerak pelan) PC, glikogen, akan dihemat, pembuatan ATP dg cara lain atau secara aerobik (dengan O<sub>2</sub> mengoksidasi lemak jika kebutuhan sedikit, jika banyak kebutuhan dengan gula darah, atau kalau agak banyak keduanya)*

# KARBOHIDRAT

- Mono sakarida : KH sederhana (glukosa, fruktosa, dan galaktosa). Dalam darah 90% glukosa
- Disakarida : terdiri atas dua monosakarida misal gula tebu/sukrosa terdiri atas glukosa dan fruktosa.
- Polisakarida : terdiri atas banyak monosakarida misalnya selulosa, glikogen.
- Glikogen otot merupakan cadangan karbohidrat dalam otot rentengan glukosa yang bercabang-cabang.

# GLIKOGEN OTOT

- MERUPAKAN CADANGAN KARBOHIDRAT YANG BERUPA RENTENGAN GLUKOSA BERCABANG-CABANG.
- DIPERGUNAKAN KETIKA TUBUH MEMERLUKAN ENERGI MAKSIMAL, KARENA DENGAN TANPA  $O_2$  SATU MOLEKUL GLUKOSA DARI GLIKOGEN DAPAT MENGHASILKAN 3 ATP, SEDANGKAN DARI GLUKOSA DARAH HANYA 2 ATP.
- GLUKOSA DARI GLIKOGEN MENGHASILKAN ATP LEBIH BANYAK TETAPI NADH YANG TERJADI TIDAK AKAN DAPAT DIOKSIDASI SEHINGGA + ASAM PIRUVAT MENHASILKAN ASAM LAKTAT
- JIKA ASAM LAKTAT TERAKUMULASI AKAN MENYEBABKAN KELELAHAN
- PENGERAHAN GLIKOGEN 30-40 DETIK LAKTAT SUDAH TINGGI DAN TIDAK DAPAT KITA TOLERANSI (ATP-ASE terganggu)

## *ISTILAH DALAM METABOLISME*

- *Glikolisis : pemecahan glukosa*
- *Glikogenolisis : pemecahan glikogen*
- *Lipolisis : pemecahan lipid/lemak*
- *Aminolisis : pemecahan protein*
- *Glukoneogenesis : pembuatan glukosa dari bahan lain (asam amino, lemak, asam laktat)*
- *Glikogenesis : pembuatan (sintesis) glikogen*

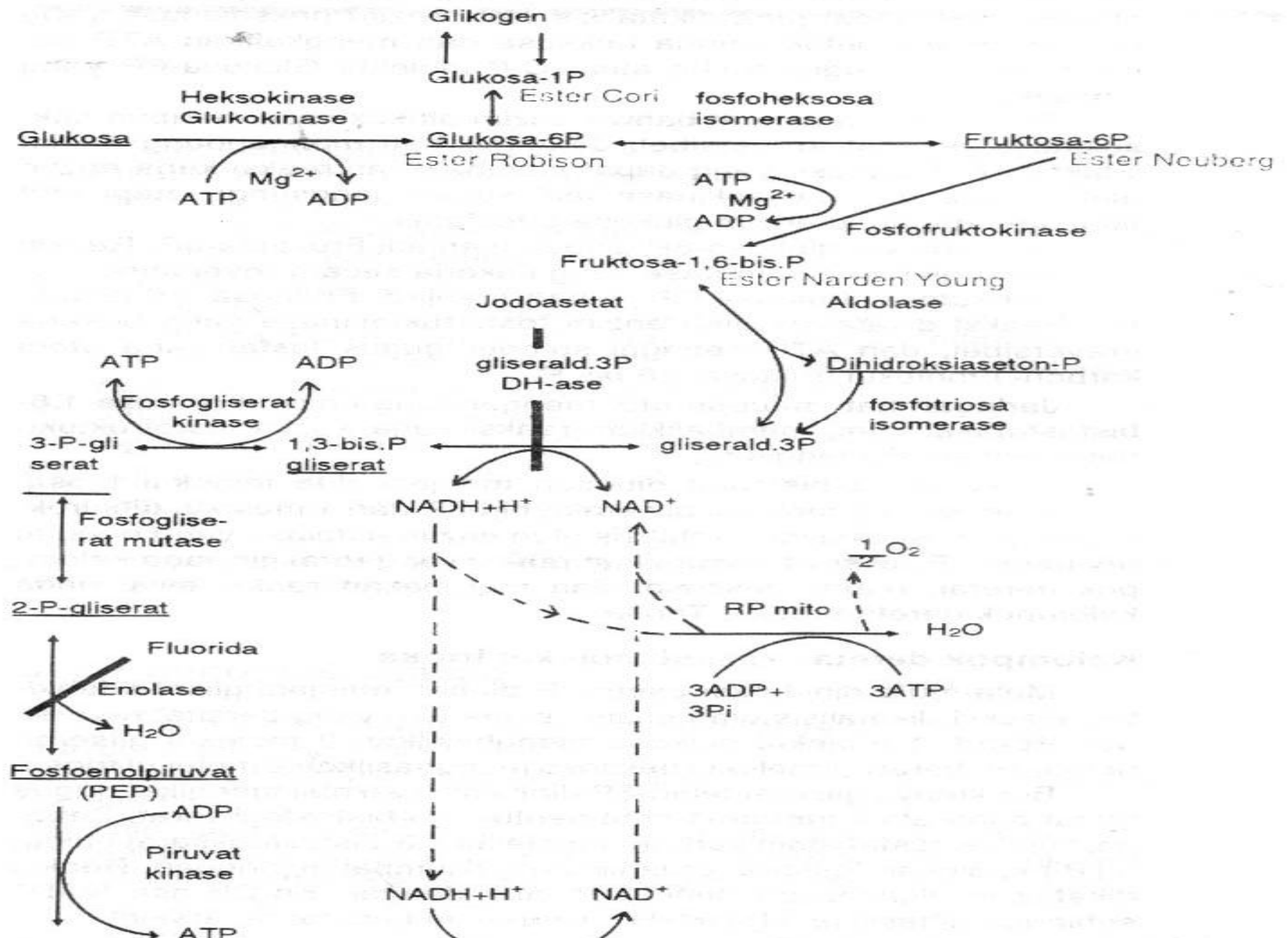


# GLIKOLISIS ANAEROBIK/EMBDEN-MAYERHOP

- Pemecahan glukosa yang berasal dari glikogen (glikogenolisis).
- Dari proses awal sampai triosa(as.piruvat) dihasilkan 3 ATP (dlm sitoplasma).
- Tetapi NADH dan as.piruvat akan menumpuk(banyak yang tidak teroksidasi) sehingga jadi asam laktat
- Asam laktat keluar dari sel otot diubah jadi glukosa di hati (siklus cory)
- Sel jantung dan ginjal dapat mengubah asam laktat jadi piruvat sehingga dapat masuk ke siklus Krebs



**Gambar 1. Glikolisis Embden-Meyerhof**



# SIKLUS KREBS/ASAM TRI KARBOKSILAT(TCA)/ASAM SITRAT

- *Reaksi berputar (siklus) yang memproses As.Ko.A*
- *Memerlukan oksaloasetat yang dapat dibuat dari As.Piruvat (karbohidrat)*
- *1 molekul As.Ko.A menghasilkan 3 NADH, 1 ATP, dan 1 FADH<sub>2</sub>*
- *As.Ko.A dapat berasal dari glukosa maupun asam lemak*





# SISTEM TRANSPORT ELEKTRON/ RANTAI PERNAFASAN/ FOSFORILASI OKSIDATIF

*Proses dalam mitokondria yang mengoksidasi NADH baik dari glikolisis maupun beta oksidasi, atau FADH<sub>2</sub> dari siklus krebs sehingga menghasilkan ATP*

*1 NADH menghasilkan 3 ATP*

*1 FADH<sub>2</sub> menghasilkan 2 ATP*





# GLIKOLISIS AEROBIK

- *Memecah glukosa yg berasal dari darah.*
- *Dari heksosa ke triosa menghasilkan 2 ATP*
- *4NADH yang terjadi melalui ETS > 12ATP*
- *2 as.piruvat > 2 as.ko A > siklus Krebs 2 (3NADH + 1FADH<sub>2</sub> + 1ATP). NADH & FADH<sub>2</sub> masuk ETS. FADH<sub>2</sub> menghasilkan 2ATP.  $2(3 \cdot 3 + 1 \cdot 2 + 1) = 24$  ATP*
- *1 molekul glukosa menghasilkan 38 ATP*

- Glikolisis aerobik akan terjadi jika pemecahan ATP tidak terlalu banyak, sehingga  $O_2$  cukup untuk mengoksidasi glukosa dalam membuat kembali ATP
- Glikolisis aerobik dapat berjalan lebih dari 1 jam, karena ada cadangan glikogen hati, penyerapan dari usus, glukoneogenesis dari as.laktat di hati.
- Glikolisis aerobik dapat berjalan beriringan dengan glikolisis anaerobik dan beta oksidasi



# BETA OKSIDASI

- *Beta oksidasi untuk memanfaatkan lemak*
- *Lemak dapat berbentuk asam lemak di darah dan sel, trigliserida dalam sel adiposa dll*
- *Lemak paling sederhana adalah asam lemak dengan atom C = 6 ( $C_6H_{12}O_2$ ), as. stearat 18 atom C, as. palmitat 16 atom C*
- *Semakin banyak atomnya C semakin menghasilkan ATP lebih banyak.*
- *Rumus :  $(1/2n-1)5 + (1/2 \times 12) - 1$  ATP*
- *Rantai yang panjang dengan aktivasi ATP akan dipotong potong sehingga menghasilkan  $FADH_2$ , NADH dan As. Ko. A*

- *FADH<sub>2</sub> masuk ETS, demikian juga NADH*
- *As. Ko.A masuk siklus krebs*
- *Asam lemak dengan atom C=6 menghasilkan 45 ATP*
- *Lemak tidak dapat menghasilkan ATP tanpa O<sub>2</sub>*
- *Meskipun dapat menghasilkan ATP banyak, tetapi perlu O<sub>2</sub> lebih banyak daripada glukosa*
- *Ketika pemecahan ATP sedikit maka lemak akan mendominasi oksidasi, sedangkan KH hanya untuk membuat oksaloasetat di siklus Krebs*
- *Lemak tersimpat sbg trigliserida di sel adiposa dan asam lemak di sel otot.*



# METABOLISME PROTEIN

Protein tersusun oleh beberapa asam amino

- Simpanan protein sebagai cadangan energi tidak ada
- Protein diproses untuk energi melalui senyawa intermediate yaitu diubah ke senyawa yang ada pada proses glikolisis aerobik
- Meskipun protein dapat untuk energi tetapi memerlukan proses yang panjang
- Protein dipakai untuk sumber energi ketika seseorang mengalami kelaparan. (DM)



## PROSES PROTEIN MELALUI SENYAWA INTERMEDIATE

1. Asam piruvat : alanin, sistein, glisin, serin, treonin, triptofan.
2. Asetil KoA : leusin, tirosin, fenilalanin, isoleusin, lisin
3.  $\alpha$  ketoglutarat : As. Glutamat; as. Glutamin, arginin, histidin, prolin, lisin
4. Suksinil KoA : isoleusin, metionin, valin
5. Fumarat : tirosin, fenilalanin
6. Oksaloasetat : As. Aspartat, As. Asparagin.



ATP-PC akan pulih 2 - 5 menit

Aktivitas maksimal 30-40 detik asam laktat sudah tidak dapat ditoleransi

Asam laktat direduksi/dibersihkan perlu waktu 30 -60 menit, istirahat aktif dan pemijatan mempercepat turunnya asam laktat.

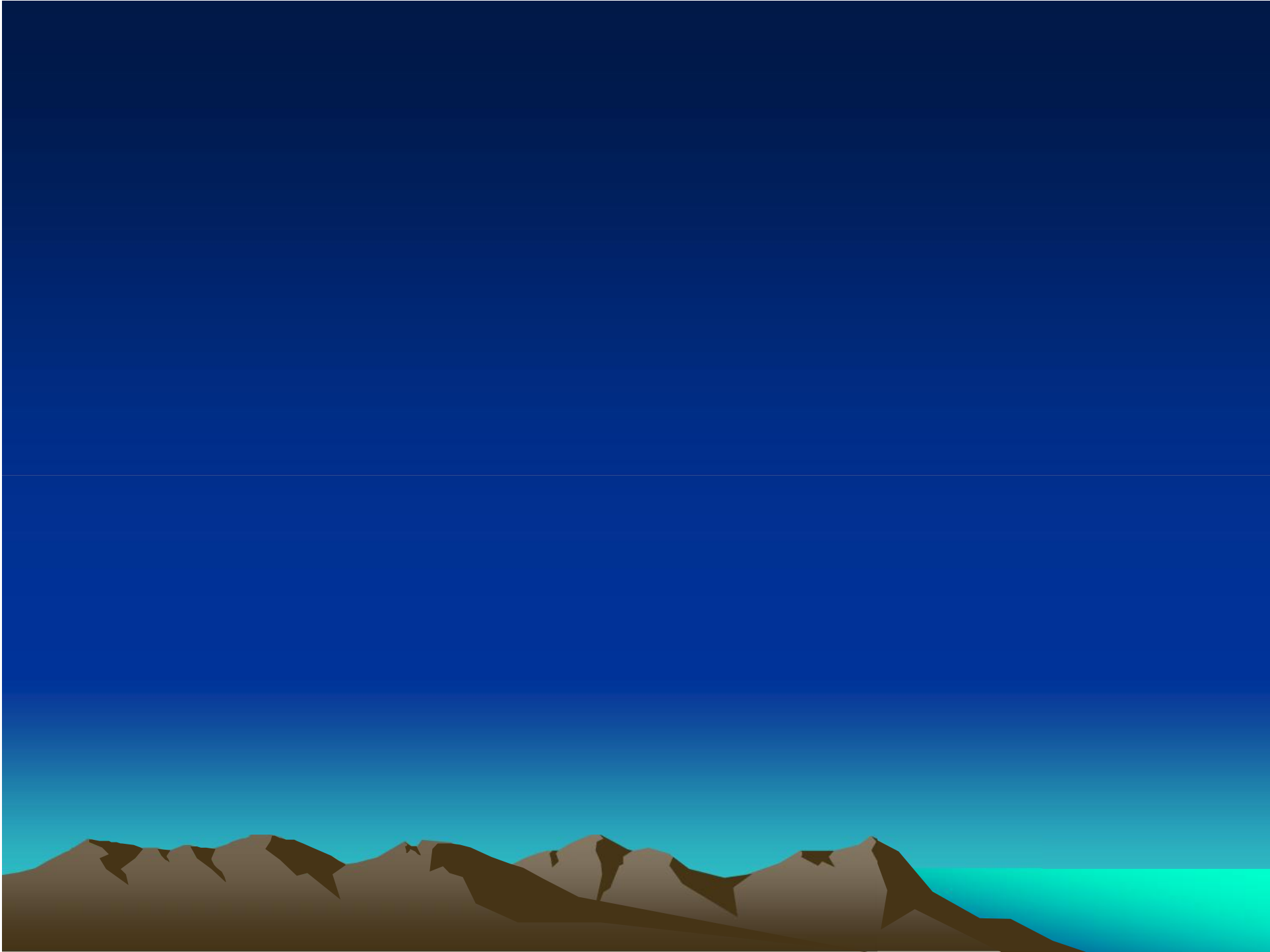
Glikogen yang menipis pulih kembali setelah 48 jam.



# SISTEM PENCERNAAN

- *Merupakan pintu gerbang masuknya sari makanan*
- *Usus sebagai otot polos*
- *Diatur oleh sistem saraf dan hormon*
- *Otomatis : neuron intrinsik usus > SSP > hormon gastrointestinal > kelenjar-kelenjar*
- *Sensorik : peregangan, tonus, glukosa, asam amino, lemak.*





# RONGGA MULUT/COVUM ORIS dan esofagus

- *Gigi untuk pencernaan secara mekanik*
- *Lidah membalik-balik makanan, menelan, perasa manis, asin, asam, dan pahit*
- *Kelenjar > membasahi dan enzim*
- *Parotis bawah telinga*
- *Submandibularis bawah rahang*
- *Sublingualis bawah lidah*
- *Salivalis di bawah selaput lendir bibir, pipi, lidah, langit-langit.*



- Di mulut pencernaan kimiawi karbohidrat oleh ptialin (amilase)
- Mucin/lendir membasahi makanan >ditelan
- Di mulut PH 6,3-6,9

Esofagus:

Dalam serabut otot melingkar

Luar serabut otot memanjang

Sehingga gerak peristaltik

Peristaltik untuk mendorong bolus masuk

Di ujung sfingter esopagus secara tonis aktif  
begitu kedorong melemas

Aerofagia : menelan udara ketika makan/minum

# LAMBUNG

- *Bolus masuk di bagian tengah, dg demikian saliva masih bekerja*
- *Jika lambung kosong ada kanal shg memungkinkan cairan dapat cepat melewati lambung*
- *Chief cell/principal > pepsinogen*
- *Parietal > HCl dg ph 0,87 > mengaktifkan pepsinogen & bactericid*
- *Kelebihan HCl > maag*
- *Chymus masuk duodenum melalui pylorus*
- *Paling cepat meninggalkan lambung KH, protein dan paling lama lemak*

# USUS HALUS/INTESTINUM TENUE DUODONUM-YEYUNUM-ILEUM

(12 JARI –USUS TENGAH-AKHIR USUS HALUS)

- *Muara pankreas : tripsin > protein; amilopsin > amilum; lipase > lemak; zat penetral keasaman.*
- *Empedu : mengemulsi lemak*
- *Yeyunum : pencernaan terakhir*
- *Ileum : penyerapan (berjonjot/villi) peptidase, lipase, amilase, sukrase, maltase, laktase*
- *Sampai disini makanan 1 jam*
- *Lemak > pembuluh kil/chylus/p lymph*
- *KH & protein > pembuluh darah*

# USUS BESAR/INTESTINUM KRASUM

Cecum, colon, rectum

- *Pencernaan oleh bakteri, enzim tidak*
- *KH difermentasi > gas methan, asam organik*
- *PH 5,0 – 7,0*
- *Protein pembusukan > asam amino & amonia > indol & skatol > bau faeces. H<sub>2</sub>S, histamin dan tiramin sbg racun. Pembuatan vit K & B<sub>12</sub>*
- *penyerapan air, mineral kecuali Ca, vit,*
- *KH, protein, lemak tidak*
- *Sampai disini perlu waktu 12-14 jam*

# RESPIRASI/PERNAFASAN

*MENGHANTAR O<sub>2</sub> KE SEL, MENGANGKUT CO<sub>2</sub>  
DARI SEL*

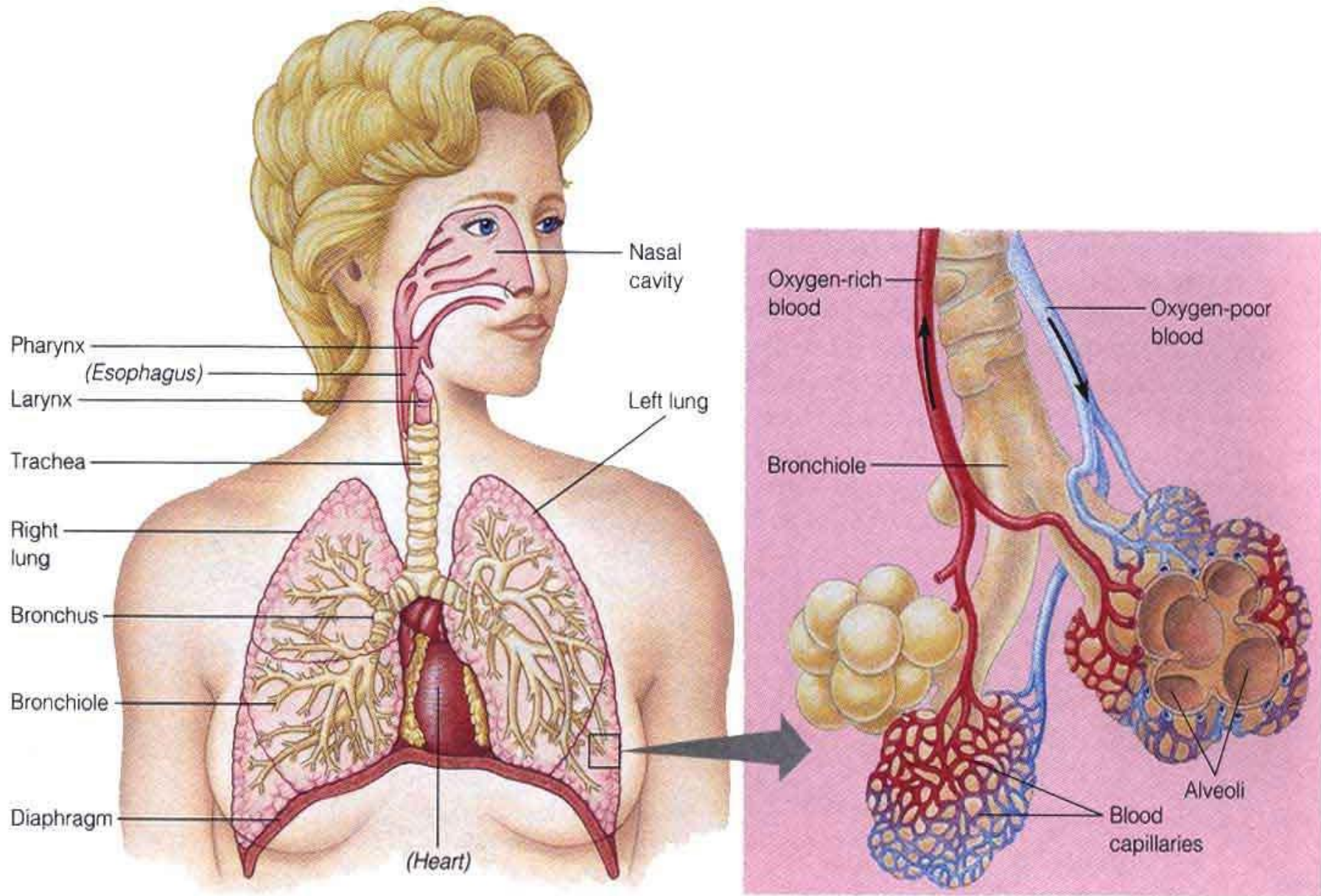
*Kejadiannya :*

- 1. Ventilasi*
- 2. Difusi O<sub>2</sub> dengan CO<sub>2</sub>*
- 3. Transport O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> oleh darah*
- 4. Pengaturan/regulasi pernafasan*

*Saluran pernafasan :*

*R hidung, pharing, laring, trakea, bronkus besar,  
bronkus kecil, bronkioli terminalis, bronkioli  
respiratorik, ductus alveolaris, kantong  
hawa/air sacs, dan alveoli (23 cabang, 7 jalan)*





Gambar : Sistem respirasi pada manusia (kiri) dan struktur alveolus (kanan). (Sumber : Campbell et al. 1999).



*Hidung : dihangatkan, disaring bulu hidung yang berlendir*

*Pharing : menelan laring diangkat, lidah dan epiglottis menutup*

## GERAK PERNAFASAN

*Paru/Pulmo kembang kempis karena R dada*

*Inspirasi : R dada membesar, krn tl rusuk terangkat (oleh m intercostalis externa), diafragma turun*

*Exspirasi : R dada mengecil krn tl rusuk turun, diafragma naik*

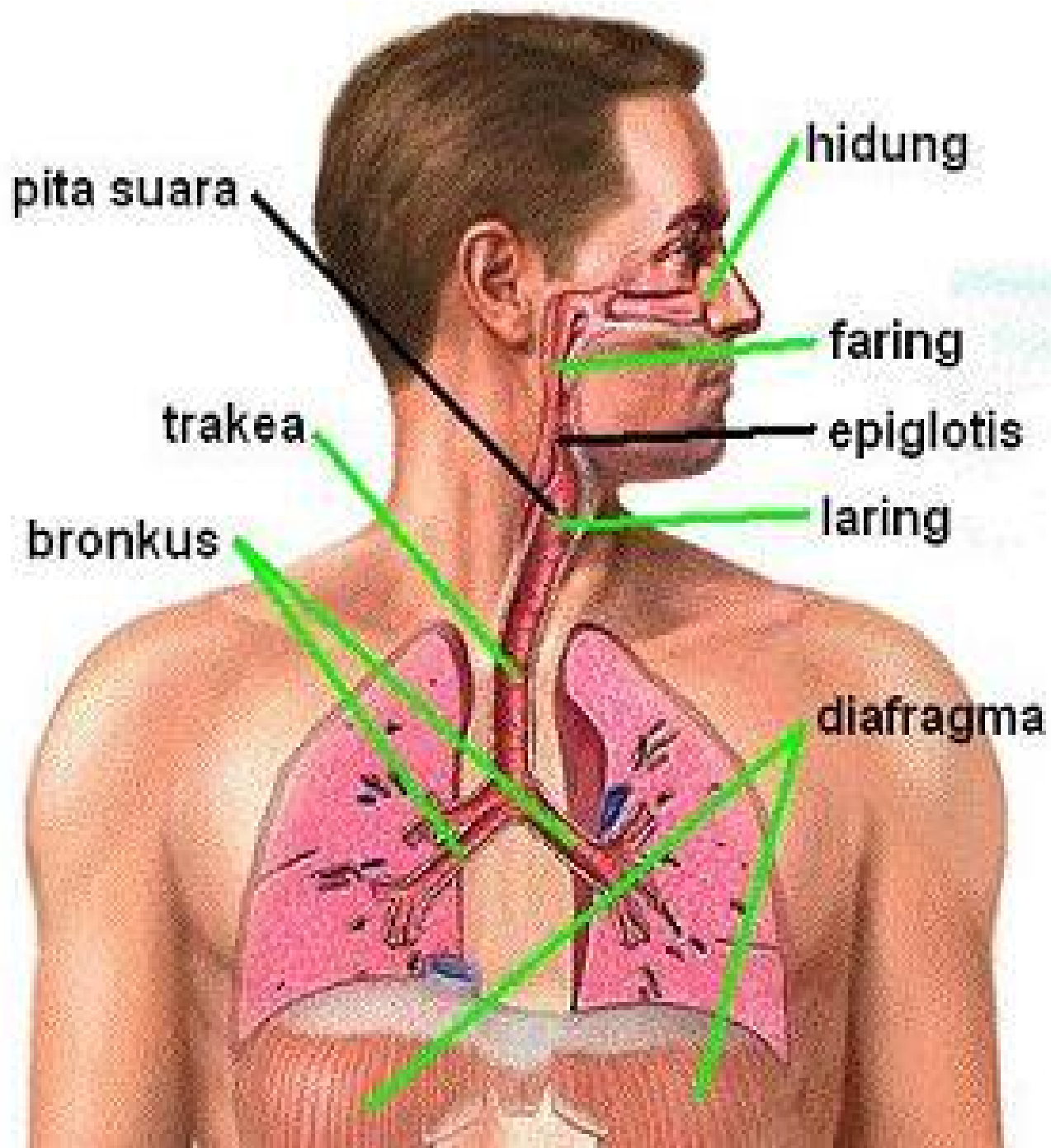
- *Pernafasan dada putri lebih dominan*
- *Putra pernafasan perut*

## GERAK DIAFRAGMA

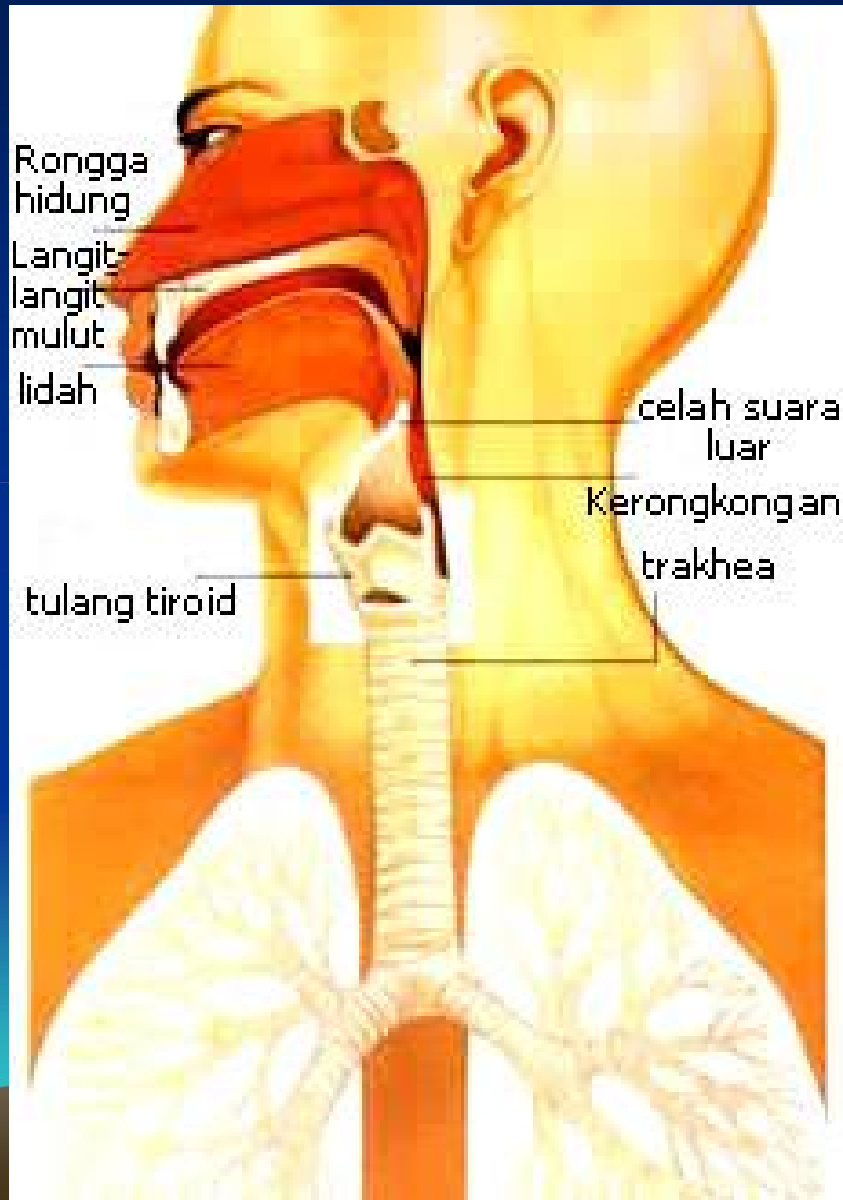
1. *Tekanan r dada*
2. *Alat-alat pencernaan*
3. *Otot-otot perut*

*Pernafasan diatur dengan sistem saraf  
otonom, terutama dari mudula  
oblongata*

*Meskipun demikian dapat dipengaruhi  
otak/sadar*

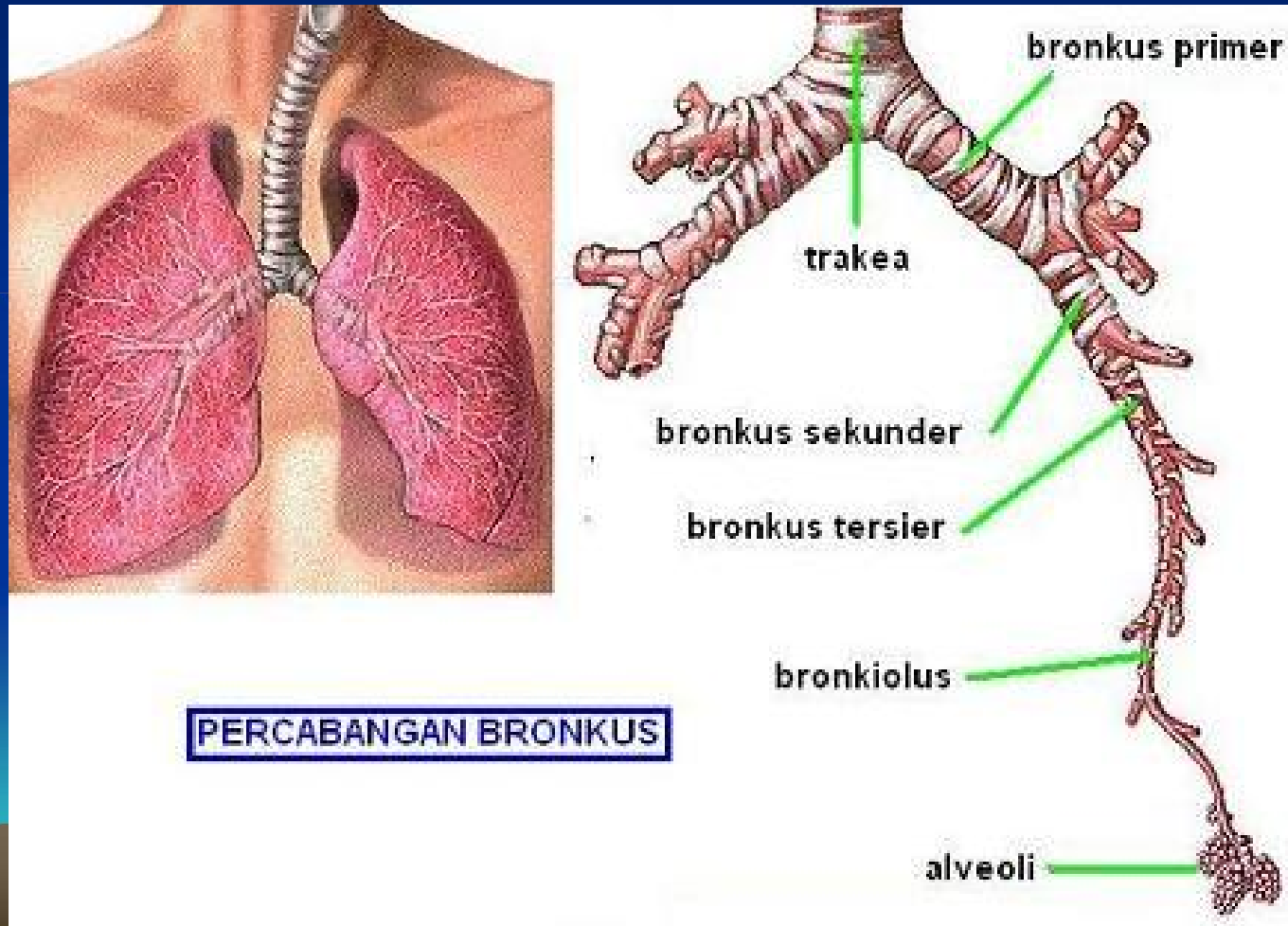


# 4. Trakhea



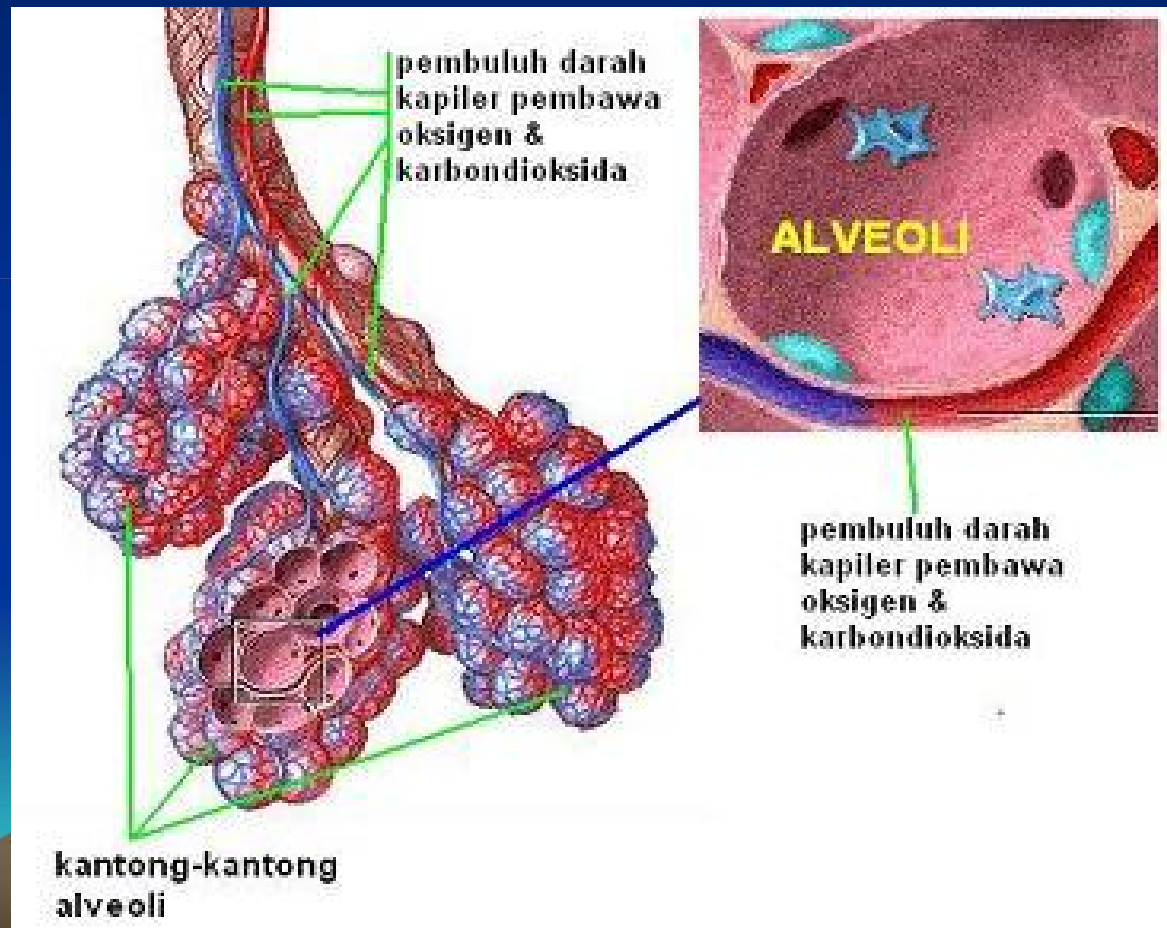
## 5. Bronki ( cabang tenggorokan )

Tenggorokan (Trakhea) bercabang menjadi dua bagian, yaitu bronkus kanan dan bronkus kiri

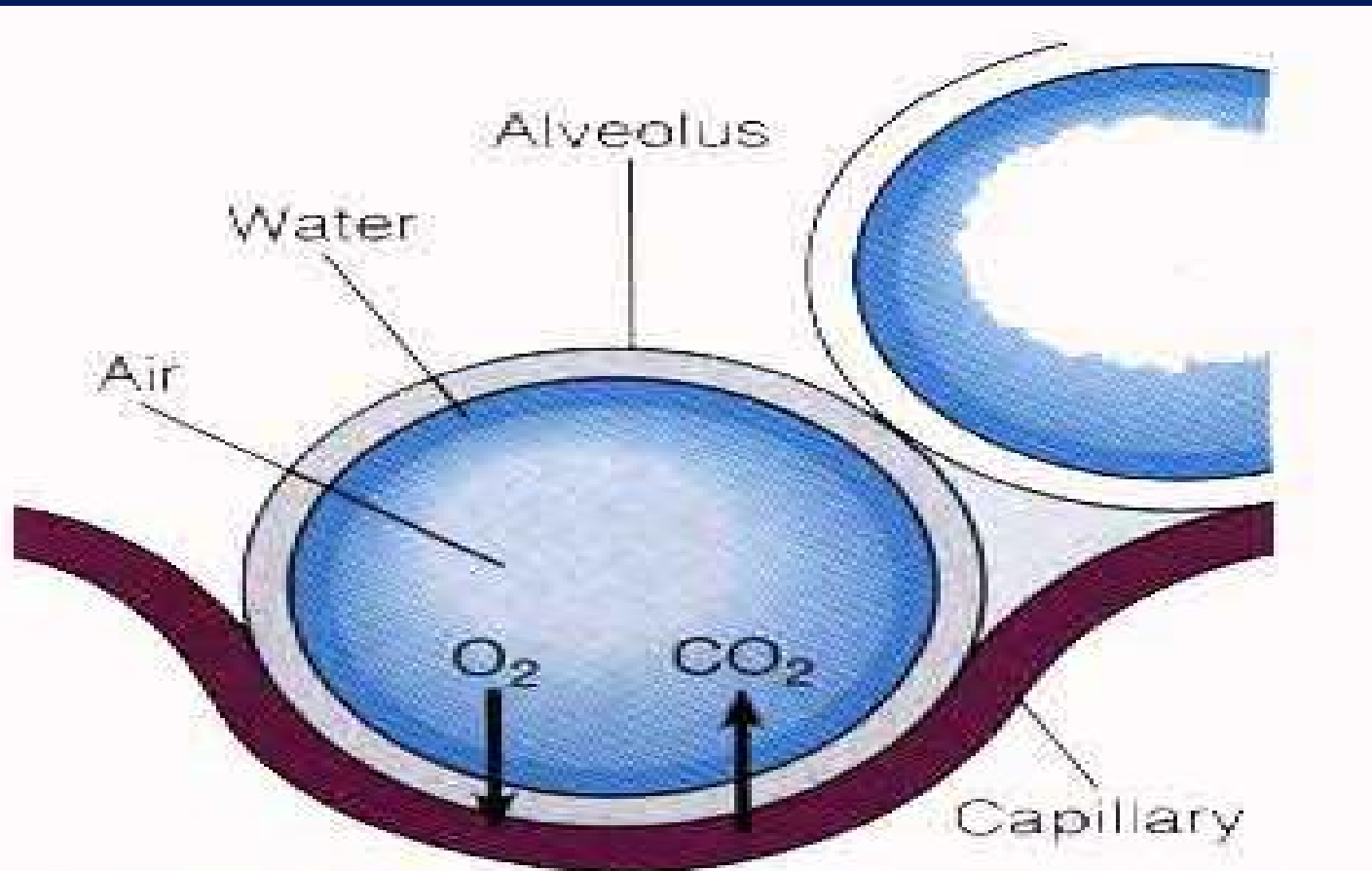


# 6. Alveolus

- Merupakan kantung udara yang terdiri dari satu lapis sel epitelium pipih dan disinilah darah hampir langsung bersentuhan dengan udara.



# Proses pertukaran gas



Gambar : Pertukaran udara dalam alveolus.  
(Sumber : Campbell *et al.* 1999).

## VOLUME UDARA PARU - PARU

Besarnya udara paru-paru adalah sebagai berikut:

- Volume tidal 500ml.
- volume reserve inspirasi: 3000mL
- volume reserve ekspirasi: 1100 mL
- volume residual: 1200 ml
- kapasitas inspirasi : 3500 mL
- fungsional residual capacity: 2300 mL
- kapasitas vital : 4600 mL.
- kapasitas total: 5800 mL
- ventilasi paru-paru: 6 L/menit



# Dipengaruhi

- Kadar  $\text{CO}_2$ , (Kemoreseptor)  $\text{O}_2$  turun, laktat meningkat.
- Suhu naik frekuensi naik (termoreseptor)
- Tekanan udara turun f meningkat (tidak langsung)
- Golgi tendon tertarik meningkat.



# SITEM PEREDARAN DARAH

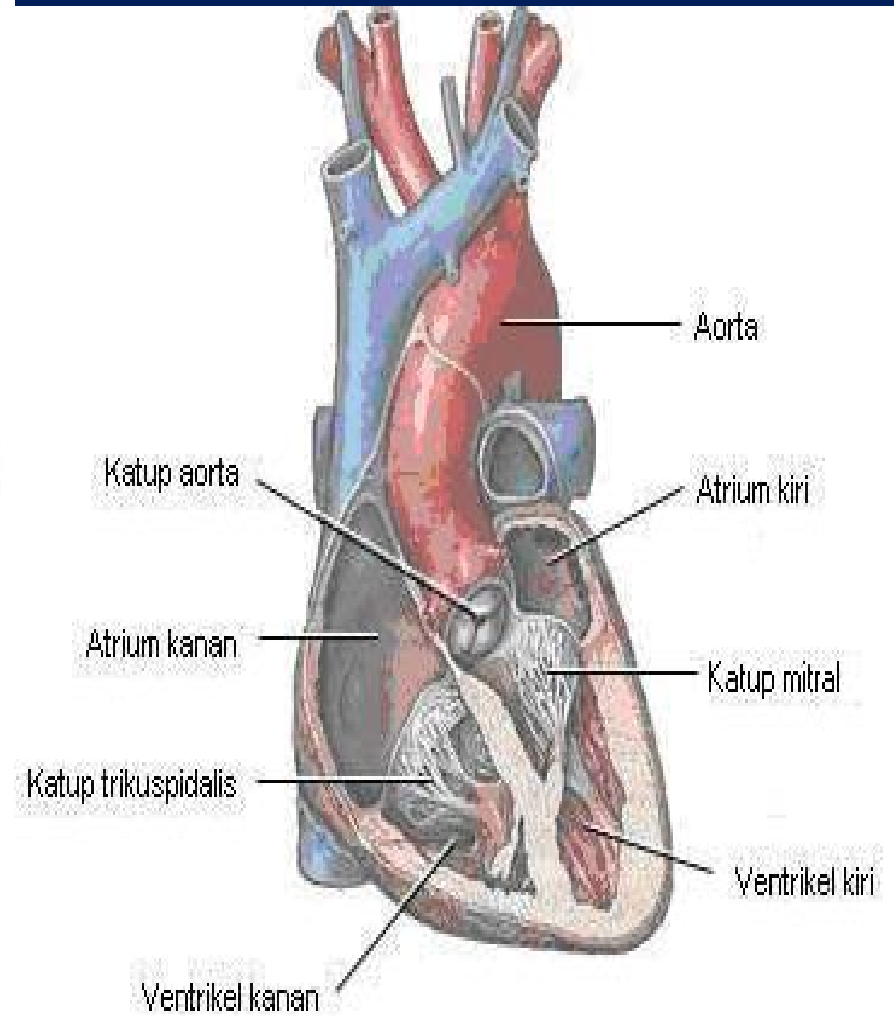
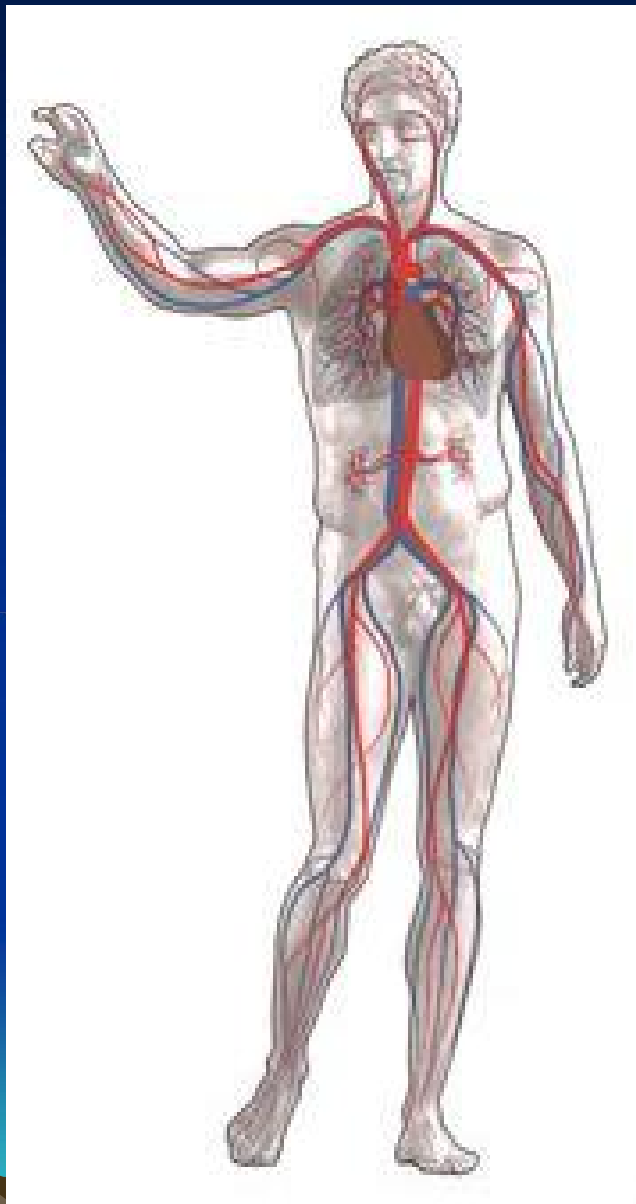
- Penyebab aliran darah
- Pembuluh darah
- Benda yang diedarkan

Penyebab aliran darah :

1. Kontraksi otot jantung
2. Kontrakksi otot rangka
3. Kelep-kelep pada pembuluh darah (vena)
4. Respirasi



# Jantung



# JANTUNG

*BENTUK KERUCUT SE GENGGAMAN TANGAN*

*Terdiri atas : ruang atrium kanan, ventrikel kanan atrium kiri, dan ventrikel kiri*

*Antar ruang dihubungkan oleh katub/kelep/valvula: trikuspidalis, pulmonaris, mitrat, aorta*

*Dinding jantung : epikardium, miokardium, endokardium*

*Jantung tidak punya tulang, sel ototnya saling berhubungan, bentuk otot mirip otot rangka.*

*All or nothing berlaku. EKG alat perekam*



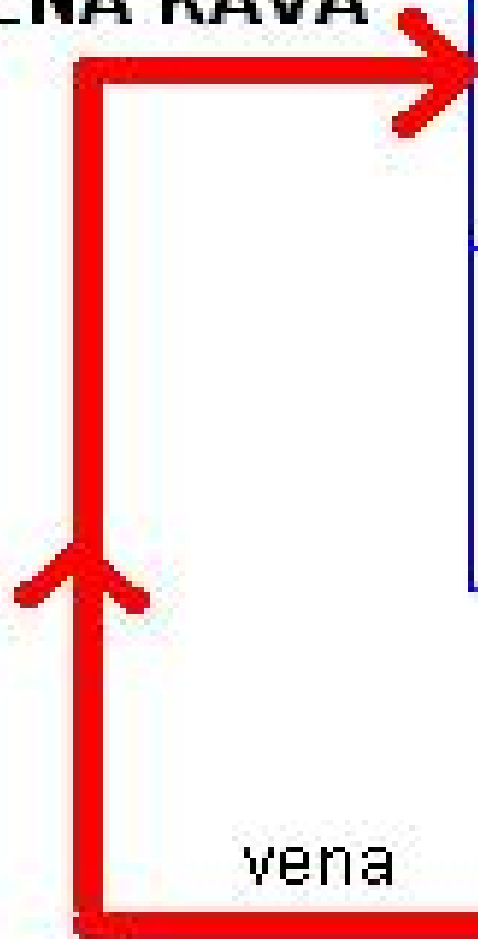
# PEREDARAN DARAH

- *Dari seluruh tubuh melalui vena cava darah masuk jantung di atrium kanan (banyak CO<sub>2</sub>)*
- *Atrium kanan ke ventrikel kanan*
- *Ventrikel kanan melalui arteri pulmonaris masuk paru untuk oksigenasi.*
- *Dari paru melalui vena pulmonaris masuk atrium kiri (banyak O<sub>2</sub>)*
- *Dari atrium kiri ke ventrikel kiri.*
- *Dari ventrikel kiri melalui aorta darah siap mengalir ke seluruh tubuh*

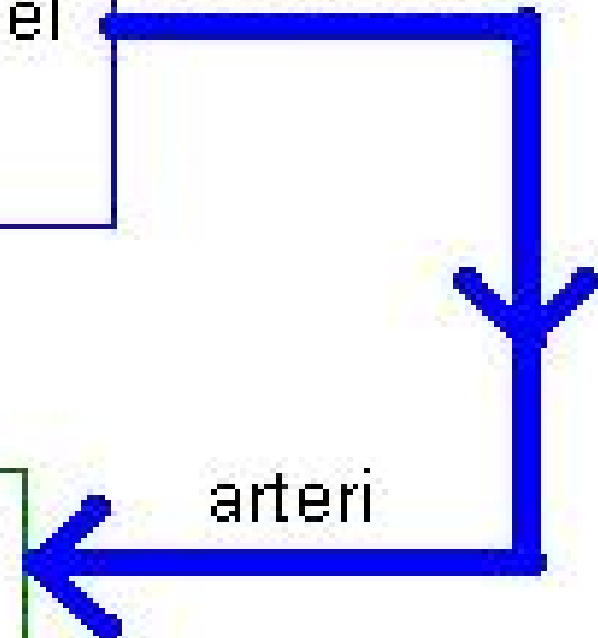


# Sistem peredaran sistemik

**VENA KAVA**



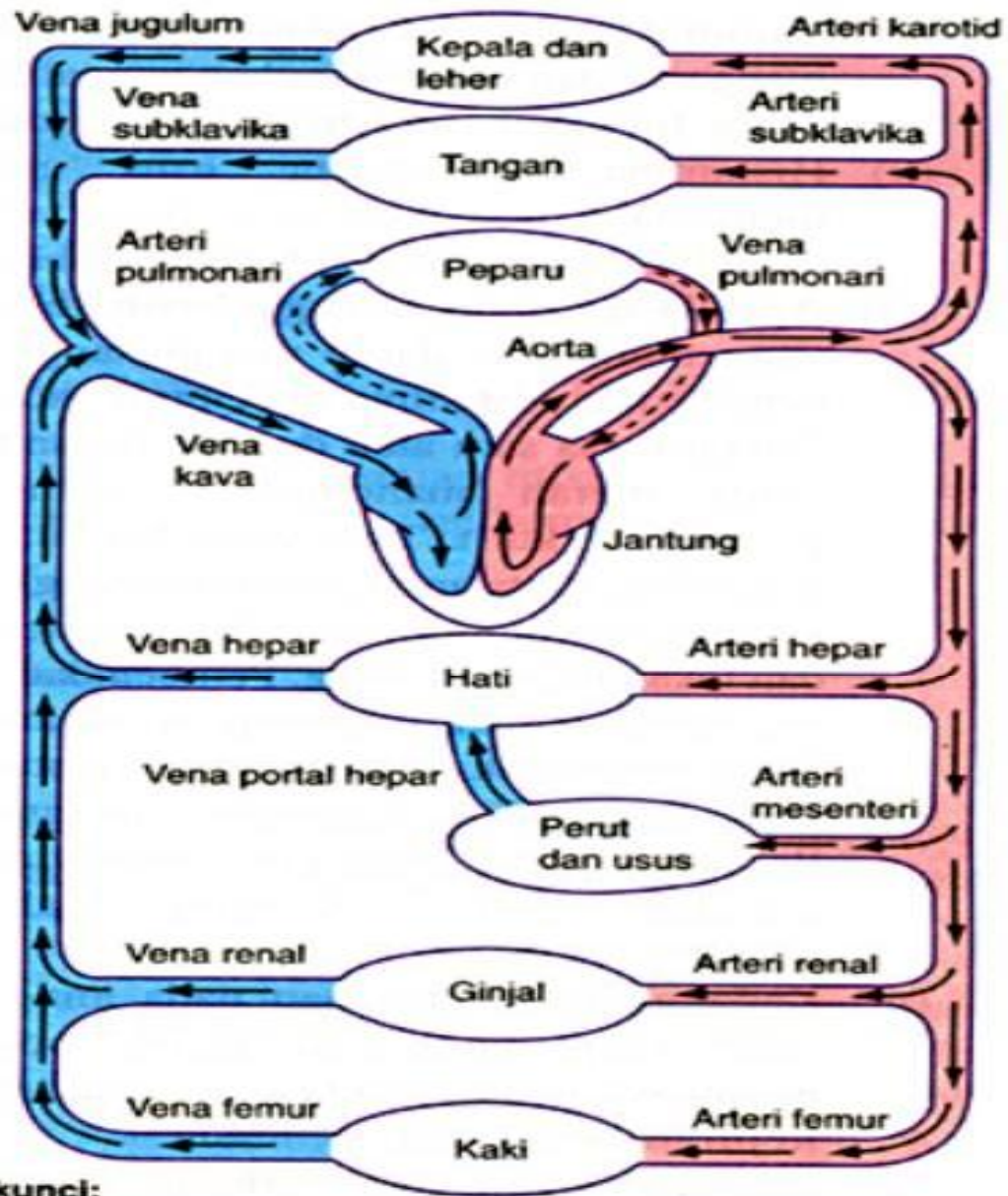
**AORTA**



vena

Sel-sel seluruh badan

arteri



**Kekunci:**

- Darah beroksigen
- Darah terdeoksigen
- Sistem peredaran pulmonari
- Sistem peredaran sistemik

- Stroke volume = volume sedenyt =  $SV = 50-70$  ml atau  $70-90$  cc pa
- Heart rate/frekuensi denyut jantung =  $60-75$  x / menit
- Cardiac output = curah jantung =  $SV \times HR$   
=
- Terlatih  $SV$  meningkat  $100-120$  cc olah-  
raga  $150-170$  cc





Sirkulasi : aorta > arteri > arteriola >  
mitarteriola > venula > vena > venacava >  
atrium kanan

Tekanan darah :

Jantung kontraksi secara bergelombang

Tekanan sistole : terjadi ketika ventrikel  
kontraksi

Tekanan diastole ketika ventrikel relaksasi

Bunyi dug karena nutupnya katub mitrat

Bradikardia : denyut melambat (terlatih)

Takikardi : denyut cepat

# DARAH

*8 % dari BB (sel +plasma)*

*Sel darah :*

- Sel darah merah/erytrosit menempelnya Hb (pengikat Oksigen) 99%. 5,4 juta Pa dan 4,8 Pi/cc*
- Sel darah putih/leukosit (antibodi). 5-7000*
- Sel pembekuan darah/trombosit (pembeku ketika luka). 200-700.000.*
- Hb (haemoglobin) pigmen merah (prot+Fero), putra 16 g/dl, putri 14 gr/dl*

*Plasma :*

*Larutnya zat-zat makanan*

# SISTEM PEMBUANGAN

## Pengertian

Ekskresi adalah proses pengeluaran zat buangan atau zat-zat sisa hasil metabolisme yang berlangsung dalam tubuh manusia.

Zat-zat hasil metabolisme dikeluarkan dari dalam tubuh oleh alat ekskresi.



# SISTEM PEMBUANGAN

Alat-alat pembuangan :

1. Ginjal : air, Na, K, Cl, ureum, creatinin, Asam urat,  $\text{NH}_3$ , fosfat, berbagai sulfat etheris, steroid gula dsb
2. Paru :  $\text{CO}_2$ , air
3. Kelenjar keringat : air, garam mineral
4. Anus : air sisa pencernaan



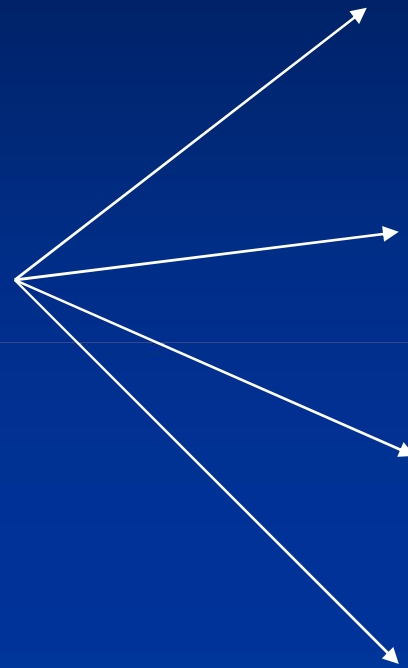
Organ ekskresi

Paru-paru

Kulit

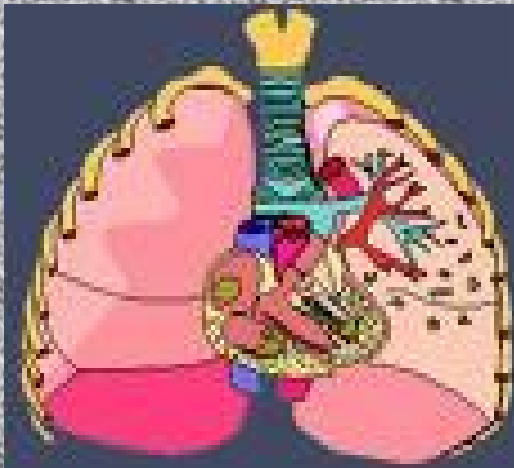
Ginjal

Hati



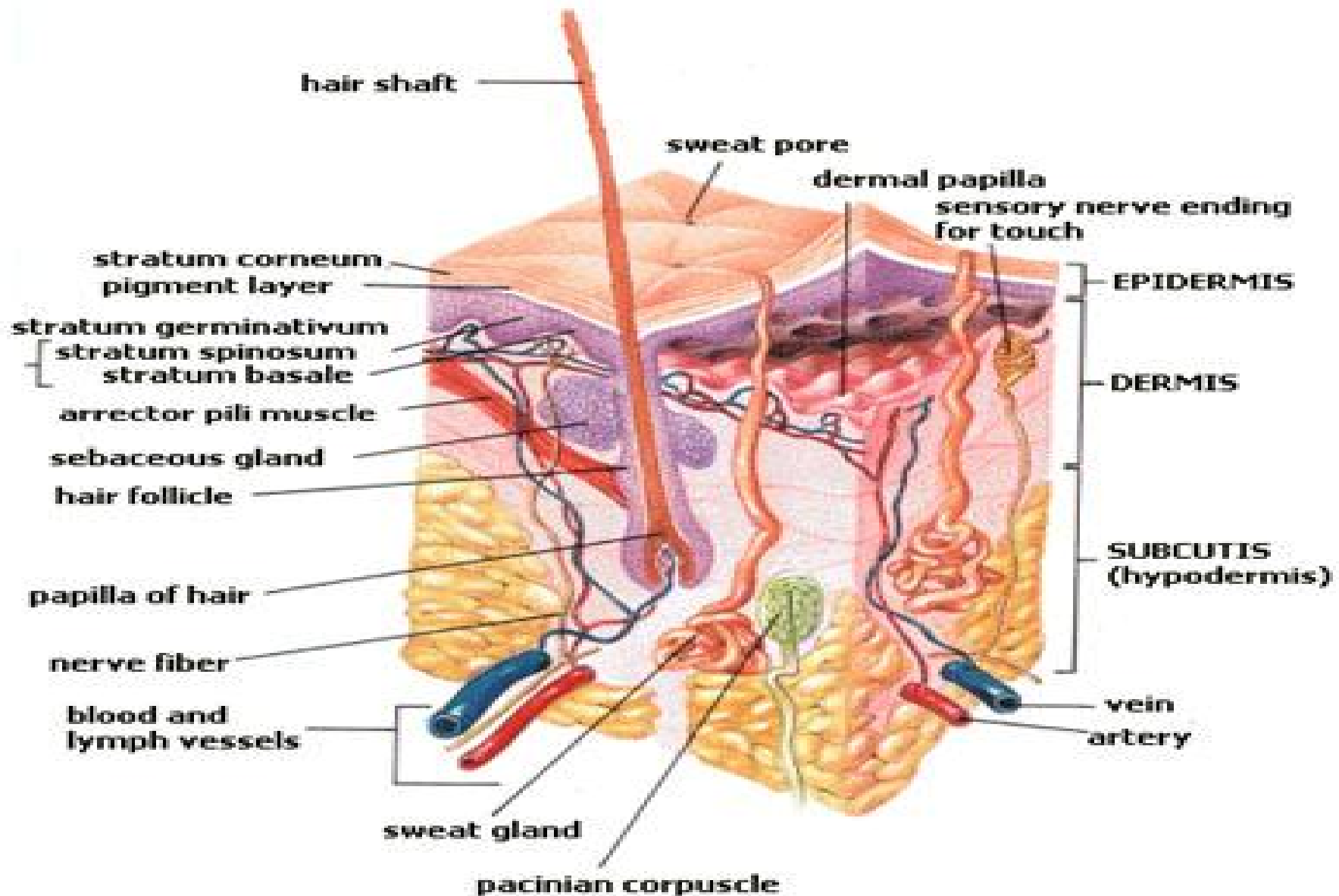
# Fisiologi

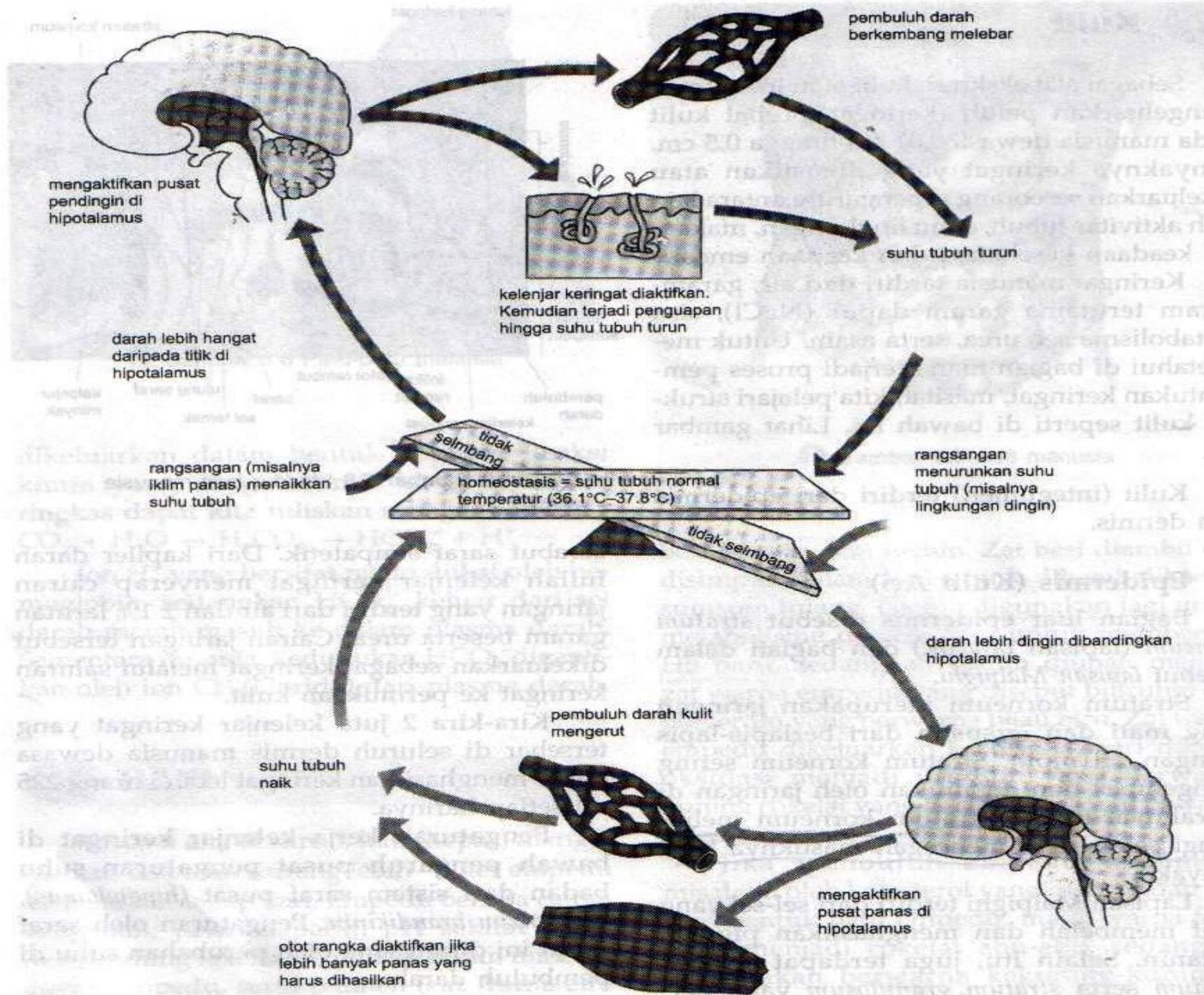
Dalam sistem ekskresi, paru- paru berfungsi untuk mengeluarkan karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan uap air ( $\text{H}_2\text{O}$ )





# Kulit (anatomi kulit)

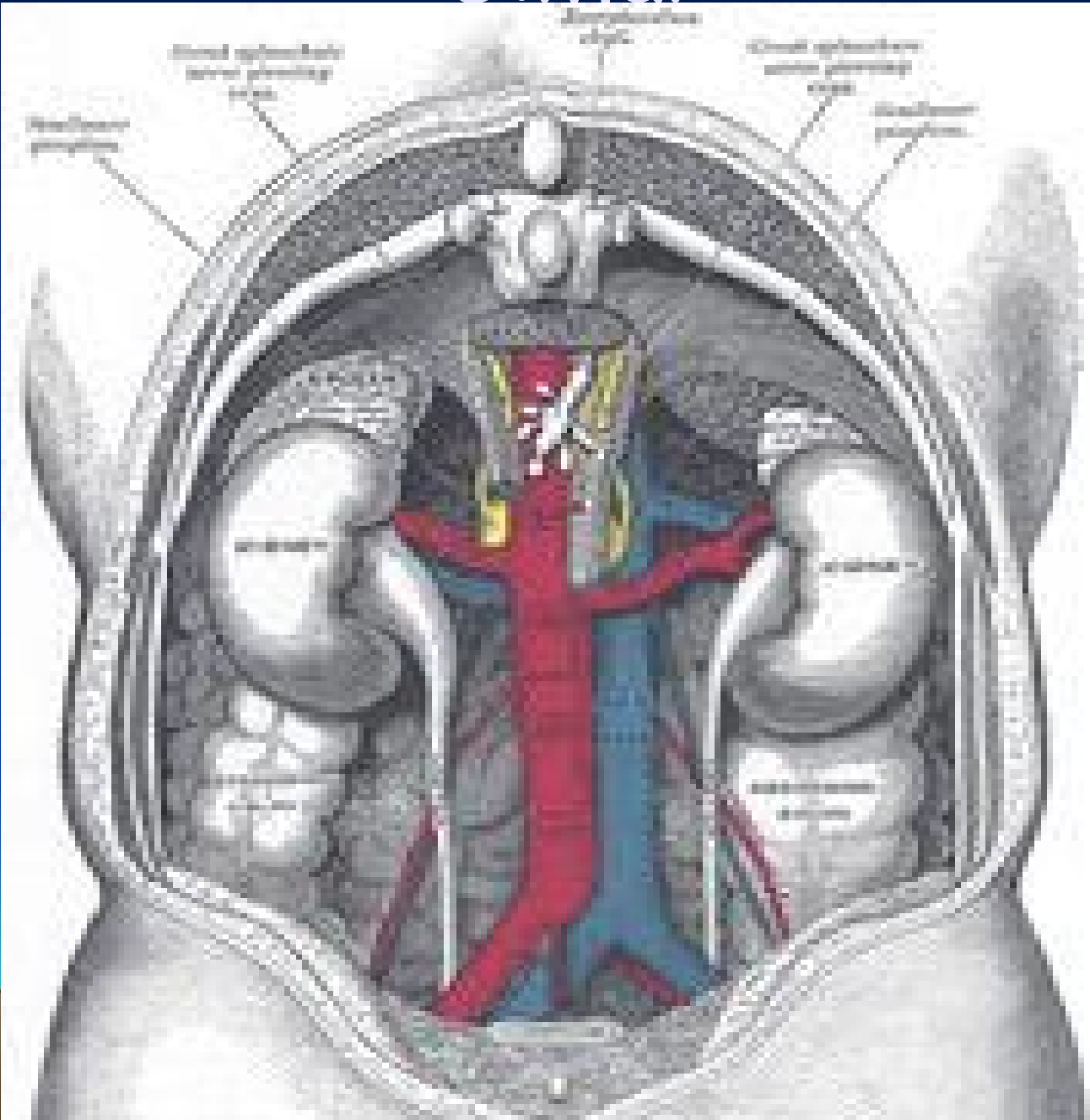


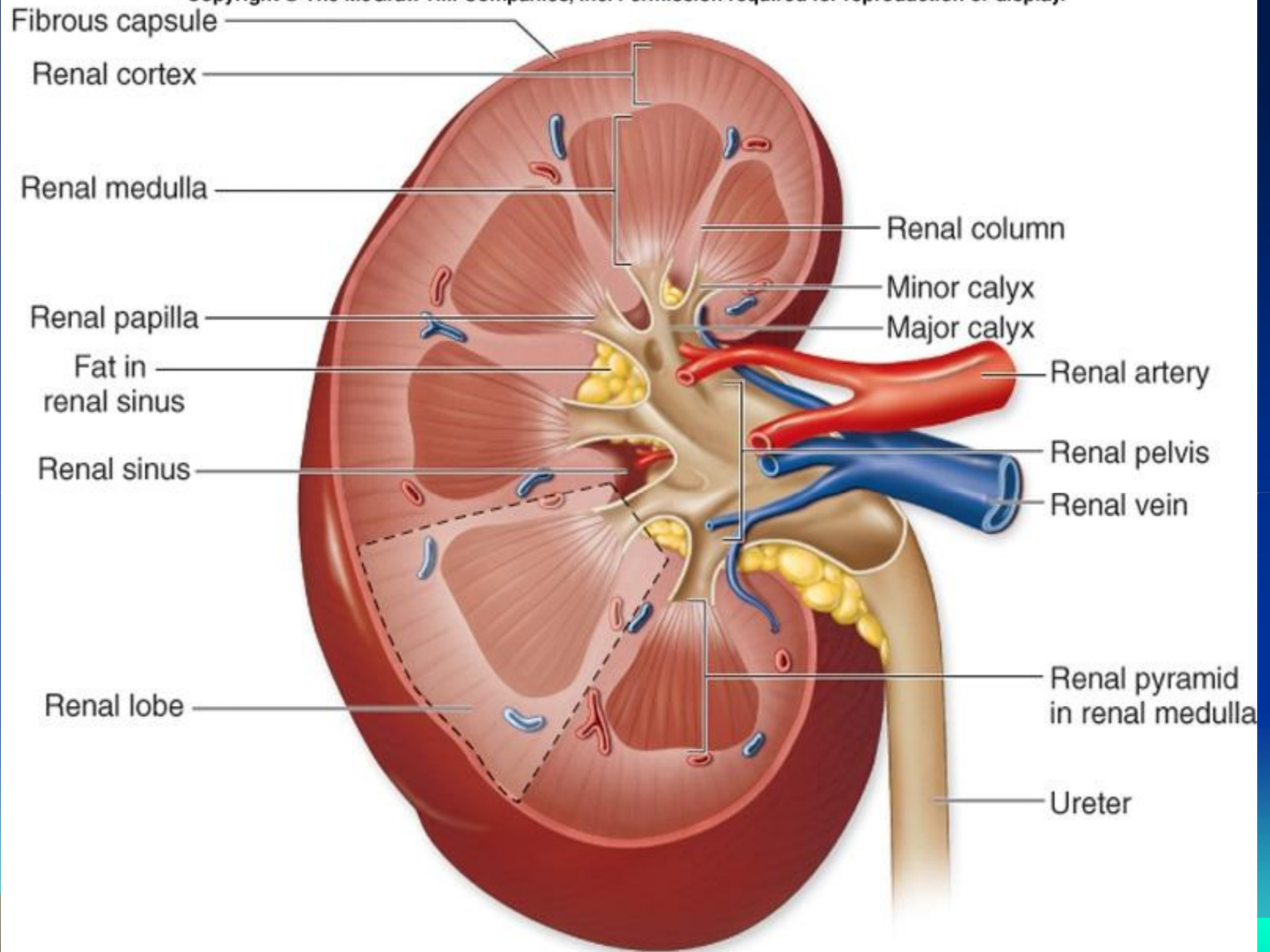


**Gambar 6.9** Skema hubungan kerja antara hipotalamus dan kelenjar keringat



# Ginial





Right kidney, coronal section

