

TODAY, WE'LL LEARN ABOUT...

1.

Prinsip Dasar Mekanika

2.

Bioakustik, termofisika, biolistrik, biooptik,
biofluida

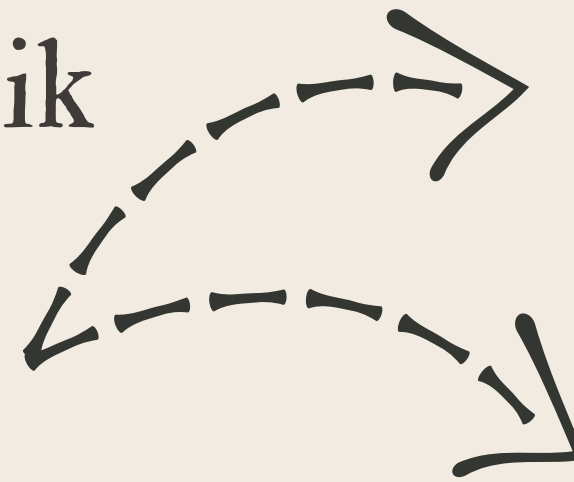
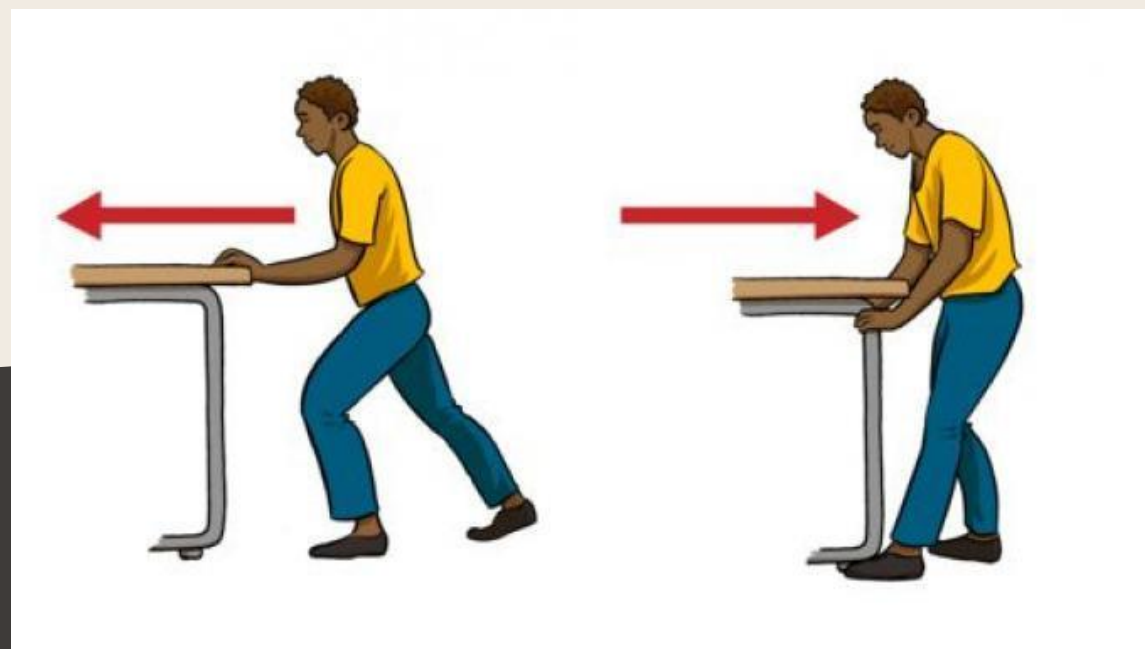
3.

Prinsip-prinsip fisika dalam pemeliharaan alat



BIOMEKANIKA

Cabang ilmu fisika yang mempelajari gerakan dan perubahan bentuk suatu materi akibat gangguan mekanik yang disebut gaya



MEKANIKA

KINEMATIKA

Mengkaji keadaan gerak suatu benda

DINAMIKA

Mengkaji penyebab dari gerak (gaya)

STATIKA

Mengkaji keadaan setimbang suatu benda

Posisi, Kecepatan,
dan Percepatan

GERAK

Dalam analisis biomekanika, tubuh manusia dipandang sebagai sistem yang terdiri dari link (penghubung) dan joint (Sambungan), tiap link mewakili segmen-segmen tubuh tertentu dan tiap joint menggambarkan sendi yang ada

KONSEP GERAK

bergerak jika mengalami perubahan kedudukan atau posisi

BERSIFAT RELATIF

Tergantung acuan yang digunakan

LINTASAN

titik-titik yang dilalui benda. Gerak lurus, gerak melingkar, gerak parabola, gerak tidak teratur

JARAK

Panjang lintasan yang ditempuh

GERAK LURUS (GLB)

$$s = v \times t$$

$$s = \text{Jarak (m)}$$

$$v = \text{kecepatan (m/s)}$$

$$t = \text{waktu (s)}$$



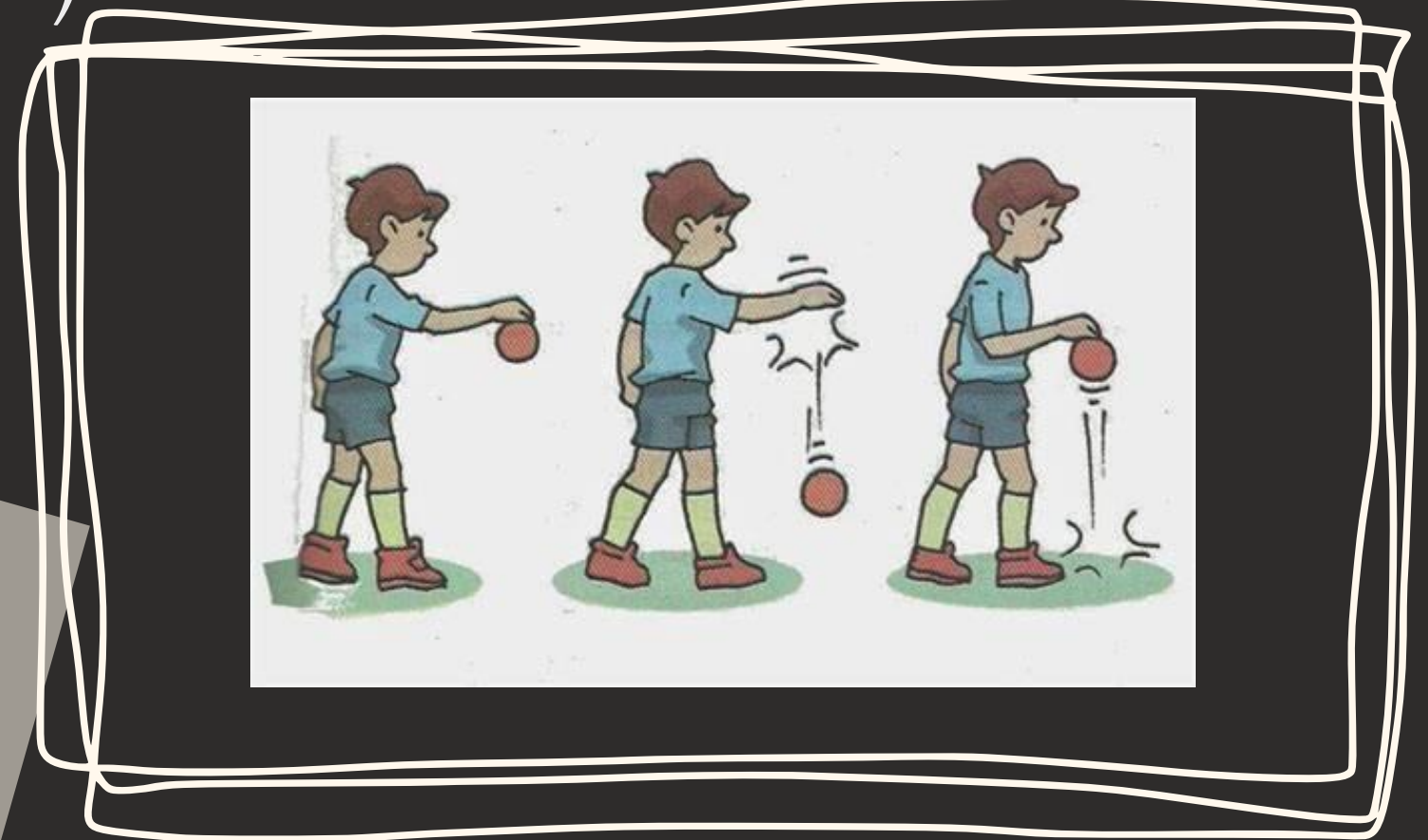
**APA ITU
GAYA???**



Gaya adalah tarikan atau dorongan yang dilakukan oleh suatu benda terhadap benda lain

GAYA

- Gaya adalah besaran vektor yang memiliki besar (nilai) dan arah
- Satuan gaya adalah $\text{kg m/s}^2 = \text{newton (N)}$



Gaya sentuh

ada sentuhan antara benda yang memberi gaya dan benda yang mendapat gaya

Gaya tak sentuh

tidak ada sentuhan antara benda yang memberi gaya dan benda yang mendapat gaya

AKIBAT DARI GAYA

- Terjadi perubahan gerak
- Diam menjadi bergerak, bergerak makin cepat/lambat, bergerak menjadi diam, berbelok arah
- Terjadi perubahan bentuk
- Terjadi perubahan volume

HUKUM NEWTON I

Hukum Inersia, Hukum kelembaman

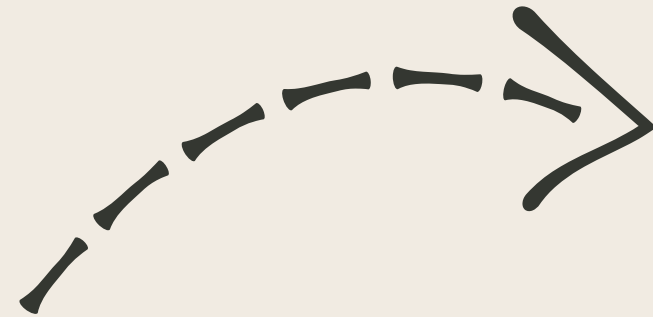
Suatu benda mempunyai sifat mempertahankan keadaannya, apabila benda itu sedang bergerak maka benda itu akan bergerak terus



$$F_{Neto} = 0$$

HUKUM NEWTON II

Apabila ada gaya yang bekerja pada suatu benda maka benda akan mengalami suatu percepatan yang arahnya sama dengan arah gaya



$$F = m \cdot a$$

percepatan sebuah benda (a) berbanding terbalik dengan massanya (m) dan sebanding dengan gaya neto (F) yang bekerja padanya.

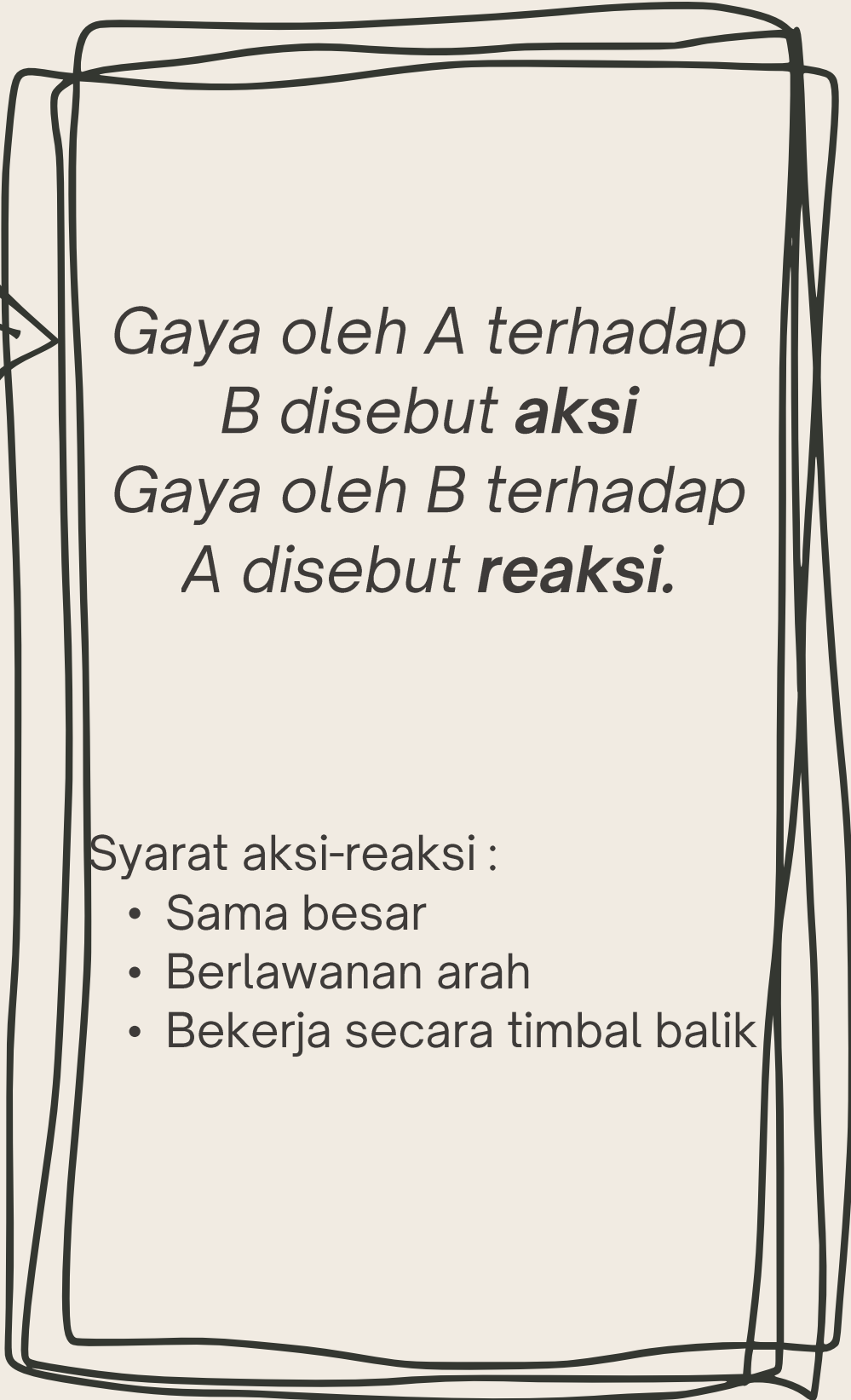
HUKUM NEWTON III

Setiap aksi selalu ada reaksi yang arahnya berlawanan (Hukum Aksi-Reaksi).

Jika benda A melakukan gaya pada benda B maka benda B juga akan melakukan gaya pada benda A, dengan gaya yang sama besar dan berlawanan arah.

F aksi = gaya yang bekerja pada benda

F reaksi = gaya reaksi benda akibat gaya aksi



*Gaya oleh A terhadap B disebut **aksi***
*Gaya oleh B terhadap A disebut **reaksi**.*

Syarat aksi-reaksi :

- Sama besar
- Berlawanan arah
- Bekerja secara timbal balik

JENIS-JENIS GAYA



I.

GAYA BERAT

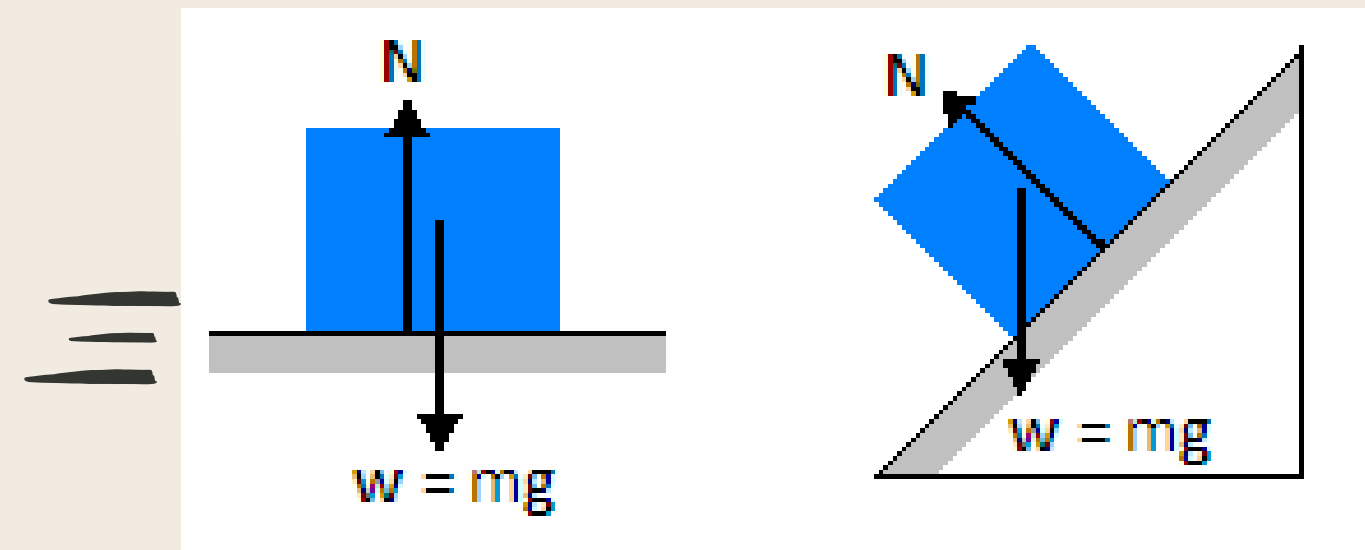
Berat sebuah benda adalah gaya tarikan gravitasi antara benda dan bumi. Gaya ini sebanding dengan massa m benda itu dan medan gravitasi, yang juga sama dengan percepatan gravitasi jatuh bebas.

Gaya berat selalu tegak lurus kebawah dimanapun posisi benda diletakkan apakah dibidang horisontal, vertikal, atau[un bidang miring.

2.

GAYA NORMAL

Gaya normal adalah gaya yang bekerja pada bidang sentuh antara dua permukaan yang bersentuhan, dan arahnya selalu tegal lurus bidang sentuh.





GAYA GESEK

Kedua benda bersentuhan, maka timbul gaya gesek.



Cairan sinovial mengurangi friksi dengan cara bertindak sebagai pelumas atau penurun friksi antara ujung-ujung tulang yang dilapisi kartilago pada sendi sinovial, misalnya pada sendi lutut

GAYA-GAYA PADA TUBUH

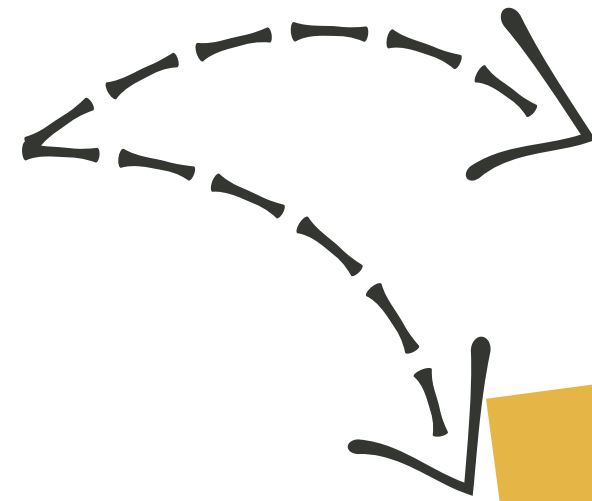
Pergerakan pada tubuh terjadi karena adanya gaya yang bekerja.



Gaya pada tubuh :
gaya berat tubuh

- Gaya dalam tubuh
- Gaya otot jantung
 - Gaya otot paru-paru

BIOMEKANIKA DAN NURSING

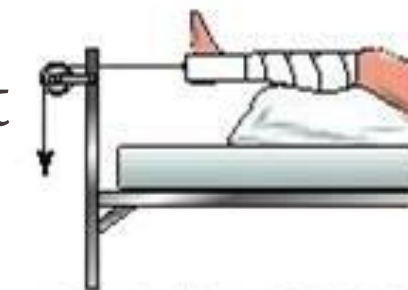


TRAKSI

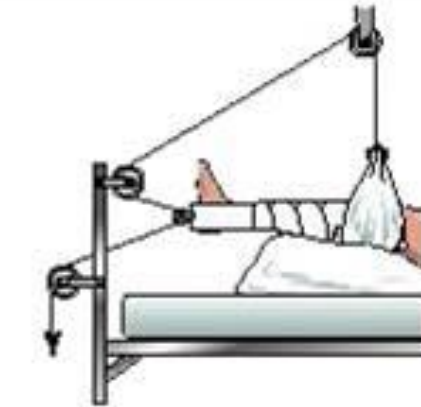
Traksi adalah tahanan yang dipakai dengan berat atau alat lain untuk menangani kerusakan atau gangguan pada tulang dan otot.

Tujuan traksi :

- Perbaikan dan pelekatan tulang yang patah
- Mengurangi atropi otot
- Sebagai pencegahan dari kehancuran atau dislokasi sendi yang tidak normal



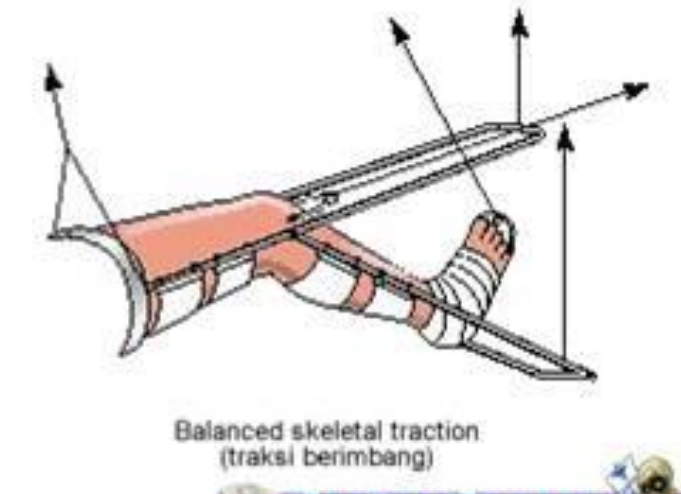
Traksi sederhana (Traksi kulit)



Traksi Hamilton Russel



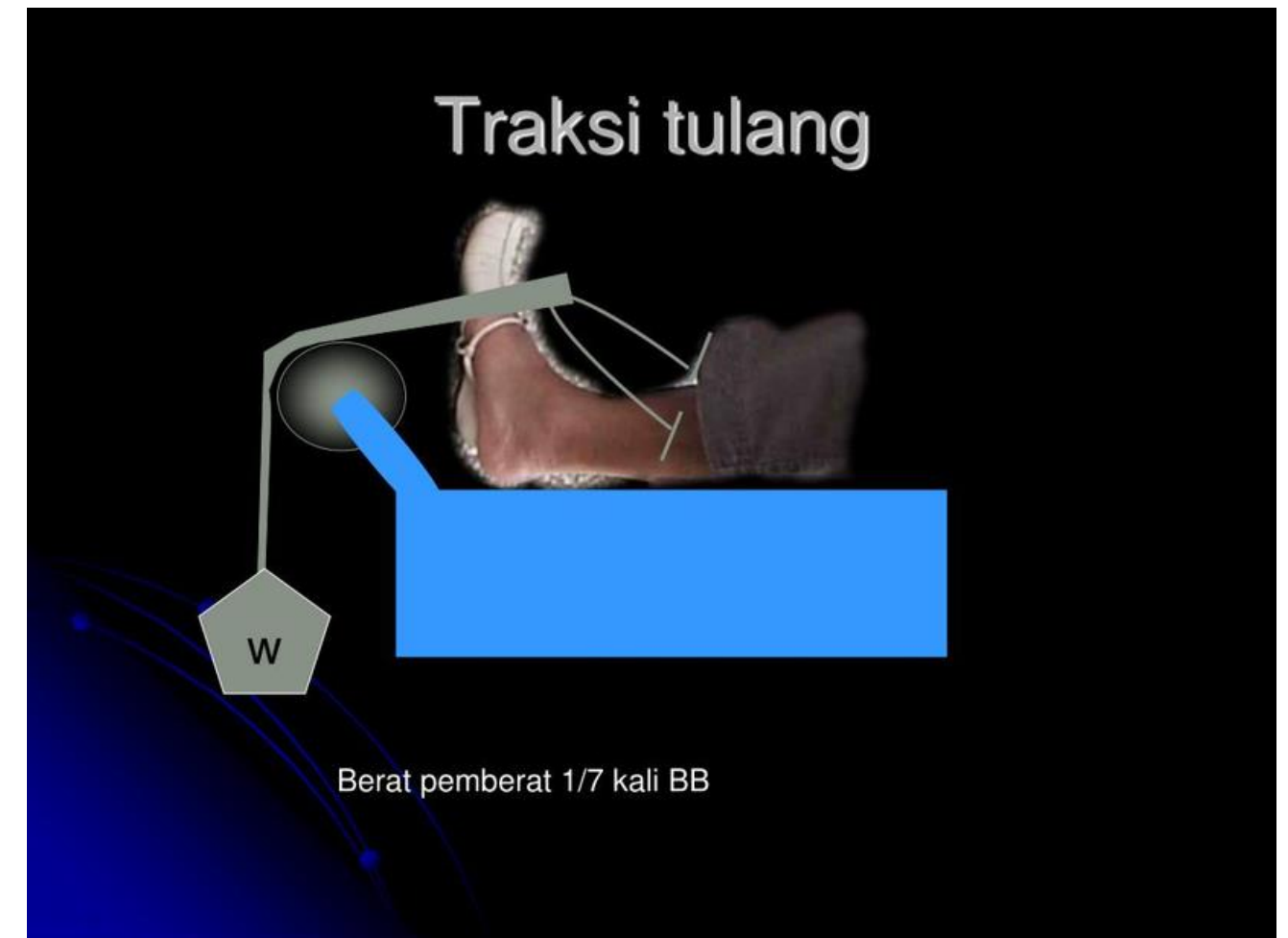
Traksi Gallow / Bryant



Balanced skeletal traction
(traksi berimbang)

TRAKSI SKELET

Traksi yang dipasang langsung pada tulang. Paling sering digunakan ada fraktur femur, tibia, jumerus, dan tulang leher.



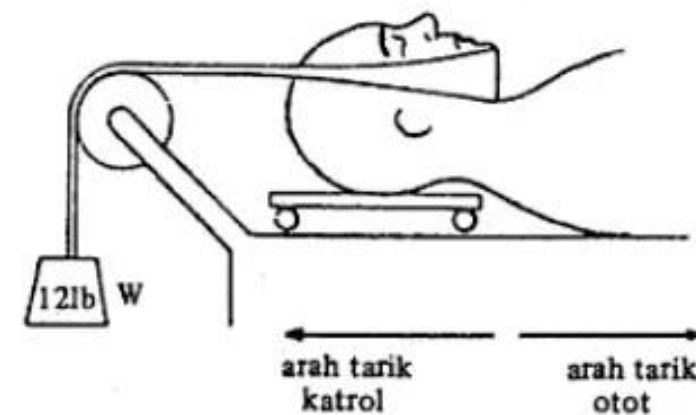
TRAKSI KULIT

Traksi yang digunakan untuk mengontrol spasme kulit dan memberikan imobilisasi.



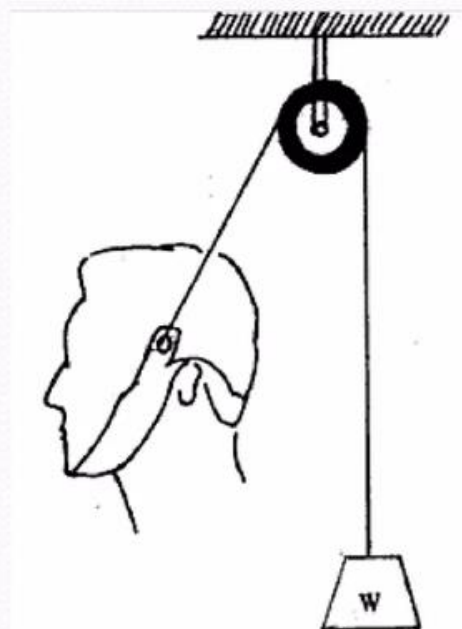
TRAKSI LEHER

Traksi halter/leher digunakan untuk traksi servikal jangka pendek. Digunakan pada cedera leher minor



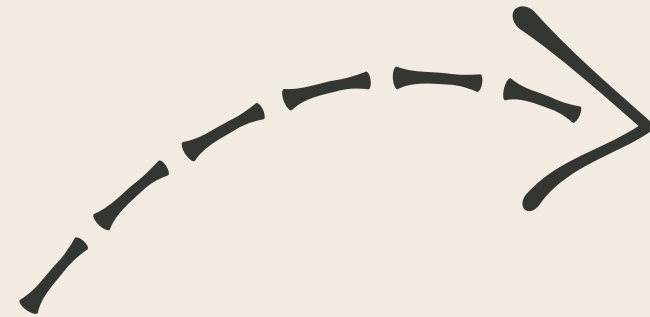
Traksi leher

- Dalam traksi leher, beban yang digunakan sebesar 12 pounds.



BIOAKUSTIK

- Berhubungan dengan bunyi
- Bunyi dan makhluk hidup terutama manusia
- Proses Pendengaran




Frekuensi, kecepatan dan panjang gelombang bunyi

Bunyi dihasilkan oleh benda yang bergetar

Berdasarkan Frekuensinya, getaran digolongkan menjadi 3 :

- Infrasonik (frekuensi < 20 Hz)- Tak tertangkap oleh indera pendengar manusia (getaran gempa, tanah longsor)
- Audiosonik (frekuensi $20-20.000$ Hz)-Tertangkap oleh indera pendengar manusia (suara lonceng, suara gergaji)
- Ultrasonik (frekuensi > 20.000 Hz)- Tak tertangkap oleh indera pendengar manusia (getaran yang dihasilkan oleh magnet listrik)






Suara memiliki karakter yang berbeda-beda meskipun memiliki frekuensi sama sekalipun.

Hal ini dipengaruhi oleh perubahan tekanan udara dalam gelombang bunyi.

Karakter suara yang berbeda-beda ini disebut Warna suara atau timbre.

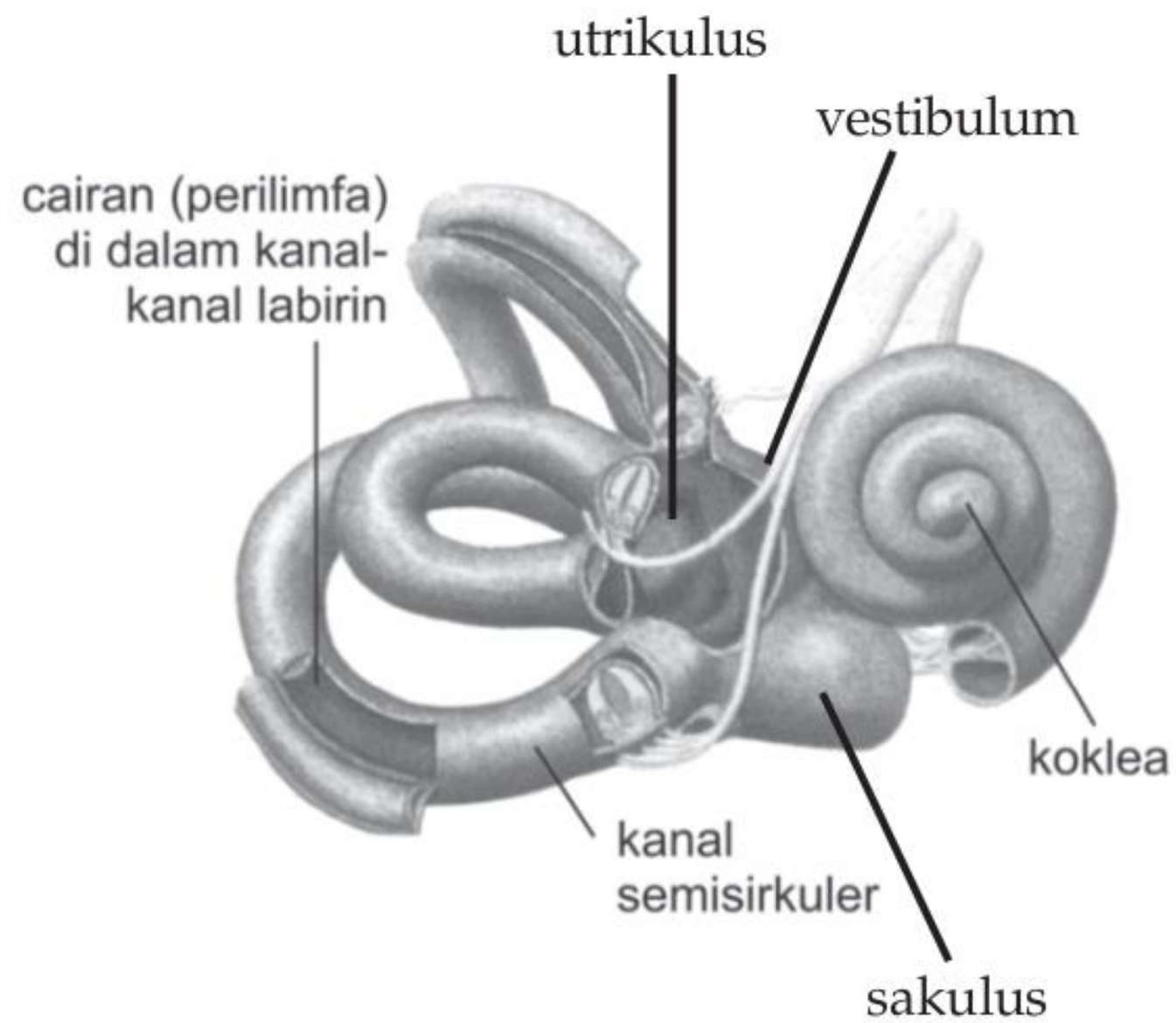
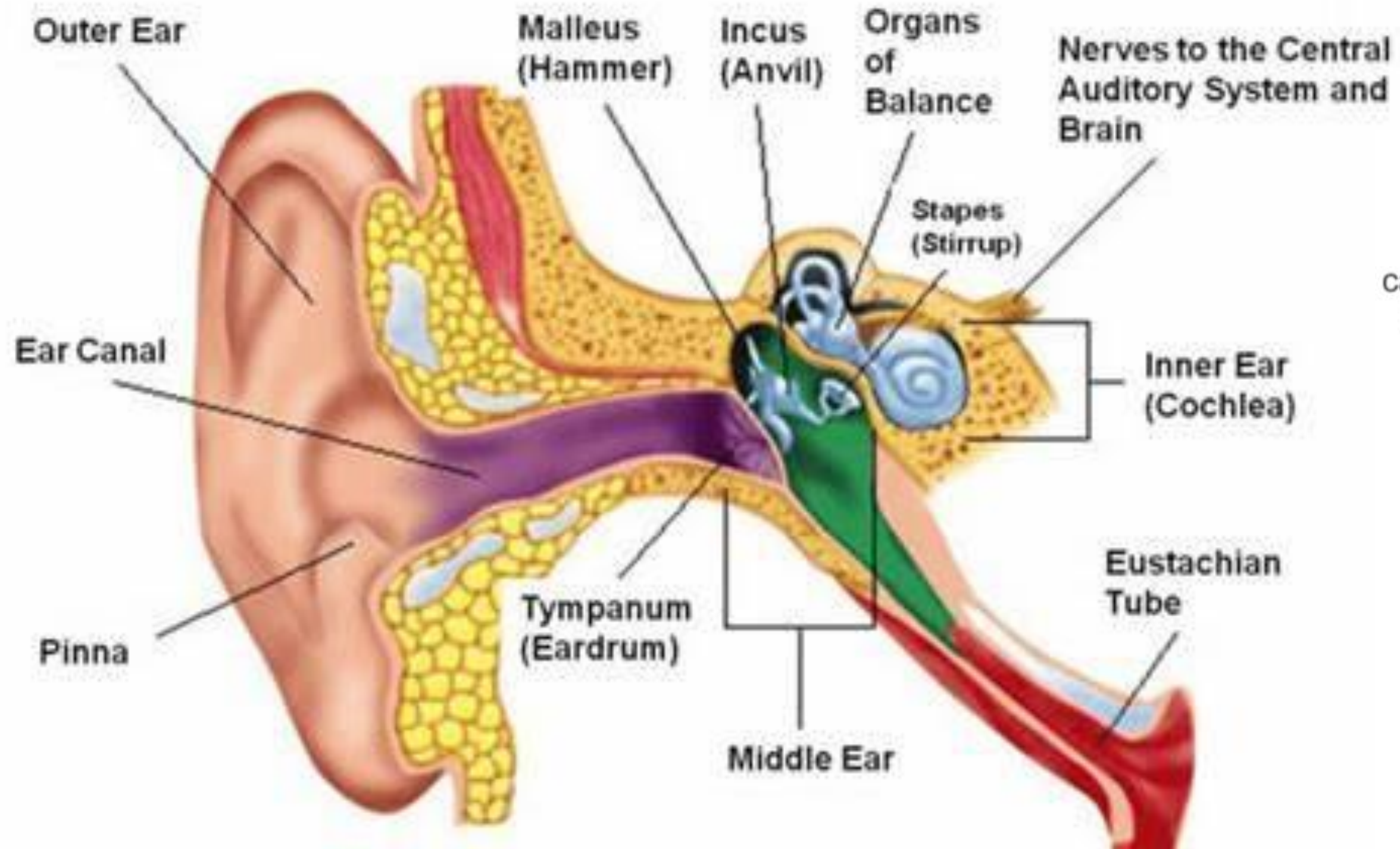


TELINGA DAN PROSES PENDENGARAN

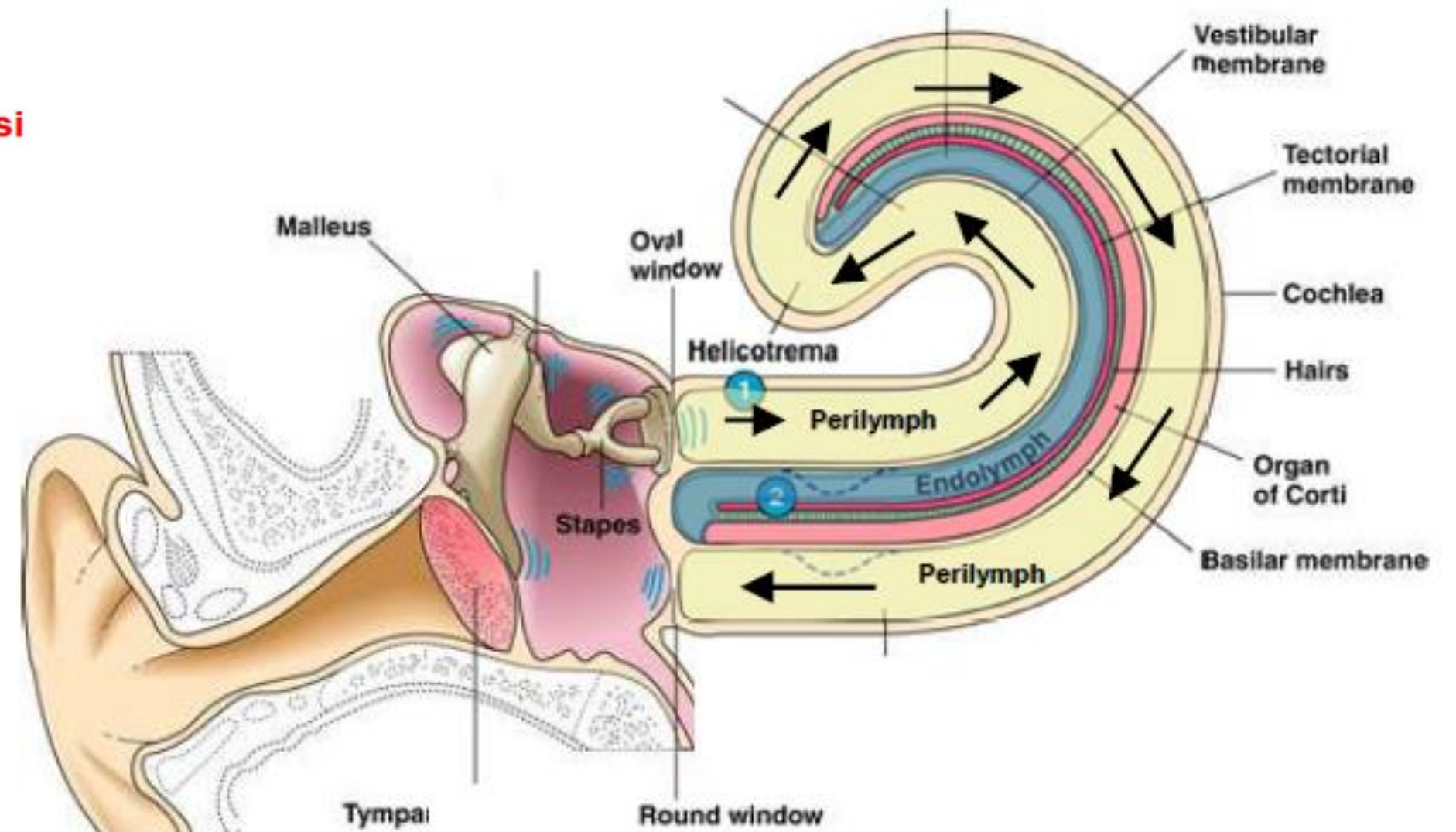
Organ yang berperan menerima getaran suara

Getaran tergolong sebagai energi mekanik

Energi mekanik ini diterima dan diolah di dalam telinga, lalu diubah menjadi energi listrik setelah diterima oleh reseptor saraf sensorik di organ korti telinga dalam

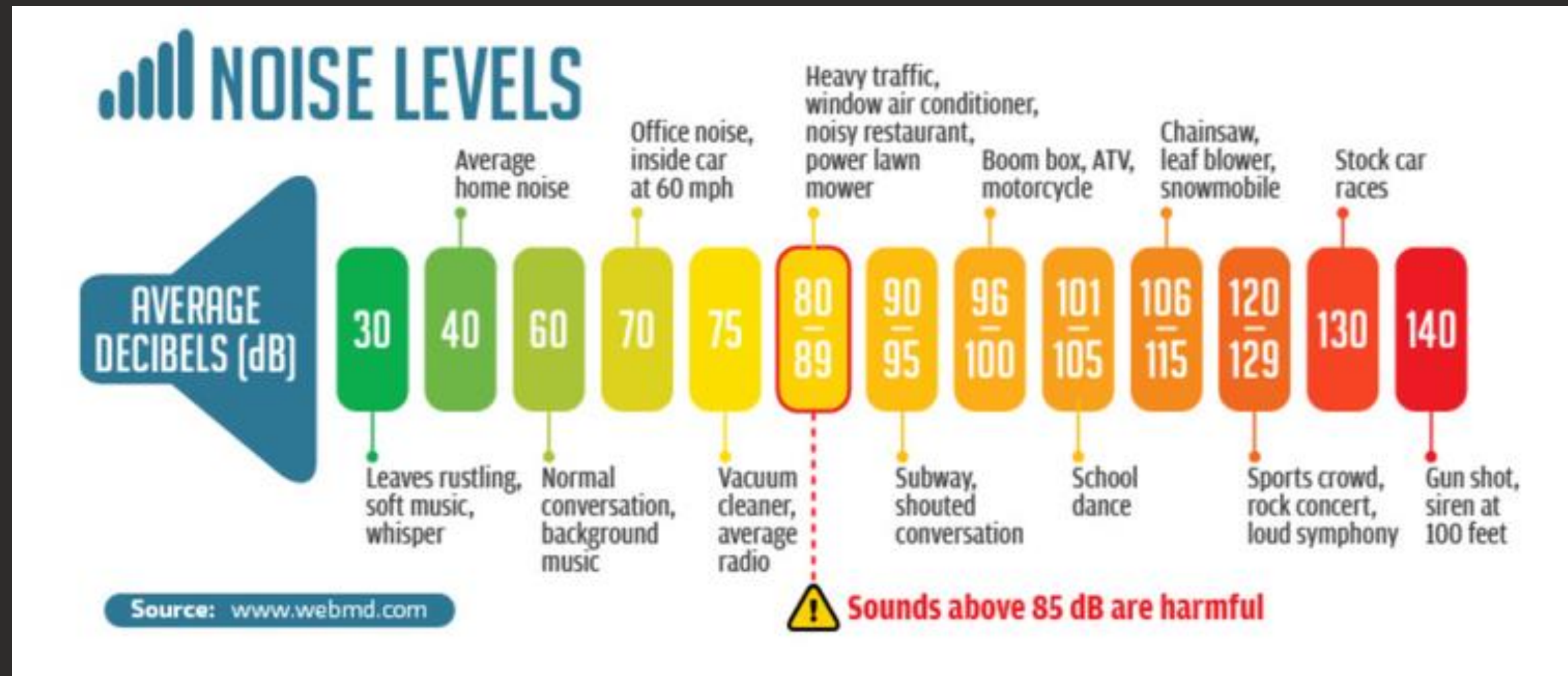


FISIOLOGI PENDENGARAN



SKALA KEBISINGAN

Kebisingan diukur dengan skala desibel (dB)



Kehilangan pendengaran

- Kehilangan pendengaran dapat terjadi akibat kerusakan mekanis akibat cedera kepala.
- Penyakit-penyakit yang menghambat gerakan tulang-tulang pendengaran dapat diatasi dengan operasi atau menggunakan alat bantu pendengaran.
- Penyakit yang merusak saraf menunjukkan sulit diatasi.
- Terpapar pada kegaduhan secara berlebihan (Tinitus dapat terjadi setelah terpapar kegaduhan konser rok atau saat distress ketika tak bias tidur. penuaan menimbulkan penurunan sensitivitas terhadap suara

:



BIOFLUIDA

Fluida adalah zat yang dapat mengalir atau sering disebut Zat Alir. Jadi perkataan fluida dapat mencakup zat cair atau gas.

Apa perbedaan zat cair dan Gas ?



FLUIDA = ZAT ALIR

ZAT CAIR

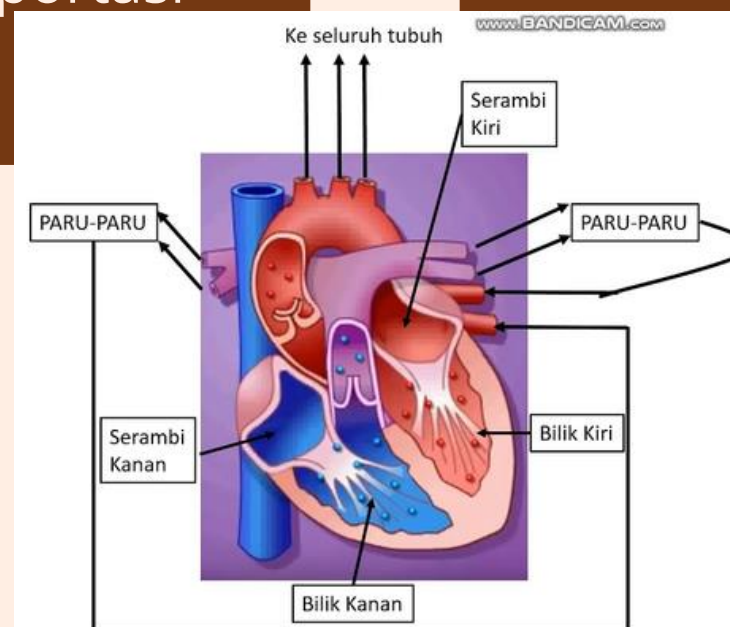
- Molekul terikat secara longgar tapi berdekatan
- Adanya tekanan karena gaya gravitasi & arah tegak lurus
- Non kompresibel (tidak dapat ditekan) artinya tidak berubah volumenya jika mendapat tekanan.

Contoh : darah dalam sistem transportasi tubuh

GAS

- Molekul bergerak bebas dan saling bertumbukan
- Adanya tekanan akibat tumbukan antar molekul & arah acak
- kompresibel

Contoh : udara dalam sistem respirasi tubuh



FLUIDA DARAH

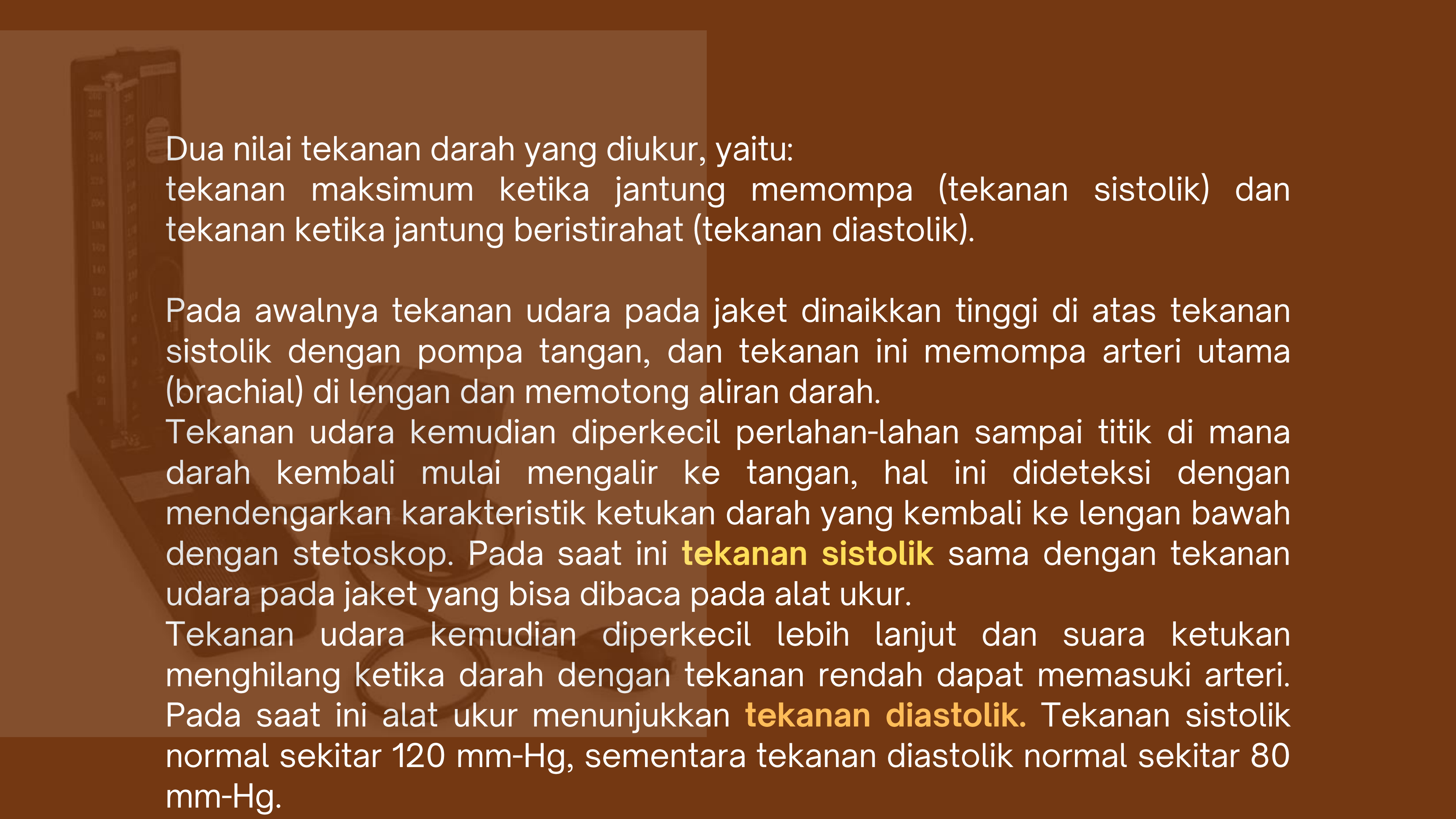
- Bagaimana darah bisa mengalir ke seluruh tubuh melalui pembuluh darah?
- Mengapa jantung berdenyut?



TEKANAN DARAH

Tekanan darah diukur menggunakan sphygmomanometer (tensimeter) yang berisi air raksa dan biasanya dikalibrasi dalam mmHg.

Tensimeter dapat berupa manometer logam dan air raksa



Dua nilai tekanan darah yang diukur, yaitu: tekanan maksimum ketika jantung memompa (tekanan sistolik) dan tekanan ketika jantung beristirahat (tekanan diastolik).

Pada awalnya tekanan udara pada jaket dinaikkan tinggi di atas tekanan sistolik dengan pompa tangan, dan tekanan ini memompa arteri utama (brachial) di lengan dan memotong aliran darah.

Tekanan udara kemudian diperkecil perlahan-lahan sampai titik di mana darah kembali mulai mengalir ke tangan, hal ini dideteksi dengan mendengarkan karakteristik ketukan darah yang kembali ke lengan bawah dengan stetoskop. Pada saat ini **tekanan sistolik** sama dengan tekanan udara pada jaket yang bisa dibaca pada alat ukur.

Tekanan udara kemudian diperkecil lebih lanjut dan suara ketukan menghilang ketika darah dengan tekanan rendah dapat memasuki arteri. Pada saat ini alat ukur menunjukkan **tekanan diastolik**. Tekanan sistolik normal sekitar 120 mm-Hg, sementara tekanan diastolik normal sekitar 80 mm-Hg.

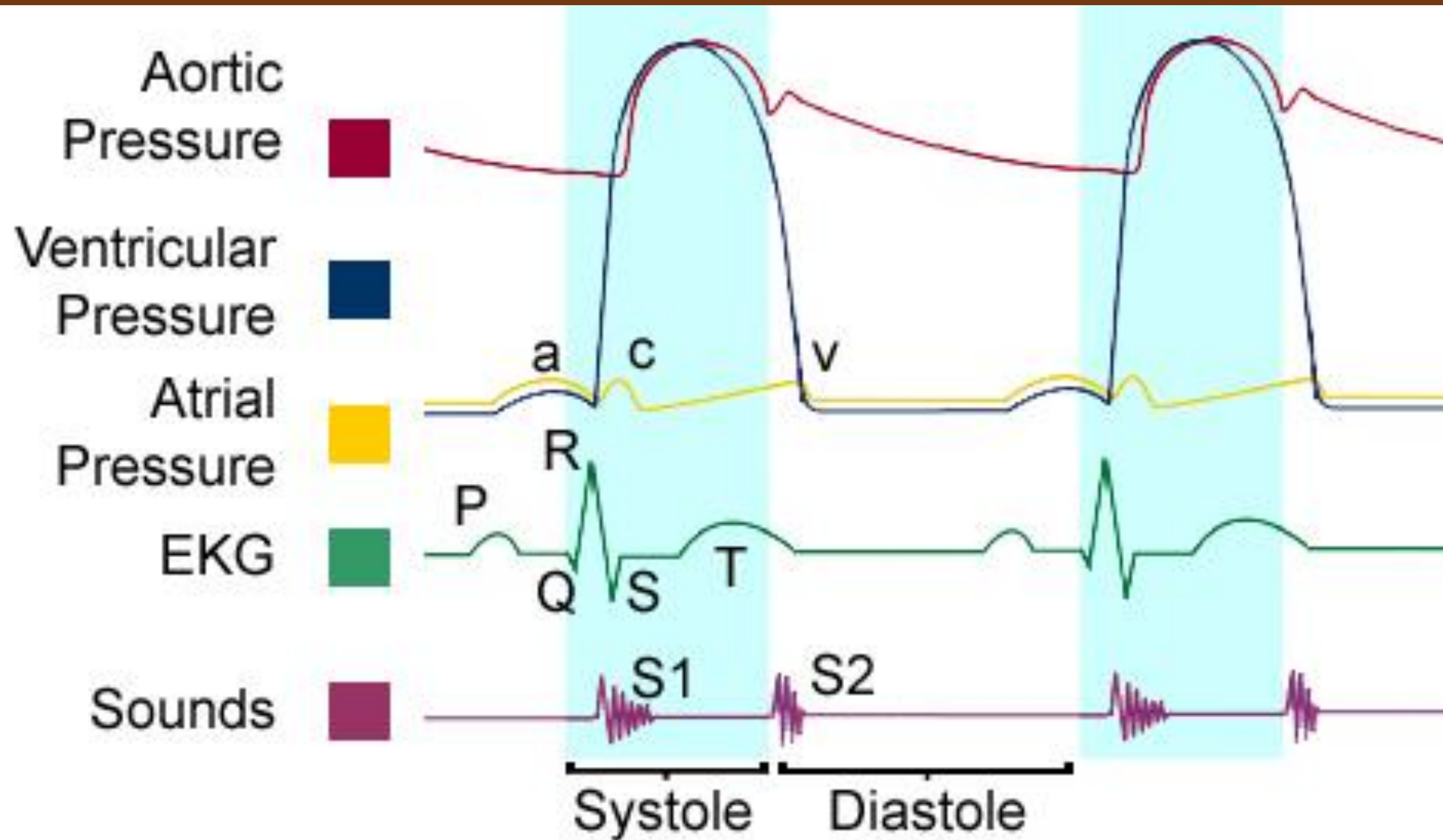



Figure 3. The cardiac cycle.



HIDRODINAMIKA

Ilmu fisika yang mempelajari zat yang mengalir.

Zat cair yang mengalir meliputi :

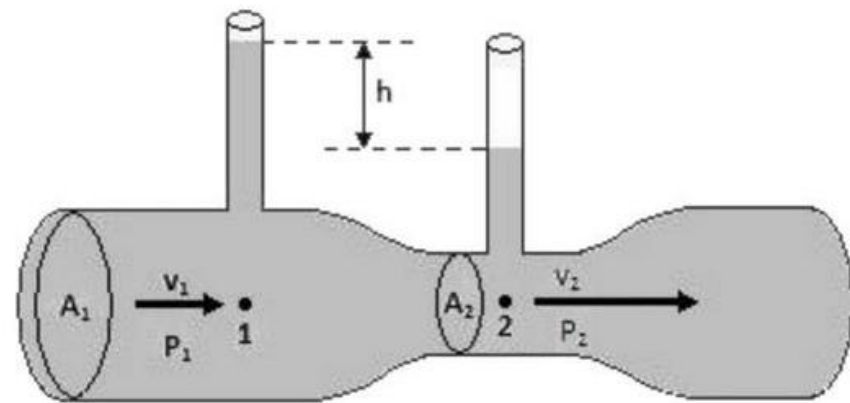
- Tekanan
 - Kecepatan aliran
 - Lapisan-lapisan zat cair yang melakukan gesekan
- 
- 

Penerapan dalam Kesehatan

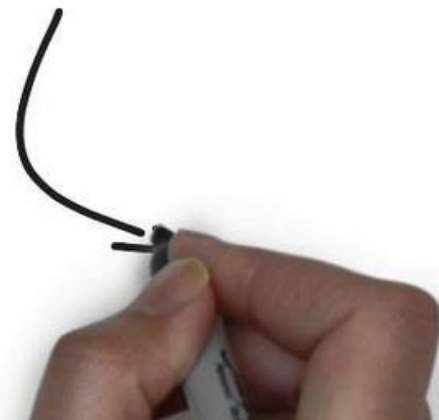
- Mengukur tekanan darah
- Mengukur LED
- Tekanan bola mata (tonometer)
- Tekanan vesika urinari (sistometer)
- Tekanan di dalam tengkorak

HUKUM BERNOULLI

Perhatikan gambar berikut



Jika kalian amati tinggi air pada kedua kolom vertikal memiliki perbedaan, dari sana kita bisa menyimpulkan tekanan pada kedua kolom berbeda juga



HUKUM BERNOULLI

HUKUM KINETIS

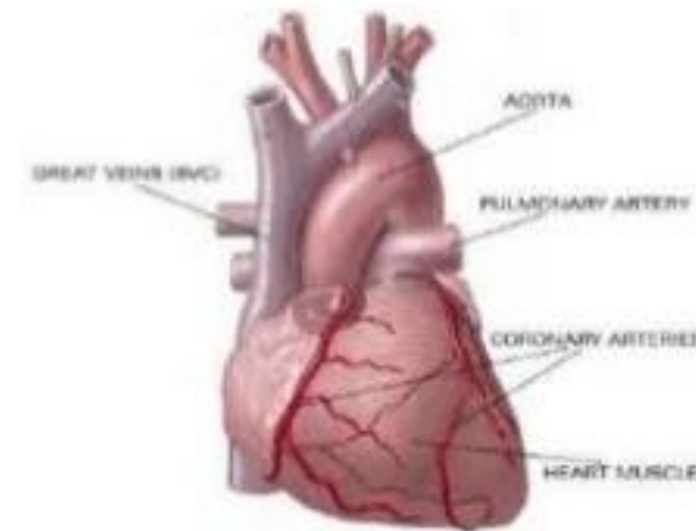
HUKUM KONTUINITAS

HUKUM POISEUILLE

APLIKASI HUKUM BERNOULLI DIKESEHATAN

- Panjang pembuluh
- Diameter pembuluh
- Kekentalan cairan

PENERAPAN PERSAMAAN BERNOULLI PADA MODEL ALIRAN DARAH



Pada persamaan Bernoulli, jika nilai tekanan antara ujung 1 dan 2 dianggap sama, maka:

$$\rho g h_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = \rho g h_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

$$g h_1 + \frac{1}{2} v_1^2 = g h_2 + \frac{1}{2} v_2^2$$

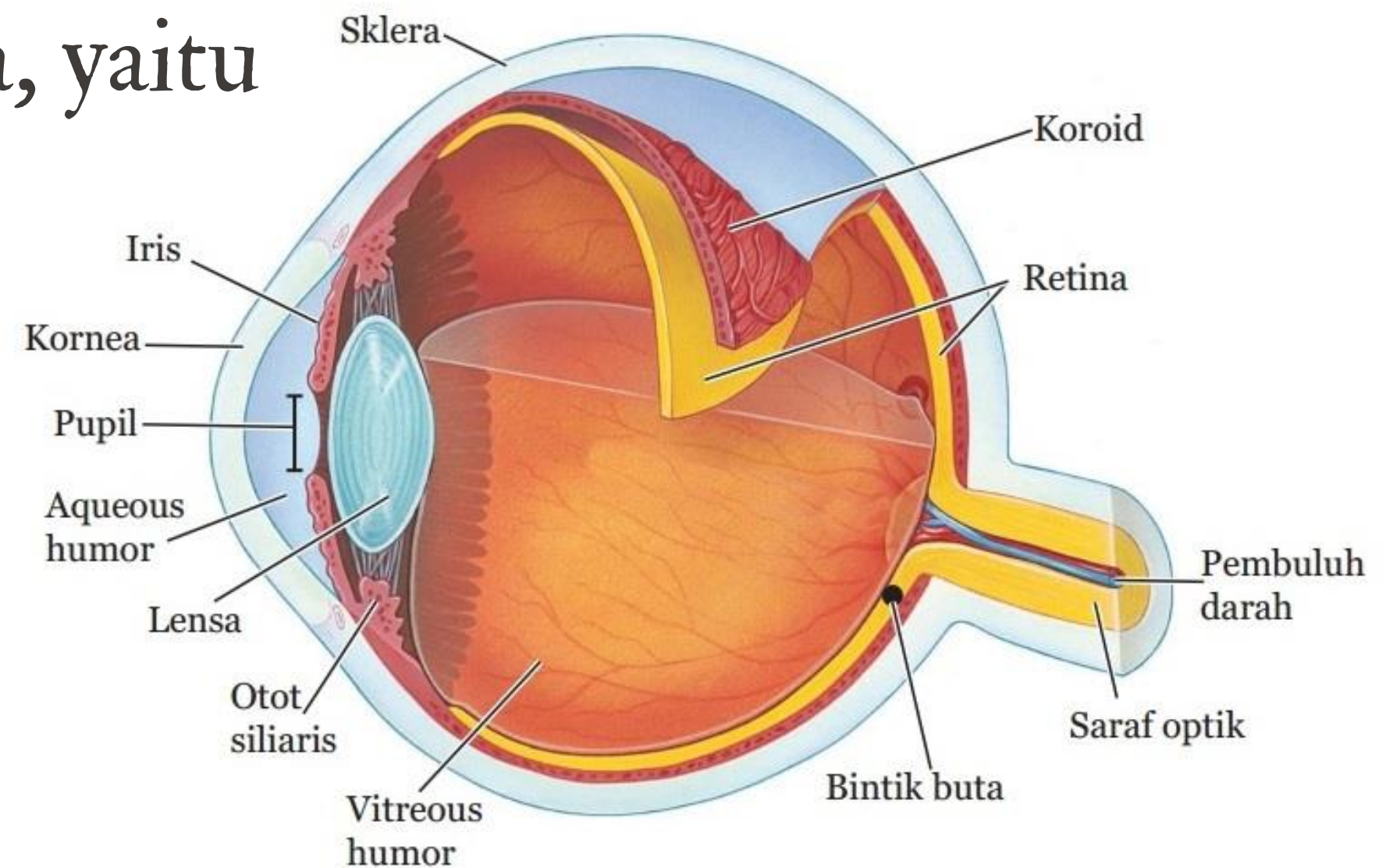
Persamaan di atas dapat kita gunakan untuk menghitung laju aliran darah pada suatu organ tubuh yang terletak pada ketinggian tertentu terhadap kelajuan aliran darah di aorta jantung.

$$v_1 = \sqrt{2 \left(g (h_2 - h_1) + \frac{1}{2} v_2^2 \right)}$$

v_2 = laju aliran darah pada aorta

BIOOPTIK

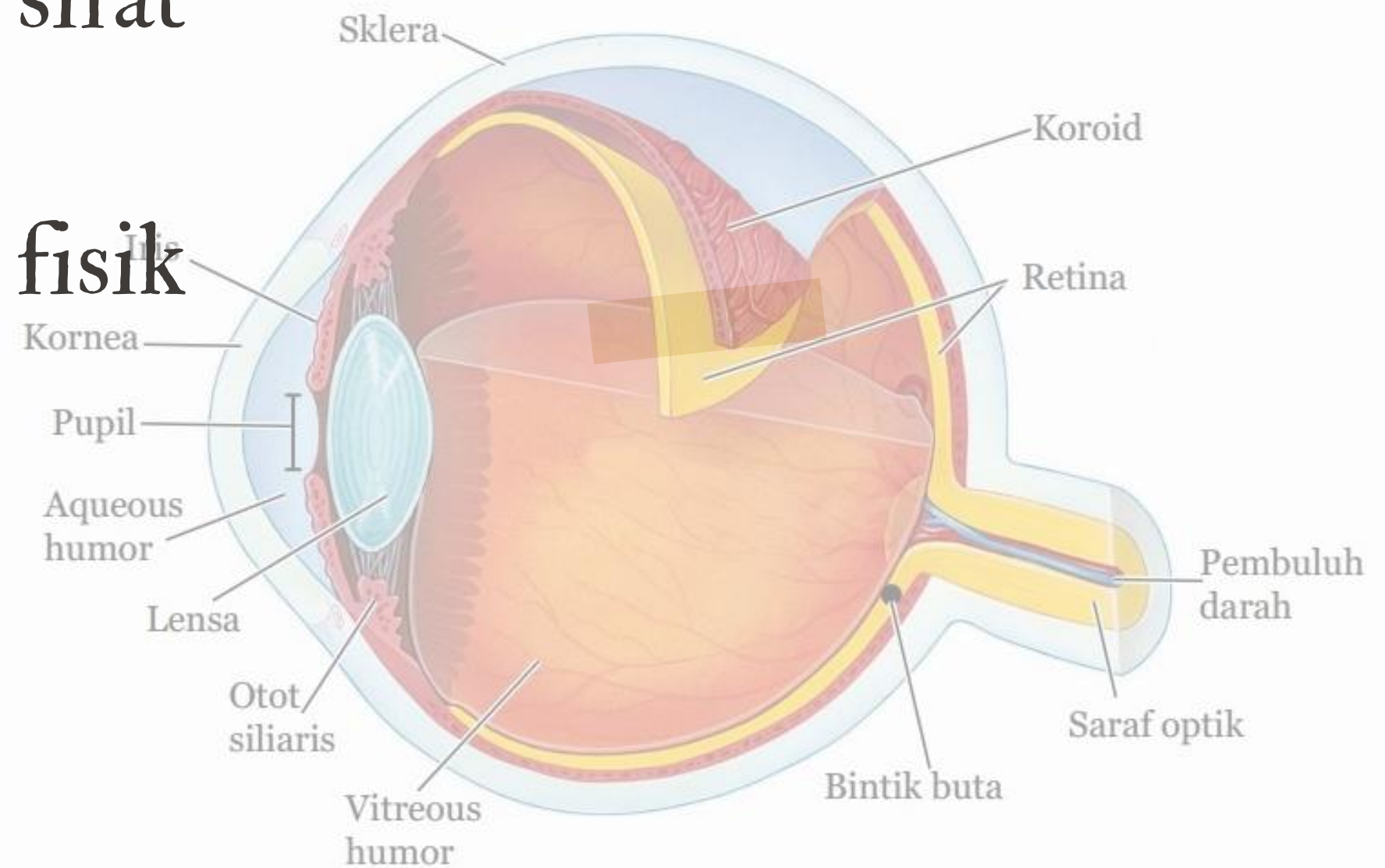
Fokus utama di biooptik adalah terkait dengan indera penglihatan manusia, yaitu mata



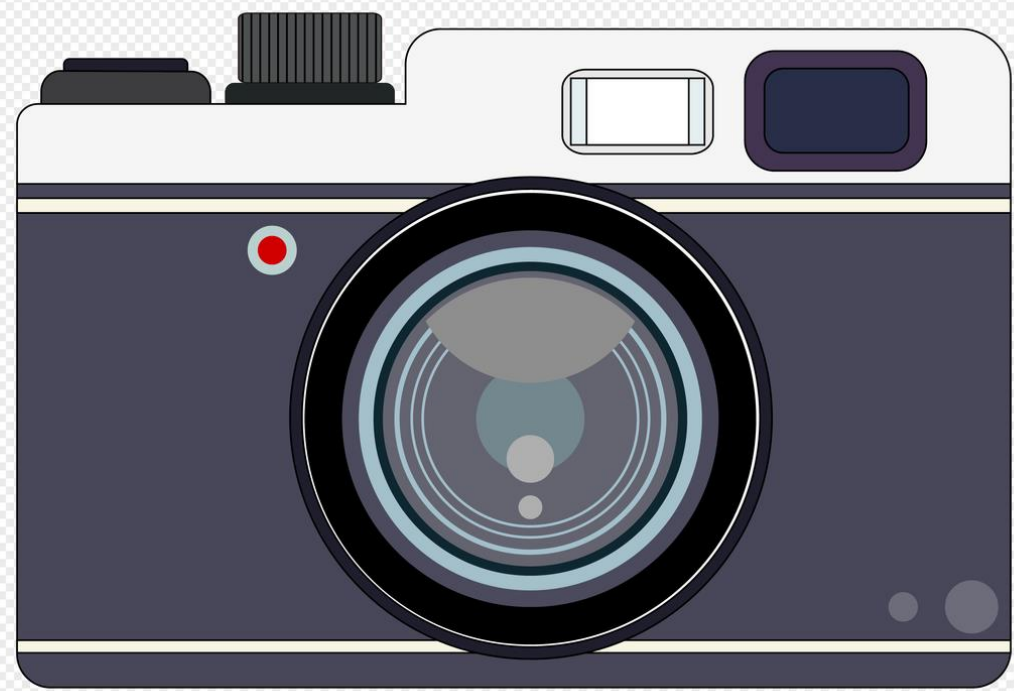
KLASIFIKASI

Optika geometri : mempelajari sifat perambatan cahaya

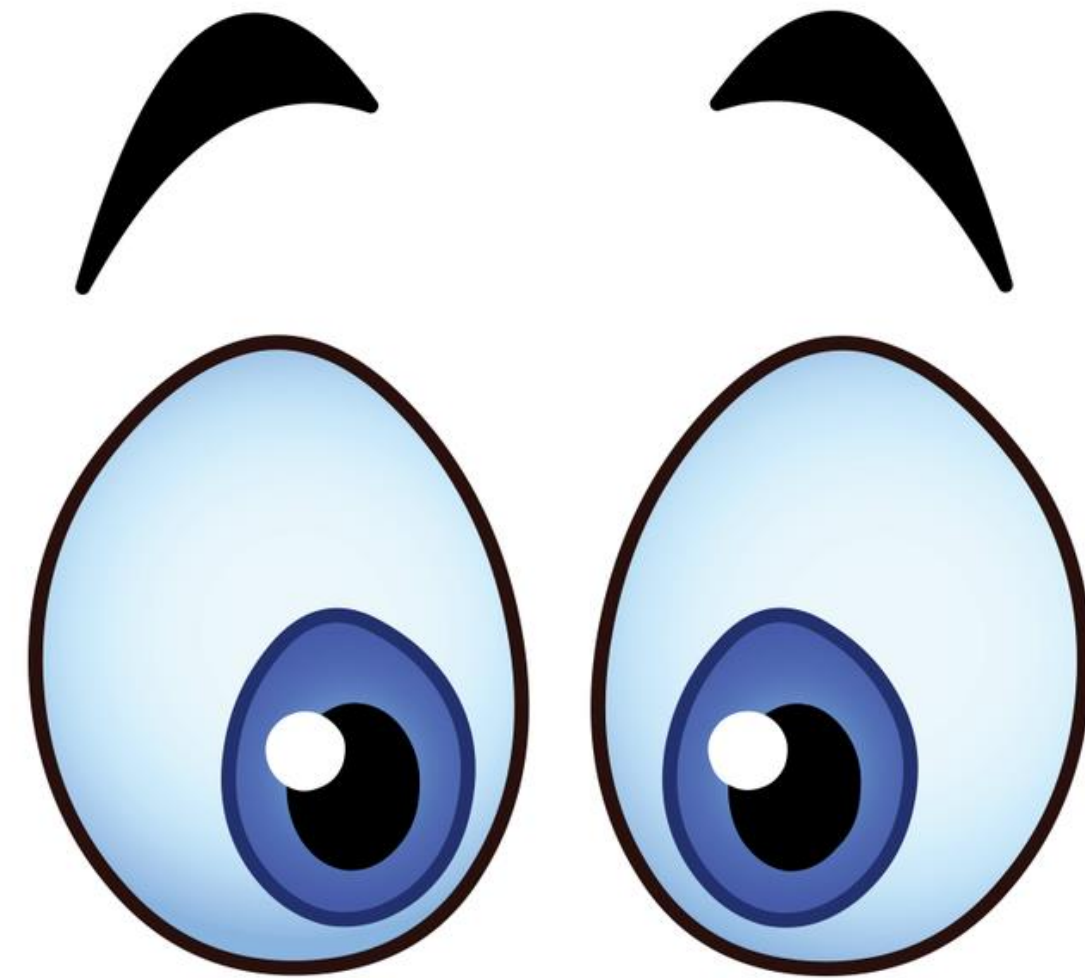
Optika fisik : menghitung ciri-ciri fisik dari cahaya

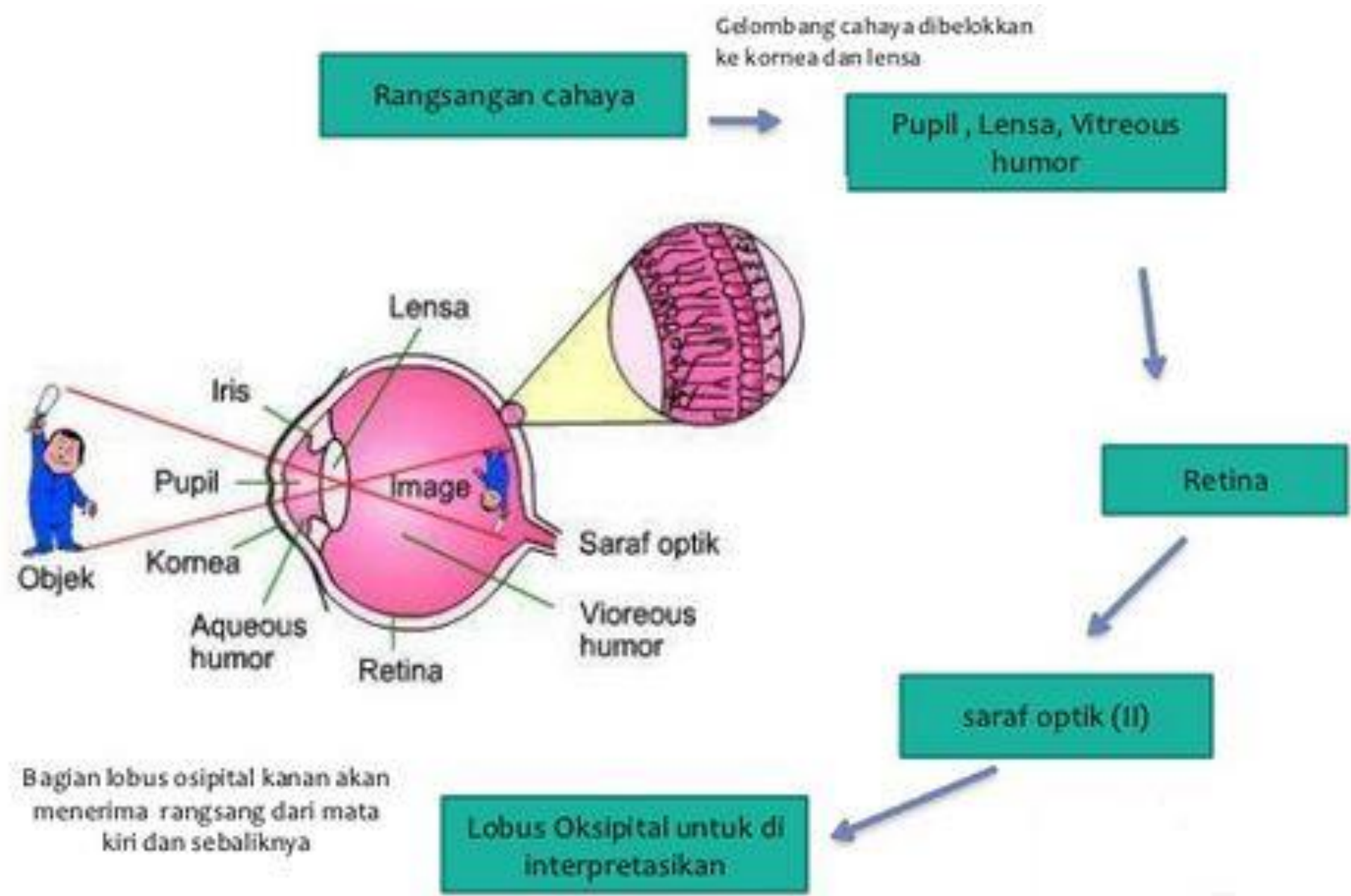


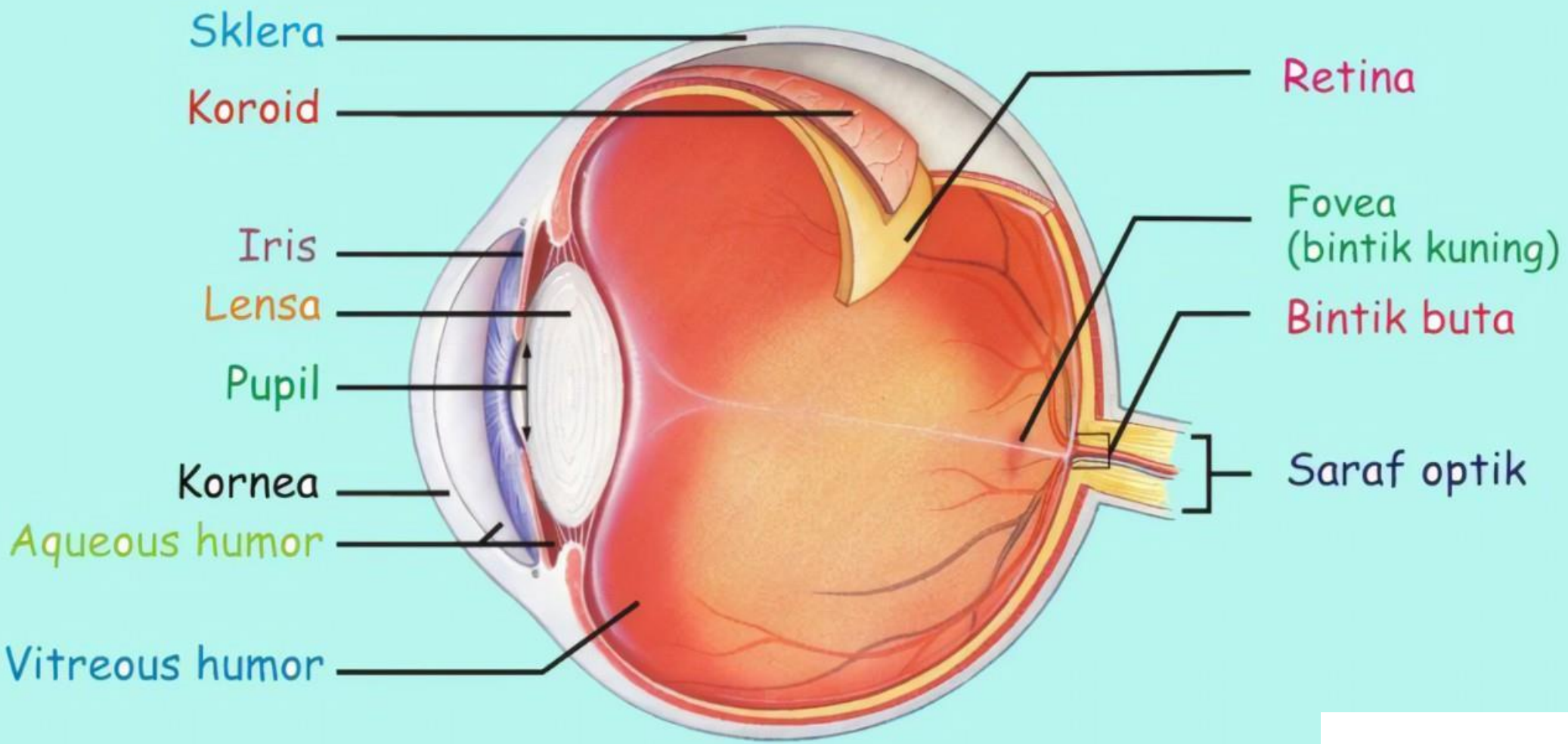
Sumber: Campbell et al. 2008

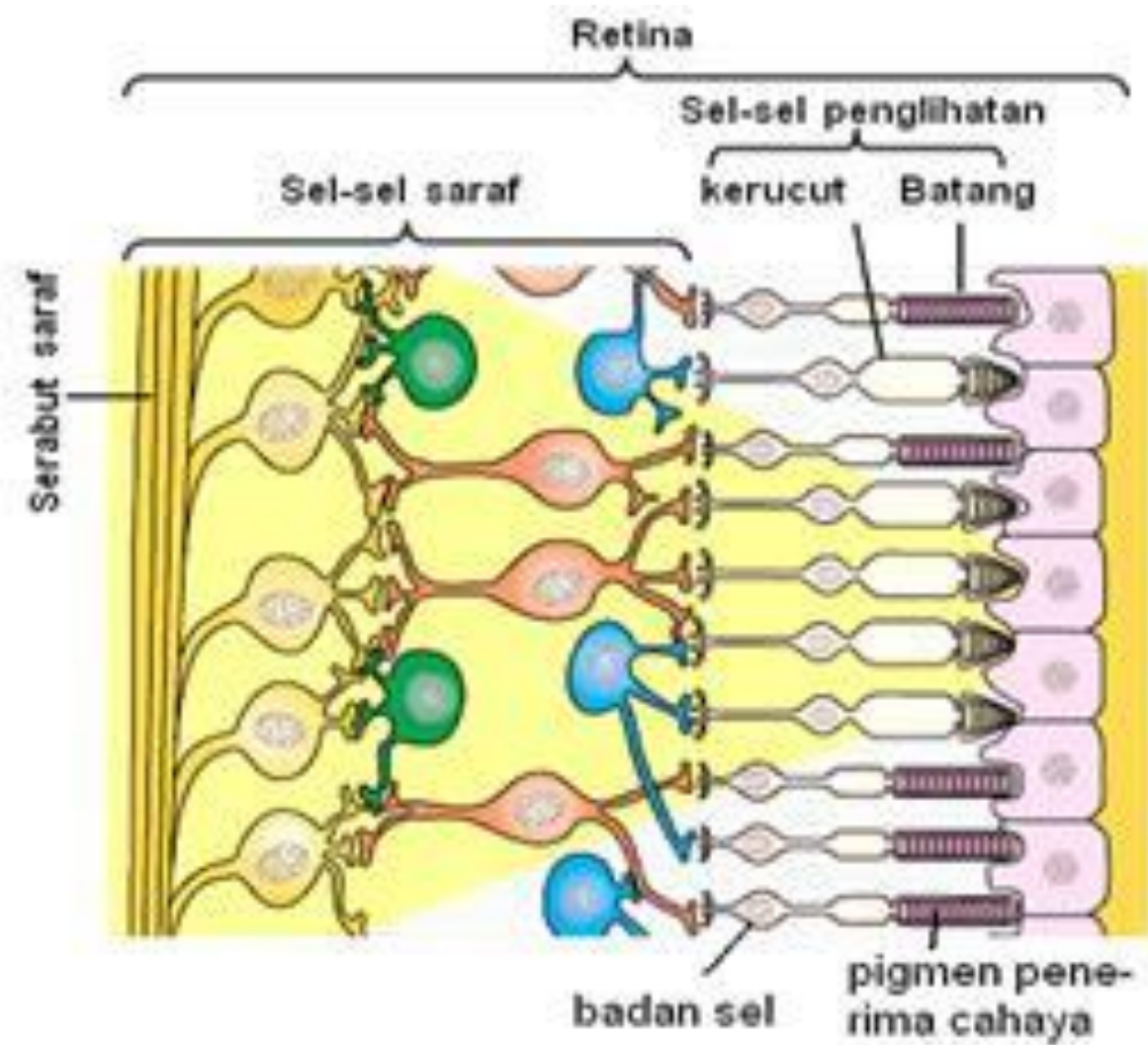
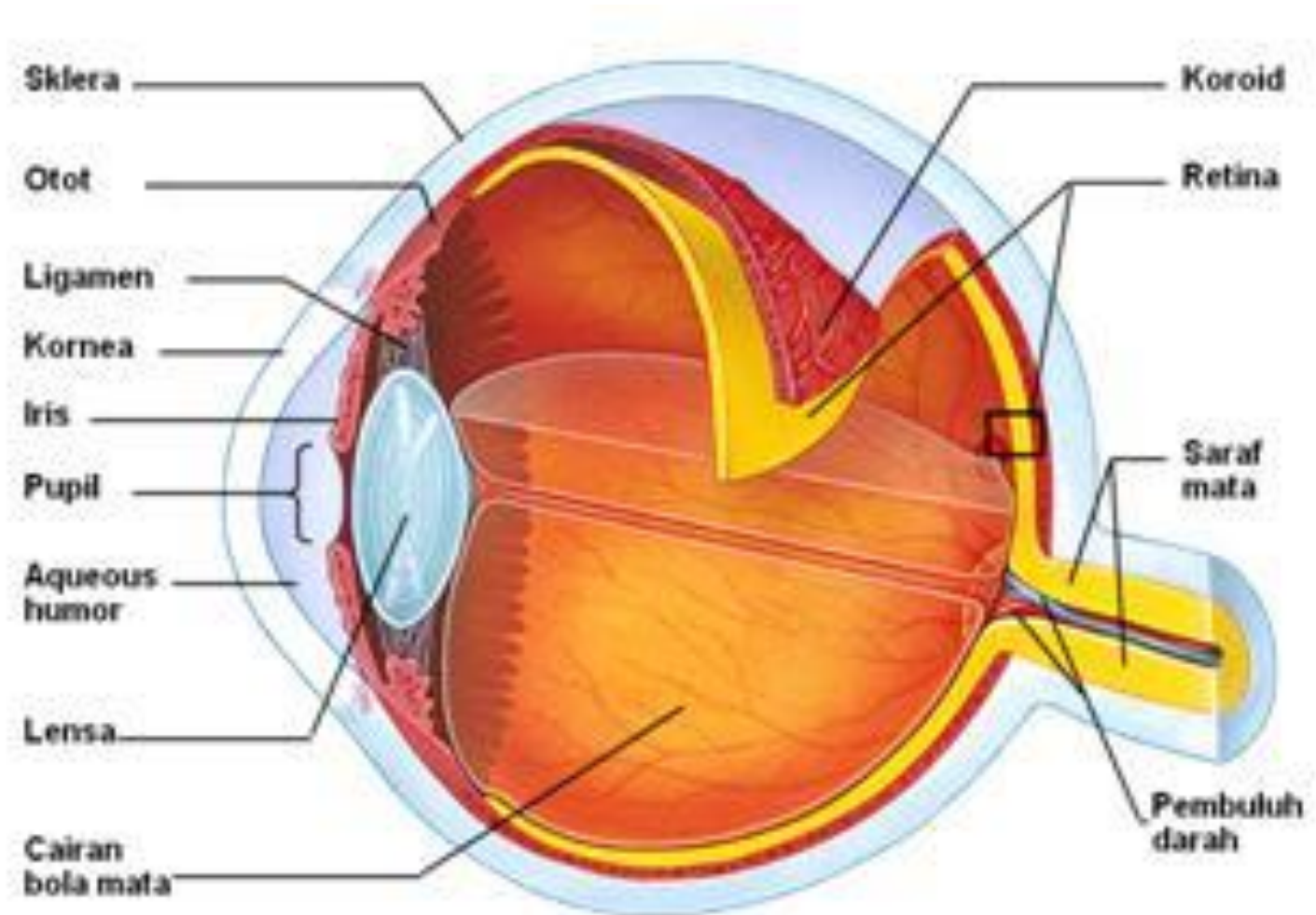


VS









Rod Cells :

Jumlah selter banyak, berfungsi untuk penglihatan peripheral dan saat malam, persepsi terhadap cahaya dan kegelapan, gerakan,tidak sensitif terhadap warna

Cone Cells :

Berfungsi untuk penglihatan “straight ahead”, persepsi warna, ketajaman, dan detail

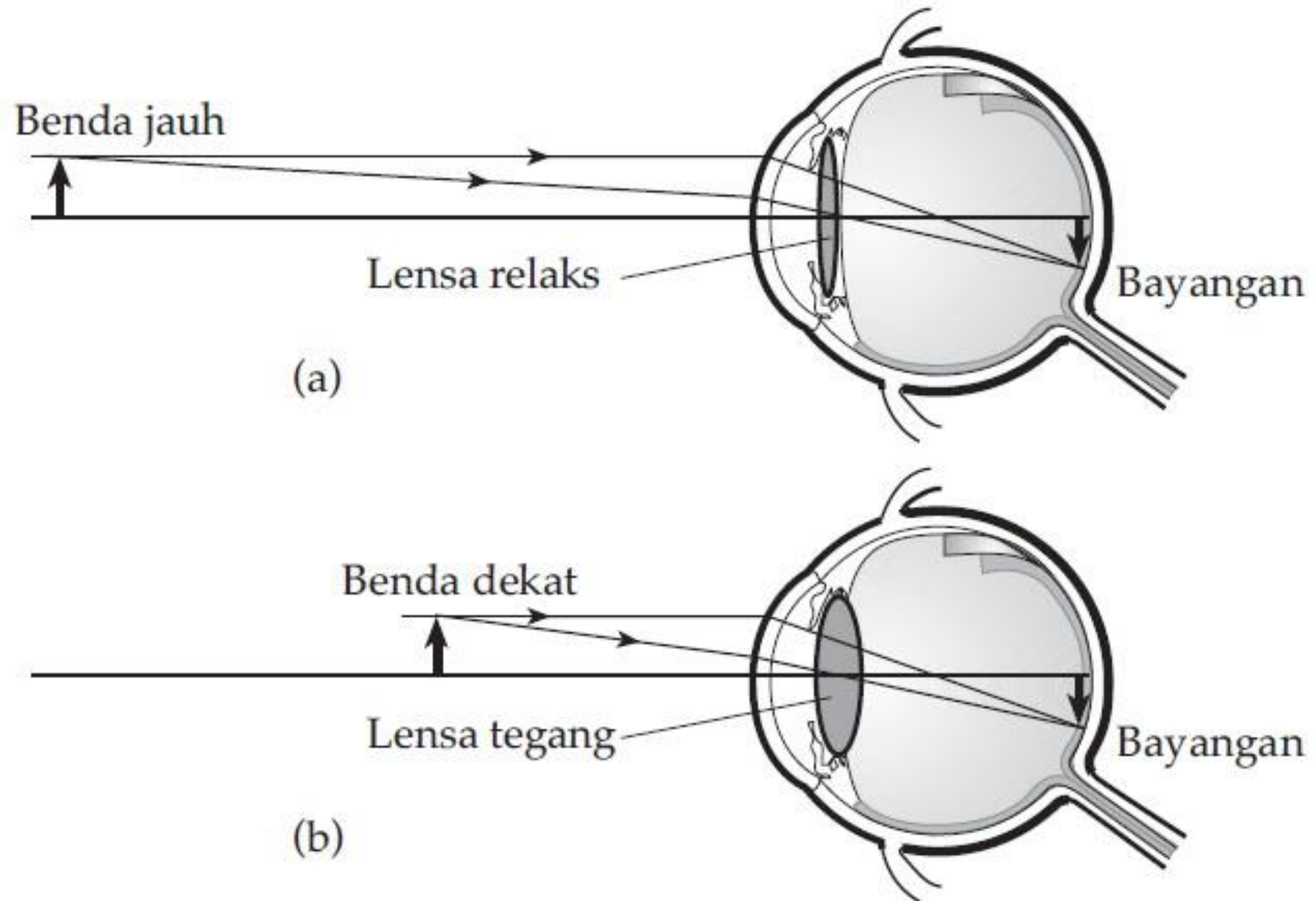
VISUS

Papan snellen

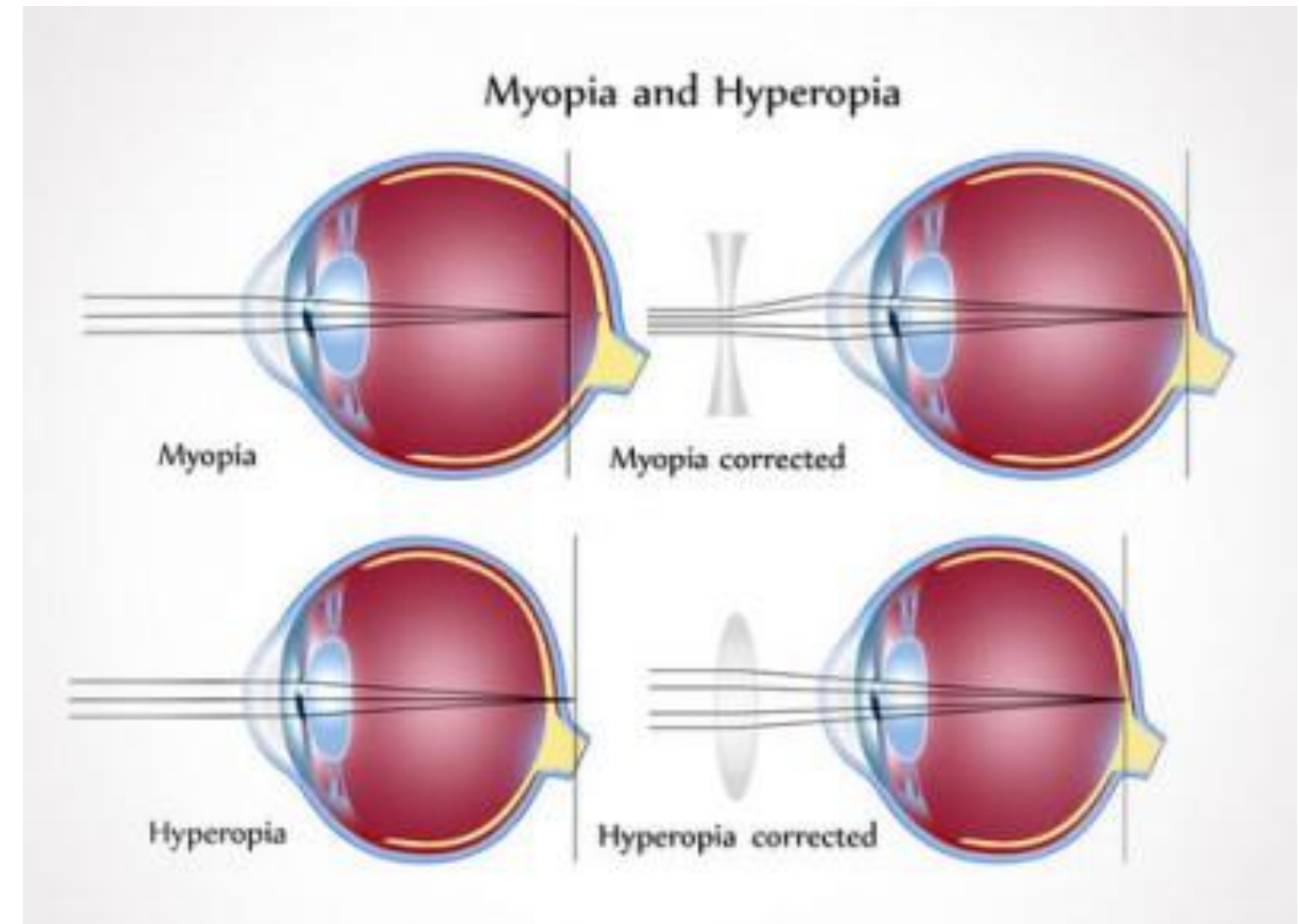
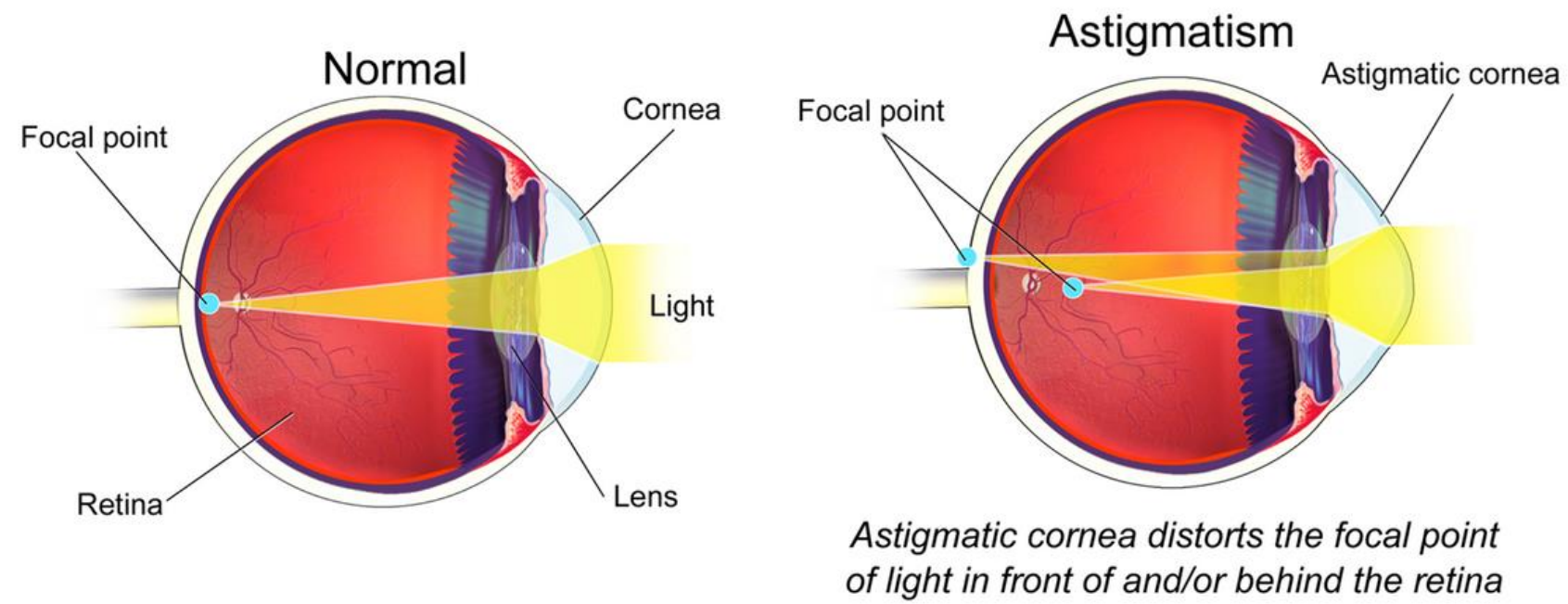
$\frac{20}{200}$	E	$\frac{200 \text{ FT}}{61 \text{ M}}$	1
$\frac{20}{100}$	F P	$\frac{100 \text{ FT}}{30.5 \text{ M}}$	2
$\frac{20}{70}$	T O Z	$\frac{70 \text{ FT}}{21.3 \text{ M}}$	3
$\frac{20}{50}$	L P E D	$\frac{50 \text{ FT}}{15.2 \text{ M}}$	4
$\frac{20}{40}$	P E C F D	$\frac{40 \text{ FT}}{12.2 \text{ M}}$	5
$\frac{20}{30}$	E D F C Z P	$\frac{30 \text{ FT}}{9.14 \text{ M}}$	6
$\frac{20}{25}$	— F E L O P Z D	$\frac{25 \text{ FT}}{7.62 \text{ M}}$	7
$\frac{20}{20}$	— D E F P O T E C	$\frac{20 \text{ FT}}{6.10 \text{ M}}$	8
$\frac{20}{15}$	— L E F O D P C T	$\frac{15 \text{ FT}}{4.57 \text{ M}}$	9

- Nilai kebalikan sudut (dalam menit) terkecil dimana sebuah benda masih dapat dilihat dan dapat dibedakan
- Visus memberi pengertian tentang optik, dan memberi keterangan mengenai baik buruknya fungsi mata secara keseluruhan.

DAYA AKOMODASI MATA



KELAINAN PADA MATA



BIOOPTIK GEOMETRI

$$\frac{1}{S} + \frac{1}{S'} = \frac{1}{f}$$

- S : jarak benda
- S' : jarak bayangan
- f : titik fokus

$$p = \frac{1}{f}$$

CONTOH SOAL :

- Seorang penderita rabun dekat dengan titik dekat 150 cm ingin membaca pada jarak baca normal (25 cm). Berapa jarak focus dan kekuatan lensa yang harus digunakan ?

- DIK :

- $s' = -150 \text{ CM}$

- $s = 25 \text{ CM}$

- DIT :

- $\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f}$

- $\frac{1}{f} = \frac{1}{25} + \frac{1}{-150}$

- $\frac{1}{f} = \frac{6-1}{150}$

- $\frac{1}{f} = \frac{5}{150}$

- $f = \frac{150}{5}$

- $f = 30 \text{ cm}$

Seseorang yang mempunyai **mata normal** mengamati suatu benda pada titik jauh, di mana titik jauh mata normal adalah tak berhingga. Panjang fokus lensa mata sama dengan jarak antara kornea dan retina, yakni 2,5 cm, tentukan (a) jarak bayangan, (b) kekuatan lensa.

Sistem kornea-lensa mata berfungsi membiaskan dan memfokuskan berkas cahaya yang masuk ke dalam mata. Jika hanya disebutkan kornea saja maka anggap saja hanya kornea yang membiaskan berkas cahaya. Kornea berperan seperti lensa cembung atau **lensa konvergen** yang memfokuskan berkas cahaya menuju satu titik.

Diketahui :

Panjang fokus (f) mata = jarak antara kornea dan retina = +2,5 cm (positif karena termasuk lensa cembung).

Jarak benda (s) = tak berhingga

Ditanya : jarak bayangan (s')

Jawab :

(a) jarak bayangan

$$1/f = 1/s + 1/s'$$

Keterangan : f = panjang fokus, s = jarak benda, s' = jarak bayangan

$$1/s' = 1/f - 1/s = 1 / 2,5 - 1 / \infty = 1 / 2,5 - 0$$

$$1/s' = 1 / 2,5$$

$$s' = 2,5 \text{ cm} = 0,025 \text{ meter}$$

Jika jarak benda (s) adalah tak berhingga maka jarak bayangan (s') = panjang fokus (f).

(b) kekuatan alias daya lensa (P)

$$P = 1/f = 1/ 0,025 \text{ meter} = 40 \text{ Dioptri}$$

Sistem kornea-lensa mata berfungsi membiaskan dan memfokuskan berkas cahaya yang masuk ke dalam mata. Jika hanya disebutkan kornea saja maka anggap saja hanya kornea yang membiaskan berkas cahaya. Kornea berperan seperti lensa cembung atau **lensa konvergen** yang memfokuskan berkas cahaya menuju satu titik.

Diketahui :

Panjang fokus (f) mata = jarak antara kornea dan retina = +2,5 cm (positif karena termasuk lensa cembung).

Jarak benda (s) = tak berhingga

Ditanya : jarak bayangan (s')

Jawab :

(a) jarak bayangan

$$1/f = 1/s + 1/s'$$

Keterangan : f = panjang fokus, s = jarak benda, s' = jarak bayangan

$$1/s' = 1/f - 1/s = 1 / 2,5 - 1 / \infty = 1 / 2,5 - 0$$

$$1/s' = 1 / 2,5$$

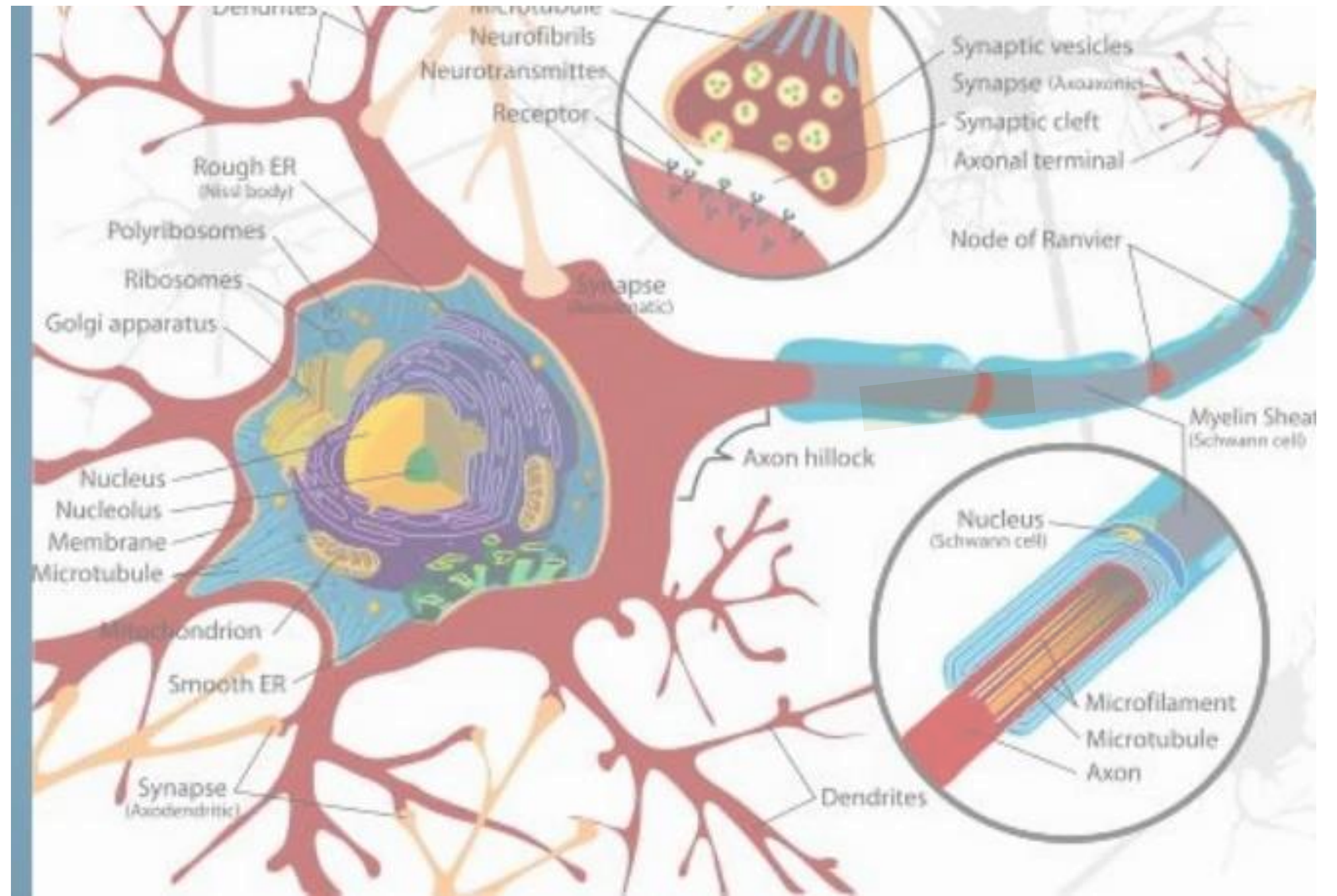
$$s' = 2,5 \text{ cm} = 0,025 \text{ meter}$$

Jika jarak benda (s) adalah tak berhingga maka jarak bayangan (s') = panjang fokus (f).

(b) kekuatan alias daya lensa (P)

$$P = 1/f = 1/ 0,025 \text{ meter} = 40 \text{ Dioptri}$$

BIOLISTRIK



BIOLISTRIK

Bioelektrisitas adalah segala yang bersangkutan dengan kelistrikan yang dihasilkan oleh tubuh. Kelistrikan yang dimaksud adalah segala yang berkaitan dengan muatan-muatan, ion-ion yang terdapat di dalam tubuh dan medan listrik yang dihasilkan oleh ion-ion dan muatan-muatan tersebut, serta tegangan yang dibangkitkannya

LISTRIK DIBAGI MENJADI 2



LISTRIK
STATIS

LISTRIK
DINAMIS

Hukum dalam Biolistrik

Hukum Ohm: $R = V/I$

Hukum Joule $Q = 0,24 V I t$

Arus listrik yang melawati konduktor dengan perbedaan tegangan dalam waktu tertentu akan menghasilkan panas.

KELISTRIKAN DALAM TUBUH

Sistem syaraf dan Neuron

Sistem Saraf: Pusat dan otonom

Sistem saraf pusat

otak, medulla spinalis dan saraf perifer(merupakan serat saraf yang mengirim informasi sensoris ke otak atau medulla spinalis disebut saraf afferent), yang mengirim informasi dari otak/medulla ke otot dan kelenjar disebut saraf efferent

Sistem saraf otonom

mengatur organ dalam tubuh, misal jantung, usus dan kelenjar

Neuron

- Merupakan struktur dasar sistem saraf atau disebut sel saraf
- sel saraf mempunyai fungsi menerima, interpretasi dan menghantarkan aliran listrik

Nukleus

Selubung Mielin

Sel Schwann

Neurit / Akson

Nodus Ranvier

Sinapsis

© 2013 HdSPicture

KELISTRIKAN OTOT JANTUNG

Sel membran otot jantung(miokardium) sangat berbeda dengan saraf yang lain.

Sel otot jantung tanpa rangsangan dari luar akan mencapai nilai ambang dan menghasilkan potensial aksi pada suatu rate/kec yang teratur yang disebut natural rate. Natural rate sangat menentukan frekuensi jantung

Tiga hal penting perbedaan sel otot jantung dengan sel otot yang lain:

- High speed conductive (konduksi berjalan dengan kec tinggi)
- Long refractory period (periode refraktor yang panjang)
- Automatisasi, tidak menghendaki rangsangan dari luar untuk mencapai nilai ambang

ELEKTROKARDIOGRAM

Pencatatan aktifitas listrik dari otot jantung setiap kontraksi.

Persiapan pencatatan EKG:

Mesin EKG yang dilengkapi 3 macam kabel yaitu :

- Satu kabel untuk listrik (power)
- Satu kabel untuk bumi (ground)
- Satu kabel untuk pasien (patient kabel) dan ini biasanya terdiri dari 6 buah kabel dengan stiker jantan pada ujungnya dan diberi tanda disamping warna yang menunjukkan tempat steker betina mana yang harus dihubungkan dengan steker jantan.

Plat elektroda yaitu :

- Elektroda extremitas dieratkan dengan bau pengikat khusus
- Elektroda dada dengan balon penghisap

Jelly elektroda

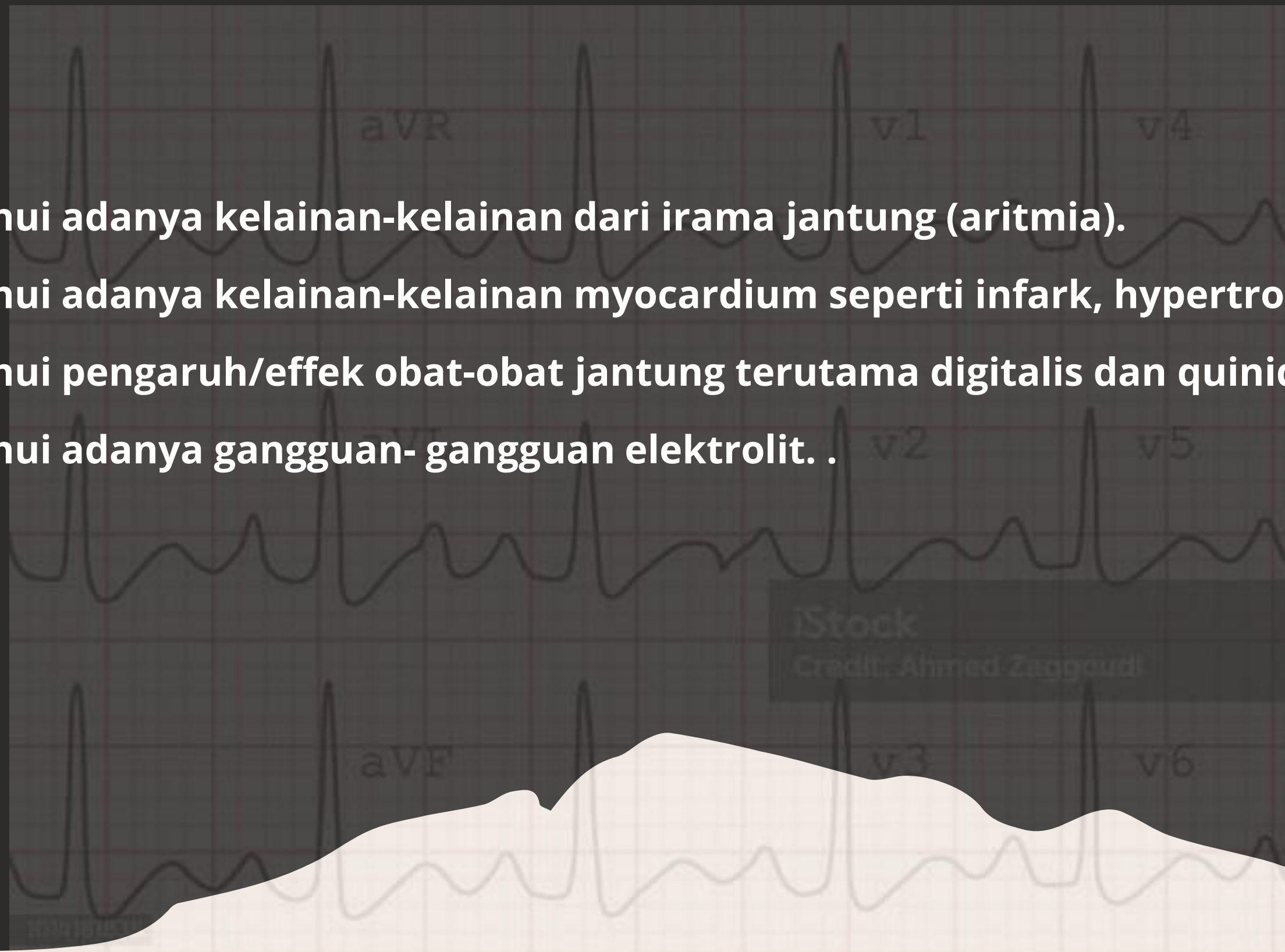
Kertas EKG (telah siap pada alat EKG)

Kertas tissue

ELEKTROKARDIOGRAM

TUJUAN EKG :

- **Untuk** mengetahui adanya kelainan-kelainan dari irama jantung (aritmia).
- Untuk mengetahui adanya kelainan-kelainan myocardium seperti infark, hypertrophy atrial.
- Untuk mengetahui pengaruh/efek obat-obat jantung terutama digitalis dan quinidin.
- Untuk mengetahui adanya gangguan- gangguan elektrolit. .



Contoh penerapan listrik dalam pengobatan

- Pembuluh darah dapat ditutup menggunakan electrocauter
- Beberapa pemotongan dapat dilakukan dengan bantuan listrik
- Stimulasi listrik otot yang rusak menggunakan elektroterapi
- Terapi syok listrik, dalam bidang psikiatri
- Defribilasi
- Selimut listrik, untuk kehangatan / mengobati hipotermia



THERMOFISIKA

HUKUM THERMODINAMIKA

Pada dasarnya perubahan suatu benda dari satu keadaan ke keadaan lain adalah perubahan dari satu kesetimbangan ke kesetimbangan lain, proses ini disebut Termodinamika.

Hukum I Termodinamika

Menggambarkan hukum kekekalan energi, memenuhi persamaan:

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta W$$

THERMOFISIKA

HUKUM THERMODINAMIKA

Pada dasarnya perubahan suatu benda dari satu keadaan ke keadaan lain adalah perubahan dari satu kesetimbangan ke kesetimbangan lain, proses ini disebut Termodinamika.

Hukum I Termodinamika

Menggambarkan hukum kekekalan energi, memenuhi persamaan:

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta W$$

METABOLISME SEBAGAI KONVERSI ENERGI

Metabolisme : proses perubahan yang terjadi dalam satu organisme (jumlah total reaksi kimia atau fisika yang diperlukan untuk kehidupan)

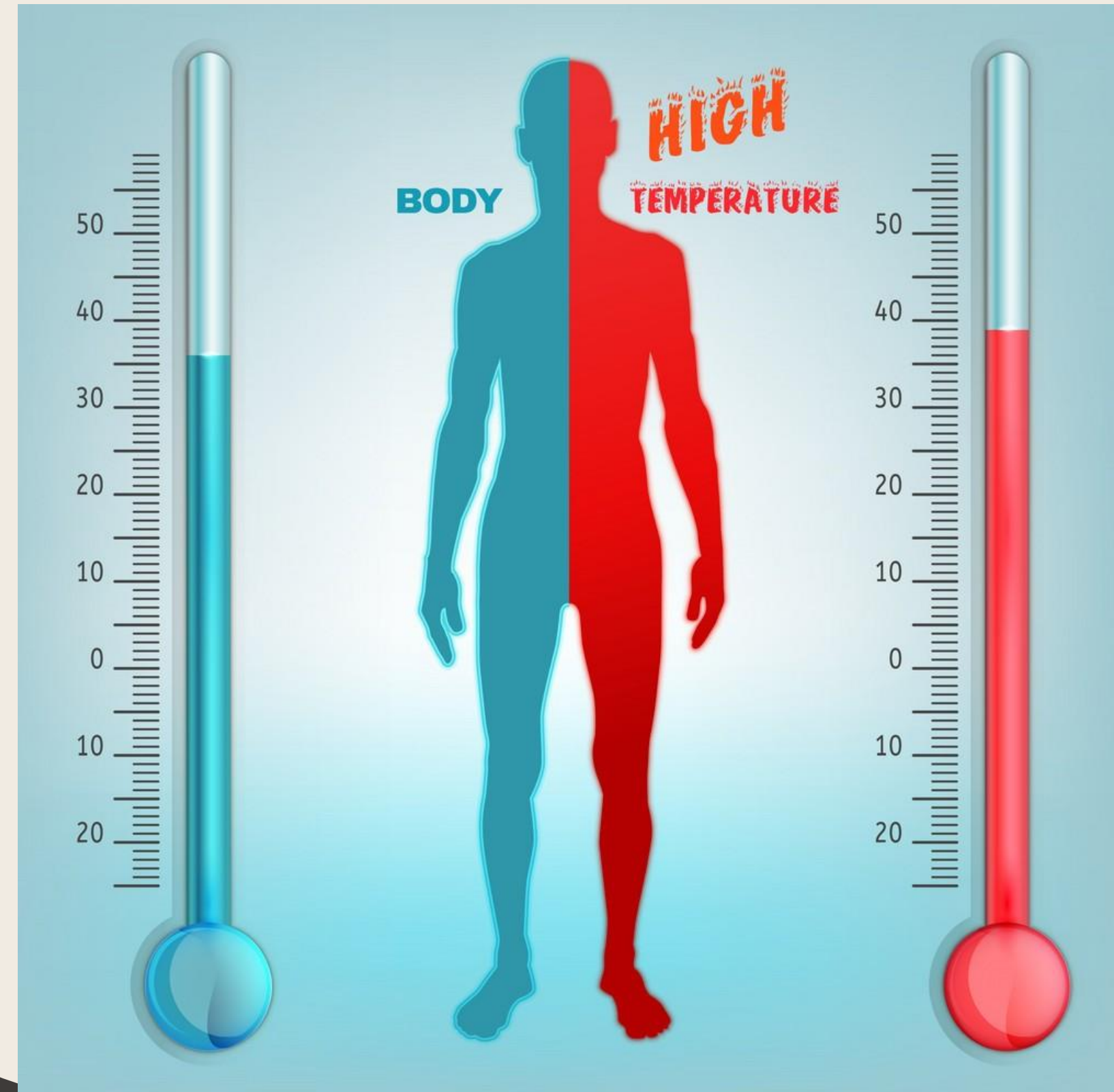
Kecepatan metabolisme : kecepatan dimana energi dalam diubah di dalam tubuh

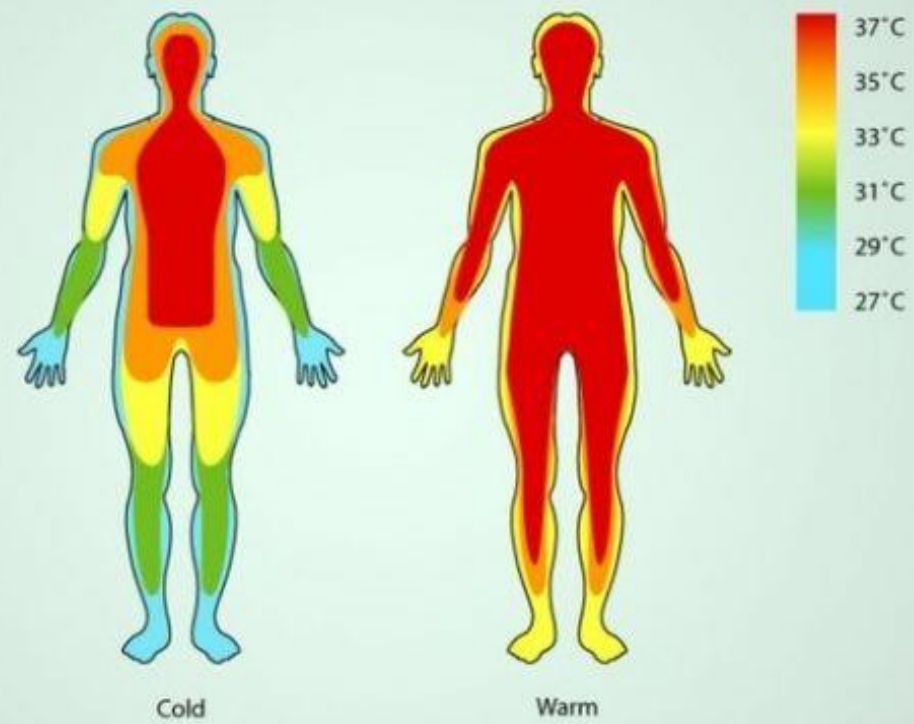
Dalam metabolisme terkandung Anabolisme dan Katabolisme

- Anabolisme: menunjukkan reaksi sintesis menjurus ke penyimpanan energi di dalam tubuh
- Katabolisme: menggambarkan kerusakan jaringan dan penggunaan sumber energi

APLIKASI THERMOFISIKA DALAM KESEHATAN

Suhu tubuh mencerminkan keseimbangan antara produksi panas dan kehilangan panas, dan diukur dalam unit panas yang disebut derajat.





Suhu inti □ jaringan dalam tubuh: rongga abdomen dan rongga pelvic □ Relatif konstan

Suhu permukaan □ suhu kulit, SC, dan lemak SC □ naik dan turun merespon thd lingkungan

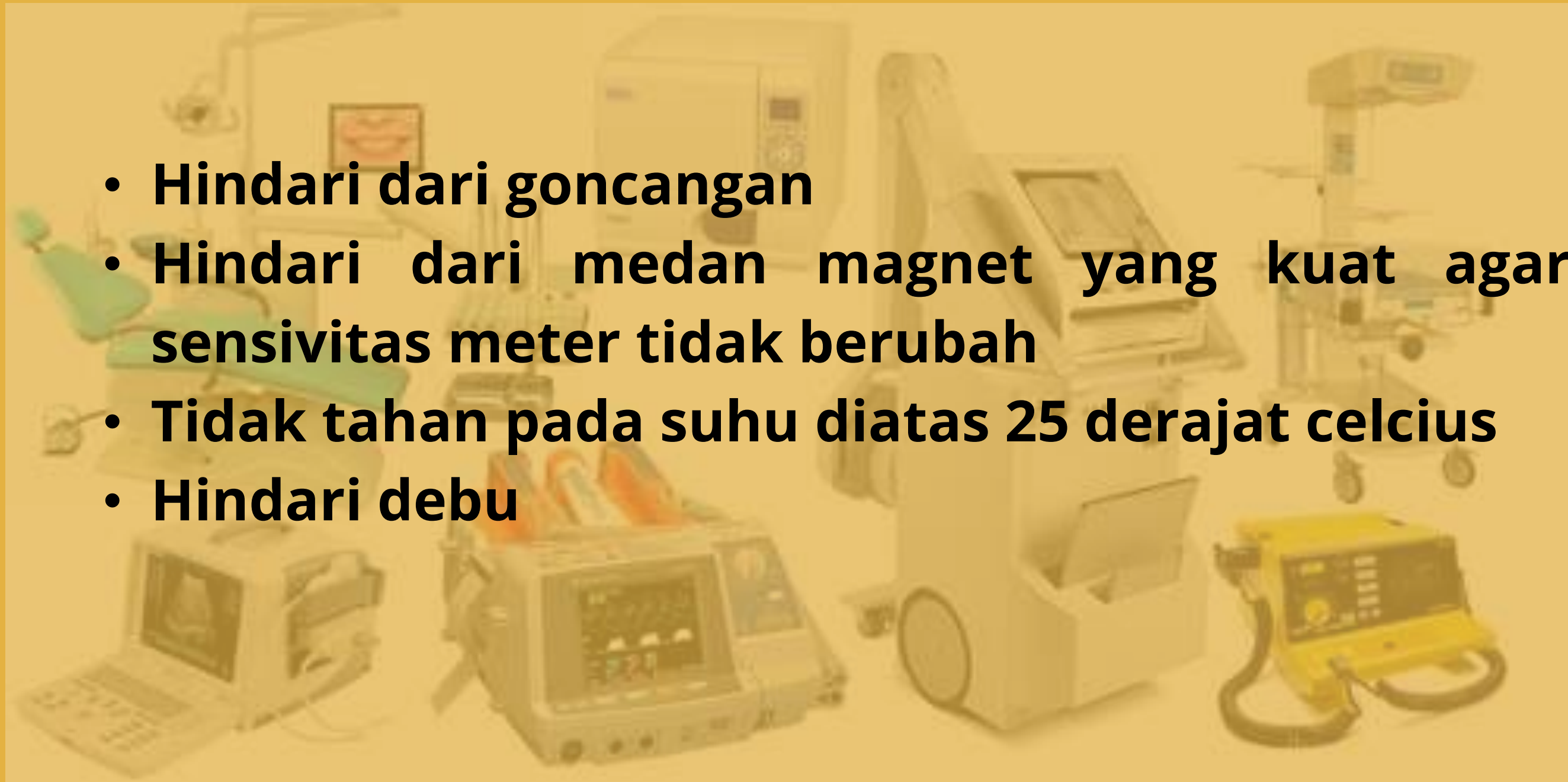
PRINSIP-PRINSIP FISIKA

PEMELIHARAAN ALAT KESEHATAN

Menurut KEMENKES No 31 tahun 2018 tentang Kesehatan, ALKES adalah instrumen, apparatus, mesin, implant yang digunakan untuk mencegah, mendiagnosa, menyembuhkan dan meringankan penyakit, merawat orang sakit, serta memulihkan kesehatan pada manusia dan atau membentuk struktur dan memperbaiki fungsi tubuh.

PERAWATAN ALAT ELEKTORNIKA

- **Hindari dari goncangan**
- **Hindari dari medan magnet yang kuat agar sensitivitas meter tidak berubah**
- **Tidak tahan pada suhu diatas 25 derajat celcius**
- **Hindari debu**



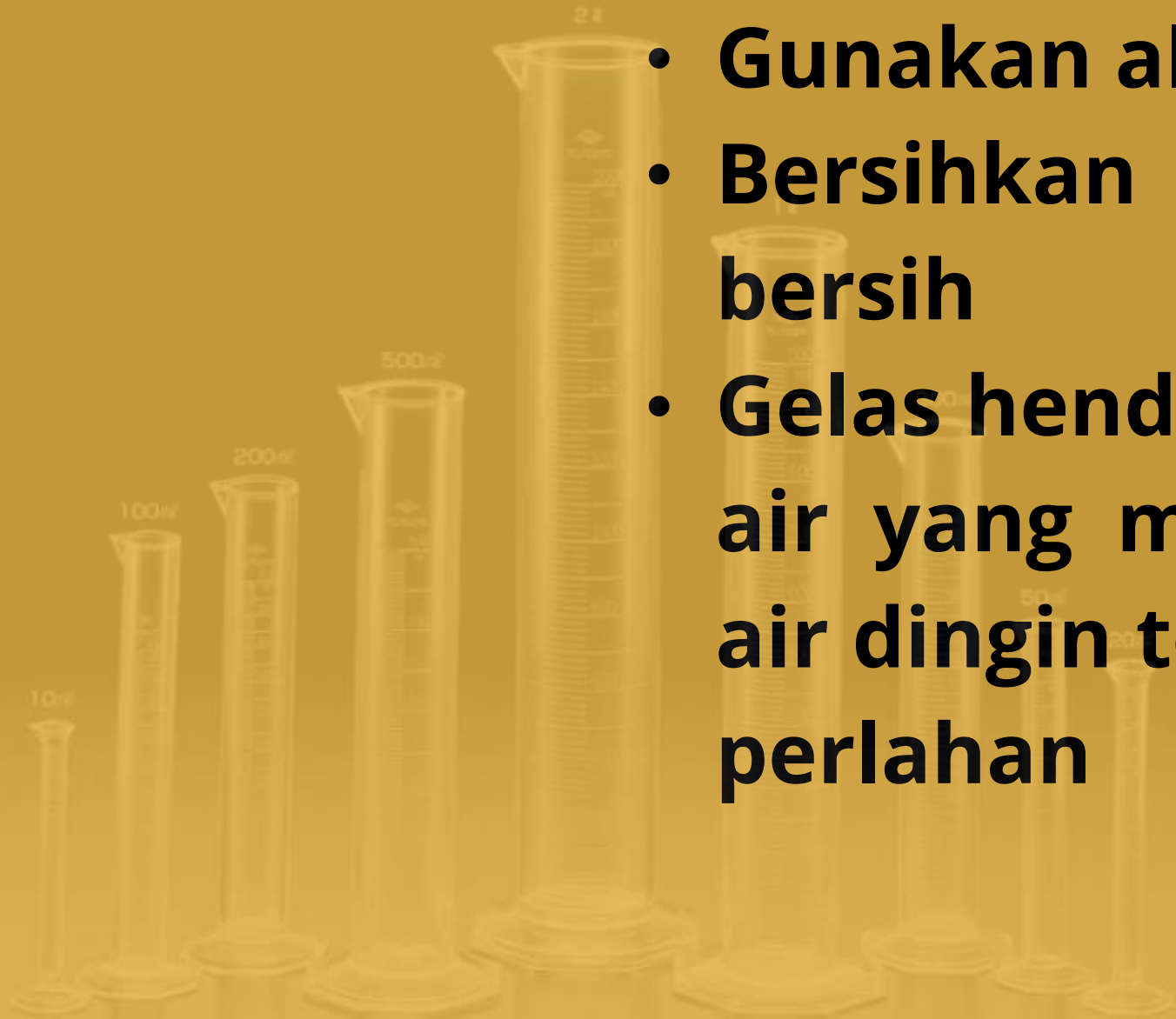
PERAWATAN ALAT DARI LOGAM

- **Harus disimpan pada suhu yang tinggi dan kering**
- **Sebelum disimpan, harus bersih dari debu**



PERAWATAN ALAT BAHAN BAKU GELAS

- Penyimpanan pada suhu 27-37 derajat C, dan diberi tambahan lampu 25 watt
- Gunakan alcohol untuk membersihkan
- Bersihkan kotoran dari gelas menggunakan air bersih
- Gelas hendaknya jangan langsung dimasukkan ke air yang mendidih, tetapi perlu dimasukkan ke air dingin terdahulu kemudian dipanaskan secara perlahan



PENGATURAN SUHU TUBUH

Maria Putri Sari Utami, M.Kep

ILMU BIOMEDIK DASAR

TOPIK :

- ▶ Pengaturan suhu
- ▶ Perhitungan BMR
- ▶ Pengukuran suhu tubuh



- ▶ Suhu tubuh adalah perbedaan antara jumlah panas yang diproduksi oleh proses tubuh dan jumlah panas yang hilang ke lingkungan luar
- ▶ Rasa suhu mempunyai dua submodalitas yaitu **rasa dingin dan rasa panas**. Reseptor dingin/panas berfungsi mengindrai rasa panas dan refleksi pengaturan suhu tubuh. Reseptor ini dibantu oleh reseptor yang terdapat di dalam system syaraf pusat. Dengan pengukuran waktu reaksi, dapat dinyatakan bahwa kecepatan hantar untuk rasa dingin lebih cepat dibandingkan dengan kecepatan hantaran rasa panas.

Lokasi pemeriksaan suhu tubuh :

1. mulut (oral) tidak boleh dilakukan pada anak/bayi,
2. anus (rectal) tidak boleh dilakukan pada klien dengan diare,
3. ketiak (aksila),
4. telinga (timpani/aural/otic) dan
5. dahi (arteri temporalis).



Macam-macam suhu tubuh menurut (TamsuriAnas 2007) :

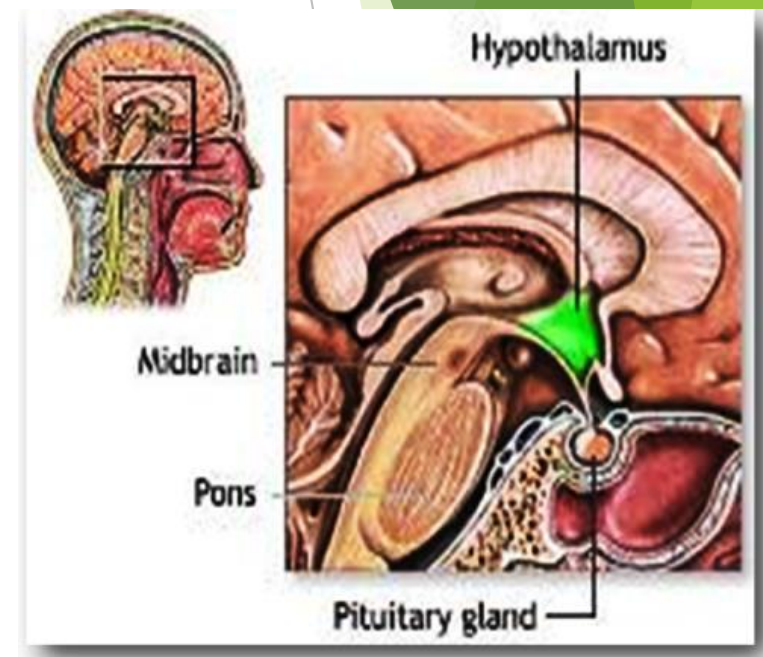
1. Hipotermi, bila suhu tubuh kurang dari 36°C
2. Normal, bila suhu tubuh berkisar antara $36 - 37,5^{\circ}\text{C}$
3. Febris / pireksia, bila suhu tubuh antara $37,5 - 40^{\circ}\text{C}$
4. Hipertermi, bila suhu tubuh lebih dari 40°C

Berdasarkan distribusi suhu di dalam tubuh, dikenal **suhu inti (*core temperatur*)**, yaitu suhu yang terdapat pada jaringan dalam, seperti kranial, toraks, rongga abdomen, dan rongga pelvis. Suhu ini biasanya dipertahankan relatif konstan (sekitar 37°C).

Selain itu, ada **suhu permukaan (*surface temperatur*)**, yaitu suhu yang terdapat pada kulit, jaringan subkutan, dan lemak. Suhu ini biasanya dapat berfluktuasi sebesar 20°C sampai 40°C

LOKASI PENGUKURAN SUHU	PERBEDAAN HASIL TEMPERATUR
Suhu Aksila	Lebih rendah 1 ° C dari suhu oral
Suhu rektal	Lebih tinggi 0,4-0,5 ° C dari suhu oral
Suhu aural/timpani	Lebih tinggi 0,8 ° C dari suhu oral

Suhu tubuh manusia cenderung berfluktuasi setiap saat. Banyak faktor yang dapat menyebabkan fluktuasi suhu tubuh. Untuk mempertahankan suhu tubuh manusia dalam keadaan konstan, diperlukan regulasi suhu tubuh. Suhu tubuh manusia diatur dengan mekanisme umpan balik (*feedback*) yang diperankan oleh pusat pengaturan suhu di **hipotalamus**



Organ Pengatur Suhu Tubuh



Termoregulator Hipotalamus

Hipo. Anterior
(mengatur
pembuangan panas)

Hipo. Posterior
(mengatur
penyimpanan panas)

memperoleh dua sinyal, yaitu :

1. berasal dari saraf perifer yang menghantarkan sinyal dari reseptor panas/dingin
2. berasal dari suhu darah yang memperdarahi bagian hipotalamus itu sendiri.

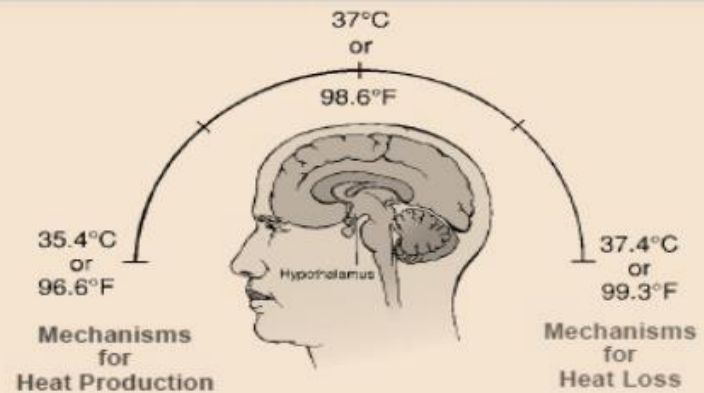
Thermostat hipotalamus memiliki semacam titik kontrol yang disesuaikan untuk mempertahankan suhu tubuh. Jika suhu tubuh turun sampai dibawah atau naik sampai di titik ini, maka pusat akan memulai impuls untuk menahan panas atau meningkatkan pengeluaran panas.

- ▶ Apabila pusat temperatur hipotalamus mendeteksi suhu tubuh yang terlalu panas, tubuh akan melakukan mekanisme umpan balik. Mekanisme umpan balik ini terjadi bila suhu inti tubuh telah melewati batas toleransi tubuh untuk mempertahankan suhu, yang disebut titik tetap (*set point*).
- ▶ Titik tetap tubuh dipertahankan agar suhu tubuh inti konstan pada 37°C. Apabila suhu tubuh meningkat lebih dari titik tetap, hipotalamus akan merangsang untuk melakukan serangkaian mekanisme untuk mempertahankan suhu dengan cara menurunkan produksi panas dan meningkatkan pengeluaran panas sehingga suhu kembali pada titik tetap.

Sistem Pengaturan Suhu Tubuh

- ▶ Suhu tubuh adalah suatu keadaan kulit dimana dapat diukur dengan menggunakan thermometer yang dapat di bagi beberapa standar penilaian suhu, antara lain : normal, hipertermi, hipotermi, dan febris

Pengaturan Suhu Tubuh oleh HIPOTALAMUS



Vasoconstriction
Shivering
Increased activity
Huddled position
Increased metabolism

Vasodilation
Sweating
Reduced activity
Stretched body
position
Decreased appetite

Ada beberapa macam thermometer untuk mengukur suhu tubuh:

1. The mercury-in-glass thermometer
2. The electrical digital reading thermometer
3. A radiometer attached to an auri scope-like head (untuk pengukuran suhu timfani)

Mekanisme Tubuh Ketika Suhu Tubuh Berubah

Mekanisme tubuh ketika suhu tubuh meningkat yaitu :

Vasodilatasi

Vasodilatasi pembuluh darah perifer hampir dilakukan pada semua area tubuh. Vasodilatasi ini disebabkan oleh hambatan dari pusat simpatis pada hipotalamus posterior yang menyebabkan vasokonstriksi sehingga terjadi vasodilatasi yang kuat pada kulit, yang memungkinkan percepatan pemindahan panas dari tubuh ke kulit hingga delapan kali lipat lebih banyak

Berkeringat

Pengeluaran keringat melalui kulit terjadi sebagai efek peningkatan suhu yang melewati batas kritis, yaitu 37°C. Pengeluaran keringat menyebabkan peningkatan pengeluaran panas melalui evaporasi. Peningkatan suhu tubuh sebesar 1°C akan menyebabkan pengeluaran keringat yang cukup banyak sehingga mampu membuang panas tubuh yang dihasilkan dari metabolisme basal 10 kali lebih besar.

Pengeluaran keringat merupakan salah satu mekanisme tubuh ketika suhu meningkat melampaui ambang kritis. Pengeluaran keringat dirangsang oleh pengeluaran impuls di area preoptik anterior hipotalamus melalui jaras saraf simpatis ke seluruh kulit tubuh kemudian menyebabkan rangsangan pada saraf kolinergik kelenjar keringat, yang merangsang produksi keringat. Kelenjar keringat juga dapat mengeluarkan keringat karena rangsangan dari epinefrin dan norefineprin

Penurunan pembentukan panas

Beberapa mekanisme pembentukan panas, seperti termogenesis kimia dan menggigil dihambat dengan kuat.

Mekanisme tubuh ketika suhu tubuh menurun, yaitu :

Vasokonstriksi kulit di seluruh tubuh

Vasokonstriksi terjadi karena rangsangan pada pusat simpatis hipotalamus posterior. Rangsangan simpatis menyebabkan otot erektorpili yang melekat pada folikel rambut berdiri. Mekanisme ini tidak penting pada manusia, tetapi pada binatang tingkat rendah, berdirinya bulu ini akan berfungsi sebagai isolator panas terhadap lingkungan.

Peningkatan pembentukan panas

Pembentukan panas oleh sistem metabolisme meningkat melalui mekanisme menggigil, pembentukan panas akibat rangsangan simpatis, serta peningkatan sekresi tiroksin.

Penjaluran Sinyal Suhu Tubuh Pada Sistem Saraf

Pusat pengaturan suhu tubuh yang berfungsi sebagai termostat tubuh adalah suatu kumpulan neuron-neuron di bagian anterior hypothalamus yaitu: **Preoptic area**. Area ini menerima impuls-impuls syaraf dari termoreseptor dari kulit dan membran mukosa serta dalam hipotalamus. Neuron-neuron pada area preoptic membangkitkan impuls syaraf pada frekwensi tinggi ketika suhu darah meningkat dan frekwensi berkurang jika suhu tubuh menurun. Impuls-impuls syaraf dari area preoptic menyebar menjadi 2 bagian dari hipotalamus diketahui sebagai pusat hilang panas dan pusat peningkatan panas, dimana ketika distimulasi oleh area preoptic, mengatur kedalam serangkaian respon operasional yang meningkatkan dan menurunkan suhu tubuh secara berturut-turut.

Termoregulasi adalah proses fisiologis yang merupakan kegiatan integrasi dan koordinasi yang digunakan secara aktif untuk mempertahankan suhu inti tubuh melawan perubahan suhu dingin atau hangat

Pusat suhu pengaturan tubuh manusia ada di Hipotalamus, oleh karena itu jika hipotalamus terganggu maka mekanisme pengaturan suhu tubuh juga akan terganggu dan mempengaruhi thermostat tubuh manusia. Mekanisme pengaturan suhu tubuh manusia erat kaitannya antara kerja sama system syaraf baik otonom, somatic dan endokrin. Sehingga ketika membahas mengenai pengaturan suhu oleh systempersyarafan maka tidak lepas pula kaitannya dengan kerja system endokrin terhadap mekanisme pengaturan suhu tubuh seperti TSH dan TRH

Bagian otak yang berpengaruh terhadap pengaturan suhu tubuh adalah **hipotalamus anterior dan hipotalamus posterior**. **Hipotalamus anterior (AH/POA)** berperan **meningkatkan hilangnya panas, vasodilatasi dan menimbulkan keringat**. **Hipotalamus posterior (PH/ POA)** berfungsi **meningkatkan penyimpanan panas, menurunkan aliran darah, piloerektif, menggigil, meningkatnya produksi panas, meningkatkan sekresi hormon tiroid dan mensekresiepinephrine dan norepinephrine serta meningkatkan basal metabolisme rate**.

Jika terjadi penurunan suhu tubuh inti, maka akan terjadi mekanisme homeostasis yang membantu memproduksi panas melalui mekanisme feedback negatif untuk dapat meningkatkan suhu tubuh ke arah normal (Tortora, 2000). Thermoreseptor di kulit dan hipotalamus mengirimkan impuls syaraf ke area preoptic dan pusat peningkatan panas di hipotalamus, serta sel neurosekretory hipotalamus yang menghasilkan hormon TRH (Thyrotropinreleasing hormon) sebagai tanggapan. Hipotalamus menyalurkan impuls syaraf dan mensekresi TRH, yang sebaliknya merangsang Thyrotroph di kelenjar pituitary anterior untuk melepaskan TSH (Thyroidstimulating hormon). Impuls syaraf dihipotalamus dan TSH kemudian mengaktifkan beberapa organ efektor.

Berbagai organ fektor akan berupaya untuk meningkatkan suhu tubuh untuk mencapai nilai normal, diantaranya adalah :

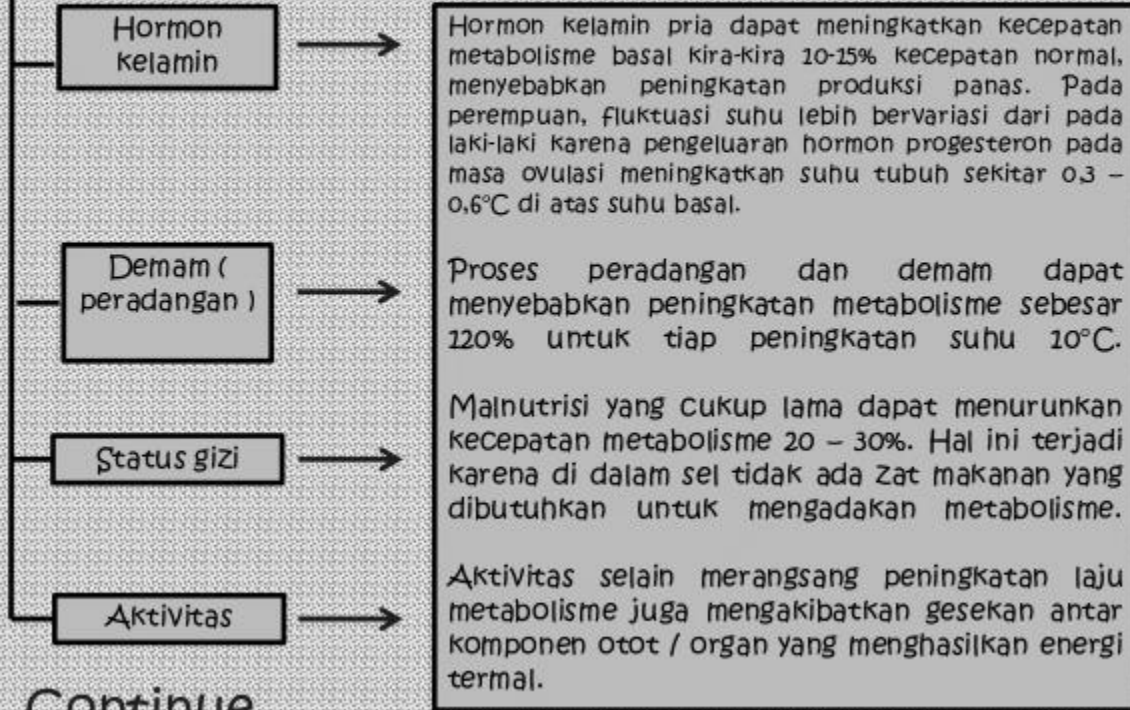
Impuls syaraf dari pusat peningkatan panas merangsang syaraf simpatis yang menyebabkan pembuluh darah kulit akan mengalami vasokonstriksi. Vasokonstriksi menurunkan aliran darah hangat, sehingga perpindahan panas dari organ internal ke kulit. Melambatnya kecepatan hilangnya panas menyebabkan temperatur tubuh internal meningkatkan reaksi metabolic melanjutkan untuk produksi panas

Impuls syaraf di nervus simpatis menyebabkan medulla adrenal merangsang pelepasan epinephrine dan norepinephrine ke dalam darah. Hormon sebaliknya, menghasilkan peningkatan metabolisme selular, dimana meningkatkan produksi panas.

Pusat peningkatan panas merangsang bagian otak yang meningkatkan tonus otot dan memproduksi panas. Tonus otot meningkat, dan terjadi siklus yang berulang-ulang yang disebut menggigil. Selama menggigil maksimum, produksi panas tubuh dapat meningkat 4x dari basalrate hanya dalam waktu beberapa menit.

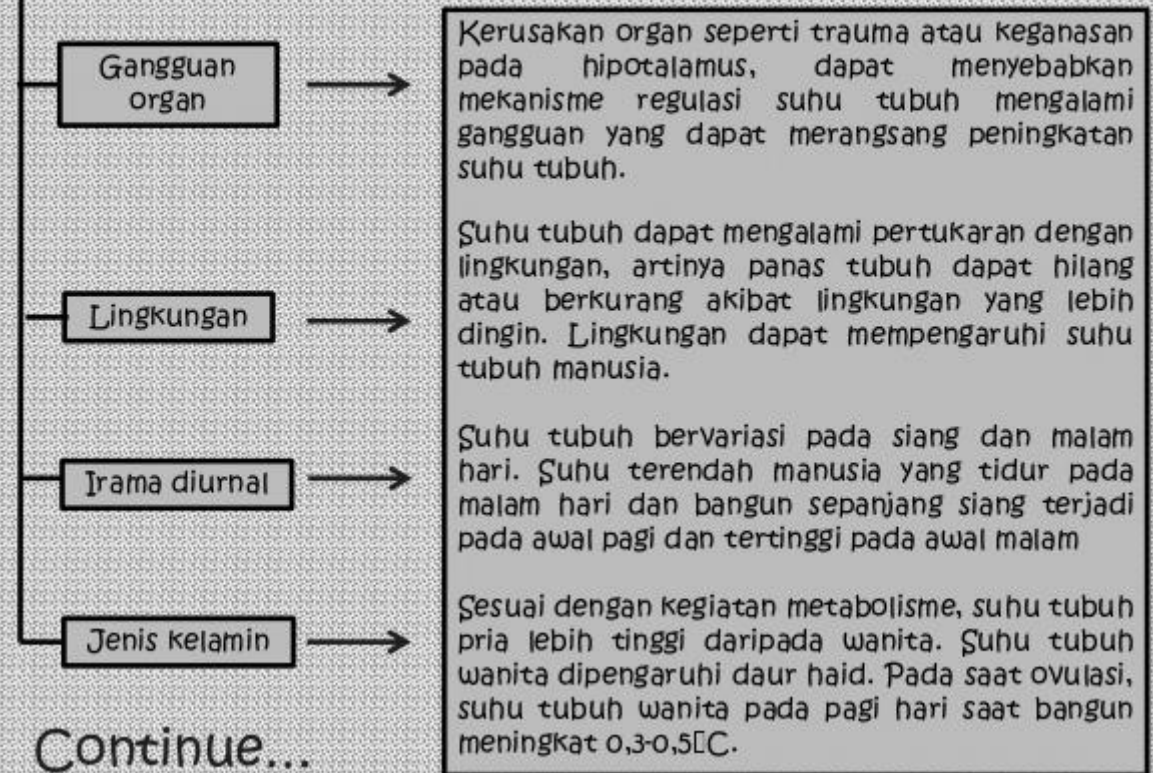
Kelenjar tiroid memberikan reaksi terhadap TSH dengan melepaskan lebih hormon tiroid kedalam darah. Peningkatan kadar hormon tiroid secara perlahan-lahan meningkatkan metabolisme rate, dan peningkatan suhu tubuh. Jika suhu tubuh meningkat diatas normal maka putaran mekanisme feedback negatif berlawanan dengan yang telah disebutkan diatas.

Faktor yang mempengaruhi Suhu Tubuh



Continue...

Faktor yang mempengaruhi Suhu Tubuh



Continue...

BMR (Basal Metabolic Rate)

Laju Metabolisme Dasar (LMD)

Energi minimal yang diperlukan tubuh dalam keadaan istirahat, sempurna baik fisik maupun mental, berbaring tapi tidak tidur, dalam suhu ruangan 25°C (Darwin dalam Irianto, 2007).

BMR menjadi salah satu indicator untuk mengetahui kebutuhan kalori selain aktiviats fisik.

Dipengaruhi oleh :

1. Luas permukaan tubuh
2. Jumlah jam tidur
3. Aktifitas
4. Status kesehatan
5. Status hamil atau menyusui
6. Specific Dynamic Action

Dasar Perhitungan

1. Berat Perhitungan
2. Jumlah kalori per hari
3. Aktifitas, kesehatan, hamil, menyusui, jumlah jam tidur
4. SDA

Berat Perhitungan

1. Alasan : Ada perubahan kondisi kesehatan / status gizi tanpa membuat pasien menderita
2. Didapat dari $i = (\text{Berat ideal} + \text{Berat nyata}) : 2$
3. Berat ideal = $90\% \times (\text{Tinggi Badan} - 100)$

Misalnya : BB = 60 kg, TB = 165 cm

Berat ideal = $90\% \times (165 - 100)$

$$= 90\% \times (65) = 58,5$$

Berat perhitungan = $(58,5 + 60) : 2$

$$= 59,25$$

Status Wanita

Hamil :+ 300 kkal

Menyusui : + 500 kkal



Koreksi Tidur

1. Tidak ada tonus
2. BP x lamanya tidur x 0.1 kkal



Aktifitas

- Versi 1

<i>Tk.Aktivitas</i>	<i>Jenis aktivitas</i>	<i>Keb. Kalori</i>
Sangat ringan	Tidur, baring, duduk, menulis	+ 30%
Ringan	Menyapu, menjahit, mencuci piring, menghias ruangan	+ 50%
Sedang	Mencangkul, menyabit rumput	+ 75%
Berat	Mengggergaji pohon dengan gergaji tangan	+ 100%

- Versi 2

<i>Tk.Aktivitas</i>	<i>Jenis aktivitas</i>	<i>Keb. Kalori</i>
istirahat	Tidur, baring, duduk, menonton tv	+ 20%
Ringan	Menulis, menjahit, mencuci piring, menghias ruangan	+ 30%
Sedang	Mencuci baju tanpa mesin cuci, menyetrika berdiri, mengepel lantai	+ 40%
Berat	Mengggergaji pohon dengan gergaji tangan, menarik becak, bersepeda jauh	+ 50%

STATUS KESEHATAN

Demam :

setiap kenaikan suhu 1°C

mendapat tambahan 10% -13%

SDA/Specific Dinamic Action

Energi yang diperlukan usus untuk pencernaan, jantung untuk berdenyut,

dsb

10% BMR + BMR total

CONTOH SOAL

Wanita menyusui bekerja sebagai guru, tinggi badan 160 cm, berat badan 64 kg, dalam keadaan sehat, tidur selama 6 jam sehari. Berapa energi yang diperlukan wanita tersebut perharinya?

Pembahasan :

Menyusui = 500 kalori

Guru = +75%

TB = 160 cm

BB = 64 kg

Berat perhitungan = 59

Tidur = 6 jam sehari

Koreksi tidur = $59 \times 6 \times 0,1 = 35,4$

$$\begin{aligned} \text{BMR sementara} &= 500 + 59 + 35,4 \\ &= 594,4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Aktivitas} &= 75\% \times 594,4 \\ &= 585,55 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{SDA} &= 10\% \text{ BMR} + \text{BMR total} \\ &= (10\% \times 594,4) + 1179,95 \\ &= 1239,39 \end{aligned}$$

Cara untuk menghitung BMR berdasarkan rumus Harris Benedict sebagai berikut :

- ▶ BMR Laki-laki = $66,42 + (13,75 \text{ BB}) + (5 \text{ TB}) - (6,78 \text{ U})$
- ▶ BMR Perempuan = $655,1 + (9,65 \text{ BB}) + (1,85 \text{ TB}) - (4,68 \text{ U})$

Keterangan :

BMR : Basal Metabolic Rate

BB : Berat Badan (kg)

TB : Tinggi Badan (cm)

U : Usia (dalam tahun)

Tabel 1 : Basal Metbolisme Rate (BMR) untuk laki-laki berdasarkan Berat Badan

Jenis Kelamin	Berat Badan (Kg)	Energi (Kal)		
		10-18 th	18-30 th	30-60 th
Laki-laki	55	1625	1514	1499
	60	1713	1589	1556
	65	1801	1664	1613
	70	1889	1739	1670
	75	1977	1814	1727
	80	2065	1889	1785
	85	2154	1964	1842
	90	2242	2039	1899

(Sumber : Burke, 1992)

Tabel 2 : Basal Metbolic Rate (BMR) untuk perempuan berdasarkan berat badan

Jenis Kelamin	Berat Badan (Kg)	Energi (Kal)		
		10-18 th	18-30 th	30-60 th
Perempuan	40	1224	1075	1167
	45	1291	1149	1207
	50	1357	1223	1248
	55	1424	1296	1288
	60	1491	1370	1329
	65	1557	1444	1369
	70	1624	1518	1410
	75	1691	1592	1450

(Sumber : Burke, 1992)

TerimaKasih.

METABOLISME DAN PENGATURAN SUHU

**By :
Maria Putri Sari, M.Kep.**

**PRODI D3 KEPERAWATAN
STIKES NOTOKUSUMO YOGYAKARTA**

JADWAL PERTEMUAN

PERTEMUAN PERTAMA

- Metabolisme karbohidrat
- Metabolisme lemak

PERTEMUAN KEDUA

- Metabolisme Protein
- Pengaturan hormonal dalam metabolisme

PERTEMUAN KETIGA

- Pengaturan suhu
- Perhitungan BMR
- Pengukuran suhu tubuh



Pertemuan Pertama :

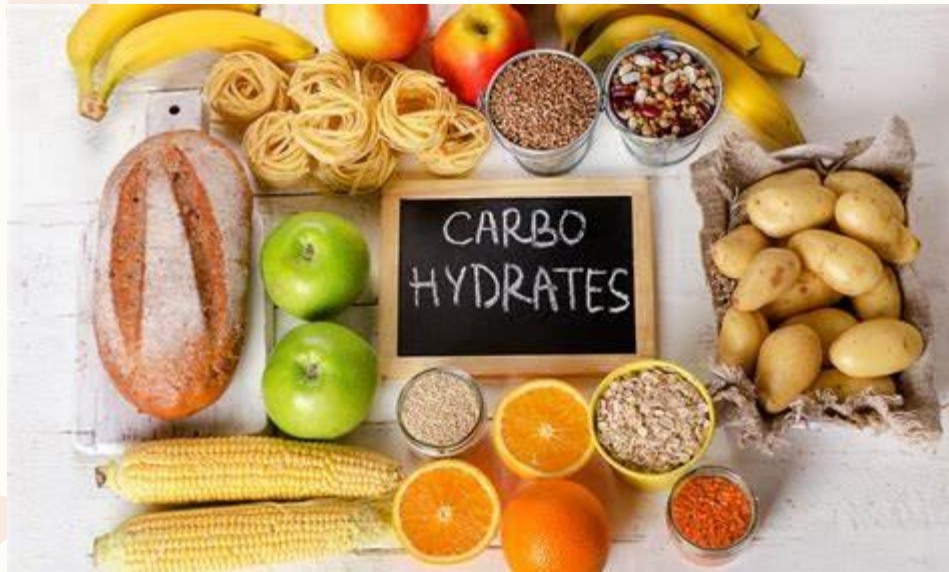
Metabolisme Karbohidrat

Pengertian Karbohidrat

karbon dan air (karbo: Karbon, hidrat: air).

Secara sederhana pengertian karbohidrat adalah senyawa yang terdiri dari unsur atom karbon (C), hidrogen (H) dan oksigen (O), ikatan ketiganya dengan komposisi tertentu yang disebut gula.

Setelah Anda mengetahui arti karbohidrat kita juga akan sedikit mengenal rumus umum dari karbohidrat adalah: $C_n(H_2O)_n$ atau $C_nH_{2n}O_n$. **gula = tepung = karbohidrat = sumber tenaga**



Anda dapat mengidentifikasi dengan sifat karbohidrat tersebut yaitu rasa manis. Jika kita memakan karbohidrat atau gula maka jumlah energi yang kita miliki akan semakin banyak yang tersimpan dalam tubuh

Macam-macam Karbohidrat

Monosakarida Disakarida Polisakarida



Monosaccharide

*fruits, vegetables, honey,
nuts*



Disaccharide-

sugars, milk



Polysaccharides-

*(starchy foods)-
rice, potatoes, corn, wheat*

Karbohidrat Ikatan Sederhana

merupakan gugus karbohidrat yang disusun atas **satu** molekul sakarida (**monosakarida**) atau **dua** molekul sakarida (**disakarida**).

Ikatan molekul ini mudah di pisahkan oleh enzim dalam pencernaan kita. Anda dapat mengetahui mono atau disakarida berdasarkan karakteristik dasarnya yaitu berasa manis dibandingkan dengan polisakarida (tepung dan serat)

Monosakarida

Monosakarida adalah karbohidrat yang mempunyai ikatan paling sederhana dan sudah tidak dapat dipecah lagi lebih kecil.

Glukosa merupakan gula yang berada dalam komponen darah kita dan sangat penting sebagai sumber tenaga kita. Glukosa ini merupakan hasil akhir dari penguraian karbohidrat dan siap digunakan sebagai sumber energi pada sel tubuh kita.

Gula putih dan gula merah merupakan contoh glukosa di sekitar kita, jika kita konsumsi maka hasil penyerapan di usus halus dapat langsung digunakan sebagai sumber energi oleh sel-sel dalam tubuh kita melalui glikolisis



Fruktosa

monosakarida yang sering kita kenal sebagai gula termanis, terdapat dalam **madu** dan **buah-buahan** bersama glukosa. Untuk dapat digunakan sebagai energi tubuh fruktosa harus diubah menjadi glukosa di hati.

terasa lebih manis dibanding glukosa dan laktosa, namun jika kita konsumsi tidak dapat diubah menjadi energi sebelum diubah menjadi glukosa. Proses perubahan fruktosa menjadi glukosa terjadi di hepar.

Galaktosa

Umumnya berikatan dengan glukosa dalam bentuk laktosa dan jarang terdapat bebas di alam. Galaktosa mempunyai **rasa kurang manis** jika dibandingkan dengan glukosa dan **kurang larut dalam air**, contohnya susu. Seperti halnya fruktosa untuk dapat digunakan sebagai energi tubuh galaktosa juga harus diubah menjadi glukosa di hati.

Disakarida

karbohidrat yang tersusun dari 2 molekul monosakarida, yang dihubungkan oleh ikatan glikosida. Berikut ini beberapa disakarida yang banyak terdapat di alam.

Maltosa adalah suatu disakarida dan merupakan hasil dari penguraian sebagian dari tepung (amilum). Maltose merupakan gula yang terdiri dari ikatan glukosa dan glukosa.

Sukrosa terdapat dalam gula tebu dan gula bit. Dalam kehidupan sehari-hari sukrosa dikenal dengan gula pasir. Sukrosa tersusun oleh molekul glukosa dan fruktosa.

Laktosa gula yang disusun oleh molekul glukosa dan galaktosa. Dalam kehidupan sehari-hari laktosa kita kenal sebagai gula dalam susu, yang mempunyai rasa tidak terlalu manis dan relative sulit larut air

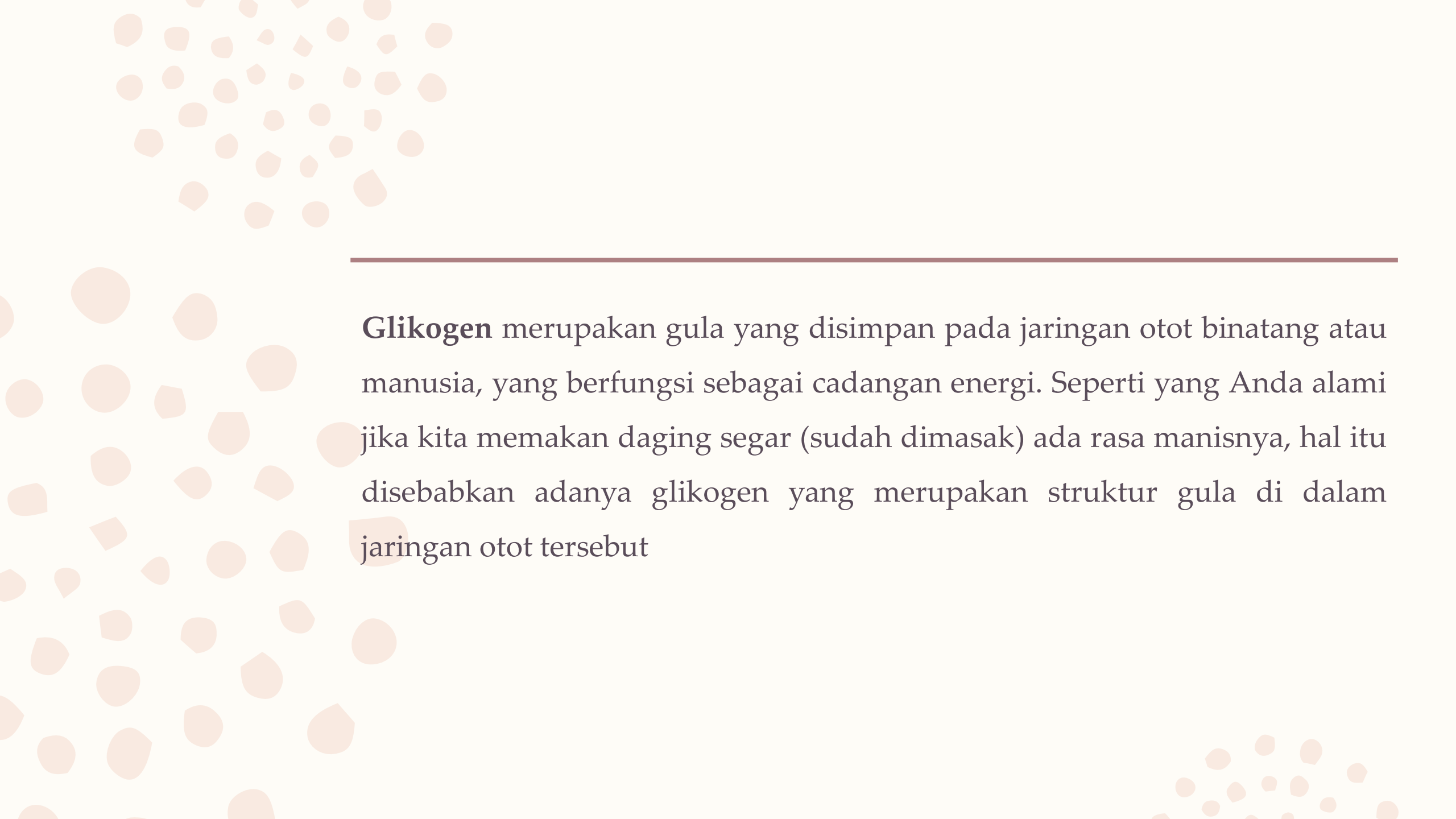
Karbohidrat Ikatan Kompleks (polisakarida, sellulosa/serat).

kumpulan beberapa ikatan rantai monosakarida, dengan ikatannya ini masing-masing ikatan kompleks karbohidrat mempunyai karakter yang spesifik. Karakteristiknya dapat kita bedakan menjadi dua kelompok yaitu:

Secara fungsional:

Zat tepung dalam kehidupan sehari-hari kita mengenal tepung yang digunakan untuk membuat makanan. Tepung tersebut dapat diperoleh dari hasil umbi-umbian (ketela, umbi jalar dll), batang tanaman (sagu) ataupun dari biji-bijian (jagung, padi dll. Semua zat tepung tersebut mengandung amilopektin ataupun amilum, kedua zat tersebut berfungsi sebagai penyedia energi dari tumbuhan.





Glikogen merupakan gula yang disimpan pada jaringan otot binatang atau manusia, yang berfungsi sebagai cadangan energi. Seperti yang Anda alami jika kita memakan daging segar (sudah dimasak) ada rasa manisnya, hal itu disebabkan adanya glikogen yang merupakan struktur gula di dalam jaringan otot tersebut

Secara struktural :

Serat sangat penting untuk menyeimbangkan penyerapan unsur makro dalam pencernaan kita jika terjadi kelebihan. Intake serat sehari yang dianjurkan dalam sehari **25-35 gram**. secara struktural serat dibagi menjadi dua jenis:

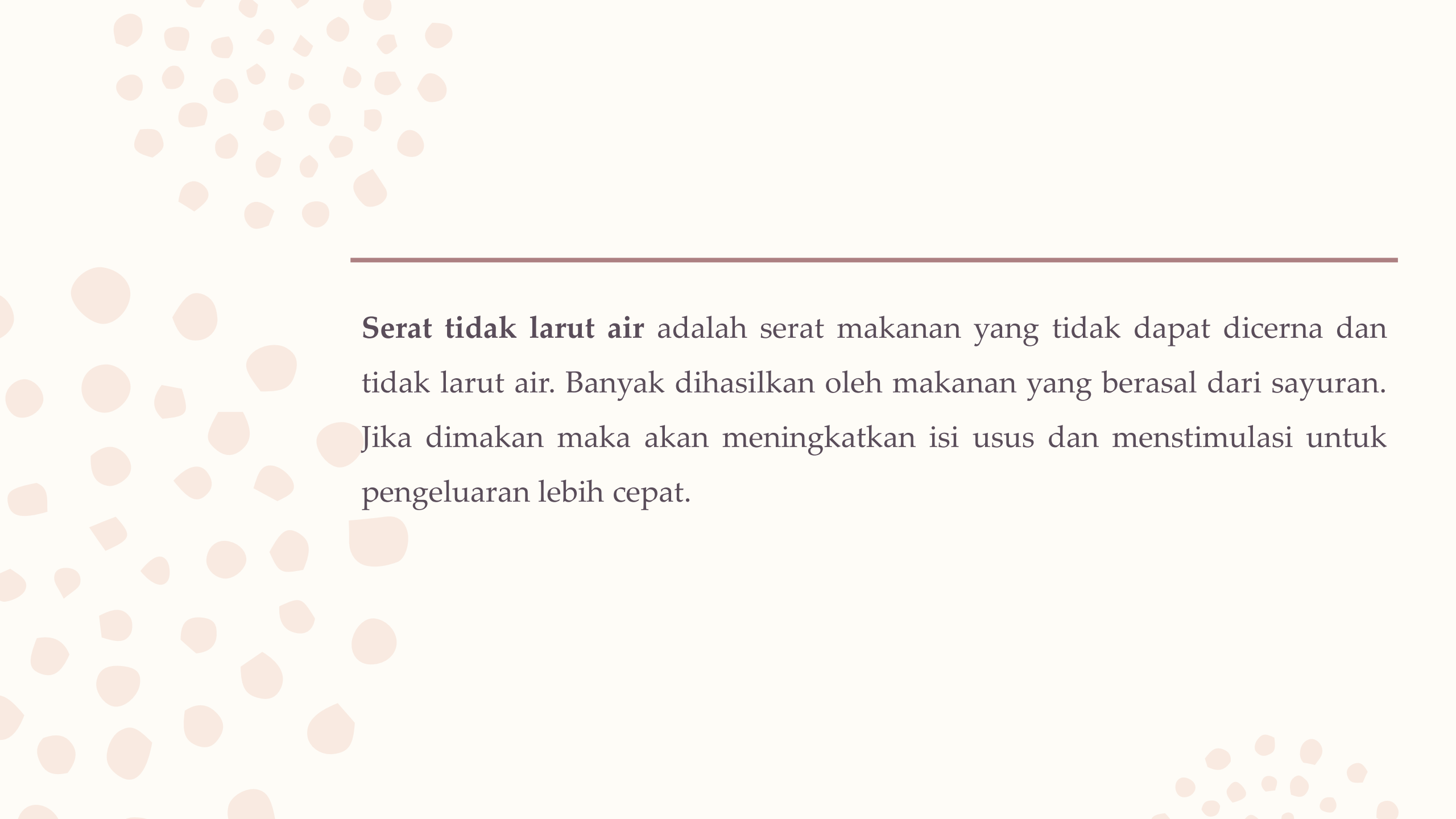


Serat larut air

serat yang larut dalam air namun tidak dapat dicerna dalam pencernaan manusia karena kita tidak mempunyai enzim untuk menguraikan serat tersebut. Serat larut dalam air terdapat banyak pada buah-buahan dan jelly atau agar-agar.

Di dalam usus serat larut air menghambat proses penyerapan makan, sehingga dapat digunakan untuk menghambat penyerapan lemak maupun zat gula pada penderita diabetes militus.





Serat tidak larut air adalah serat makanan yang tidak dapat dicerna dan tidak larut air. Banyak dihasilkan oleh makanan yang berasal dari sayuran. Jika dimakan maka akan meningkatkan isi usus dan menstimulasi untuk pengeluaran lebih cepat.

FUNGSI KARBOHIDRAT

Tempat penyimpanan energi

- sebagai sumber energi ini diperankan oleh glukosa, zat tepung (amilose dan amilopectin) dan glikogen yang merupakan cadangan energi yang disimpan pada jaringan hati dan otot rangka

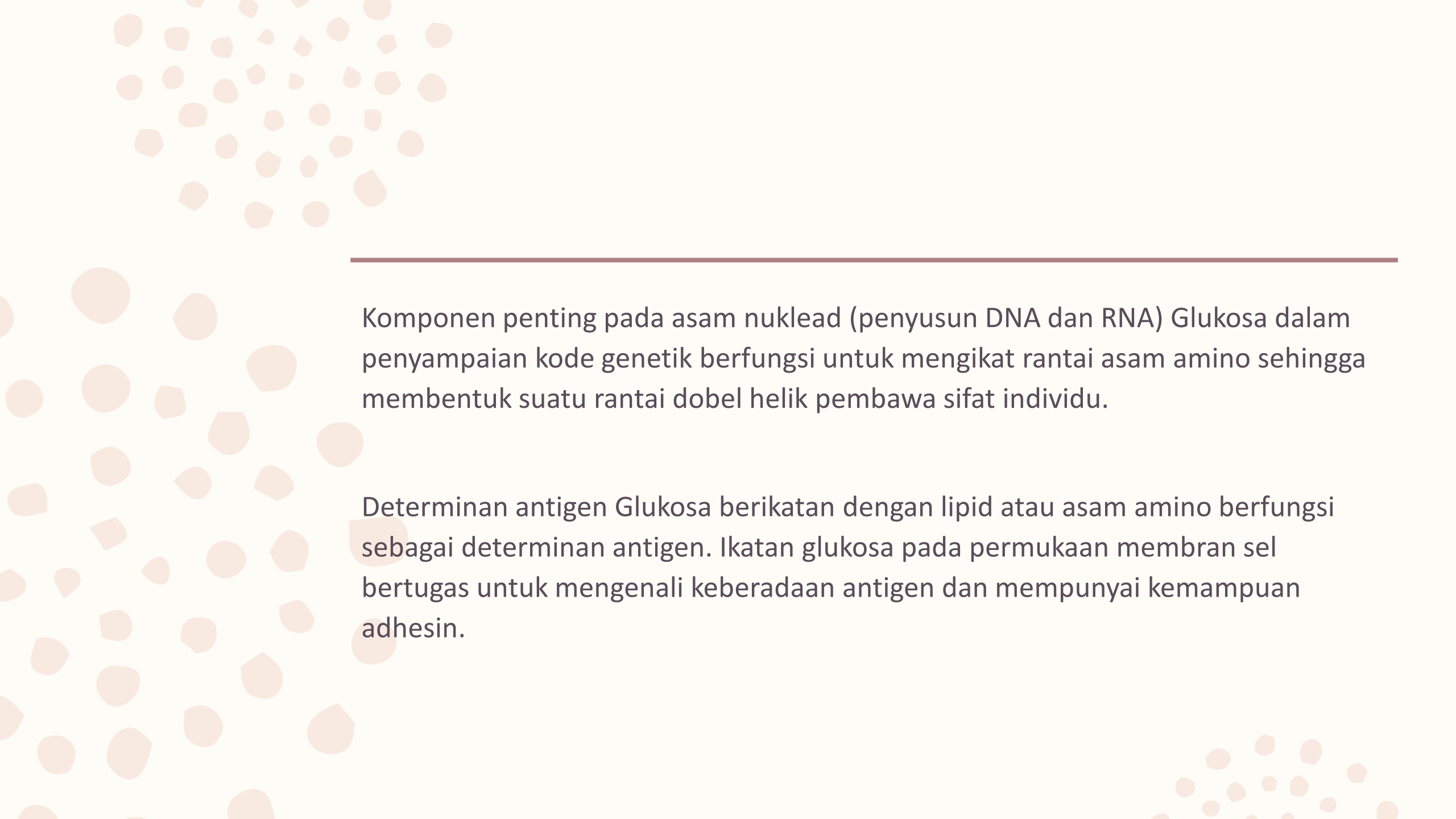
Komponen struktur jaringan pendukung

- komponen struktur pendukung sel atau jaringan tubuh
- Karbohidrat sebagai pendukung diperankan oleh: Cellulose, chitin, GAGs.

Cellulose ikatan rantai panjang molekul glukosa yang berfungsi utama sebagai penyusun dinding sel, sehingga mempunyai struktur yang kuat

Chitin merupakan senyawa polisakarida yang mengandung nitrogen, mempunyai karakteristik sebagai pelindung semitransparan dan berfungsi sebagai struktur sel (exoskeleton)

Glicosaminoglicans (GAGs) merupakan polisakarida yang berada pada permukaan jaringan mukosa berfungsi sebagai pelindung dan adheren.



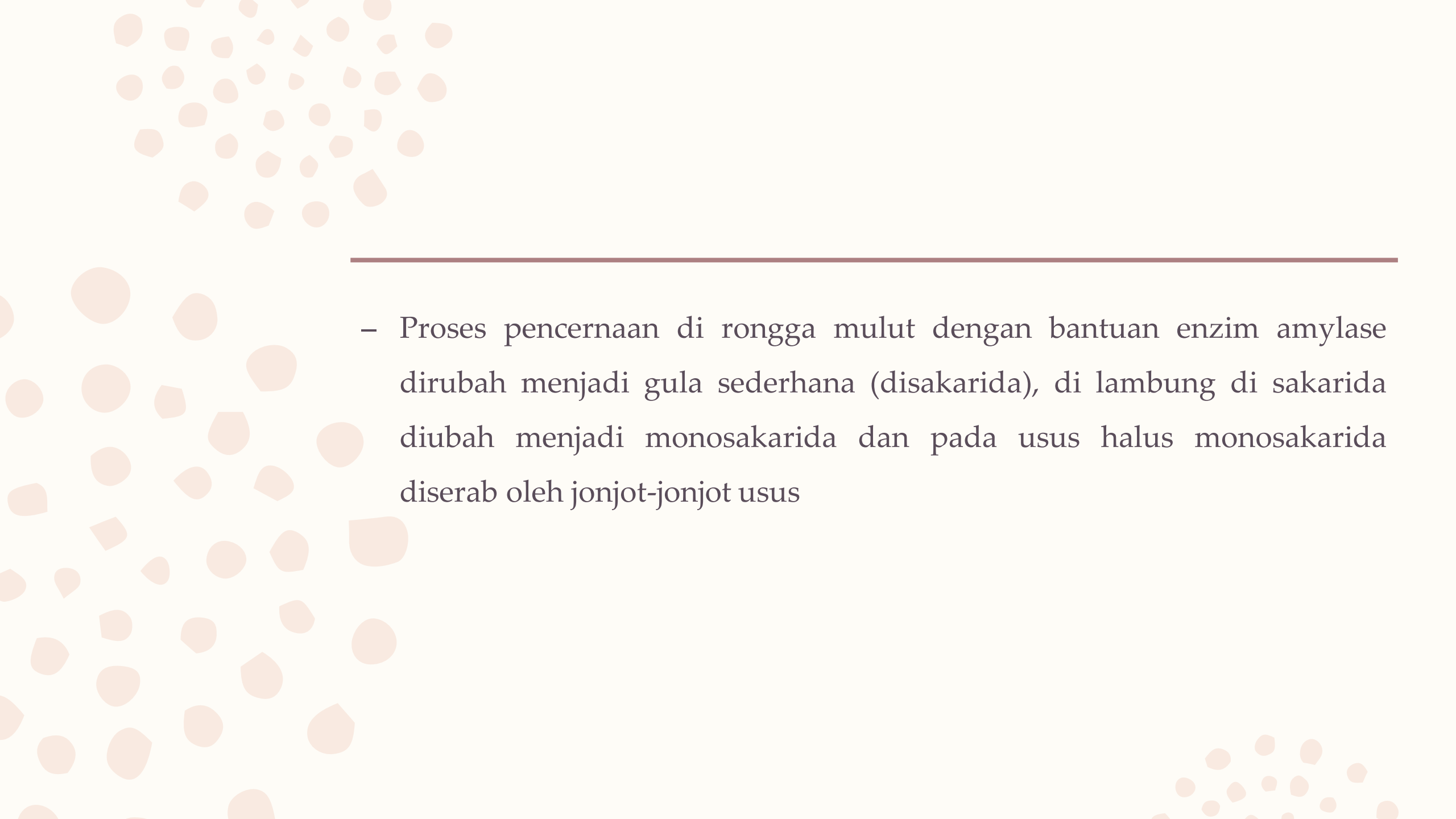
Komponen penting pada asam nukleat (penyusun DNA dan RNA) Glukosa dalam penyampaian kode genetik berfungsi untuk mengikat rantai asam amino sehingga membentuk suatu rantai dobel helik pembawa sifat individu.

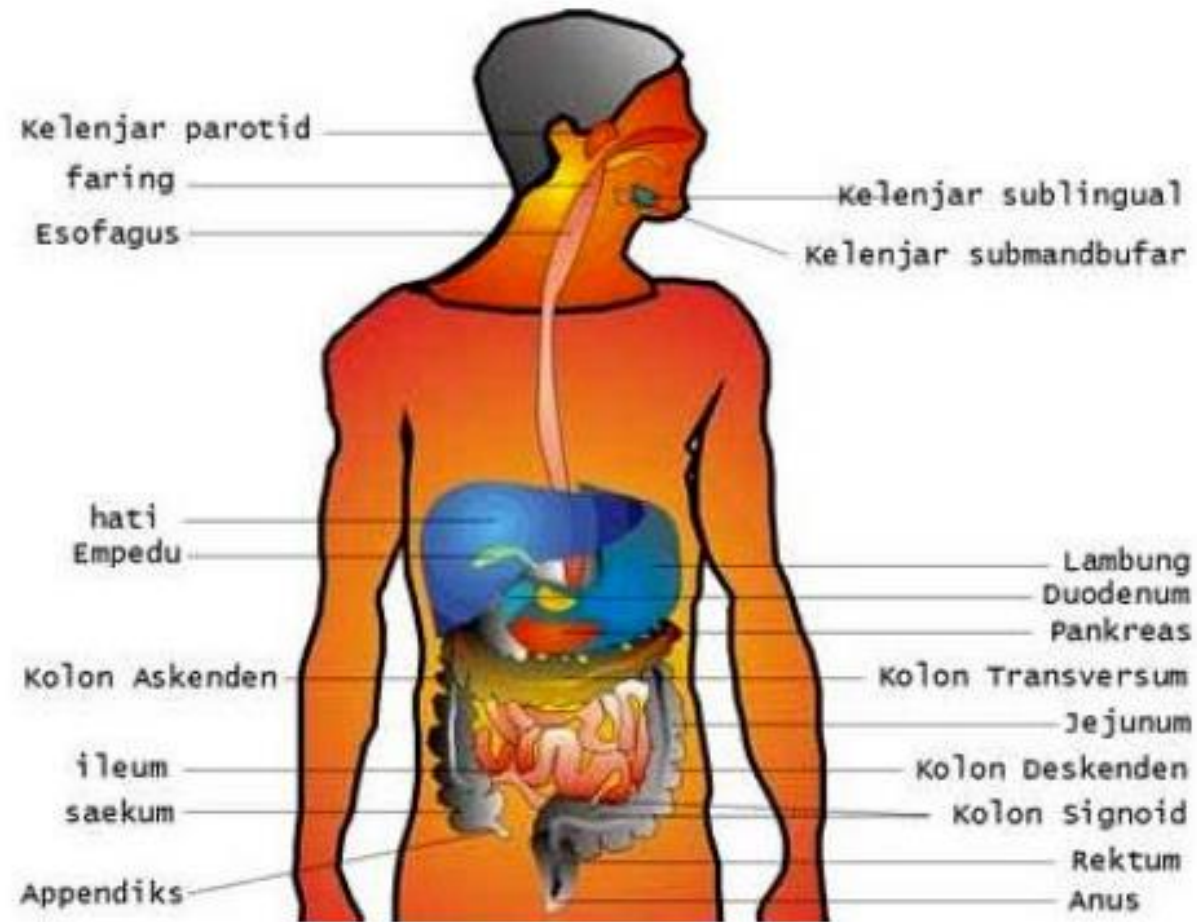
Determinan antigen Glukosa berikatan dengan lipid atau asam amino berfungsi sebagai determinan antigen. Ikatan glukosa pada permukaan membran sel bertugas untuk mengenali keberadaan antigen dan mempunyai kemampuan adhesin.

PENCERNAAN KARBOHIDRAT

-
- proses pencernaan karbohidrat dalam tubuh yang pada dasarnya dilakukan secara mekanik dan kimiawi.
 - Pencernaan diawali pada rongga mulut di mana karbohidrat secara mekanik dihancurkan dengan mengunyah dan dicampur dengan amilase saliva yang mempunyai pH 6,9 sehingga karbohidrat (amilum) berubah menjadi dekstrin dan maltosa. Perubahan ini dapat Anda rasakan ketika Anda mengunyah makanan yang mengandung zat tepung (nasi atau ubi) dalam beberapa saat akan Anda rasakan lebih manis daripada makanan tersebut di awal kita kunyah.

-
- Ketika di lambung dekstrin dan maltosa akan dirubah menjadi disakarida (maltosa, laktosa dan sukrosa) oleh aktivitas enzim amilase pankreas yang mempunyai pH 7. Keluar dari lambung disakarida akan di ubah menjadi monosakarida; maltosa menjadi glukosa dan glukosa oleh aktivitas maltase pH 7-8, laktosa menjadi glukosa dan galaktosa oleh enzim laktase pH 7-8, serta sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa oleh enzim sukrase pH 7-8. Semua monosakarida dalam lumen usus akan diserap dan ditransportasikan ke dalam hati untuk di metabolisme.

- 
-
- Proses pencernaan di rongga mulut dengan bantuan enzim amylase dirubah menjadi gula sederhana (disakarida), di lambung di sakarida diubah menjadi monosakarida dan pada usus halus monosakarida diserab oleh jonjot-jonjot usus



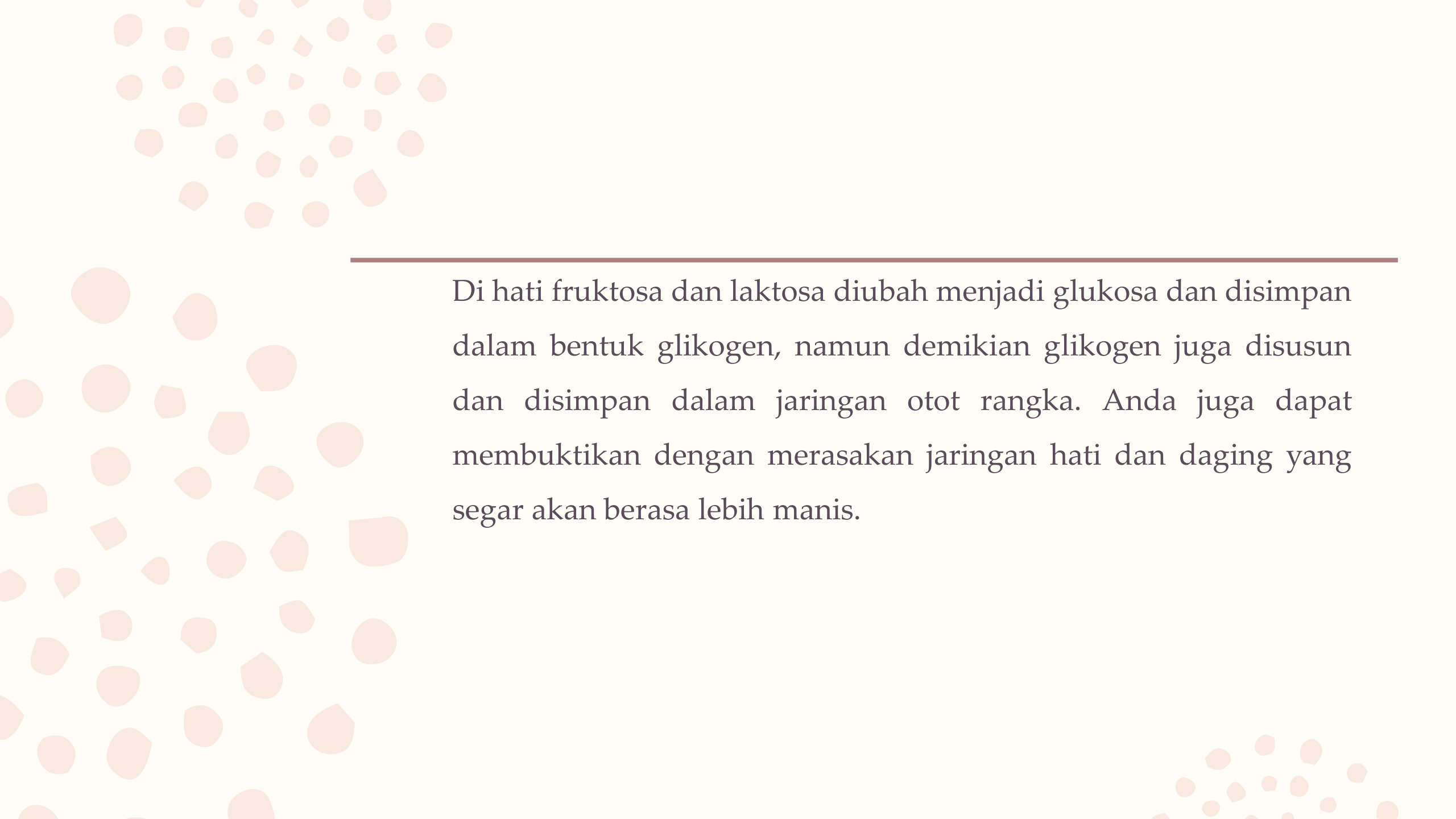
Gambar 4.7. Proses pencernaan karbohidrat

PROSES PENCERNAAN KARBOHIDRAT DALAM TUBUH

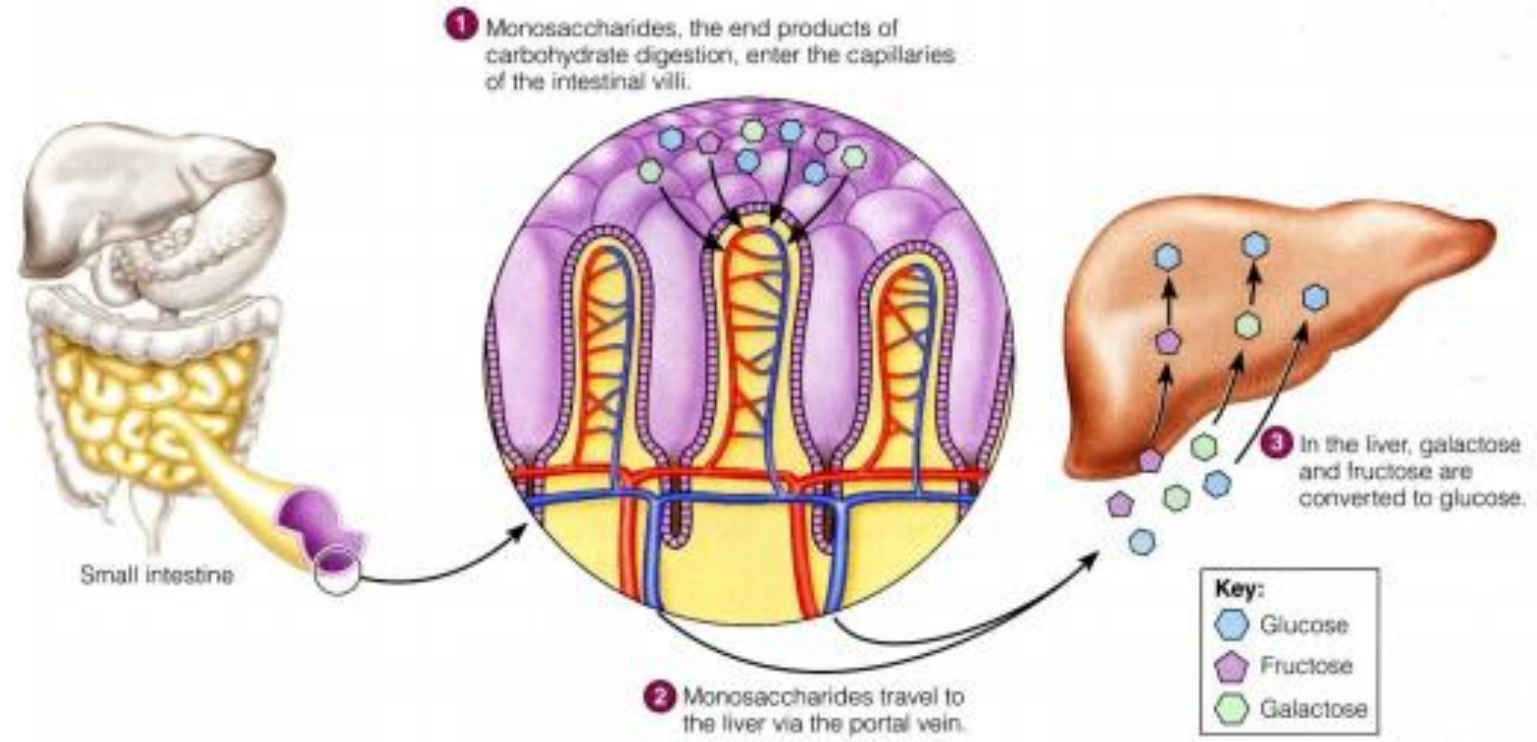




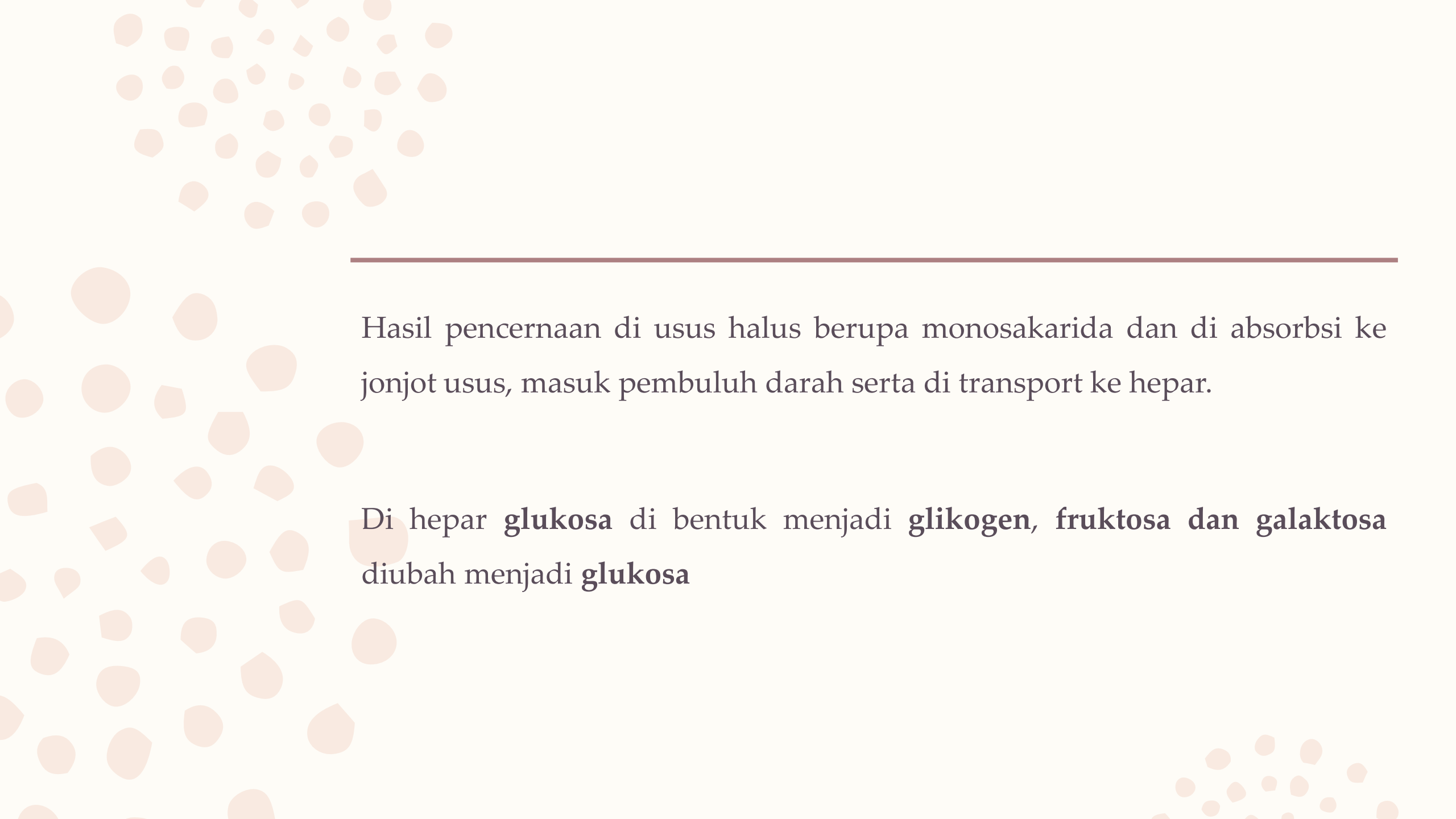
METABOLISME KARBOHIDRAT



Di hati fruktosa dan laktosa diubah menjadi glukosa dan disimpan dalam bentuk glikogen, namun demikian glikogen juga disusun dan disimpan dalam jaringan otot rangka. Anda juga dapat membuktikan dengan merasakan jaringan hati dan daging yang segar akan terasa lebih manis.



Gambar 4.8. Proses Absorpsi Monosakarida dan Trasporter ke Hepar

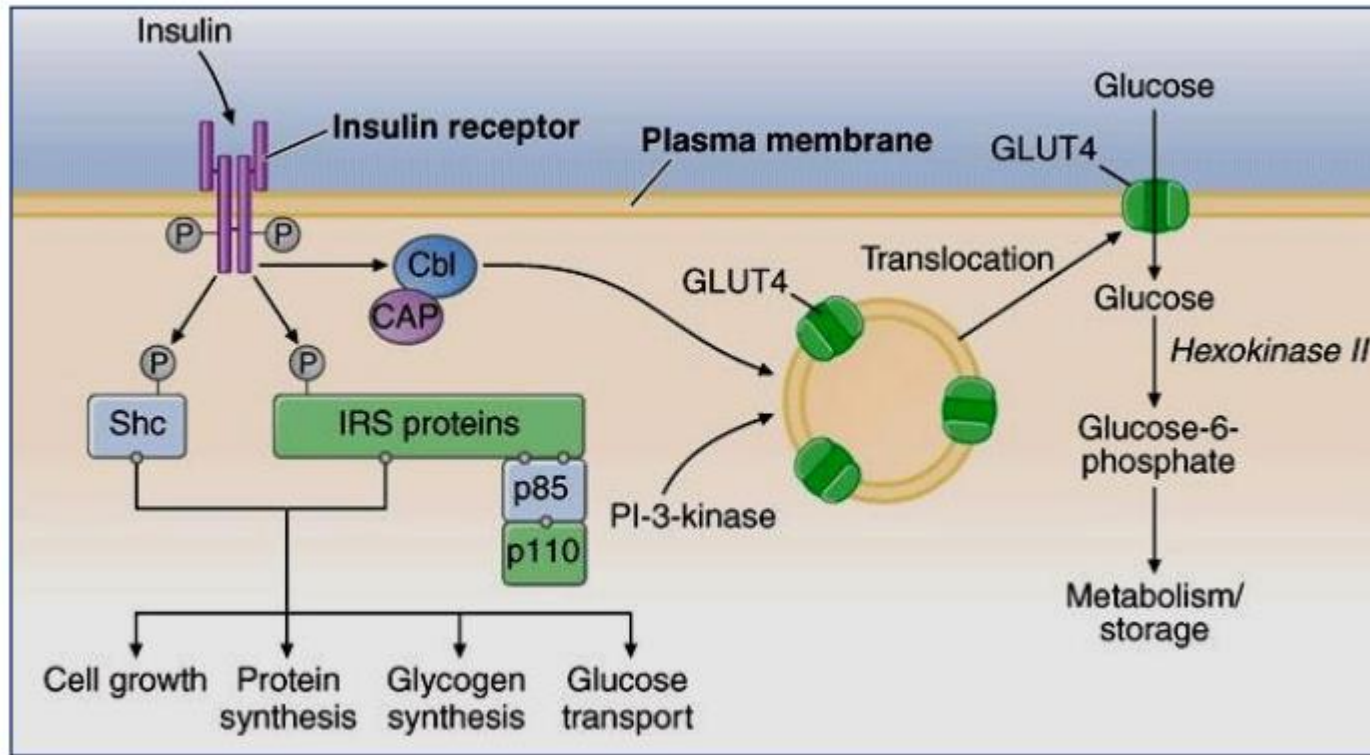


Hasil pencernaan di usus halus berupa monosakarida dan di absorpsi ke jonjot usus, masuk pembuluh darah serta di transport ke hepar.

Di hepar **glukosa** di bentuk menjadi **glukogen, fruktosa dan galaktosa** diubah menjadi **glukosa**

Glukosa yang ikut dalam aliran darah akan ditranspor ke dalam sel melalui saluran glukosa pada membran sel yang disebut glucose channel.

saluran glukosa akan terbuka jika reseptor insulin yang berada di membran sel di stimulasi, dampak stimulasi tersebut mengakibatkan teraktifasinya **glucose transporter 4 (GLUT4)** dalam **sitoplasme** membukakan pintu untuk glukosa. Jika tidak ada/kurangnya insulin atau menurunnya reseptor insulin akan mengakibatkan pintu glukosa tidak terbuka dan glukosa akan menumpuk dalam aliran darah.



Gambar 4.9. Transport Glukosa ke dalam Selluler

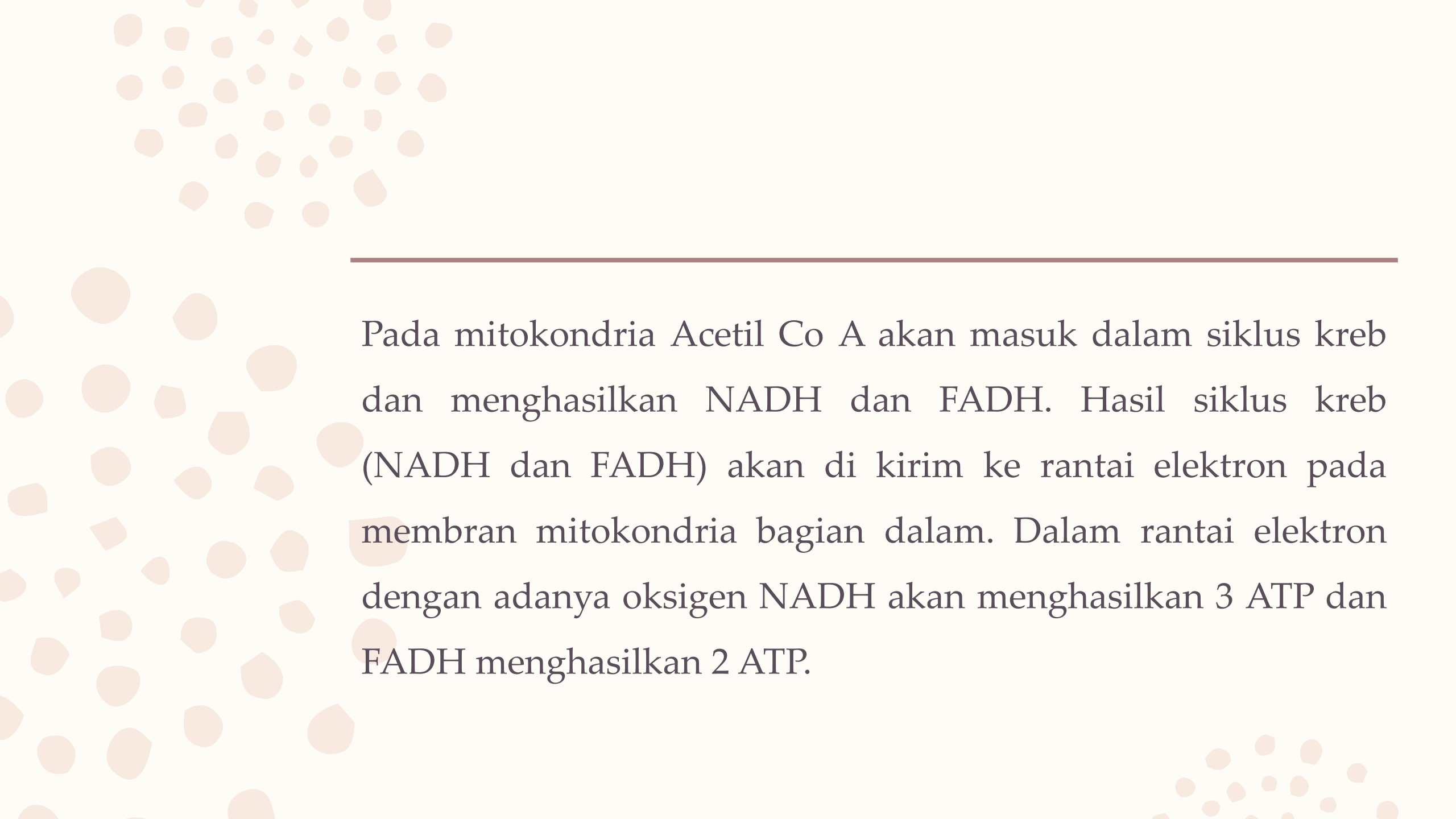
ketika glukosa dalam darah meningkat maka tubuh akan memproduksi insulin lebih banyak, ketika insulin berada dalam aliran darah dan berikatan dengan reseptor insulin pada permukaan membran sel maka akan menstimulasi glukosa transporter 4 (GLUT4) untuk mengaktifkan pembukakan pintu glukosa yang berada pada membran sel, sehingga glukosa dalam peredaran darah dapat masuk melalui pintu glukosa tersebut.

Yang perlu Anda perhatikan bahwa proses pembentukan energi dari glukosa terjadi di dalam sel sehingga jika glukosa tidak dapat masuk ke dalam sel maka energi tubuh kita tidak akan terbentuk, keadaan demikian sebagai kunci berpikir kita ketika memahami mekanisme terjadinya hiperglikemia pada penderita diabetes melietus (DM).

Di mana pada penderita DM insulin kurang atau reseptor insulin tidak sensitif sehingga glukosa tidak disampaikan ke dalam sitoplasme dan tertahan pada aliran darah, sehingga sel tidak dapat menghasilkan energi untuk aktivitas seluler maupun tubuh kita.

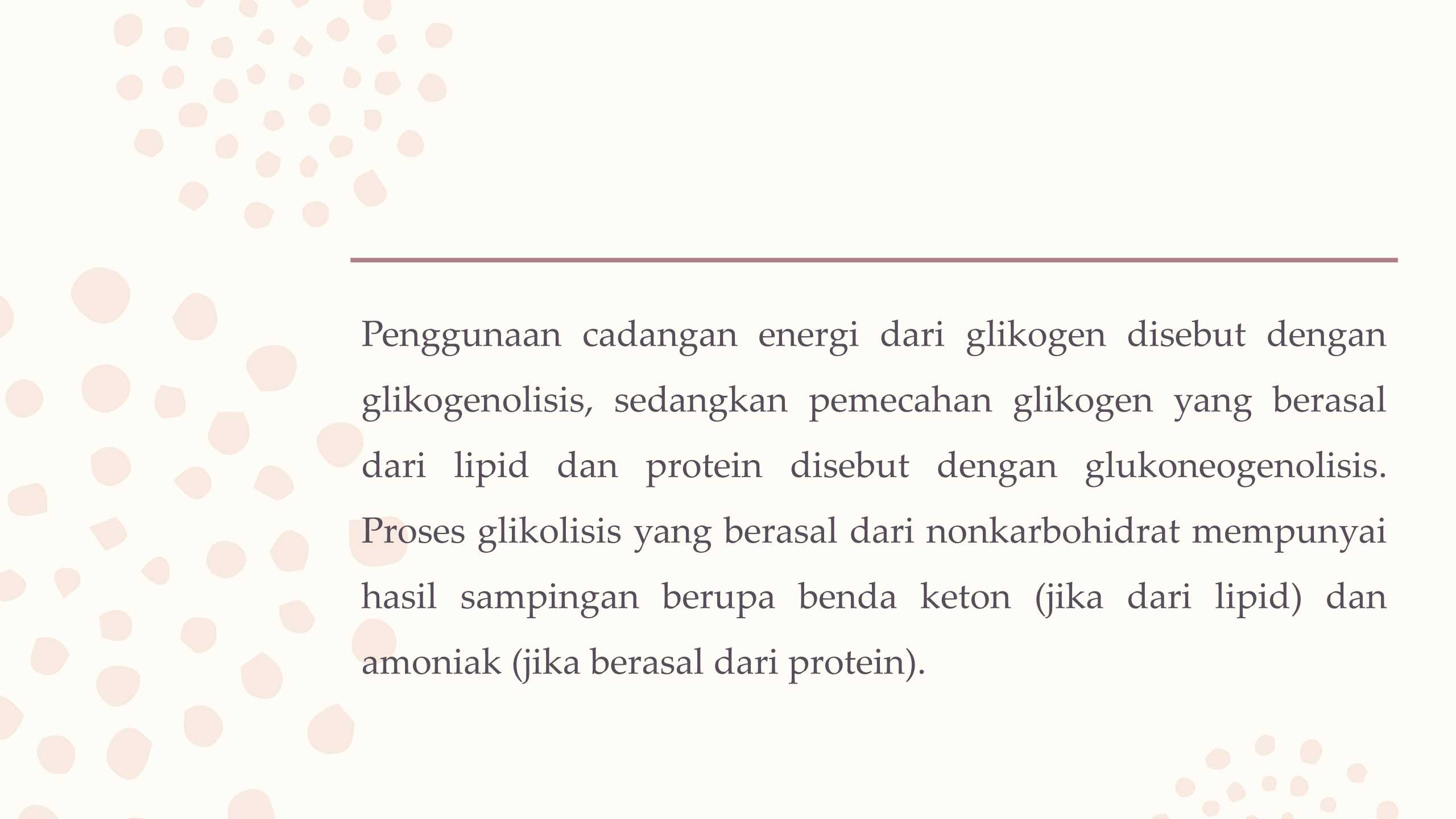
Dalam sitoplasma glukosa akan di ubah menjadi asam piruvat dengan menghasilkan 2 Adhenosin Tri Phospat (ATP). ~~Asam piruvat selanjutnya akan ditranspor ke dalam mitokondria dan diubah menjadi asetil coenzim A (Acetil Co A), setelah berbentuk Acetil CoA bisa dimasukkan dalam siklus kreb di dalam mitokondria .~~ Transpor piruvat ke dalam mitokondria memerlukan molekul oksigen, jika sel kekurangan oksigen maka piruvat tidak dapat ditranspor ke dalam mitokondria.

Piruvat yang tidak dapat masuk ke dalam mitokondria akan di fermentasi oleh NADH menjadi asam laktat dan dikeluarkan dari dalam sel. Akibat metabolisme anaerob maka pada jaringan tubuh akan banyak tertimbun asam laktat. Mekanisme tersebut sama seperti ketika Anda beraktivitas lama dan tubuh tidak mampu mensuplai oksigen secara memadai dalam sel sehingga produk asam laktat meningkat dan menimbulkan rasa nyeri pada otot Anda yang akan sembuh setelah 24 jam.

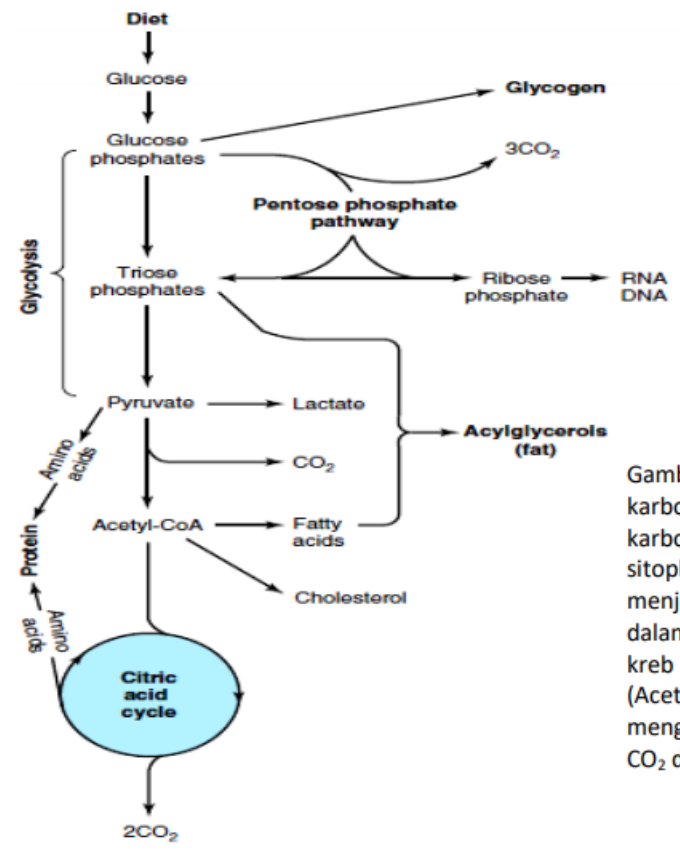


Pada mitokondria Acetil Co A akan masuk dalam siklus kreb dan menghasilkan NADH dan FADH. Hasil siklus kreb (NADH dan FADH) akan di kirim ke rantai elektron pada membran mitokondria bagian dalam. Dalam rantai elektron dengan adanya oksigen NADH akan menghasilkan 3 ATP dan FADH menghasilkan 2 ATP.

Selain diubah menjadi piruvat glukosa dalam sitoplasma juga diubah menjadi glikogen untuk disimpan dalam bentuk glikogen. Glikogen merupakan cadangan energi yang siap digunakan menjadi energi dalam jaringan otot proses tersebut disebut dengan glikogenesis. Glikogen selain disusun dari glukosa juga dapat dibuat dari lipid dan protein yang disebut dengan glukoneogenesis. Jika piruvat dalam sel tubuh kita tidak dapat diubah secara optimal menjadi Asetil CoA maka piruvat akan di fermentasi menjadi asam laktat, jika timbunan asam laktat meningkat maka akan menimbulkan respons nyeri pada otot kita seperti ketika kita selesai beraktivitas agak lama timbul nyeri-nyeri tersebut yang akan hilang setelah 24 jam.

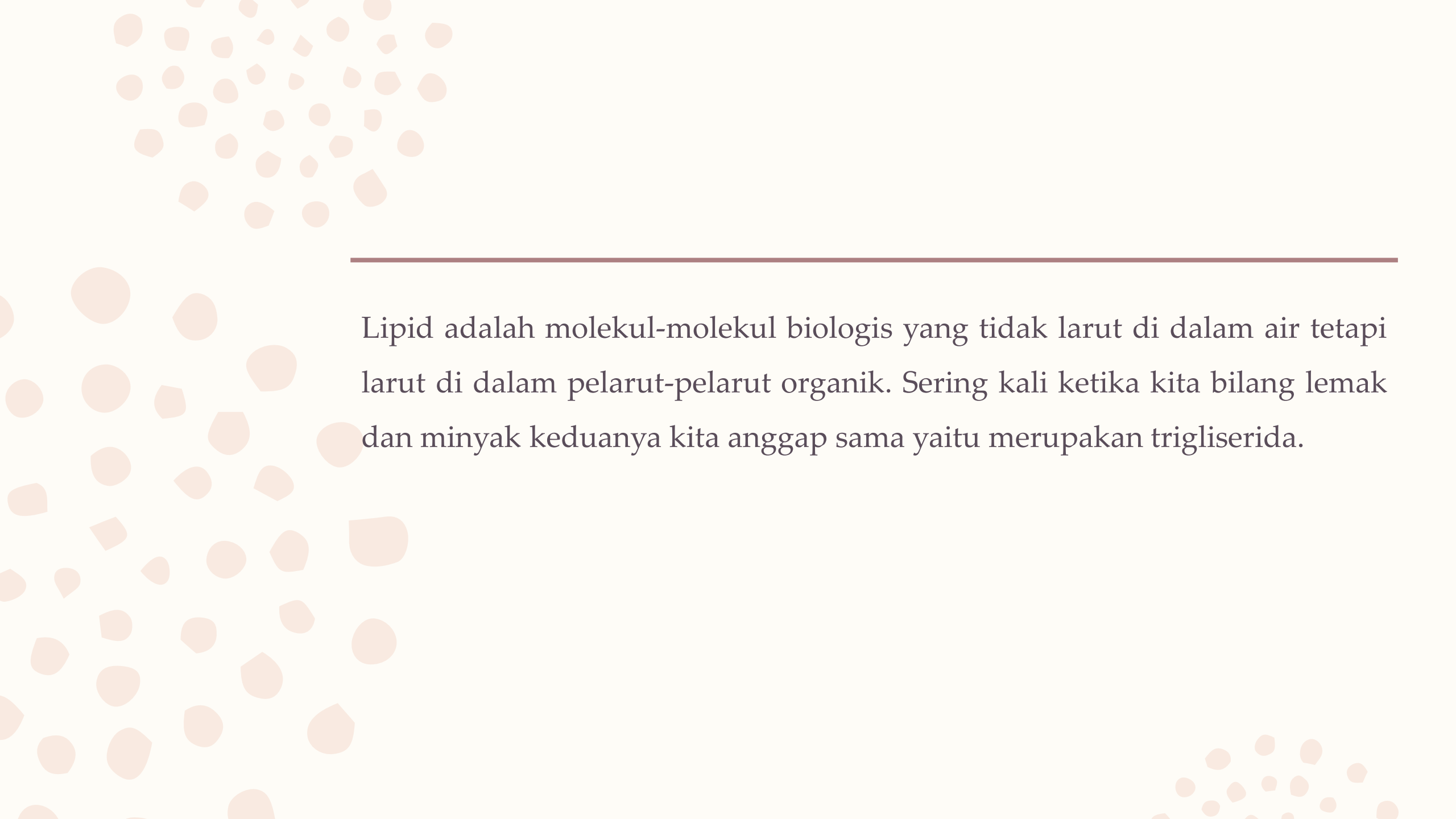


Penggunaan cadangan energi dari glikogen disebut dengan glikogenolisis, sedangkan pemecahan glikogen yang berasal dari lipid dan protein disebut dengan glukoneogenesis. Proses glikolisis yang berasal dari nonkarbohidrat mempunyai hasil sampingan berupa benda keton (jika dari lipid) dan amoniak (jika berasal dari protein).



Gambar 4.10. Pembentukan energi dari karbo hidrat. Makanan yang mengandung karbohidrat di transport masuk kedalam sitoplasma untuk proses glikolisis yang menjadi pyruvat(2ATP), pyruvat masuk ke dalam mitokondria untuk proses siklus kreb dalam bentuk Acetyl Coenzim A (Acetil CoA) dengan bantuan O₂ menghasilkan 34 ATP, dengan produk sisa CO₂ dan air.

METABOLISME LIPID/LEMAK



Lipid adalah molekul-molekul biologis yang tidak larut di dalam air tetapi larut di dalam pelarut-pelarut organik. Sering kali ketika kita bilang lemak dan minyak keduanya kita anggap sama yaitu merupakan trigliserida.

Namun demikian sebenarnya kita dapat membedakan keduanya berdasarkan sifat-sifat secara umumnya yaitu:

Lemak

1. Umumnya diperoleh dari hewan.
2. Berwujud padat pada suhu ruang.
3. Tersusun dari asam lemak jenuh.



Minyak

1. Umumnya diperoleh dari tumbuhan.
2. Berwujud cair pada suhu ruang.
3. Tersusun dari asam lemak tak jenuh.



Jenis-jenis Lipid

Berdasarkan tingkat kemampuan kelarutan dengan air dan ikatan gugus karbonnya :

Asam lemak, adalah suatu senyawa yang terdiri atas panjang hidrokarbon dan gugus karboksilat yang terikat pada ujungnya. Asam lemak mempunyai dua **peranan fisiologi** yang penting, yaitu:

- (1) pembentuk fosfolipid dan glikolipid yang merupakan molekul amfipotik sebagai komponen membran biologi;
- (2) sebagai molekul sumber energi.

Gliserida, lipid yang mempunyai fungsi utama sebagai cadangan energi. Gliserida terdiri atas gliserida netral dan fosfoliserida.

Lipid kompleks, ~~gugus lipida yang berikatan dengan senyawa lain, lipid kompleks terdiri~~ atas lipoprotein; jika lipid berikatan dengan protein (kolesterol) dan glikolipid; lipid berikatan dengan senyawa glikogen.

Non gliserida, senyawa lipid yang bukan ikatan gliserol terdiri atas sfingolipid, steroid dan malam (wax).

Berdasarkan tingkat kejenuhannya atau keberadaan ikatan rantai ganda atom karbon:

lipid jenuh; tidak mempunyai ikatan rantai ganda pada gugus karbon.

Dalam kehidupan sehari-hari kita dapat mengenal lemak jenuh diantaranya adalah: lemak-lemak hewani dan lemak (minyak) tumbuh-tumbuhan



CONTOH LEMAK TAK JENUH



KEMIRI



ALPUKAT



KEDELAI



KELAPA

lipid tidak jenuh; mempunyai ikatan rantai ganda pada gugus atom karbonnya. Dalam kehidupan sehari-hari kita dapat mengenal lemak tidak jenuh diantaranya adalah: lemak nabati dan lemak ikan laut. Dari kedua jenis lipid tersebut maka kita sangat memerlukan lipid yang tidak jenuh (unsaturated lipid). buhan yang sudah melalui pemanasan dengan suhu diatas 60o C



dari kekomplekkan ikatannya :

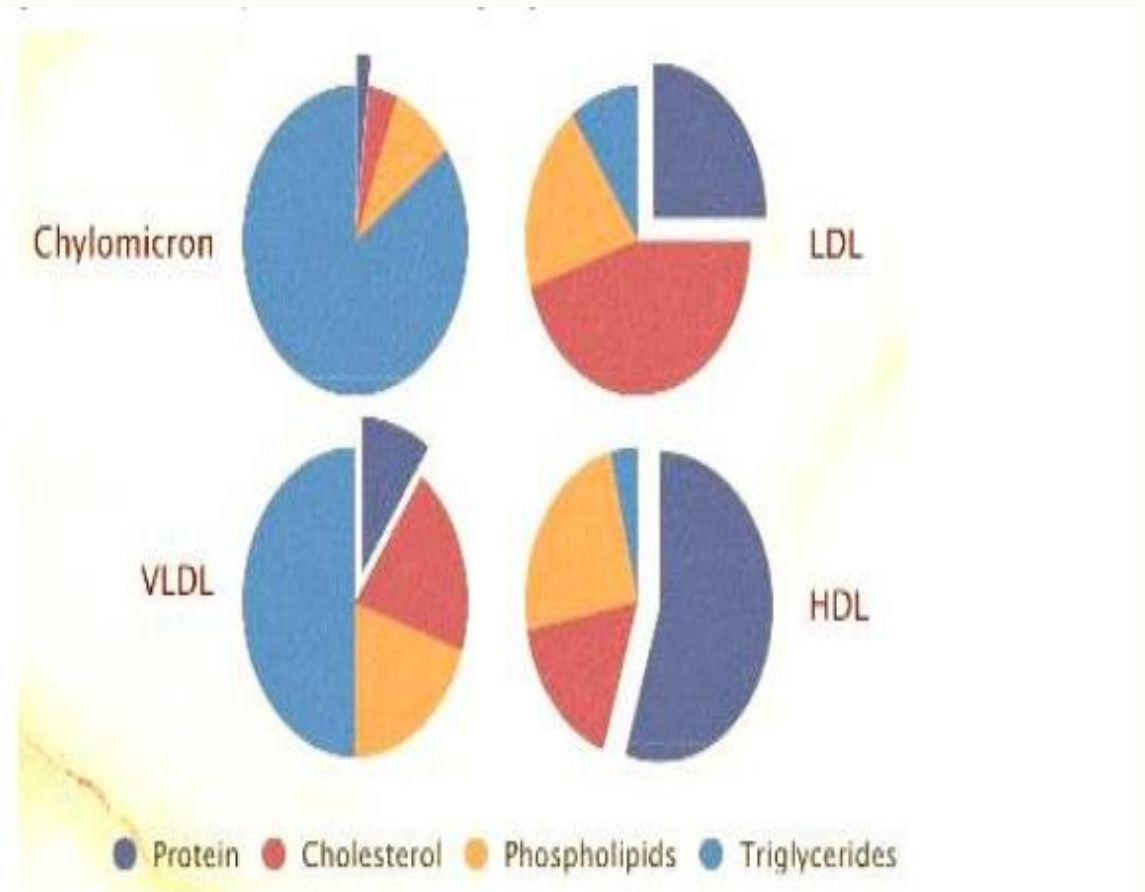
Lemak sederhana yang merupakan gugus lemak yang tidak berikatan dengan unsure lain

Lemak kompleks, merupakan senyawa lipid yang terdiri dari ikatan lemak dengan unsure lain

Lemak kompleks dapat kita bagi menjadi empat kelompok utama dari lipoprotein plasma yang masing-masing tersusun atas beberapa jenis lipid, yaitu:

1. Kilomikron Kilomikron berfungsi sebagai alat transportasi trigliserid dari usus ke jaringan lain, kecuali ginjal.
2. VLDL (*very low - density lipoproteins*) VLDL mengikat trigliserid di dalam hati dan mengangkutnya menuju jaringan lemak
3. LDL (*low - density lipoproteins*). LDL berperan mengangkut kolesterol ke jaringan perifer sebagai bahan baku penyusun hormone steroid
4. HDL (*high - density lipoproteins*) HDL mengikat kolesterol plasma dan mengangkut kolesterol terutama LDL ke hati

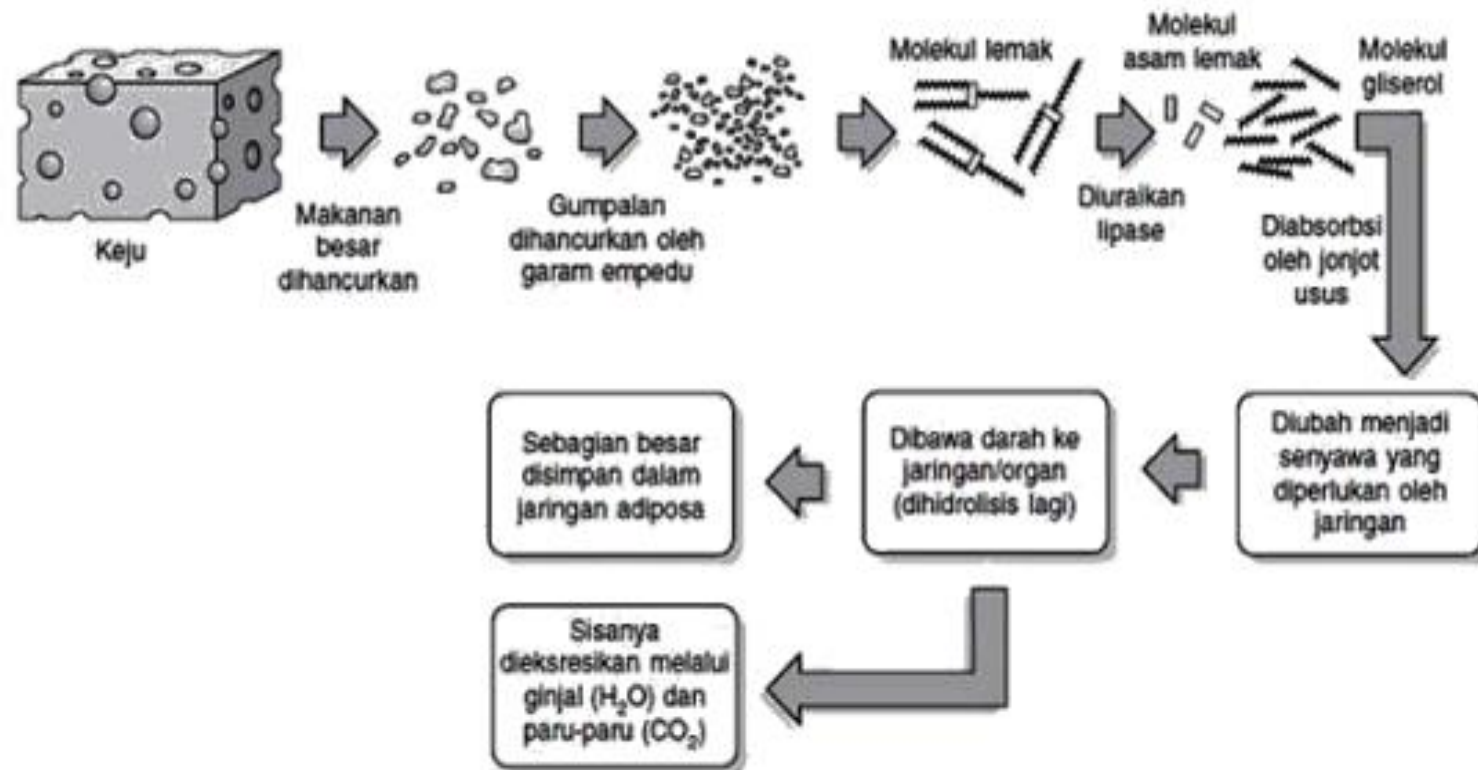
Dari keempat jenis lipoprotein yang kita kenal LDL yang sering kita sebut kolesterol jahat mempunyai kadar kolesterol paling banyak dan berbahaya dalam pembuluh darah, sedangkan HDL mempunyai kadar protein tertinggi sebagai transporter lemak ke hepar.



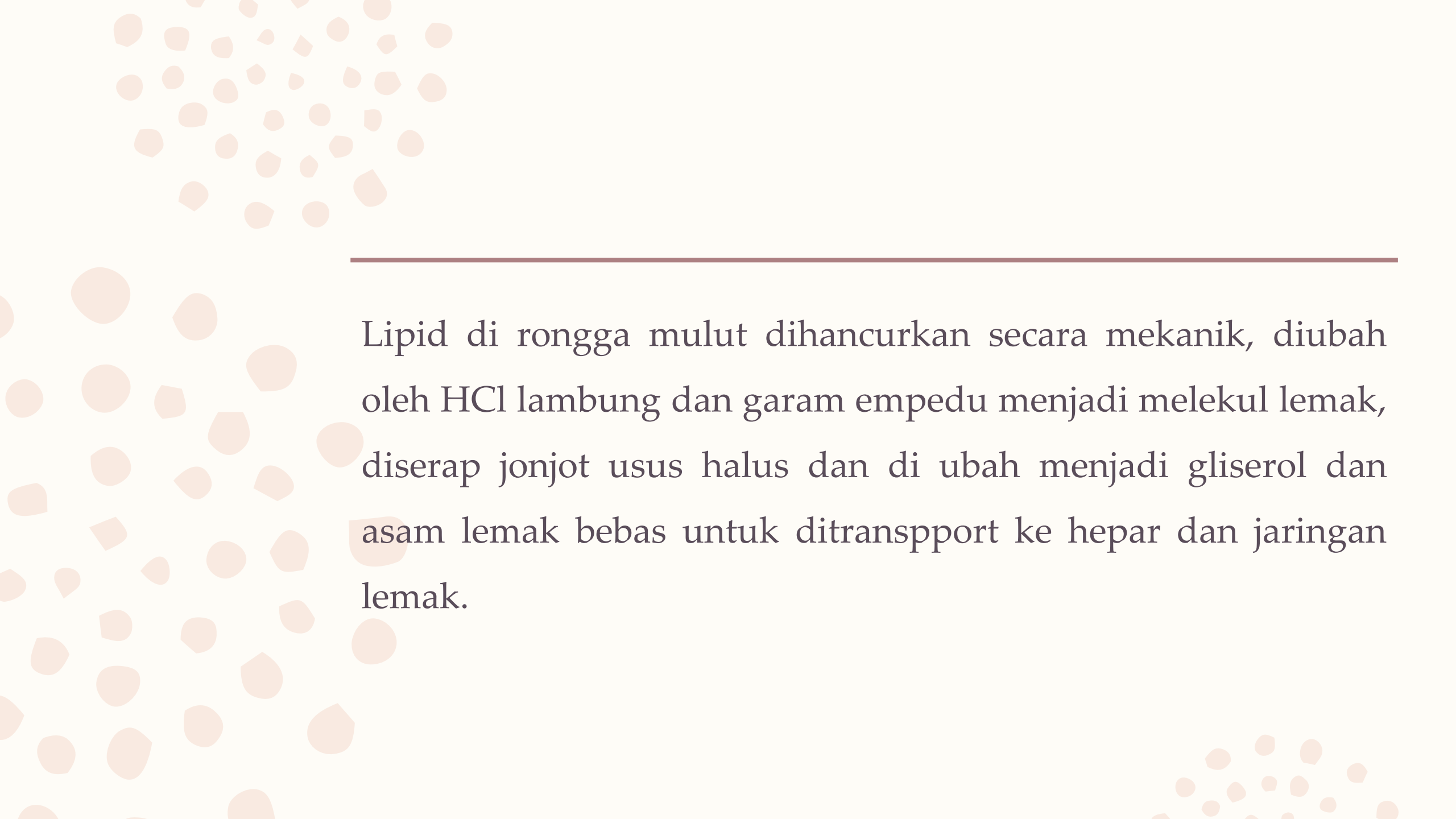
Gambar 3.4. Komposisi Kolesterol pada Lipoprotein



Pencernaan Lipid



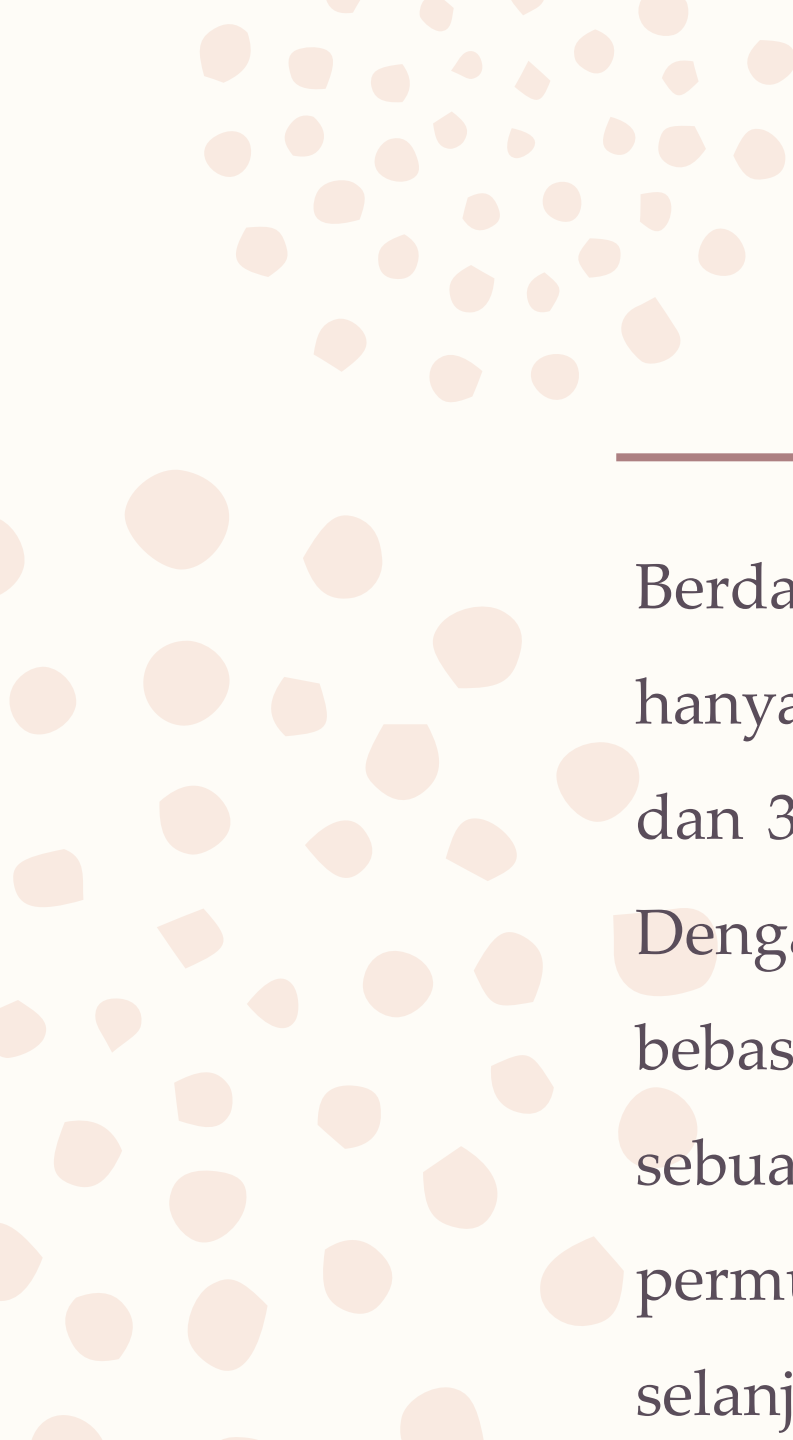
Gambar 3.5. Proses Pencernaan Lipid



Lipid di rongga mulut dihancurkan secara mekanik, diubah oleh HCl lambung dan garam empedu menjadi melekul lemak, diserap jonjot usus halus dan di ubah menjadi gliserol dan asam lemak bebas untuk ditranspport ke hepar dan jaringan lemak.

Ketika kita mengonsumsi lipid yang terdapat di makanan kita merupakan campuran lipid yang sederhana (terpena dan steroida) dan yang kompleks (triasilgliserol, fosfolipid, sfingolipid, dan lilin) berasal dari tanaman maupun jaringan hewan.

Dalam mulut dan lambung, lipid tadi belum mengalami pemecahan yang berarti. Setelah berada dalam usus halus, lipid kompleks terutama triasilgliserolnya dihidrolisis oleh lipase menjadi asam lemak bebas dan sisa. Enzim lipase diaktifkan oleh hormon epineprin. Enzim ini dibantu oleh garam asam empedu (terutama asam kholat dan taurokholat) yang disekresikan oleh hati ke duodenum. Fungsi garam tersebut ialah mengemulsi makanan berlemak sehingga terbentuklah emulsi partikel lipid yang sangat kecil. Oleh karena itu, permukaan lipid menjadi lebih besar dan lebih mudah dihidrolisis oleh lipase.



Berdasarkan reaksi tersebut diketahui bahwa lipase pankreas hanya bisa menghidrolisis ikatan ester pada atom C nomor 1 dan 3 yang hasilnya asam lemak bebas dan monoasil gliserol. Dengan bantuan misel-misel garam empedu maka asam lemak bebas, monoasil gliserol, kolesterol, dan vitamin membentuk sebuah kompleks yang kemudian menempel (diabsorpsi) pada permukaan sel mukosal. Senyawa-senyawa tersebut selanjutnya menembus membran sel mukosal dan masuk ke

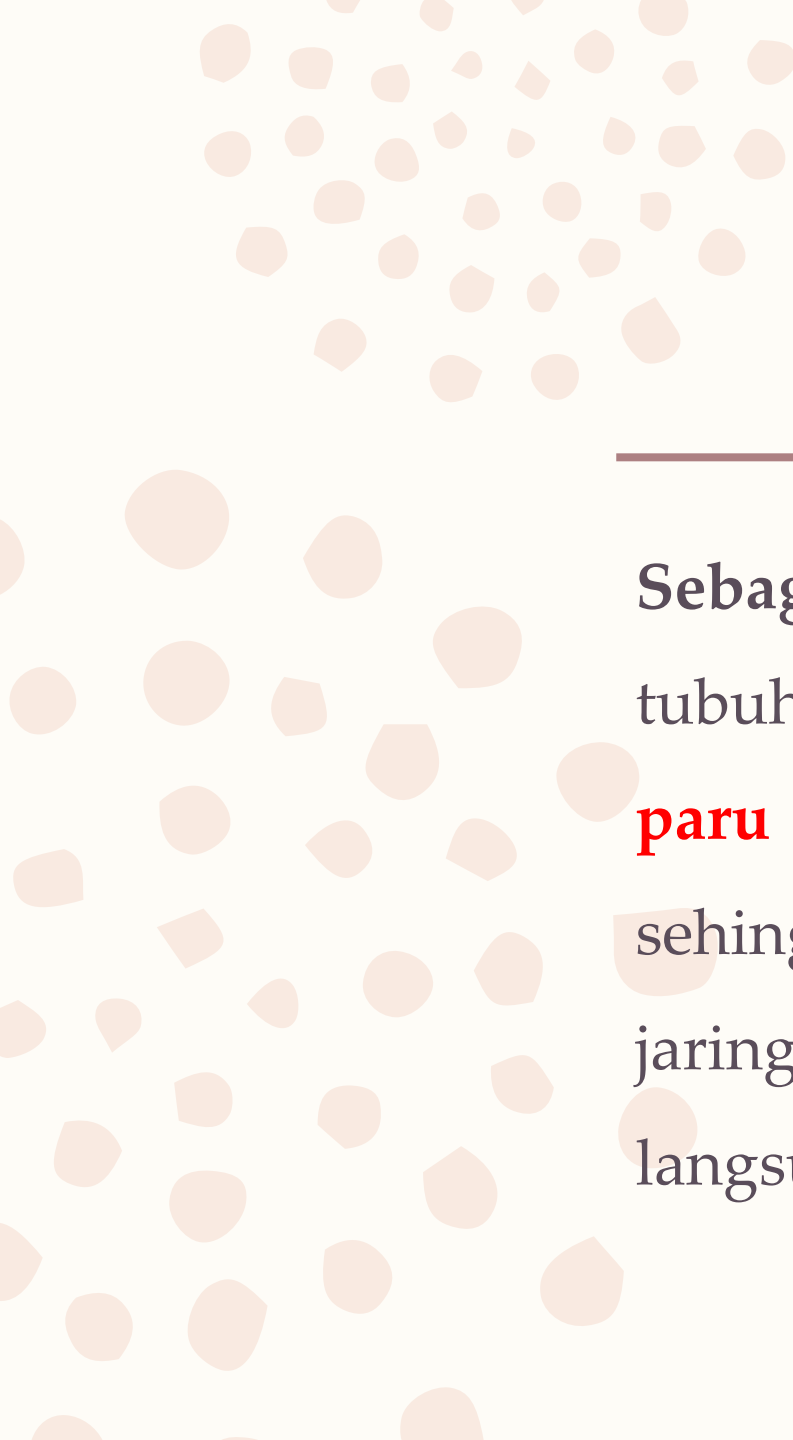
Dalam sel mukosal, asam lemak bebas monoasil gliserol disintesis kembali menjadi triasil gliserol yang setelah bergabung dengan albumin, kolesterol, dan lain-lain membentuk siklomikron.

Siklomikron tersebut pada akhirnya masuk ke dalam darah, kemudian sampai ke hati dan jaringan lain yang memerlukannya. Sebelum masuk ke dalam sel, triasil gliserol dipecah dulu menjadi asam lemak bebas dan gliserol oleh lipoprotein lipase.

Fungsi Lipid

Sebagai komponen struktur membran,

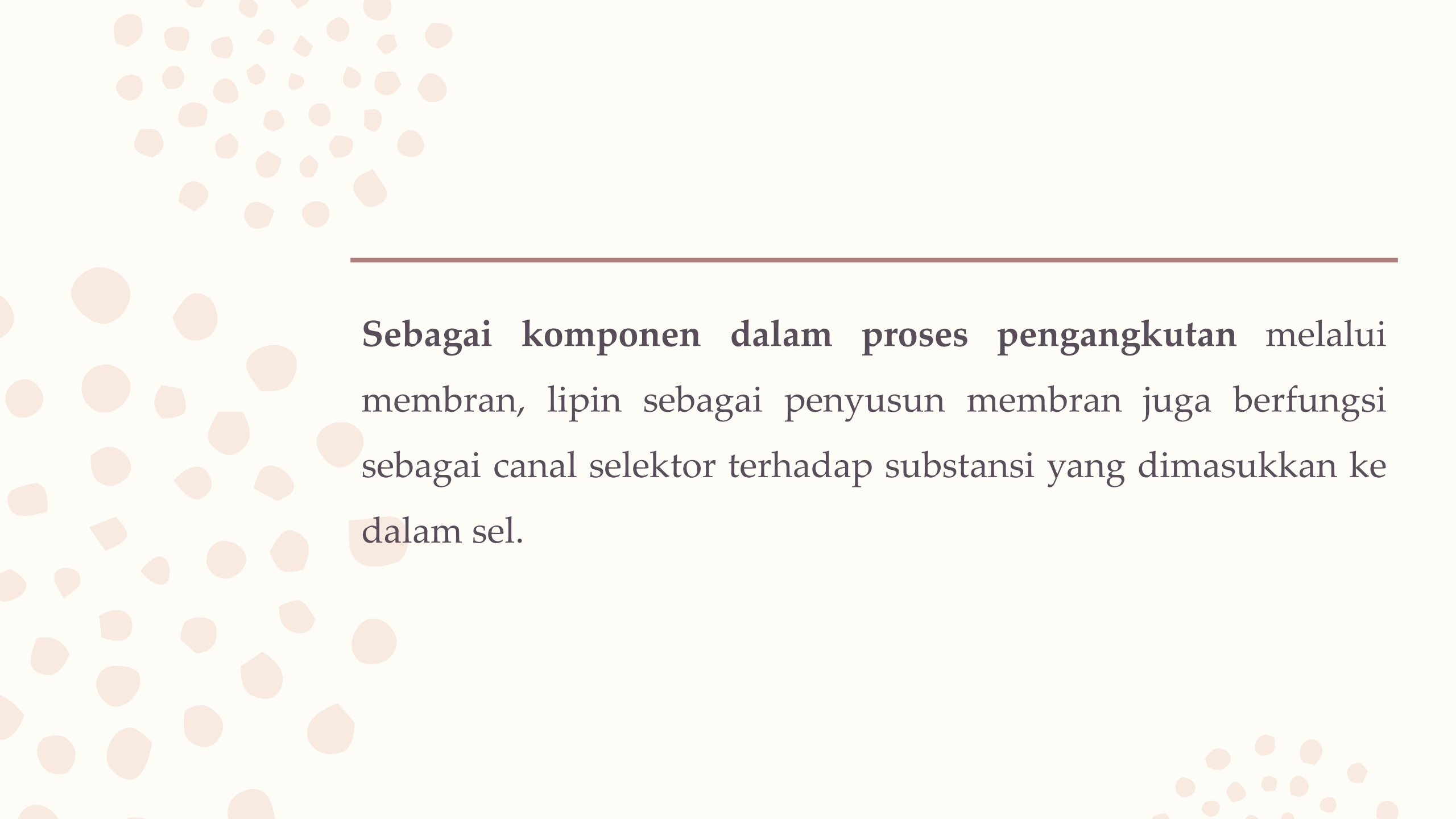
lipid menyusun bagian dari struktur membran sel yang bersama dengan posphor (pospholipid). Membran yang terbentuk dari pospholipid bilayer menjadikan membran bersifat selaput semi permeabel, sehingga dapat dilalui material secara selektif



Sebagai lapisan pelindung pada beberapa jaringan dan organ tubuh, seperti yang kita pelajari di anatomi fisiologi struktur **paru dan jantung** pada bagian tepinya tersusun dari lipid sehingga menjadikan organ lebih fleksibel jika kontak dengan jaringan sekitarnya, serta meminimalkan benturan secara langsung jika terjadi benturan.

Sebagai bentuk energi cadangan, tersimpan dalam bentuk lemak subcutan yang akan dipecah (lipolisis) jika energi yang disusun dari karbohidrat sudah habis / tidak mampu mengkompensasi

Sebagai komponen permukaan sel yang berperan dalam proses kekebalan jaringan, seperti yang kita ketahui pada fungsi pencernaan terutama pada permukaan dalam lambung yang tersusun dari prostaglandin. Prostaglandin merupakan senyawa lipid yang berfungsi sebagai barrier mukosa sehingga lambung menjadi terlindung dari keasaman yang tinggi.



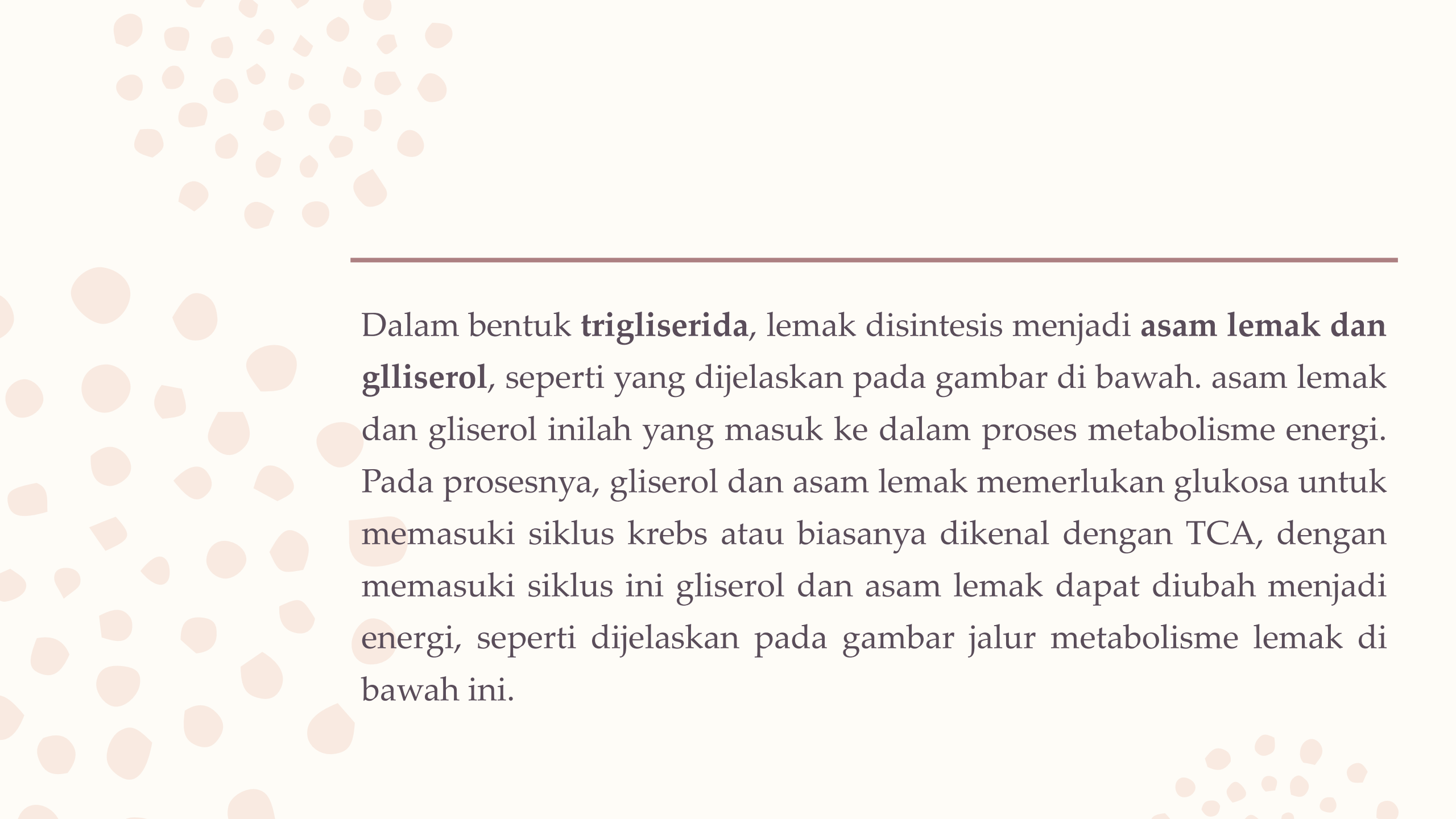
Sebagai komponen dalam proses pengangkutan melalui membran, lipin sebagai penyusun membran juga berfungsi sebagai canal selektor terhadap substansi yang dimasukkan ke dalam sel.



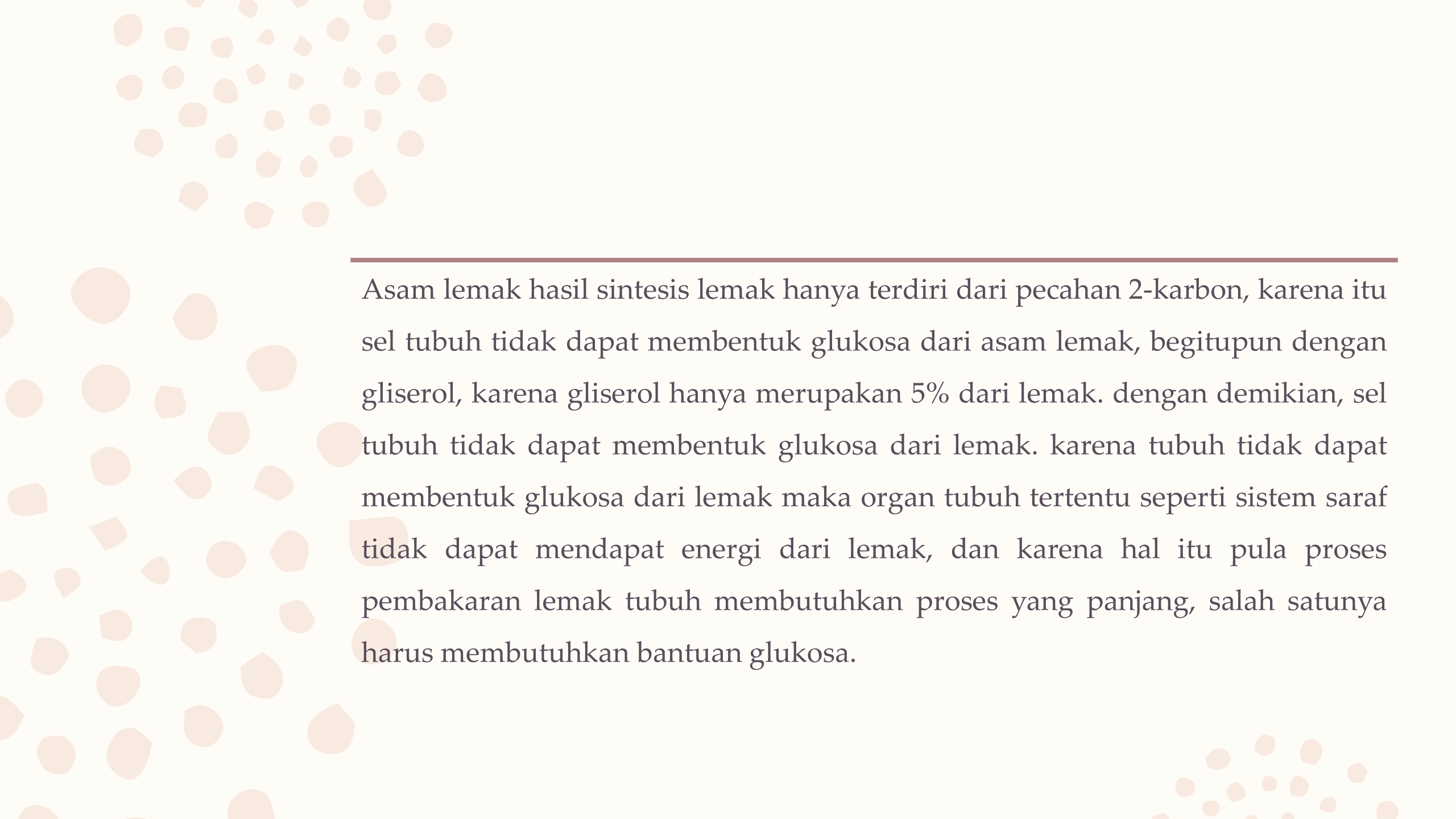
Metabolisme Lemak

Metabolisme Lemak merupakan proses tubuh untuk **menghasilkan energi** dari asupan lemak setelah masuk menjadi sari-sari makanan dalam tubuh.

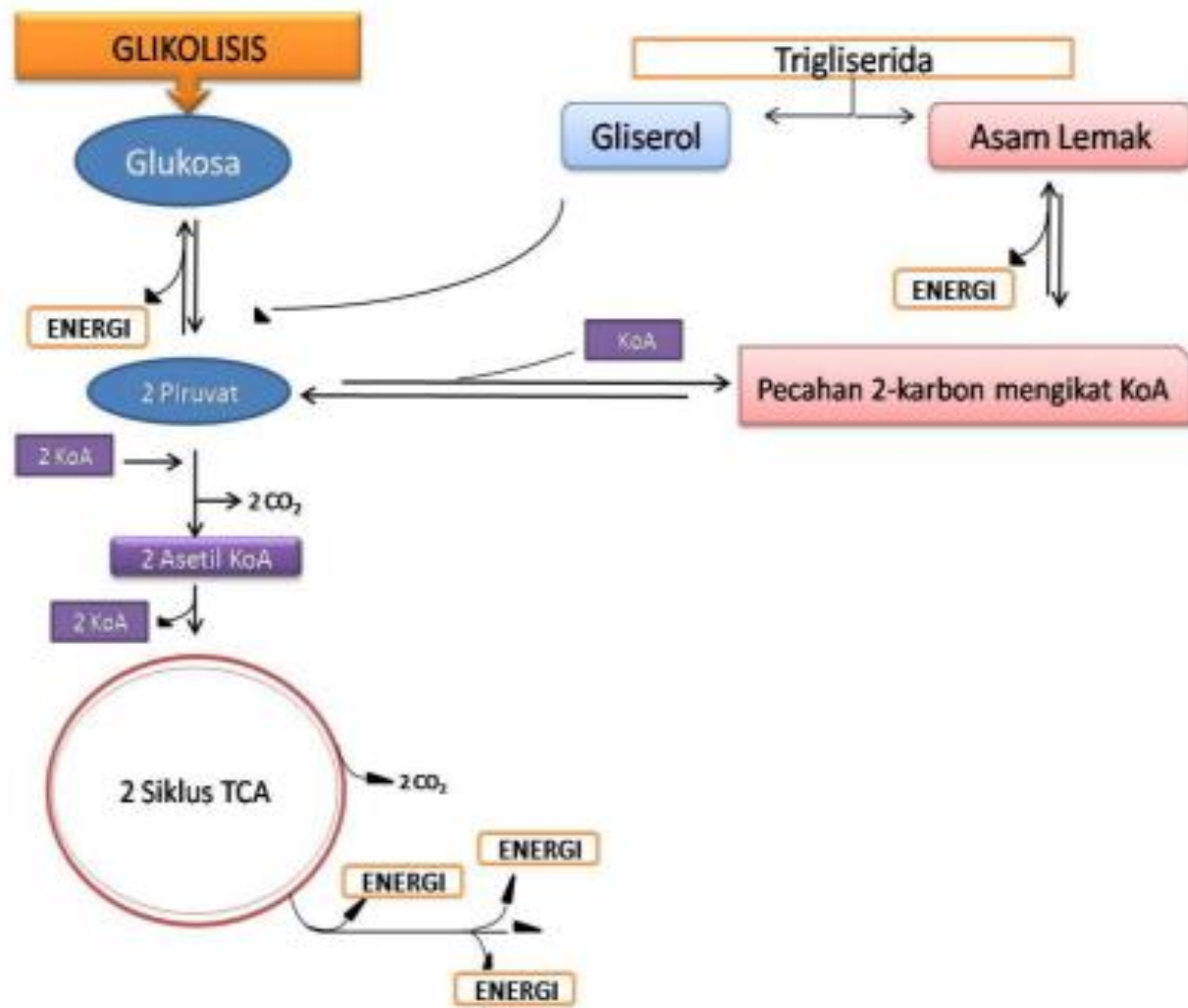
dalam memetabolisme lemak menjadi energi kita membutuhkan bantuan **glukosa dari karbohidrat**. karena itu, tubuh kita cenderung menuntut makan yang manis-manis setelah makan makanan yang kaya akan lemak. lemak dalam tubuh kita akan masuk ke dalam proses metabolisme setelah melewati tahapan penyerapan, sehingga bentukan lemak yang memasuki jalur metabolisme lemak dalam bentukan trigliserida (trigliserida adalah bentuk simpanan lemak tubuh)



Dalam bentuk **trigliserida**, lemak disintesis menjadi **asam lemak dan gliserol**, seperti yang dijelaskan pada gambar di bawah. asam lemak dan gliserol inilah yang masuk ke dalam proses metabolisme energi. Pada prosesnya, gliserol dan asam lemak memerlukan glukosa untuk memasuki siklus krebs atau biasanya dikenal dengan TCA, dengan memasuki siklus ini gliserol dan asam lemak dapat diubah menjadi energi, seperti dijelaskan pada gambar jalur metabolisme lemak di bawah ini.

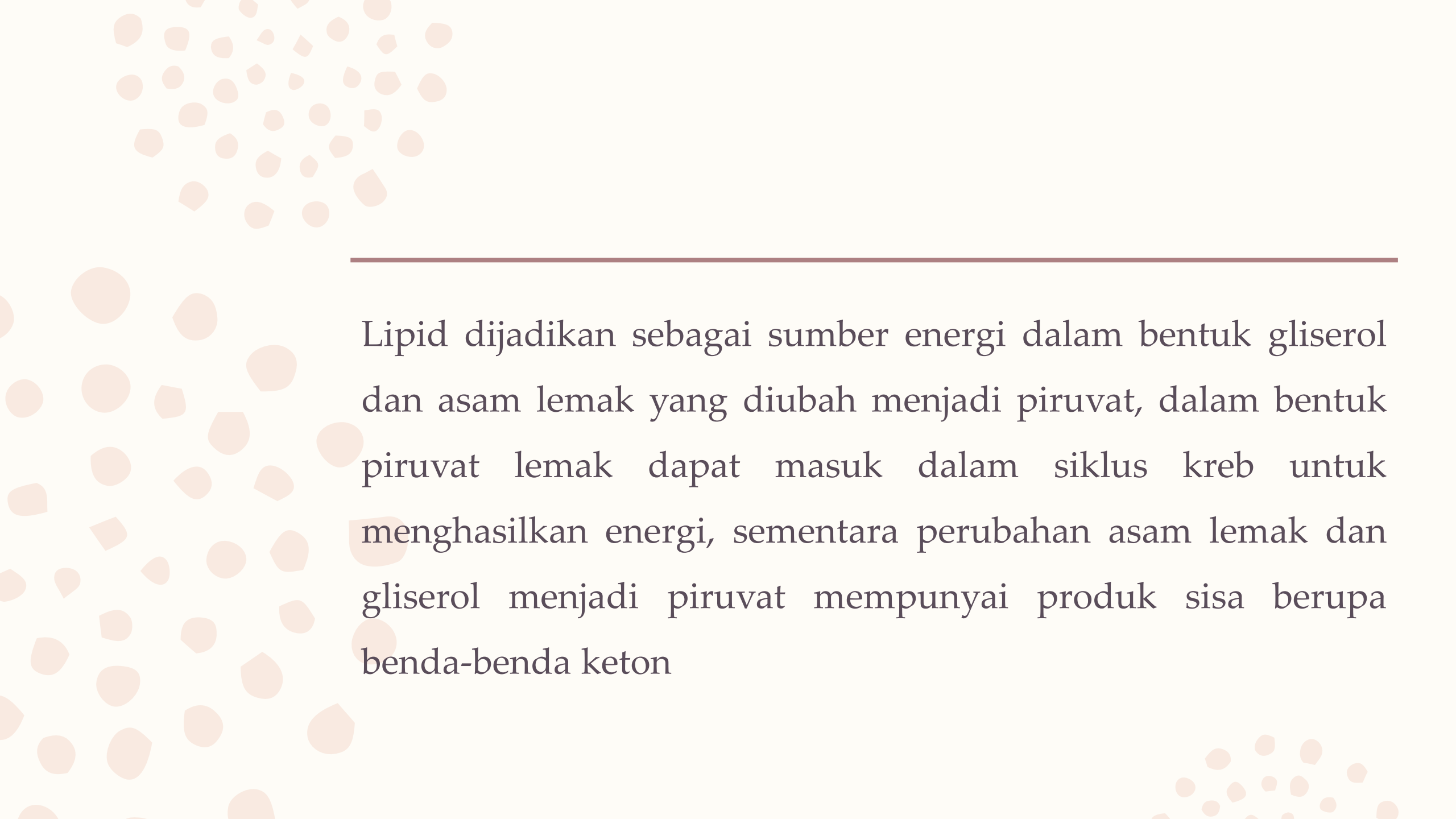


Asam lemak hasil sintesis lemak hanya terdiri dari pecahan 2-karbon, karena itu sel tubuh tidak dapat membentuk glukosa dari asam lemak, begitupun dengan gliserol, karena gliserol hanya merupakan 5% dari lemak. dengan demikian, sel tubuh tidak dapat membentuk glukosa dari lemak. karena tubuh tidak dapat membentuk glukosa dari lemak maka organ tubuh tertentu seperti sistem saraf tidak dapat mendapat energi dari lemak, dan karena hal itu pula proses pembakaran lemak tubuh membutuhkan proses yang panjang, salah satunya harus membutuhkan bantuan glukosa.

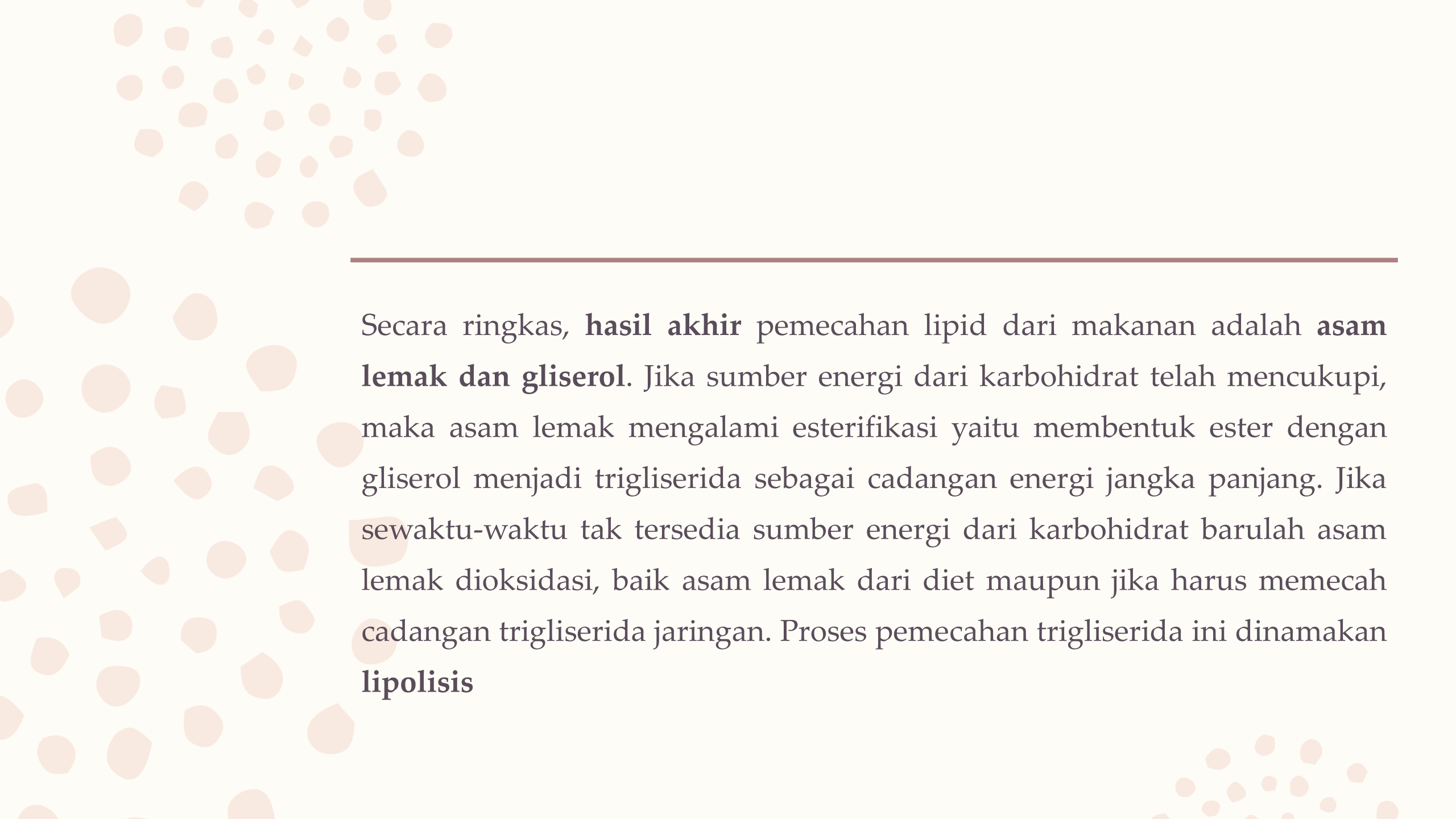


Sumber: Whitney & Rolfes 1993

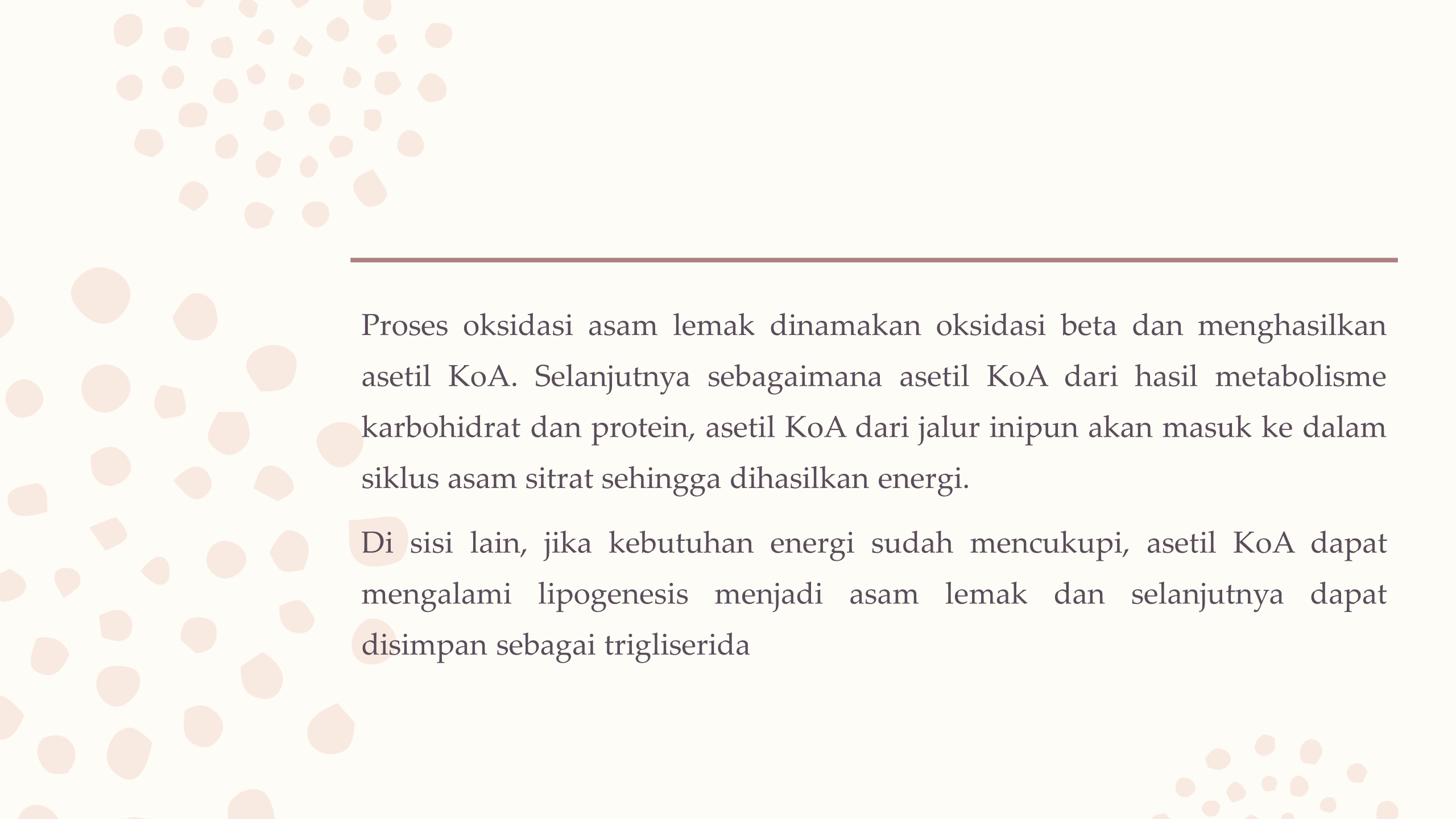
Gambar 3.6. Jalur Metabolisme Lemak Menjadi Energi



Lipid dijadikan sebagai sumber energi dalam bentuk gliserol dan asam lemak yang diubah menjadi piruvat, dalam bentuk piruvat lemak dapat masuk dalam siklus kreb untuk menghasilkan energi, sementara perubahan asam lemak dan gliserol menjadi piruvat mempunyai produk sisa berupa benda-benda keton

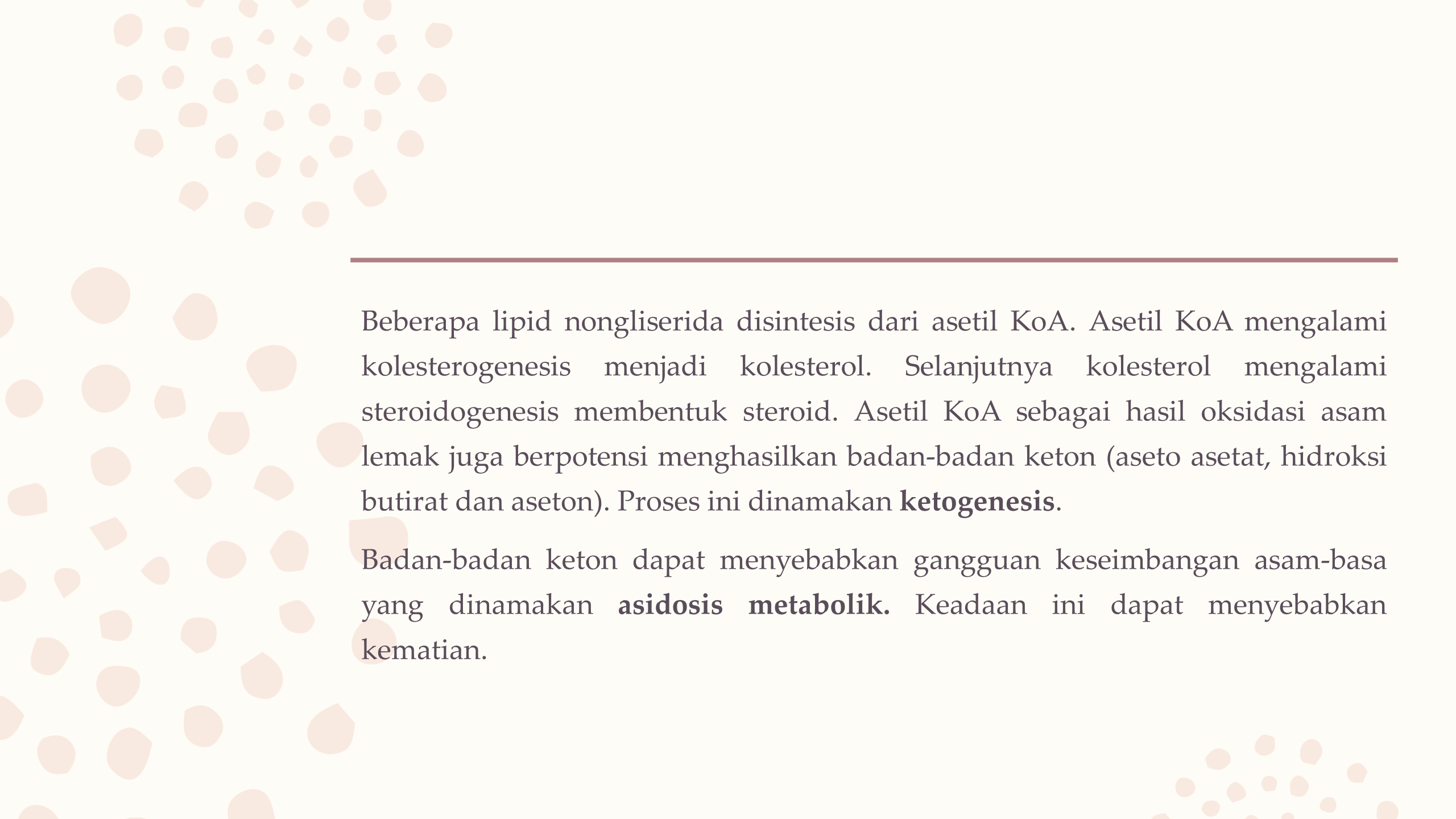


Secara ringkas, **hasil akhir** pemecahan lipid dari makanan adalah **asam lemak dan gliserol**. Jika sumber energi dari karbohidrat telah mencukupi, maka asam lemak mengalami esterifikasi yaitu membentuk ester dengan gliserol menjadi trigliserida sebagai cadangan energi jangka panjang. Jika sewaktu-waktu tak tersedia sumber energi dari karbohidrat barulah asam lemak dioksidasi, baik asam lemak dari diet maupun jika harus memecah cadangan trigliserida jaringan. Proses pemecahan trigliserida ini dinamakan **lipolisis**



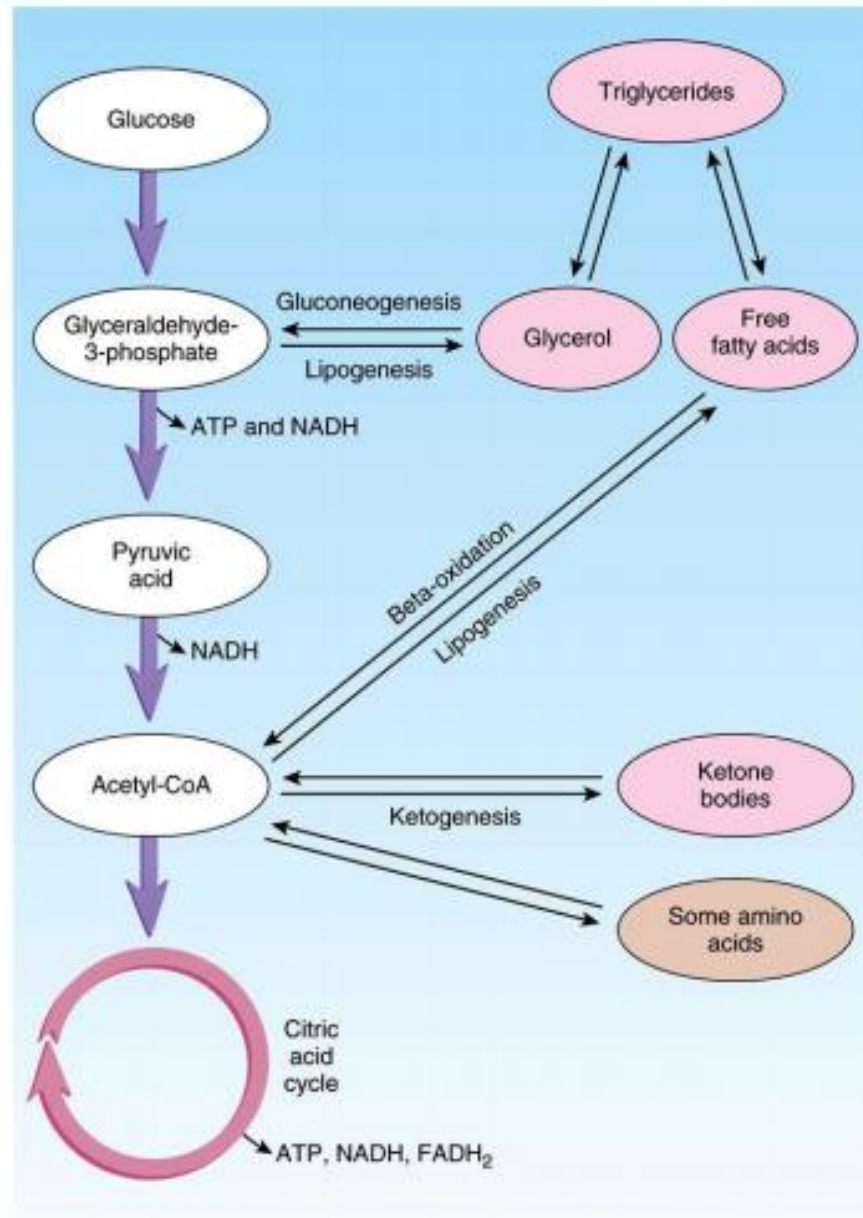
Proses oksidasi asam lemak dinamakan oksidasi beta dan menghasilkan asetil KoA. Selanjutnya sebagaimana asetil KoA dari hasil metabolisme karbohidrat dan protein, asetil KoA dari jalur inipun akan masuk ke dalam siklus asam sitrat sehingga dihasilkan energi.

Di sisi lain, jika kebutuhan energi sudah mencukupi, asetil KoA dapat mengalami lipogenesis menjadi asam lemak dan selanjutnya dapat disimpan sebagai trigliserida

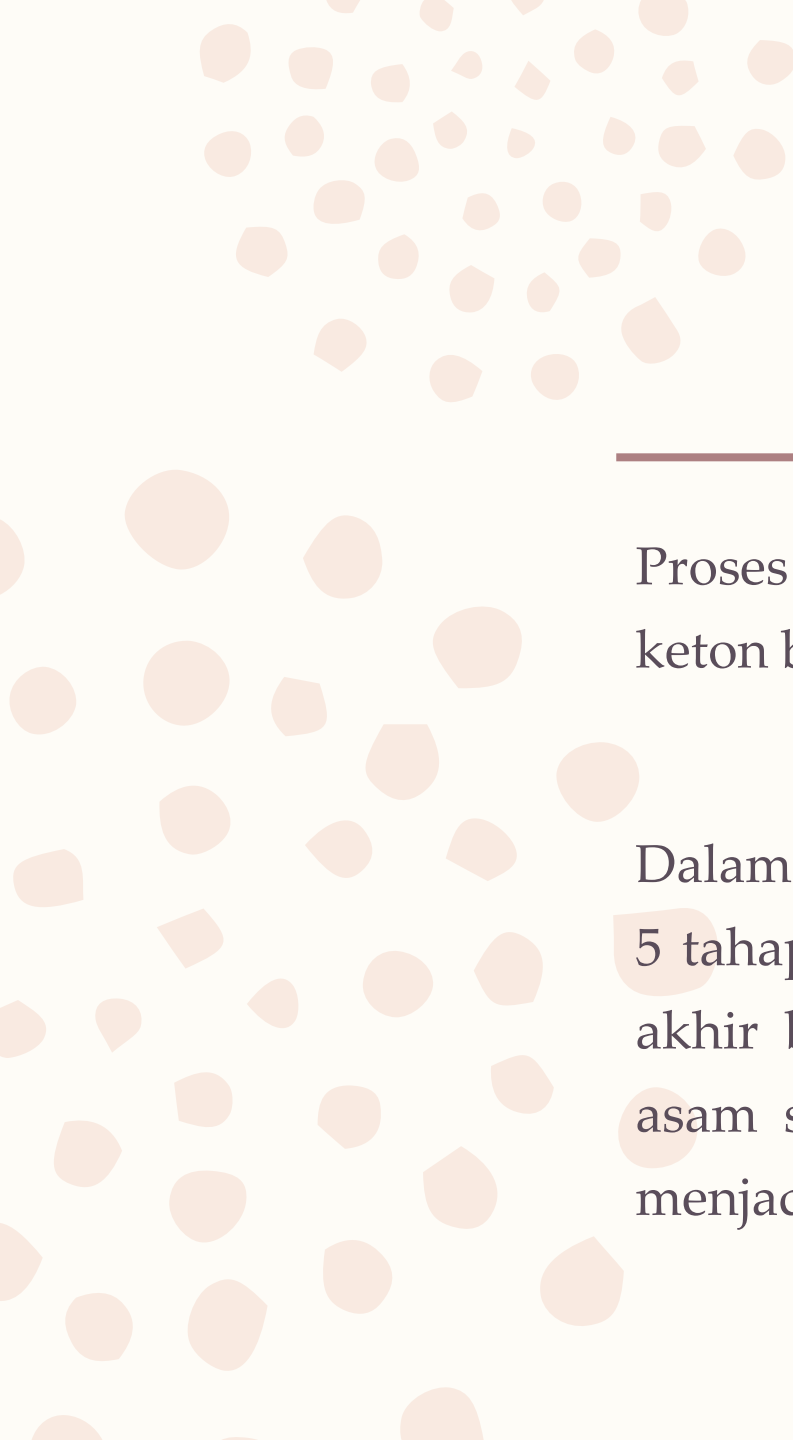


Beberapa lipid nongliserida disintesis dari asetil KoA. Asetil KoA mengalami kolesterogenesis menjadi kolesterol. Selanjutnya kolesterol mengalami steroidogenesis membentuk steroid. Asetil KoA sebagai hasil oksidasi asam lemak juga berpotensi menghasilkan badan-badan keton (aseto asetat, hidroksi butirat dan aseton). Proses ini dinamakan **ketogenesis**.

Badan-badan keton dapat menyebabkan gangguan keseimbangan asam-basa yang dinamakan **asidosis metabolik**. Keadaan ini dapat menyebabkan kematian.



Gambar 3.7. Proses Pembentukan Energi Dari Lipid

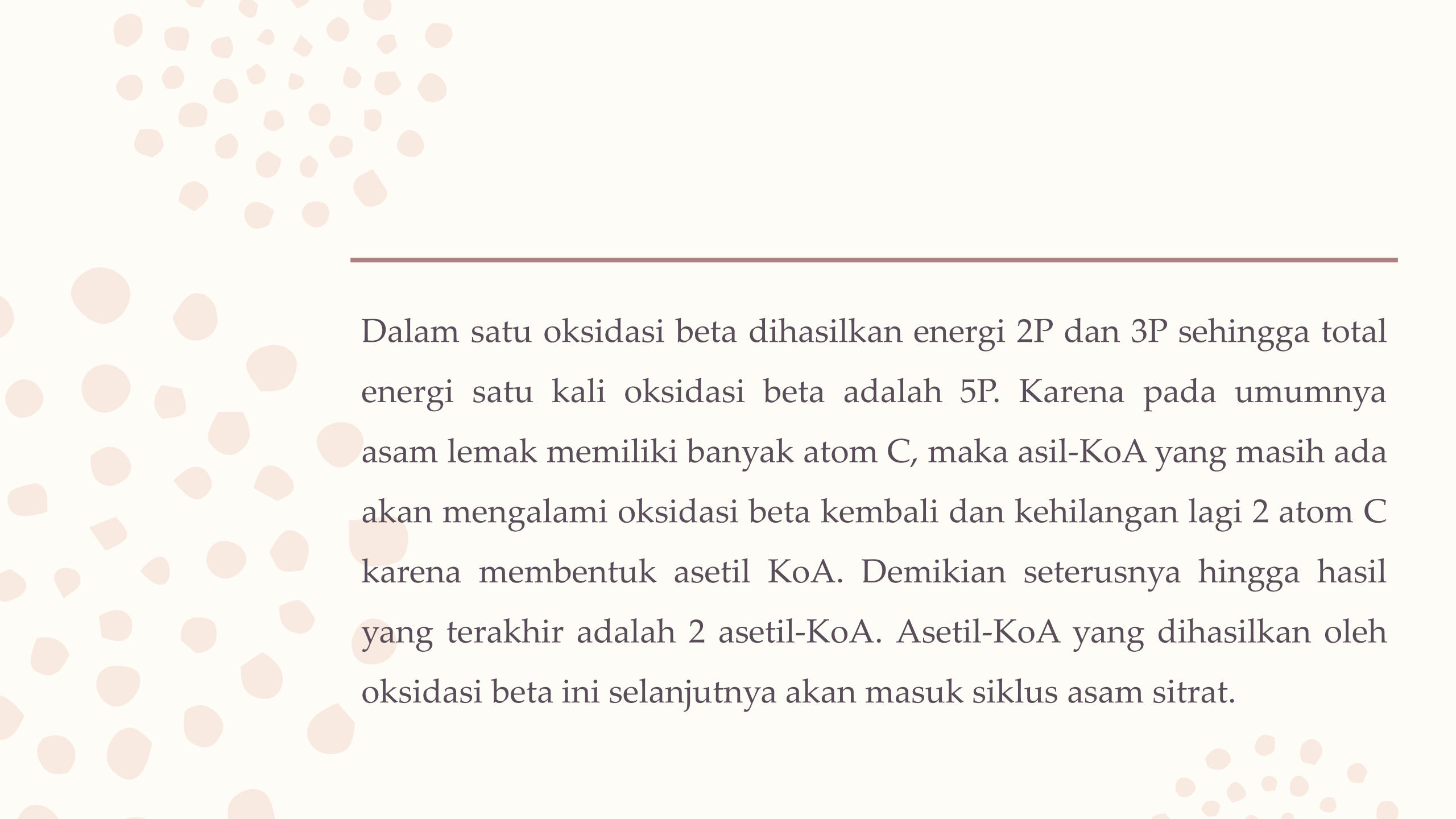


Proses pembentukan energi dari lipid mempunyai hasil samping berupa keton bodies yang berbahaya bagi tubuh jika dalam porsi yang tinggi.

Dalam oksidasi beta, asam lemak masuk ke dalam rangkaian siklus dengan 5 tahapan proses dan pada setiap proses, diangkat 2 atom C dengan hasil akhir berupa asetil KoA. Selanjutnya asetil KoA masuk ke dalam siklus asam sitrat. Dalam proses oksidasi ini, karbon β asam lemak dioksidasi menjadi keton

Telah dijelaskan bahwa asam lemak dapat dioksidasi jika diaktifkan terlebih dahulu menjadi asil-KoA. Proses aktivasi ini membutuhkan energi sebesar 2P. (-2P). Setelah berada di dalam mitokondria, asil-KoA akan mengalami tahap-tahap perubahan sebagai berikut:

- a. Asil-KoA diubah menjadi delta² -trans-enoil-KoA. Pada tahap ini terjadi rantai respirasi dengan menghasilkan energi 2P (+2P).
- b. Delta² -trans-enoil-KoA diubah menjadi L(+)-3-hidroksi-asil-KoA.
- c. L(+)-3-hidroksi-asil-KoA diubah menjadi 3-Ketoasil-KoA. Pada tahap ini terjadi rantai respirasi dengan menghasilkan energi 3P (+3P).
- d. Selanjutnya terbentuklah asetil KoA yang mengandung 2 atom C dan asil-KoA yang telah kehilangan 2 atom C.



Dalam satu oksidasi beta dihasilkan energi 2P dan 3P sehingga total energi satu kali oksidasi beta adalah 5P. Karena pada umumnya asam lemak memiliki banyak atom C, maka asil-KoA yang masih ada akan mengalami oksidasi beta kembali dan kehilangan lagi 2 atom C karena membentuk asetil KoA. Demikian seterusnya hingga hasil yang terakhir adalah 2 asetil-KoA. Asetil-KoA yang dihasilkan oleh oksidasi beta ini selanjutnya akan masuk siklus asam sitrat.

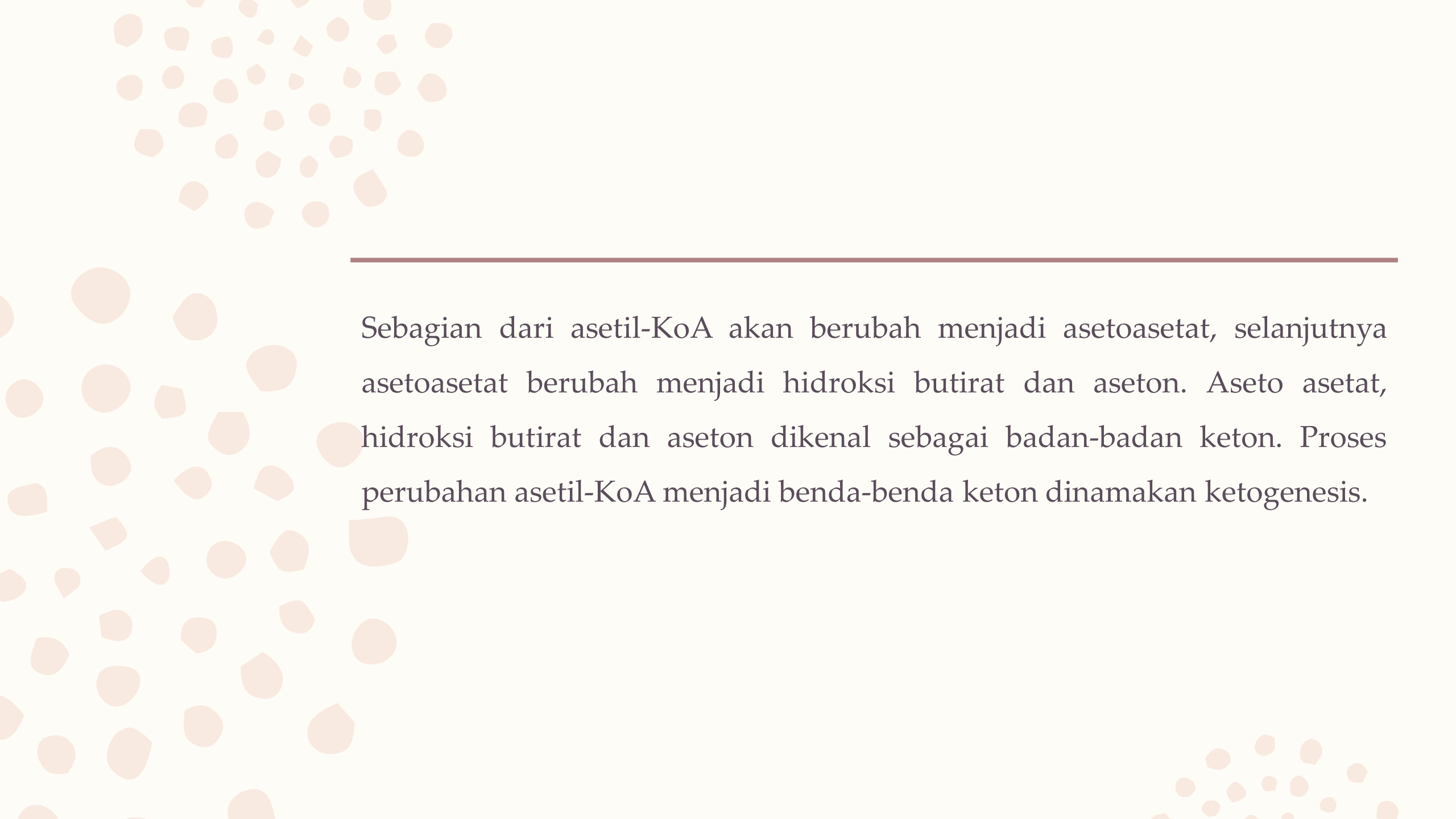
Penghitungan energi hasil metabolisme lipid

Dari uraian di atas kita bisa menghitung energi yang dihasilkan oleh oksidasi beta suatu asam lemak.

Misalnya tersedia sebuah asam lemak dengan 10 atom C, maka kita memerlukan **energi 2 ATP untuk aktivasi**, dan energi yang dihasilkan oleh oksidasi beta adalah 10 dibagi 2 dikurangi 1, yaitu 4 kali oksidasi beta, berarti hasilnya adalah $4 \times 5 = 20$ ATP. Karena asam lemak memiliki 10 atom C, maka asetil-KoA yang terbentuk adalah 5 buah

Setiap asetil-KoA akan masuk ke dalam siklus Krebs yang masing-masing akan menghasilkan 12 ATP, sehingga totalnya adalah $5 \times 12 \text{ ATP} = 60 \text{ ATP}$.

Dengan demikian sebuah asam lemak dengan 10 atom C, akan dimetabolisir dengan hasil -2 ATP (untuk aktivasi) + **20 ATP (hasil oksidasi beta)** + **60 ATP (hasil siklus Krebs)** = 78 ATP



Sebagian dari asetil-KoA akan berubah menjadi asetoasetat, selanjutnya asetoasetat berubah menjadi hidroksi butirat dan aseton. Aseto asetat, hidroksi butirat dan aseton dikenal sebagai badan-badan keton. Proses perubahan asetil-KoA menjadi benda-benda keton dinamakan ketogenesis.



TERIMA KASIH

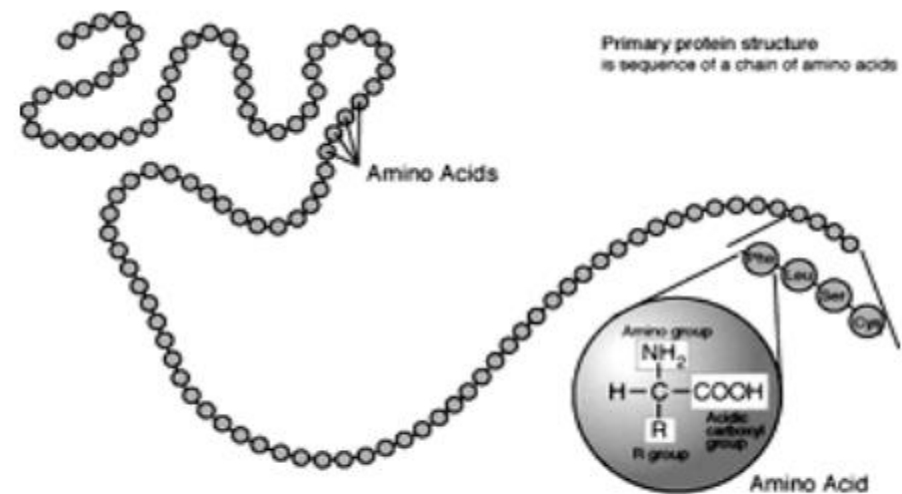
METABOLISME PROTEIN

Oleh :
Maria Putri Sari, M.Kep.
Prodi D3 Keperawatan
STIKES Notokusumo Yogyakarta

Protein merupakan zat biomolekul yang penting peranannya dalam makhluk hidup selain karbohidrat dan lemak. Anda mungkin sudah mengetahui bahwa manusia itu dibentuk oleh bagian terkecil yaitu sel.

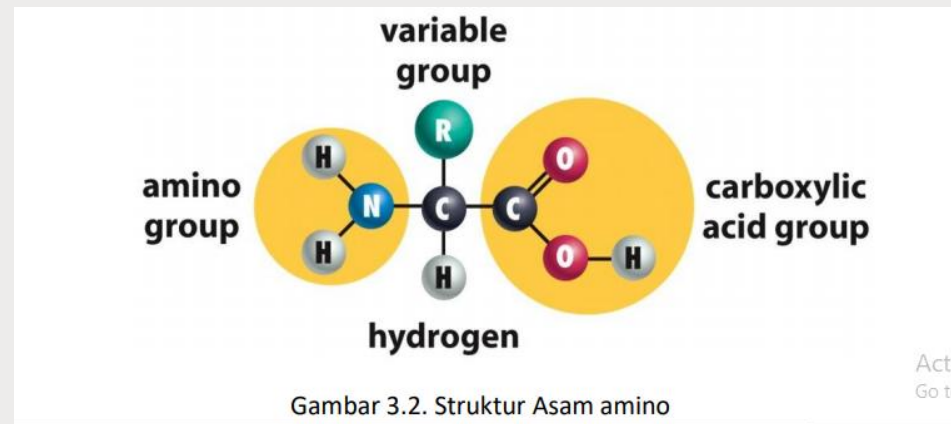
Sel mempunyai **dinding sel**, di mana bahan untuk membentuk dinding sel itu memerlukan **protein**, berdasarkan hal tersebut Anda menjadi tahu bahwa protein sangat diperlukan oleh tubuh.

Kata protein berasal dari kata bahasa Yunani protos yang berarti "**yang paling utama**". Protein adalah suatu senyawa organik kompleks, dengan berat molekul tinggi yang berbentuk gabungan dari molekulmolekul asam amino yang dihubungkan satu sama lain dengan ikatan peptida sehingga membentuk satu untaian rantai



Gambar 3.1. Struktur Sederhana Protein

Dengan gambar di atas (Gb. 2.1) jelaslah bagi kita bahwa protein ibaratnya sebagai suatu ikatan rantai senyawa molekul asam amino yang terdiri dari unsur Carbon (C) berada ditengah-tengah, selanjutnya atom C ini mempunyai ikatan dengan atom Hidrogen (H), molekul R (dalam berbagai bentuk), senyawa amin (NH₂) dan senyawa asam karboksilat (COOH)



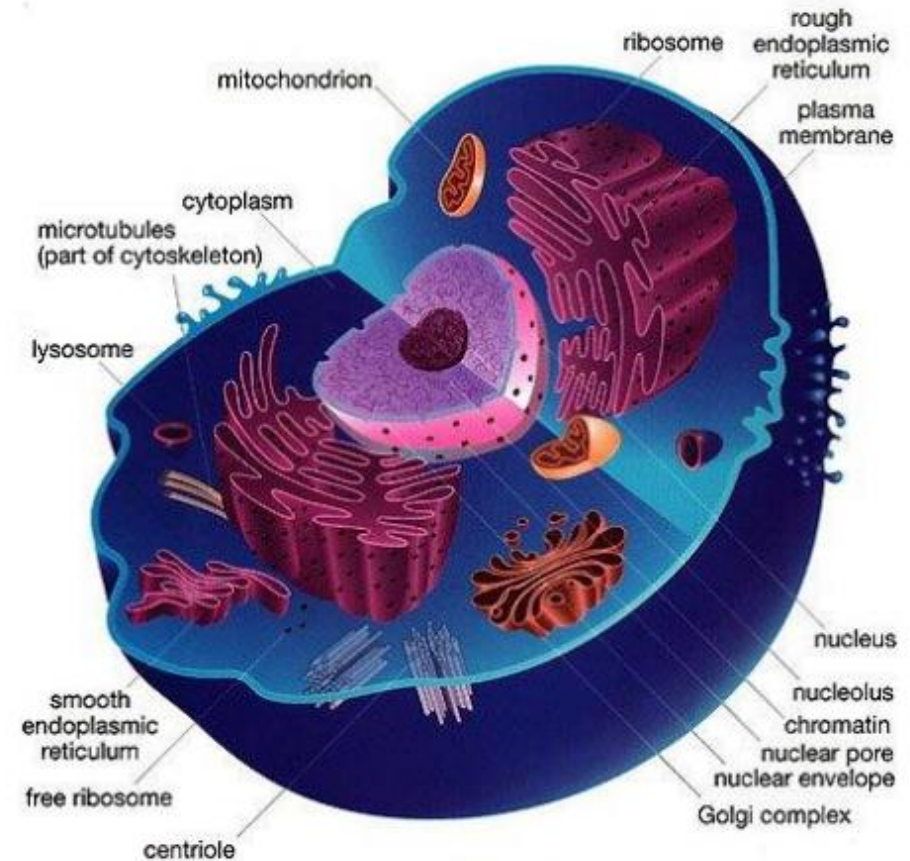
Fungsi dan Peranan Protein

Fungsi structural

Protein secara struktural berfungsi dalam membentuk struktur protein internal yaitu struktur protein yang berfungsi sebagai organ di dalam sel itu sendiri (sitoplasma dan organela), sitoskeleton (rangka sel), mempertahankan bentuk dan integritas fisik sel.

Di dalam sel, protein terdapat baik pada membran plasma maupun membran internal yang menyusun organel sel seperti mitokondria, retikulum endoplasma, nukleus dan badan golgi dengan fungsi yang berbeda-beda tergantung pada tempatnya.

Struktur sel dan organellanya tersusun dari asam amino spesifik dan mempunyai fungsi yang berbeda-beda.



Gambar 3.3. Struktur Sel dan Organella

Katalisis enzimatik

Hampir semua reaksi kimia dalam sistem biologi dikatalisis oleh enzim dan hampir semua enzim adalah protein

Transportasi dan penyimpanan

Berbagai molekul kecil dan ion-ion ditransport oleh protein spesifik. Misalnya transportasi oksigen di dalam eritrosit oleh hemoglobin dan transportasi oksigen di dalam otot oleh myoglobin

Koordinasi gerak

Kontraksi otot dapat terjadi karena pergeseran dua filamen protein yaitu aktin dan miosin. Contoh lainnya adalah pergerakan kromosom saat proses mitosis dan pergerakan sperma oleh flagella

Penunjang mekanis

Ketegangan kulit dan tulang disebabkan oleh kolagen yang merupakan protein fibrosa

Proteksi imun

Antibodi (imunoglobulin/Ig) merupakan protein yang sangat spesifik dan dapat mengenal serta berkombinasi dengan benda asing seperti virus, bakteri dan sel dari organisme lain.

Membangkitkan dan menghantarkan impuls saraf.

Respon sel saraf terhadap rangsang spesifik diperantarai oleh protein reseptor. Misalnya rodopsin adalah protein yang sensitif terhadap cahaya ditemukan pada sel batang retina. Contoh lainnya adalah protein reseptor pada sinapsis.

Pengaturan pertumbuhan dan diferensiasi

Pada organisme tingkat tinggi, pertumbuhan dan diferensiasi diatur oleh protein faktor pertumbuhan. Misalnya faktor pertumbuhan saraf mengendalikan pertumbuhan jaringan saraf. Selain itu, banyak hormon merupakan protein.

Karakteristik Protein

Karena gugus protein pada salah satu ujung rantai C-nya mengandung senyawa amin maka sebagian besar protein bersifat polar atau mempunyai beda potensial.

Dengan adanya **sifat polar** tersebut maka senyawa protein mempunyai kemampuan untuk **menempel dengan molekul lain** atau sering kita sebut dengan **adhesin**. Protein bila dipanaskan dalam suhu tinggi maka akan mengumpal atau disebut dengan terkoagulasi.

Misalnya ketika Anda akan membuat telur mata sapi, ketika Anda memanaskan telur tersebut maka sebagian putih telur yang bening akan berubah menjadi putih kental.

Sifat yang lain dari protein adalah protein juga akan **menggumpal bila dalam kondisi asam**, ini terjadi bila kita membiarkan susu dalam kondisi terbuka dalam waktu lama. Menggumpalnya protein disebabkan karena **rantai protein yang sudah rusak karena suhu yang tinggi dan situasi asam**

Macam Jenis Protein

Berdasarkan Bentuk dan Sifat Fisik:

Protein globular

Terdiri dari polipeptida yang bergabung satu sama lain (berlipat rapat) membentuk bulat padat. Misalnya enzim, albumin, globulin, protamin. Protein ini larut dalam air, asam, basa, dan etanol.

Protein serabut (fibrous protein)

Terdiri dari peptida berantai panjang dan berupa serat-serat yang tersusun memanjang, dan memberikan peran struktural atau pelindung. Misalnya fibroin pada sutera dan keratin pada rambut dan bulu domba. Protein ini tidak larut dalam air, asam, basa, maupun etanol.

Berdasarkan Fungsi Biologi :

Pembagian protein didasarkan pada fungsinya di dalam tubuh, antara lain:

- a. Enzim (ribonuklease, tripsin).
- b. Protein transport (hemoglobin, mioglobin, serum, albumin).
- c. Protein nutrisi dan penyimpan (gliadin/gandum, ovalbumin/telur, kasein/susu, feritin/jaringan hewan).
- d. Protein kontraktile (aktin dan tubulin).
- e. Protein Struktural (kolagen, keratin, fibrin).
- f. Protein Pertahanan (antibodi, fibrinogen dan trombin, bisa ular).
- g. Protein Pengatur (hormon insulin dan hormon paratiroid).

Berdasarkan Daya Larutnya:

Albumin

Larut air, mengendap dengan garam konsentrasi tinggi. Misalnya albumin telur dan albumin serum.

Globulin Glutelin

Tidak larut dalam larutan netral, larut asam dan basa encer. Glutenin (gandum), orizenin (padi).

Gliadin (prolamin)

Larut etanol 70-80%, tidak larut air dan etanol 100%. Gliadin/gandum, zein/jagung.

Histon

Bersifat basa, cenderung berikatan dengan asam nukleat di dalam sel. Globin bereaksi dengan heme (senyawa asam menjadi hemoglobin). Tidak larut air, garam encer dan pekat (jenuh 30-50%). Misalnya glob

Protamin

Larut dalam air dan bersifat basa, dapat berikatan dengan asam nukleat menjadi nukleoprotamin (sperma ikan). Contohnya salminulin serum dan globulin telur

Protein Majemuk, adalah protein yang mengandung senyawa bukan hanya protein disebut juga dengan istilah “protein terkonjugasi”:

Fosfoprotein

Protein yang mengandung fosfor, misalnya kasein pada susu, vitelin pada kuning telur.

Kromoprotein

Protein berpigmen, misalnya asam askorbat oksidase mengandung Cu

Protein Koenzim

Misalnya NAD⁺, FMN, FAD dan NADP⁺.

Lipoprotein

Mengandung asam lemak, lesitin.

Metaloprotein

Mengandung unsur-unsur anorganik (Fe, Co, Mn, Zn, Cu, Mg dsb).

Glikoprotein

Gugus prostetik karbohidrat, misalnya musin (pada air liur), oskomukoid (pada tulang).

Nukleoprotein

Protein dan asam nukleat berhubungan (berikatan valensi sekunder) misalnya pada jasad renik.

Tahap-tahap pencernaan Protein

Proses pencernaan protein dimulai di dalam lambung (gaster) dimana terdapat sel chief di dinding lambung yang menghasilkan enzim pepsinogen. Enzim ini menghasilkan pepsin (suatu enzim proteolytic) yang dapat mencerna protein makanan.

Selanjutnya organ pankreas menghasilkan beberapa enzim yang disalurkan ke pancreaticus ductus, yaitu: **Proteolytic enzim**, mempunyai anggota golongan peptidase, pepsinogen, enterokinase dll yang berfungsi memecah protein polypeptida menjadi rantai peptida yang pendek, atau asam amino.

Penyerapan makanan terjadi pada mukosa intestinal melalui tonjolan villi dan microvilli. Di dalam lumen masing-masing villi terdapat jaringan kapiler dan sebuah pembuluh limf. Protein yang sudah dicerna menjadi asam-asam amino dipindahkan secara aktif menembus sel-sel epitel microvilli untuk masuk ke dalam kapiler, terus masuk ke aliran darah seluruh tubuh, menuju semua sel tubuh, terutama sel-sel otot tempat mereka digunakan untuk sintesis protein. Asam amino yg tidak digunakan disalurkan ke hati kemudian diubah menjadi karbohidrat atau lemak (glukoneogenesis) dan digunakan untuk energi atau disimpan di seluruh tubuh.

Transpor dan Penyimpanan Asam amino (Guyton dan Hall, 2006).

- ✓ Hasil akhir dari pencernaan protein dan absorpsi protein dalam saluran pencernaan hampir seluruhnya dalam bentuk **asam amino**. Asam amino selanjutnya dibawa oleh sirkulasi darah ke dalam amino acid pool (gudang penimbunan asam amino) yaitu **darah dan cairan jaringan (interseluler)**.

- Selanjutnya asam amino masuk ke dalam sel dengan metode transpor aktif. Setelah masuk ke dalam sel, asam amino bergabung dengan ikatan peptida, dibawah petunjuk RNA messenger dan sistem ribosom untuk membentuk protein selular, mengganti jaringan yang rusak, dan jika diperlukan dapat diubah menjadi sumber energi.

- Oleh karena itu, konsentrasi asam amino dalam sel biasanya tetap rendah karena penyimpanan sebagian besar asam amino dalam bentuk protein yang sesungguhnya. Namun banyak protein intraselular dapat dengan cepat dipecah kembali menjadi asam amino dibawah pengaruh enzim pencernaan lisosom intraselular dan asam amino ini sebaliknya ditranspor kembali keluar dari sel dan masuk ke dalam darah.

- Beberapa jaringan tubuh yang menyimpan asam amino-protein dalam jumlah banyak adalah hati, sedangkan ginjal dan mukosa usus halus menyimpan asam amino-protein dalam jumlah yang relatif sedikit.

- Di dalam tubuh terdapat keseimbangan yang reversibel antara protein dari berbagai bagian tubuh yang berbeda. Protein selular dalam hati (dan sangat sedikit pada sel jaringan lain) dapat disintesis dengan cepat dari asam amino plasma dan banyak asam amino kemudian dipecahkan dan dikembalikan ke dalam plasma dengan kecepatan hampir sama, sehingga terdapat keseimbangan yang konstan antara asam amino dalam plasma darah dan protein yang labil dalam sel tubuh. Misalnya: jika jaringan tertentu apapun membutuhkan protein, jaringan tersebut dapat mensintesis protein baru dari asam amino darah, sebaliknya untuk mengganti asam amino darah yang berkurang tadi maka sel-sel tubuh lainnya terutama sel hati akan memecah proteinnya menjadi asam amino untuk di transpor kembali ke dalam plasma darah.

- Konsentrasi normal asam amino dalam darah antara **35 s/d 65 mg/dl**.
- Masing-masing sel mempunyai kemampuan maksimum dalam menyimpan asam amino-protein. Setelah semua sel menyimpan asam amino-protein dalam batas maksimum, maka asam amino yang berlebihan dalam sirkulasi darah akan dipecah menjadi produk lain, atau dipergunakan untuk energi atau diubah menjadi lemak atau glikogen dan disimpan dalam bentuk ini.

- Di dalam **plasma darah**, asam amino dapat dalam bentuk protein plasma yaitu **albumin, globulin dan fibrinogen** dimana protein plasma ini dibentuk oleh **hati** kemudian ditranspor ke dalam pembuluh darah.
- Kecepatan hati dalam membentuk protein plasma dapat sangat tinggi yaitu **30 mg/hari**. Untuk lebih memahami uraian diatas maka Anda bisa memperhatikan gambar berikut ini.

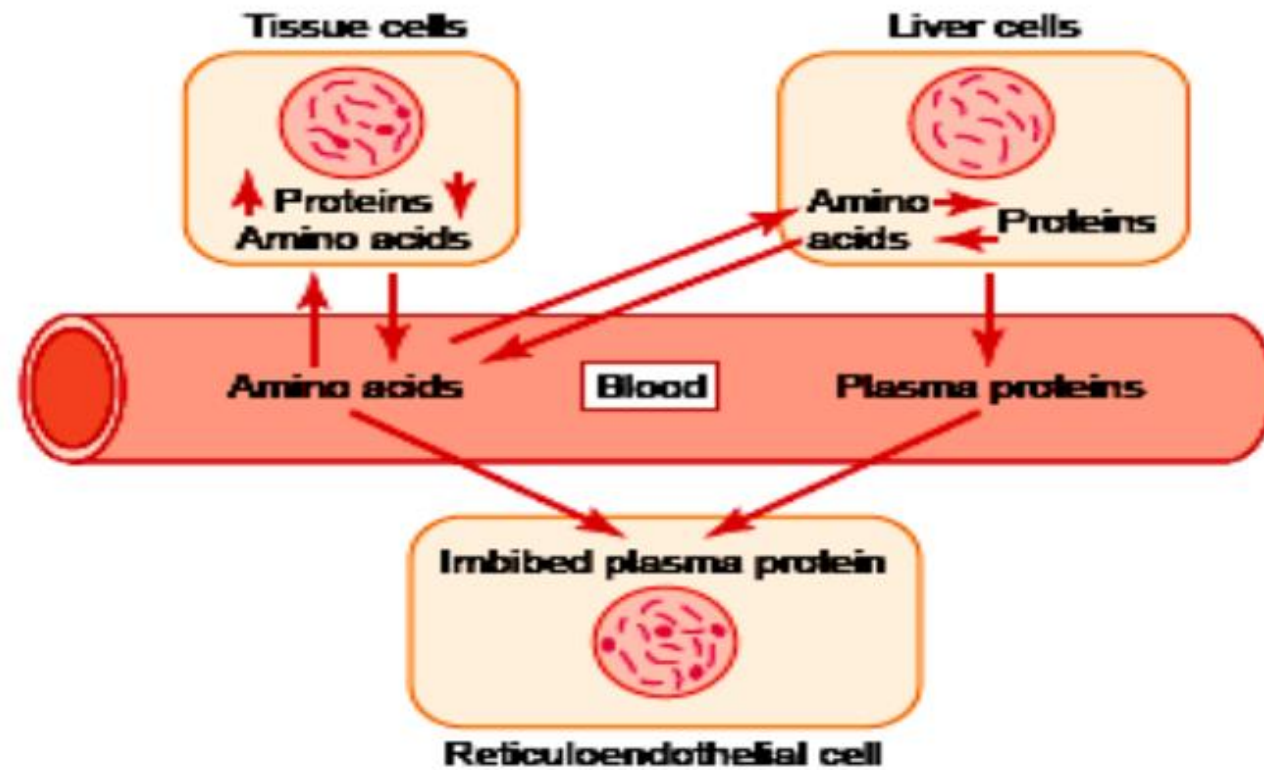
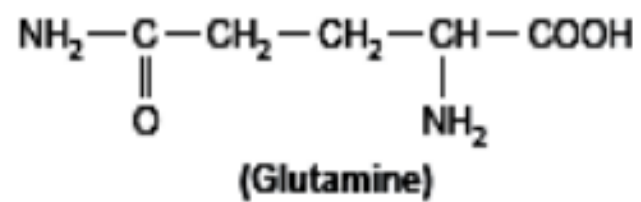


Figure 69-2

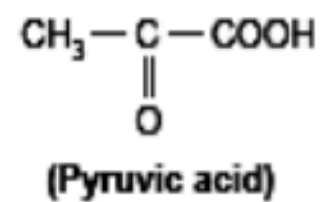
Reversible equilibrium among the tissue proteins, plasma proteins, and plasma amino acids.

Metabolisme Protein

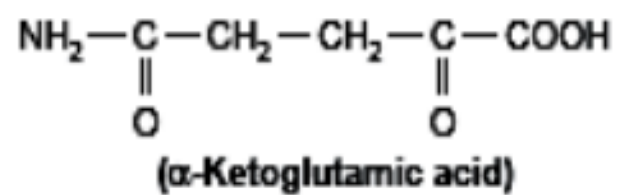
- Protein di dalam tubuh dapat berubah menjadi molekul yang lebih sederhana melalui **proses deaminasi dan trasaminasi**.
- **Transaminasi** adalah proses perubahan asam amino menjadi jenis asam amino lain. Proses transaminasi didahului oleh pemindahan NH_2 dari suatu asam amino ke ikatan yg lain, yaitu asam keto (perubahan asam amino menjadi bentuk asam keto), yang kemudian masuk ke cytoplasma sel yg nantinya akan digunakan untuk sintesis protein. Secara skematik digambarkan sebagai berikut.



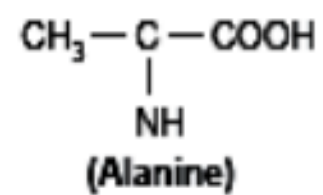
+



Transaminase

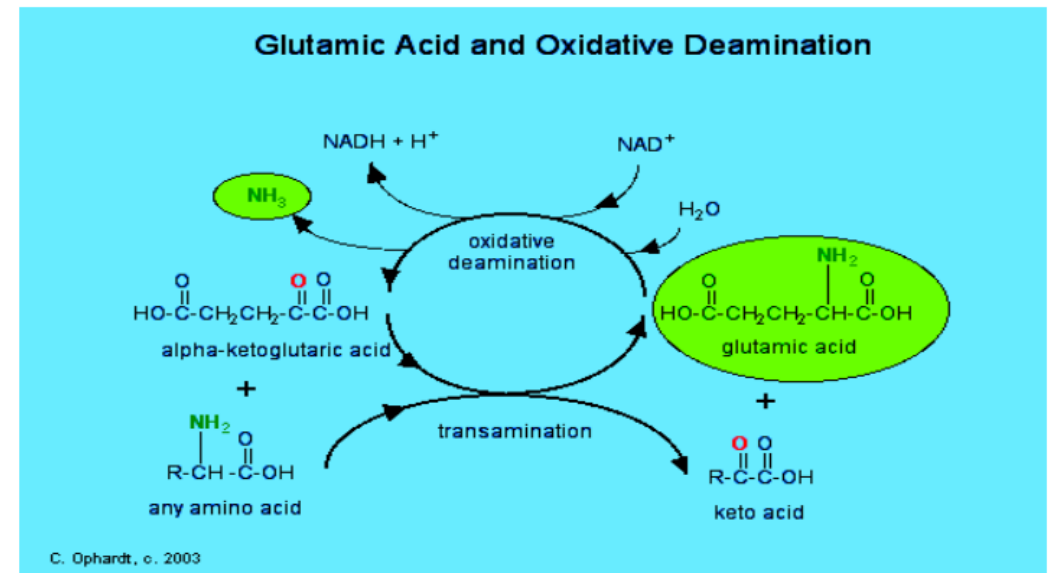
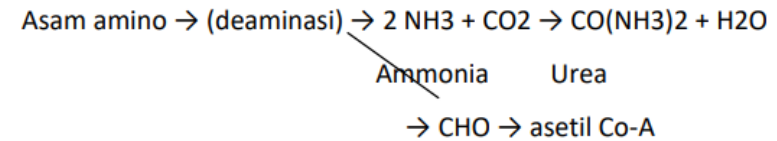



+



- Sekali sel diisi sampai batas penyimpanan proteinnya, penambahan asam amino apapun didalam cairan tubuh akan dipecah dan dipakai untuk energi atau disimpan sebagai lemak atau sedikit sebagai glikogen. Pemecahan ini hampir seluruhnya dalam hati, dan dimulai dengan proses deaminasi

Deaminasi adalah proses pengeluaran asam amino atau pemisahan gugus amino (NH_2) dari suatu asam amino ke beberapa zat akseptor lainnya. Deaminasi merupakan salah satu bentuk dari katabolisme atom N (nitrogen). Secara skematik digambarkan sebagai berikut:



Gambar 3.4. Skema Deaminasi

Pengaturan hormonal dalam metabolisme

Hormon yang ikut meregulasi metabolisme adalah

- a. hormon tiroid,
- b. glukagon,
- c. epinephrine,
- d. kortisol, dan
- e. hormon pertumbuhan

Hormon Tiroid

1. dapat meningkatkan konsumsi oksigen dan produksi panas pada sebagian besar jaringan tubuh, yang disebut dengan efek kalorigenik, melalui pengurangan produksi ATP.
2. Mempertahankan keseimbangan energy metabolic
3. Merupakan pencetus untuk fungsi normal dari semua sel termasuk sel otot jantung
4. Menunjang proses tumbuh/growth dan perkembangan sejak bayi.



Gambar 1. Lokasi kelenjar tiroid



Gambar 2. Kelenjar Tiroid Tampak Depan dan Belakang

- **Epinephrine**, meningkatkan BMR dengan efek kalorigenik. Epinephrine menstimulasi katabolisme glikogen dan triasilgliserol.

Glukagon, merangsang pembongkaran simpanan glukosa hingga gula darah kembali normal (glikogenolisis), dan meningkatkan penggunaan lemak (lipolisis).

- ✓ Glukagon merupakan hormone peptide yang di sekresikan sel-sel alfa
- ✓ Meningkatkan katabolisme molekul-molekul penyimpanan energy (glycogen, lipids, proteins
- ✓ Meningkatkan persediaan glukosa untuk sisitem saraf melalui pengubahan sel-sel tubuh untuk mengutilisasi sumber energu
- ✓ Meningkatkan glukonepgenesis dan ketogenesis

- **Kortisol**, menghambat metabolisme lemak dan karbohidrat, dengan menstimulasi proses glukoneogenesis dan lipolisis, meningkatkan protein katabolisme, menurunkan penyerapan glukose pada sel otot dan sel lemak, dan meningkatkan pemecahan triasilgliserol.
- **Growth hormone**, menstimulasi pertumbuhan dan anabolisme protein.

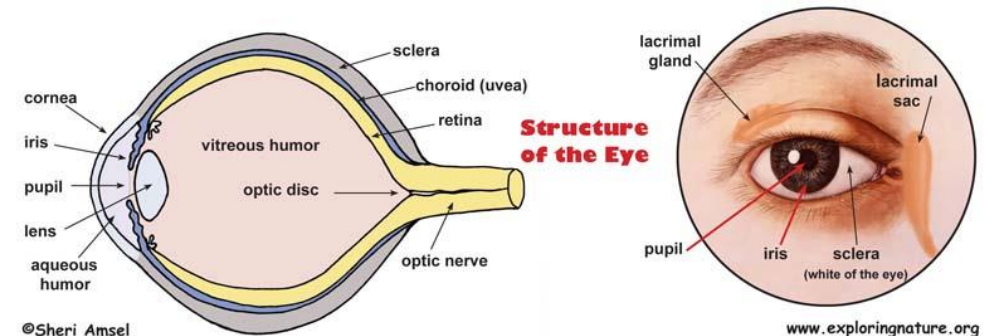
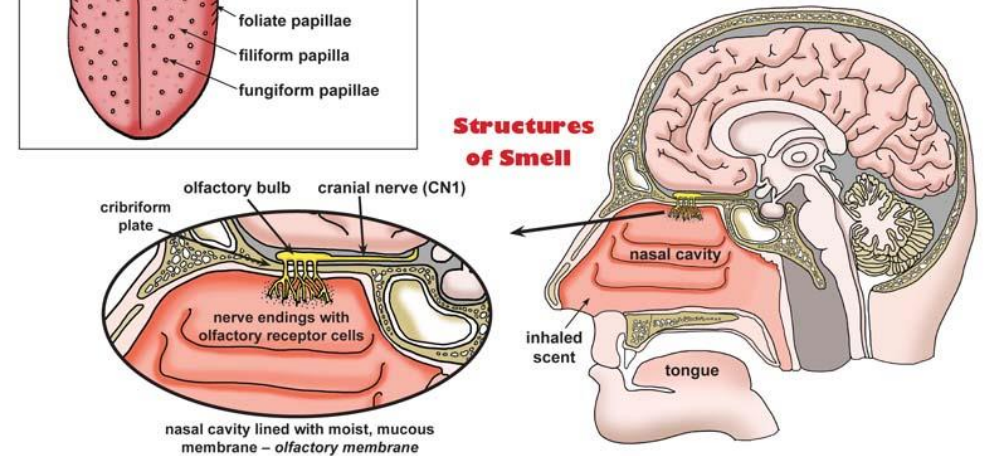
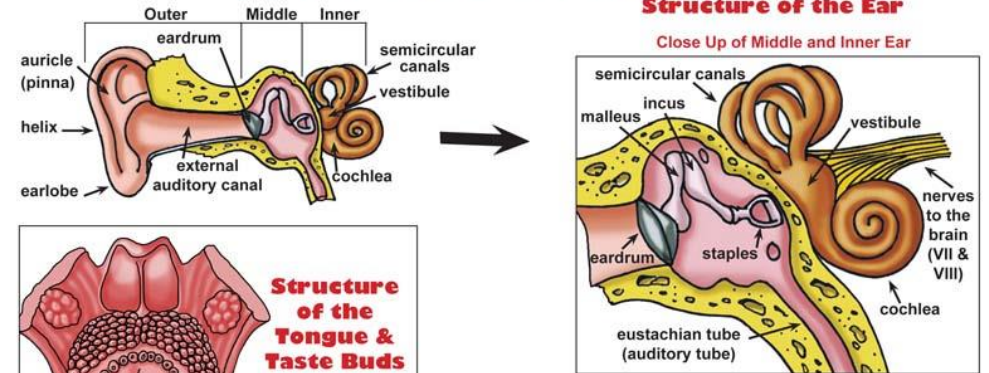
TERIMA KASIH

SISTEM SENSORI

Maria Putri Sari Utami, M.Kep

STIKES NOTOKUSUMO YOGYAKARTA

Special Senses



TIMELINE

- Macam organ sensori
- Fungsi organ sensori
- Proses akomodasi
- Proses mendengar
- Penilaian fungsi penglihatan
- Penilaian fungsi pendengaran

PENDAHULUAN

- Sensori adalah stimulus atau rangsangan yang datang dari dalam maupun luar tubuh

- Sistem sensori adalah system penghantaran rangsangan dari perifer ke pusat

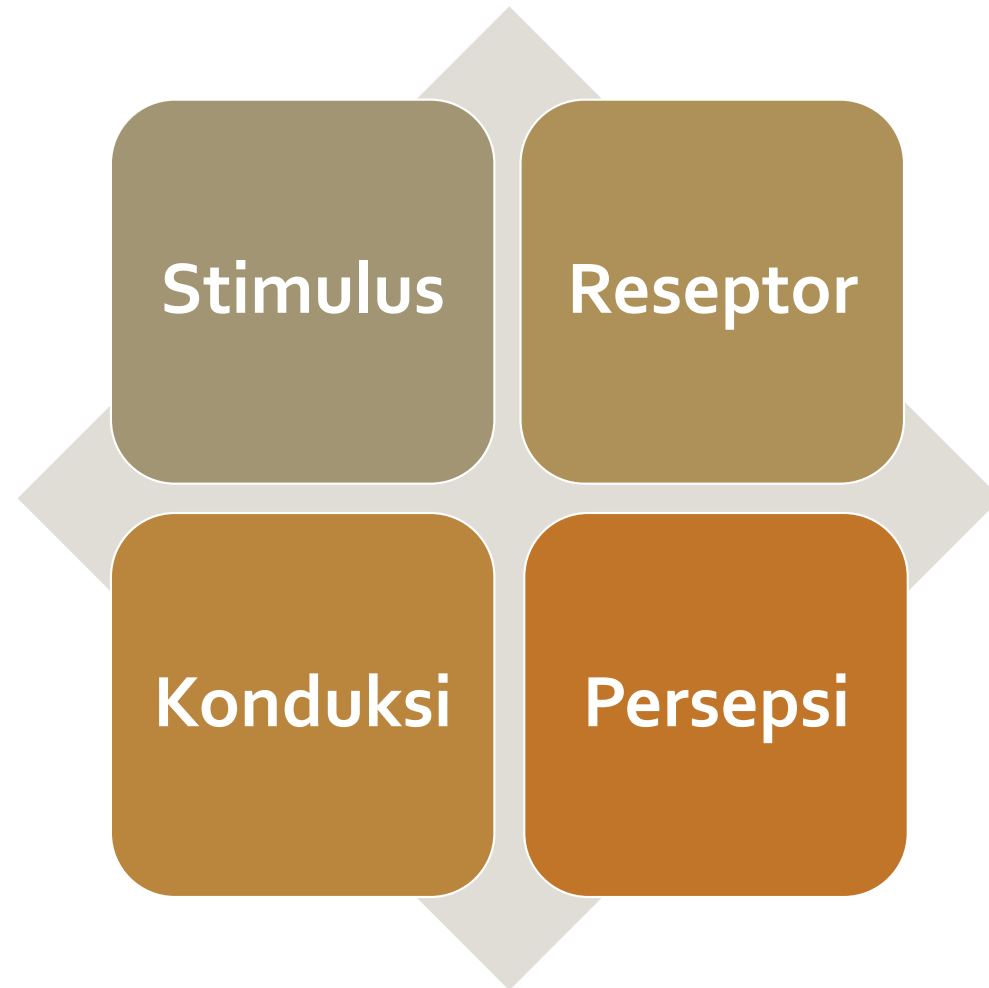
- Stimulus masuk melalui organ panca indra



- Secara fisiologis, system saraf secara terus menerus menerima ribuan informasi dari organ saraf sensori, menyalurkan informasi melalui saluran yang sesuai, dan mengintegrasikan informasi menjadi respon yang bermakna.

- Stimulus sensori mencapai organ sensori dan menghasilkan reaksi yang segera atau informasi tersebut saat itu disimpan ke otak untuk digunakan dimasa depan
- Sistem saraf harus utuh agar stimulus sensori mencapai pusat otak yang sesuai dan agar individu menerima sensasi. Setelah menginterpretasikan makna sensasi, maka orang dapat bereaksi terhadap stimulus tersebut.

Empat komponen penting pada sensori, antara lain :



Proses jalannya sensori hingga dipersepsikan



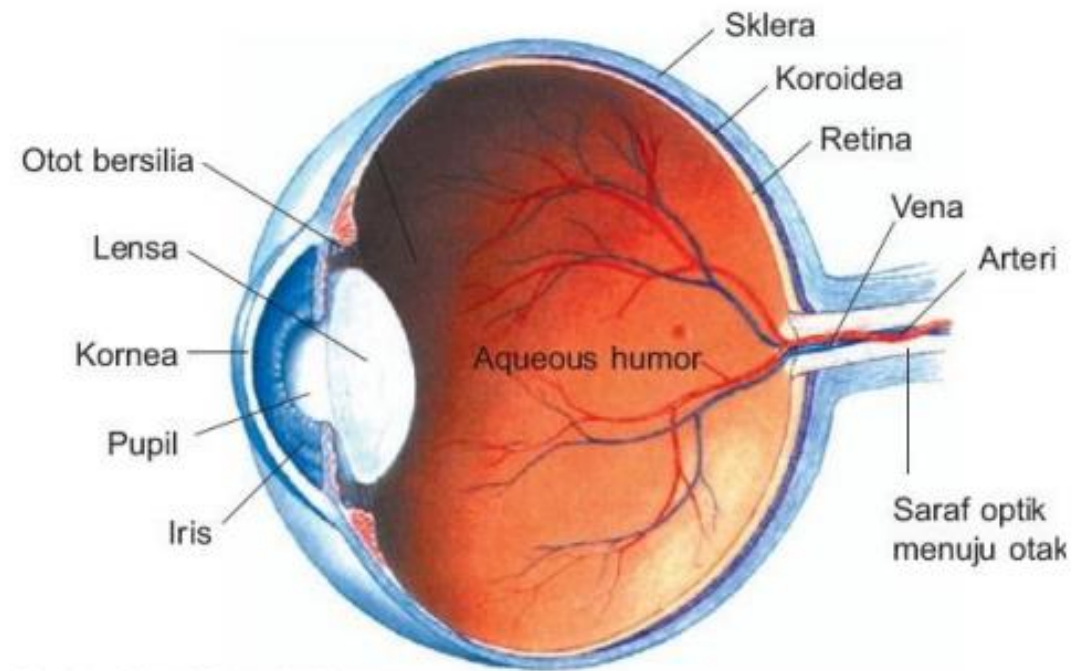
FUNGSI ORGAN SENSORI

- Mata (Visual)
- Telinga (Auditory)
- Hidung (Olfactory)
- Lidah (Gustatory)
- Kulit (Tactile)

Struktur dan Fungsi Penglihatan

Struktur Fungsi Bagian

- Mata mempunyai reseptor untuk menangkap rangsang cahaya yang disebut **fotoreseptor**. Oleh karena itu, pada siang hari pantulan sinar matahari oleh benda-benda di sekeliling kita dapat kita tangkap dengan jelas. Sebaliknya pada malam hari, benda-benda di sekitar kita tidak memantulkan cahaya matahari seperti waktu siang hari. Akibatnya, kita hanya mampu melihat benda-benda itu bila mereka memantulkan cahaya dari sumber cahaya lain, misalnya lampu.

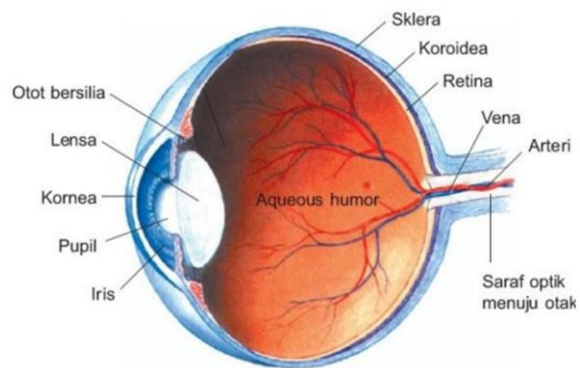


Sumber: *Biology, Raven dan Johnson*

Gambar 12.1. Struktur Bola Mata

Bagian Mata			Fungsi
a.	Sklera	: pembungkus lapisan luar	• Melindungi bola mata dari kerusakan mekanis dan memungkinkan melototnya otot mata
b.	Kornea	: selaput bening tembus pandang pada bagian depan sclera	• Penerima rangsang cahaya • Mereaksikan cahaya
c.	Koroidea	: lapisan tengah di antara sklera dan retina berupa selaput darah (kecuali di bagian depan)	• Penyedia makan bagi bagian mata yang lain
d.	Iris (selaput pelangi)	: selaput berwarna (mengandung pigmen melanin) merupakan bagian depan koroidea	• Melindungi refleksi cahaya dalam mata • Mengendalikan kerja pupil
e.	Pupil	: berupa lubang yang dibatasi oleh iris	• Mengatur banyak sedikit cahaya yang diperlukan mata
f.	Lensa	: berupa lensa bikonveks	• Membiaskan dan memfokuskan cahaya agar bayangan benda tepat jatuh pada retina mata
g.	Aqueous humor	: berupa cairan encer	• Menjaga bentuk kantong depan bola mata
h.	Vitreous humor	: berupa cairan bening dan kental selaput jala	• Meneruskan rangsang ke bagian mata memperkukuh bola mata
i.	Retina	:	• Menerima bayangan dan untuk melihat benda
j.	Fovea (bintik kuning)	: berupa bagian yang mengandung sel-sel kerucut	• Sebagai tempat bayangan jatuh pada daerah retina
k.	Badan silia	: berupa otot melingkar dan otot radial yang terdekat pada ujung depan lapisan koroid yang membentuk penebalan	• Menyokong lensa dan mensekresikan aqueous humor
l.	Bintik buta	: tempat saraf optik meninggalkan bagian dalam bola mata	• Tidak peka terhadap cahaya karena tidak mengandung sel konus dan sedikit sel batang
m.	Saraf mata	: berupa serabut saraf	• Meneruskan rangsang cahaya ke saraf kranial (saraf optik)

PROSES PENGLIHATAN



Sumber: *Biology, Raven dan Johnson*

Gambar 12.1. Struktur Bola Mata

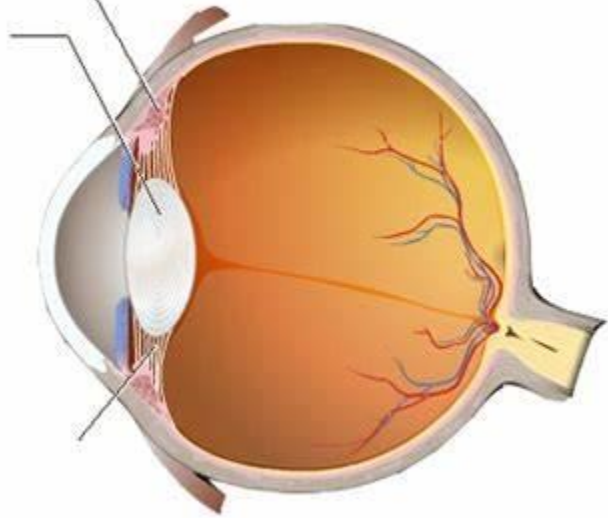
- Rangsang yang diterima indra penglihat (mata) berupa cahaya. Cahaya yang masuk melalui kornea akan diteruskan seperti berikut:

Cahaya → Aqueous humor → Pupil → Lensa → Vitreous humor → Retina

PROSES AKOMODASI

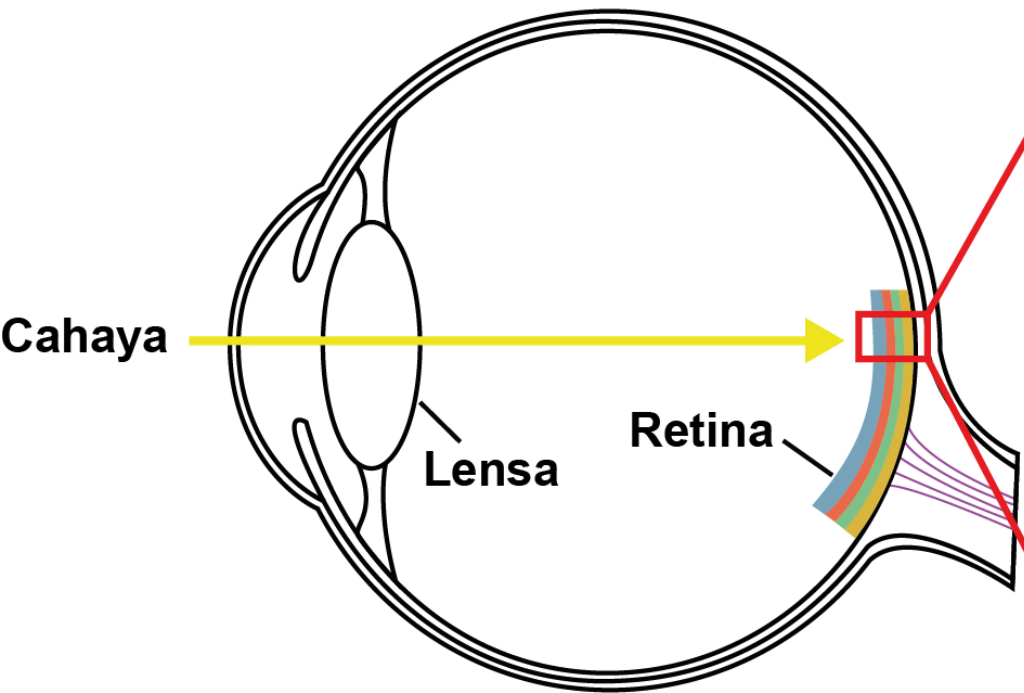
Apabila cahaya yang masuk terlalu terang, pupil akan menyempit atau mengalami konstriksi. Bila cahaya redup, pupil akan melebar atau mengalami dilatasi. Cahaya yang dipantulkan ke mata masuk ke dalam retina khususnya pada fovea (bintik kuning). Cahaya ini dapat terfokus ke dalam fovea karena diatur oleh lensa. Lensa mata mempunyai kemampuan untuk memipih dan mencembung. Kemampuan ini disebut daya akomodasi.

Otot siliaris

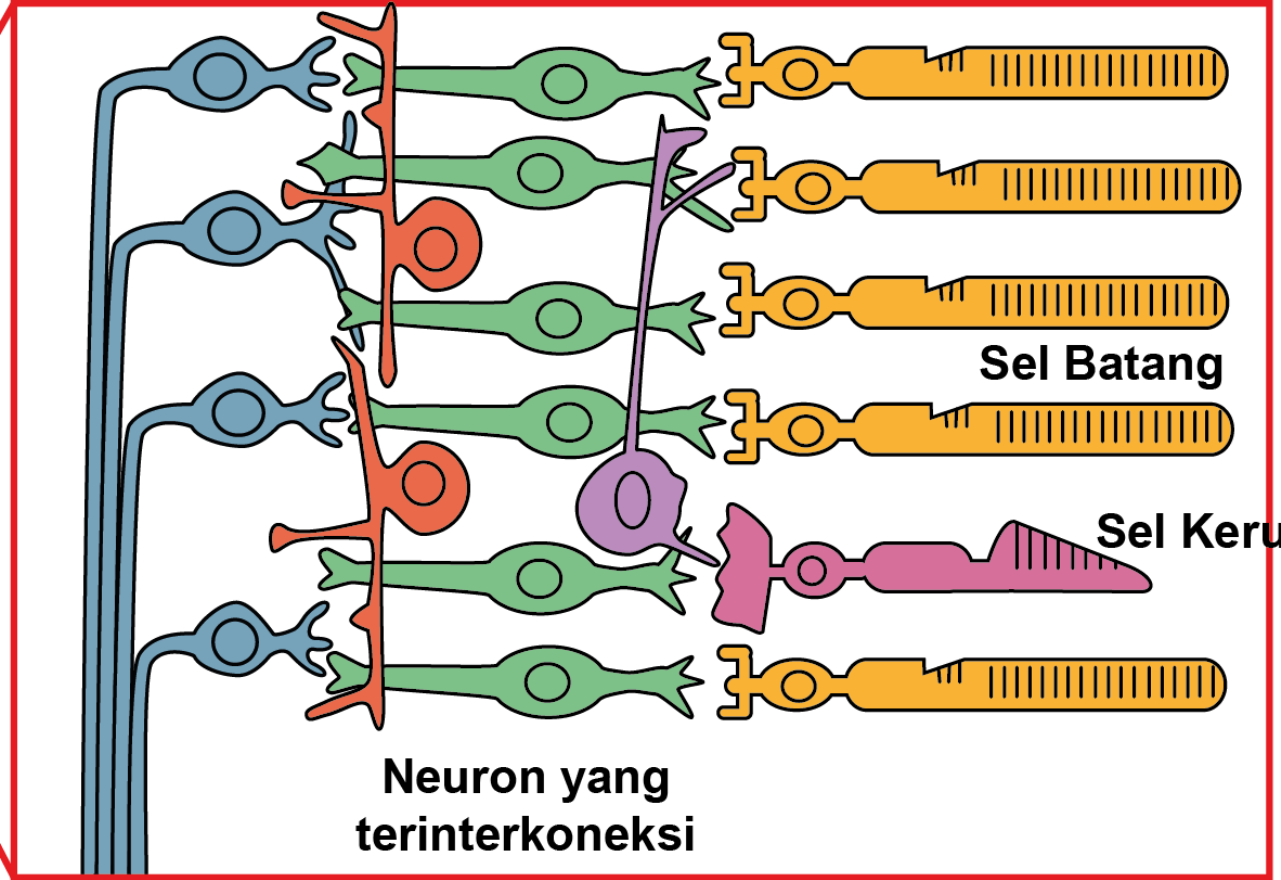


- Otot yang terikat pada lensa dan dinding koroidea ini disebut otot siliaris.
- Otot ini berfungsi mengubah bentuk lensa. Apabila lensa digunakan untuk melihat benda jarak **dekat** maka lensa mata akan **mencembung**, bentuk lensa akan **memipih** bila digunakan untuk melihat benda jarak **jauh**.

- Pada retina terkandung 2 macam sel yaitu **sel batang** dan **sel kerucut**.
- Sel **batang** mengandung pigmen **rhodopsin**, yaitu suatu bentuk senyawa vitamin A dengan protein tertentu. Sel-sel ini paling banyak terletak di fovea dan berfungsi untuk menerima bayangan dengan cahaya lemah, dan bayangan yang terbentuk atau terpersepsi **hitam putih**.



Mata



ke saraf optik



Apabila pandangan menjadi gelap saat masuk ruangan dari luar ruangan yang terang benderang. Hal tersebut dapat terjadi karena saat Anda berada di luar ruangan (terdapat cahaya matahari) sel kerucut melakukan tugasnya menyampaikan bayangan ke otak.

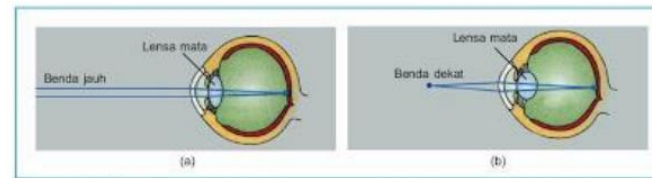
Sementara itu, pigmen-pigmen rhodopsin dalam sel batang akan terurai sehingga sel batang tidak dapat bekerja dengan baik. Jika tiba-tiba Anda masuk ke ruangan gelap, pigmen-pigmen rhodopsin yang terurai dalam sel batang akan terbentuk kembali, dan sel batang akan mengambil alih tugas sel kerucut dalam menyampaikan bayangan ke otak. Terbentuknya pigmen-pigmen rhodopsin itu berlangsung secara bertahap. Hal ini menyebabkan seseorang tidak dapat segera melihat dengan jelas saat memasuki ruang gelap. Lama waktu yang diperlukan untuk proses pembentukan rhodopsin disebut **waktu adaptasi rhodopsin**

- Selain mengandung sel batang, retina juga mengandung **sel kerucut atau sel konus**. Sel ini mengandung **iodopsin**.
- Fungsi sel konus untuk menerima rangsang **warna merah, biru, dan hijau**. Setiap satu sel kerucut mengandung satu di antara ketiga pigmen. Apabila retina mata hanya memiliki satu pigmen atau sel kerucut satu maka akan mengalami buta warna.
- Orang yang hanya memiliki dua macam sel kerucut disebut **dikromat**. Sementara itu, orang yang hanya memiliki satu macam sel kerucut disebut **monokromat**. Pada monokromat, warna yang terlihat oleh mata hanya hitam dan putih serta bayangan kelabu.

- Seluruh bagian retina terdapat sel-sel batang maupun sel kerucut, **kecuali tempat saraf mata berada**. Daerah tempat saraf mata ini sangat kecil hingga menyerupai sebuah titik saja. Titik kecil ini disebut **bintik buta**. Kemampuan lensa memfokuskan bayangan pada retina berbeda-beda. Berikut ini adalah gambar lensa saat memfokuskan bayangan tersebut.

Biomedik Dasar

Selain harus ada cahaya, syarat agar mata dapat melihat dengan baik yaitu mata harus dalam keadaan normal. Mata normal (emetropi) yaitu mata yang dapat berakomodasi dengan baik. Titik terjauh (punctum remotum) berada pada jarak sejauh-jauhnya. Titik terdekat (punctum proximimum) berada pada jarak baca ideal (25 cm) di depan mata.



Sumber: Biologi Campbell

Gambar 12.3. Lensa mata mampu memipih (a) dan mencembung (b)

B. GANGGUAN PROSES PENGLIHATAN

Proses penglihatan dapat mengalami gangguan tergantung dari berbagai sebab. Secara umum gangguan penglihatan dapat terjadi jika ada salah satu proses yang tidak berjalan sebagaimana mestinya sehingga bayangan tidak terbentuk atau syaraf mata tidak dapat memproses sehingga bayangan yang terbentuk tidak sesuai.

a. Hipermetropi Lensa cembung

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

- Selain harus ada cahaya, syarat agar mata dapat melihat dengan baik yaitu mata harus dalam keadaan normal.
- Mata normal (**emetropi**) yaitu mata yang dapat berakomodasi dengan baik. Titik terjauh (punctum remotum) berada pada jarak sejauh-jauhnya. Titik terdekat (punctum proximum) berada pada jarak baca ideal (**25 cm**) di depan mata.

GANGGUAN PROSES PENGLIHATAN

Proses penglihatan dapat mengalami gangguan tergantung dari berbagai sebab. Secara umum gangguan penglihatan dapat terjadi jika ada salah satu proses yang tidak berjalan sebagaimana mestinya sehingga bayangan tidak terbentuk atau syaraf mata tidak dapat memproses sehingga bayangan yang terbentuk tidak sesuai

PEMERIKSAAN
FUNGSI
PENGLIHATAN

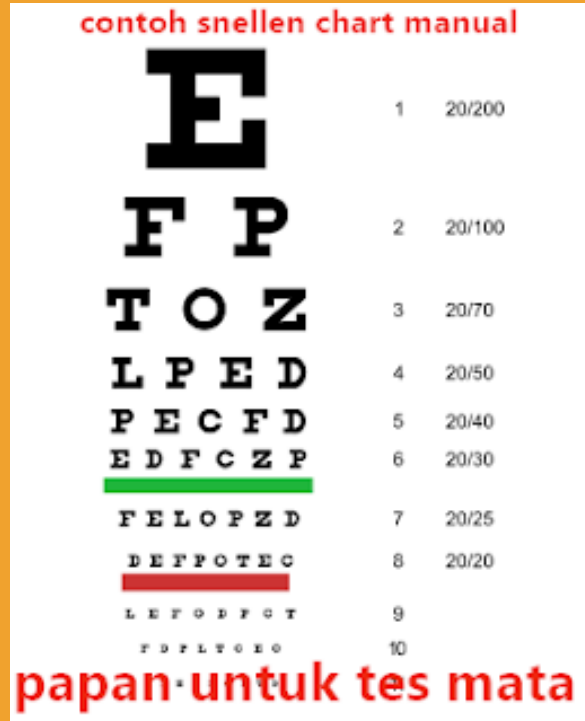
SYARAT PEMERIKSAAN MATA

1. Intensitas cahaya adekuat
2. Tersedia alat dan obat diagnostic
3. Dilakukan secara sistematis
4. Mengenal anatomi, fisiologi, dan patologik mata

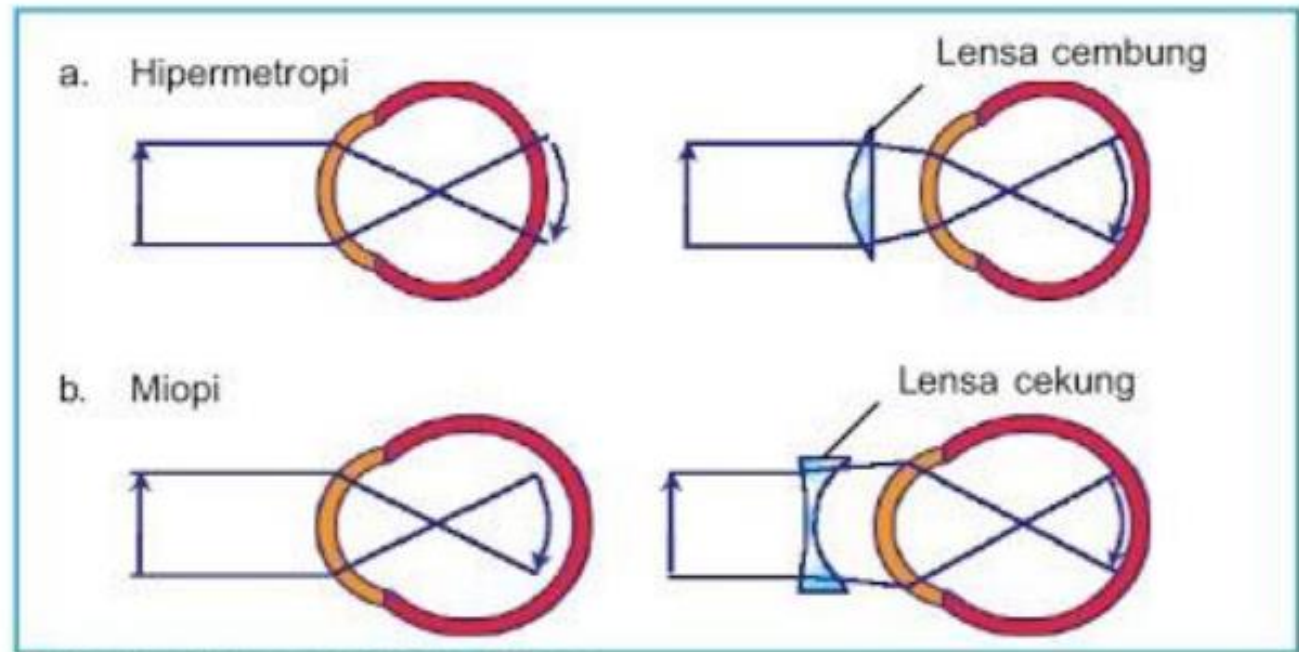
PEMERIKSAAN VISUS

Pemeriksaan visus (tajam penglihatan) menentukan visus tiap mata :

1. optotip snellen: 6/50 -> 6/6
2. menghitung jari: 1/60 -> 6/60c.
3. gerakan tangan 1/300. Pemeriksaan proyeksi cahaya dari segala arah (atas, bawah, nasal, temporal)
4. membedakan terang gelap 1/~



1. Orang yang diperiksa berada pada posisi 6 meter atau 20 kaki dari kartu snellen, karena pada jarak ini mata akan melihat benda dalam keadaan istirahat atau tanpa akomodasi;
2. Kartu snellen diletakkan sejajar dengan mata orang yang diperiksa;
3. Pastikan ruang tempat pemeriksaan cukup cahaya (tidak gelap dan tidak silau);
4. Orang yang diperiksa tidak buta huruf (tau membaca huruf), jika yang bersangkutan buta huruf maka dapat menggunakan Echart atau menggunakan CiAncin Landolt.
5. Orang yang diperiksa harus berumur > 5 Tahun.
6. Tidak melakukan pemeriksaan sendiri, artinya harus ada paling tidak 2 orang yaitu orang yang diperiksa dan pemeriksa yang bertugas mengarahkan orang yang diperiksa.
7. Pemeriksa berdiri di samping kartu snellen.

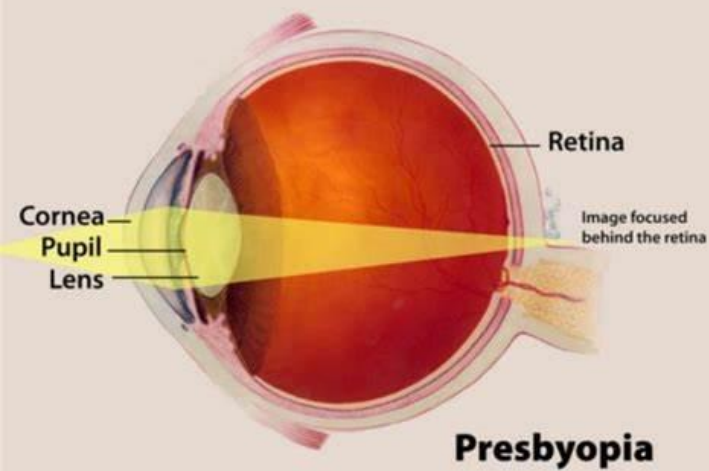


Sumber: Zoologi Umum, Villee, Walker dan Barrer

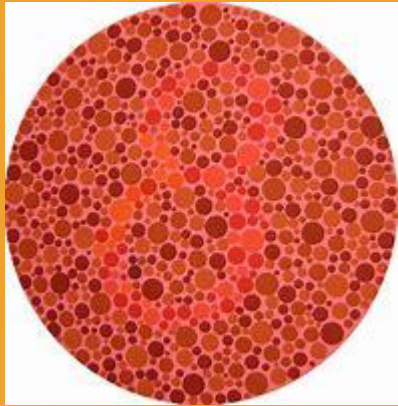
Gambar12.4. Cacat mata pada manusia hipermetropi (a) dan miopi (b)

- Rabun dekat (**hipermetropi**) adalah cacat mata yang mengakibatkan pandangan mata kabur jika melihat benda yang dekat dengan mata.
- Hal ini karena lensa mata **tidak dapat mencembung dengan sempurna**. Rabun dekat dapat dibantu dengan kacamata berlensa positif atau cembung.

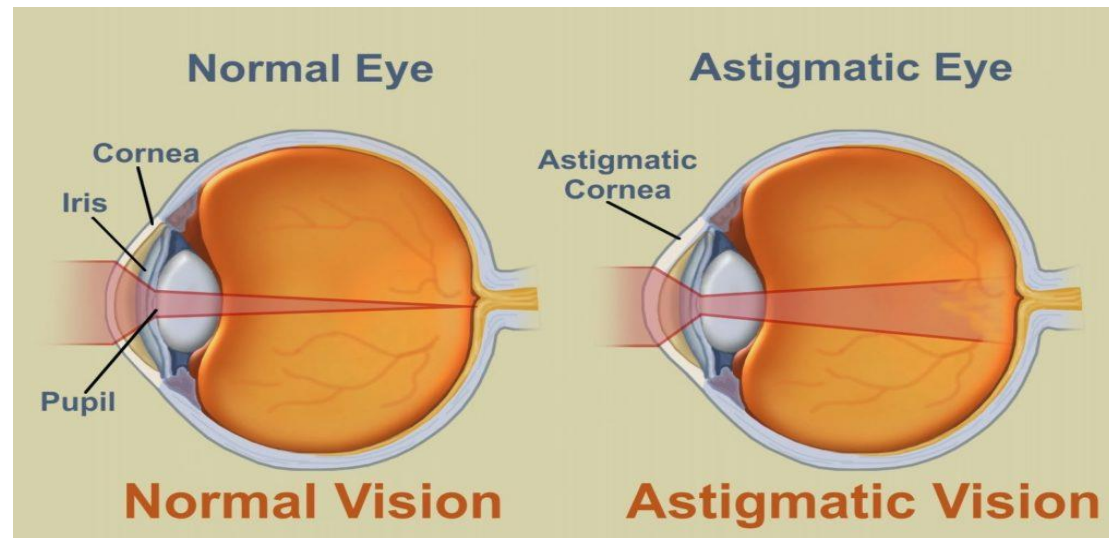
- Rabun jauh (**miopi**) adalah cacat mata yang mengakibatkan pandangan mata kabur jika melihat benda yang jauh dari mata. Hal ini karena lensa mata tidak dapat memipih dengan sempurna. Rabun jauh dapat dibantu dengan kacamata berlensa negatif atau cekung



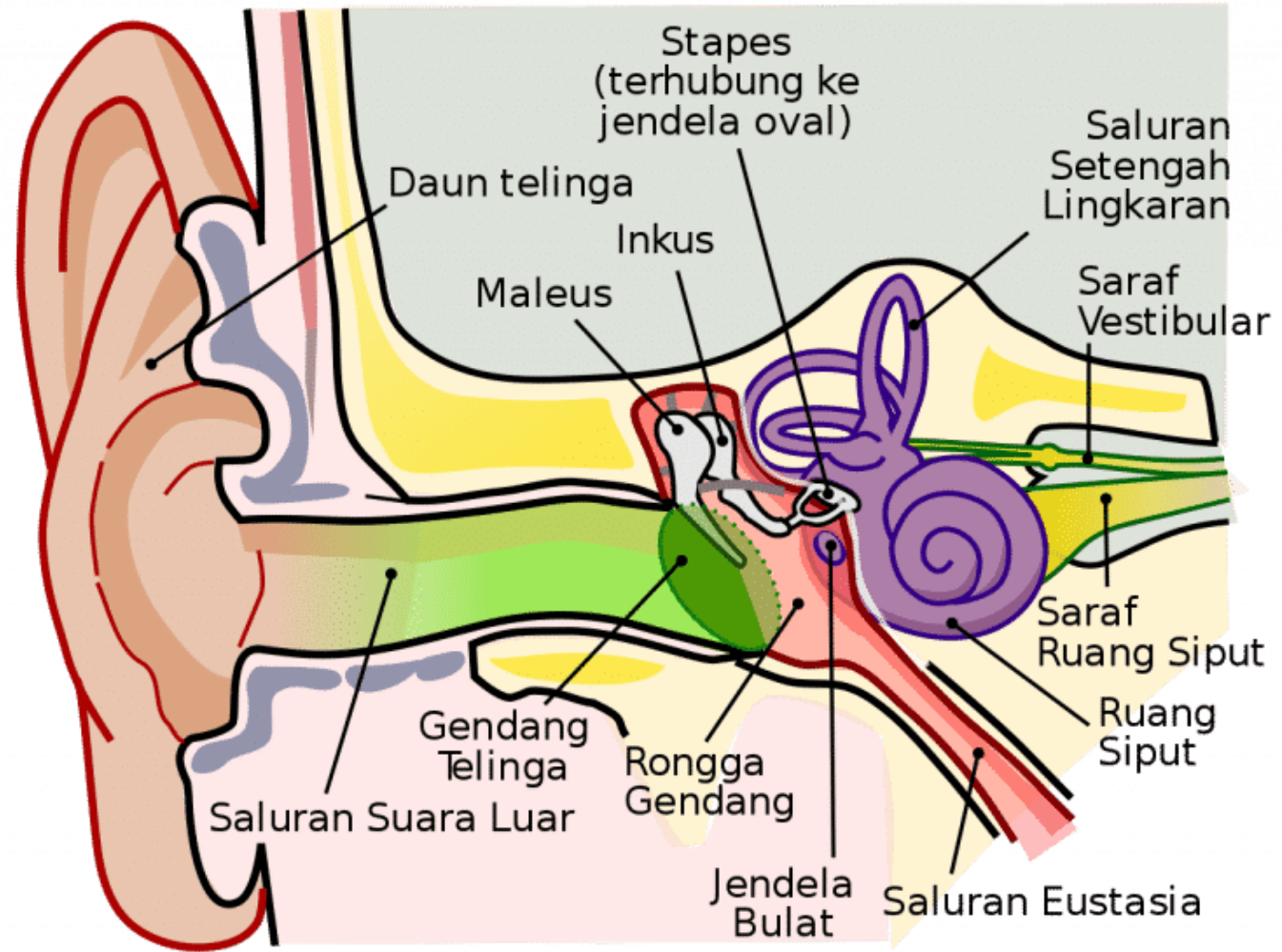
- **Mata tua (presbiopi)** adalah cacat mata yang mengakibatkan pandangan mata kabur jika melihat benda yang dekat maupun benda yang jauh. Cacat mata ini karena lensa mata tidak dapat berakomodasi dengan baik. Mata tua dapat dibantu dengan kacamata berlensa ganda



- **Buta warna** adalah cacat mata karena kerusakan sel konus, sehingga penderita tidak dapat membedakan warna. Biasanya merupakan cacat keturunan.
- **Astigmatisme** adalah kecembungan kornea tidak merata sehingga bayangan menjadi tidak terfokus (kabur). Cacat mata ini dapat dibantu dengan lensa silinder (silindris).



TELINGA



TELINGA LUAR

Telinga luar (auris externa) terdiri dari :

- Daun telinga (auricula/pinna)
- Liang telinga (meatus acusticus externus) sampai gendang telinga (membrana tympanica)

Telinga luar terletak pada pars tympanica ossis temporalis dan pada bagian belakang berbatasan dengan processus mastoideus (Wibowo dan Paryana, 2007)

Auricula mempunyai otot intrinsik dan ekstrinsik, keduanya disarafi oleh N. Facialis.

Telinga luar berfungsi sebagai :

1. Penyalur suara : tergantung dari intensitas, frekuensi, arah, dan ada atau tidaknya hambatan dalam penyalurannya ke gendang telinga
2. Sebagai proteksi telinga tengah, yaitu menahan atau mencegah benda asing yang masuk ke dalam telinga dengan memproduksi serumen, menstabilkan lingkungan dari input yang masuk ke telinga tengah, dan menjaga telinga tengah dari efek angin dan trauma fisik (Emanuel dan Letowski, 2009).

TELINGA TENGAH

1. Telinga tengah (**auris media**) berada di sebelah dalam gendang telinga sekitar **3-6 mm**. Atap rongga telinga tengah adalah Segmen tympani dari pars petrosa ossis temporalis yang berbatasan dengan cavitas cranii.
2. Dinding lateral telinga tengah berbatasan dengan gendang telinga beserta tulang di sebelah atas dan bawahnya.
3. Dinding depannya berbatasan dengan canalis caroticus yang di dalamnya terdapat arteri karotis interna.
4. Dinding medial telinga tengah ini berbatasan dengan tulang pembatas telinga dalam yang terlihat menonjol karena terdapat prominentia canalis facialis di bagian posterior atas.
5. Telinga tengah ini juga secara langsung berhubungan dengan nasofaring yaitu melalui tuba eustachius (Wibowo dan Paryana, 2007).

Fungsi telinga tengah :

- menyalurkan suara dari udara
- memperkuat energi suara yang masuk sebelum menuju ke telinga dalam yang berisi cairan.

TELINGA DALAM

Telinga dalam dibatasi oleh tulang temporal (pars petrosa)

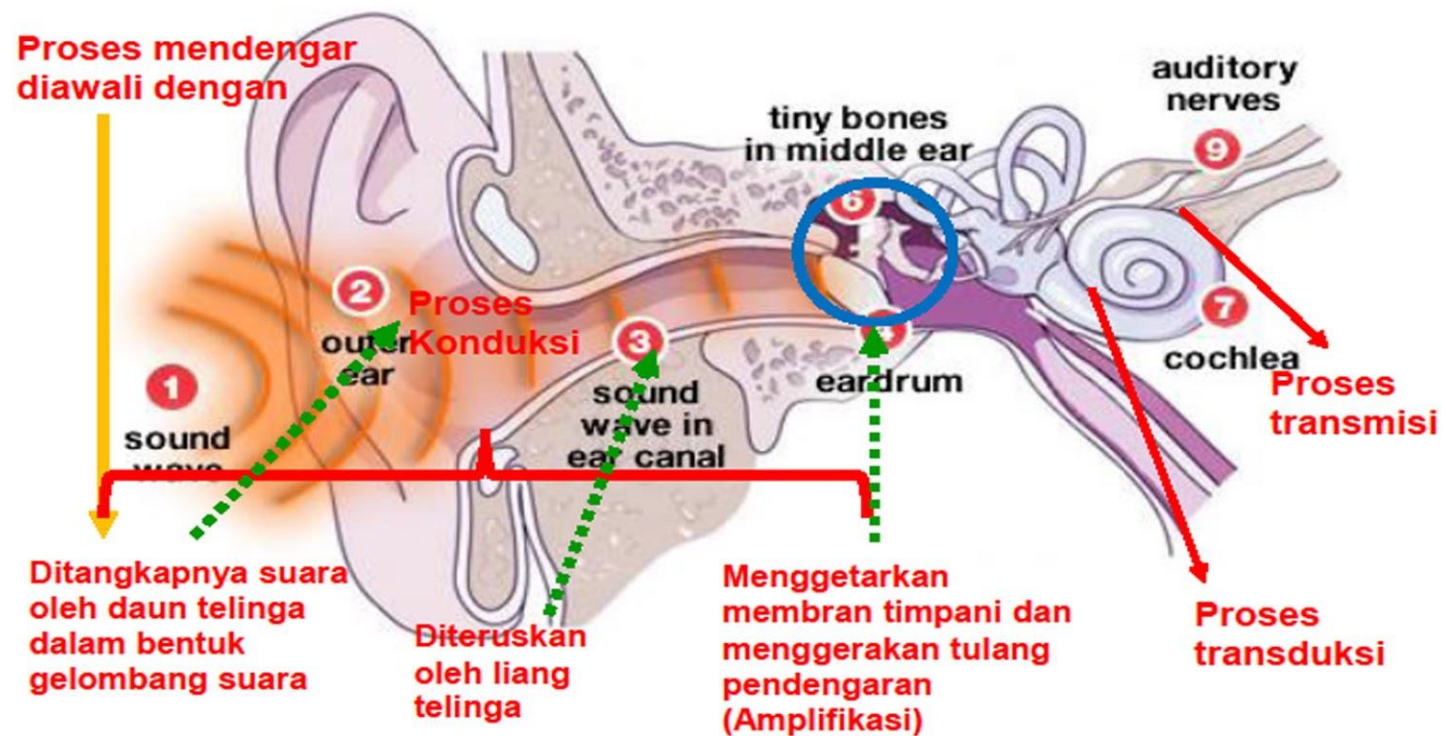
Telinga dalam terdiri dari :

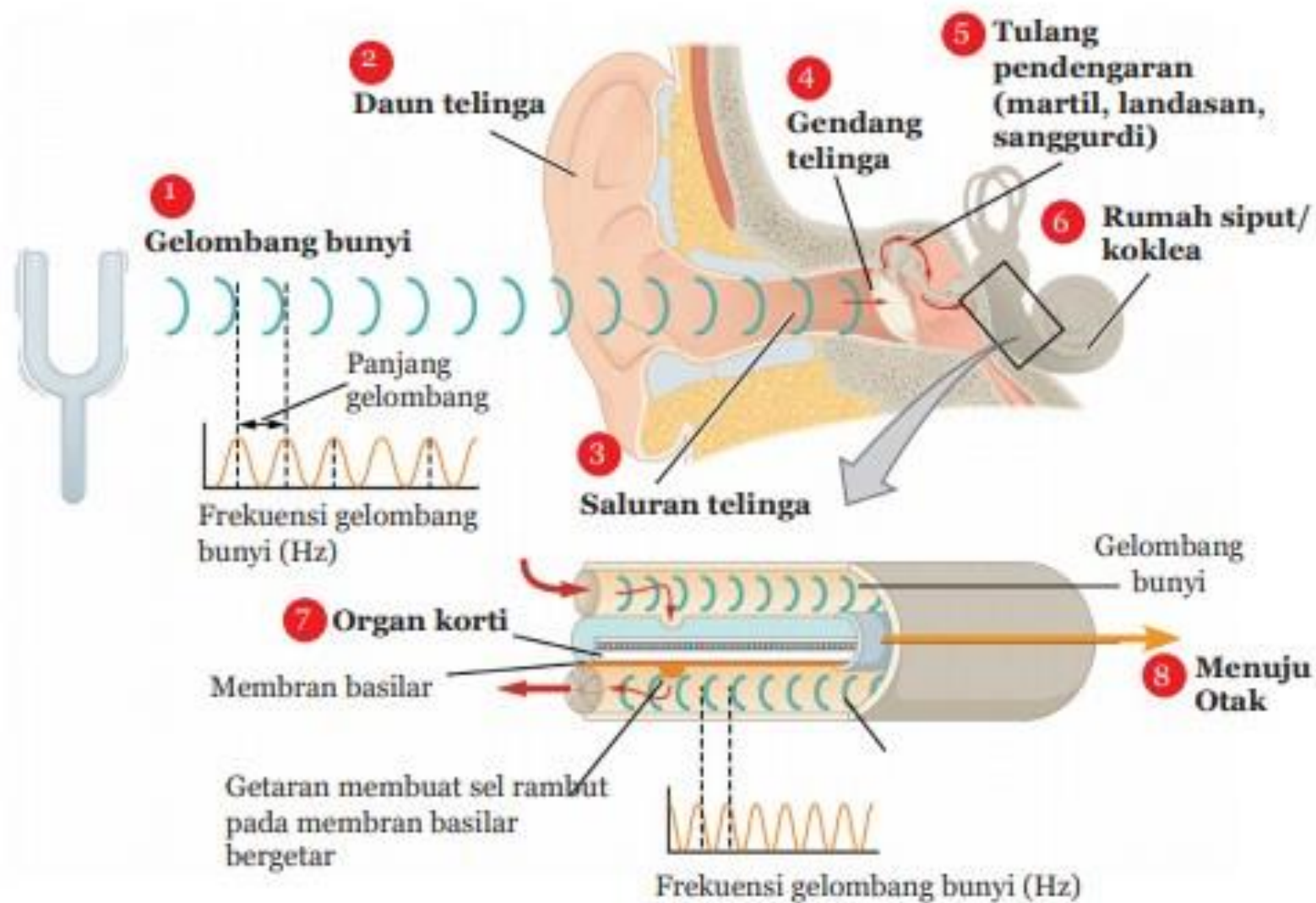
1. Koklea: Koklea berfungsi sebagai sistem pendengaran karena mengandung reseptor untuk mengubah suara yang masuk menjadi impuls saraf sehingga dapat didengar
2. Aparatus vestibularis. Aparatus vestibularis berfungsi sebagai sistem keseimbangan yang terdiri dari tiga buah canalis semisirkularis, dan organ otolit yaitu sacculus dan utriculus (Sherwood, 2011).

PROSES MENDENGAR

Suara merupakan suatu sinyal yang secara teoritis mengandung informasi yang tak terhingga jumlahnya, yang direpresentasikan pada tak terhingga banyaknya jumlah frekuensi dan tiap frekuensi tersebut memiliki informasi fasa dan magnitude. Suara yang didengar telinga manusia mengalami perubahan dari sinyal akustik yang bersifat mekanik menjadi sinyal listrik yang diteruskan syaraf pendengaran ke otak. Proses mendengar tentunya tidak lepas dari organ pendengaran manusia yakni telinga.

FISIOLOGI PENDENGARAN





Sumber: oerpub.github.io

TES AUDIOMETRI

- Audiometri adalah pemeriksaan untuk mengevaluasi fungsi pendengaran. Seiring bertambahnya usia, gangguan pendengaran bisa menyerang siapa saja, tak terkecuali Anda. Untuk mengetahui apakah Anda mengalami gangguan pendengaran atau tidak, salah satu cara untuk mengujinya adalah dengan menggunakan audiometri.
- Menurut data Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, terdapat sekitar 360 juta orang yang mengalami ketulian di seluruh dunia. 180 juta di antaranya berada di Asia Tenggara, dan Indonesia menempati urutan ke-4 untuk jumlah kasus ketulian terbanyak.

Kenapa audiometri diperlukan?

- Audiometri dapat mendeteksi stadium awal gangguan pendengaran atau kondisi tuli. Karena itu, tes ini dilakukan sebagai skrining rutin pada fungsi pendengaran.
- Selain sebagai proses skrining, audiometri juga bisa dianjurkan apabila pasien mengalami gangguan pendengaran akibat penyebab apapun.

Bagaimana audiometri dilakukan?

- Audiometri dilakukan dalam ruangan khusus yang kedap suara dengan prosedur sebagai berikut:
- Pasien akan diminta untuk memakai *earphone* yang terhubung dengan mesin audiometri.
- Mesin audiometri akan mengirimkan gelombang suara dengan berbagai nada dan intensitas ke telinga pasien.
- Dokter atau teknisi medis akan meminta pasien untuk mengangkat tangan ketika mendengar suara pada telinga kanan atau kiri. Misalnya, mengangkat tangan kanan saat mendengar suara di telinga kanan dan mengangkat tangan kiri ketika mendengar suara di telinga kiri.
- Selain mengangkat tangan, pasien juga mungkin diminta untuk menekan tombol yang disediakan guna menandakan pasien mendengar suara pada telinga kanan maupun
- Dokter atau teknisi medis lalu merekam tiap nada pada volume terkecil yang dapat didengar pasien.

Seperti apa hasil tes audiometri?

- Normal: 0-25 dB
- Gangguan ringan: 25-40 dB
- Gangguan sedang: 41-65 Db
- Gangguan berat: 66-90 dB
- Gangguan sangat berat: lebih dari 90 dB

