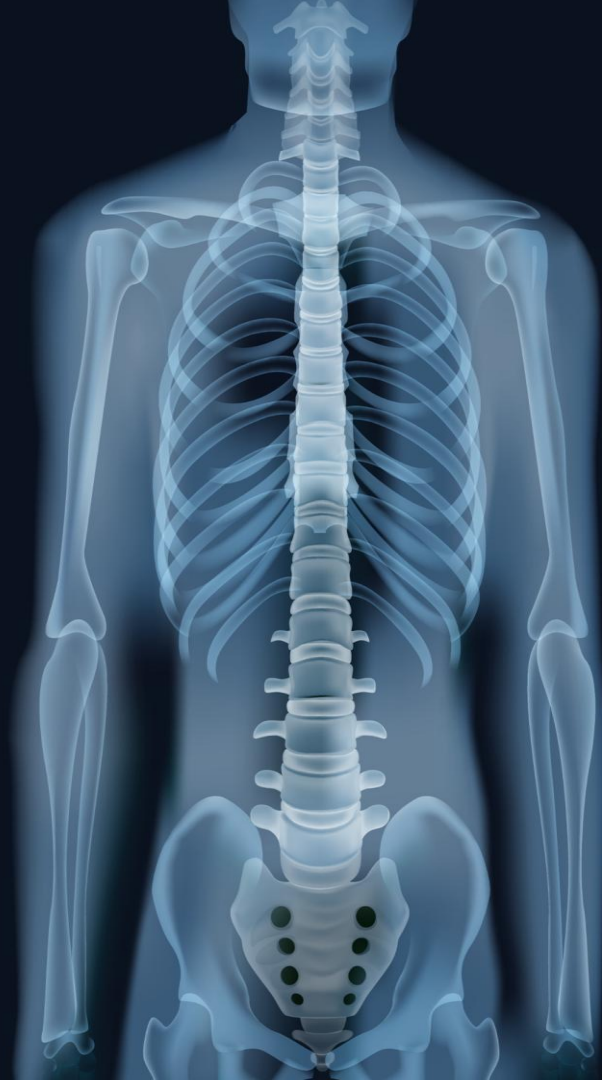
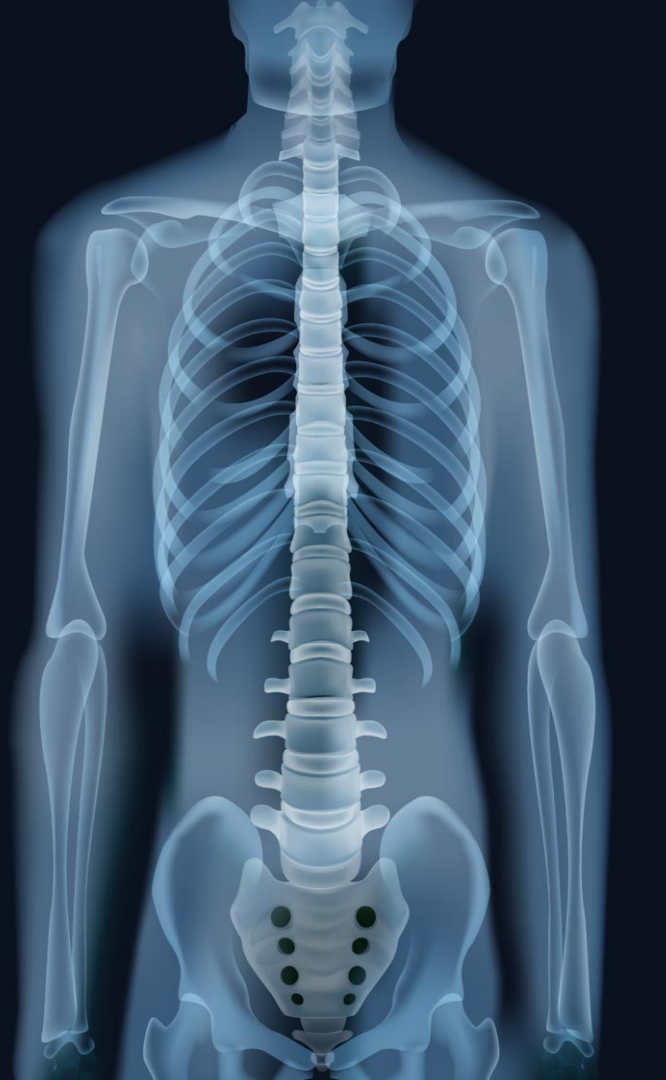

Konsep Dasar Posisi Anatomi dan Istilah Medis

apt. Catharina Apriyani W.H., M.Farm

**PROGRAM STUDI FARMASI
STIKES NOTOKUSUMO
2026**



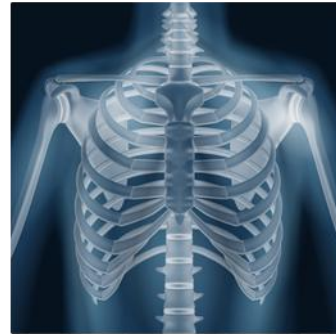
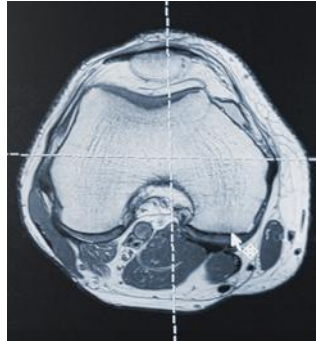


Konsep Dasar

01

Pengertian

- **Anatomi dan fisiologi** merupakan pondasi dalam memahami struktur dan fungsi dari tubuh manusia.
- **Anatomi** berasal dari kata “ana” yang artinya “bagian” dan “tomi” berarti “memotong”, dalam Bahasa Yunani diartikan sebagai ilmu yang mempelajari struktur dan hubungan antarstruktur pada tubuh manusia.



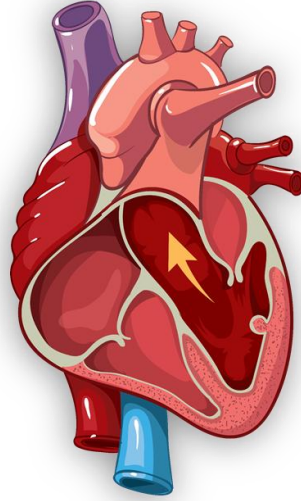
Pengertian

- **Fisiologi** adalah ilmu yang mempelajari tentang karakteristik khusus dan mekanisme yang mencirikan manusia sebagai makhluk hidup.
 - Ilmu ini mempelajari **proses yang terjadi pada tubuh manusia dari tingkat molekuler hingga proses yang melibatkan berbagai organ dalam tubuh.**
 - Secara singkat, **fisiologi** tubuh manusia membahas tentang **suatu proses dari berbagai elemen dalam tubuh manusia yang berfungsi dan berintegrasi, sehingga membentuk sebuah mekanisme tubuh untuk alasan/tujuan tertentu.**
 - Ilmu ini menjabarkan jawaban **“mengapa”** sebuah proses terjadi dalam tubuh dan **“bagaimana caranya”**.
-

Keterkaitan Antara Ilmu Anatomi & Fisiologi

- **Ilmu anatomi** adalah ilmu yang mempelajari struktur tubuh manusia. Ilmu ini **sangat berkaitan dengan ilmu fisiologi** dan tidak dapat dipisahkan.
 - Mekanisme fisiologis dapat dilakukan dengan desain struktur dan hubungan antara berbagai bagian tubuh yang bertugas melaksanakan tugas tersebut.
 - Oleh karena itu, dalam mempelajari fisiologi diperlukan latar belakang pengetahuan tentang struktur anatomi dari berbagai organ tubuh.
-

Keterkaitan Antara Ilmu Anatomi & Fisiologi



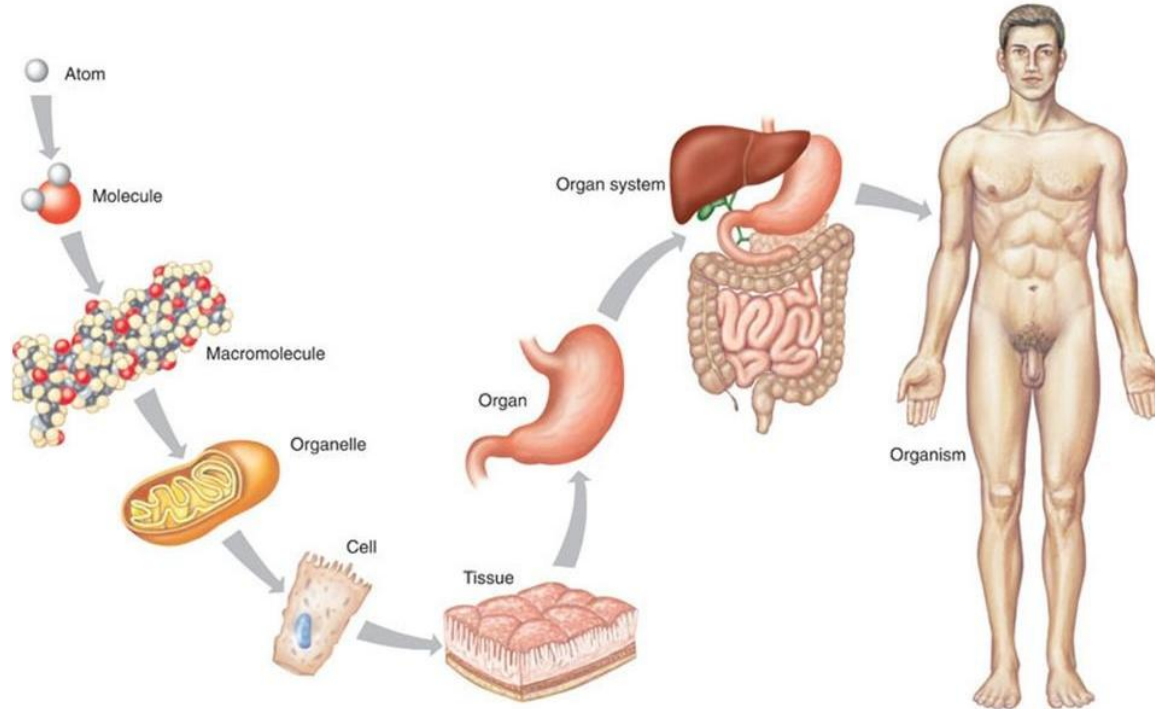
Fungsi peredaran darah dan nutrisi dalam tubuh → **bilik jantung**

Bilik jantung dapat berkontraksi untuk memompa darah pembuluh darah

Pembuluh darah: pembuluh darah besar, pembuluh darah kapiler yang sangat kecil, sehingga dapat menjangkau semua bagian terkecil dalam tubuh

Level Organisasi dalam Tubuh Manusia

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



Level Organisasi dalam Tubuh Manusia

Level Kimia

- **Atom dan molekul**
- Contoh atom: Karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), fosfor (P), kalsium (Ca), dan sulfur (S)
- Contoh molekul: *Deoxyribonucleic Asam* (DNA)

Level Seluler

- **Sel**
 - Contoh: sel otot, sel saraf, dan sel darah
-

Level Organisasi dalam Tubuh Manusia

Level Jaringan

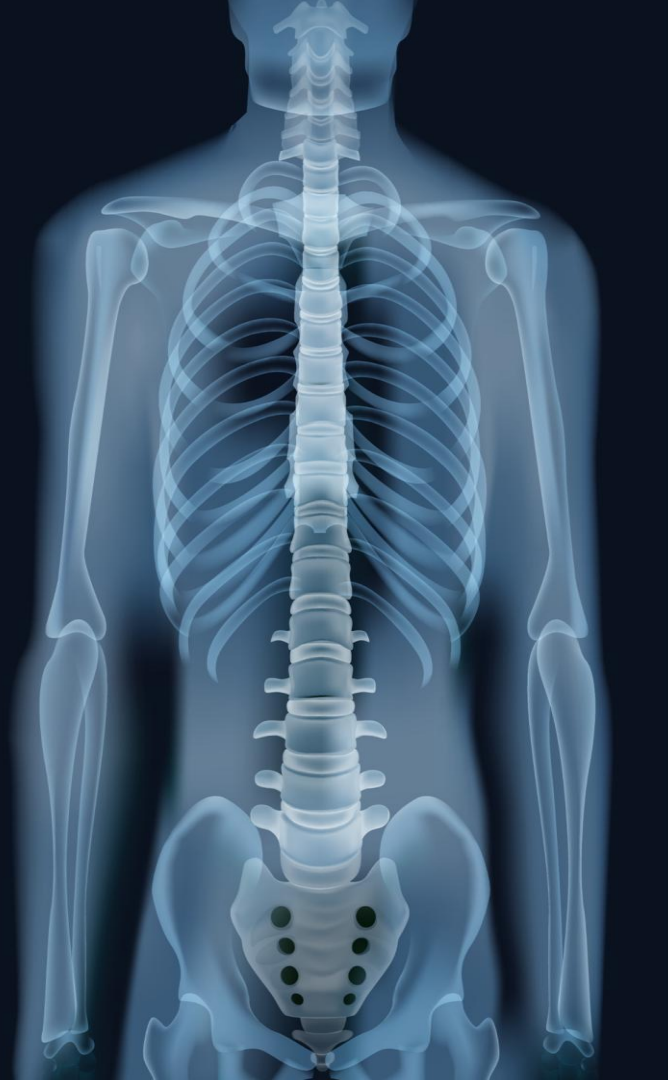
- **Jaringan** adalah kelompok sel dan material di sekitarnya yang bekerja sama untuk melakukan fungsi tertentu
- Jaringan epitel, jaringan ikat, jaringan otot, dan jaringan saraf

Level Organ

- **Organ** biasanya sudah dikenali bentuknya, terdiri dari dua atau lebih jenis jaringan dan memiliki fungsi tertentu
- Contoh: lambung

Level Sistem Organ

- Setiap individu manusia terdiri dari berbagai **sistem organ** yang secara dinamis dan berkesinambungan menjaga agar dapat menjalankan fungsi hidupnya
 - Contoh: sistem pencernaan
-

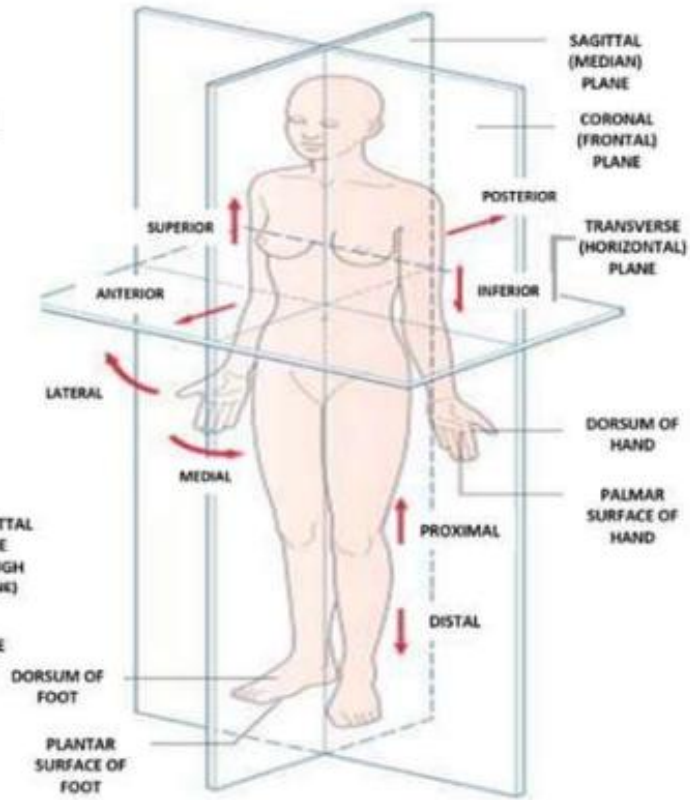
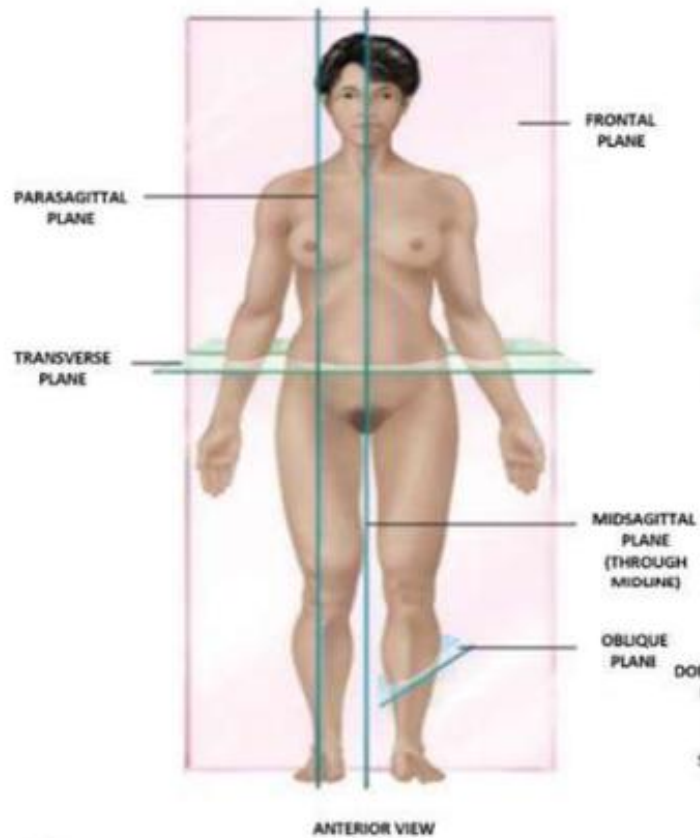


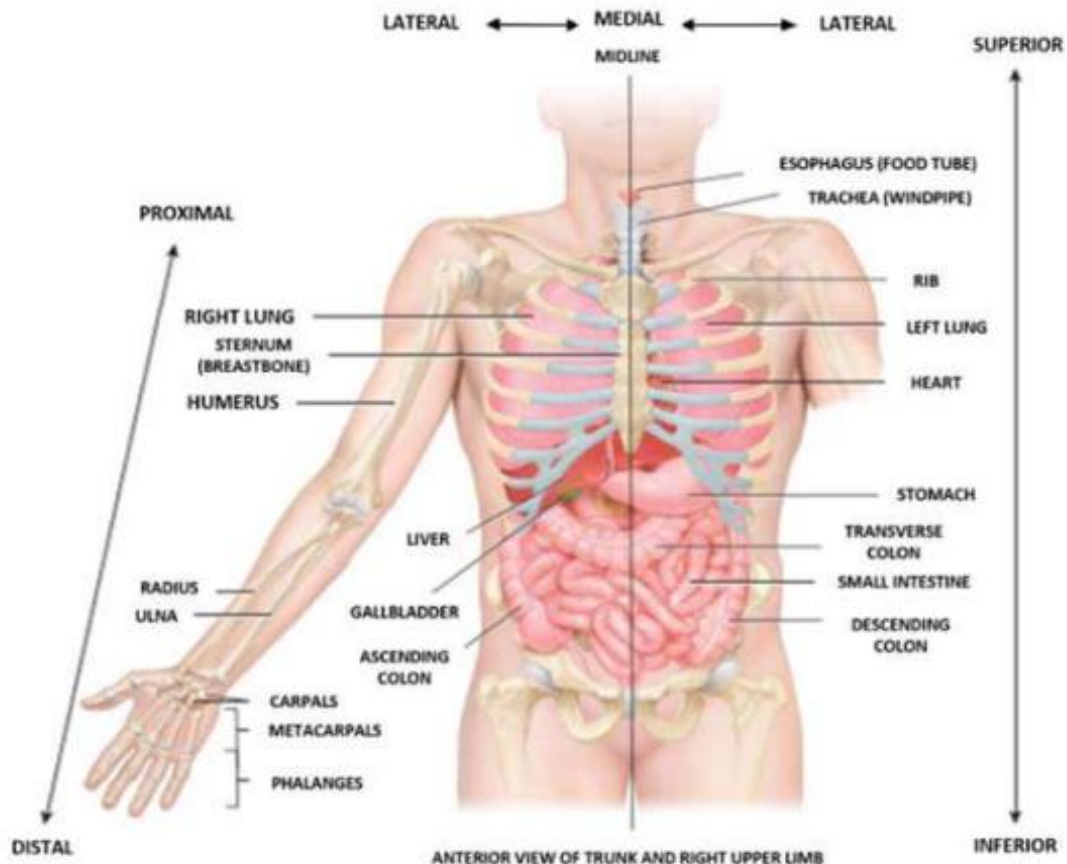
Posisi Anatomi

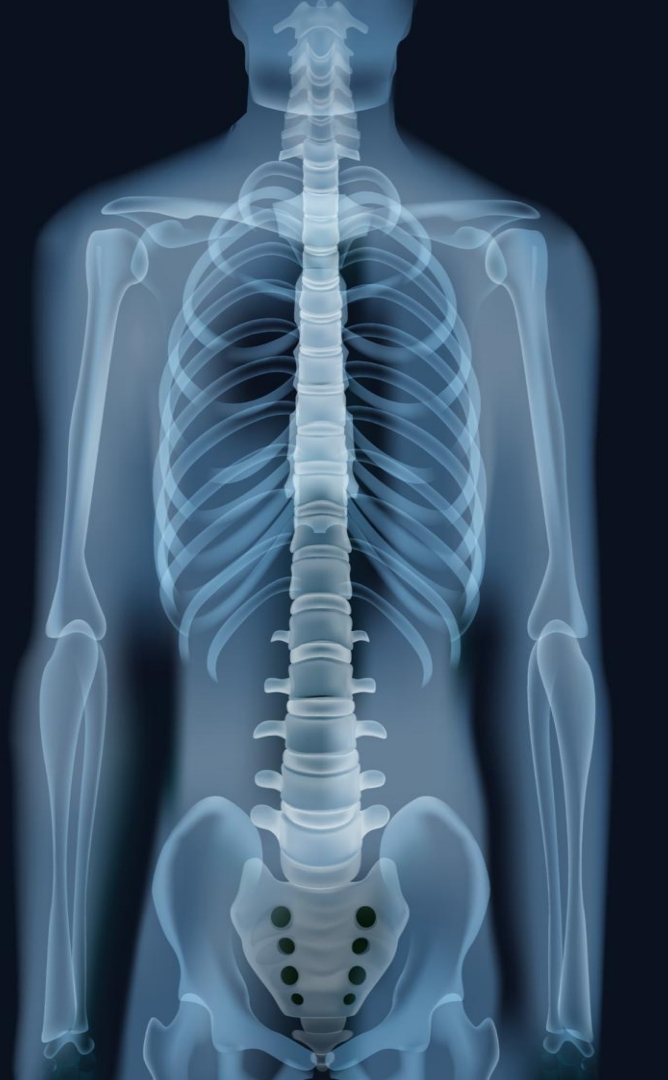
02

Posisi Anatomi

- **Posisi anatomi** merupakan posisi pada saat subjek berdiri tegak, kepala serta mata menghadap ke depan, tungkai bagian dasar sejajar, kaki rata di lantai dan mengarah ke depan, serta anggota badan bagian atas terletak di samping telapak tangan yang menghadap ke depan.
 - a. Bidang median:** bidang ini akan membagi tubuh menjadi dua bagian yang sama, yaitu bagian kanan dan bagian kiri
 - b. Bidang frontal:** bidang frontal membagi tubuh menjadi bagian depan dan belakang atau anterior dan posterior.
 - c. Bidang transversal** (horizontal, potong silang): bidang transversal merupakan bidang yang membagi tubuh menjadi bagian atas (superior) dan bawah (inferior).
-







Istilah Medis

03

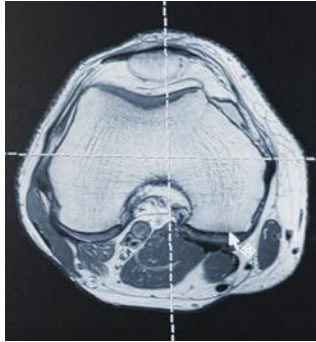
Istilah Medis

Istilah Anatomi

Arah Gerakan

Nomenklatur Anatomi

Istilah Anatomi



Istilah Anatomi

- Anterior
 - Posterior
 - Superior
 - Inferior
 - Medial
 - Lateral
 - Ipsilateral
 - Kontralateral
 - Dextra
 - Sinistra
 - Ventral
 - Dorsal
 - Proximal
 - Dista
 - Interna
 - Externa
 - Parietal
 - Superfisial
 - Horizontal
 - Transversal
 - Perifer
 - Visceral
 - Profunda
 - Vertica
 - Longitudinal
 - Sentral
 - Asenden
 - Desenden
 - Cranial
 - Caudal
 - Oalmar
 - Plantar
 - Ulna
 - Radial
 - Tibia
 - Fibula
-

Istilah Anatomi

- Anterior : bagian depan
 - Posterior : bagian belakang
 - Superior : bagian atas
 - Inferior : bagian bawah
 - Medial : bagian Tengah atau lebih dekat dengan median
 - Lateral : bagian samping
 - Ipsilateral : terletak di sisi yang sama
 - Kontralateral : terletak di sisi yang berlawanan
 - Dextra : bagian kanan
 - Sinistra : bagian kiri
 - Ventral : bagian depan ruas tulang belakang
 - Dorsal : Bagian belakang ruas tulang belakang
 - Proximal : Lebih dekat dengan pangkal tubuh atau mendekati batang tubuh.
-

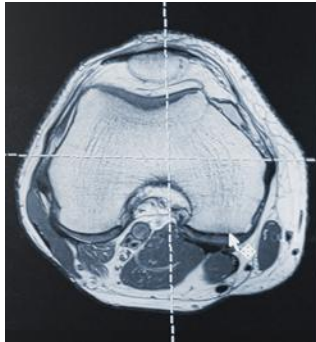
Istilah Anatomi

- Dista : Ujung atau menjauhi batang tubuh.
 - Interna : Bagian dalam.
 - Externa : Bagian luar.
 - Parietal : Lapisan luar.
 - Superfisial : Dangkal atau lebih dekat permukaan.
 - Horizontal : Bidang datar.
 - Transversal : Potongan melintang.
 - Perifer : Pinggir (tepi).
 - Visceral : Lapisan dalam
 - Profunda : Dalam atau lebih jauh dari permukaan.
 - Vertica : Bidang tegak.
 - Longitudinal : Potongan memanjang.
 - Sentral : Bagian tengah.
-

Istilah Anatomi

- Asenden : Bagian naik.
 - Desenden : Bagian turun.
 - Cranial : Bagian kepala.
 - Caudal : Bagian ekor.
 - Palmar : Ke arah palmaris manus (anggota gerak atas).
 - Plantar : Ke arah plantar pedis (anggota gerak bawah).
 - Ulna : Ke arah ulna (tulang hasta)
 - Radial : Ke arah radius (tulang pengumpil).
 - Tibia : Ke arah tibia (tulang kering).
 - Fibula : Ke arah fibula (tulang betis).
-

Arah Gerakan



Arah Gerakan

- Fleksio
 - Ekstensio
 - Adduksio
 - Abduksio
 - Rotasio
 - Sirkumdaksio
 - Elevasi
 - Depresi
 - Inversi
 - Eversi
 - Supinasi
 - Pronasi
 - Endorotasi
 - Eksorotasi
 - Protusi
 - Retusi
 - Protaksi
 - Retraksi
 - Opposisi
 - Reposisi
-

Arah Gerakan

- Fleksio : Membengkokkan atau melipat sendi.
 - Ekstensio : Meluruskan kembali.
 - Adduksio : Gerakan mendekati badan.
 - Abduksio : Gerakan menjauhi badan.
 - Rotasio : Gerakan memutar sendi.
 - Sirkumdaksio : Gerakan sirkuler atau pergerakan gabungan fleksi, ekstensi, aduksi, dan adduksi.
 - Elevasi : Gerakan mengangkat.
 - Depresi : Gerakan menurunkan, contohnya gerakan membuka mulut (elevasi) dan menutupnya (depresi).
-

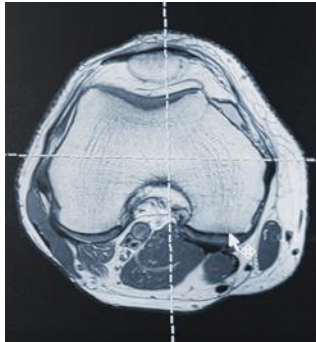
Arah Gerakan

- Inversi : Gerak memiringkan telapak kaki ke dalam tubuh.
 - Eversi : Gerakan memiringkan telapak kaki ke luar.
 - Supinasi : Gerakan menengadahkan tangan.
 - Pronasi : Gerakan menelungkupkan tangan.
 - Endorotasi : Gerakan ke dalam pada sekeliling sumbu panjang tulang yang bersendi (rotasi).
 - Eksorotasi : Gerakan rotasi ke luar.
 - Protusi : Gerakan ke anterior, yakni gerakan mengajukan dagu.
 - Retusi : Gerakan ke posterior, yakni gerakan menarik dagu ke arah posterior.
-

Arah Gerakan

- Protraksi : Menggerakan bahu ke depan.
 - Retraksi : Gerakan menarik bahu ke arah posterior.
 - Opposisi : Gerakan ujung jari tangan ke ujung jari lainnya.
 - Reposisi : Gerakan ibu jari tangan kembali ke posisi anatomis
-

Nomenklatur Anatomi



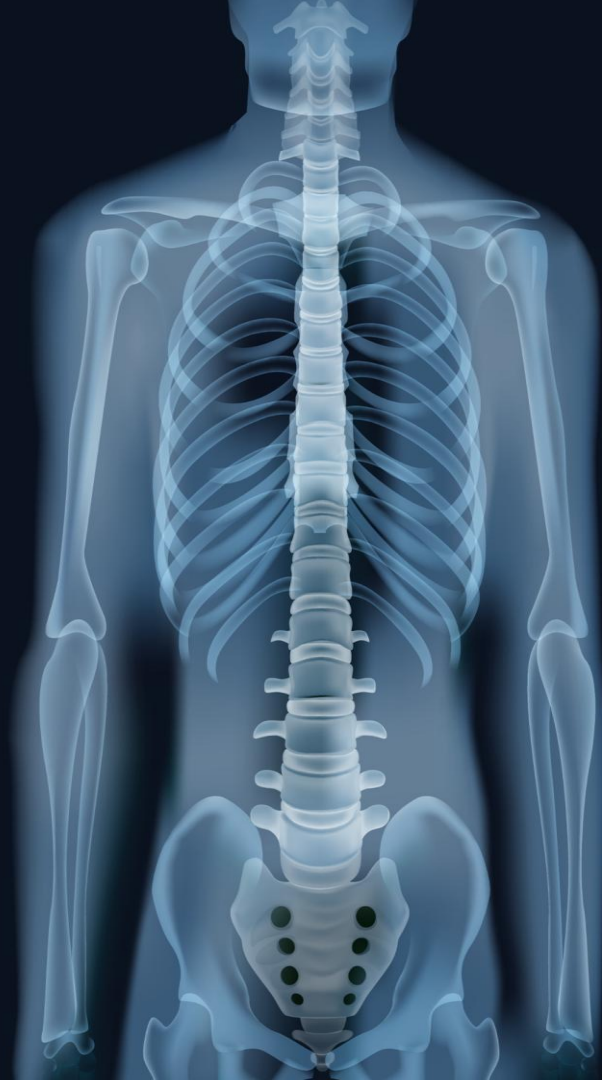
Nomenklatur Anatomi

- Processus : Nama umum untuk taju (tonjolan).
 - Spina : Taju yang tajam (seperti duri).
 - Tuber : Benjolan bulat.
 - Tuberculum : Benjolan bulat yang kecil.
 - Krista : Gerigi, tepi.
 - Pecten : Bagian pinggir yang menonjol.
 - Condylus : Tonjolan bulat di ujung tulang.
 - Epicondylus : Benjolan pada condylus.
 - Cornu : Tanduk.
 - Linea : Garis.
-

Thanks

Do you have any questions?

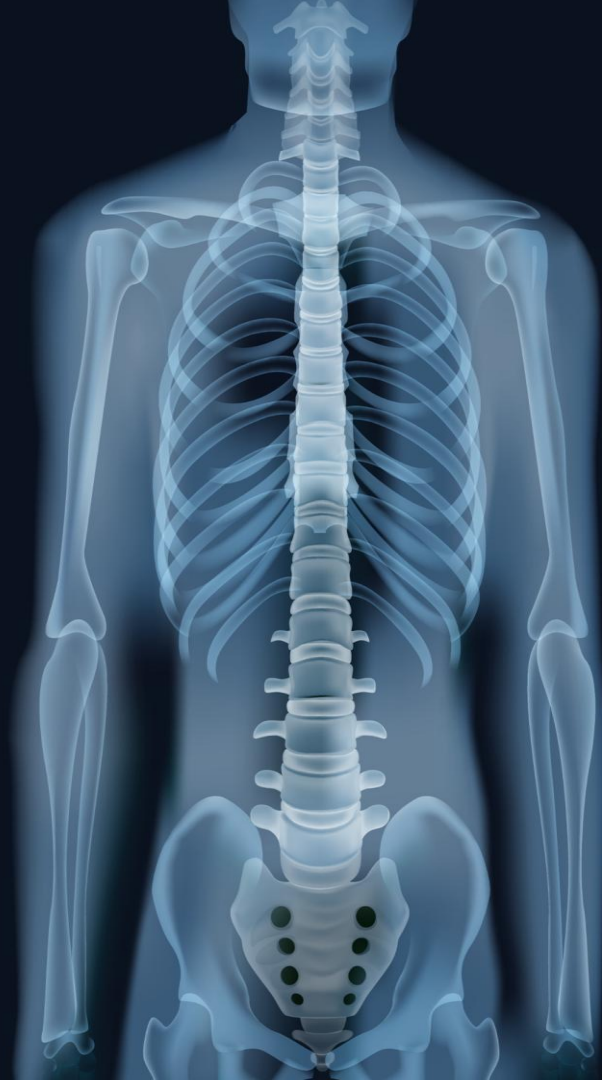
CREDITS: This presentation template was created by [Slidesgo](#), including icons by [Flaticon](#) and infographics & images by [Freepik](#)

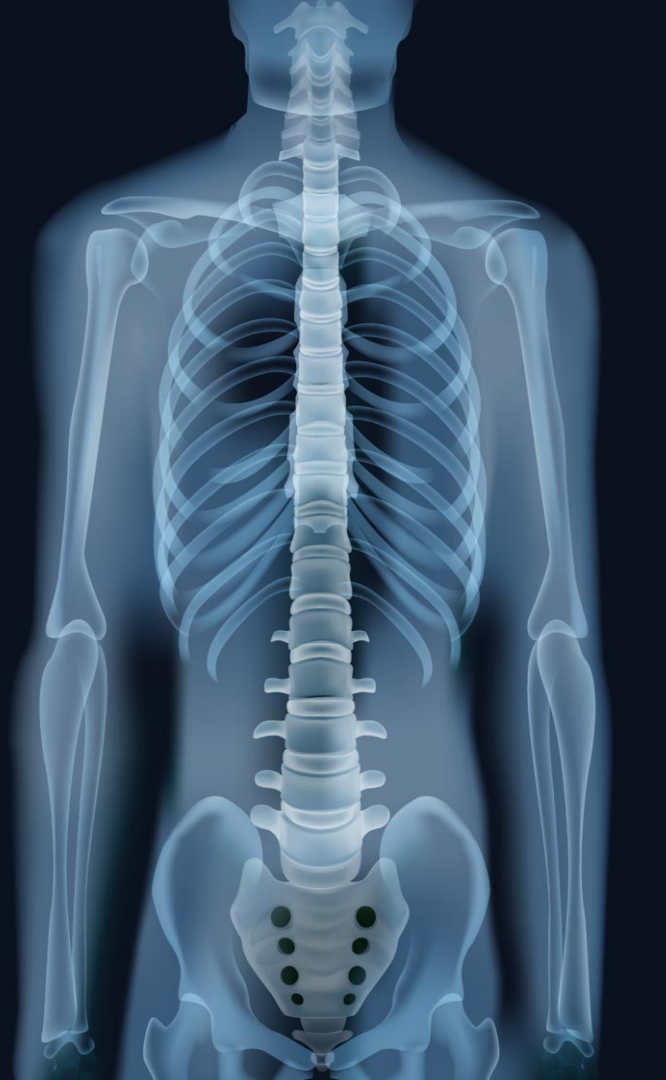


Sel, Jaringan, Homeostasis

apt. Catharina Apriyani W.H., M.Farm

**PROGRAM STUDI FARMASI
STIKES NOTOKUSUMO
2026**





Sel, Jaringan dan Organ

01

Sel

- **Sel** adalah unit dasar dari struktur dan fungsi makhluk hidup.
 - Sel-sel tersebut merupakan unit terkecil yang mampu melaksanakan berbagai proses terkait kehidupan.
 - **Manusia** adalah **makhluk multiseluler kompleks yang tersusun atas berbagai jenis sel yang memiliki fungsi spesifik.**
 - Oleh karena itu, pada tahap perkembangan sel tubuh manusia, sel-sel tersebut berdiferensiasi menjadi sel spesifik yang memiliki fungsi khusus.
-

Jenis Sel

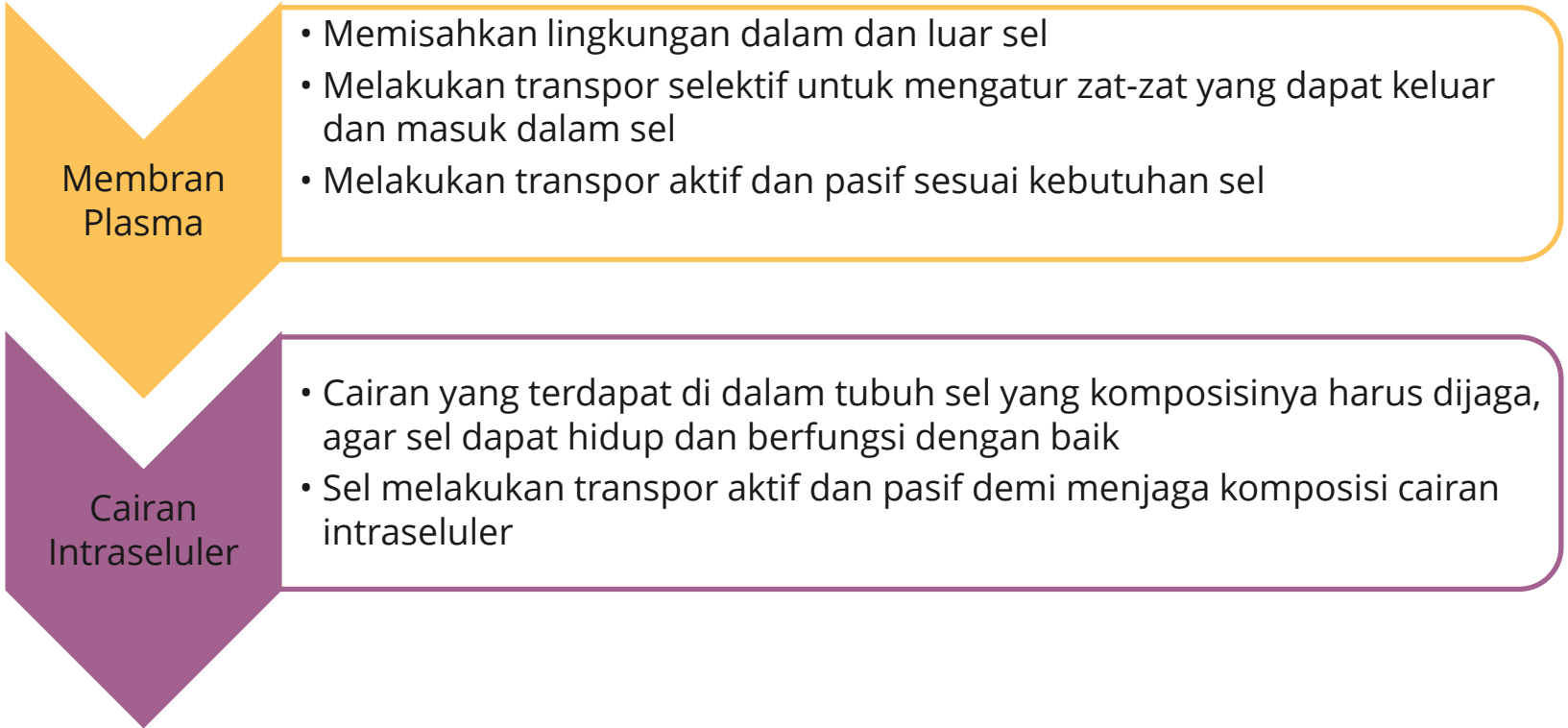
Sel otot

Sel epitel

Sel saraf

Sel jaringan ikat

Komponen Penyusun Sel



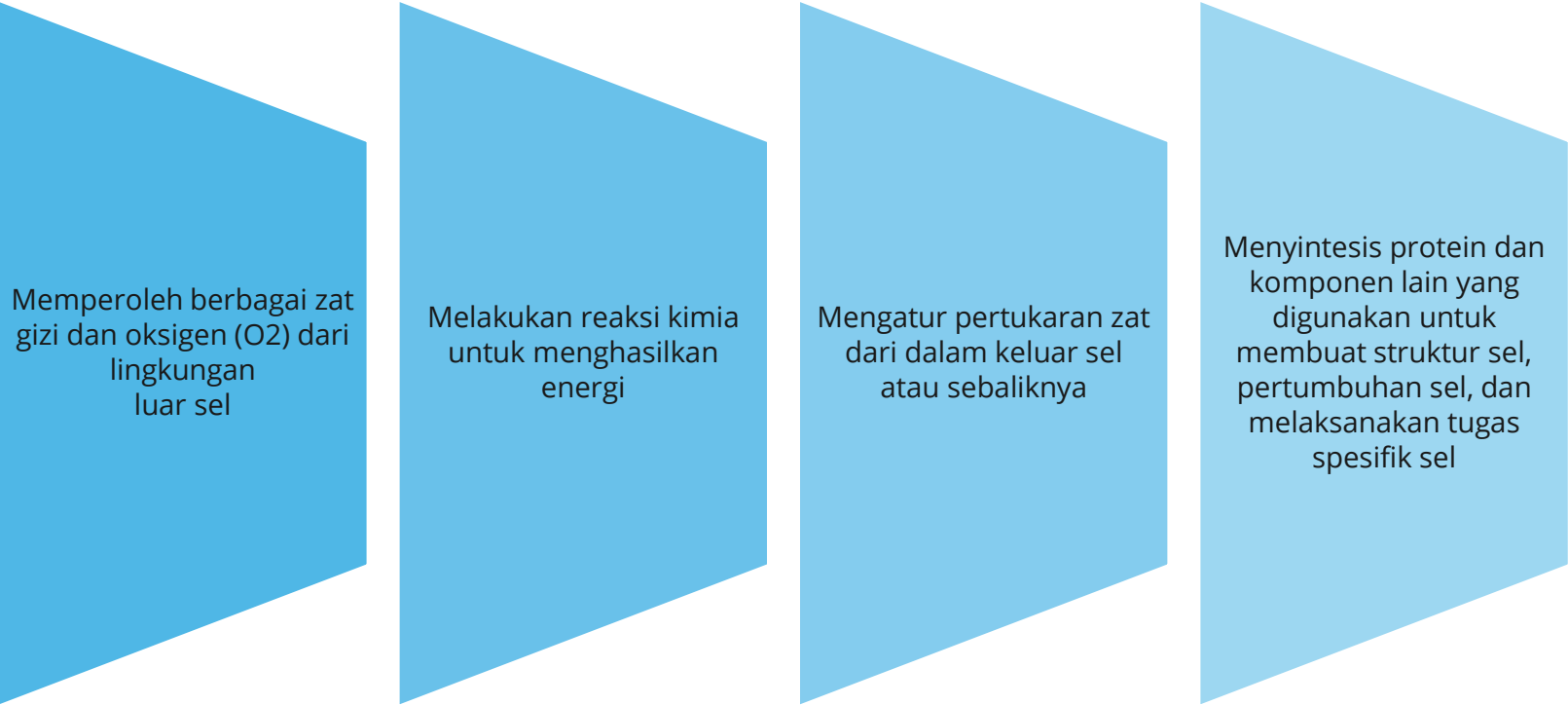
Membran Plasma

- Memisahkan lingkungan dalam dan luar sel
- Melakukan transpor selektif untuk mengatur zat-zat yang dapat keluar dan masuk dalam sel
- Melakukan transpor aktif dan pasif sesuai kebutuhan sel

Cairan Intraseluler

- Cairan yang terdapat di dalam tubuh sel yang komposisinya harus dijaga, agar sel dapat hidup dan berfungsi dengan baik
 - Sel melakukan transpor aktif dan pasif demi menjaga komposisi cairan intraseluler
-

Fungsi Sel



Memperoleh berbagai zat gizi dan oksigen (O_2) dari lingkungan luar sel

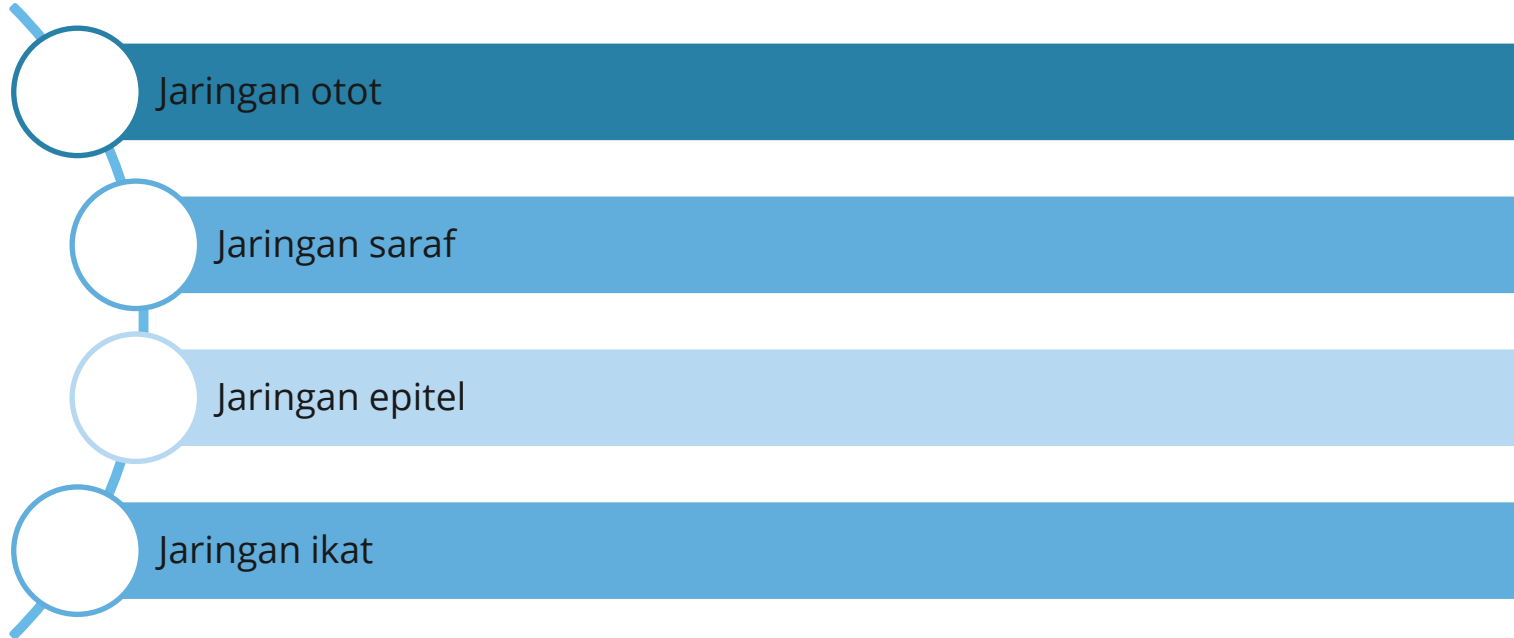
Melakukan reaksi kimia untuk menghasilkan energi

Mengatur pertukaran zat dari dalam keluar sel atau sebaliknya

Menyintesis protein dan komponen lain yang digunakan untuk membuat struktur sel, pertumbuhan sel, dan melaksanakan tugas spesifik sel

Jaringan

- **Jaringan** adalah kumpulan sel-sel dengan struktur dan fungsi khusus yang sama



a. Jaringan Otot

- Jaringan otot terdiri dari sel-sel yang memiliki spesifikasi untuk mampu berkontraksi dan menghasilkan kekuatan.
 - Jaringan otot tersebut dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu:
 - Otot rangka (*skeletal tissue*)
 - Otot jantung (*cardiac tissue*)
 - Otot polos (*smooth tissue*).
-

b. Jaringan Saraf

- Jaringan saraf tersusun atas sel-sel yang memiliki kemampuan untuk menginisiasi dan mentransmisikan rangsangan elektrik yang membawa materi informasi.
- Jaringan ini terdapat pada otak, tulang belakang, dan saraf tepi.

c. Jaringan Epitel

- Jaringan ini terdiri atas sel-sel yang memiliki spesialisasi dalam pertukaran zat-zat antara sel dan lingkungannya.
 - Setiap zat yang masuk dan keluar dari tubuh harus melewati jaringan ini yang memiliki dua jenis utama, yakni:
 - **Membran/ lapisan epitel:** memisahkan tubuh dari lingkungan luar, jaringan epitel ini hanya mampu dilewati oleh zat-zat tertentu yang berfungsi berdasarkan lokasi jaringan epitel tersebut.
 - **Contoh:** jaringan epitel pada saluran cerna difungsikan untuk menyerap zat-zat gizi.
-

c. Jaringan Epitel

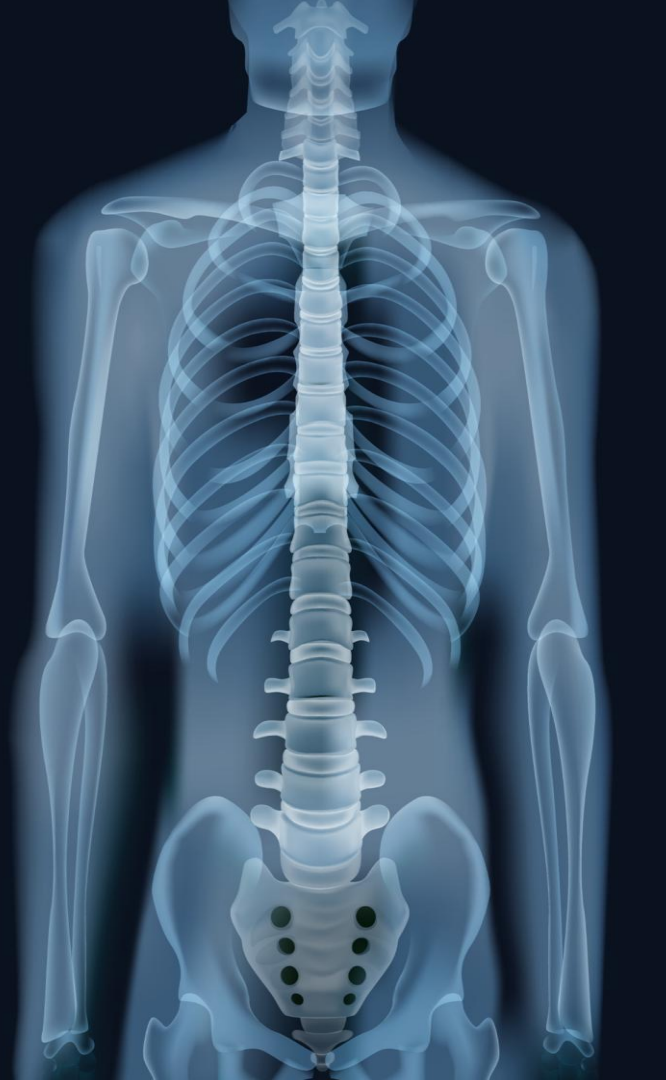
- Setiap zat yang masuk dan keluar dari tubuh harus melewati jaringan ini yang memiliki dua jenis utama, yakni:
 - **Kelenjar (glands):** jaringan epitel yang terdiri dari sel-sel yang memiliki fungsi sekresi, yaitu proses pengeluaran dari sebuah sel sebagai tanggapan dari rangsangan berupa produk spesifik yang dihasilkan sel itu sendiri. Kelenjar terdiri atas dua jenis, yakni: kelenjar endokrin dan kelenjar eksokrin.
 - **Contoh:** kelenjar eksokrin adalah kelenjar keringat dan kelenjar saluran cerna, sedangkan contoh kelenjar endokrin adalah kelenjar pankreas.
-

d. Jaringan Ikat

- Jaringan ikat ditandai dengan jumlah sel jaringan ikat yang relatif sedikit dalam material ekstraselular yang banyak.
 - Jaringan ini menghubungkan, menyangga, dan mengaitkan bagian-bagian tubuh dengan berbagai struktur berikut:
 - Jaringan ikat cair (jaringan darah dan limfa)
 - Jaringan ikat penyangga (tulang rawan dan keras)
 - Jaringan ikat longgar (mesenterium)
 - Jaringan ikat padat (tendon dan ligamen)
-

Organ dan Sistem Organ

- Dua atau lebih jenis jaringan yang tersusun dengan berbagai proporsi disebut sebagai **organ**.
 - **Organ** ini juga dapat tersusun atas beberapa subunit kecil dan sejenis yang disebut sebagai unit fungsional, yakni unit fungsional tersebut masing-masing menjalankan fungsi organ.
 - **Contoh** unit fungsional adalah nefron pada ginjal, total urine yang dihasilkan oleh ginjal merupakan gabungan dari hasil produksi urine jutaan unit-unit nefron tersebut.
 - **Sistem organ** adalah kumpulan organ yang bekerja sama untuk melaksanakan sebuah fungsi secara keseluruhan.
 - Sistem organ ini, **berkolaborasi dengan sistem organ yang lain** untuk menjaga tubuh tetap sehat
-



Homeostasis

02

HOMEOSTASIS

Hypothalamus
Regulates Temperature
and Osmotic Pressure



Evaporation of Water
Helps Regulate Body
Temperature



Kidneys
Maintain Water
Balance



Pancreas Regulates
Blood Sugar



Blood Distributes
Heat Throughout
Body



Skeletal Muscle
Contracts and Release
Heat



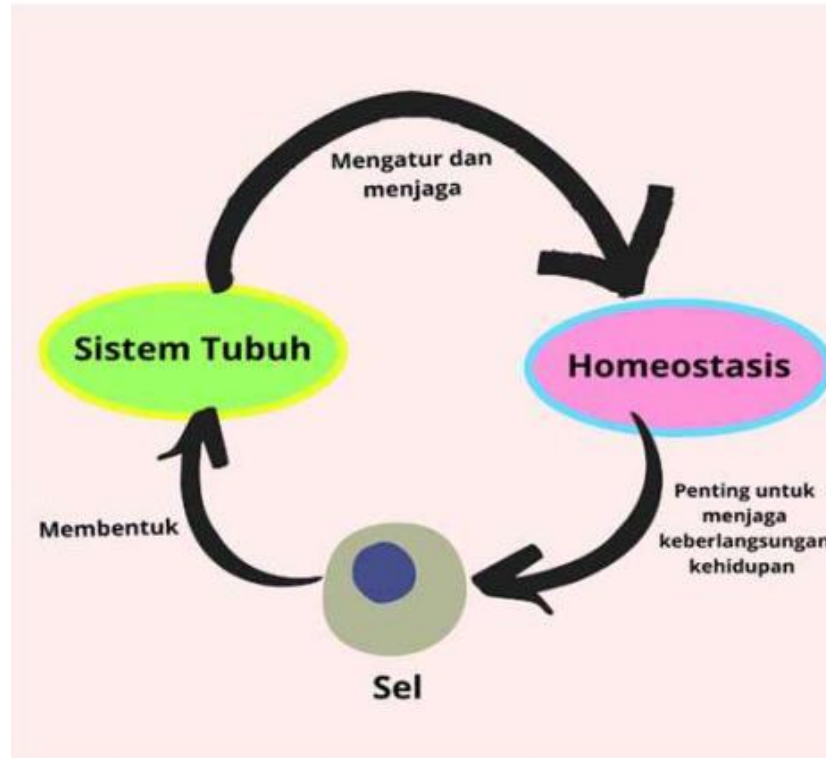
What is homeostasis?

Homeostasis

- **Homeostasis** adalah kondisi variabel-variabel fisiologis tubuh dalam kondisi dinamis yang konstan (sama atau tetap dalam rentang tertentu).
 - Kondisi tersebut dimaksudkan untuk menjaga kondisi internal tubuh tetap optimal untuk menjalankan fungsinya.
 - **Homeostasis** disebut sebagai kondisi yang dinamis karena variabel-variabel tersebut (suhu tubuh, cairan, ion, dan lain-lain) dapat berubah dalam rentang waktu yang pendek, tetapi kemudian oleh tubuh akan dikembalikan pada ukuran normalnya.
-

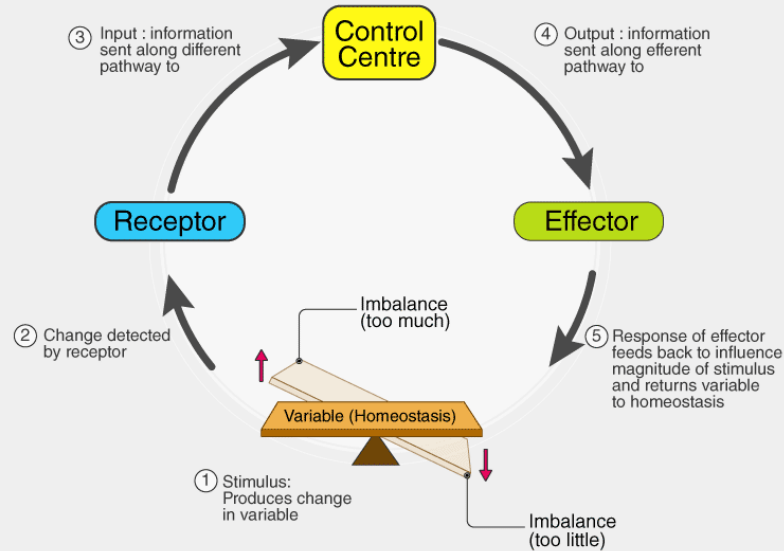
Cairan Tubuh Manusia

- **Cairan tubuh manusia** adalah cairan dalam tubuh yang berbentuk larutan.
- Cairan ini terdiri dari bahan-bahan terlarut seperti oksigen, zat gizi, dan sampah sisa metabolisme.



Sistem Tubuh dan Homeostasis

HOMEOSTASIS



Homeostasis is a property of a human biological system where the self-regulating process tends to maintain the balance for the survival. The regulation takes place in a defined internal environment

Regulasi Homeostasis

Variabel dalam Homeostasis

- Konsentrasi molekul zat gizi
 - Konsentrasi O₂ dan CO₂
 - Konsentrasi produk sampah metabolit
 - pH
 - Konsentrasi air, natrium, dan elektrolit
 - Volume plasma dan tekanan darah
 - Suhu tubuh.
-

Regulasi Homeostasis

Demi menjaga kondisi homeostasis tetap stabil, tubuh memerlukan sistem kontrol yang memiliki kemampuan sebagai berikut:

- Mendeteksi penyimpangan dari rentang normal di lingkungan internal tubuh (**reseptor**)
 - Mengintegrasikan informasi dengan informasi relevan yang lain (**pusat kontrol**)
 - Memicu penyesuaian yang dibutuhkan tubuh untuk mengembalikan variabel (faktor) tersebut kembali pada rentang normal (**efektor**).
-

Regulasi Homeostasis

Sistem Kontrol Intrinsik dan Ekstrinsik

Kontrol Intrinsik (Lokal)	Ekstrinsik
Sistem kontrol intrinsik hanya melibatkan organ terkait.	Melibatkan beberapa organ untuk mencapai tujuan tertentu. Melibatkan sistem saraf dan endokrin
Contoh: Ketika berolahraga sel otot membutuhkan lebih banyak oksigen → jumlah oksigen dalam sel otot menurun → substansi kimia di dinding otot dilepaskan → otot	Contoh: Ketika seseorang kurang minum → volume cairan dalam tubuh berkurang → saraf memicu rasa haus dan ginjal mengurangi pengeluaran air.

Regulasi Homeostasis

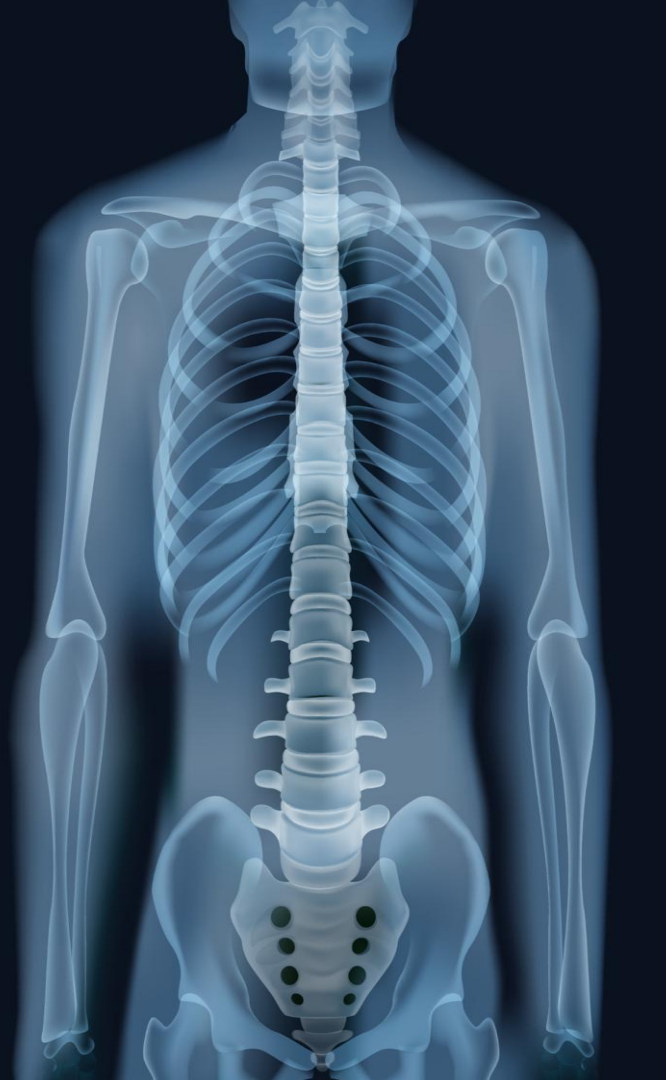
Sistem Kontrol Feedback Negatif dan Positif

Feedback Negatif	Feedback Positif
Merupakan sistem umpan balik yang paling sering terjadi dalam tubuh. Sistem ini memberikan respons negatif atau berkebalikan dari perubahan awal yang diterima oleh tubuh	Merupakan sistem umpan balik yang terjadi hanya pada kondisi tertentu. Sistem ini memperkuat atau melipatgandakan perubahan awal yang diterima oleh tubuh. Jika sistem penghentian feedback positif ini tidak berjalan dengan normal dapat menyebabkan akibat fatal.
Contoh: Jika tubuh mengalami penurunan suhu tubuh di bawah normal → tubuh akan bereaksi dengan menaikkan suhu tubuh.	Contoh: Pada proses melahirkan → hormon oksitosin merangsang kontraksi Rahim → bayi terdorong ke Serviks → serviks melebar → memberikan sinyal untuk memproduksi lebih banyak oksitosin → Rahim berkontraksi lebih kuat → bayi lahir.

Regulasi Homeostasis

Sistem Feedforward

- Jika mekanisme feedback berfungsi menanggapi perubahan pada faktor-faktor fisiologis tubuh, maka mekanisme feedforward berfungsi mengantisipasi perubahan pada faktor-faktor tersebut.
 - **Contoh:** saat makanan memasuki saluran cerna → sistem feedforward memerintahkan untuk memproduksi hormon insulin → pengambilan oleh sel meningkat → tidak terjadi penumpukan pada darah → level zat gizi pada darah normal.
-



Diskusi

03

Kasus: Demam pada Infeksi

- **Skenario**

Seorang mahasiswa mengalami demam 39°C, menggigil, dan lemas setelah infeksi saluran pernapasan.

- **Pertanyaan Diskusi:**

- Sistem apa saja yang terlibat?
 - Bagaimana mekanisme terjadinya peningkatan suhu tubuh?
 - Apakah ini termasuk umpan balik positif atau negatif?
 - Bagaimana peran antipiretik dalam mengembalikan homeostasis?
-

Jawaban Kasus

Sistem yang Terlibat

- Sistem imun → mengenali patogen dan menghasilkan mediator inflamasi
- Sistem saraf (hipotalamus) → pusat pengatur suhu tubuh
- Sistem kardiovaskular → mengatur distribusi panas melalui vasokonstriksi/vasodilatasi

Mekanisme Terjadinya Demam

- Patogen (bakteri/virus) masuk ke tubuh
 - Sistem imun menghasilkan pirogen endogen (misal: IL-1, IL-6, TNF- α)
 - Pirogen merangsang hipotalamus meningkatkan set point suhu tubuh
 - Tubuh merespons dengan:
 - Vasokonstriksi perifer
 - Menggigil (shivering)
 - Peningkatan metabolisme
 - Akibatnya suhu tubuh meningkat → terjadi demam.
-

Jawaban Kasus

Jenis Mekanisme Umpan Balik

- Demam melibatkan perubahan set point hipotalamus.
- Setelah infeksi terkendali, mekanisme umpan balik negatif bekerja untuk menurunkan suhu kembali ke normal melalui:
 - Vasodilatasi
 - Berkeringat

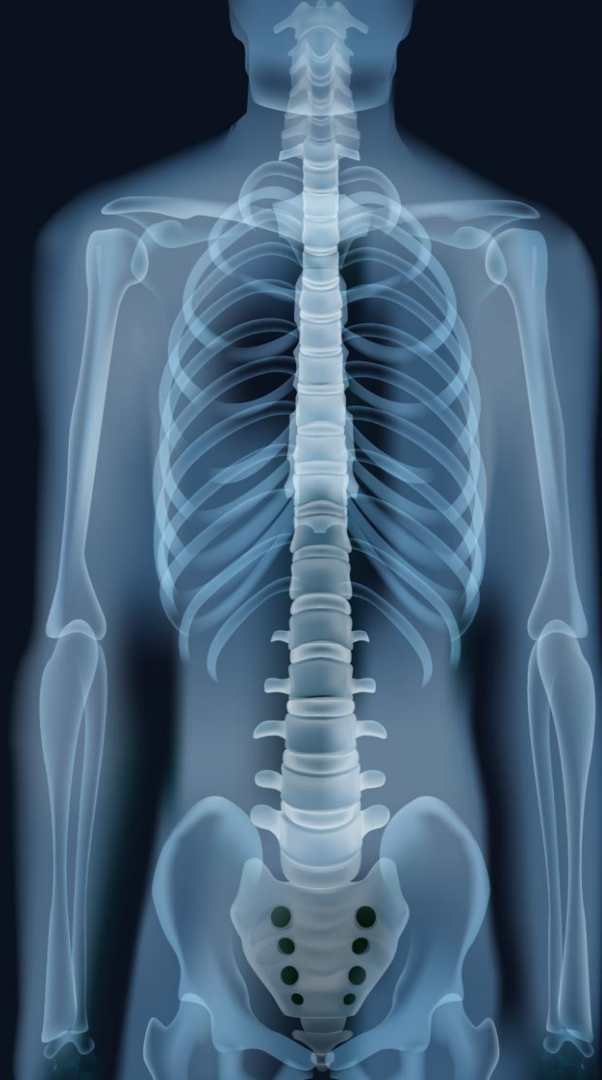
Peran Antipiretik

- Obat antipiretik (misalnya parasetamol) bekerja dengan:
 - Menghambat enzim COX
 - Menurunkan produksi prostaglandin di hipotalamus
 - Mengembalikan set point suhu ke normal
-

Thanks

Do you have any questions?

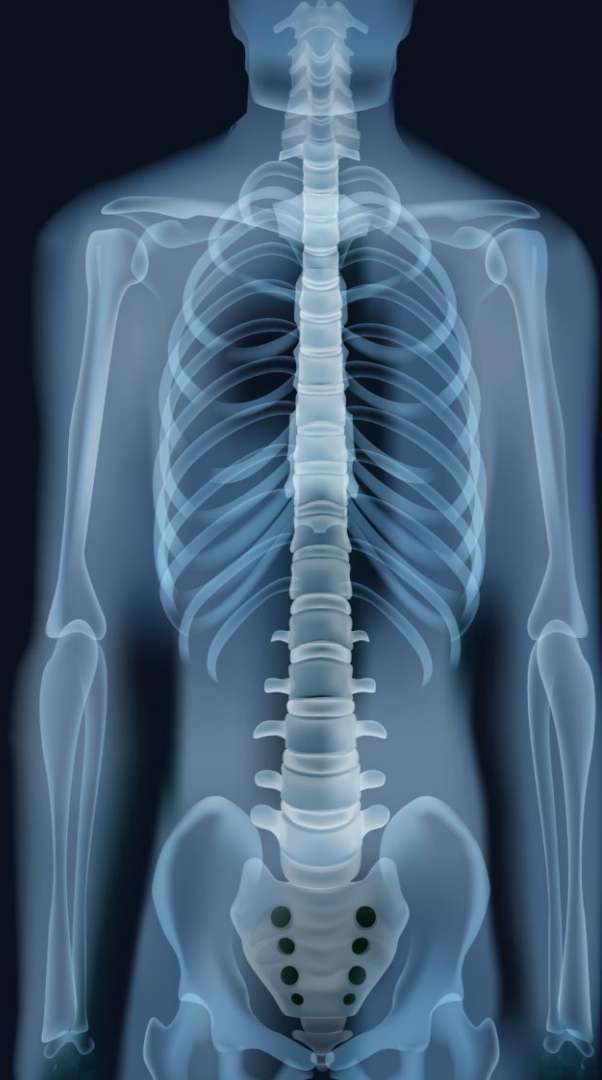
CREDITS: This presentation template was created by [Slidesgo](#), including icons by [Flaticon](#) and infographics & images by [Freepik](#)

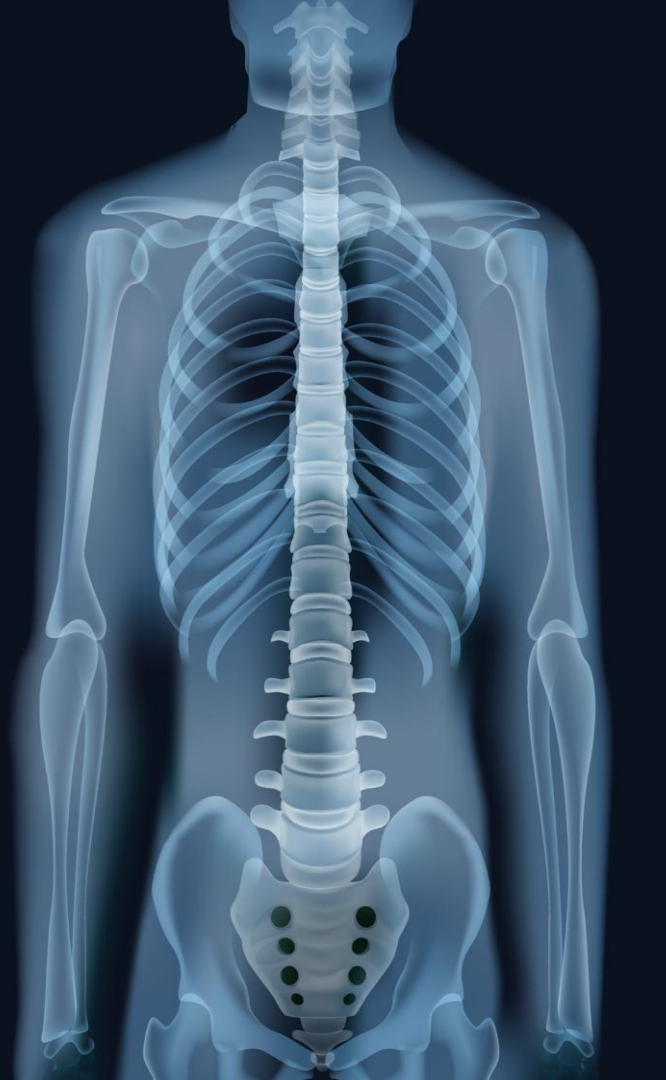


Sistem Integumen dan Muskuloskeletal

apt. Catharina Apriyani W.H., M.Farm

**PROGRAM STUDI FARMASI
STIKES NOTOKUSUMO
2026**



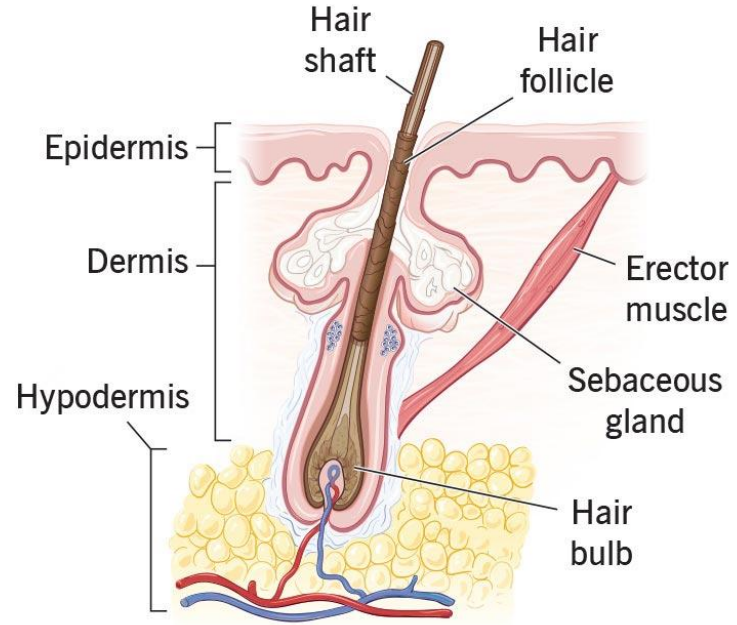


Sistem Integumen

01

What is the integumentary system?

Integumentary System



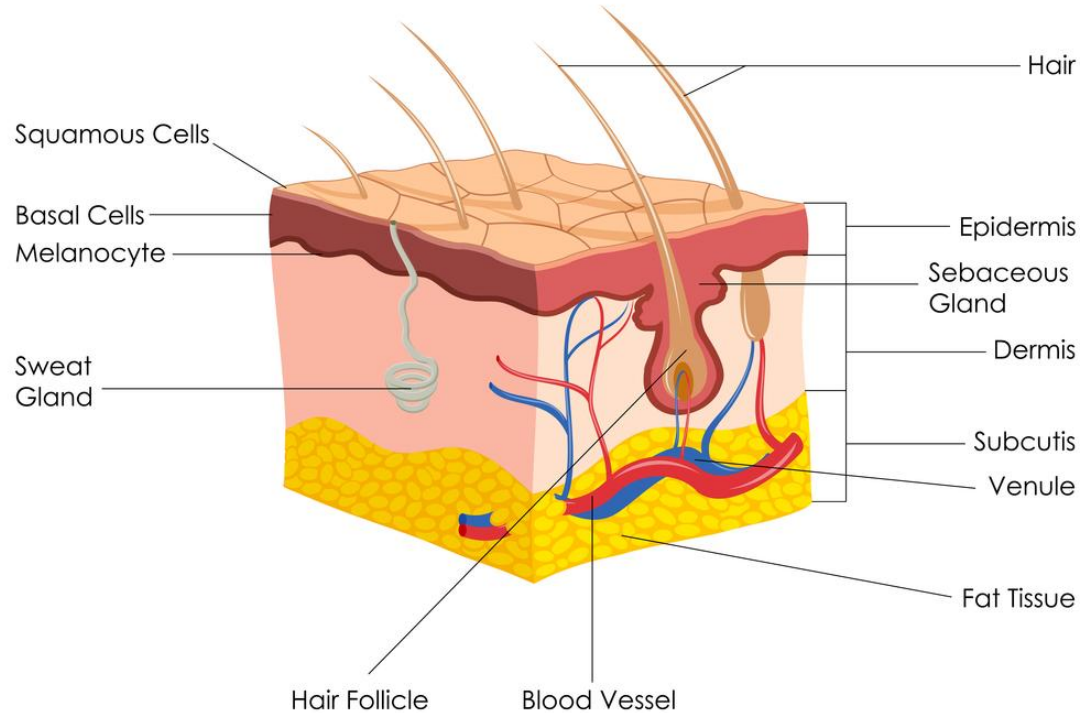
Sistem Integumen

Sistem integumen terdiri dari:

- a. Kulit
- b. Rambut
- c. Kelenjar minyak dan keringat
- d. Kuku
- e. Reseptor sensorik

Sistem integumen membantu mempertahankan suhu tubuh konstan, melindungi tubuh, dan memberi informasi sensorik mengenai lingkungan sekitar (Tortora and Derrickson, 2016).

Struktur Kulit



Struktur Kulit

- **Kulit** dikenal juga dengan membrane kutaneus, terdiri dari dua bagian utama, yaitu:
 - a.Epidermis**, merupakan bagian kulit paling superfisial, lebih tipis, terdiri dari jaringan epitel dan avaskuler.
 - b.Dermis**, merupakan jaringan ikat yang lebih dalam, lebih tebal dan vaskuler.
 - **Lapisan subkutan** disebut juga dengan hipodermis dan bukan merupakan bagian kulit.
-

Epidermis

Keratinosit

- Keratinosit tersusun empat atau lima lapis dan menghasilkan **protein keratin**
- Keratinosit menghasilkan granul lamellar.

Melanosit

- Melanosit menghasilkan **pigmen melanin**
- Melanin adalah pigmen kuning-merah atau coklat-hitam yang memberi warna kulit dan menyerap sinar ultraviolet (UV)

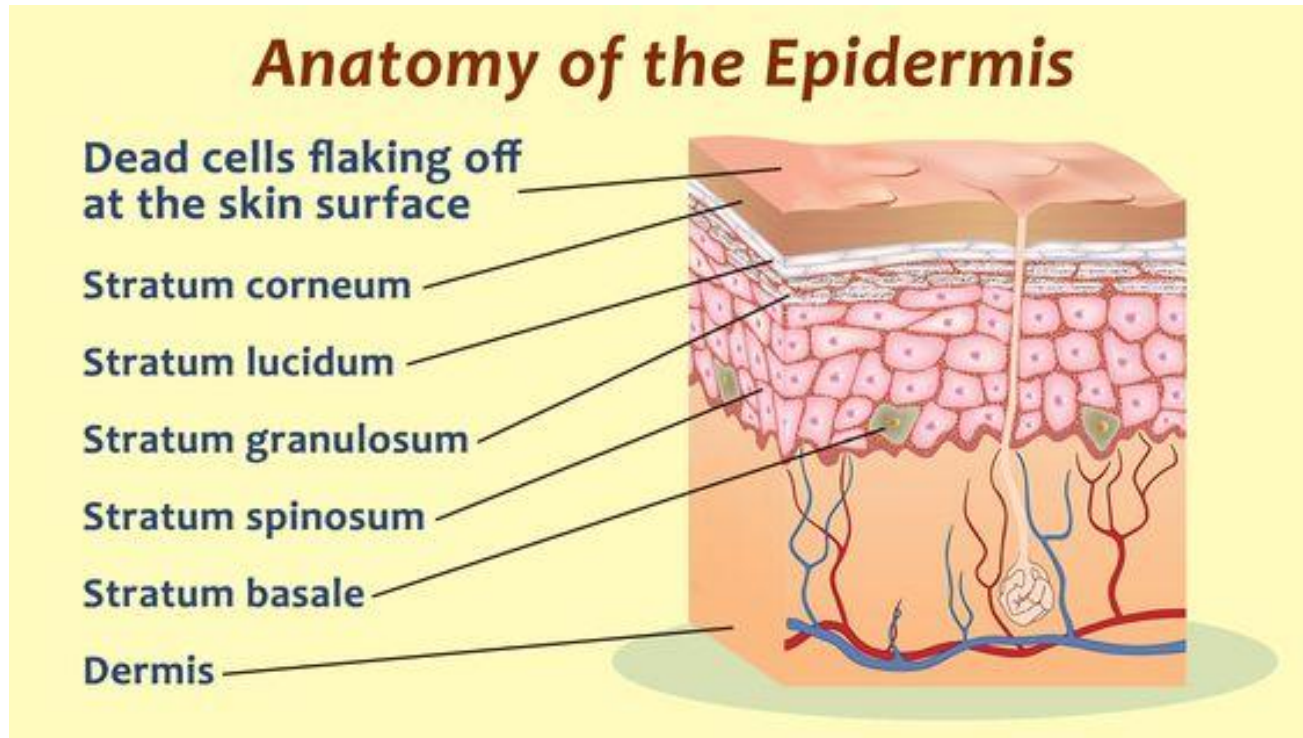
Sel Langerhans

- Sel ini berperan pada **respon imun melawan mikroba** yang menyerang kulit, dan mudah rusak oleh sel UV

Sel Merkel

- Sel merkel dan diskus merkel mendeteksi **sensasi sentuh.**

Epidermis



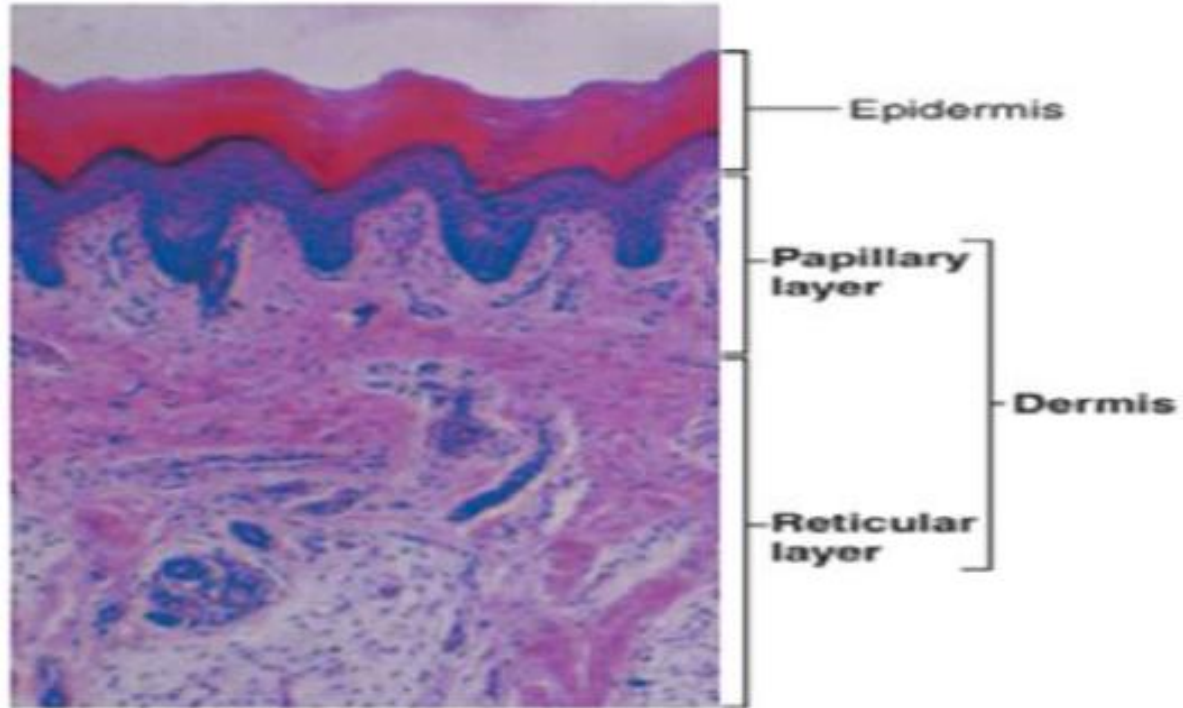
Epidermis

Stratum	Deskripsi
Basale	• Lapisan paling dalam, tersusun atas satu baris keratinosit kuboid atau kolumnar yang mengandung filamen intermedia keratin yang tersebar (tonofilamen)
Spinosum	• Terdiri dari banyak keratinosit yang tersusun dalam 8-10 lapis bersisi dengan berkas filamen intermedia keratin
Granulosum	• 3-5 baris keratinosit gepeng, yang organelnya mulai berdegenerasi • Sel-sel mengandung protein keratohyalin (mengubah filamen intermedia keratin menjadi keratin) dan granula lamelar (melepaskan sekresi tahan air, kaya lipid)
Lusidum	• Hanya terdapat pada kulit di ujung jari, telapak tangan dan telapak kaki • Terdiri dari 4-6 baris keratinosit jernih, gepeng, mati dengan banyak keratin
Korneum	• 25-30 baris keratinosit mati, gepeng yang mengandung sebagian besar keratin.

Dermis

- **Dermis merupakan bagian kulit kedua yang lebih dalam**, terdiri dari jaringan ikat tak teratur padat yang mengandung kolagen dan serat elastis, memiliki daya rentang yang besar (menahan kekuatah tarikan atau peregangan).
 - Dermis juga memiliki **kemampuan meregang dan rekoil dengan mudah**.
 - **Dermis terutama terdiri dari kolagen**, tetapi juga mengandung serat elastis dan retikuler, fibroblas, dan sel-sel lain yang khas dari jaringan ikat fibrosa)
-

Dermis



Epidermis

Regio	Deskripsi
Papilaris	• Bagian superfisial dermis (sekitar seperlima) • Terdiri dari jaringan ikat tak teratur padat dengan serat kolagen tipis dan elastik halus • Mengandung krista dermal yang menjadi tempat kapiler, korpuskel Meissner, dan ujung saraf bebas.
Retikularis	• Bagian dermis yang lebih dalam (sekitar empat perlima) • Terdiri dari jaringan ikat tak teratur padat dengan berkas serat kolagen tebal dan serat elastis kasar. • Ruang di antara serat-serat mengandung beberapa sel adiposa, folikel rambut, saraf, kelenjar sebacea dan kelenjar sudorifia

Hypodermis

Hypodermis merupakan lapisan di bawah dermis dan disebut juga **lapisan subkutan**.

Sebagian besar terdiri dari **jaringan adiposa, terletak di atas otot dan tulang**, berfungsi sebagai reservoir energi dan solasi termal

Bayi dan orang tua memiliki lebih sedikit lemak subkutan daripada orang dewasa, karena itu lebih sensitif terhadap dingin

Warna Kulit

Melanin

- Melanin, terdiri atas dua bentuk, yaitu:
 - a. Eumelanin (hitam kecoklatan)
 - b. Feomelanin (pigmen kuning kemerahan)
 - **Pada orang berkulit gelap**, melanosit menghasilkan lebih banyak jumlah melanin, butiran melanin di keratinosit lebih menyebar daripada menggumpal rapat, dan melanin rusak lebih lambat.
 - **Pada orang berkulit terang**, melanin menggumpal di dekat nukleus keratinosit, sehingga memberikan sedikit warna pada sel, melanin juga lebih cepat rusak, sehingga sedikit yang terlihat di luar stratum basale.
-

Warna Kulit

Hemoglobin

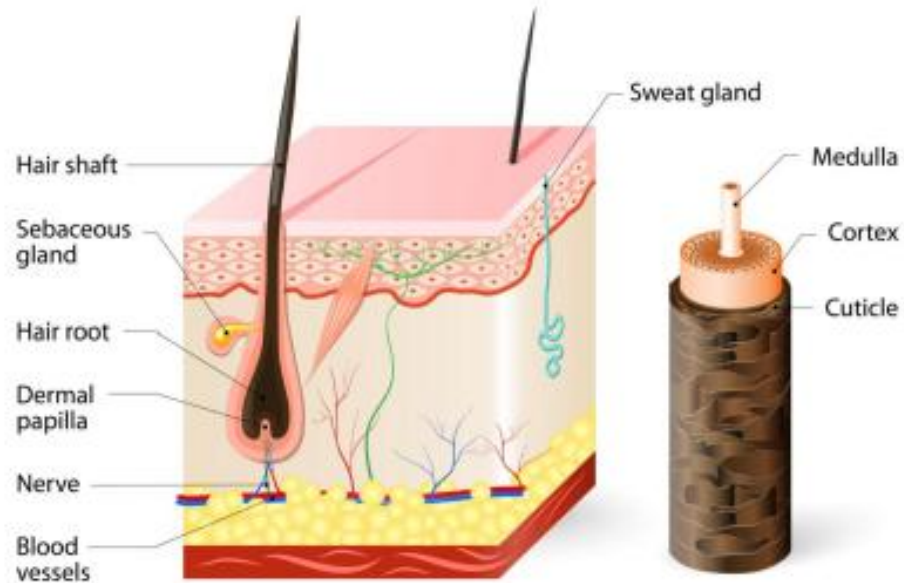
- Pigmen pembawa oksigen dalam sel darah merah, memberikan warna merah muda sampai merah bergantung pada kandungan oksigen pada darah yang bergerak melalui kapiler di dermis.

Karoten

- Pigmen kuning-oranye yang diperoleh dari kuning telur dan sayuran berwarna kuning dan oranye.
 - Merupakan prekursor vitamin A yang digunakan untuk mensintesis pigmen-pigmen yang diperlukan untuk penglihatan, disimpan dalam stratum korneum dan area berlemak sermis dan lapisan subkutan sebagai respon terhadap asupan yang berlebihan
-

Rambut

HAIR ANATOMY



Rambut

- **Rambut atau pili** dibentuk oleh pertumbuhan ke bawah sel epidermis ke dermis atau jaringan subkutan, yang disebut folikel rambut.
 - **Batang rambut** adalah bagian superfisial rambut yang menonjol di atas permukaan kulit.
 - **Akar rambut** adalah bagian rambut di sebelah dalam batang rambut yang menembus ke dermis, dan terkadang ke lapisan subkutan.
 - **Batang dan akar rambut** terdiri dari **tiga lapisan konsentrik sel: medulla, korteks dan kutikula rambut**.
-

Kelenjar Kulit

Kelenjar kulit adalah semua kelenjar eksokrin yang melepaskan sekretnya ke permukaan kulit melalui saluran.

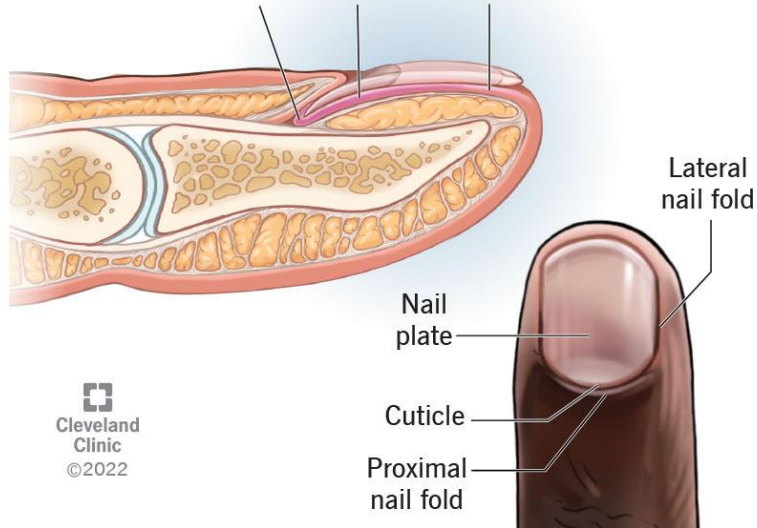
- **Kelenjar sebacea**
 - **Kelenjar sudorifera** atau **kelenjar keringat**, terdapat dua jenis kelenjar keringat yaitu: ekrin dan apokrin
 - **Kelenjar seruminosa**
 - **Kelenjar mamaria**
-

Kuku

Nail Matrix

Nail bed:

- Nail matrix
- Sterile matrix
- Germinal matrix



Kuku

Kuku adalah lempeng sel-sel epidermal yang mengalami keratinisasi, padat, keras, mati yang membentuk penutup jernih, padat di atas permukaan dorsal bagian distal jari. Kuku terdiri dari:

- **Badan kuku (lempeng):** bagian kuku yang terlihat menempel dan dapat dilihat, tumbuh dari area germinatif epidermis yang disebut dasar kuku
 - **Pinggir bebas:** bagian badan kuku yang menjorok ke ujung jari tangan atau kaki. Pinggir bebas berwarna putih karena tidak ada kapiler di bawahnya
 - **Akar kuku:** bagian kuku yang terkubur di dalam lipatan kulit. Area keputihan, yang berbentuk bulan sabit pada ujung proksimal kuku disebut lunula (bulan sabit)
-

Fungsi Kulit

Termoregulasi adalah pengaturan hemostatik suhu tubuh

Reservoir darah dermis menyediakan tempat jejaring luas pembuluh darah yang membawa 8-10% aliran darah total pada orang dewasa

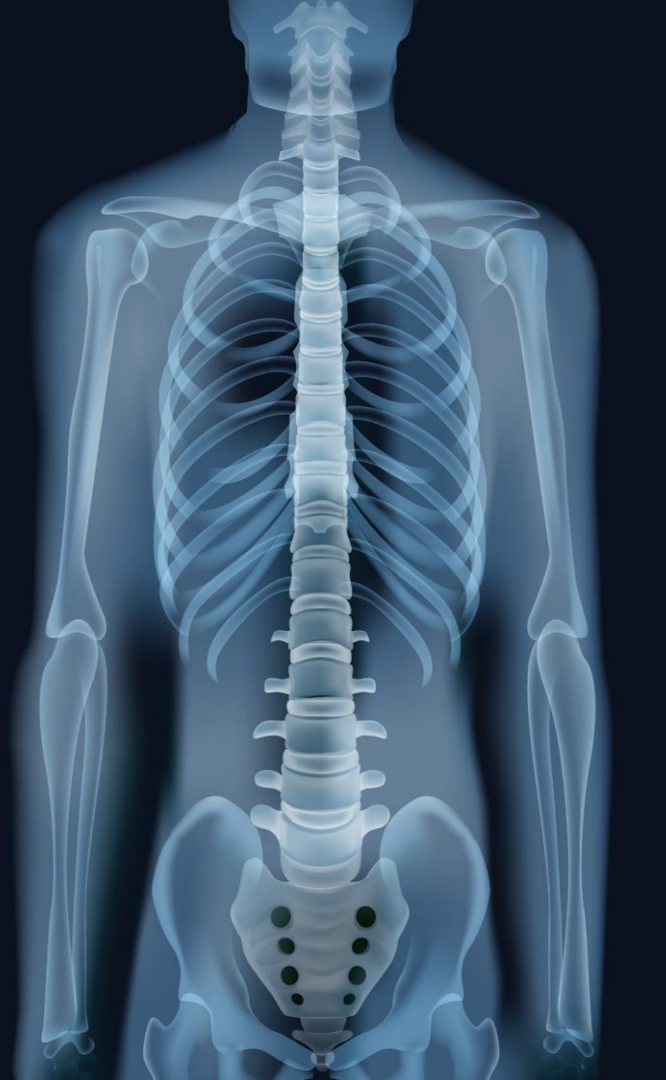
Proteksi

Fungsi Kulit

Sensasi, reseptor sensori terdiri atas ujung saraf di lapisan dermis yang peka terhadap sentuhan, tekanan, suhu atau nyeri

Ekskresi dan Absorpsi

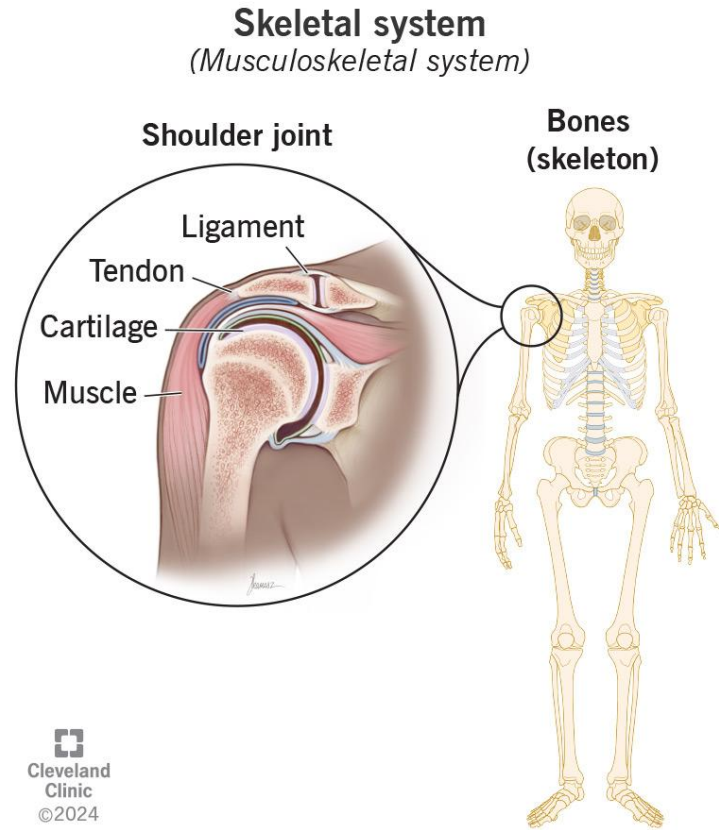
Sintesis vitamin D



Sistem Muskuloskeletal

02

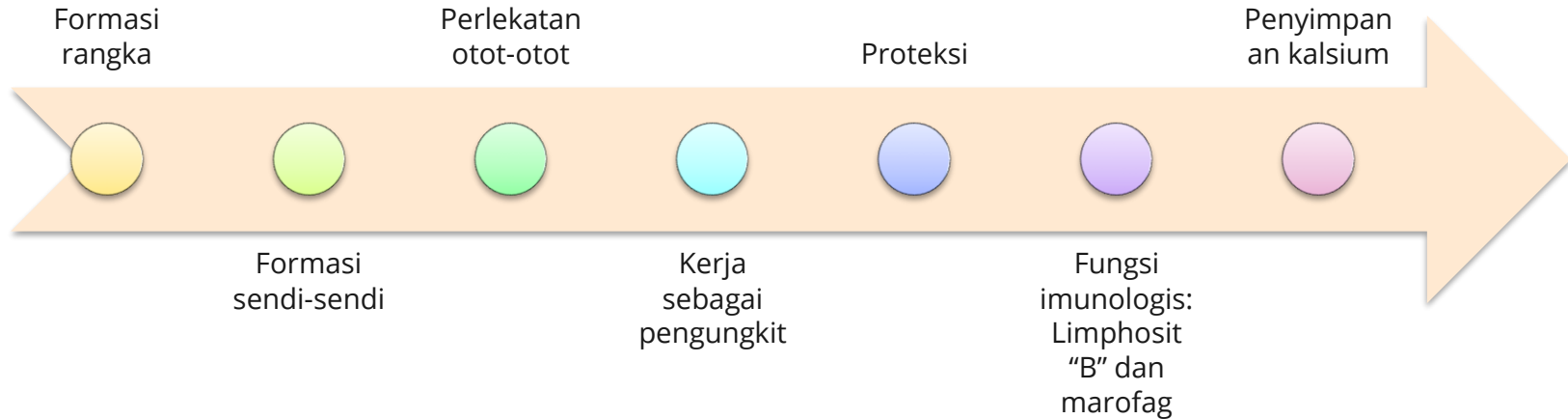
What is the skeletal system?



Sistem Muskuloskeletal

- Sistem yang terdiri dari tulang, otot, kartilago, ligamen, tendon, fascia, bursae, dan persendian.

Fungsi Tulang



Fungsi Khusus Tulang

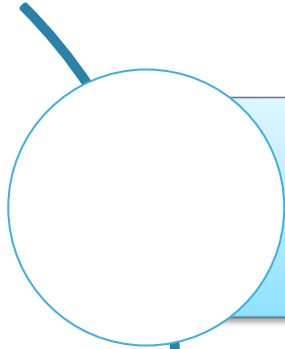
Sinus-sinus paranasalis dapat menimbulkan suatu nada khusus pada suatu suara

Email gigi - geligi dikhususkan untuk memotong menggigit dan menggilas makanan.

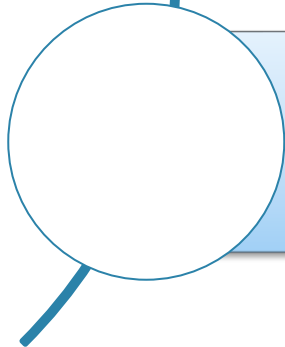
Tulang-tulang kecil liang telinga dalam mengkonduksi gelombang suara untuk pendengaran

Panggul wanita dikhususkan untuk memudahkan proses kelahiran bayi.

Rangka Manusia

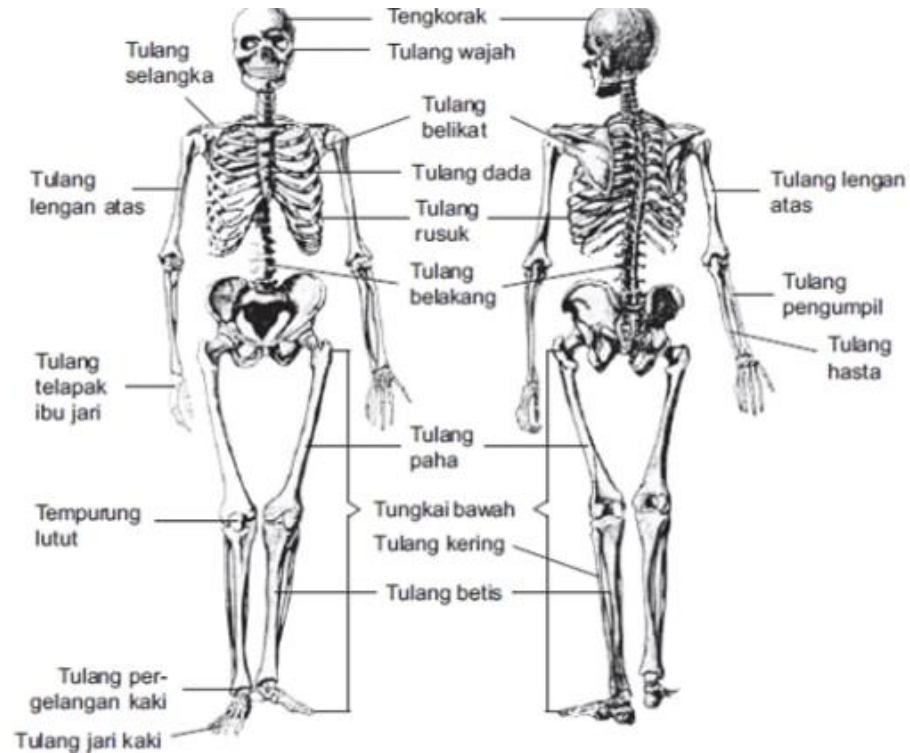


Rangka pusat yang terdiri dari tengkorak , kolumna vertebalis, tulangtulang iga dan os sternum

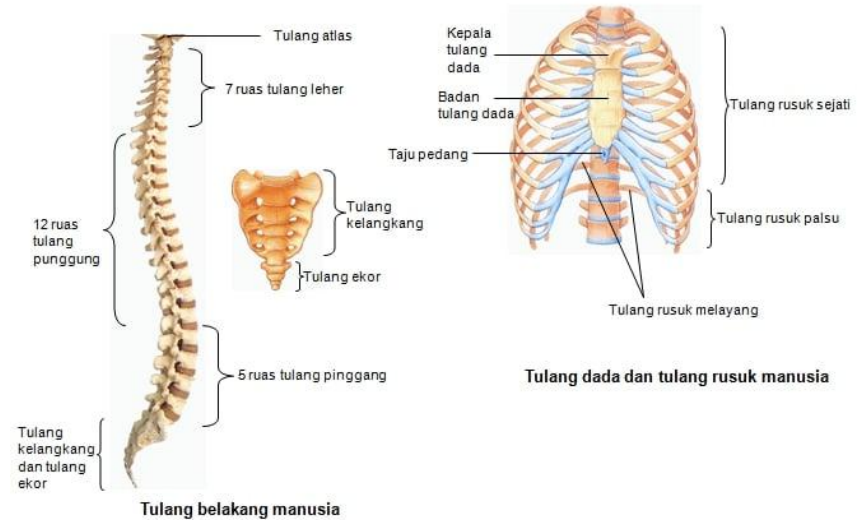
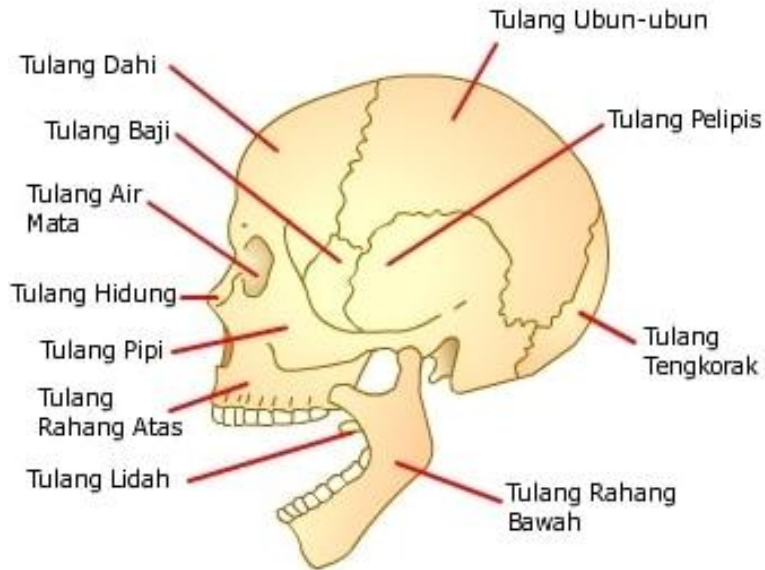


Rangka tambahan yang terdiri dari tulang-tulang anggota badan

Rangka Manusia



Rangka Manusia



Klasifikasi atas Dasar Struktur Tulang

Tulang Kompakta

- Terlihat dibagian luar tulang (korteks) di bawah periosteum
- Bagian tulang ini seperti gading, padat dan kuat tetapi masih mempunyai banyak lubang-lubang kecil.

Tulang Spongisa/ Tulang Trabekular

- Terdapat di bagian dalam dari tulang.
- Mempunyai ruangan-ruangan yang diisi oleh sumsum tulang di antara anyaman lempengan-lempengan atau batang-batang jaringan korpus tulang.

Unsur Tulang

- **Unsur tetap**

Osteosit dan Matrix

- **Unsur sementara**

Osteoblas, osteoklas dan osteosit

Jenis Tulang

- **Tulang panjang**

Merupakan tulang-tulang utama dari anggota badan. Contoh humerus, femur dan lain-lain

- **Tulang pendek**

Merupakan tulang-tulang yang lebih kecil. Contoh, ossa karpalia dari tangan dan ossa tarsalia dari kaki.

- **Tulang gepeng**

Berbentuk lempengan-lempengan tulang seperti skapula dan tulang - tulang tengkorak

- **Tulang-tulang yang tak beraturan**

Tulang-tulang yang tak termasuk dari jenis-jenis yang disebutkan di atas seperti vertebra, tulang panggul dan beberapa tulang-tulang kepala

Jenis Tulang

- **Tulang-tulang sesamoideum**

Tulang-tulang ini perkembangannya berasal dari substansi sebuah tendon (sesamoid berarti seperti biji) pada tempat-tempat gesekan dan penyembuhan akibat tarikan tendon atau perubahan arah tarikan. contoh patella, fibula

- **Tulang-tulang berongga udara**

Beberapa tulang -tulang kepala seperti os maksilare, os ethmoidale, dan os frontale mempunyai ronggarongga udara yang luas di bagian dalamnya, dilapisi oleh selaput lendir.

Jenis Tulang

- **Tulang diloikum**

Tulang-tulang yang terdapat di dalam tengkorak, di dalamnya mengandung vena-vena diploika, terdapat di dalam ruangan-ruangan yang disebut diploe

- **Tulang-tulang tambahan**

Tulang-tulang tambahan ini tidak selalu diketemukan. Biasanya berkembang dari pusat-pusat penulangan ekstra yang tidak bersatu dengan tulang utama, contoh: os trigonium dari tuberositas posterior talus dan os vesalinum dari tuberositas dikorpus os metatarsal kelima

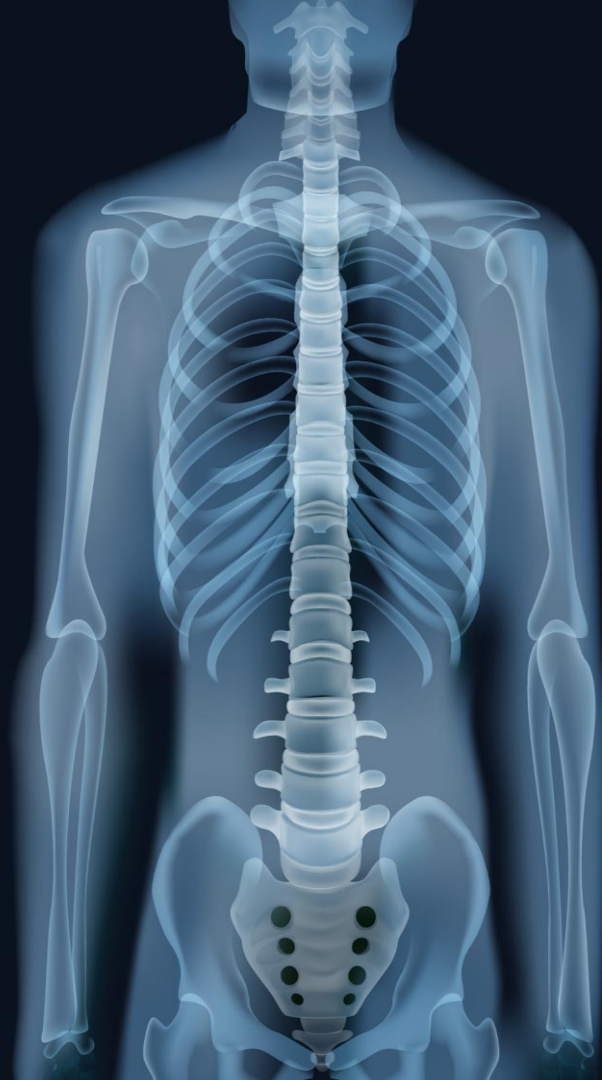
Otot

- Kira-kira 40% tubuh adalah otot rangka dan 5 sampai 10% lainnya adalah otot polos atau otot jantung (Guyton, 1991).
 - Serat otot ialah sel yang panjang, berinti banyak, ditutupi oleh sarkolema. Serabut otot rangka memiliki garis Tengah antara 10 sampai 80 mikron (Guyton, 1991)
 - Bagian- bagian dari serabut otot itu adalah sebagai berikut:
 - a. Sarkolema
 - b. Miofibril; filamen aktin dan miosin
 - c. Sarkoplasma
 - d. Retikulum sarkoplasma
-

Thanks

Do you have any questions?

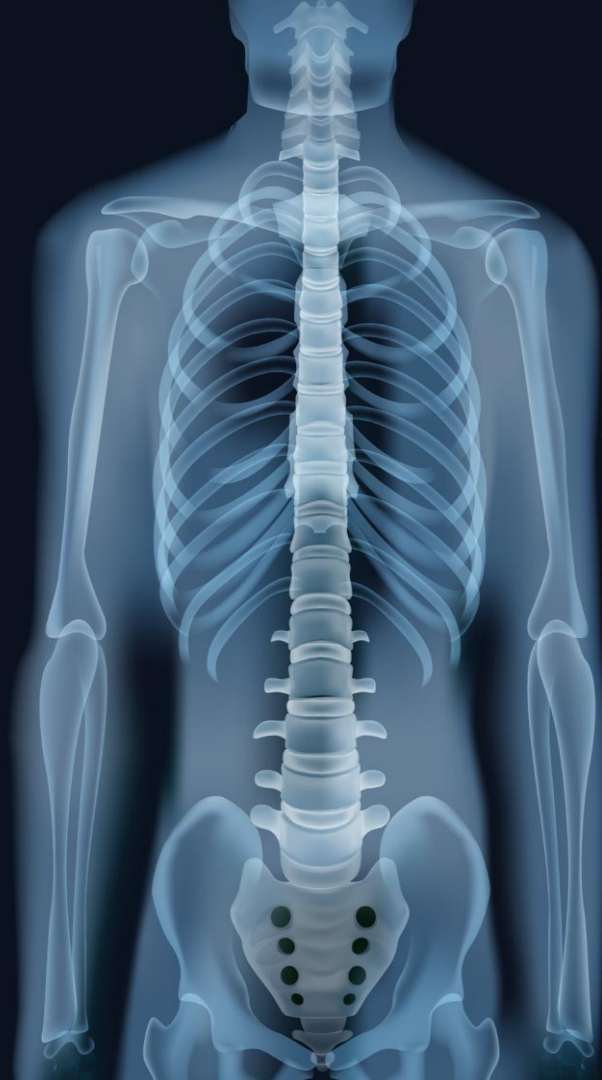
CREDITS: This presentation template was created by [Slidesgo](#), including icons by [Flaticon](#) and infographics & images by [Freepik](#)



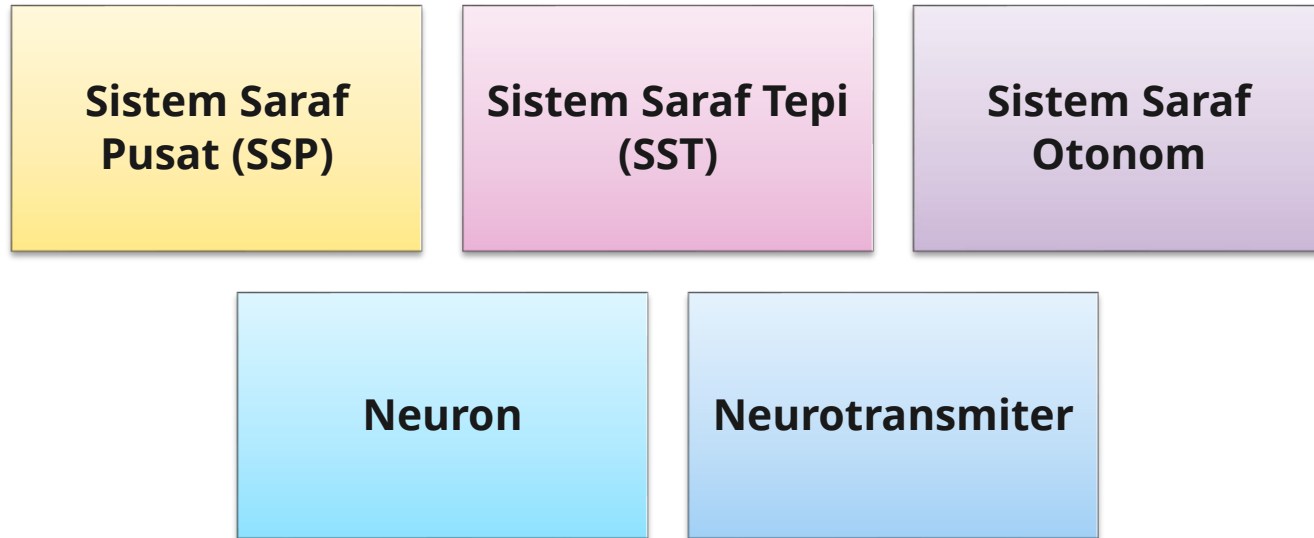
Sistem Saraf

apt. Catharina Apriyani W.H., M.Farm

**PROGRAM STUDI FARMASI
STIKES NOTOKUSUMO
2026**



Sistem Saraf



Diskusi

Apa perbedaan utama antara sistem saraf pusat (SSP) dan sistem saraf tepi (SST)?

Apa fungsi neuron dan bagaimana peran sel glia dalam sistem saraf?

Apa yang dimaksud dengan neurotransmitter dan sebutkan contohnya?

Jawaban

Perbedaan SSP dan SST

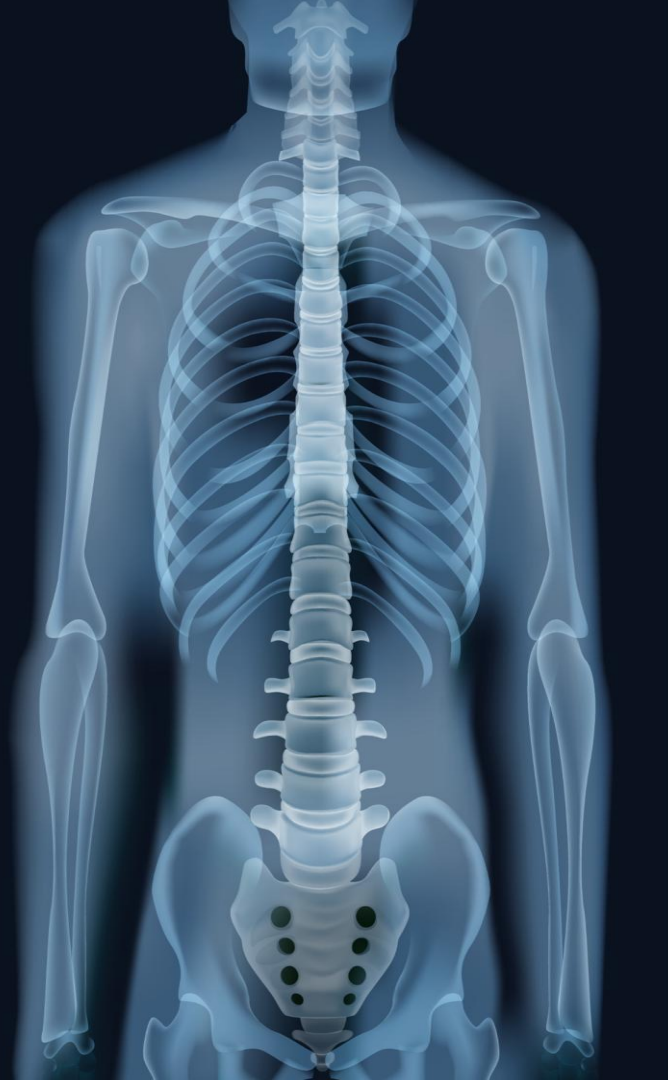
- **SSP (Sistem Saraf Pusat):** otak dan medula spinalis, berfungsi sebagai pusat pengolahan informasi.
- **SST (Sistem Saraf Tepi):** saraf di luar SSP, menghantarkan impuls dari dan ke SSP.

Fungsi neuron dan sel glia

- Neuron: menghantarkan impuls listrik.
- Sel glia: mendukung neuron (nutrisi, proteksi, mielinisasi).

Neurotransmitter

- Zat kimia penghantar sinyal antar neuron. Contoh: asetilkolin, dopamin, serotonin, norepinefrin.
-



Sistem Saraf Pusat

01

Definisi

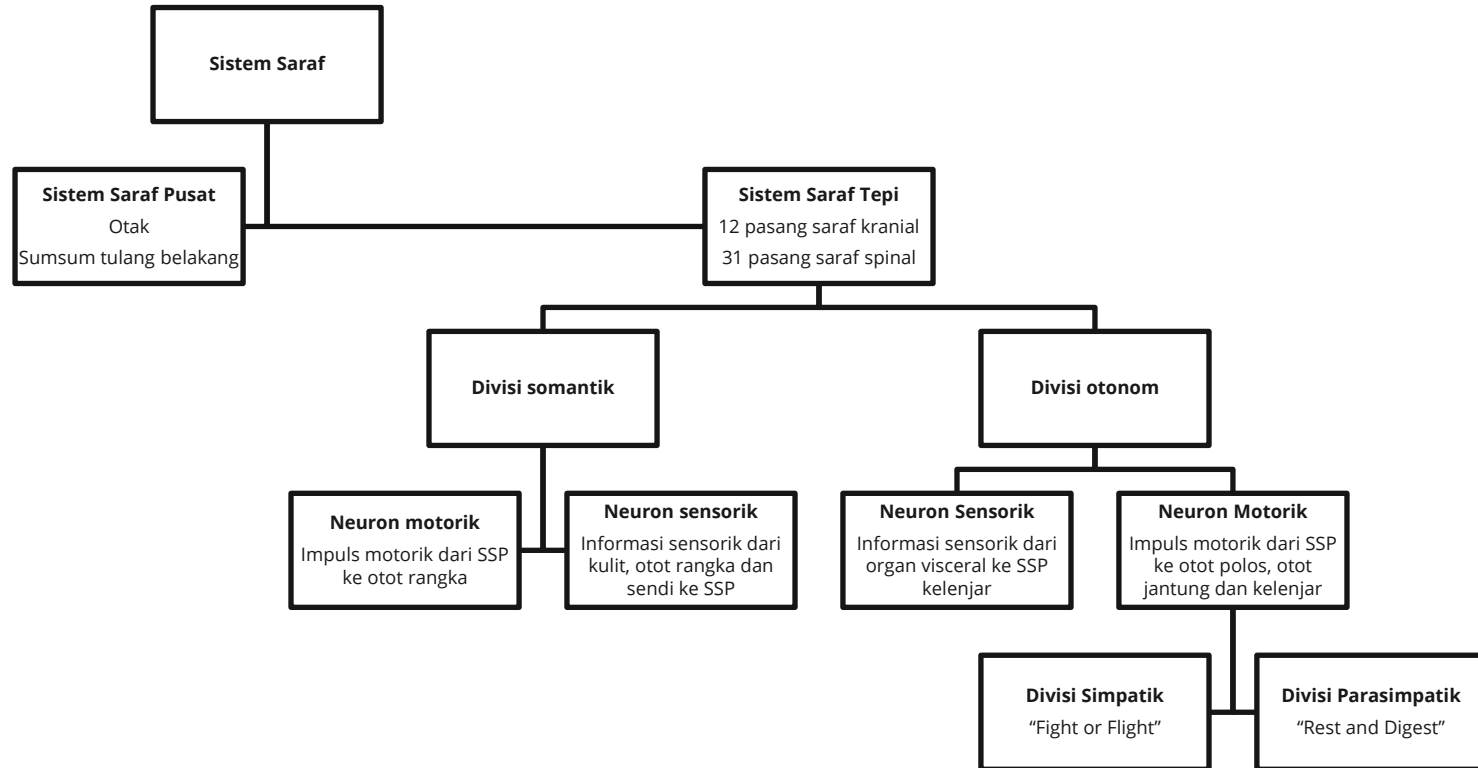
- **Sistem atau susunan saraf** merupakan salah satu bagian terkecil dari organ dalam tubuh, dan bagian yang paling kompleks. Susunan saraf manusia memiliki arus informasi yang cepat dengan kecepatan pemrosesan yang tinggi dan tergantung pada aktivitas listrik (impuls saraf)
 - **Sistem saraf** adalah pusat kontrol tubuh, pengaturan dan jaringan komunikasi. Dia mengarahkan fungsi organ dan sistem tubuh. Pusat dari semua aktivitas mental, meliputi pemikiran, pembelajaran, dan memori
-

Aktivitas Sistem Saraf

Menurut Chalik (2016), berbagai aktivitas sistem saraf dapat dikelompokkan dalam tiga kategori umum, yaitu:

- 1. Fungsi sensorik**, sistem saraf menggunakan jutaan reseptor sensorik nya untuk memantau perubahan yang terjadi baik di dalam dan luar tubuh. Informasi yang dikumpulkan disebut input sensorik.
 - 2. Fungsi Integritas**, sistem saraf memproses dan menafsirkan input sensorik kemudian memutuskan apa yang harus dilakukan pada setiap saat. Proses ini disebut integrasi.
 - 3. Fungsi motorik**, sistem saraf mengaktifkan organ efektor, (otot dan kelenjar) untuk menimbulkan respon. Proses ini disebut output motorik.
-

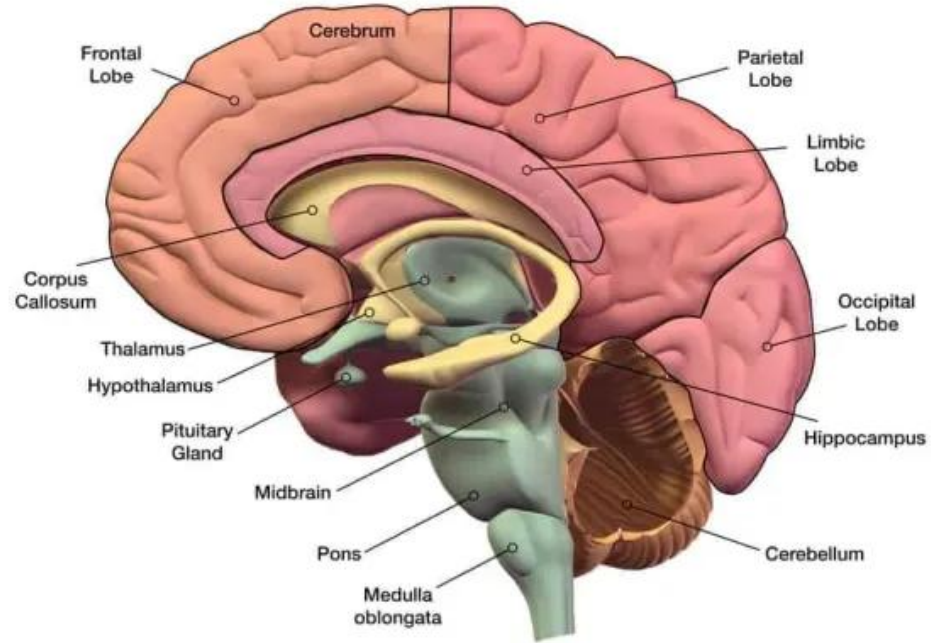
Organisasi Sistem Saraf



Otak

- **Otak** merupakan **organ paling besar dan paling kompleks pada sisem saraf**.
 - Otak terdiri atas lebih dari 100 miliar neuron dan serabut saraf terkait. Jaringan otak memiliki konsistensi seperti galatin.
 - Organ semisolid ini memiliki **berat 1.400 g (sekitar 3 pon)** pada orang dewasa (Black & Hawks, 2014).
 - **Otak** juga merupakan alat tubuh yang sangat penting dan **sebagai pusat pengatur dari segala kegiatan manusia** yang terletak di dalam rongga tengkorak.
 - **Bagian utama otak** adalah **otak besar (cerebrum), otak kecil (cereblum) dan otak tengah** (Khanifuddin, 2012).
-

Otak



Komponen Utama Otak

No	Komponen Utama	Fungsi
1	Korteks serebrum	Persepsi sensorik, kontrol gerakan volunter, bahasa, sifat pribadi, proses mental canggih, misalnya berfikir, mengingat, membuat keputusan, kretivitas dan kesadaran diri
2	Nukleus basal	Inhibisi tonus otot, kordinasi gerak yang lambat dan menetap, penekakan pola-pola gerak yang tak berguna
3	Talamus	Stasiun pemancar untuk semua masukan sinaps, kesadaran kasar terhadap sensasi, beberapa Tingkat kesadaran, berperan pada kontrol motorik
4	Hipotalamus	Mengatur banyak fungsi homeostatik, misal kontrol suhu, rasa haus, pengeluaran urin, dan asupan makanan, penghubung penting antara sistem saraf dan endokrin, sangat terlibat dalam emosi dan prilaku dasar
5	Serebelum	Memelihara keseimbangan, peningkatan tonus otot, koordinasi dan perencanaan aktivitas otot volunter yang terlatih
6	Batang otak	Asal dari sebagian besar saraf kranial, perifer, pusat pengaturan kardiovaskular respirasi dan pencernaan, pengaturan refleks otot yang terlibat dalam keseimbangan dan postur, penerimaan integrasi semua masukan sinaps dari korda spinalis, keadaan terjaga dan pengaktifan korteks serebrum, pusat tidur

Cerebrum

- Serebrum terbagi oleh lekukan dalam (fisura longitudinalis) menjadi dua bagian yang disebut **hemisfer serebri**.
 - Lapisan luar serebrum disebut **korteks serebi**.
 - **Korteks serebri** tersusun atas substansi gras (didominasi oleh badan sel saraf dan dendris) yang berbentuk dalam kelokan kelokan atau girus sekitar 75% badan sel saraf otak terletak di korteks.
 - **Lekukan dangkal** diantara girus (sulkus) membagi korteks serebri menjadi **5 lobus**: frontalis, parietalis, oksipitalis, temporalis dan sentral (Blakck and Hawsk, 2014).
-

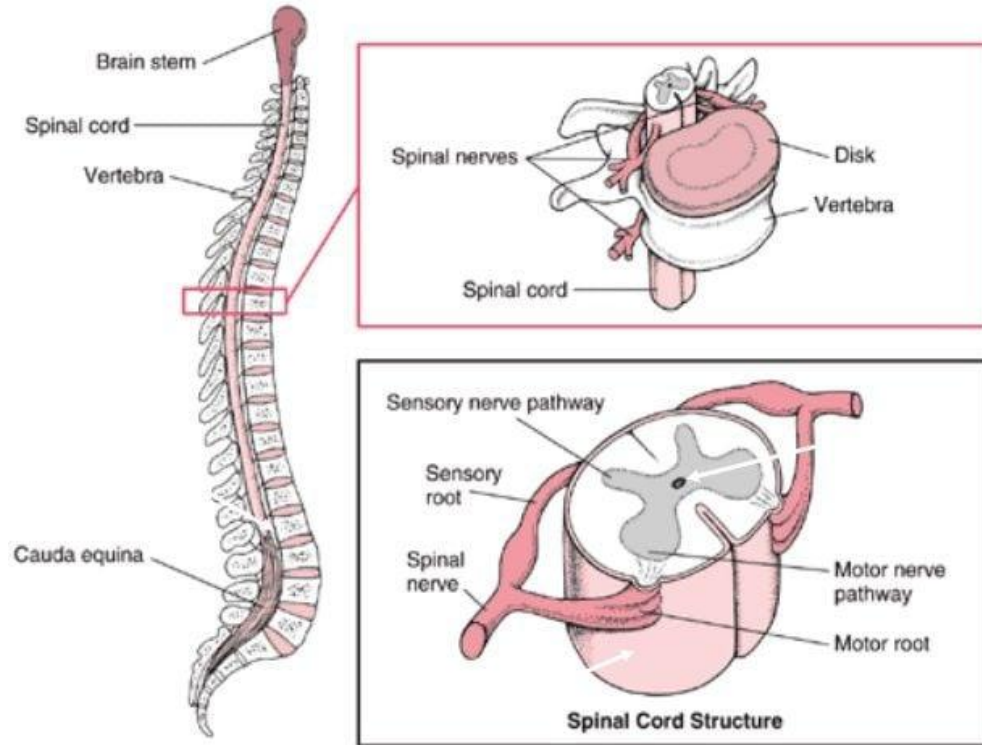
Batang Otak

- Batang otak terdiri atas otak tengah, pons, medula oblongata.
- Struktur ini terdiri atas jaras ascendens, formasio retikularis, dan jaras descendens motorik dan autonomik (Guyton and Hall. 2014).

Cerebellum

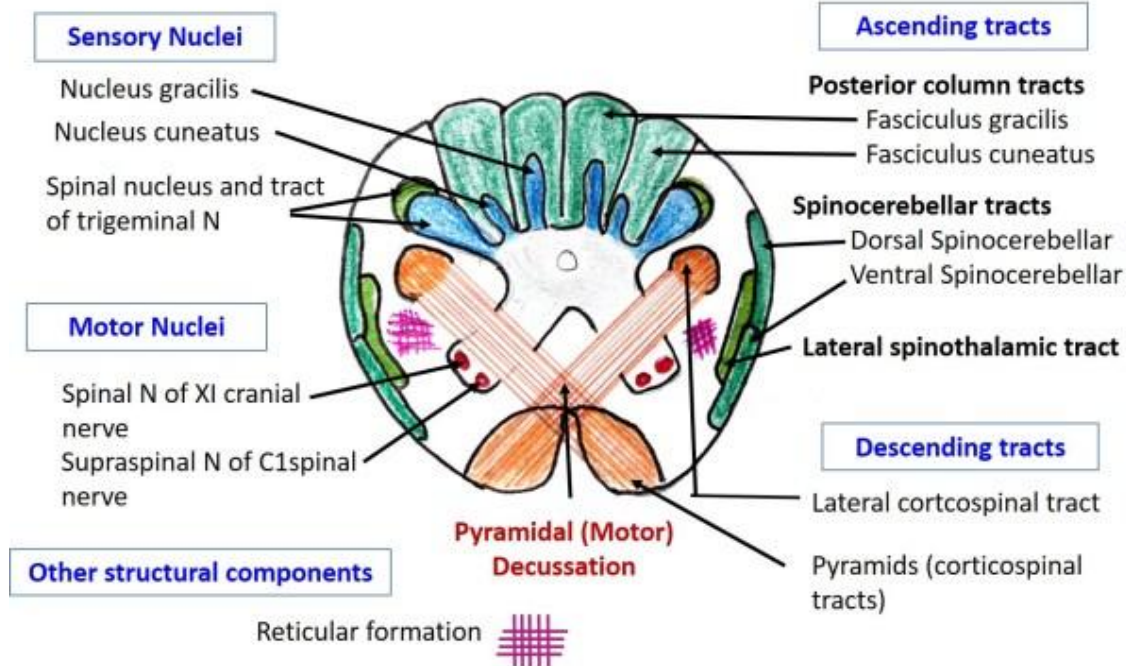
- Serebelum terdiri atas **substansia alba dan grisea**. **Korteks serebeli** merupakan lapisan tipis substansia grisea yang tersusun atas girus yang dalam dan panjang, berjalan paralel yang disebut **folia** dan dipisahkan **oleh sulkus sereberalis**.
 - **Fisura** dalam membagi serebelum menjadi tiga lobus, tetapi pembagian fungsional serebelum terdiri dari hemisfer kanan dan kiri yang dipisahkan oleh suatu pita tipis substansia alba yang disebut sebagai **vermis**.
 - **Serebelum** mengintegrasikan informasi sensoris berkaitan dengan posisi bagian tubuh, koordinasi gerakan otot skelet dan mengatur kekuatan otot yang penting untuk keseimbangan dan postur.
 - **Tiga pasang straktus saraf** (pedunculus serebelaris) berperan sebagai jaras komunikasi, (hipokampus), talamus, hipotalamus, dan ganglia basal.
-

Medulla Spinalis



Medulla Spinalis

TS of Medulla at the Level of Pyramidal Decussation



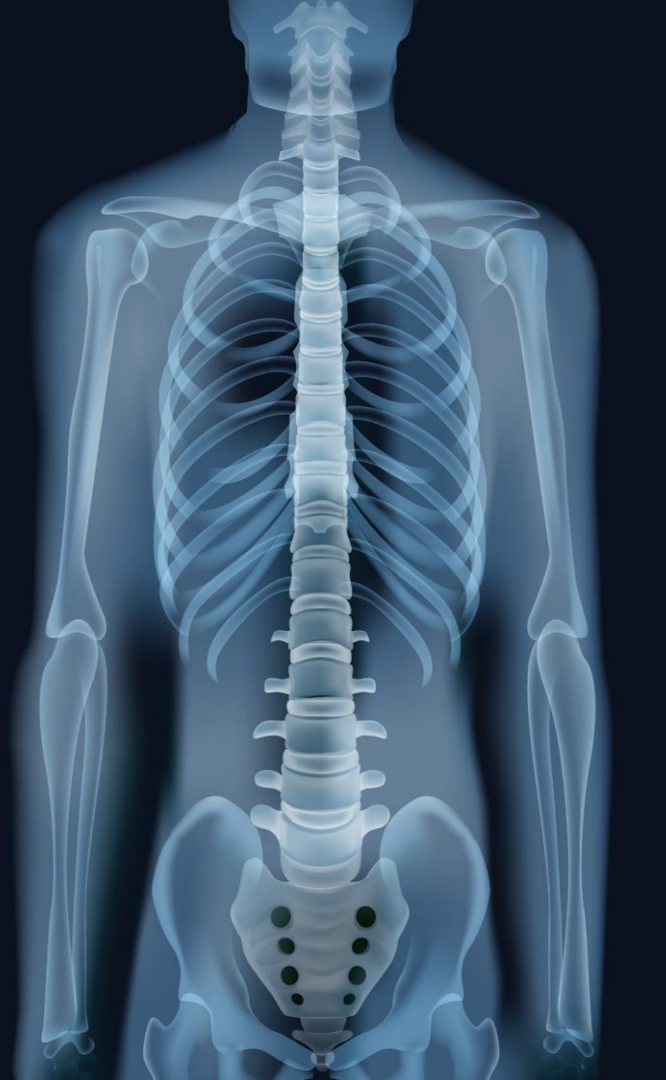
Lapisan-lapisan Pelindung SSP

Sawar darah otak

- Sawar otak merupakan sawar fisik dan proses fisiologis (sistem transpor) yang membuat substansi tertentu mengalir dengan perlahan dari satu kompartemen SSP ke kompartemen SSP yang lain
- Terdapat tiga sawar (darah-otak, darah-CSS, otak-CSS)

Meningen

- Meningen, tiga membran yang membungkus otak dan medula spinalis, berfungsi sebagai pelindung.
- Tiap lapisan-pia mater, arakhnoid, dan dura mater merupakan membran yang terpisah.



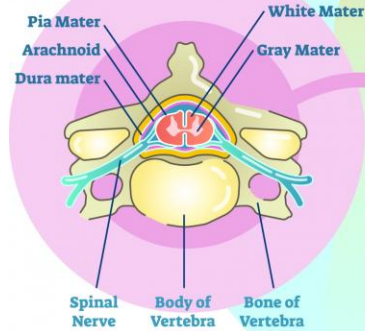
Sistem Saraf Tepi

02

Sistem Saraf Tepi

- **Sistem saraf tepi atau perifer** terdiri atas semua neuron selain yang ada pada otak dan medulla spinalis.
 - Sistem saraf tepi terdiri atas jaras serabut saraf diantaranya sistem saraf tepian semua struktur yang jauh di bagian-bagian tubuh termasuk di dalam sistem saraf tepi adalah **12 pasang saraf kranial dan 31 pasang saraf spinal** (Gerard, 2014).
 - Saraf yang menghantarkan impuls ke otak dan medulla spinalis disebut **neuron sensorik (aferen)**.
 - Saraf yang menghantarkan impuls menjauhi otak dan medulla spinalis disebut **neuron motoric (eferen)**.
-

SPINAL CORD



VERTEBRA

Cervical Spine
Vertebrae

Thoracic Spine
Vertebrae

Lumbar Spine
Vertebrae

Sacrum

Coccyx

Cervical Nerves

- C1 Head and neck
- C2 Diaphragm
- C3 Deltoids, Biceps
- C4 Wrist Extenders
- C5 Triceps
- C6 Hand
- C7
- C8

T1

T2

T3

T4

T5

T6

Thoracic Nerves

- T6 Chest Muscles
- T7 Abdominal Muscles
- T8
- T9
- T10
- T11
- T12

L1

L2

L3

L4

L5

Lumbar Nerves

- L3 Leg Muscles
- L4
- L5

S1

Sacral Nerves

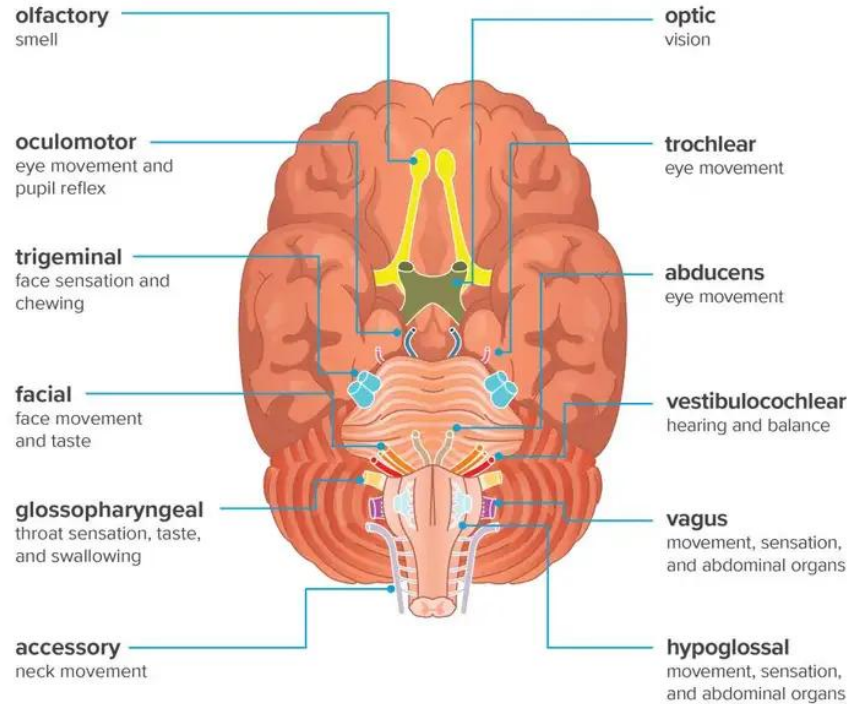
- S2 Bowel, Bladder
- S3 Sexual Function
- S4
- S5

Coccyxgeal

Saraf Spinal

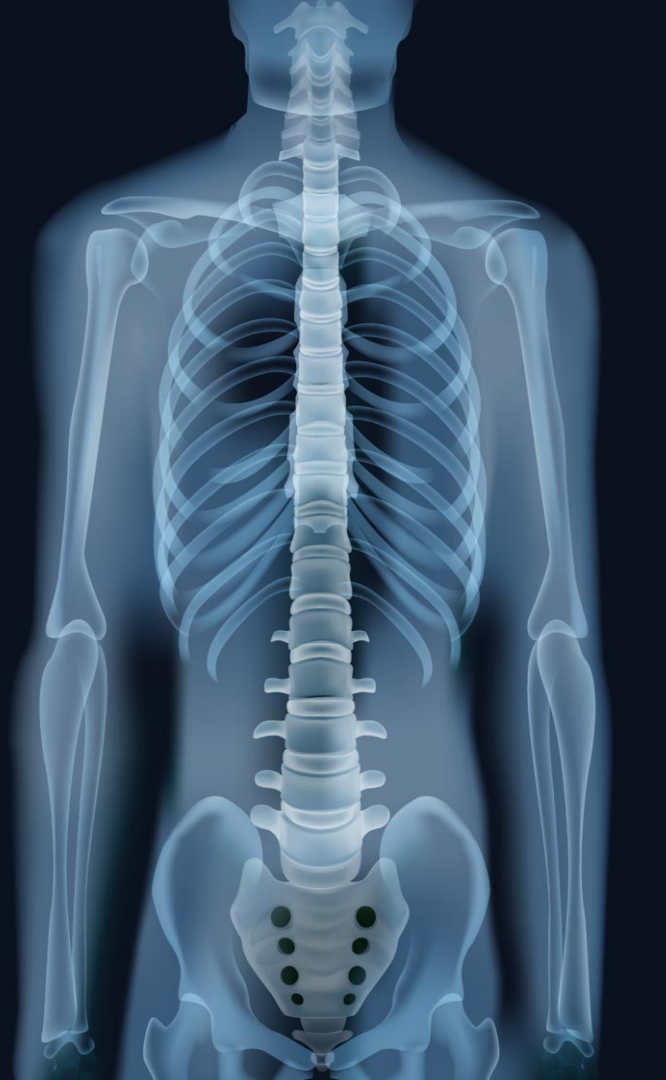
- Saraf spinal berkembang dari serabgkaian radiks saraf yang berkumpul di lateral medulla spinalis.
 - Tiap saraf spinal terdiri atas **radiks dorsalis (sensori) dan radiks ventralis (motoric)** yang bergabung mebentuk saraf spinal.
 - Radiks dorsalis berasal dari posterolateral medulla spinalis.
 - Terdapat **31 pasang saraf spinal**: 8 pasang saraf servikal, 12 pasang saraf terokal, 5 pasang saraf lumbal, 5 pasang saraf sacral, dan 1 pasang saraf koksigel.
-

12 Cranial Nerves



Saraf Kranial

- Dua belas pasang saraf/kranial berasal dari otak yang diidentifikasi dengan penomoran Romawi, yaitu:
 - Saraf nomor I, II, dan VIII merupakan saraf sensorik;
 - Saraf nomor II, IV, VI, XI, dan XII bersifat motorik,
 - Saraf nomor V, VII, IX, dan X bersifat sensorik dan motorik.
 - Kebanyakan saraf kranial tersusun atas neuron motorik dan sensorik, walaupun ada saraf kranial yang hanya membawa impuls sensorik.
-



Sistem Saraf Otonom

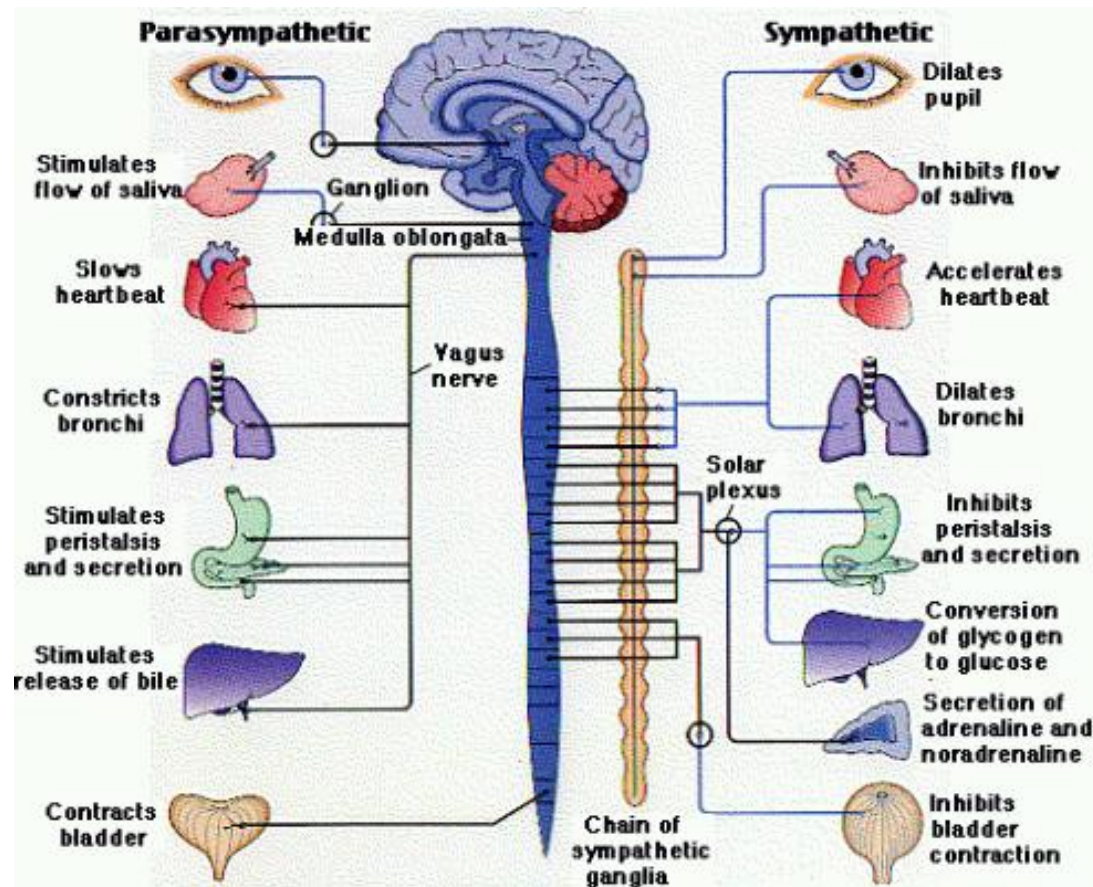
03

Sistem Saraf Otonom

- Sistem saraf autonom (SSA) merupakan bagian dari sistem saraf tepi (SST) yang mengkoordinasi gerakan involunter seperti fungsi viseral, perubahan otot polos dan jantung dan respons kelenjar.
 - SSA memiliki dua bagian, yaitu:
 - Sistem saraf simpatis

Sistem saraf simpatis mengkoordinasi aktivitas untuk menangani stres dan dirancang untuk aksi sebagai suatu kesatuan periode pendek.
 - Sistem saraf parasimpatis

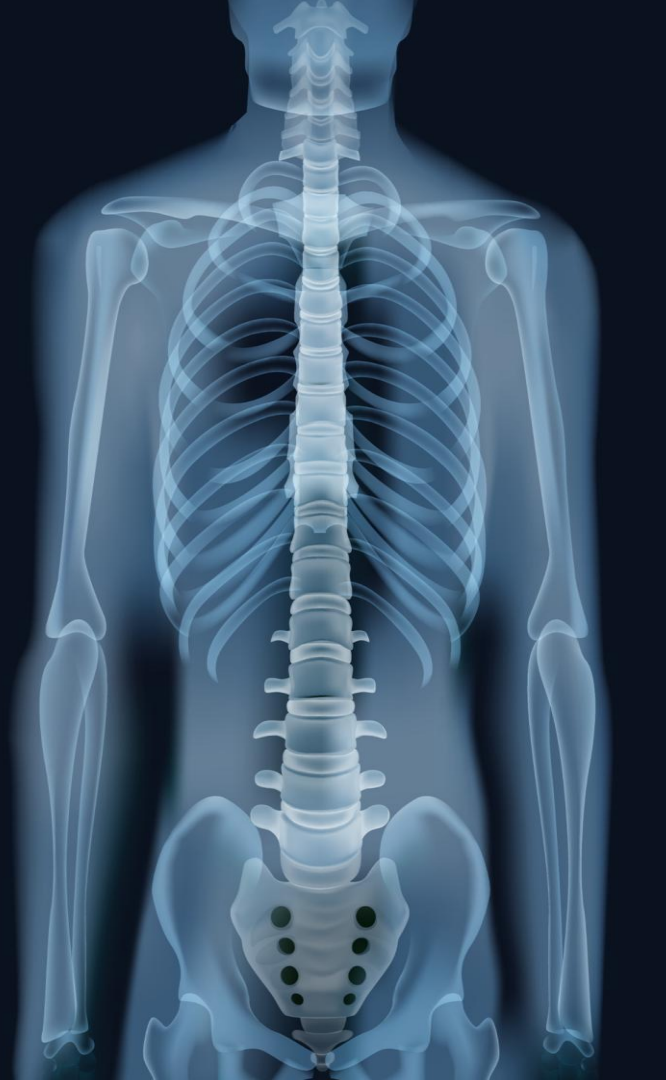
Sistem saraf parasimpatis berhubungan dengan konservasi dan restorasi cadangan energi dan dirancang untuk beraksi lokal dan terpisah untuk durasi yang panjang.
-



Sistem Saraf Otonom

Menurut Blakck and Hawsk, (2014) SST berdasarkan divisinya juga dibagi menjadi dua bagian yaitu:

- 1. Divisi sensor (afferent)**, yaitu susunan saraf tepi dimulai dari receptor pada kulit atau otot (effector) ke dalam pleksus, radiks, dan seterusnya kesusunan saraf pusat. Jadi bersifat ascendens.
 - 2. Divisi motorik (efferent)** yang menghubungkan impuls dari SSP ke effector (Muscle and Glands) yang bersifat descendens untuk menjawab impuls yang diterima dari reseptor di kulit dan otot dari lingkungan sekitar (Bahrudin, 2013).
-



Sel Saraf

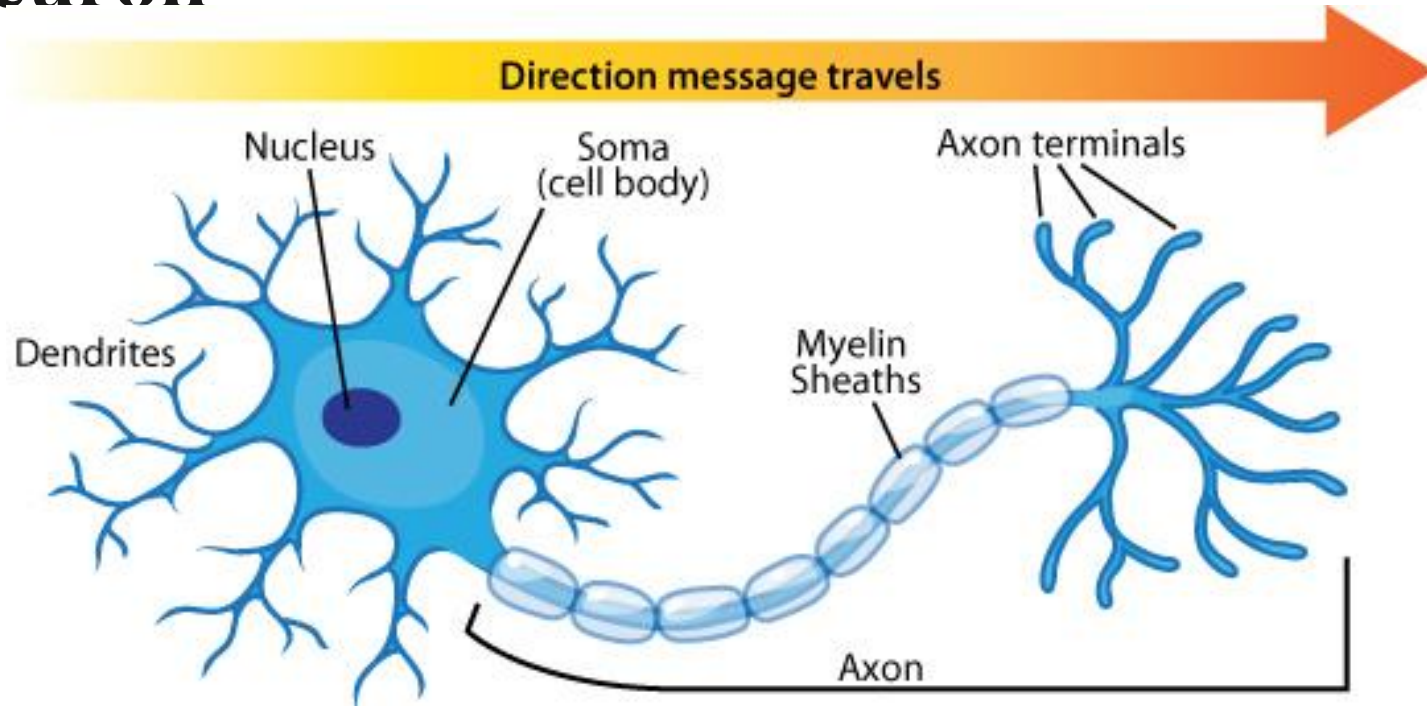
04

Klasifikasi Sel Saraf

Neuron

Neuroglia

Neuron



Neuron



Badan sel

Dendrit

Akson

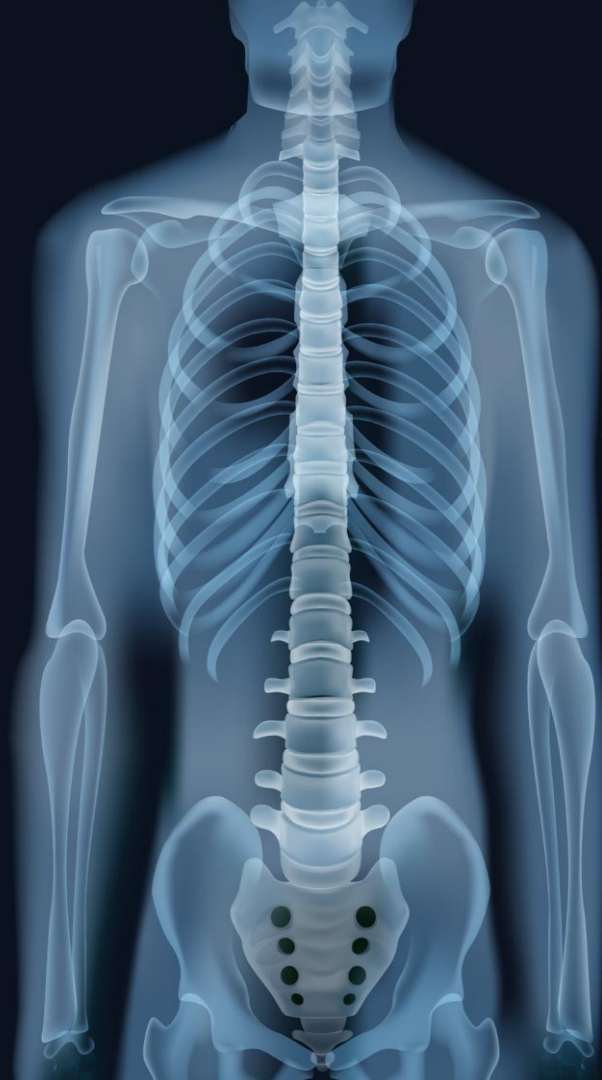
Neuroglia

- **Sel Glia**, secara umum disebut sebagai neuroglia memberikan dukungan struktural pada neuron. Jumlah sel ini sangat banyak, dukungan **rasio sel Glia:neuron mencapai 50:1**.
 - Sel Glia juga **mengontrol konsentrasi ion di lingkungan ekstraseluler dan berkontribusi pada transport nutrisi, gas, dan sampah metabolik antara Neuron dan sistem vaskuler dan CSS**.
 - Secara klinis sel-sel ini bertanggung jawab pada perkembangan beberapa tumor intrakranial.
-

Thanks

Do you have any questions?

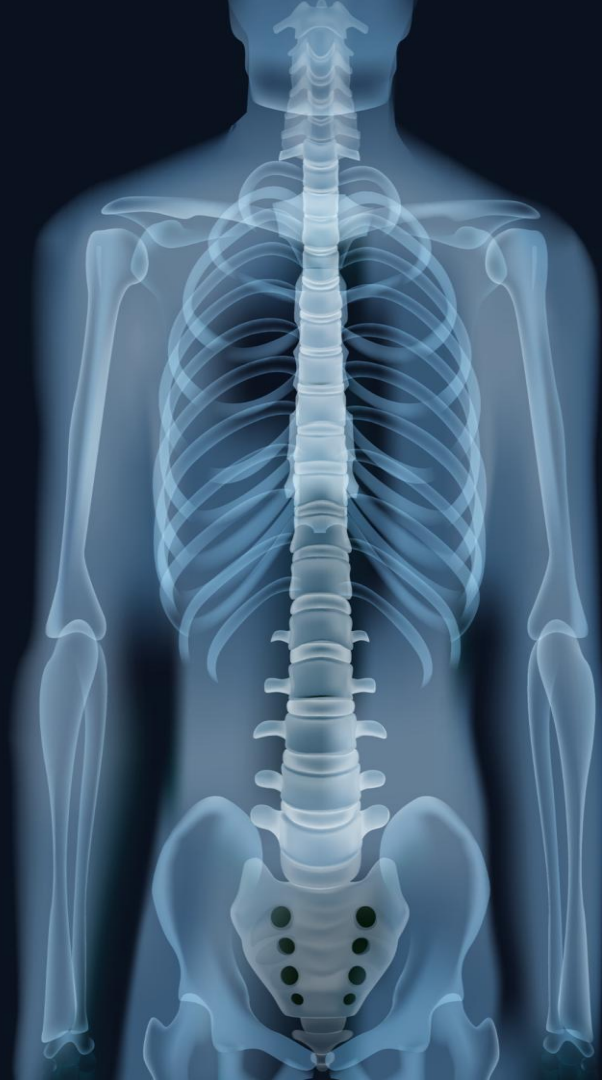
CREDITS: This presentation template was created by [Slidesgo](#), including icons by [Flaticon](#) and infographics & images by [Freepik](#)



Sistem Endokrin

apt. Catharina Apriyani W.H., M.Farm

**PROGRAM STUDI FARMASI
STIKES NOTOKUSUMO
2026**



Diskusi

Apa **perbedaan** utama **sistem endokrin** dan **sistem saraf** dalam mengatur tubuh?

Apa yang dimaksud dengan **hormon** dan bagaimana cara kerjanya pada sel target?

Sebutkan **kelenjar endokrin utama** dan **hormon** yang dihasilkannya!

Jawaban

- **Perbedaan sistem endokrin dan saraf**

Endokrin: menggunakan hormon, respon lambat, efek lama

Saraf: menggunakan impuls listrik, respon cepat, efek singkat

- **Pengertian hormon dan cara kerja**

Hormon: zat kimia yang diproduksi kelenjar endokrin

Cara kerja: berikatan dengan reseptor spesifik → memicu respon sel

- **Kelenjar dan hormon utama**

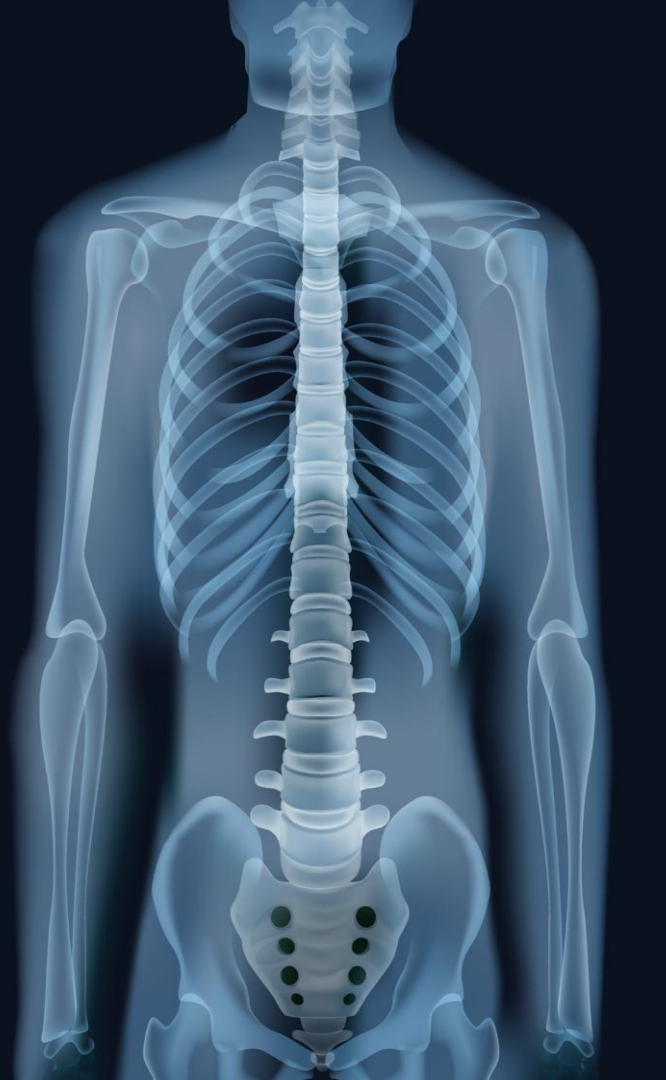
Hipofisis → GH, TSH, ACTH

Tiroid → T3, T4

Pankreas → insulin, glucagon

Adrenal → kortisol, adrenalin

Gonad → estrogen, testosteron



Sistem Endokrin & Hormon

01

Endokrin

Endo: dalam

Crin: mensekresikan

Endokrin: sebuah sekresi yang dibentuk oleh sebuah kelenjar dan langsung masuk ke darah

Bentuk yang disekresikan ini adalah **hormon**, yang merupakan bahan kimia pengontrol kegiatan organ tubuh

Sistem Endokrin

- **Sistem endokrin** ialah sistem yang tidak mempunyai saluran, dan menghasilkan sebuah hormon, dibawa ke organ target lainnya untuk mengatur fungsi tubuh dan organ utama.
 - **Sistem endokrin** adalah kelenjar yang berperan penting untuk mengendalikan organ tubuh yang mengirimkan hasil sekresinya ke limfa dan darah tanpa melewati sebuah saluran.
 - **Sistem endokrin** berhubungan dengan sistem saraf untuk mengatur dan menyelaraskan fungsi seluruh tubuh. Sistem ini secara bersama mempertahankan homeostatis tubuh.
-

Fungsi Sistem Endokrin

Mengatur dan merangsang kelenjar dalam tubuh

Merangsang pertumbuhan sistem jaringan

Mengatur oksidasi tubuh

Mengatur metabolisme dari lemak, vitamin, protein, air, dan mineral

Hormon

- **Hormon** asal kata hormone yang berarti membangkitkan atau membuat suatu Gerakan
 - **Hormon** adalah molekul yang diproduksi oleh kelenjar endokrin dibawa melalui darah ke sel targetnya (Kharisma, 2018).
 - Beberapa hormon hanya memiliki sedikit **sel target spesifik**, sedangkan hormon lain memengaruhi **banyak jenis sel di tubuh**.
 - Sel-sel target untuk setiap hormon dicirikan oleh adanya molekul-molekul penyangga tertentu yang terletak di dalam sel atau permukannya.
 - **Interaksi antara hormon** dengan reseptornya memicu serangkaian reaksi biokimia dalam sel target yang pada akhirnya mengubah fungsi atau aktivitas sel
-

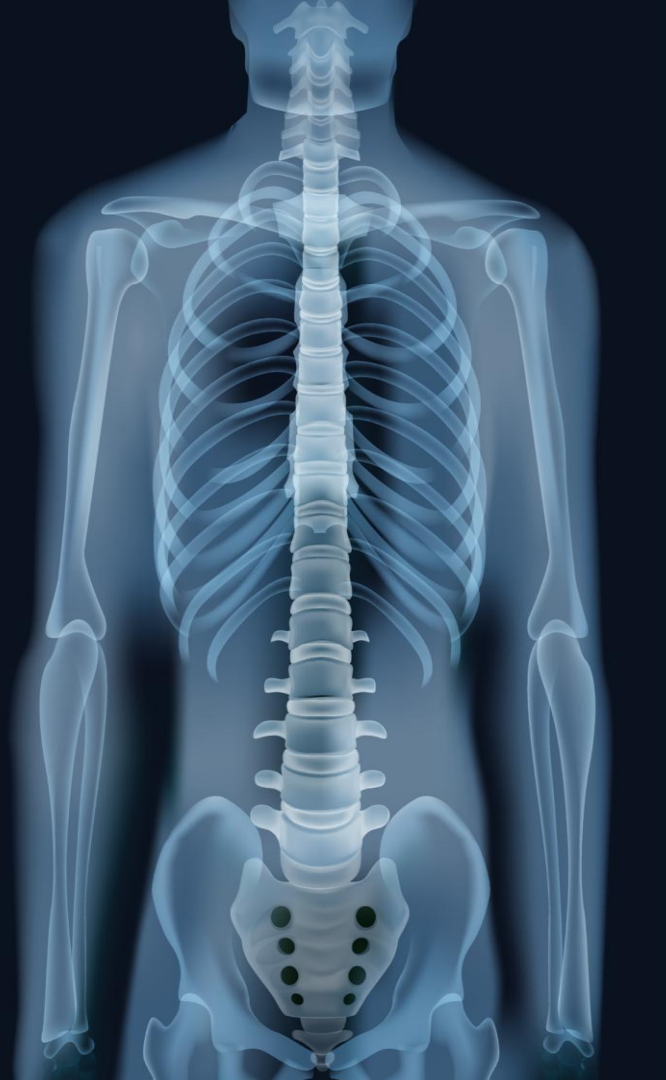
Klasifikasi Hormon

Asam amino yang diturunkan, hormon yang dimodifikasi asam amino

Hormon polipeptida dan protein adalah rantai asam amino kurang dari atau lebih dari sekitar 100 asam amino.

Hormon steroid adalah lipid yang disintesis dari kolesterol

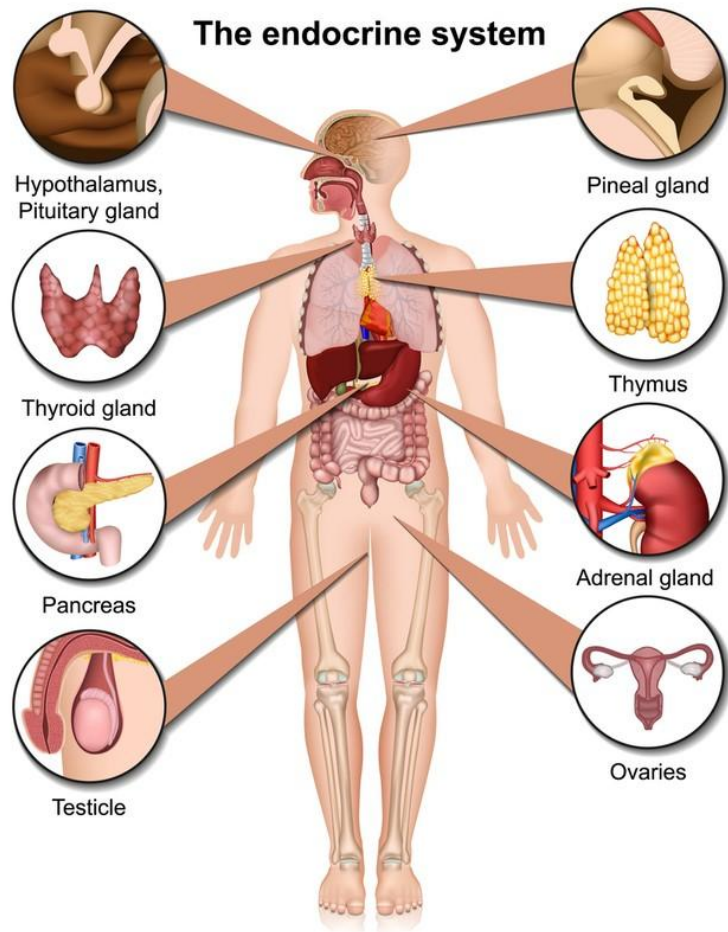
Eicosanoids adalah lipid yang disintesis dari rantai asam lemak fosfolipid yang ditemukan di membran plasma



Jenis Sistem Endokrin

02

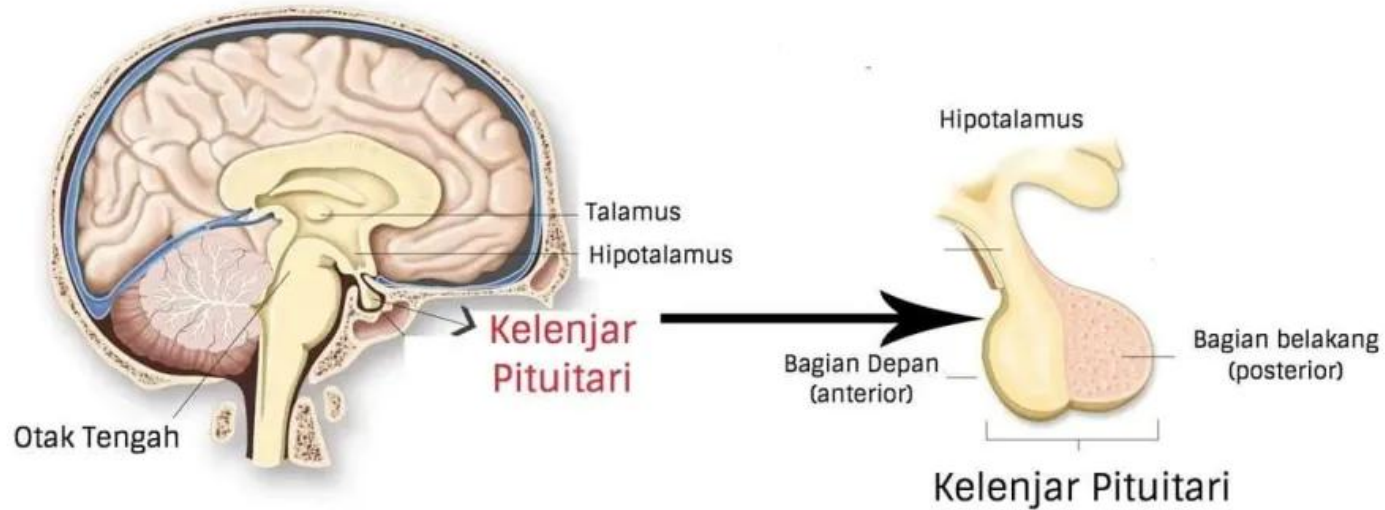
The endocrine system



Kelenjar Hipofisis

- **Hipofisis** atau disebut juga kelenjar pituitary adalah sebuah kelenjar yang terletak di tengkorak dengan ukuran 10 x 13 x 6 mm
 - Kelenjar hipofisis ialah koordinator utama pada proses kimia di dalam tubuh, sehingga kelenjar ini dijuluki sebagai ***"master of glands"***
 - **Kelenjar pituitari** disebut juga **"kelenjar induk"**, karena hormon-hormonnya mengatur kelenjar endokrin penting lainnya, termasuk kelenjar tiroid, adrenal, kelamin, dan dalam beberapa kasus memiliki efek pengaturan langsung pada jaringan besar, seperti sistem muskuloskeletal
-

Kelenjar Hipofisis



Kelenjar Hipofisis – Bagian Anterior

Hormon Somatotropik

- Hormon ini merupakan hormon untuk pertumbuhan yang berguna merangsang tumbuhnya tulang, lemak, dan visera.

Hormon Tirotropik

- Hormon ini mengatur tiroid dalam menghasilkan hormon tiroksin/Thyroid Stimulating Hormone (TSH)
- Fungsi hormon TSH adalah menstimulasi pertumbuhan tiroid, menaikkan jumlah yodium dan sintesis tiroglobulin

Hormon Adrenokortikotropik (ACTH)

- Hormon ini berguna untuk mengatur kelenjar suprarenal dalam menghasilkan kortisol
-

Kelenjar Hipofisis – Bagian Anterior

Hormon Gonadotropin

- ***Follicle Stimulating Hormone (FSH)***, berfungsi mengatur pertumbuhan folikel di ovarium, serta membentuk spermatozoa pada testis
- ***Lutenizing Hormone (LH)***, berfungsi mengatur produksi progesteron dan estrogen di ovarium, serta turut memengaruhi luteinisasi pada perempuan dan laki-laki.

Hormon Lutetropik (LTH) atau Prolaktin (PRL)

- Hormon ini berfungsi mengatur laktasi dengan memengaruhi secara langsung kelenjar susu.
 - Hormon ini dapat merangsang pertumbuhan payudara dan merangsang produksi air susu.
-

Kelenjar Hipofisis – Bagian Posterior

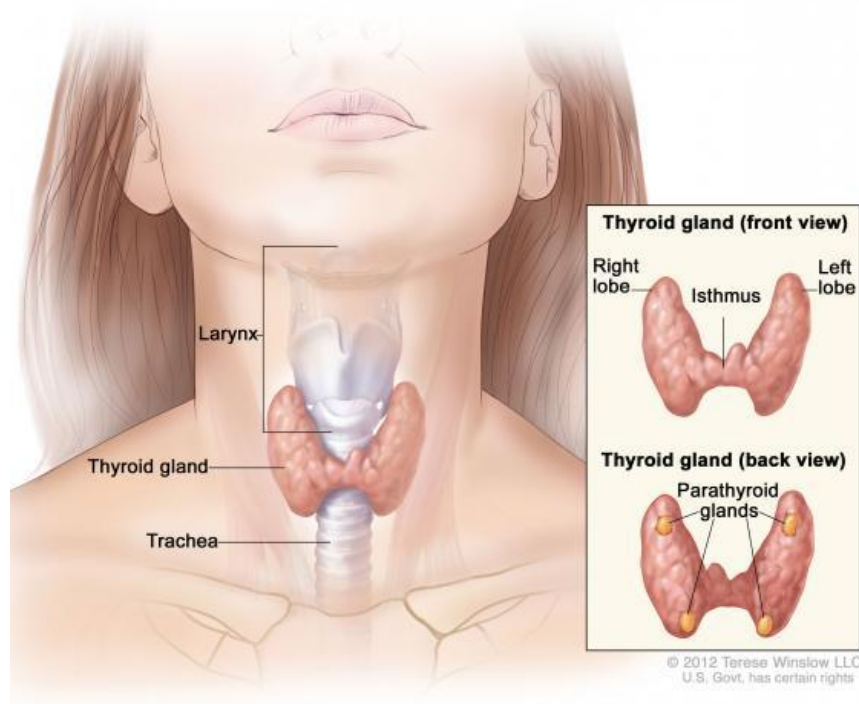
Hormon Vasopresin/Hormon Antidiuretik (ADH)

- Hormon ini bekerja melalui reseptor tubulus distal ginjal

Hormon Oksitosin

- Hormon ini berperan dalam mengeluarkan air susu
 - Hormon ini juga berperan dalam membantu pengeluaran fetus dan plasenta sewaktu persalinan, dan turut merangsang serviks dalam mensekresi oksitosin yang berfungsi pada proses partus
-

Kelenjar Tiroid



Kelenjar Tiroid

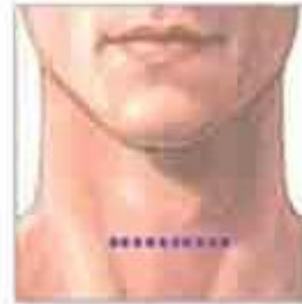
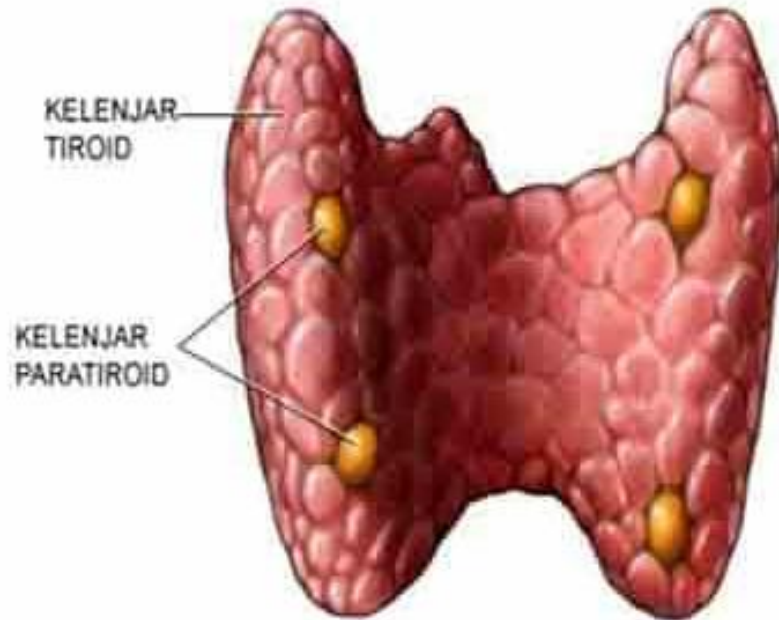
- Bentuk kelenjar tiroid seperti **kupu-kupu** yang terletak pada leher bawah dan menempel di tulang laring kanan tepatnya didepan trakea.
 - Kelenjar tiroid terbagi atas dua bagian, di mana masing-masing bagian mempunyai panjang **lebar 2,5 cm, panjang 4 cm, dan ketebalan 2 cm.**
 - Hormon tiroid memproduksi **hormon tiroksin** dan **hormon triiodothyronine.**
 - Hormon **tiroksin/tetraiodothyronine (T4)** mengandung empat atom yodium, dan **hormon triiodothyronine (T3)** mengandung tiga atom yodium
-

Kelenjar Tiroid

Fungsi hormon tiroksin adalah:

- Memengaruhi kematangan jaringan tubuh dan penggunaan energi.
 - Mengatur metabolisme tubuh.
 - Meningkatkan sintesis dari asam riboneklus (RNA) dan protein.
 - Mempertahankan keseimbangan nitrogen negatif hingga sintesis protein berkurang.
 - Menyimpan energi saat konsentrasi hormon tiroid tinggi dan menambah produksi panas.
 - Mampu menoleransi glukosa yang tidak normal, hal ini karena hormon tiroid mampu memperlancar absorbs intestinal dari glukosa
-

Kelenjar Paratiroid



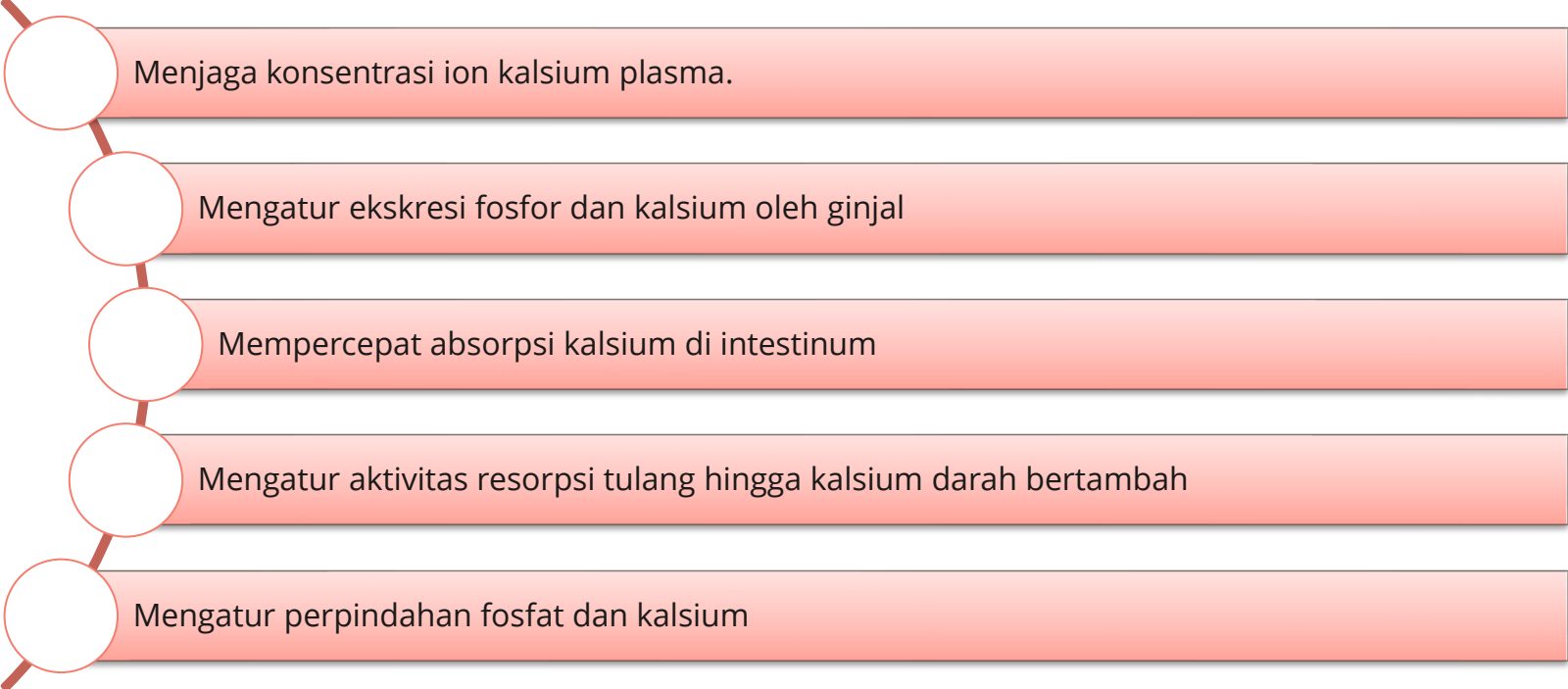
Incision



Glands removed



Kelenjar Paratiroid



A vertical diagram showing five functions of the parathyroid gland. On the left, a red line with five white circular nodes connects the text boxes. Each node is positioned to the left of a red rectangular box containing a function. The boxes are stacked vertically and have a light red gradient.

Menjaga konsentrasi ion kalsium plasma.

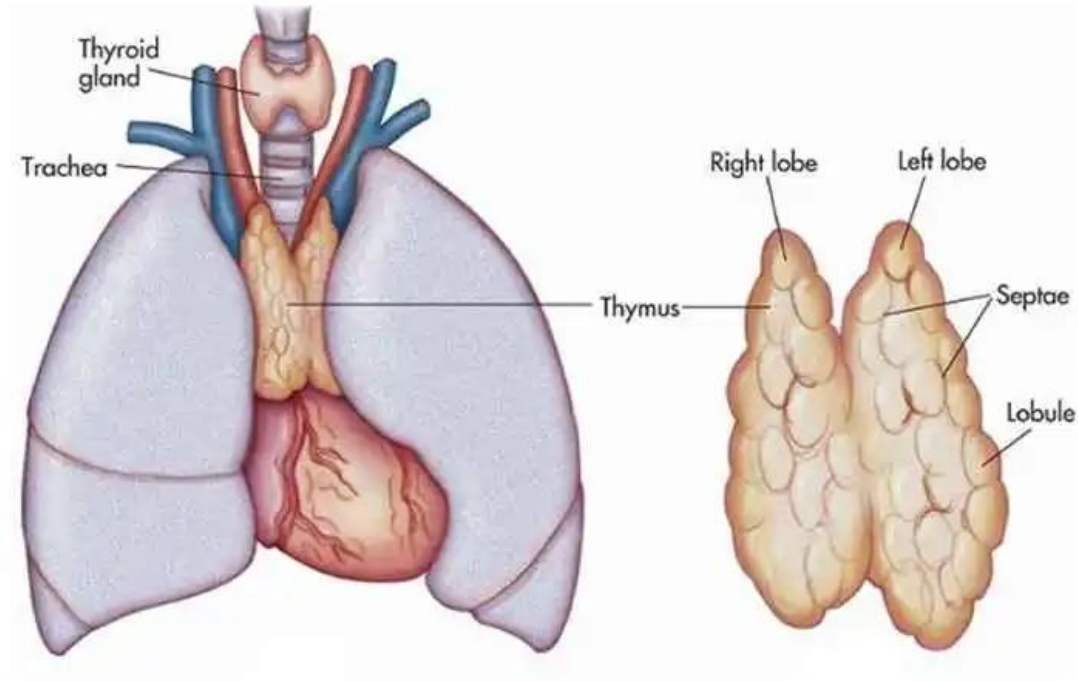
Mengatur ekskresi fosfor dan kalsium oleh ginjal

Mempercepat absorpsi kalsium di intestinum

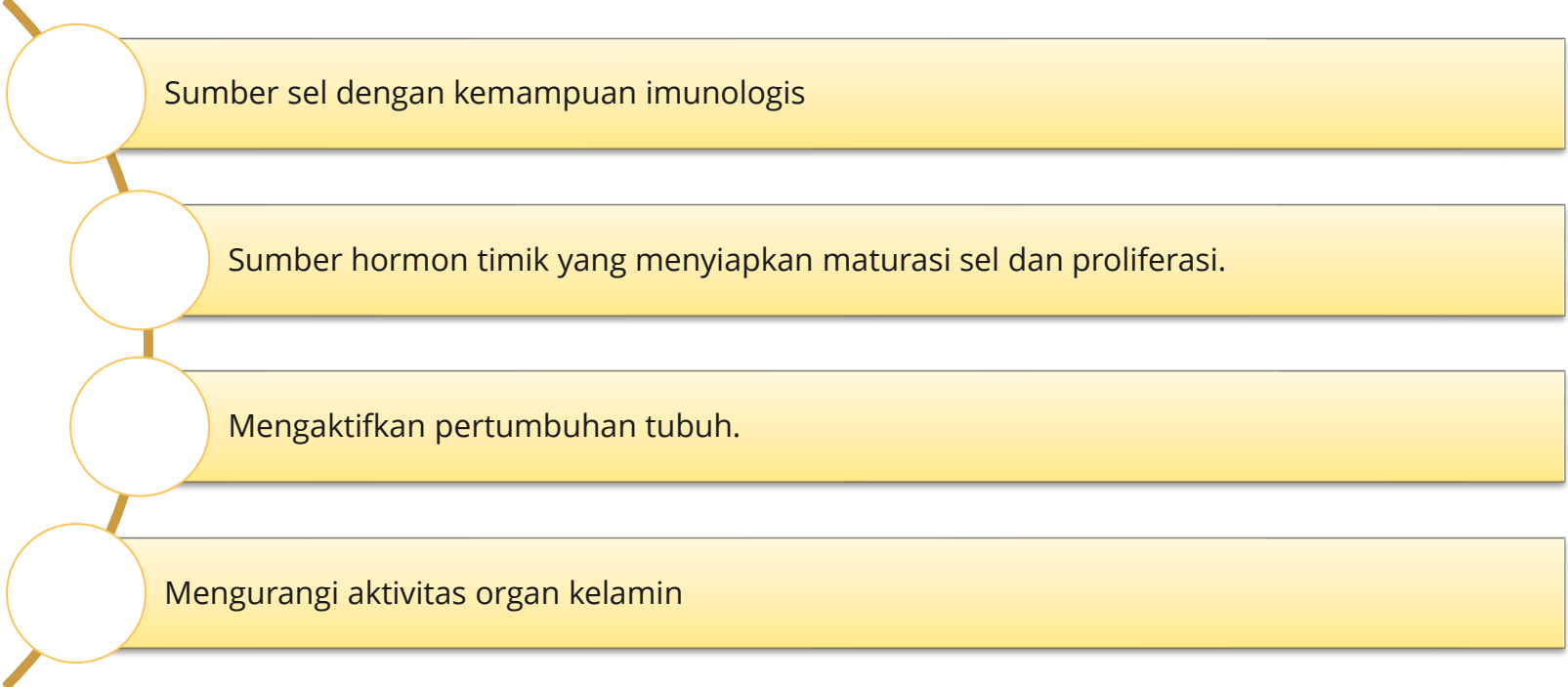
Mengatur aktivitas resorpsi tulang hingga kalsium darah bertambah

Mengatur perpindahan fosfat dan kalsium

Kelenjar Timus



Kelenjar Timus



A vertical diagram on the left side of the slide features four white circles connected by a brown line. Each circle is positioned to the left of a yellow rectangular box containing text. The boxes are stacked vertically, and the circles are connected by a line that has a small gap between the top and bottom circles.

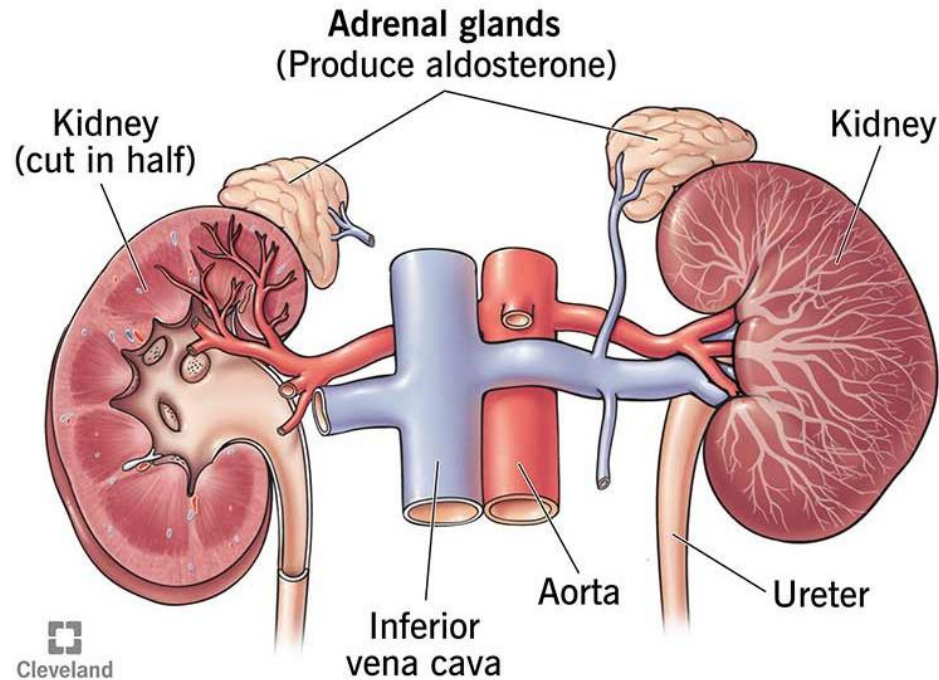
Sumber sel dengan kemampuan imunologis

Sumber hormon timik yang menyiapkan maturasi sel dan proliferasi.

Mengaktifkan pertumbuhan tubuh.

Mengurangi aktivitas organ kelamin

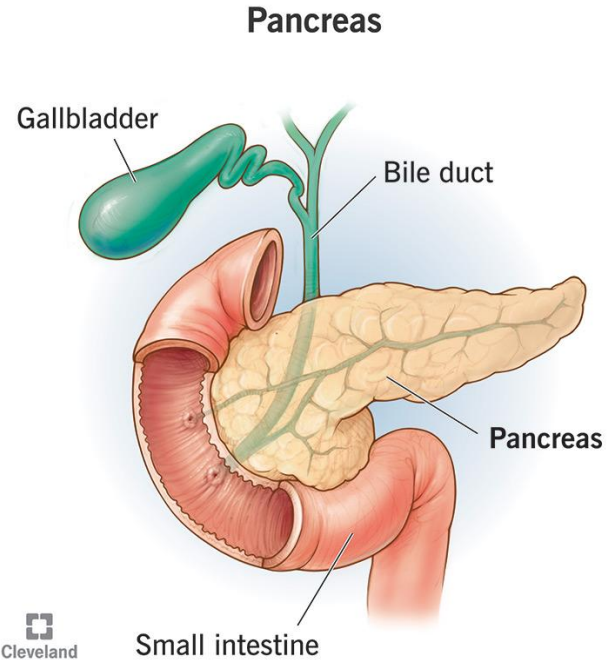
Kelenjar Adrenal



Kelenjar Adrenal

- Kelenjar adrenal atau suprarenalis memiliki bentuk pendek dan terletak pada atas ginjal
 - Kelenjar ini terbagi atas dua bagian yaitu **bagian luar** yang menghasilkan kortisol, dan **bagian medula** yang menghasilkan epinefrin & noradrenalin.
 - **Bagian korteks** menghasilkan hormon steroid, dan **bagian medulla** menghasilkan katekolamin
-

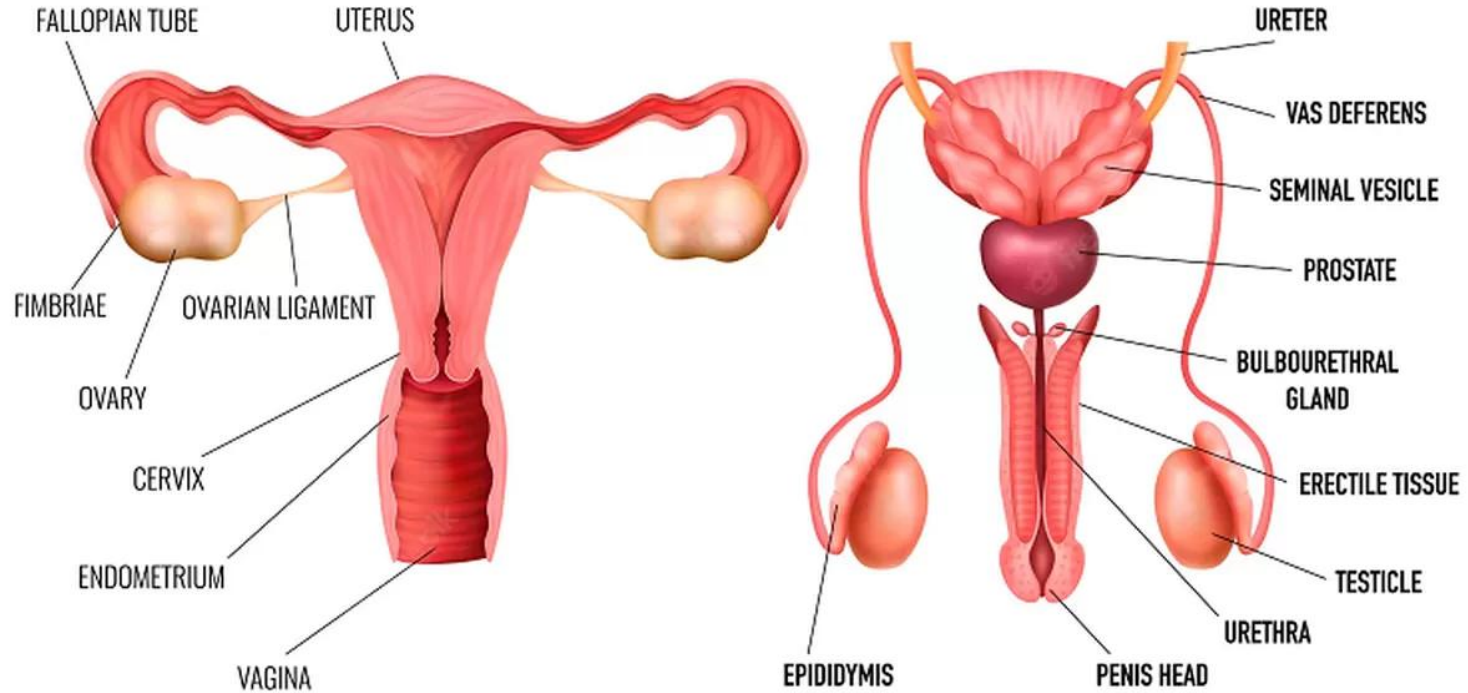
Pankreas



Pankreas

- **Pankreas** adalah organ tubuh panjang yang terletak retroperitoneal di perut bagian atas, di depan vertebra lumbalis I dan II
 - Pankreas terbagi atas **tiga bagian** yaitu kepala, badan, dan ekor
 - a. Kepala pankreas**, merupakan bagian yang paling lebar, terletak di sebelah kanan rongga abdomen, pada lekukan duodenum yang praktis melingkarinya.
 - b. Badan pankreas**, ialah bagian utama yang terletak di belakang lambung depan vertebra lumbalis pertama.
 - c. Ekor pankreas**, merupakan bagian teruncing yang terletak di samping kiri dan menyentuh limpa
-

Kelamin – Ovarium dan Testis



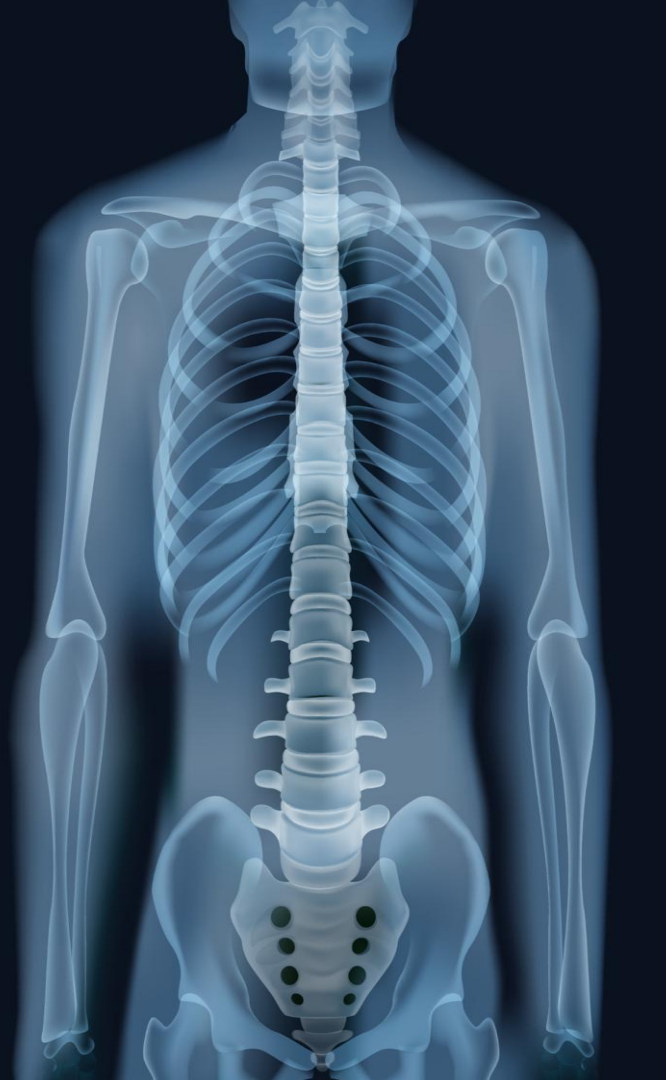
Ovarium dan Testis

Ovarium

- Ovarium mengeluarkan hormon **estrogen, progesteron, dan sel telur.**
- Hormon ini memengaruhi tugas uterus dan memunculkan sifat feminim, contohnya pinggul yang besar dan bahu yang sempit.

Testis

- Hormon yang diproduksi dan disekresikan oleh testis ialah **testosteron**, yang merupakan androgen/hormon pria.
- Testosteron berfungsi mengatur produksi sperma, merangsang pemeliharaan dan perkembangan karakteristik seksual pria



Analisis Kasus

03

Kasus

Seorang pasien mengalami peningkatan kadar glukosa darah secara kronis.

- Apa gangguan yang terjadi pada sistem endokrin?
 - Bagaimana mekanisme terjadinya hiperglikemia?
 - Bagaimana prinsip terapi farmakologinya?
-

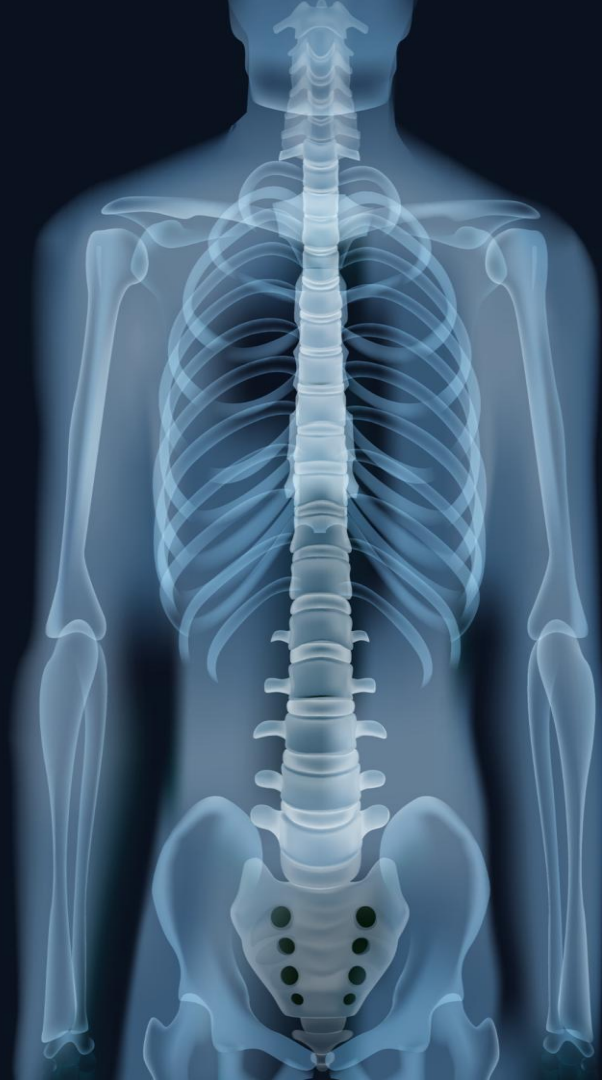
Analisis Kasus

- **Gangguan yang terjadi:** Produksi insulin kurang atau resistensi insulin
- **Mekanisme hiperglikemia:** Glukosa tidak masuk ke selKadar glukosa darah meningkat
- **Prinsip terapi:**
 - Pemberian insulin atau obat antidiabetik oral
 - Pengaturan diet dan gaya hidup

Thanks

Do you have any questions?

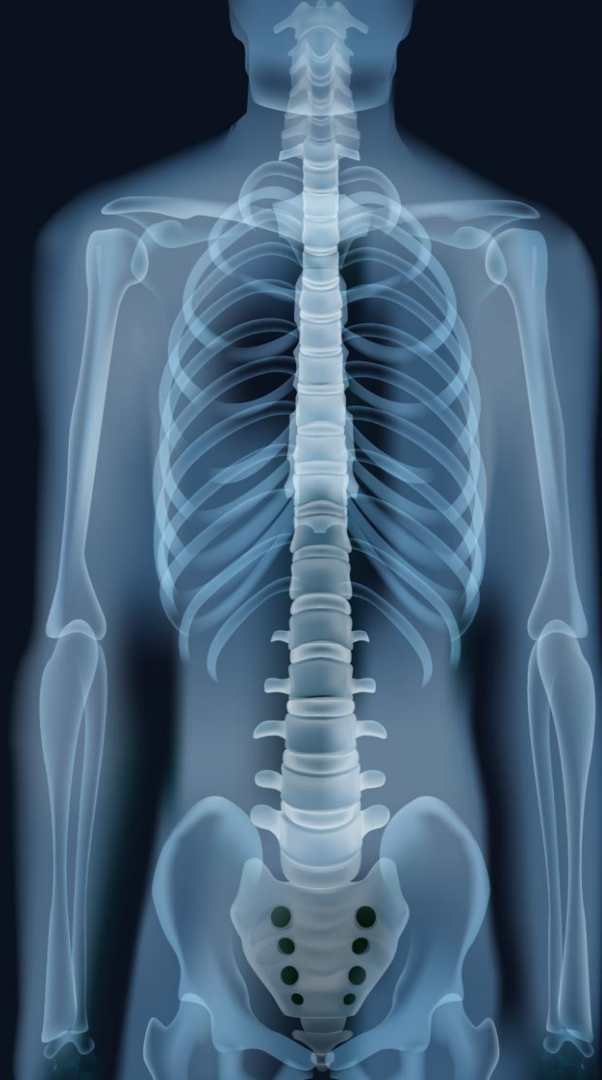
CREDITS: This presentation template was created by [Slidesgo](#), including icons by [Flaticon](#) and infographics & images by [Freepik](#)



Sistem Kardiovaskular

apt. Catharina Apriyani W.H., M.Farm

**PROGRAM STUDI FARMASI
STIKES NOTOKUSUMO
2026**



Diskusi

Apa **fungsi utama sistem kardiovaskular** dalam tubuh?

Jelaskan **perbedaan fungsi arteri, vena, dan kapiler**

Apa yang dimaksud dengan **tekanan darah dan faktor** yang memengaruhinya?

Jawaban

1. Fungsi Utama Sistem Kardiovaskular

- Mengedarkan oksigen dan nutrisi
- Mengangkut sisa metabolisme
- Mendistribusikan hormon
- Menjaga homeostasis

2. Perbedaan Arteri, Vena, Kapiler

- Arteri: membawa darah keluar dari jantung, tekanan tinggi
 - Vena: membawa darah ke jantung, memiliki katup
 - Kapiler: tempat pertukaran zat
-

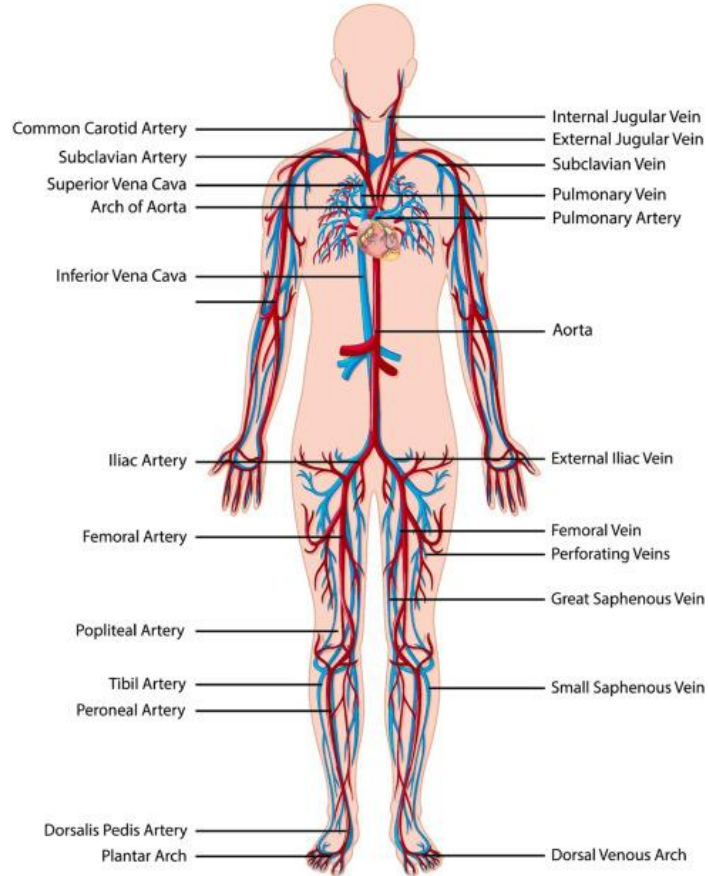
Jawaban

3. Tekanan Darah

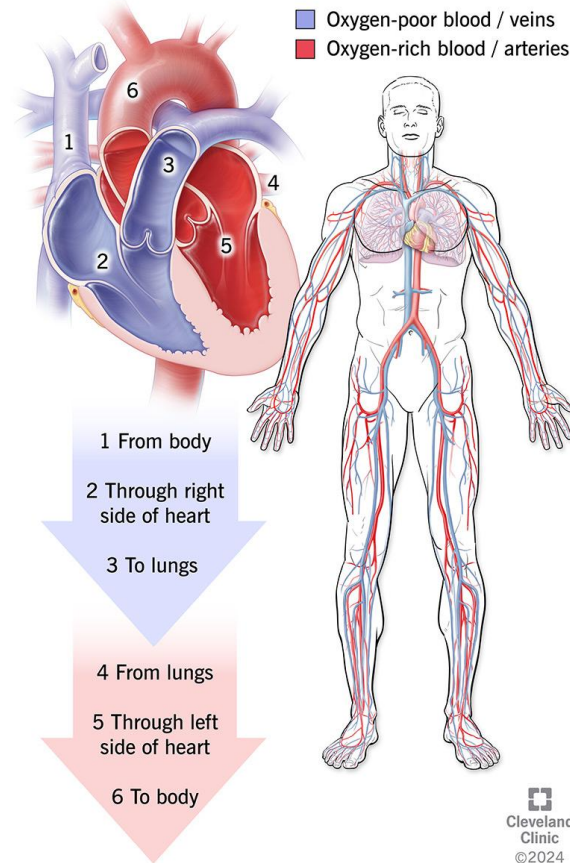
Tekanan yang diberikan darah pada dinding pembuluh, dipengaruhi oleh:

- Curah jantung
- Resistensi pembuluh darah
- Volume darah

Circulatory System



Circulatory system



Pengertian

- **Sistem kardiovaskuler** merupakan organ sirkulasi darah yang terdiri dari jantung, komponen darah dan pembuluh darah yang berfungsi memberikan dan mengalirkan suplai oksigen dan nutrisi keseluruh jaringan tubuh yang di perlukan dalam proses metabolisme tubuh
 - **Sistem kardiovaskuler** memerlukan banyak mekanisme yang bervariasi agar fungsi regulasinya dapat merespons aktivitas tubuh, salah satunya adalah meningkatkan aktivitas suplai darah agar aktivitas jaringan dapat terpenuhi.
 - Pada **keadaan berat**, aliran darah tersebut, lebih banyak di arahkan pada organ-organ vital seperti jantung dan otak yang berfungsi memlihara dan mempertahankan sistem sirkulasi itu sendiri
-

Analogi Kerja Jantung

Pompa = Jantung

Pipa = Pembuluh darah

Listrik = Sistem saraf

Air = Komponen darah

Kerja Jantung sebagai Pompa

Fungsi atrium sebagai pompa

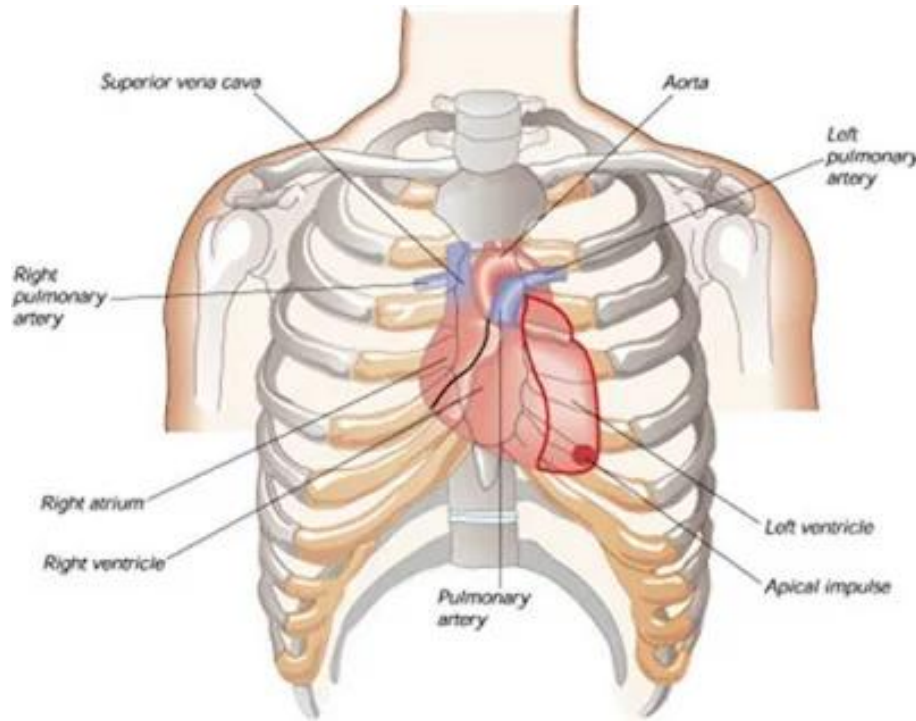
Fungsi ventrikel sebagai pompa

Periode ejeksi

Diastole

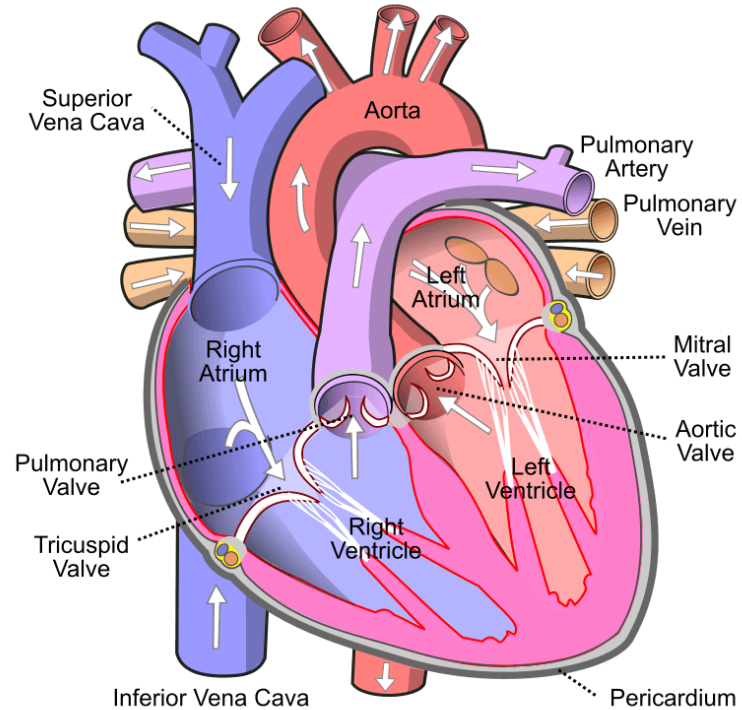
Periode relaksasi isometric

Letak Jantung



- **Jantung** berbentuk seperti **pir/kerucut** seperti piramida terbalik dengan apeks (superior-posterior:C-II) berada di bawah dan basis (anterior-inferior ICS – V) berada di atas
 - Pada basis jantung terdapat **aorta, batang nadi paru, pembuluh balik atas dan bawah dan pembuluh balik**
 - **Jantung** sebagai pusat sistem kardiovaskuler terletak **di sebelah rongga dada (cavum thoraks) sebelah kiri yang terlindung oleh costae tepatnya pada mediastinum**
 - Berat pada orang dewasa sekitar 250-350 gram
-

Anatomi Jantung



Anatomi Jantung

- **Ruang Jantung:**

1. Atrium kanan dan kiri
2. Ventrikel kanan dan kiri

- **Katup Jantung:**

1. Katup Atrioventricular (menghubungkan antara atrium dan ventrikel)
2. Kanan: Tricuspid, Kiri: Bicuspid/Mitral

- **Katup Semilunar**

1. Kanan: Katup pulmonal
 2. Kiri: Katup aorta
-

Lapisan Jantung

1. Luar/pericardium

- Berfungsi sebagai pelindung jantung atau merupakan kantong pembungkus jantung yang terletak di mediastinum minus dan di belakang korpus sterni dan rawan iga II- IV yang terdiri dari 2 lapisan fibrosa dan serosa yaitu lapisan parietal dan viseral.
 - Diantara dua lapisan jantung ini terdapat lender sebagai pelican untuk menjaga agar gesekan pericardium tidak mengganggu jantung.
-

Lapisan Jantung

2. Tengah/ miokardium

Lapisan otot jantung yang menerima darah dari arteri koronaria. Susunan miokardium yaitu:

- **Otot atria:** Sangat tipis dan kurang teratur, disusun oleh dua lapisan. Lapisan dalam mencakup serabut-serabut berbentuk lingkaran dan lapisan luar mencakup kedua atria.
 - **Otot ventrikuler:** membentuk bilik jantung dimulai dari cincin antrioventikuler sampai ke apeks jantung.
 - **Otot atrioventrikuler:** Dinding pemisah antara serambi dan bilik(atrium dan ventrikel).
-

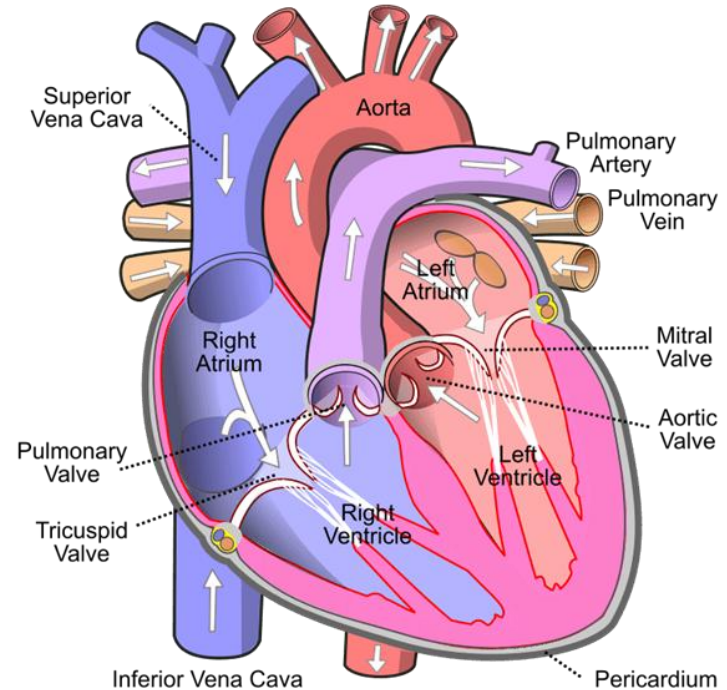
Lapisan Jantung

3. Dalam / Endokardium

Dinding dalam atrium yang diliputi oleh membrane yang mengilat yang terdiri dari jaringan endotel atau selaput lender endokardium kecuali aurikula dan bagian depan sinus vena kava.

Ruang Jantung

1. Atrium kiri
2. Atrium kanan
3. Ventrikel kiri
4. Ventrikel kanan



Ruang Jantung

1. Atrium dekstra: Terdiri dari rongga utama dan aurikula di luar, bagian dalamnya membentuk suatu rigi atau Krista terminalis.
 - a. Muara atrium kanan terdiri dari:
 1. Vena cava superior
 2. Vena cava inferior
 3. Sinus koronarius
 4. Osteum atrioventrikuler dekstra
 - b. Sisa fetal atrium kanan: fossa ovalis dan annulus ovalis
 - c. Ventrikel dekstra: berhubungan dengan atrium kanan melalui osteum atrioventrikel dekstrum dan dengan traktus pulmonalis melalui osteum pulmonalis. Dinding ventrikel kanan jauh lebih tebal dari atrium kanan terdiri dari:
 1. Valvula triskuspidal
 2. Valvula pulmonalis
-

Ruang Jantung

2. Atrium sinistra: Terdiri dari rongga utama dan aurikula
3. Ventrikel sinistra: Berhubungan dengan atrium sinistra melalui osteum atrioventrikuler sinistra dan dengan aorta melalui osteum aorta terdiri dari:
 - a. Valvula mitralis
 - b. Valvula semilunaris aorta

Ruang Jantung

- **Atrium Kiri Dan Atrium Kanan - Tekanan Rendah**

Fungsi : Atrium kanan menerima darah dari vena kava superior dan inferior, atrium kiri menerima darah dari vena pulmonalis.

- **Ventrikel Kiri Dan Kanan - Kekuatan Utama Pompa Jantung**

Fungsi : Ventrikel kanan menerima darah dari atrium kanan dan memompakannya ke arteri pulmonalis, ventrikel kiri menerima darah dari atrium kiri dan memompakan darah ke aorta

Katup Jantung

- 1. Katup Atrioventrikuler:** Antara atrium kanan dan ventrikel kanan
- 2. Katup tricuspidalis:** Antara atrium kiri dan ventrikel kiri
- 3. Katup bicuspidalis / mitral**

Katub atrioventrikuler memungkinkan darah mengalir dari masing-masing atrium ke ventrikel pada saat fase diastole ventrikel, mencegah aliran balik pada saat sistole ventrikel (kontraksi).

Katup Jantung

Katup Semilunar

1. Antara ventrikel kanan dan arteri pulmonalis
 2. Semilunar pulmonal: Antara ventrikel kiri dan aorta
 3. Semilunar aorta.
 4. Katup semilunar memungkinkan darah mengalir dari masing-masing ventrikel ke arteri pulmonalis atau aorta selama sistole ventrikel, mencegah aliran darah balik waktu diastole ventrikel.
-

Irama & Regulasi Denyut Jantung

Jantung sebagai pompa, kontraksi-relaksasi (mirip pompa tensi)

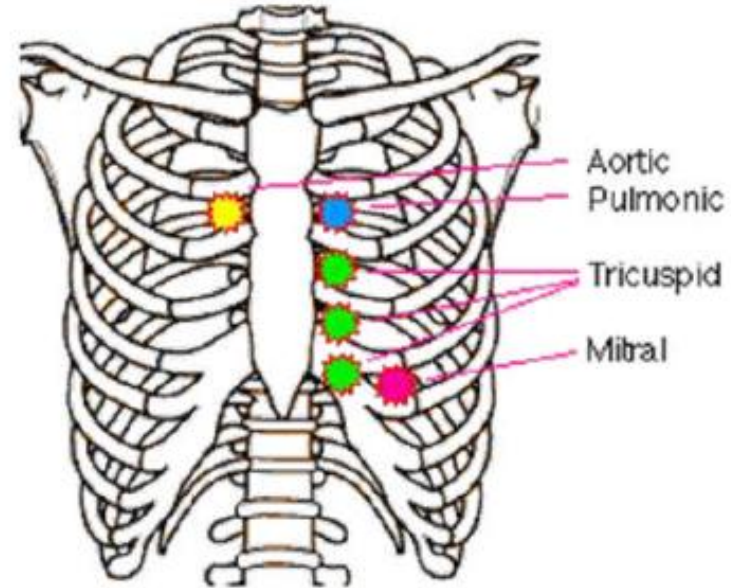
1. Kontraksi, Jantung meremas diri volume ruang ↓ darah keluar ke arteri
2. Relaksasi Jantung membesar (elastis) volume ↑ darah dari vena masuk
3. Kontraksi-relaksasi bergantung rangsang potensial listrik yang mengalir Stimulasi aliran listrik kontraksi Aliran listrik hilang relaksasi

Irama & Regulasi Denyut Jantung

Stimulasi Listrik Jantung

- Otot rangka rangsang dari saraf
- Otot jantung

Stimulasi dibangkitkan oleh nodus sinoatrial atrial (SA-node) SAnode terletak di belakang atrium kanan SA-node disebut juga pacemaker (pencetus/pembangkit rangsang)
- Katup hanya membuka ke 1 arah Ditahan oleh masing-masing daun katup AV Tahanan diperkuat oleh korda tendinae, Darah tidak dapat kembali kebelakang
- Bunyi Jantung: Stetoskop Lub-Dub—Lub-Dub



Periode Kerja Jantung

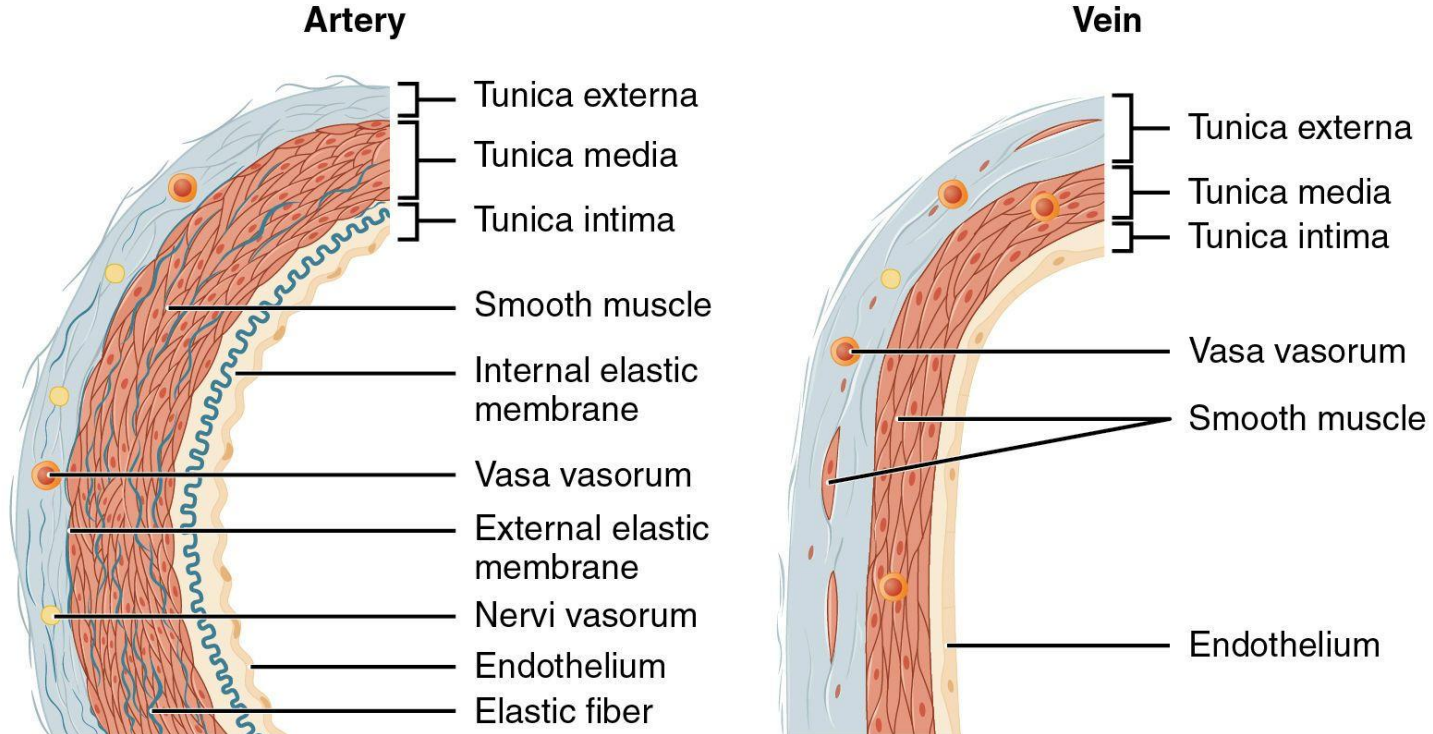
1. Periode Sistole

Jantung bagian ventrikel menguncup, katup mitral dan trikuspidalis dalam keadaan tertutup, katup aorta dan pulmonal terbuka sehingga darah dari ventrikel dekstra mengalir ke arteri pulmonalis masuk ke dalam paru-paru. Darah dari ventrikel sinistra mengalir ke aorta dan ke seluruh tubuh

2. Periode diastole

Jantung mengembang, katup mitral dan trikuspidalis dalam keadaan terbuka, darah dari atrium sinistra masuk ke ventrikel sinistra dan darah dari atrium dekstra masuk ke ventrikel dekstra.

Pembuluh Darah



Pembuluh Darah

Pembuluh darah arteri

- Tempat mengalir darah yang dipompa dari ventrikel
- Merupakan **pembuluh yang elastis**
- Tekanan pembuluh lebih kuat dari pada pembuluh vena
- Memiliki sebuah katup (valvula semilunaris) yang berada tepat di luar jantung.
- Terdiri atas: aorta yaitu pembuluh dari ventrikel kiri menuju ke seluruh tubuh dan arteriol yaitu percabangan arteri

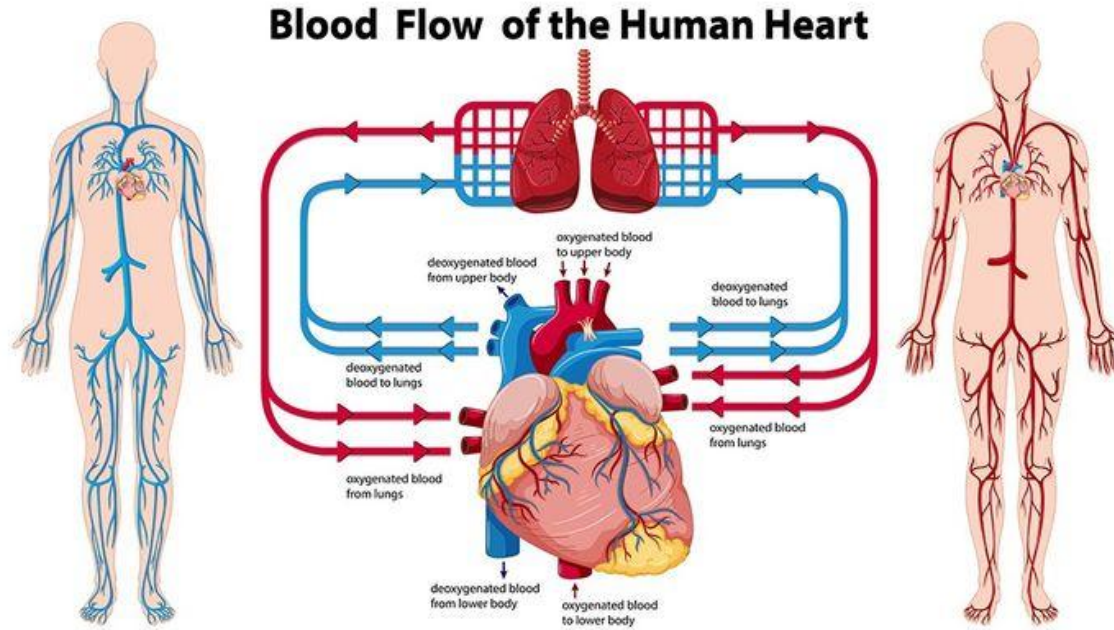
Kapiler

- **Diameter lebih kecil dibandingkan arteri dan vena**
- Dindingnya terdiri atas sebuah lapisan tunggal endothelium.
- **Dindingnya terdiri atas 3 lapis** yaitu: Lapisan bagian dalam yang terdiri atas Endothelium, Lapisan tengah terdiri atas otot polos dengan Serat elastis , Lapisan terluar yang terdiri atas jaringan ikat Serat elastis

Pembuluh Balik (Vena)

- Terletak di dekat **permukaan kulit** sehingga mudah di kenali
 - Dinding pembuluh **lebih tipis dan tidak elastis.**
 - Tekanan pembuluh lebih lemah dibandingkan pembuluh nadi
 - Terdapat katup yang berbentuk seperti bulan sabit (valvula semi lunaris) dan menjaga agar darah tak berbalik arah
-

Sistem Peredaran Darah Manusia



Sistem Peredaran Darah Manusia

1. Peredaran Darah Panjang/Besar/Sistemik

Peredaran darah yang mengalirkan darah yang kaya oksigen dari ventrikel kiri jantung lalu diedarkan ke seluruh jaringan tubuh. Oksigen bertukar dengan karbondioksida di jaringan tubuh. Lalu darah yang kaya karbondioksida dibawa melalui vena menuju atrium kanan jantung.

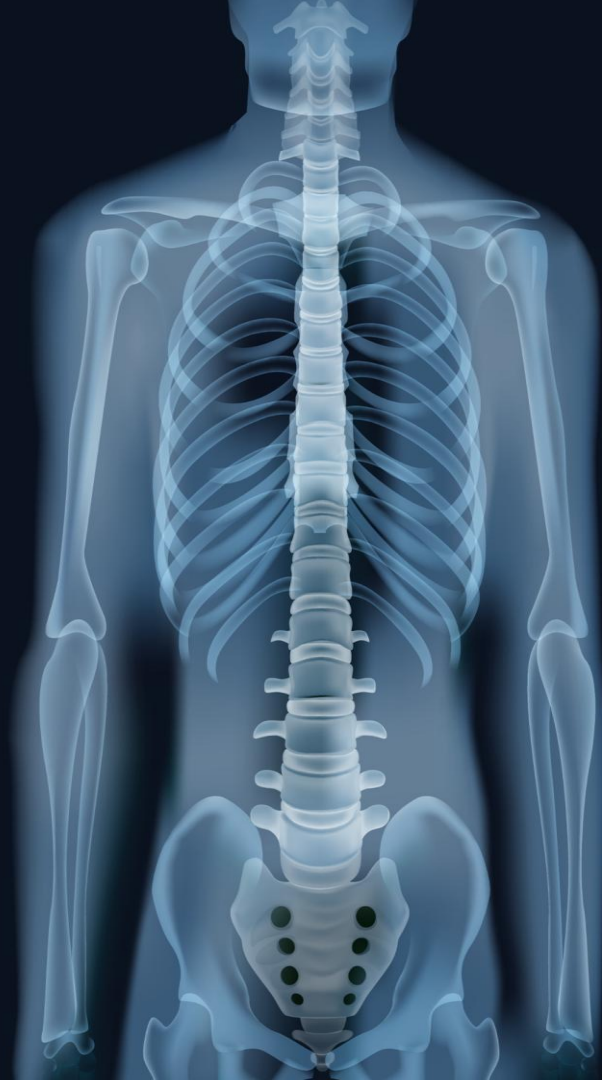
2. Peredaran Darah Pendek/Kecil/Pulmonal

Peredaran darah yang mengalirkan darah dari jantung ke paru-paru dan kembali ke jantung. Darah yang kaya karbondioksida dari bilik kanan dialirkan ke paru-paru melalui arteri pulmonalis, di alveolus paru-paru darah tersebut bertukar dengan darah yang kaya akan oksigen yang selanjutnya akan dialirkan ke serambi kiri jantung melalui vena pulmonalis

Thanks

Do you have any questions?

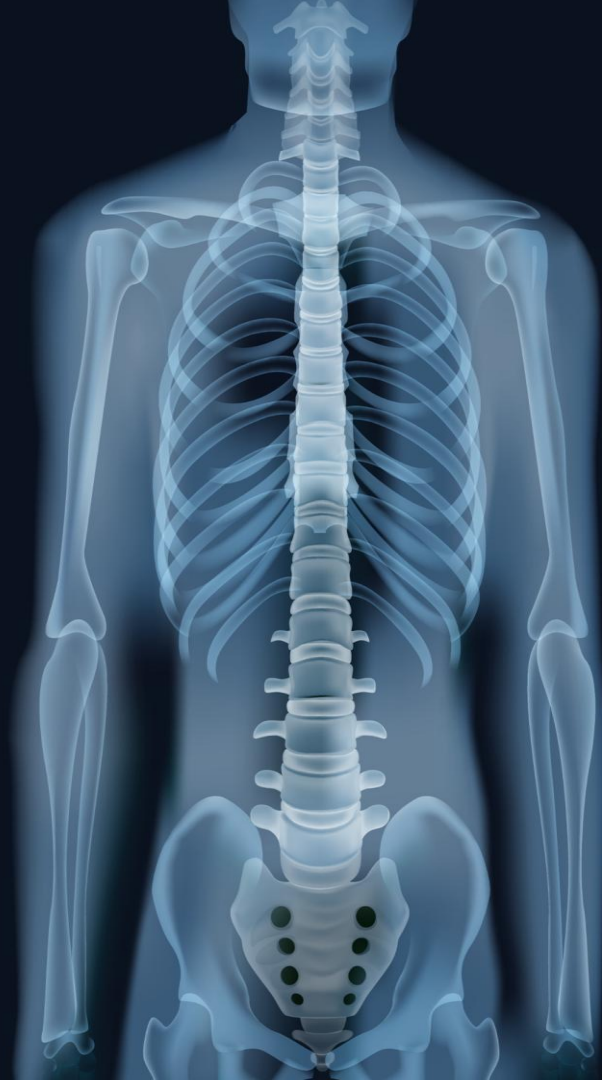
CREDITS: This presentation template was created by [Slidesgo](#), including icons by [Flaticon](#) and infographics & images by [Freepik](#)



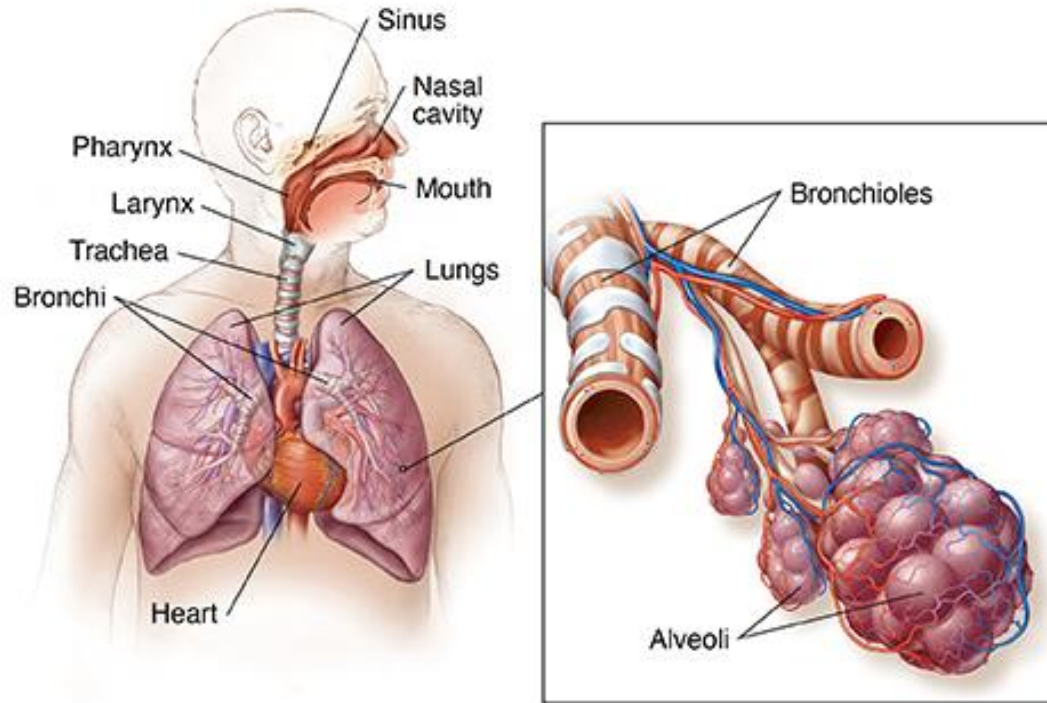
Sistem Respirasi

apt. Catharina Apriyani W.H., M.Farm

**PROGRAM STUDI FARMASI
STIKES NOTOKUSUMO
2026**



Anatomi Pernapasan pada Manusia



Pengertian

- **Sistem pernafasan** adalah suatu sistim yang membawa oksigen melalui jalan napas kemudian ke alveoli, yang kemudian akan mengalami difusi atau pertukaran gas oksigen (O_2) dengan carbondioksida (CO_2) kemudian di alirkan ke darah untuk ditransportasikan
 - Sistem pernafasan atau respirasi terdiri dari **dua bagian** yaitu:
 - a.Saluran nafas bagian atas**, udara yang masuk pada bagian ini dihangatkan, disaring dan dilembabkan
 - b.Saluran nafas bagian bawah (paru)**, merupakan tempat pertukaran gas
-

Pengertian

- Pertukaran gas (difusi) terjadi di **paru**
 - **Alveoli** merupakan tempat terjadinya pertukaran gas antara (O₂) dan (CO₂) di paru
 - **Pompa muskuloskeletal** yang mengatur pertukaran gas dalam proses respirasi terdapat pada rongga pleura dan dinding dada.
 - **Rongga pleura** terbentuk dari **dua selaput serosa**, yang meliputi dinding dalam rongga dada yang disebut **pleura parietalis**, dan yang meliputi paru atau **pleura veseralis**
-

Fungsi Sistem Pernapasan

1. Sebagai **zona konduksi** atau **nonrespiratorik**, ini terdiri dari hidung, faring, trakea, bronkus serta bronkioli terminalis
 - **Zona konduksi** ini berperan sebagai tempat lewatnya udara pernafasan, serta membersihkan, melembabkan dan menyamakan suhu udara pernafasan dengan suhu tubuh, selain itu berfungsi:
 - a. Pembentukan atau proses pembetukan suara
 - b. Menyediakan jalan untuk mengeluarkan air dan panas
 - c. Meningkatkan aliran balik vena
-

Fungsi Sistem Pernapasan

2. Fungsi sebagai **zona respiratorik** (utama) terdiri dari bronkiolus respiratorius dan alveoli

- **Zona respiratorik** ini berfungsi untuk pertukaran gas (difusi) yaitu oksigen (O_2) yang ada di alveoli paru-paru dan di tukar gas karbon dioksida (CO_2) yang ada di kapilerkapiler pembuluh darah (Syaifuddin, 2009)

Anatomi Pernapasan



Zona penghubung/ tobuler

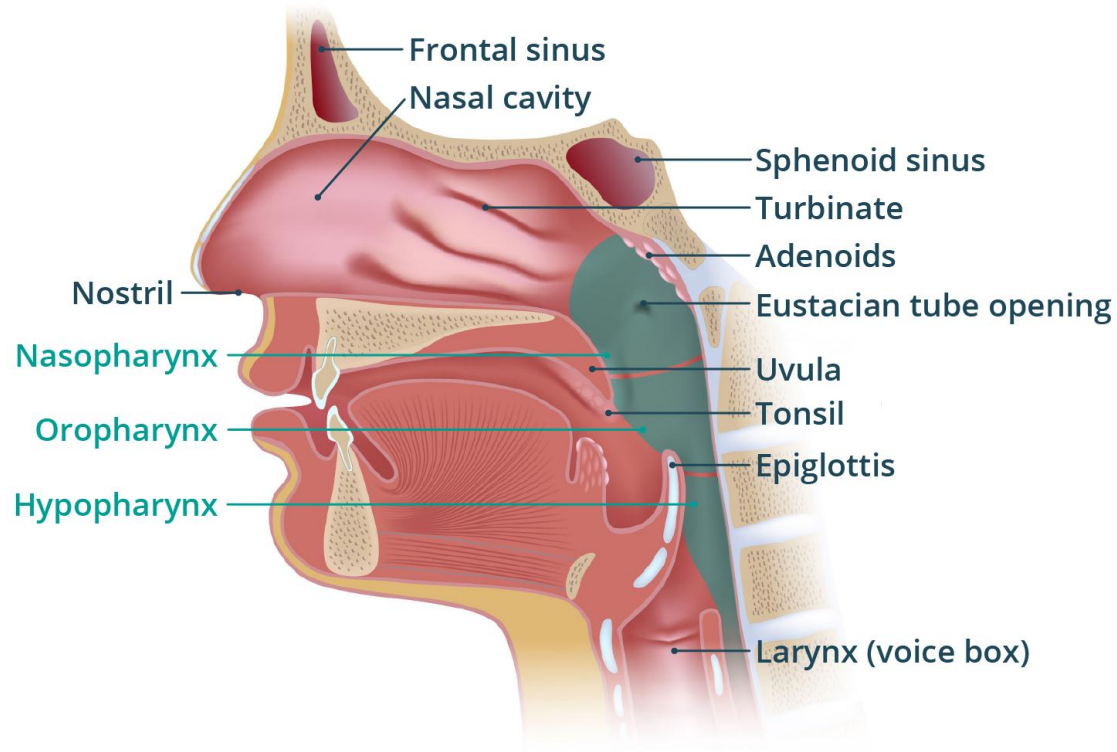
- Tersusun atas **hidung**, **nasofaring** (terdapat pharyngeal tonsil dan tuba eustachius), **orofaring** (merupakan pertemuan rongga mulut dengan faring, terdapat pangkal lidah), dan **laringofaring** (tempat persilangan antara aliran udara dan aliran makanan)
- Berfungsi untuk menyaring, menghangatkan dan melembabkan udara yang masuk dalam paru-paru



Zona respirasi

- **Brokhial respirasi sampai alveoli**
 - Berfungsi sebagai tempat berlangsungnya pertukaran gas (difusi)
-

Hidung



Hidung

- **Hidung atau naso** adalah saluran pernafasan yang pertama Ketika proses pernafasan berlangsung. Selain itu hidung merupakan organ indra penciuman
 - **Ujung saraf yang mendeteksi penciuman** berada di atap (langit-langit) hidung di **area lempeng kribriformis tulang etmoid dan konka superior**. Ujung saraf ini distimulasi oleh bau di udara
 - Impuls saraf diantarkan oleh **saraf olfaktorius** ke otak di mana sensasi bau dipersepsikan
 - Ketika masuk di hidung, udara disaring, dihangatkan, dan dilembabkan
-

Hidung

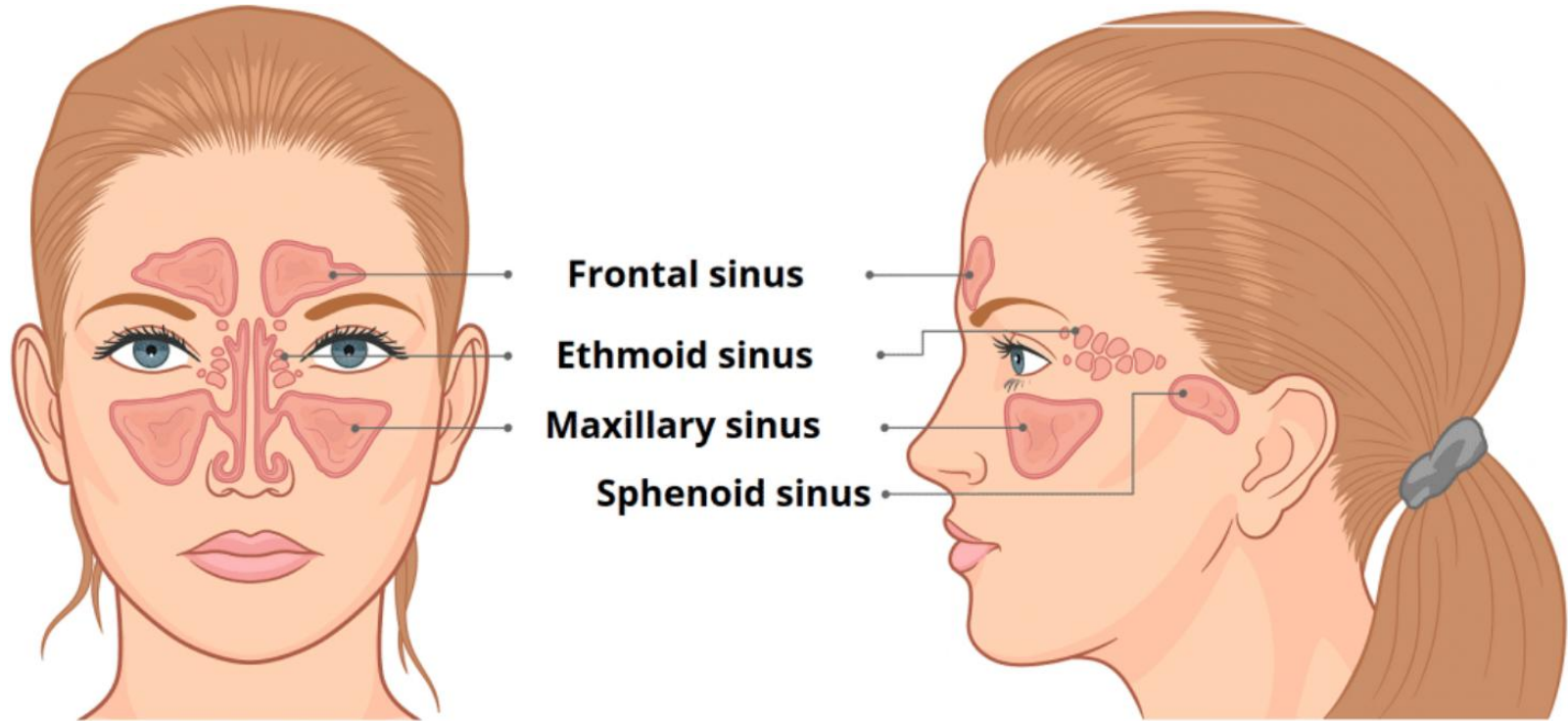
Pada proses pernafasan secara khusus rongga hidung berfungsi antara lain:

- a. Bekerja sebagai saluran udara pernafasan
 - b. Sebagai penyaring udara pernafasan yang dilakukan oleh bulubulu hidung
 - c. Dapat menghangatkan udara pernafasan oleh selaput mukosa
 - d. Membunuh kuman-kuman yang masuk, bersama-sama udara pernafasan oleh leukosit yang erdapat dalam selaput lendir atau hidung
-

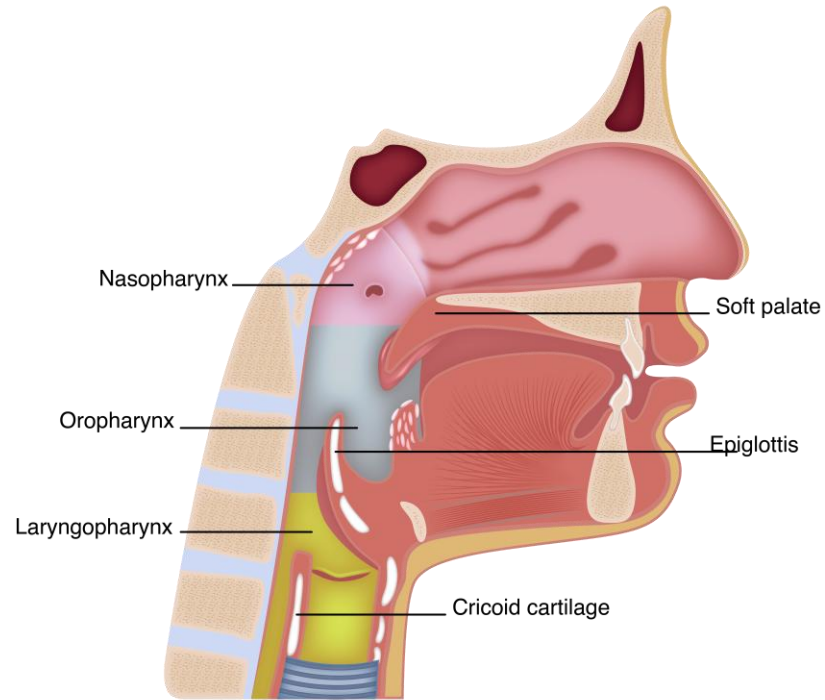
Hidung - Sinus

- Dasar rongga hidung dibentuk oleh rahang atas ke atas rongga hidung berhubungan dengan rongga yang disebut **sinus paranasalis**
 - **Sinus maksilaris** pada rahang atas, **sinus frontalis** pada tulang dahi, **sinus sfenoidalis** pada rongga tulang baji, dan sinus etmoidalis pada rongga tulang tapis
 - Pada **sinus etmoidalis** keluar ujung-ujung saraf penciuman yang menuju ke konka nasalis
 - Pada **konka nasalis** terdapat sel-sel penciuman, sel tersebut terutama terdapat pada di bagian atas
 - Pada hidung di bagian mukosa terdapat serabut saraf atau reseptor dari saraf penciuman (Syaifuddin, 2009)
-

Hidung - Sinus



Faring



Faring

- **Faring** merupakan pipa berotot yang berjalan dari dasar tengkorak sampai persambungannya dengan oesopagus pada ketinggian tulang rawan krikoid
 - **Faring** menyediakan saluran bagi udara yang keluar masuk dan menyediakan ruang dengung (resonansi) untuk suara percakapan
 - Faring terdiri dari **tiga bagian**, yaitu:
 - a. Nasofaring
 - b. Orofaring
 - c. Laringofaring
-

Faring

Nasofaring

- **Nasofaring** terletak tepat di belakang cavum nasi, di bawah basis crania dan di depan vertebrae cervicalis I dan II
- Nasofaring membuka bagian depan ke dalam cavum nasi dan ke bawah ke dalam orofaring
- **Tuba eusthacius** membuka ke dalam dinding lateralnya pada setiap sisi
- **Pharyngeal tonsil** (tonsil nasofaring) adalah bantalan jaringan limfe pada dinding posteriosuperior nasofaring.

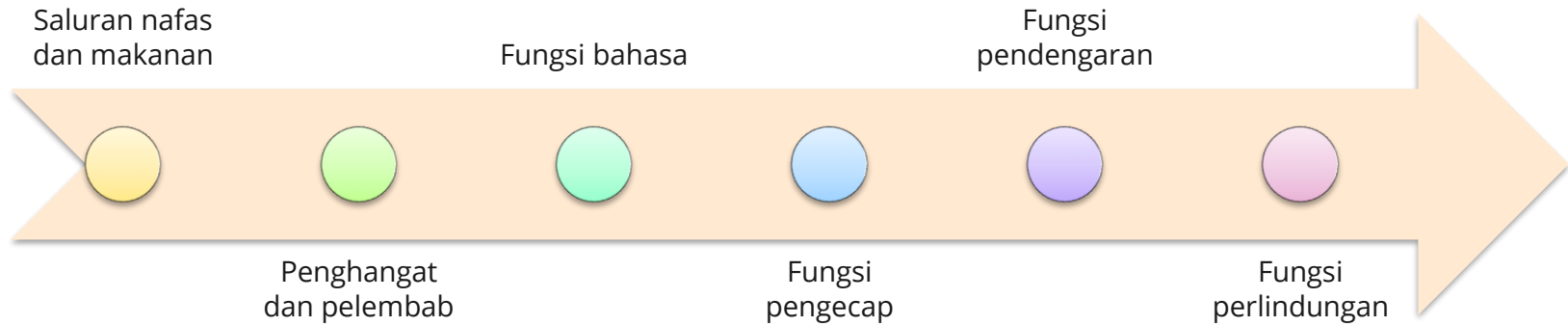
Orofaring

- **Orofaring** merupakan pertemuan rongga mulut dengan faring, terdapat pangkal lidah)
- **Orofaring** adalah gabungan sistem respirasi dan pencernaan makanan masuk dari mulut dan udara masuk dari nasofaring dan paru

Laringofaring

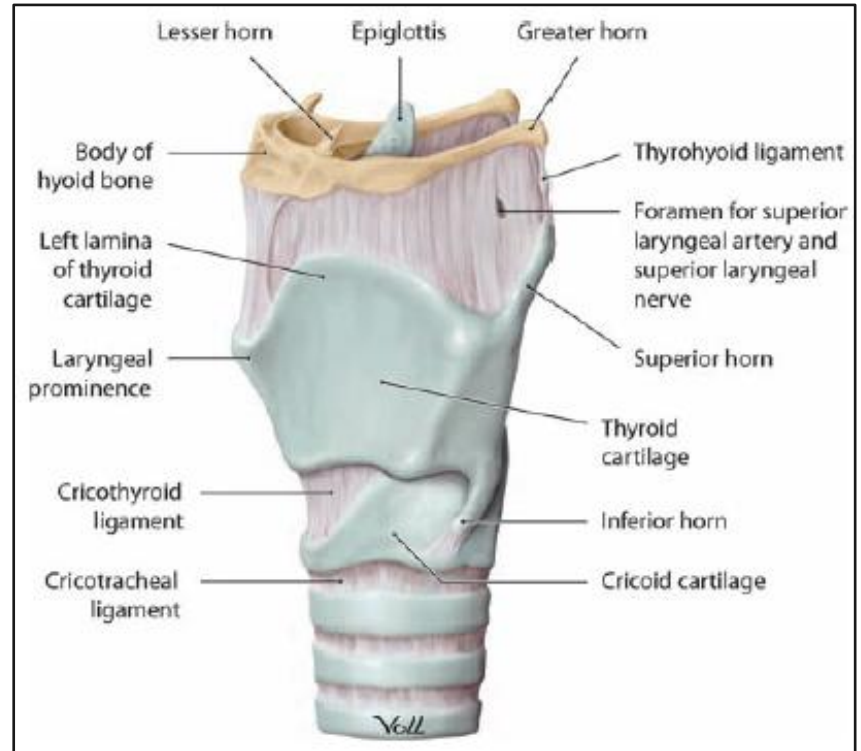
- **Laringofaring** merupakan bagian dari faring yang terletak tepat di belakang laring, dan dengan ujung atas esofagus

Fungsi Faring



Laring

- **Laring** adalah saluran udara dan bertindak sebagai pembentuk suara. Pada bagian pangkal ditutup oleh epiglottis.
- **Laring** terdiri dari tulangtulang rawan yang berfungsi ketika menelan makanan dengan menutup laring.
- Terletak pada garis tengah bagian depan leher, sebelah dalam kulit, glandula tyroidea, dan beberapa otot kecil, dan didepan laringofaring dan bagian atas esopagus



Laring – Tulang Rawan Cartilago

Cartilago thyroidea

- Buah di depan jakun (**Adam's apple**) dan sangat jelas terlihat pada pria
- Berbentuk V, dengan V menonjol kedepan leher sebagai jakun

Cartilago epiglottis

- Cartilago yang **berbentuk daun** dan menonjol keatas dibelakang dasar lidah
- Epiglottis ini melekat pada bagian belakang V cartilago thyroideum

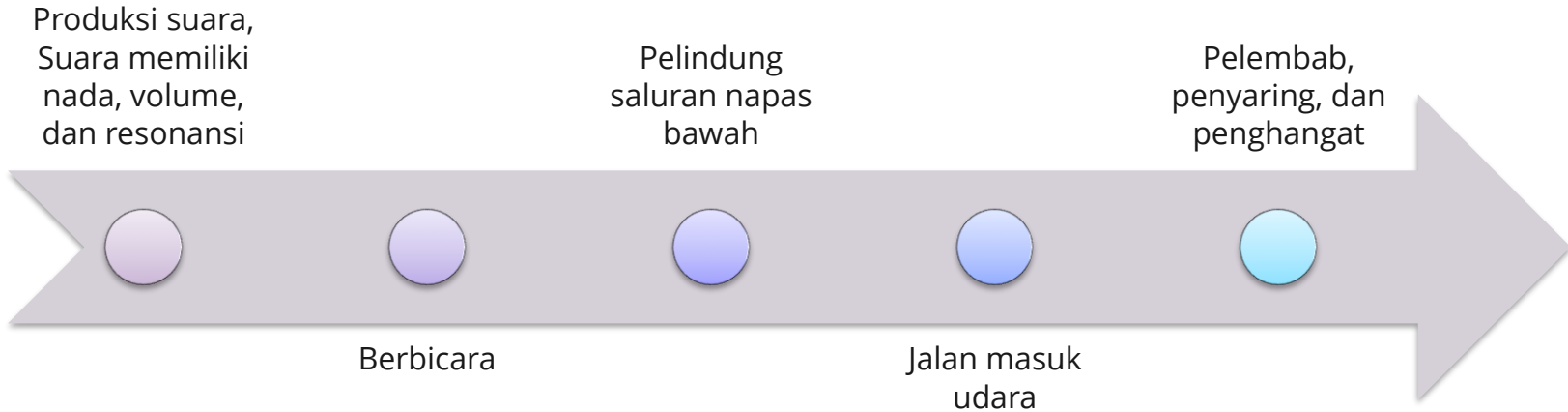
Cartilago cricoidea

- Cartilago **berbentuk cincin signet** dengan bagian yang besar dibelakang
- Terletak di bawah cartilago thyroidea, dihubungkan dengan cartilago tersebut oleh membrane cricothyroidea

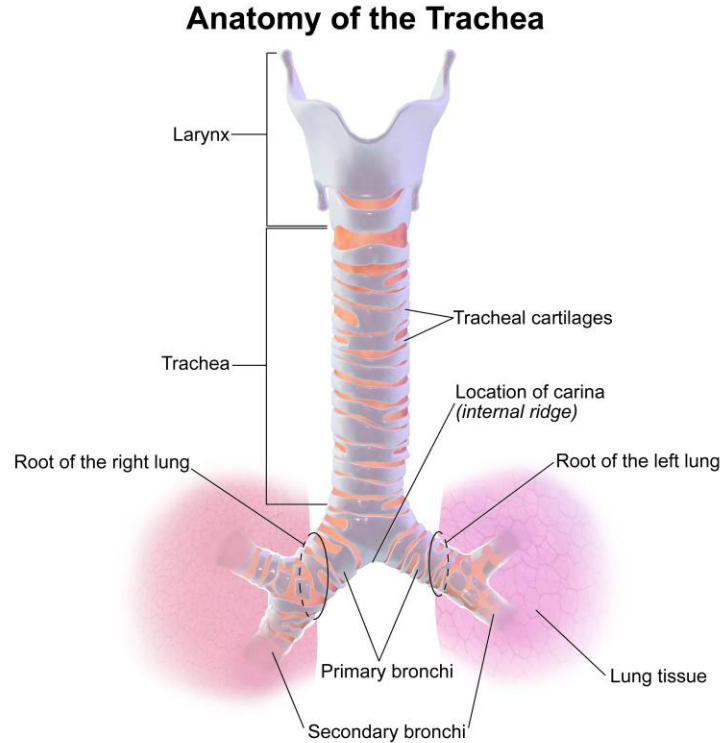
Cartilago arytenoidea

- **Dua cartilage kecil berbentuk piramid** yang terletak pada basis cartilage cricoidea.
 - Plica vokalis pada tiap sisi melekat dibagian posterior sudut piramid yang menonjol kedepan
-

Fungsi Laring



Trachea atau Batang Tenggorok



Trachea atau Batang tenggorok

- **Trachea** merupakan tabung fleksibel dengan panjang kira-kira 10 cm dengan lebar 2,5 cm
 - **Trachea** berjalan dari cartilago cricoidea kebawah pada bagian depan leher dan dibelakang manubrium sterni, berakhir setinggi angulus sternalis (taut manubrium dengan corpus sterni) atau sampai kira-kira ketinggian vertebra torakalis kelima dan di tempat ini bercabang menjadi dua bronkus (bronchi)
 - **Trachea** tersusun atas 16 - 20 lingkaran tak- lengkap yang berupa cincin tulang rawan yang diikat bersama oleh jaringan fibrosa dan yang melengkapi lingkaran disebelah belakang trachea, selain itu juga membuat beberapa jaringan otot
-

Fungsi Trachea

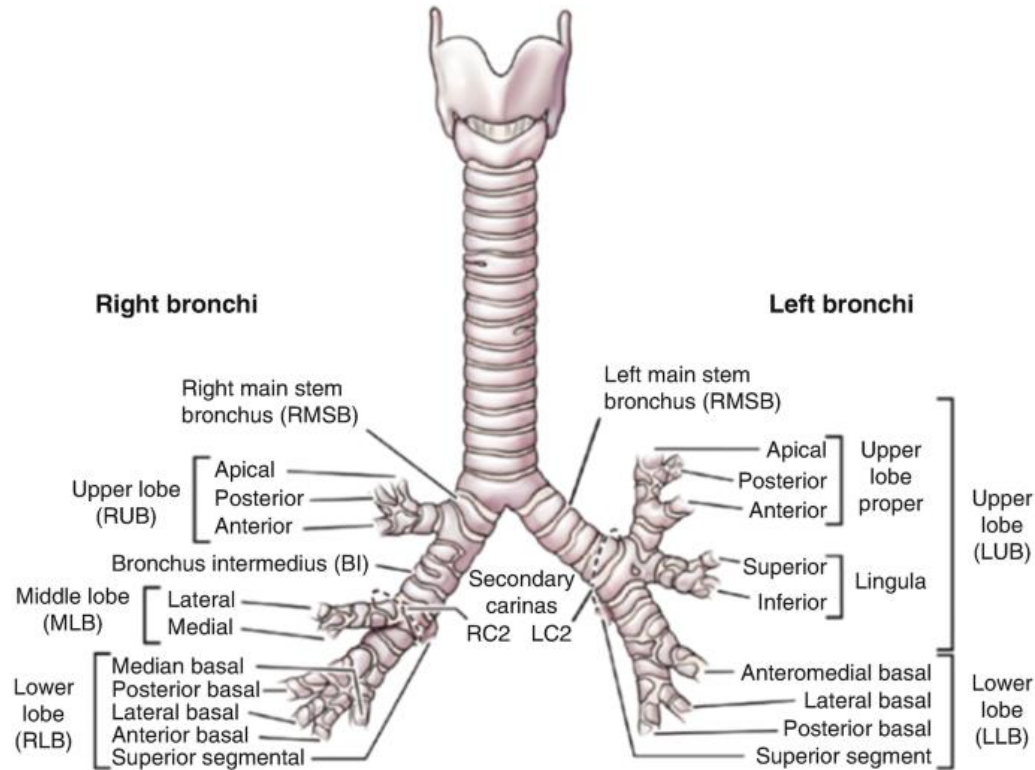
Menjaga kepatenan jalan napas dan mencegah obstruksi jalan napas saat kepala dan leher digerakkan

Eskalator mukosiliaris adalah keselarasan frekuensi gerakan silia membran mukosa

Refleks batuk

Penghangat, pelembap, dan penyaring

Bronchus

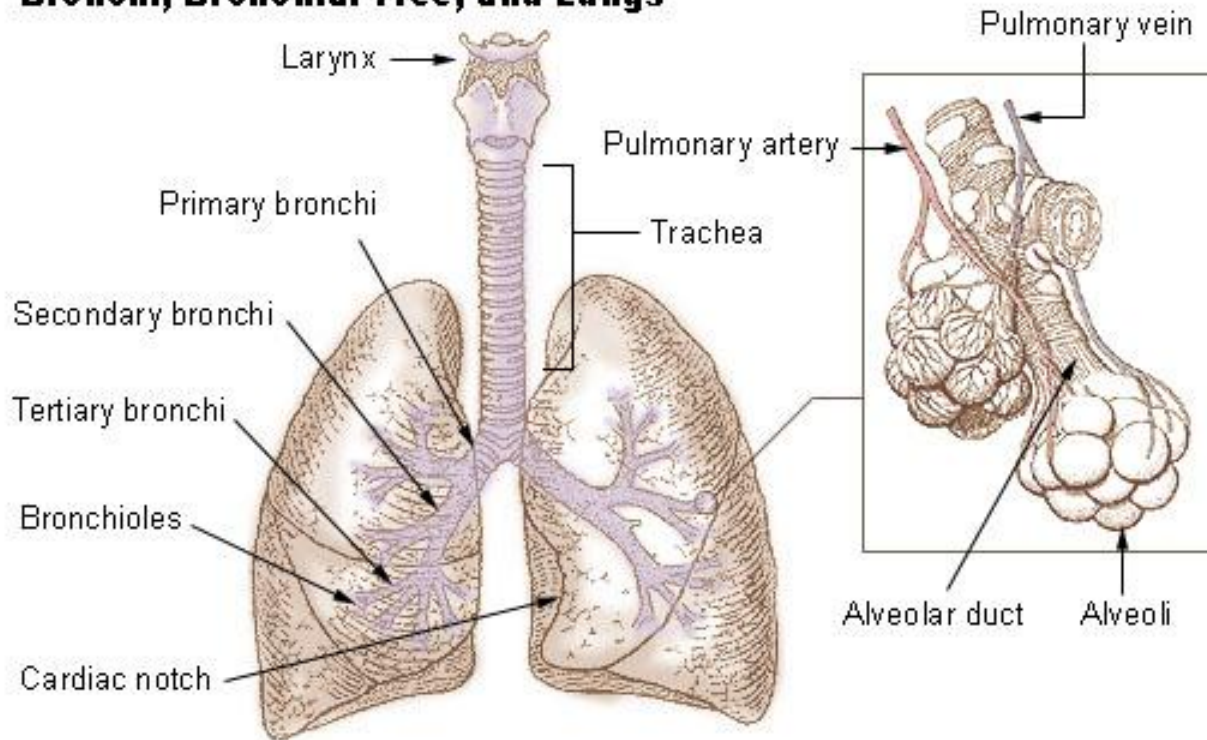


Bronchus

- **Bronchus** yang terbentuk dari belahan dua trachea pada ketinggian kira-kira vertebra torakalis kelima, mempunyai struktur serupa dengan trachea dan dilapisi oleh jenis sel yang sama
 - Bronkus-bronkus itu berjalan ke bawah dan kesamping ke arah tampuk paru
 - **Bronchus kanan** lebih pendek dan lebih lebar, dan lebih vertikal daripada yang kiri, sedikit lebih tinggi dari arteri pulmonalis dan mengeluarkan sebuah cabang utama lewat di bawah arteri, disebut bronkus lobus bawah
 - **Bronkus kiri** lebih panjang dan lebih langsing dari yang kanan, dan berjalan di bawah arteri pulmonalis sebelum di belah menjadi beberapa cabang yang berjalan ke lobus atas dan bawah.
-

Paru-paru

Bronchi, Bronchial Tree, and Lungs



Paru-paru

- **Letak paru-paru** di rongga dada datarnya menghadap ke tengah rongga dada / kavum mediastinum.
 - Pada bagian tengah terdapat tampuk paru paru atau hilus. Pada mediastinum depan terletak jantung.
 - Paru-paru dibungkus oleh selaput tipis yang bernama **pleura** .
 - **Pleura** dibagi menjadi dua yaitu pleura visceral (selaput dada pembungkus) yaitu selaput paru yang langsung membungkus paru-paru dan pleura parietal yaitu selaput yang melapisi rongga dada sebelah luar.
 - Antara kedua lapisan ini terdapat rongga kavum yang disebut **kavum pleura**.
 - Pada keadaan normal, kavum pleura ini vakum/ hampa udara.
-

Fisiologi Sistem Pernapasan

Respirasi Internal

- Proses pertukaran O_2 dan CO_2 ke dan dari paru ke dalam O_2 masuk ke dalam darah dan $CO_2 + H_2O$ masuk ke paru paru darah kemudian dikeluarkan dari tubuh

Respirasi Eksternal

- Proses pertukaran O_2 dan peristiwa CO_2 di tingkat sel biokimiawi untuk proses kehidupan

Mekanisme Sistem Pernapasan

Inhalasi

- **Inhalasi** adalah masuknya O₂ dari atmosfer CO₂ ke dalam jalan nafas.
- Dalam inspirasi pernafasan perut, otot diafragma akan berkontraksi dan kubah diafragma turun (posisi diafragma datar), selanjutnya ruang otot intercostalis externa menarik dinding dada agak keluar, sehingga volume paru-paru membesar, tekanan dalam paru-paru akan menurun dan lebih rendah dari lingkungan luar sehingga udara dari luar akan masuk ke dalam paru-paru

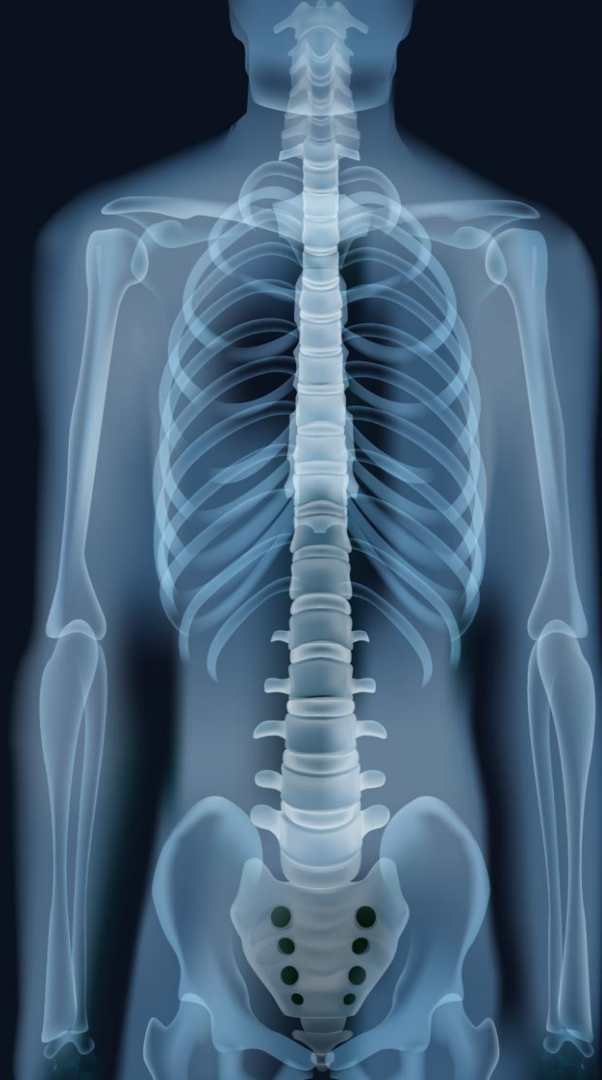
Ekshalasi

- **Ekshalasi** adalah keluarnya CO₂ dari paru ke atmosfer melalui jalan nafas.
- Apabila terjadi pernafasan perut, otot diafragma naik kembali ke posisi semula (melengkung) dan musculus intercostalis interna relaksasi. Akibatnya tekanan dan ruang di dalam dada mengecil sehingga dinding dada masuk ke dalam udara keluar dari paru-paru karena tekanan paru-paru meningkat.

Thanks

Do you have any questions?

CREDITS: This presentation template was created by [Slidesgo](#), including icons by [Flaticon](#) and infographics & images by [Freepik](#)





SISTEM PENCERNAAN

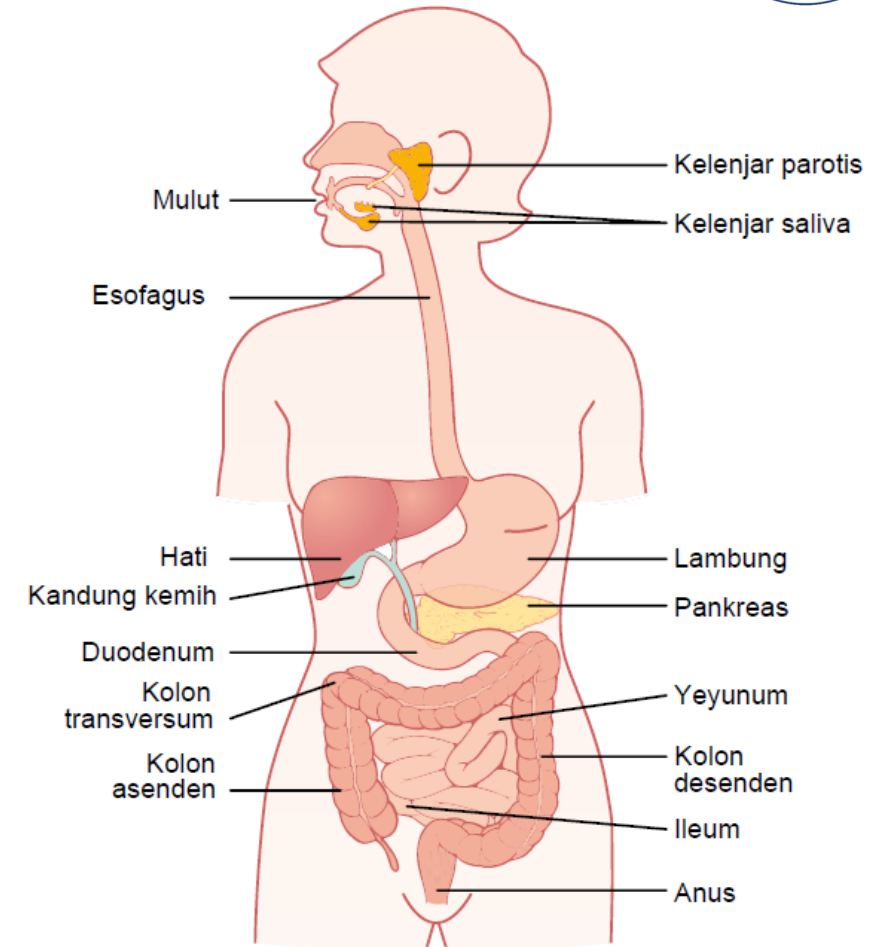
apt. Muthi'ah Rasyidah, M.Pharm.Sci



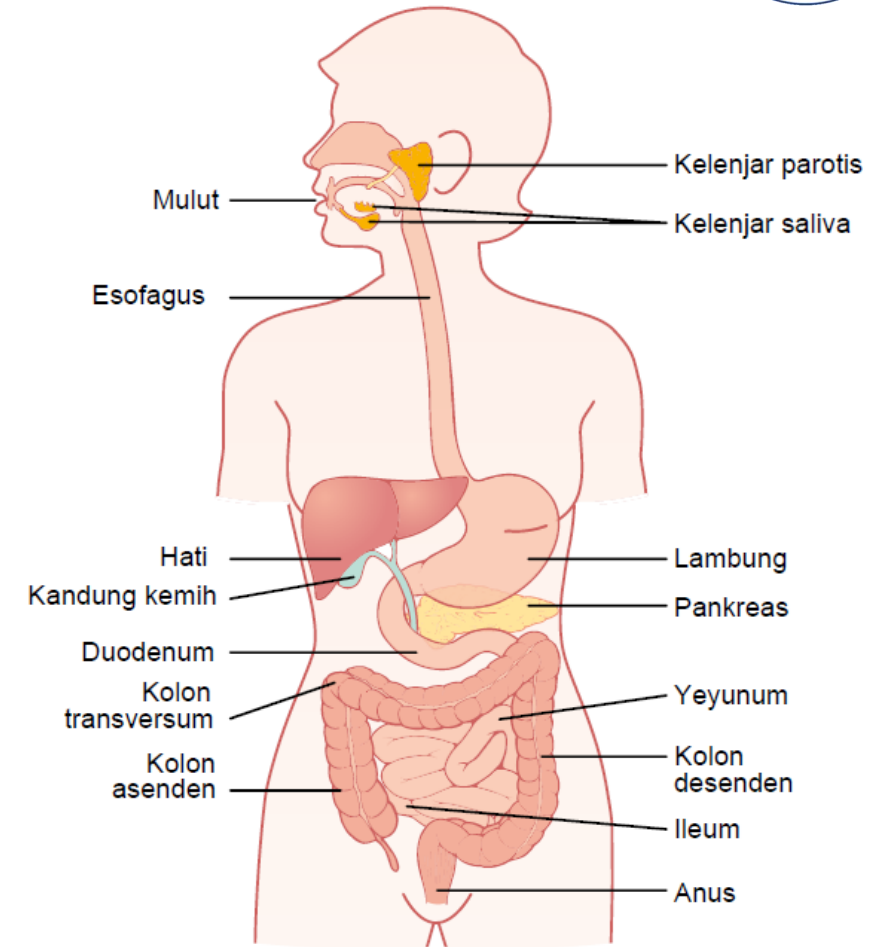
TERMINOLOGI ANATOMI

ISTILAH	ARTI	ISTILAH	ARTI
Anterior	Depan	Posterior	Belakang
Medial	Tengah	Lateral	Samping
Superior	Atas	Inferior	Bawah
Dextra	Kanan	Sinistra	Kiri
Ventral	Bag. Depan	Dorsal	Bag. Belakang
Interna	Dalam	Eksterna	Luar
Proksimal	Pangkal	Distal	Ujung
Central	Pusat	Perifer	Lapisan Dalam
Parietal.	Lapisan Luar	Viseral	Terletak Dalam
Superfisial	Dangkal	Profunda	Potongan Memanjang
Horizontsal	Bidang Datar	Longitudinal	

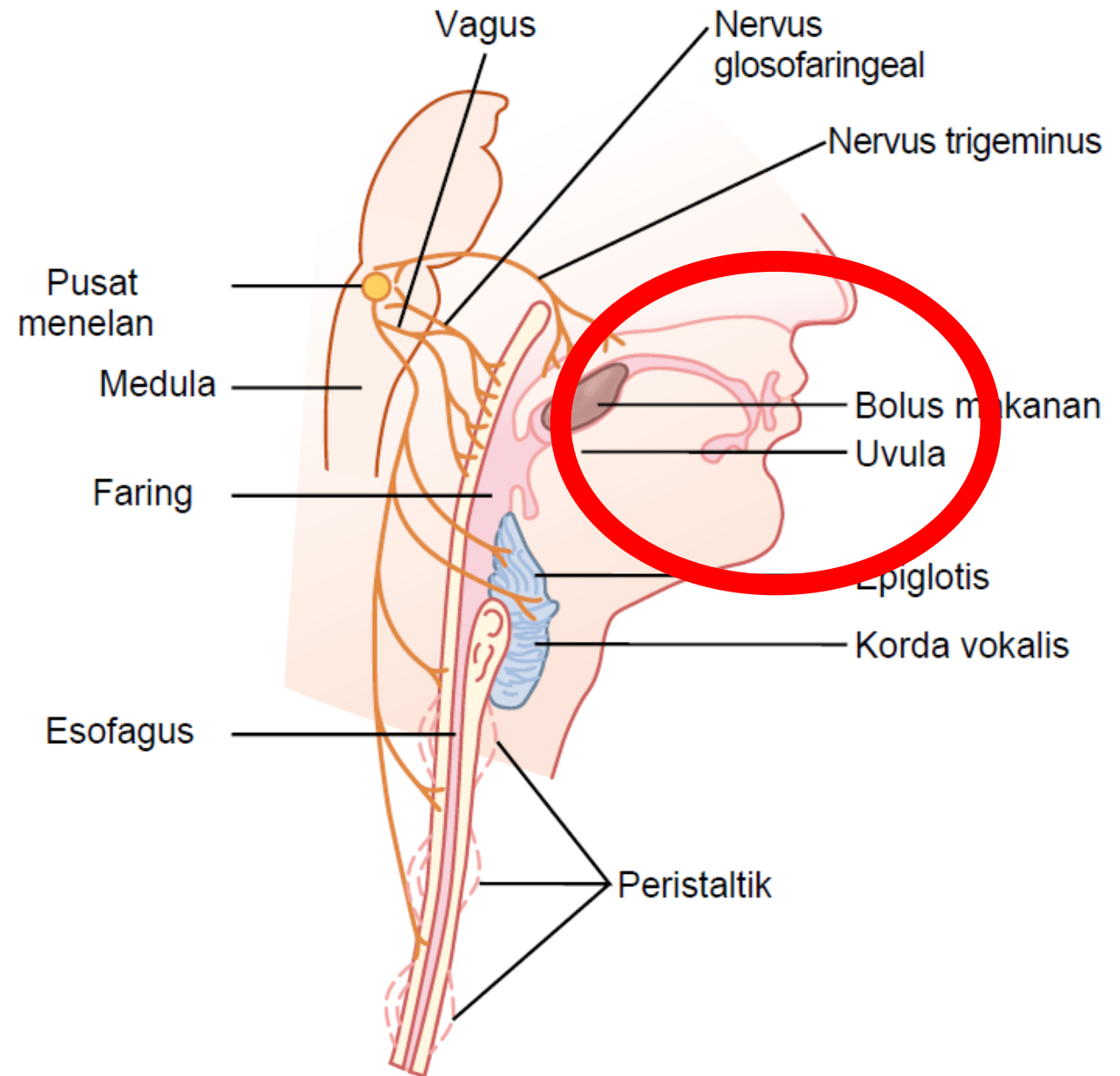
- Saluran cerna memberi tubuh **persediaan air, elektrolit, vitamin, dan zat makanan**, secara terus-menerus.
- Untuk mencapai hal ini, dibutuhkan :
 - (1) **gerakan makanan** melalui saluran cerna;
 - (2) **sekresi getah pencernaan** dan pencernaan makanan;
 - (3) **absorpsi** air, berbagai elektrolit, vitamin-vitamin, dan hasil pencernaan;
 - (4) **sirkulasi darah** melalui organ-organ gastrointestinal untuk membawa zat-zat yang diabsorpsi; dan
 - (5) **pengaturan semua fungsi** ini oleh sistem lokal, saraf, dan hormon.



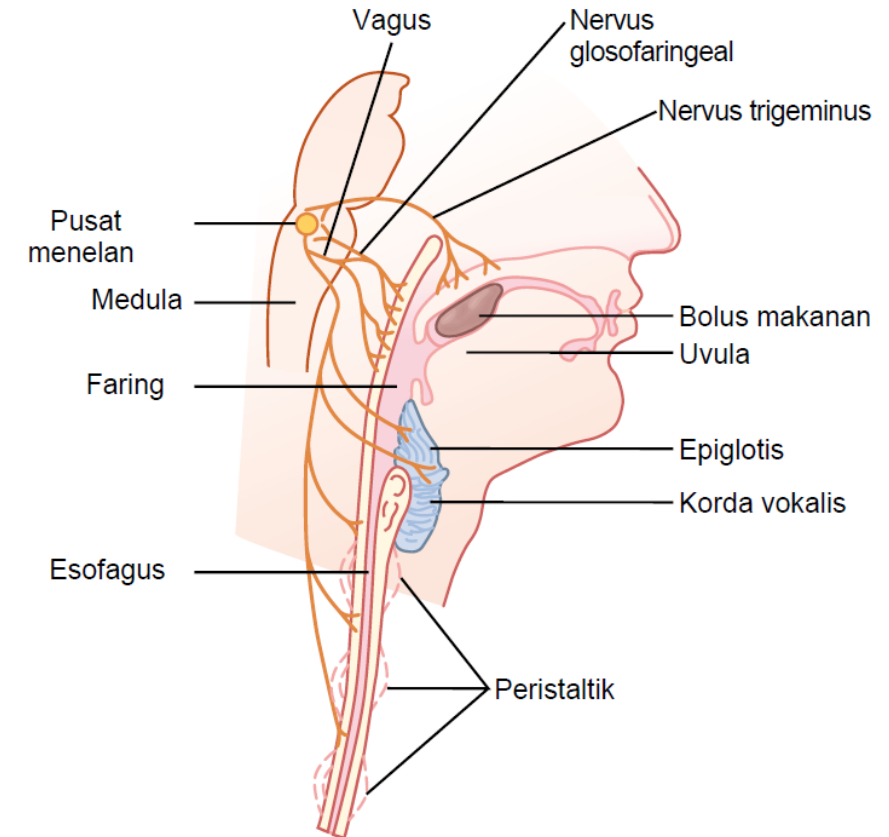
- Saluran pencernaan (traktus digestivus) mempunyai panjang kurang lebih **30 kaki (9 m)**, yang berjalan melalui bagian tengah tubuh mulai dari mulut sampai ke anus.
- Sistem pencernaan memiliki 3 fungsi utama, yaitu :
 - 1) Lambung sebagai tempat **penerima makanan** yang paling besar (reservoar) dan menerima nutrisi dari mulut.
 - 2) **Menghancurkan nutrisi** dalam bentuk partikel kecil **untuk dapat memasuki aliran darah** sehingga memungkinkan partikel tersebut untuk diedarkan ke seluruh jaringan tubuh.
 - 3) **Membuang sisa makanan** yang tidak dapat dicerna melalui anus.



Mulut

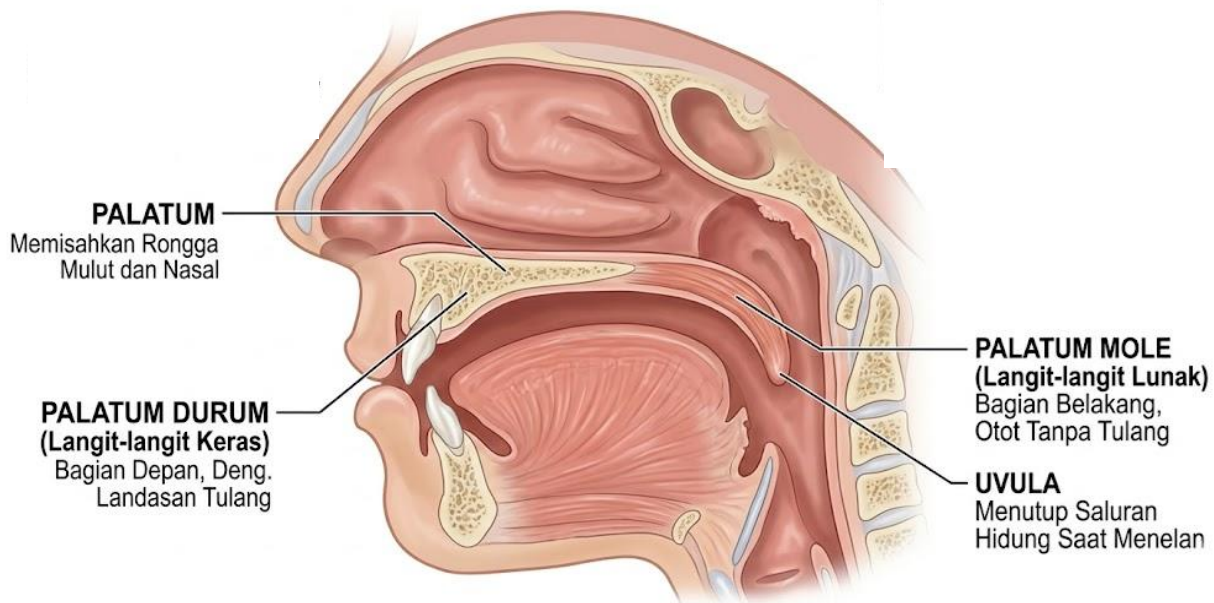


- Rongga mulut adalah sebuah lubang dengan bagian depan tertutup oleh bibir yang berotot dan digunakan untuk membantu memperoleh, mengarahkan dan menampung makanan di mulut.
- Mulut atau rongga mulut merupakan tempat dimulainya proses pencernaan.
- Rongga mulut terdiri dari beberapa struktur yang berbeda. Bibir dan pipi adalah struktur jaringan otot dan ikat, dilapisi dengan sel epitel skuamosa berlapis yang mensekresi lendir yang memberikan perlindungan terhadap abrasi yang disebabkan oleh keausan
- Bibir dan pipi, membantu memindahkan dan mengakumulasi makanan di dalam mulut ketika gigi menghancurkan makanan. Proses ini disebut mastikasi (mengunyah).



Anatomi Langit-Langit (Palatum)

ANATOMI DAN FUNGSI PALATUM MANUSIA

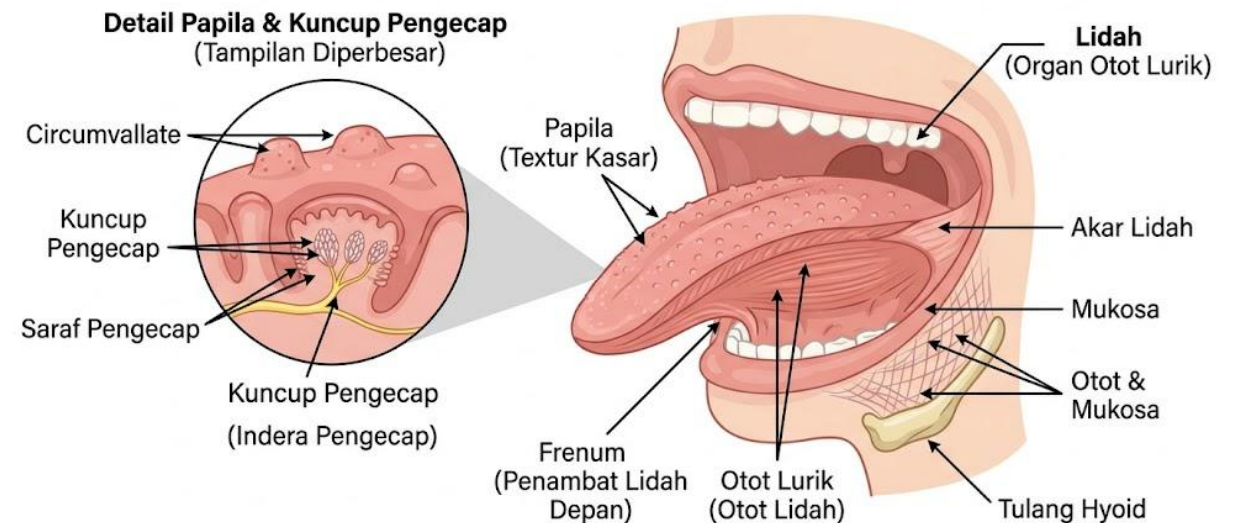


- Berbentuk atap lengkung di dalam rongga mulut dan memisahkan mulut dari saluran hidung.
- Palatum membantu dalam proses bernafas ketika sedang mengunyah atau mengisap makanan yang berlangsung bersamaan .
- Bagian palatum yang berada dibagian depan mulut dikenal sebagai **palatum durum (langit-langit keras)**, sedangkan bagian palatum yang berada dibagian belakang mulut disebut **palatum mole (langit-langit lunak)**.
- Kemudian dibagian belakang dekat tenggorokan terdapat suatu tonjolan menggantung dari palatum mole, yakni uvula yang berperan penting untuk menutup saluran hidung ketika kita menelan.

Lidah

- Lidah sangat penting untuk mengunyah dan menelan makanan, serta untuk berbicara
- Lidah adalah organ otot lurik yang dilapisi membran mukosa.
- Benjolan kecil yang disebut **papila** memberikan tekstur kasar pada lidah. Ribuan indera pengecap menutupi permukaan papila.
- **Kuncup pengecap** adalah kumpulan sel mirip saraf yang terhubung ke saraf yang mengalir ke otak.
- Lidah ditambatkan ke mulut oleh jaringan keras dan mukosa. Tali yang menahan bagian depan lidah disebut **frenum**. Di bagian belakang mulut, lidah berlabuh ke **tulang hyoid**.

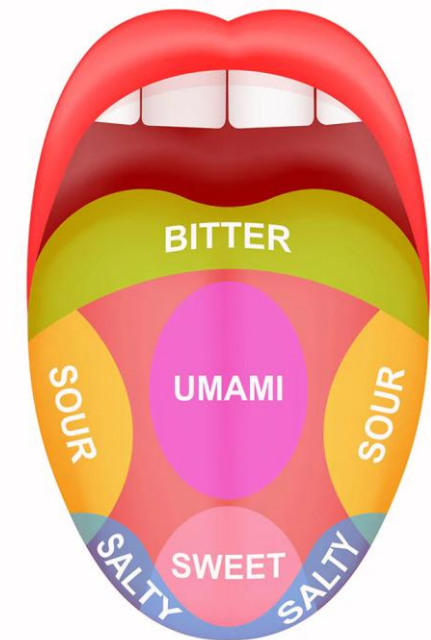
ANATOMI LIDAH: STRUKTUR & PENAMBAT





Bagian-Bagian Lidah

- **Pangkal lidah**, pada bagian belakang terdapat epiglotis yang berfungsi menutup jalan pernapasan pada waktu menelan.
Pada bagian pangkal lidah terdapat papil pengecap untuk menentukan rasa makanan, terdiri dari:
 1. Papila filiformis : tersebar pada seluruh permukaan lidah, berbentuk benang, tidak memiliki kuncup rasa tapi berfungsi untuk tekstur/gesekan makanan.
 2. Papila fungiformis : berbentuk seperti jamur, banyak di ujung/tepi, sensitif rasa manis/asin.
 3. Papila sirkumvalate : berukuran besar, tersusun seperti huruf V di pangkal lidah, peka rasa pahit.
 4. Papila foliatae : berbentuk lipatan di samping lidah, peka terhadap rasa asam.
- **Ujung lidah** membantu membalikkan makanan, proses berbicara, merasakan makanan dan membantu proses menelan.





Gigi

- **Gigi bertanggung jawab untuk mengunyah, menguraikan makanan, mencampurkannya dengan air liur dan merangsang sekresi pencernaan.**
- Gigi atas dan bawah biasanya tepat satu sama lain pada saat kedua rahang dikatupkan
- Gigi tertanam di tulang atas dan bawah mulut. Lengkung atas lebih besar daripada lengkung bawah, dan ini menyebabkan gigi bawah menjadi tumpang tindih dengan gigi atas.



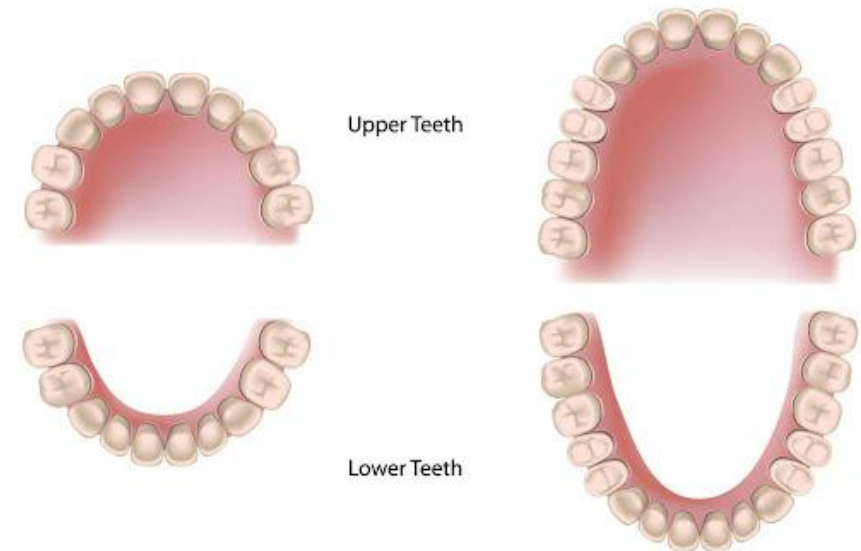


Gigi Susu dan Permanen

- Dalam diri manusia ada **lima gigi sulung (susu) di setiap setengah rahang (jumlah seluruhnya 20)** yang muncul (erupsi) antara usia sekitar 6 bulan dan 2 tahun. Gigi mulai tanggal antara usia 6 dan 13 tahun dan secara bertahap digantikan oleh gigi permanen. Yang terakhir **delapan di setiap setengah rahang (jumlah seluruhnya 32 buah)**. Lima gigi dewasa anterior menggantikan gigi susu.
- Saat lahir, kedua gigi dalam bentuk yang belum matang di mandibula dan rahang atas. Ada 20 gigi sementara, 10 di setiap rahang dan mulai tumbuh ketika anak berusia sekitar 6 bulan, dan semuanya akan muncul setelah 24 bulan. Gigi permanen mulai menggantikan gigi sulung pada usia 6 tahun dan gigi ini, yang terdiri dari 32 gigi, biasanya lengkap pada tahun ke-24.

Deciduous Dentition (Baby-Primary Teeth)

Permanent Dentition



DENTAL ANATOMY

PERMANENT TEETH CHART



upper medial incisor	7 - 8 yrs.
upper lateral incisor	8 - 9 yrs.
upper canine	11 - 12 yrs.
upper first premolar	10 - 11 yrs.
upper second premolar	10 - 12 yrs.
upper first molar	6 - 7 yrs.
upper second molar	12 - 13 yrs.
upper third molar	17 - 21 yrs.
lower third molar	17 - 21 yrs.
lower second molar	11 - 13 yrs.
lower first molar	6 - 7 yrs.
lower second premolar	11 - 12 yrs.
lower first premolar	10 - 12 yrs.
lower canine	9 - 10 yrs.
lower lateral incisor	7 - 8 yrs.
lower medial incisor	6 - 7 yrs.

TEMPORARY TEETH CHART

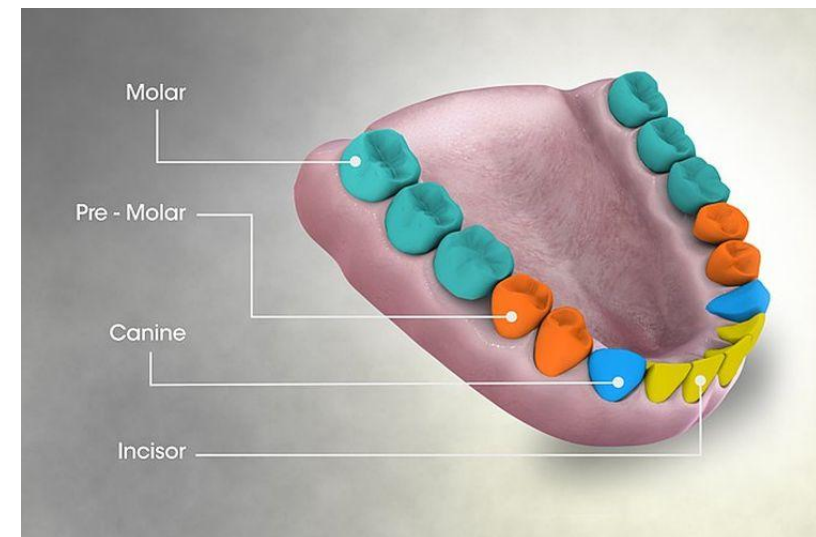
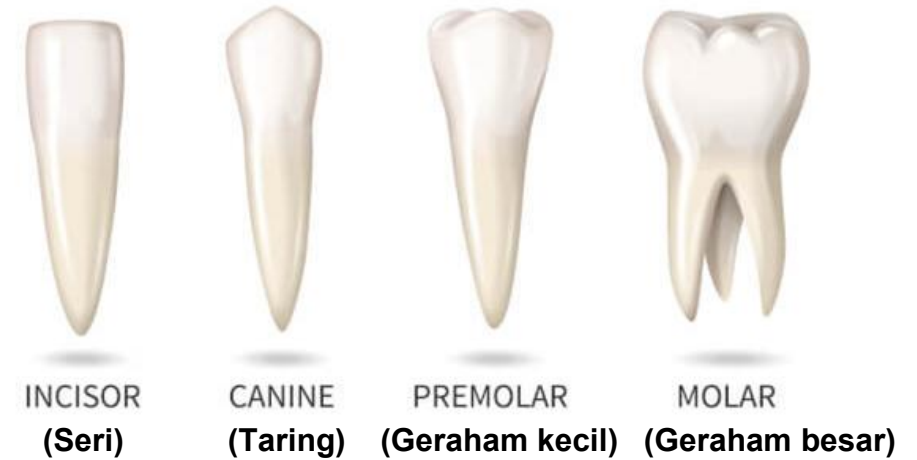


	eruption	shedding
upper medial incisor	8 - 12 mos.	6 - 7 yrs.
upper lateral incisor	9 - 13 mos.	7 - 8 yrs.
upper canine	16 - 22 mos.	10 - 12 yrs.
upper first molar	13 - 19 mos.	9 - 11 yrs.
upper second molar	25 - 33 mos.	10 - 12 yrs.
lower second molar	23 - 31 mos.	10 - 12 yrs.
lower first molar	14 - 18 mos.	9 - 11 yrs.
lower canine	17 - 23 mos.	9 - 12 yrs.
lower lateral incisor	10 - 16 mos.	7 - 8 yrs.
lower medial incisor	6 - 10 mos.	6 - 7 yrs.



Fungsi Gigi

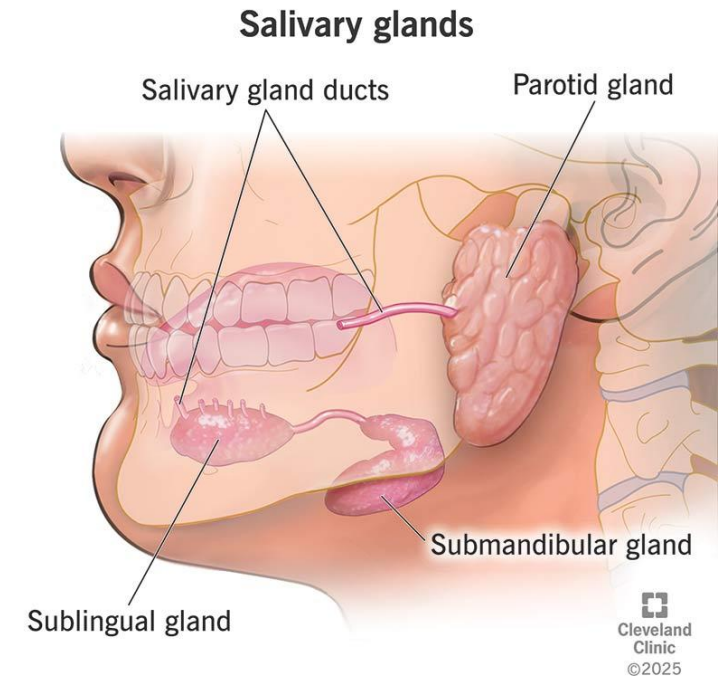
- **Gigi seri** yang tajam berfungsi untuk menggigit dan memotong makanan menjadi bagian kecil
- **Gigi taring** untuk merobek dan mengoyak makanan
- **Gigi geraham (premolar dan molar)** yang lebih besar dan lebih rata dispesialisasikan untuk menggiling. Gigi premolar dan molar adalah komponen utama sistem pencernaan mekanis. Premolar (geraham kecil) berfungsi menghancurkan, merobek, dan melumatkan makanan kasar sebelum mencapai geraham besar. Molar (geraham besar) bertugas menggiling makanan menjadi halus untuk ditelan, menstabilkan rahang, dan menjaga struktur wajah.





Kelenjar Saliva

- Air liur diproduksi di dalam dan disekresikan dari kelenjar ludah.
- Unit sekretori dasar kelenjar ludah adalah kelompok sel yang disebut asini. Sel-sel ini mengeluarkan cairan yang mengandung air, elektrolit, lendir dan enzim, yang semuanya mengalir keluar dari asinus ke saluran pengumpul. Di dalam saluran, komposisi sekresi diubah. Sebagian besar natrium direabsorpsi secara aktif, kalium disekresikan, dan sejumlah besar ion bikarbonat disekresikan. Bikarbonat penting karena bersama dengan fosfat menyediakan penyangga penting yang menetralkan sejumlah besar asam yang diproduksi di lambung.
- Kelenjar ludah menuangkan sekretnya ke dalam mulut. Ada tiga kelenjar ludah : kelenjar parotis, kelenjar submandibular dan kelenjar sublingual.

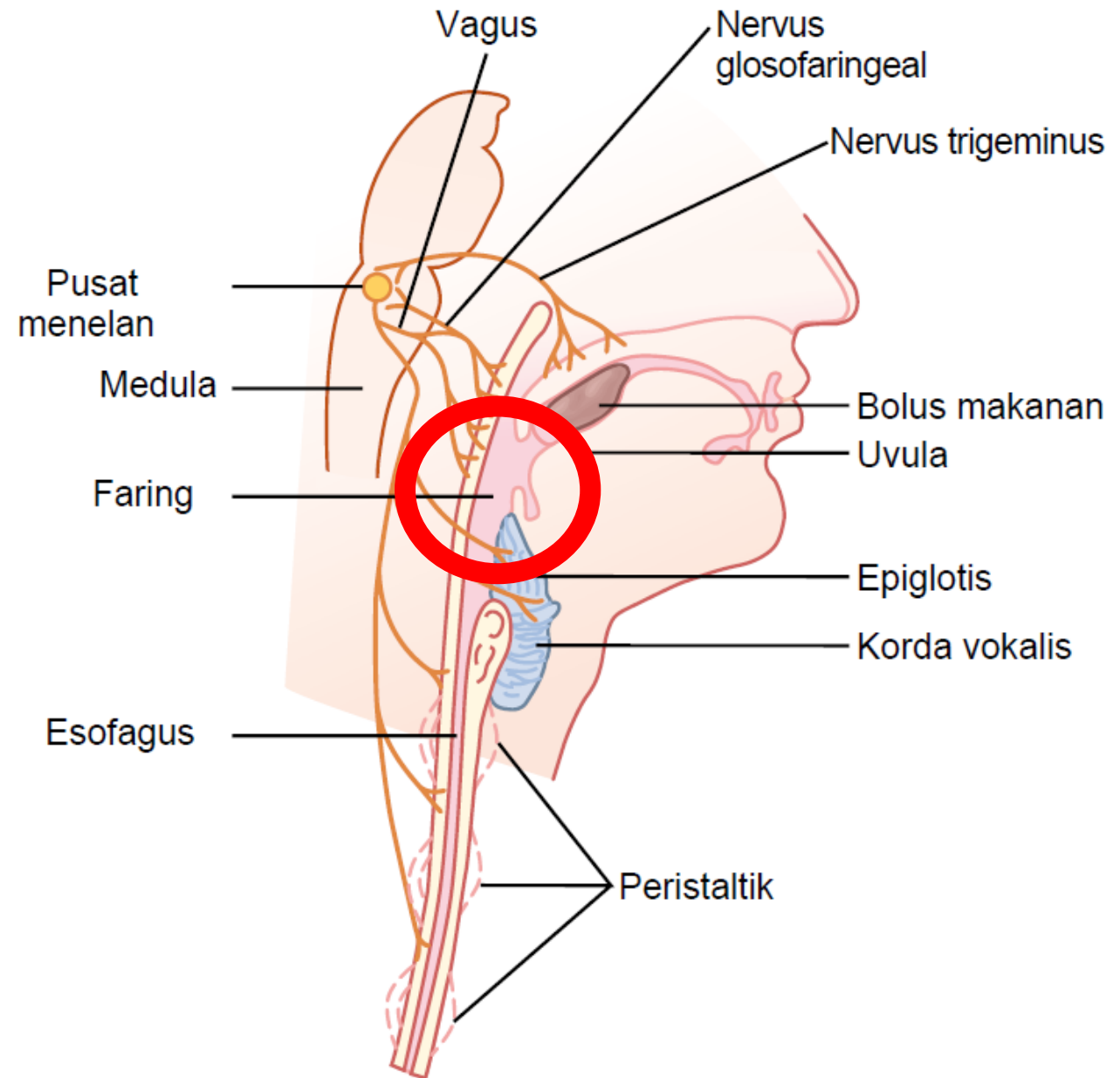




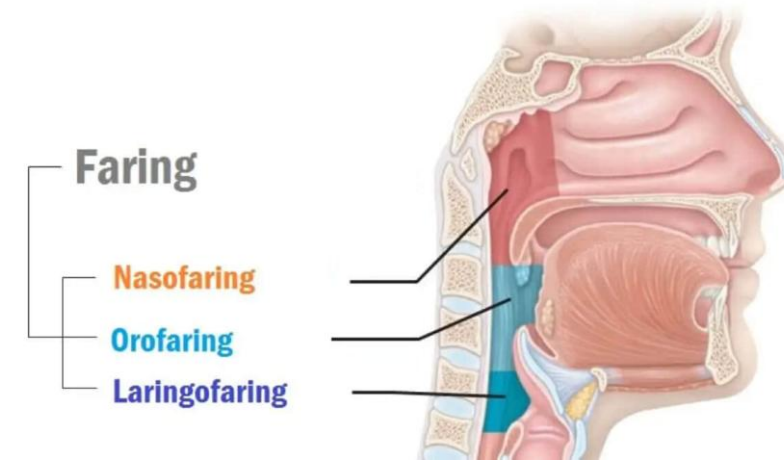
Komponen Saliva

- Sekitar 1500 mL air liur disekresikan per hari. PH air liur dari kelenjar sedikit kurang dari 7,0, tetapi selama sekresi aktif, mendekati 8,0.
- Saliva mengandung dua enzim pencernaan: **lipase lingual**, yang disekresikan oleh kelenjar di lidah, dan **amilase**, yang disekresikan oleh kelenjar saliva. Enzim amilase dan lipase mengolah karbohidrat dan lemak.
- **Komponen Utama Saliva dan Fungsinya :**
 - a. **Musin (Glikoprotein)**: Melumasi bolus makanan, membentuk lapisan pelindung pada mukosa mulut, dan membantu mengikat bakteri.
 - b. **Imunoglobulin A (IgA) Sekretorik**: Berperan sebagai antibodi utama dalam pertahanan pertama melawan patogen di permukaan mukosa.
 - c. **Lisozim**: Enzim yang menyerang dan menghancurkan dinding sel bakteri.
 - d. **Laktoferin**: Mengikat zat besi yang dibutuhkan bakteri untuk tumbuh, sehingga bersifat bakteristatik (menghambat pertumbuhan bakteri).
 - e. **Protein Kaya Prolin (Proline-rich proteins)**: Melindungi email gigi dari demineralisasi dan mengikat tanin beracun

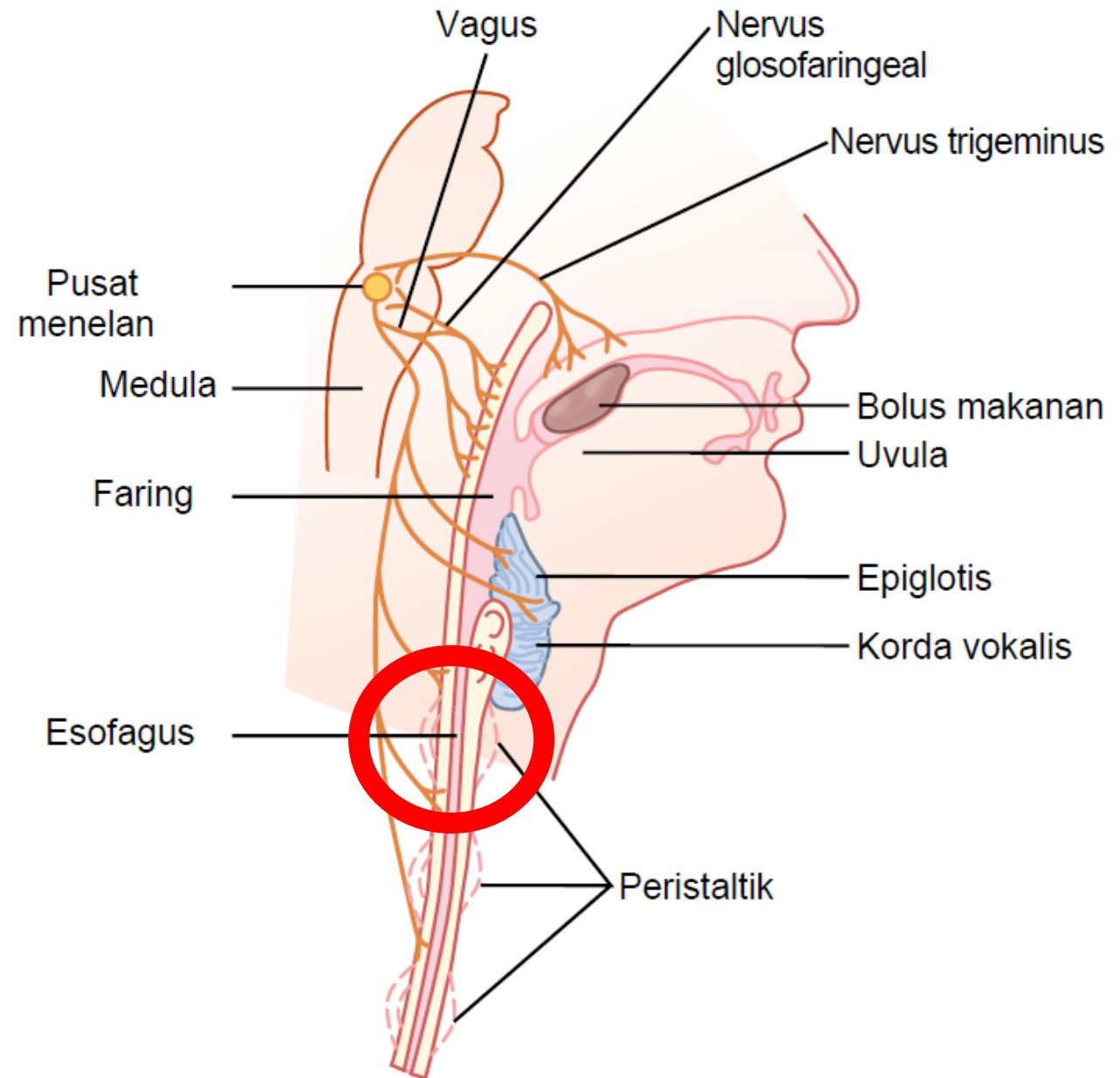
Faring



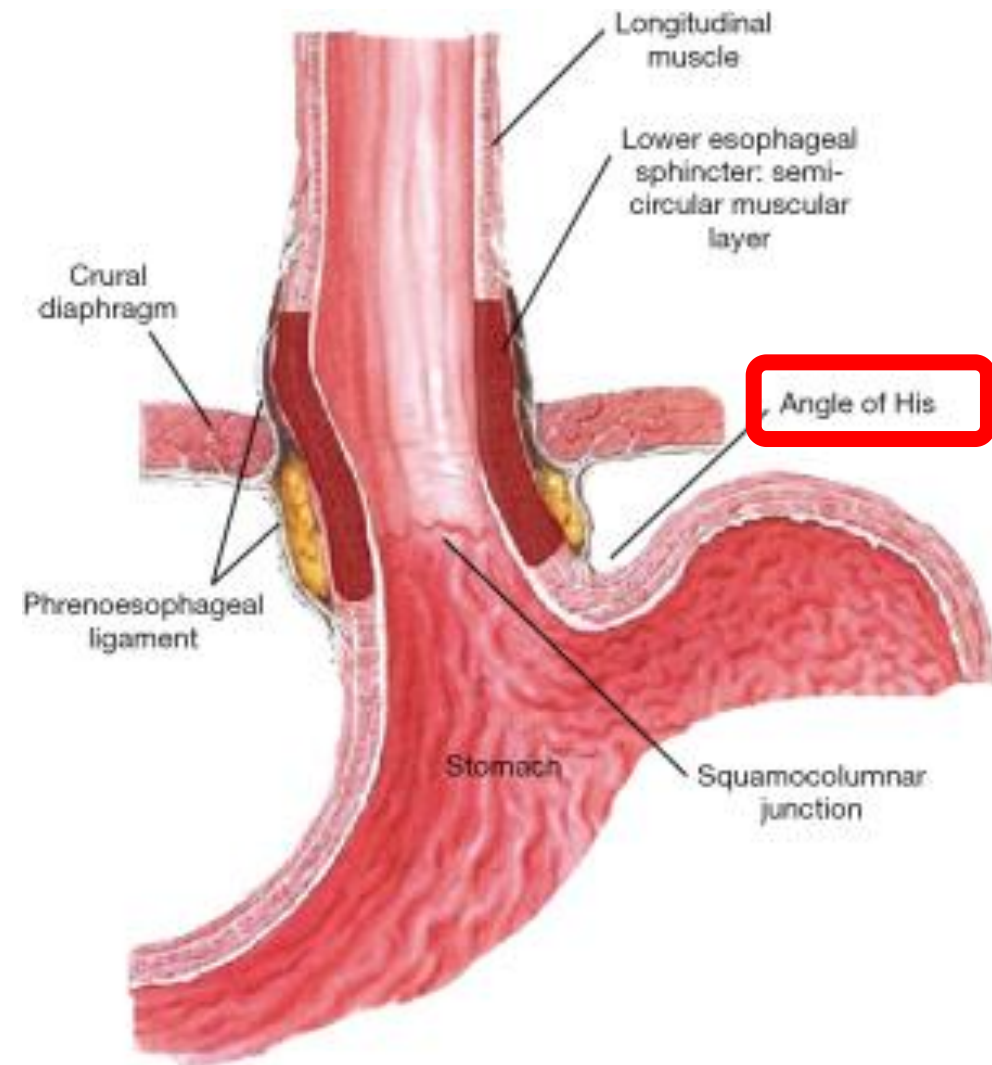
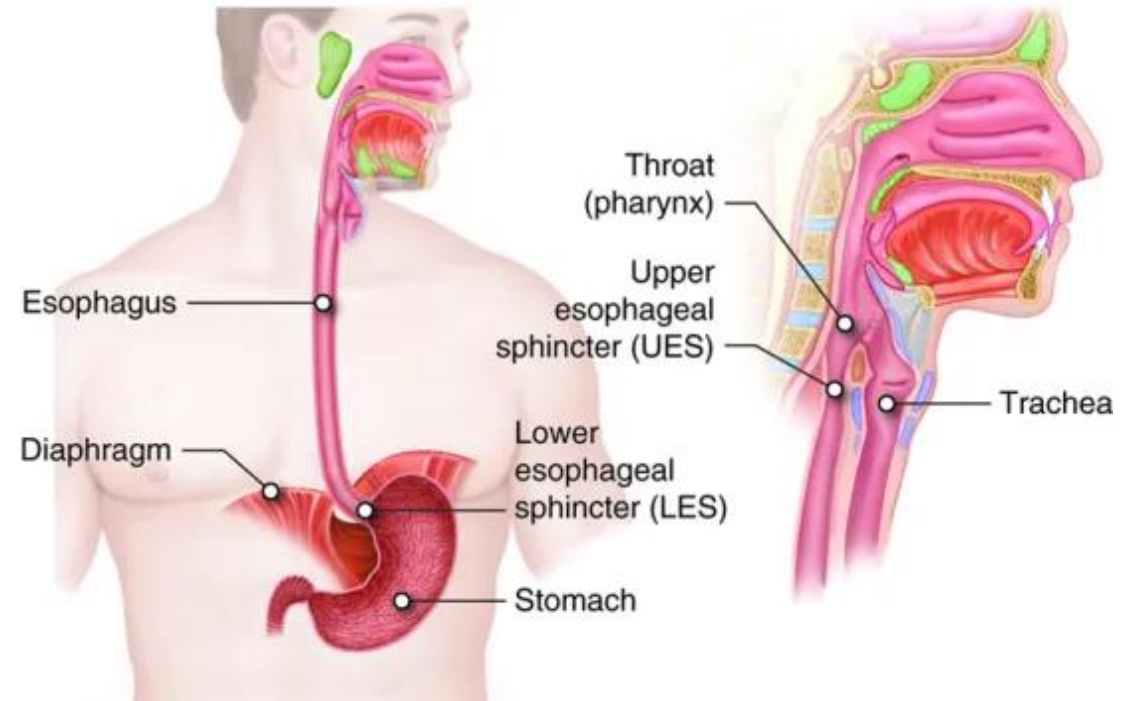
- Faring merupakan organ yang menghubungkan rongga mulut dengan kerongkongan.
- Faring terdiri atas tiga bagian, nasofaring, orofaring dan laringofaring. Nasofaring berperan penting dalam respirasi. Orofaring dan laringofaring adalah saluran yang umum untuk sistem pernapasan dan pencernaan.
- Dinding faring dibangun dari tiga lapisan jaringan, yaitu :
 - Lapisan Membran (Mukosa/Dalam):** terdiri dari epitel skuamosa berlapis yang berfungsi sebagai lapisan pelindung, menghubungkan mulut di ujung atas dengan kerongkongan di ujung bawah.
 - Lapisan Tengah (Fibrosa):** lapisan ini mengandung jaringan ikat fibrosa yang menipis ke arah bawah, serta dilengkapi pembuluh darah, pembuluh getah bening, dan saraf.
 - Lapisan Luar (Otot):** terdiri dari otot-otot konstriktor (otot lurik) yang bekerja secara involunter (tidak disadari) untuk mendorong makanan melalui proses menelan.



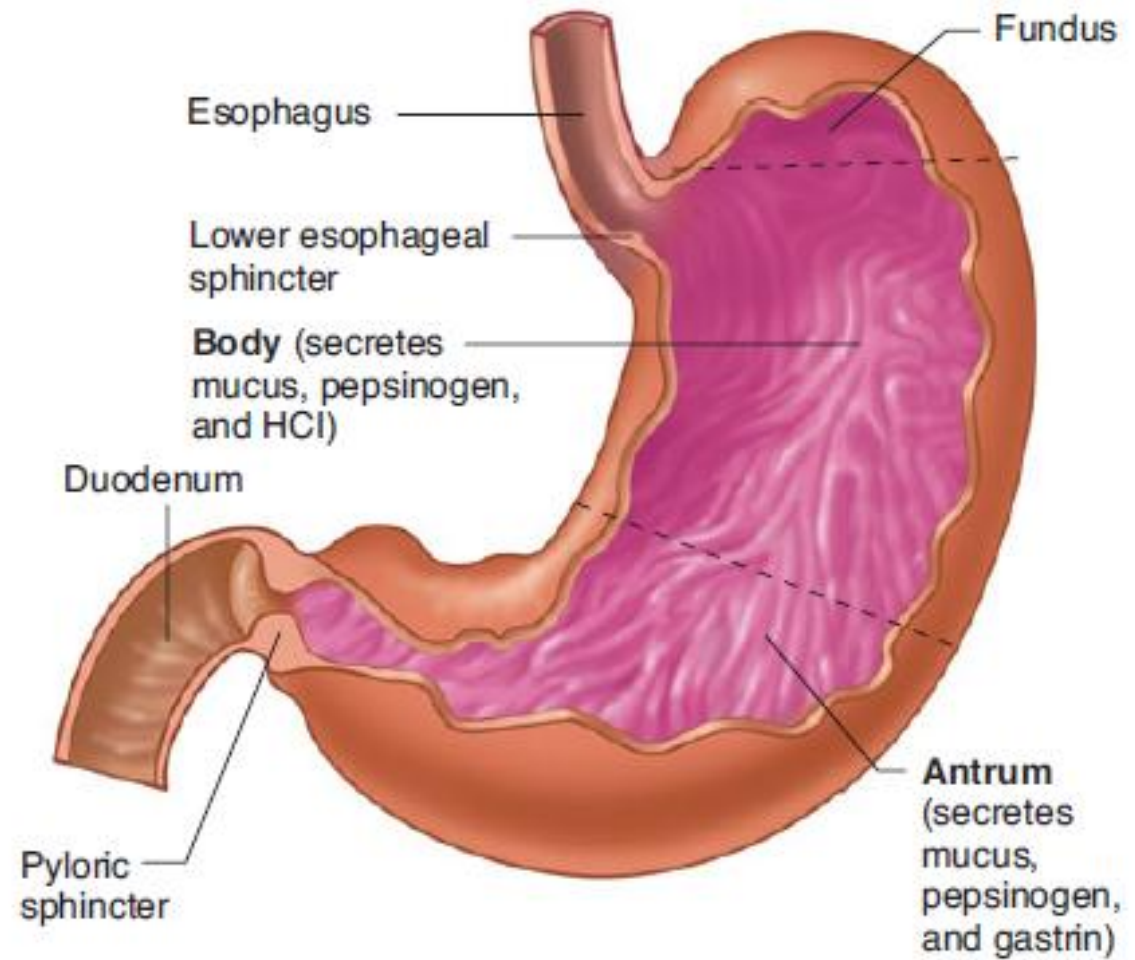
Esofagus (Kerongkongan)



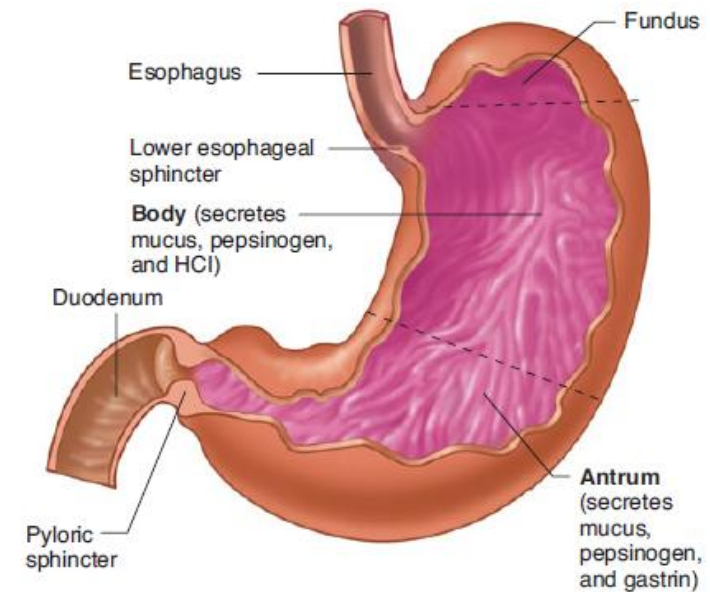
- Esofagus merupakan saluran pencernaan setelah mulut dan faring., memiliki panjang sekitar 25 cm dengan diameter sekitar 2 cm.
- Esofagus kearah atas berhubungan dengan faring sampai ke lambung.
- **Sekresi esofagus bersifat mukoid** (menyerupai lendir (mukus), kental, dan seringkali lengket), berfungsi memberikan pelumas untuk pergerakan makanan melalui esofagus, Pada esofagus banyak terdapat **kelenjar mukosa composita**. Untuk mencegah erosi mukosa oleh makanan yang baru masuk, kelenjar composita pada perbatasan esofagus dengan lambung melindungi dinding esofagus dari pencernaan getah lambung.
- Ujung atas dan bawah esofagus ditutup oleh otot sfingter. Sfingter krikofaringeal atas mencegah udara masuk ke kerongkongan selama inspirasi dan aspirasi isi esofagus. Sfingter esofagus bagian bawah atau jantung mencegah refluks asam lambung ke dalam esofagus.
- Setelah melewati diafragma, esofagus membentuk sudut tajam yang disebut **sudut His**, yang berfungsi sebagai **mekanisme anti-refluks mekanis bersama dengan sfingter esofagus bawah** untuk mencegah asam lambung naik kembali ke kerongkongan



Lambung



- Lambung adalah bagian saluran pencernaan yang melebar berbentuk huruf J yang terletak di kuadran kiri atas rongga perut, di sebelah kiri hati dan di depan limpa.
- Lambung bersambung dengan esofagus di sfingter jantung (kardia) dan dengan duodenum di sfingter pilorus, memiliki dua lengkungan untuk mengatur masuk dan keluarnya makanan.
- Fungsi Sfingter:
 - Sfingter Kardia/Jantung:** Terletak di bagian atas, bertindak sebagai katup antara esofagus dan lambung untuk mencegah asam lambung naik kembali ke kerongkongan.
 - Sfingter Pilorus:** Terletak di bagian bawah, mengatur pengosongan kimus (makanan yang sudah dicerna) dari lambung ke dalam duodenum.
- Ketika lambung tidak aktif, sfingter pilorus akan berelaksasi dan terbuka dan ketika lambung berisi makanan, sfingter pilorus tertutup





Pencernaan Mekanis dan Kimia di Lambung

- Pencernaan mekanik dan kimiawi terjadi di lambung secara bersamaan untuk mengubah makanan menjadi bubur kental (kimus).
- Pencernaan mekanik dilakukan melalui kontraksi otot lambung yang mengaduk makanan.
- Pencernaan kimiawi yaitu :
 1. **Asam Klorida (HCl):** Mengaktifkan pepsinogen menjadi pepsin, membunuh bakteri pada makanan, dan menciptakan pH asam (sekitar 1-3) yang optimal bagi enzim.
 2. **Enzim Pepsin:** Memecah protein menjadi peptida yang lebih kecil.
 3. **Enzim Renin (pada bayi):** Menggumpalkan kasein (protein susu) agar bisa dicerna pepsin.
 4. **Lipase Gastrik:** Memecah lemak dalam jumlah kecil

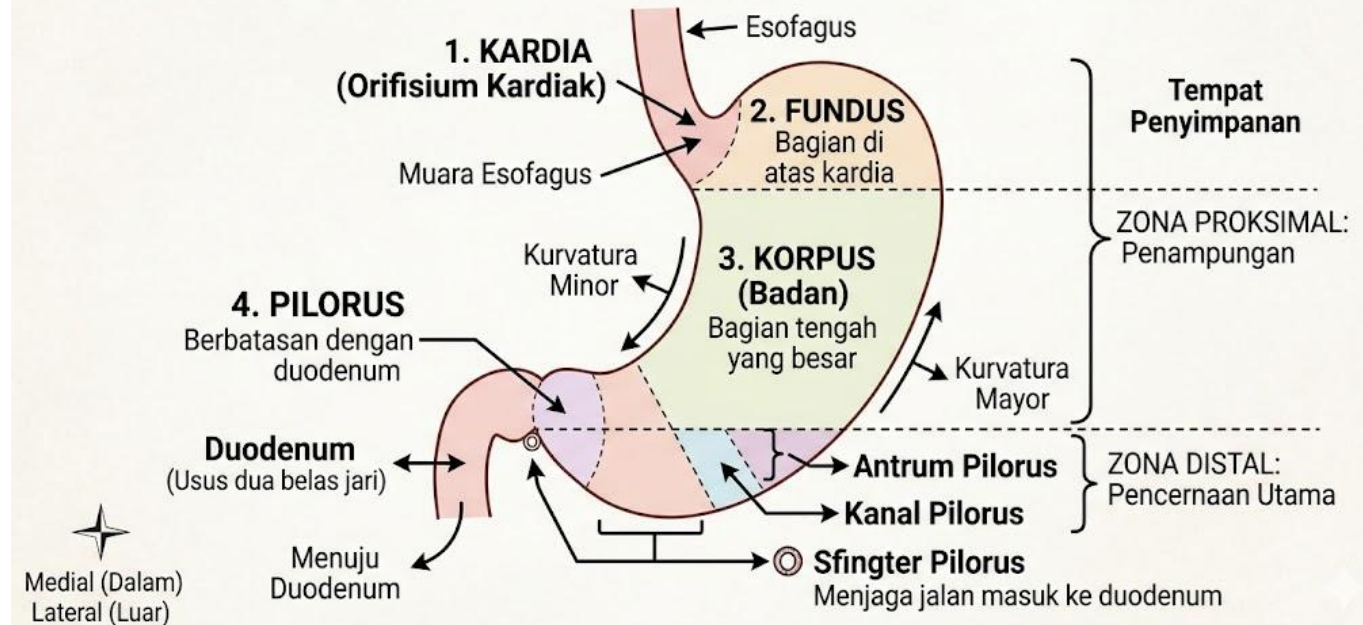
Bagian-Bagian Lambung

Empat daerah lambung adalah **kardia, fundus, badan, dan pilorus**

- Orifisium kardiak (kardia) adalah muara esofagus.
- Fundus adalah bagian di atas kardia.
- Korpus (badan) lambung adalah bagian tengah yang besar, di lateral dibatasi oleh kurvatura mayor dan di medial oleh kurvatura minor.
- Pilorus berbatasan dengan duodenum.

Fundus dan korpus terutama merupakan tempat penyimpanan, sedangkan sebagian besar pencernaan terjadi di pilorus. Pilorus dibagi menjadi antrum dan kanal dan menyempit di sfingter pilorus, yang menjaga jalan masuk ke duodenum.

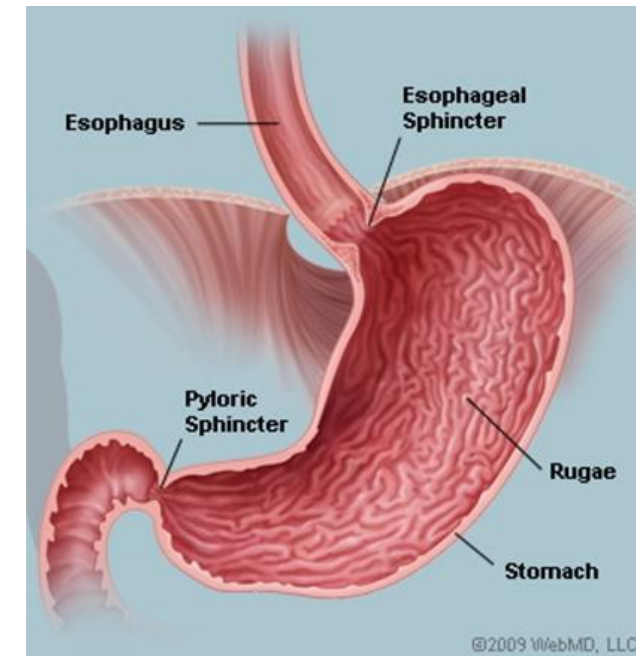
Empat Daerah Lambung (Anatomi Sederhana)





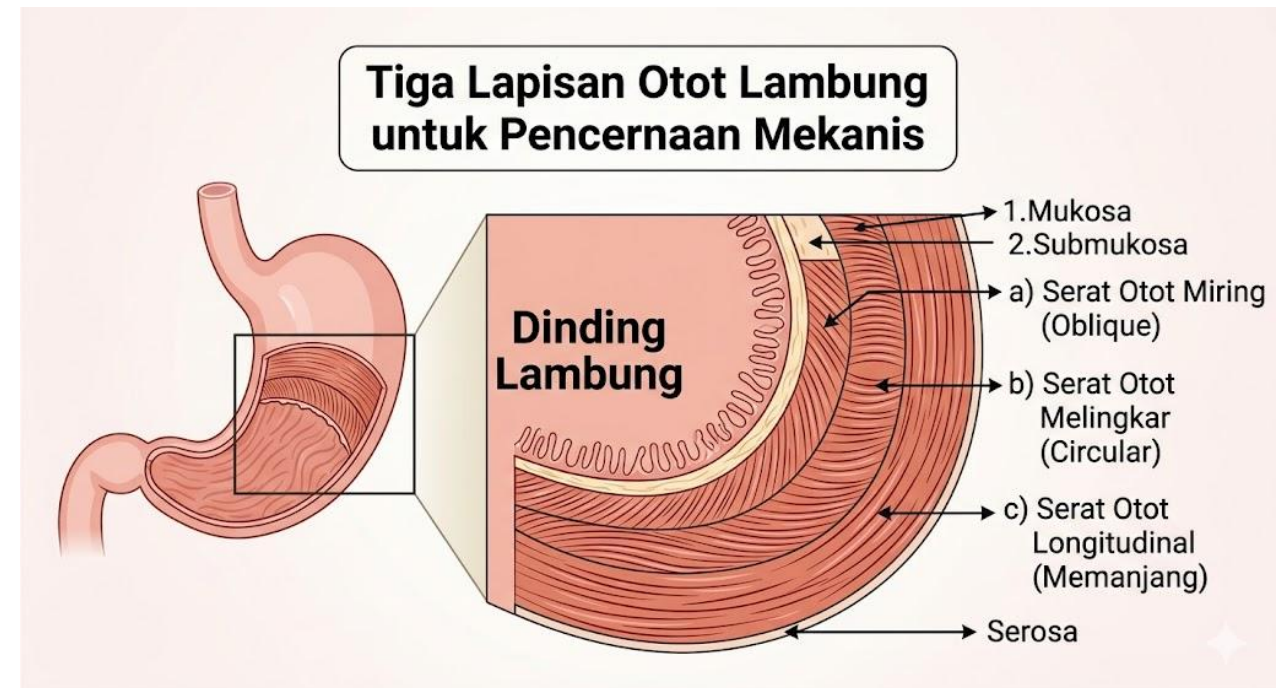
Getah Lambung

- Ketika perut kosong, mukosa (lapisan dalam) memiliki lipatan yang disebut rugae yang memungkinkan perluasan lapisan.
- Mukosa berisi kelenjar lambung yang menghasilkan cairan lambung. Cairan lambung mulai disekresi saat seseorang melihat atau mencium bau makanan, hal ini dikarenakan oleh adanya respon parasimpatis.
- Adanya makanan di lambung merangsang mukosa lambung untuk mensekresi hormon gastrin yang dapat meningkatkan sekresi getah lambung.
- Getah lambung adalah cairan yang sangat asam sebagai respons terhadap adanya atau antisipasi konsumsi makanan. Cairan ini, yang dapat berjumlah 2,4 L/hari, dapat memiliki pH serendah 1 dan memperoleh keasamannya dari asam klorida (HCl) yang disekresikan oleh kelenjar lambung.
- Fungsi sekresi lambung ini ada dua: untuk memecah makanan menjadi komponen yang lebih mudah diserap dan untuk membantu penghancuran sebagian besar bakteri yang tertelan.

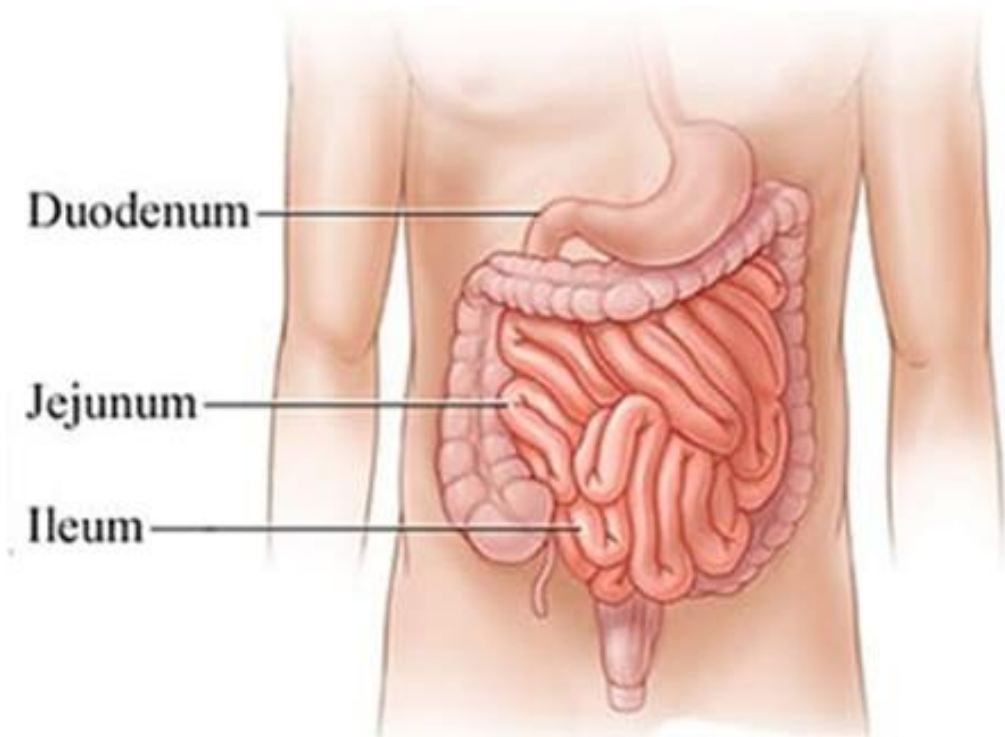


Susunan Otot Lambung

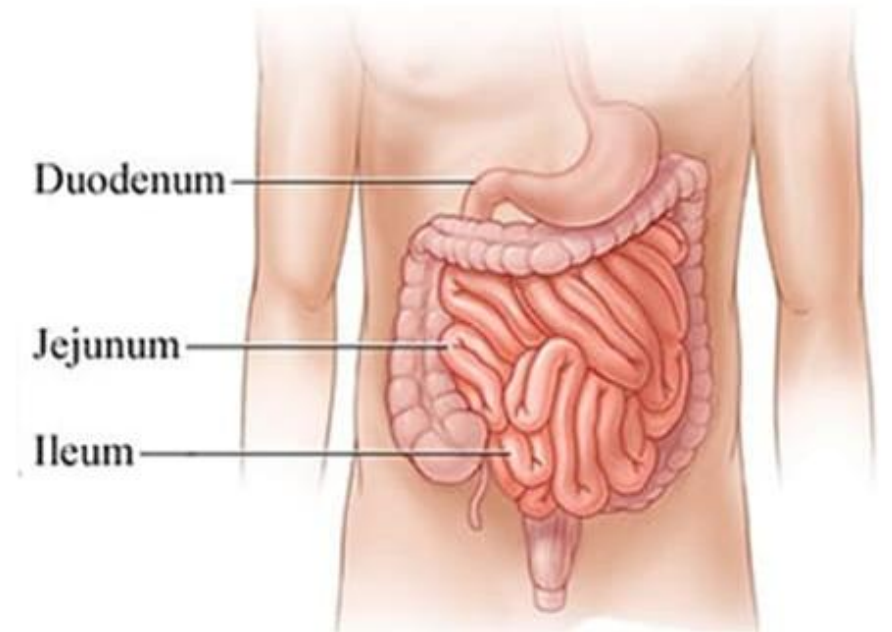
- Lambung mengandung tiga lapisan otot polos, yaitu :
 - a. Serat otot longitudinal/memanjang
 - b. Serat otot melingkar
 - c. Serat otot miring
- Lapisan otot ekstra memfasilitasi pengadukan, pencampuran dan pemecahan mekanis makanan yang terjadi di dalam perut serta mendukung perjalanan makanan selanjutnya dengan peristaltik



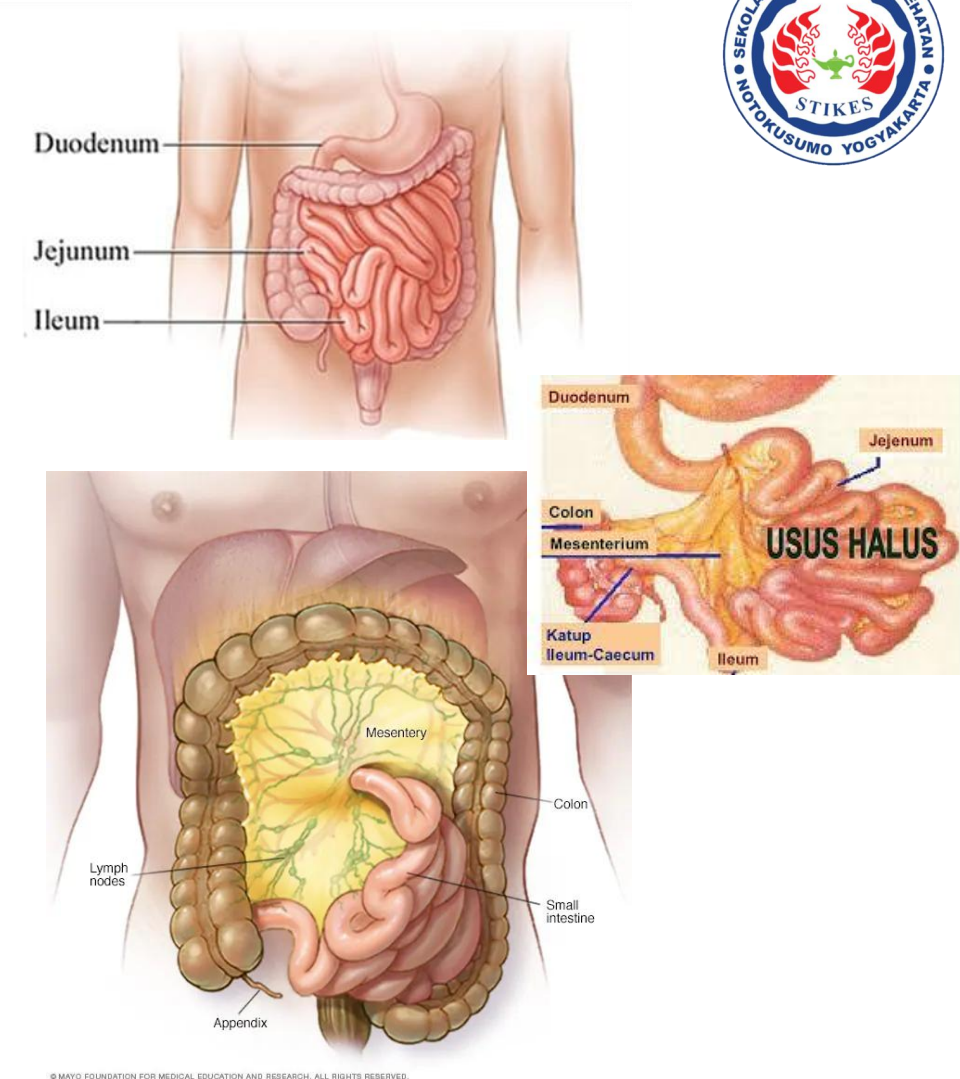
Usus Halus



- Usus halus adalah bagian dari saluran pencernaan setelah lambung, tempat **sebagian besar pencernaan dan penyerapan makanan** berlangsung.
- Pada manusia dewasa, usus halus terdiri dari sekitar 6 m pipa berdiameter 3,5 cm yang melingkar di perut
- Usus halus terdiri dari tiga bagian. Bagian pertama, yang disebut **duodenum**, terhubung ke perut. Bagian tengah adalah **jejunum**. Bagian terakhir, yang disebut **ileum**, menempel pada usus besar.

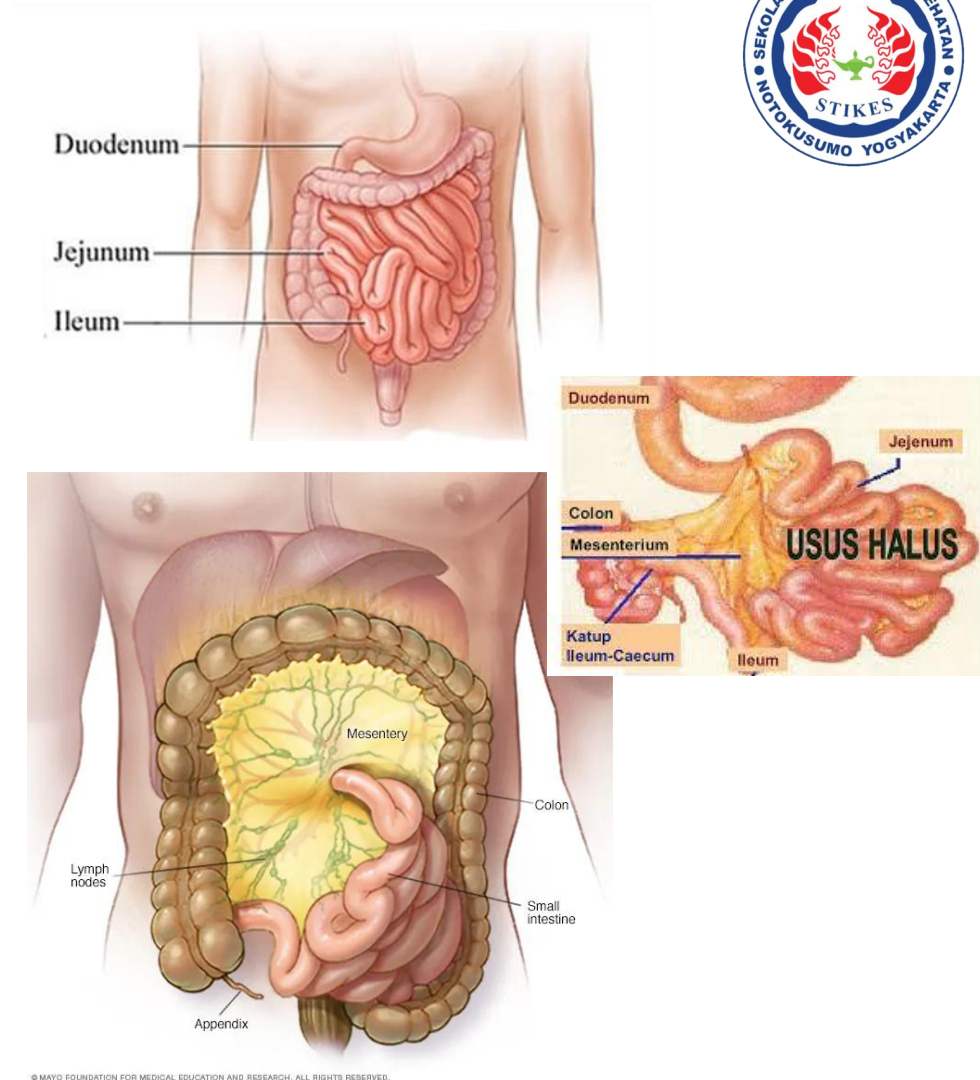


- **Duodenum** terdiri dari 25 cm pertama atau lebih. Daerah ini berbeda dari bagian usus halus lainnya karena tidak memiliki mesenterium.
- Duodenum adalah bagian pendek dari usus halus yang menghubungkannya dengan lambung. Strukturnya dibatasi oleh **sfingter pilorus** yang menandai ujung bawah lambung sebelum menuju ke bagian usus halus berikutnya, jejunum.
- Duodenum berfungsi menghubungkan lambung dengan jejunum, serta duodenum sebagian besar bertanggung jawab atas pemecahan makanan di usus kecil, menggunakan enzim. Duodenum juga mengatur kecepatan pengosongan lambung.
- Sekretin dan kolesistokinin dilepaskan dari sel-sel di epitel duodenum sebagai respons terhadap rangsangan asam dan lemak yang ada di sana ketika pilorus terbuka dan melepaskan kimus lambung ke duodenum untuk pencernaan lebih lanjut. Ini menyebabkan hati dan kandung empedu melepaskan empedu, pankreas melepaskan bikarbonat dan enzim pencernaan seperti tripsin, lipase dan amilase ke dalam duodenum sesuai kebutuhan.

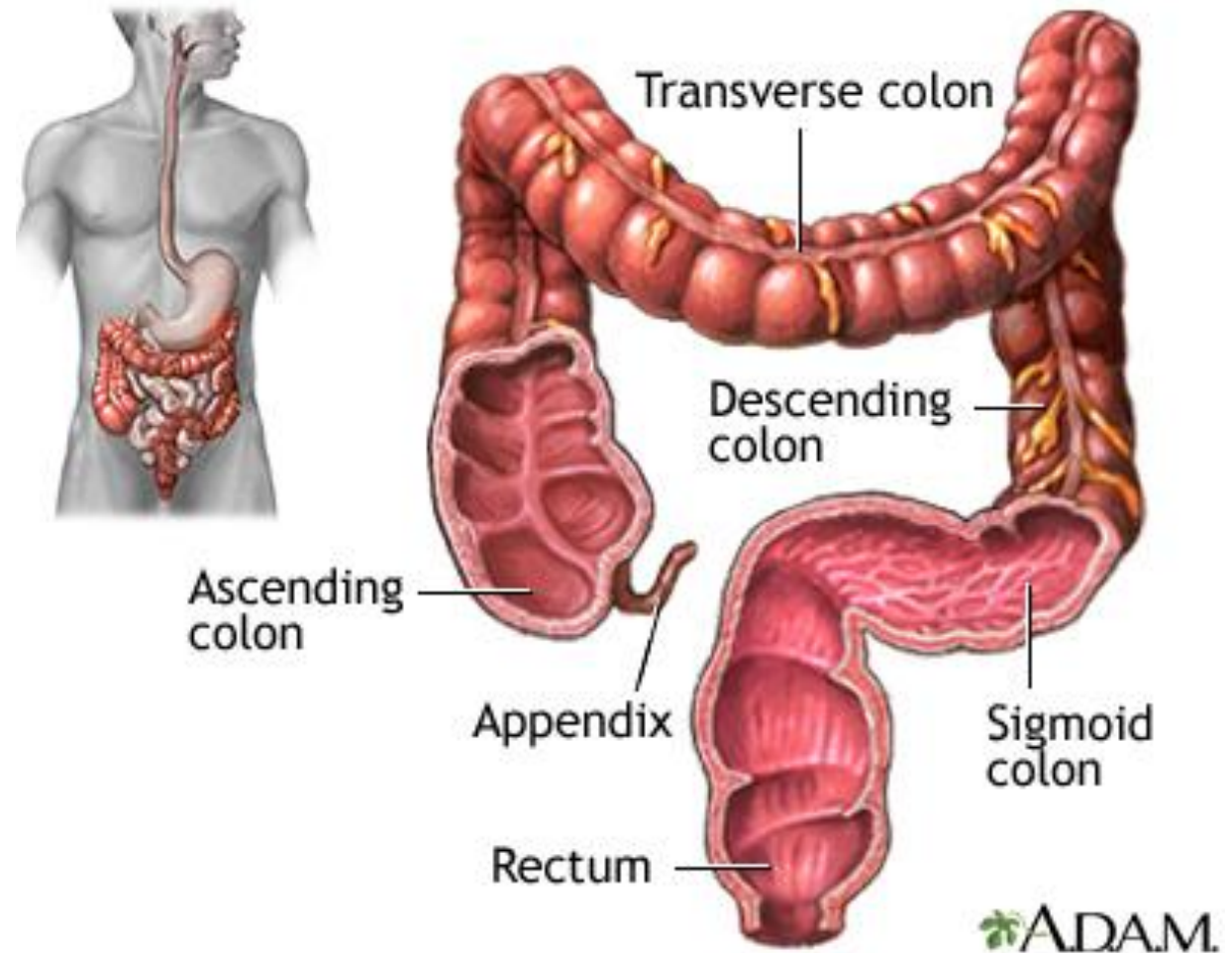


Mesenterium adalah organ tubuh manusia, yang terstruktur sebagai lipatan ganda peritoneum, berfungsi menghubungkan usus (terutama usus halus) ke dinding perut belakang. Organ ini menopang usus agar tetap di tempatnya, sekaligus jalur pembuluh darah, saraf, dan kelenjar getah bening

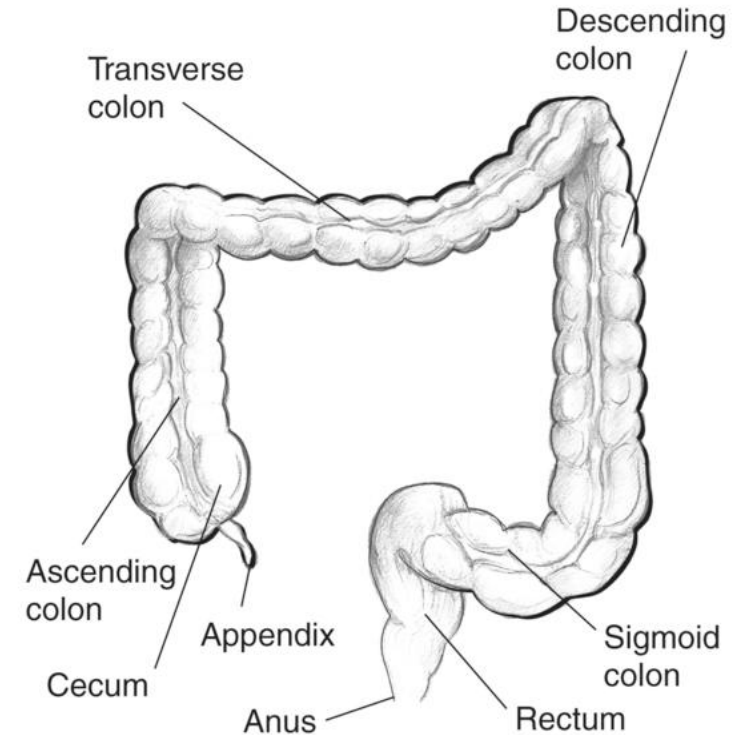
- **Jejunum** terdiri sekitar 40% (2,5 m) dari usus kecil. Tempat utama penyerapan nutrisi, termasuk karbohidrat, protein, dan lemak. Permukaan bagian dalam jejunum, selaput lendirnya, ditutupi tonjolan yang disebut vili, yang meningkatkan luas permukaan jaringan yang tersedia untuk menyerap nutrisi dari isi usus.
- **Ileum** adalah segmen terakhir dan terpanjang dari usus halus. Ileum secara khusus bertanggung jawab untuk penyerapan vitamin B12 dan reabsorpsi garam empedu terkonjugasi. Ileum panjangnya sekitar 4 meter dan memanjang dari jejunum (bagian tengah dari usus kecil) ke katup **ileocec** (pembatas dengan usus besar). Ileocec terdiri dari cincin otot polos yang menebal, yang dikenal sebagai sfingter ileocaecal, berfungsi mengurangi refluks dari usus besar.
- Ileum diikat ke dinding perut oleh mesenterium, lipatan membran serosa. Otot polos ileum lebih tipis daripada dinding bagian lain dari usus, dan kontraksi peristaltiknya lebih lambat. Lapisan ileum juga kurang permeabel dibandingkan dengan usus halus bagian atas, sekitar 90% dari garam empedu terkonjugasi dalam isi usus diserap oleh ileum.



Usus Besar (Kolon)



- Usus besar memiliki panjang kira-kira 1,5 - 1,7 meter dan lebar 5,5 cm.
- Walaupun usus besar memiliki diameter yang lebih besar dari pada usus halus, namun luas permukaan epitelnya jauh lebih kecil karena usus besar lebih pendek dari pada usus halus, **permukaannya tidak berbelit-belit, dan mukosanya tidak memiliki vili** seperti yang terdapat pada usus halus.
- Bagian posterior usus besar, terdiri dari empat bagian: **sekum, kolon, rektum dan anus**

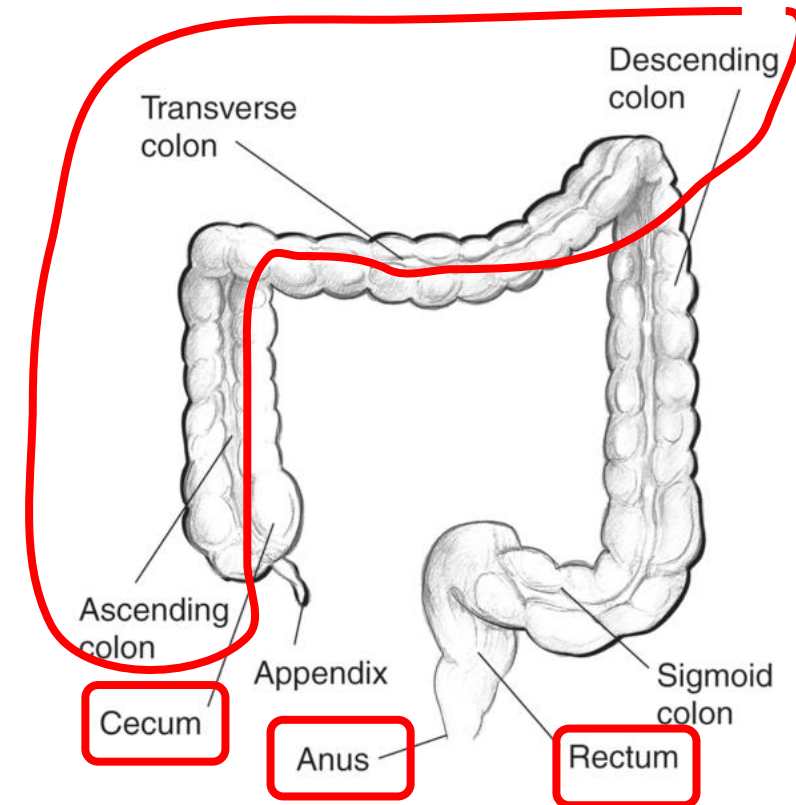


Bagian-Bagian Usus Besar

1. Sekum

Bagian pertama dari usus besar adalah sekum. Sekum dibatasi dengan ileum oleh **sphincter ileocecal**, yang terdiri dari otot polos sirkular yang dipersarafi oleh saraf simpatis. Otot sirkular berkontraksi ketika ada distensi kolon guna membatasi pergerakan isi kolon ke belakang (ke ileum) sehingga mencegah bakteri dari usus besar masuk ke usus halus.

Apendiks (usus buntu) adalah penonjolan kecil seperti jari yang memanjang dari sekum dan dapat berpartisipasi dalam fungsi kekebalan dan berfungsi sebagai reservoir (penyimpanan) bagi bakteri sehat ketika penyakit mengubah populasi bakteri di usus besar.

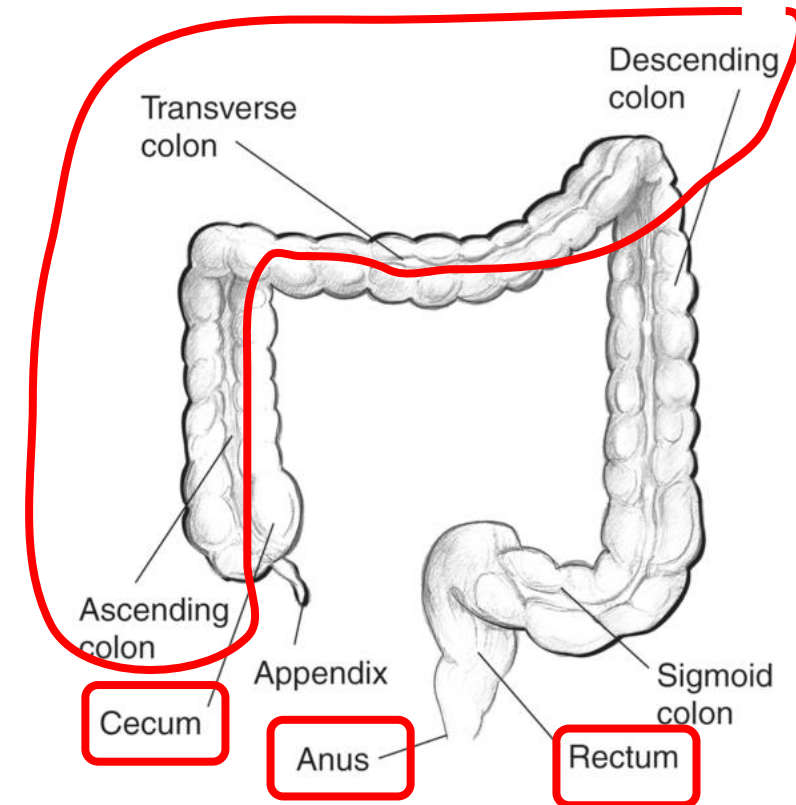


Bagian-Bagian Usus Besar

2. Kolon

Usus besar/kolon terdiri dari tiga segmen yang relatif lurus, bagian

- **asendens** : berjalan ke atas dari sekum ke arah hati kemudian melengkung tajam kekiri di fleksura hepatic
- **transversal** : lengkung usus besar yang memanjang melintasi rongga perut di depan duodenum dan lambung ke daerah limpa di mana ia membentuk fleksura limpa (splenik)
- **desendens** : melewati sisi kiri rongga perut kemudian melengkung ke arah garis tengah. Setelah memasuki panggul sejati dikenal sebagai kolon sigmoid. Kolon sigmoid menggambarkan kurva berbentuk S di panggul kemudian berlanjut ke bawah menjadi rektum.





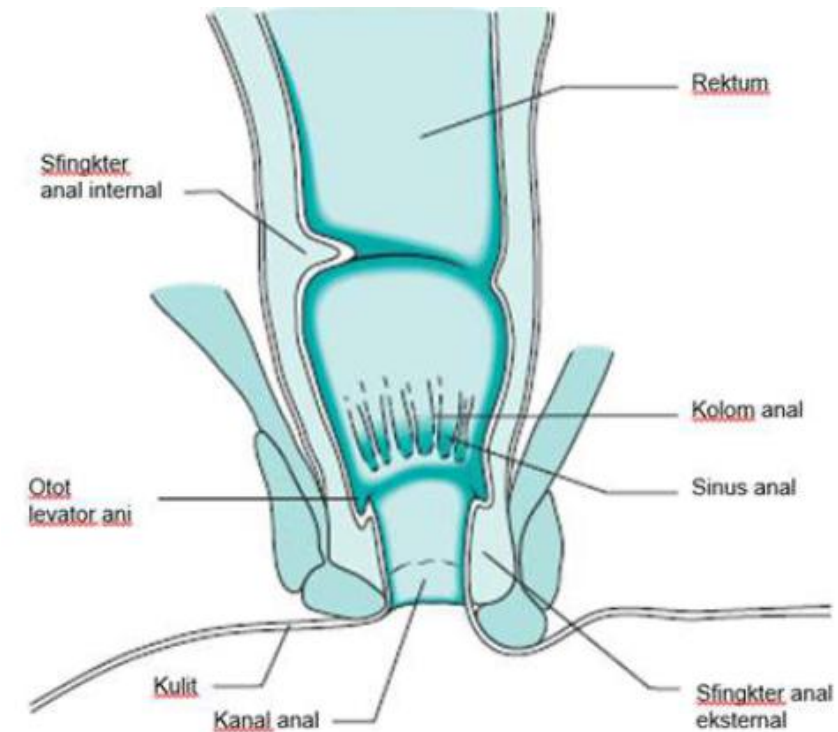
Bagian-Bagian Usus Besar

3. Rektum

Rektum adalah bagian akhir dari usus besar, berukuran sekitar 12-15 cm, yang berfungsi menampung feces sementara sebelum dikeluarkan melalui anus. Terletak di antara kolon sigmoid dan saluran anus, organ ini memicu dorongan buang air besar saat terisi penuh

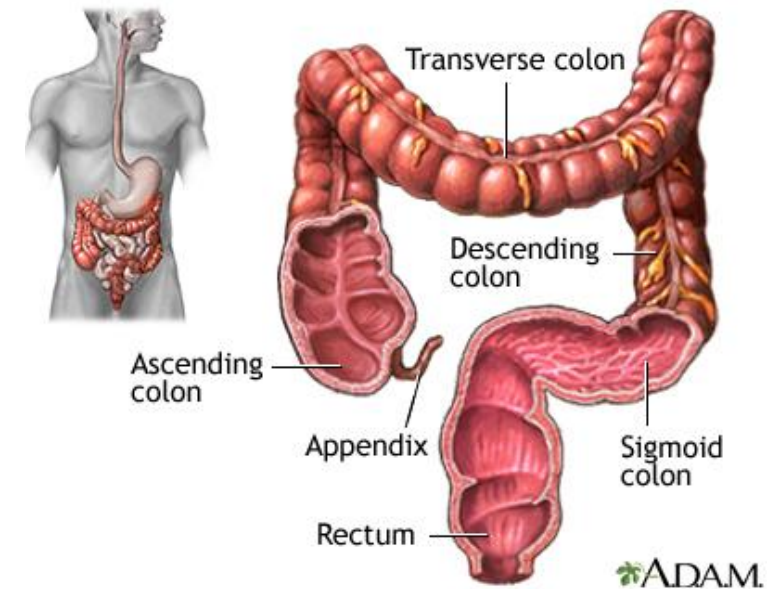
4. Anus

Kanal anus adalah bagian terminal rektum. Panjangnya sekitar 3,8 cm pada orang dewasa dan mengarah dari rektum ke luar, mulai dari area di mana rektum tiba-tiba menjadi lebih sempit. Permukaan bagian atas saluran anus memperlihatkan sejumlah lipatan vertikal, yang dikenal sebagai kolom anal. Lipatan ini relatif lebih menonjol pada anak-anak dibandingkan pada orang dewasa. Kanal anus dikelilingi oleh otot sfingter (sfingter internal dan eksternal) yang mengontrol pelepasan feces.



Fungsi Usus Besar

- 1) **Menyimpan bahan feses**
- 2) **Mengatur pelepasannya ke lingkungan eksternal**
- 3) **Menyerap air dan elektrolit dari chyme**, sehingga bahan feses menjadi lebih padat saat melewati usus besar
- 4) **Menghasilkan sekresi lendir kental yang melumasi lewatnya bahan feses** melalui itu serta menyediakan lingkungan bagi bakteri koli.
- 5) **Penyerapan.** Isi ileum yang melewati katup ileocaecal ke dalam sekum adalah cairan, meskipun sebagian air telah diserap di usus kecil. Di usus besar, penyerapan air berlanjut sampai konsistensi semipadat feses yang sudah dikenal tercapai. Garam mineral, vitamin dan beberapa obat juga diserap ke dalam kapiler darah dari usus besar.





Gerakan Massa

Usus besar tidak menunjukkan gerakan peristaltik seperti yang terlihat di bagian lain dari saluran pencernaan. Hanya pada interval yang cukup lama (sekitar dua kali satu jam) gelombang peristaltik yang kuat menyapu sepanjang kolon transversum memaksa isinya ke kolon desendens dan sigmoid. Ini dikenal sebagai **gerakan massa** dan sering dipicu oleh masuknya makanan ke dalam perut. Kombinasi stimulus dan respons ini disebut **refleks gastrokolik**.



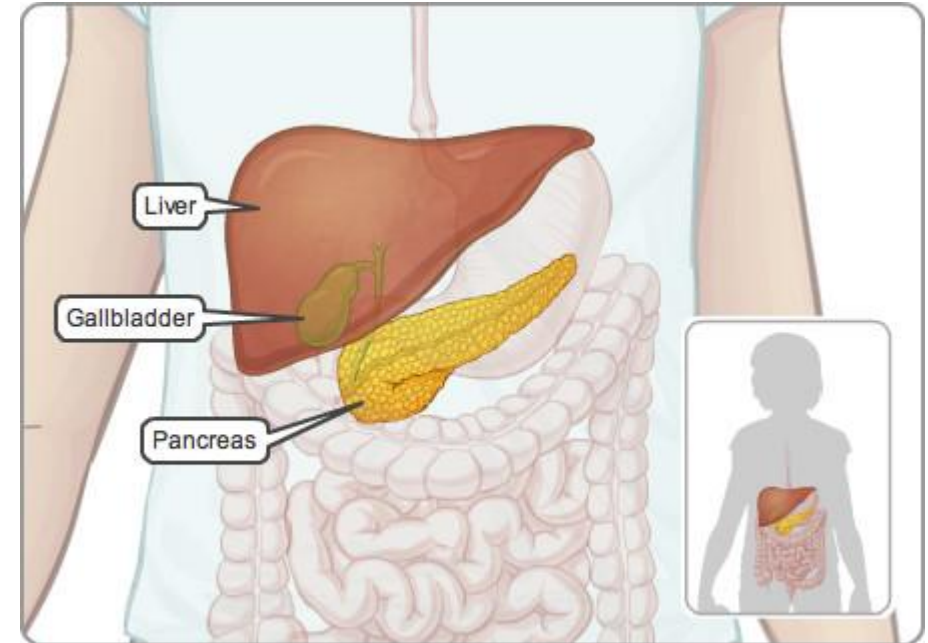
Defekasi

- Biasanya rektum kosong, baru terisi ketika gerakan massa memaksa isi kolon sigmoid turun ke rektum.
- Ketika feses masuk ke dalam rektum, dinding rektum akan meregang dan memicu serangkaian gerakan otomatis (involunter):
 - a. Kontraksi Otot Rektum:** Otot-otot di dinding rektum berkontraksi untuk mendorong feses ke bawah.
 - b. Relaksasi Sfingter Ani Internus:** Otot polos pada katup anus bagian dalam akan terbuka secara otomatis.

Pada bayi, proses ini langsung berlanjut hingga keluar. Namun, pada orang dewasa atau anak yang sudah terlatih (usia 2-3 tahun atau yg sdh diajarkan *toilet training*), otak bisa mengirim sinyal untuk tetap mengontraksikan **sfingter ani eksternus** (otot lurik/volunter) guna menahan defekasi sampai menemukan tempat yang tepat.
- Ketika defekasi ditunda secara sukarela, perasaan kenyang dan kebutuhan untuk defekasi cenderung memudar sampai gerakan massa berikutnya terjadi dan refleks dimulai lagi. Penekanan refleks yang berulang dapat menyebabkan konstipasi.

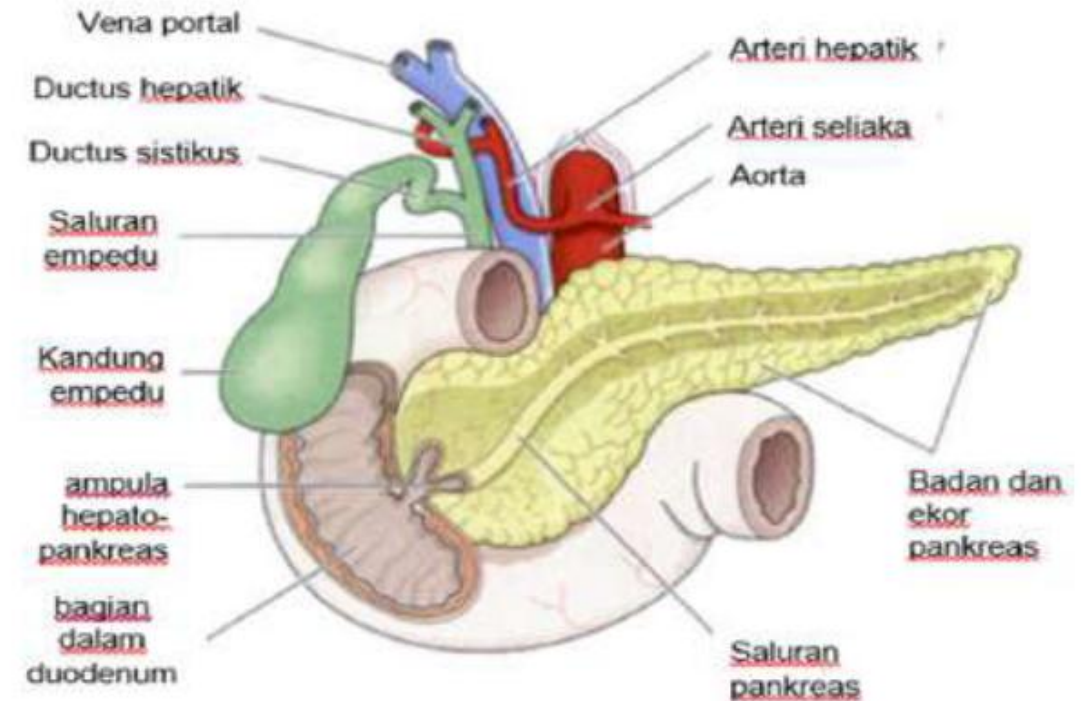
Organ Aksesori

Organ aksesori menghasilkan atau menyimpan sekresi pencernaan dan bukan tempat proses pencernaan, yaitu : **pankreas, hati dan kantung empedu.**



Pankreas

- Pankreas adalah kelenjar memanjang berbentuk ikan sepanjang 6 sampai 8 inci yang terletak di rongga perut. Dinding pankreas memiliki tebal 2,5 cm
- Pankreas dibagi menjadi tiga bagian, yaitu: **kepala, tubuh dan ekor.**
- **Kepala** adalah bagian yang diperluas yang terletak berdekatan dengan daerah berbentuk C dari duodenum yang melekat erat oleh jaringan ikat. Kepala pankreas berada di sisi kanan perut dan terhubung ke duodenum (bagian pertama dari usus kecil) melalui tabung kecil yang disebut saluran pankreas.
- Tubuh dan ekor memanjang melintasi garis tengah menuju hilus limpa.
- **Saluran pankreas (duktus Wirsung)** memanjang melalui sumbu panjang kelenjar ke duodenum.



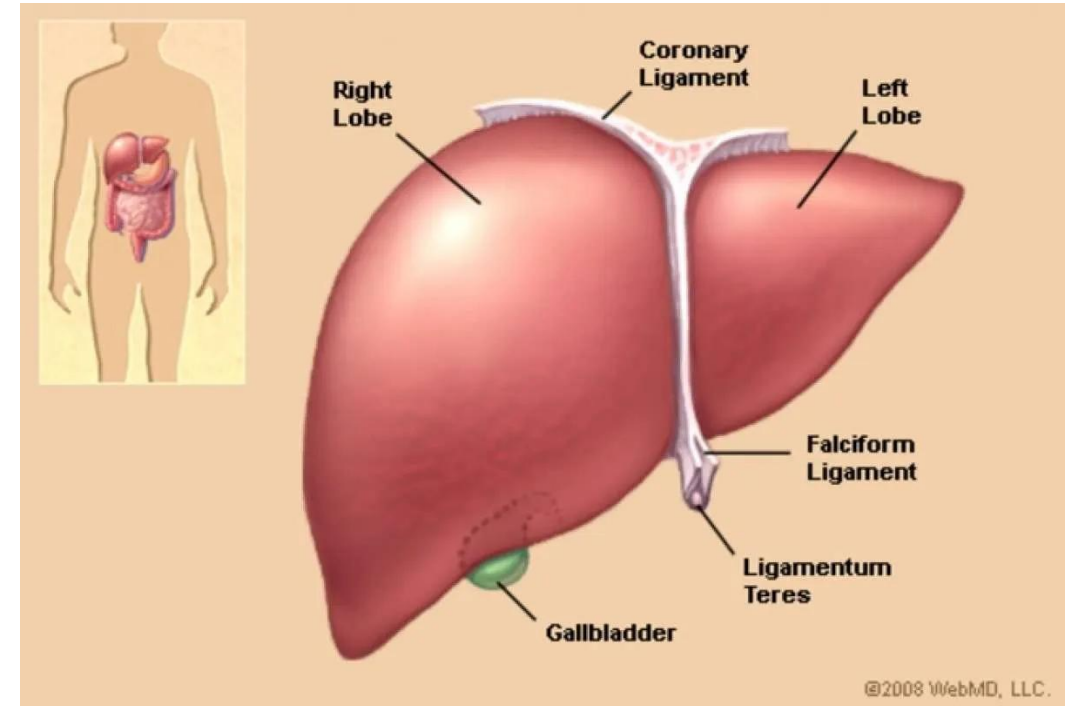


Fungsi Pankreas

- Pankreas memiliki dua fungsi utama : **eksokrin untuk pencernaan dan endokrin untuk metabolisme**.
- Bagian eksokrin pankreas terdiri dari **sel-sel asini** yang memproduksi getah pankreas yang kemudian disalurkan ke usus halus (duodenum), yaitu :
 1. **Enzim Amilase**: Memecah karbohidrat (pati) menjadi gula sederhana (maltosa).
 2. **Enzim Lipase**: Memecah lemak trigliserid teremulsi menjadi asam lemak dan gliserol
 3. **Enzim Tripsin & Kimotripsin**: Memecah protein menjadi asam amino.
 4. **Bikarbonat**: Menetralkan asam lambung yang masuk ke usus halus agar enzim dapat bekerja optimal
- Bagian endokrin (**pulau Langerhans**) melepaskan hormon langsung ke dalam aliran darah untuk menjaga keseimbangan gula darah, yaitu :
 1. **Insulin**: Dihasilkan oleh sel beta untuk menurunkan kadar gula darah dengan membantu sel menyerap glukosa.
 2. **Glukagon**: Dihasilkan oleh sel alfa untuk meningkatkan kadar gula darah saat terlalu rendah dengan merangsang hati melepaskan glukosa

Hati

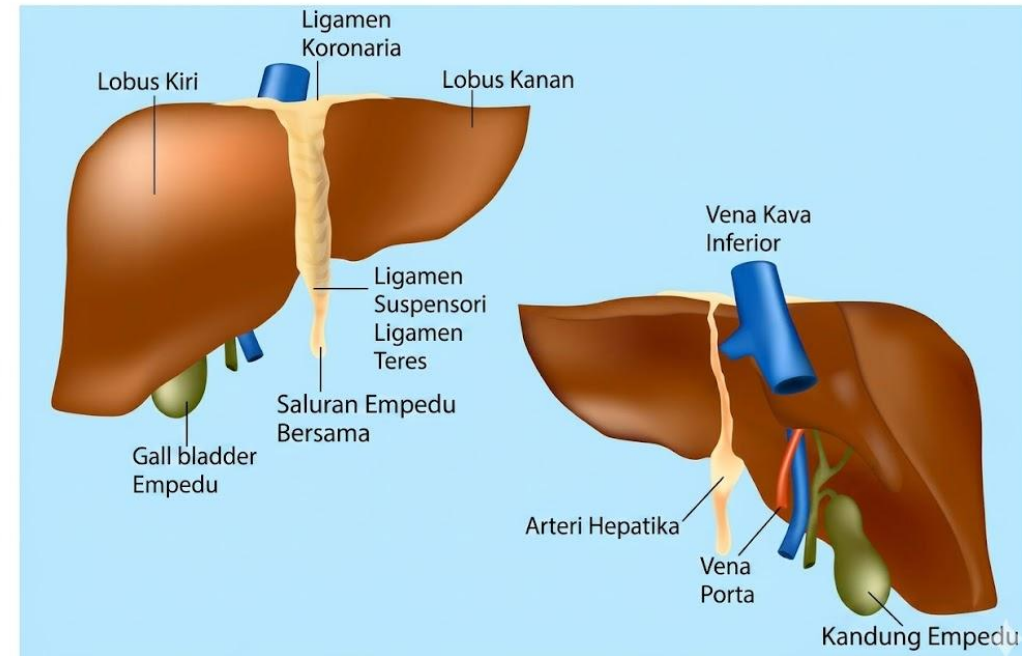
- Hati adalah organ tunggal terbesar dalam tubuh dengan berat antara 1 dan 2,3 kg. Pada orang dewasa sekitar 2,5% dari berat badan, pada bayi secara proporsional jauh lebih besar dibandingkan berat tubuh totalnya, menunjukkan perannya yang krusial sejak dini.
- Hati terletak di bagian atas rongga perut, terletak di kuadran kanan atas perut, memiliki lobus kanan yang besar dan lobus kiri yang lebih kecil.



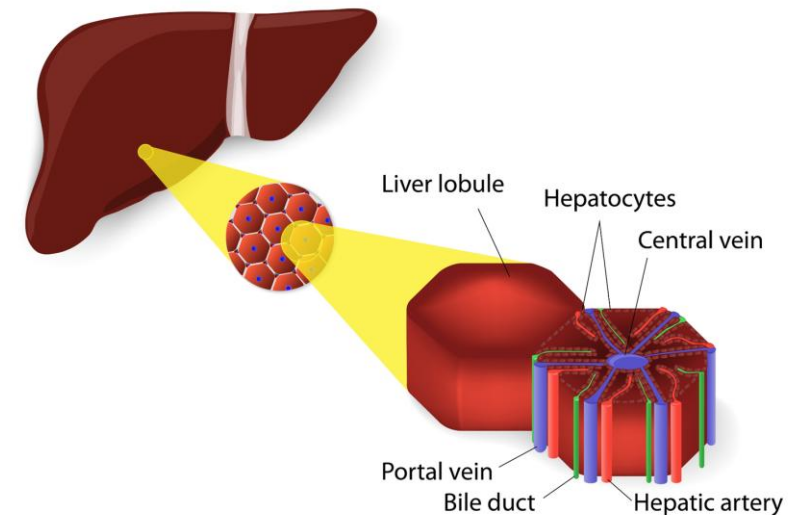


Hati

- Hati terdiri dari dua lobus besar, kanan dan kiri.
- Unit struktural hati adalah **lobulus hati**, kolom sel hati (hepatosit) kira-kira berbentuk segi enam.
- Di antara lobulus yang berdekatan terdapat cabang dari arteri hepatis dan vena portal.
- Kapiler lobulus adalah **sinusoid**, pembuluh besar dan sangat permeabel di antara deretan sel hati. Sinusoid menerima darah dari arteri hepatis dan vena portal. **Arteri hepatis membawa darah beroksigen, dan vena portal membawa darah dari organ pencernaan dan limpa (kaya nutrisi).** dan dengan campuran darah inilah sel-sel hati menjalankan fungsinya.
- Saat darah melewati celah sinusoid, hepatosit menyerap nutrisi, menyaring racun, dan menyimpan vitamin. **Sel Kupffer** (makrofag khusus di hati) menghancurkan bakteri atau sel darah merah yang sudah tua.
- Setiap lobulus memiliki vena sentralis. Setelah bersih, darah terkumpul di vena sentralis. Vena sentral dari semua lobulus bersatu untuk membentuk vena hepatis, yang membawa darah keluar dari hati ke vena cava inferior

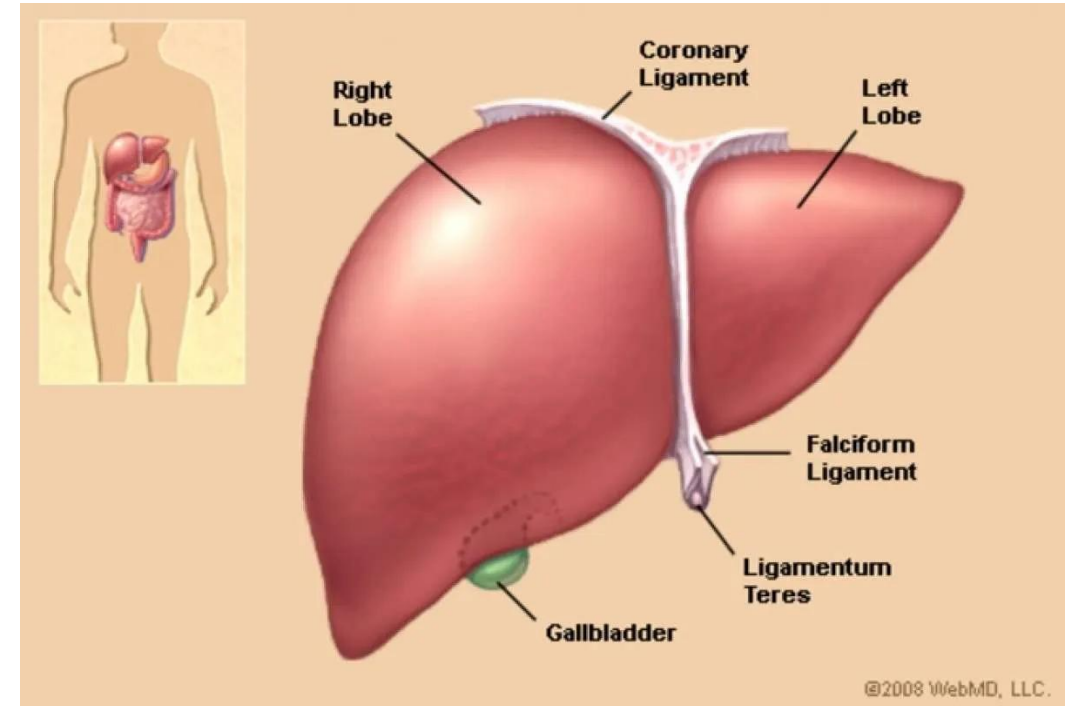


STRUCTURE OF LIVER LOBULE



Aliran Darah di Hati

- Hati merupakan salah satu organ yang paling vaskular, menyaring 1.500 mL darah per menit.
- Hati menerima darah teroksigenasi melalui arteri hepatik. Melalui vena portal, darah dari organ pencernaan perut dan limpa dibawa ke hati sebelum dikembalikan ke jantung. Aliran darah ini memungkinkan hati untuk mengatur kadar nutrisi dalam darah atau untuk menghilangkan zat beracun seperti alkohol dari darah sebelum dikembalikan ke seluruh tubuh.





Fungsi Hati

Dalam sistem pencernaan, peran hati dan lobulus dapat diringkas menjadi tiga fungsi utama:

1. Produksi Cairan Empedu

Hepatosit di dalam lobulus terus-menerus memproduksi empedu. Cairan ini kemudian disimpan di dalam kandung empedu sebelum dilepaskan ke usus halus.

Fungsi Empedu bertindak sebagai deterjen yang melakukan emulsifikasi lemak, yaitu memecah gumpalan lemak besar menjadi butiran kecil agar enzim pencernaan (lipase) bisa bekerja dengan efektif.

2. Metabolisme Nutrisi (Setelah Penyerapan)

Setelah makanan dicerna di lambung dan usus halus, nutrisi diserap ke dalam aliran darah melalui Vena Porta. Darah ini langsung menuju lobulus hati sebelum disebarkan ke seluruh tubuh.

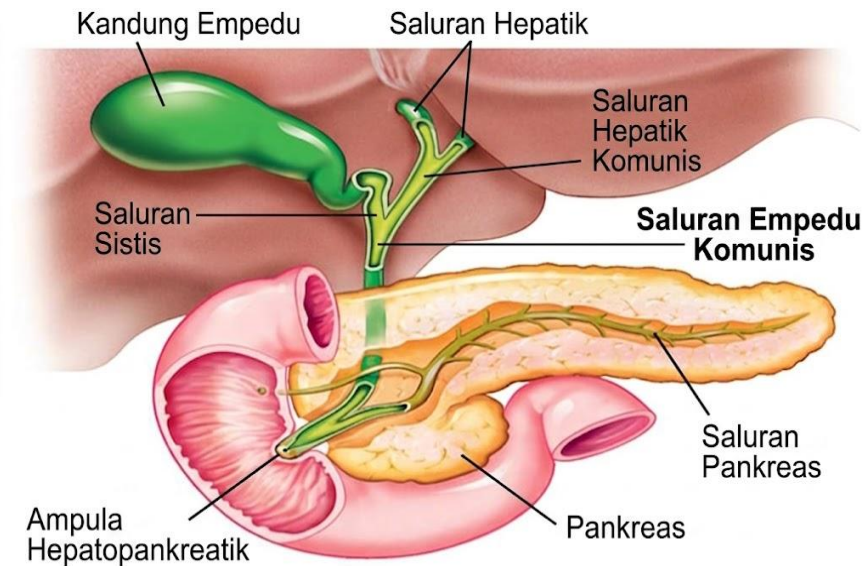
- Karbohidrat: Hati mengubah glukosa menjadi glikogen untuk disimpan, atau memecah glikogen saat tubuh butuh energi.
- Protein: Hati mensintesis protein darah (seperti albumin) dan mengubah sisa metabolisme protein yang beracun (amonia) menjadi urea untuk dibuang oleh ginjal.

3. Detoksifikasi dan Penyaringan

Hati berfungsi sebagai penyaring pertama bagi zat-zat berbahaya yang mungkin ikut tertelan dalam makanan (seperti pengawet, obat-obatan, atau alkohol). Sel Kupffer di dalam lobulus hati bertugas "memakan" bakteri atau benda asing yang masuk ke sistem pencernaan.

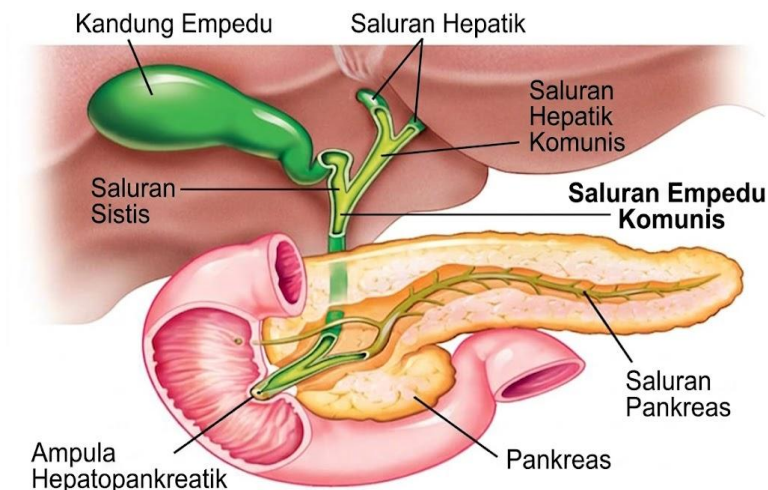
Kantung Empedu

- Kandung empedu adalah kantung otot kecil berwarna hijau yang terletak di posterior hati. Berfungsi **menampung dan mengonsentrasikan empedu** sampai dibutuhkan untuk pencernaan.
- Mukosa kandung empedu, seperti rugae lambung, mengandung lipatan yang memungkinkan kandung empedu meregang untuk menampung volume empedu yang bervariasi.
- Saat makanan berlemak yang dicerna masuk ke duodenum, mukosa duodenum mensekresi hormon kolesistokinin yang berfungsi untuk merangsang kontraksi otot polos dinding kandung empedu.
- Ketika dinding otot polos kandung empedu berkontraksi, empedu dikeluarkan ke duktus sistikus dan turun ke duktus biliaris komunis sebelum memasuki duodenum melalui ampula hepatopankreatik.



Alur Aliran Empedu

1. **Kanalikuli Empedu:** Hepatosit menyekresikan empedu ke dalam saluran mikroskopis di antara sel-sel mereka yang disebut kanalikuli empedu.
2. **Duktus Hepatika (Hepatic Ducts):** Kanalikuli ini bergabung membentuk saluran yang lebih besar, dan akhirnya keluar dari hati sebagai **Duktus Hepatika Kanan** dan **Duktus Hepatika Kiri**. Kedua saluran ini bergabung menjadi **Duktus Hepatika Komunis (Common Hepatic Duct)**.
3. **Kandung Empedu & Duktus Sistikus:** Ketika kita sedang tidak makan, duktus hepatica komunis membawa empedu ke **Duktus Sistikus** untuk disimpan dan dikonsentrasikan di dalam **Kandung Empedu**.
4. **Duktus Biliaris Komunis (Common Bile Duct):** Saat makanan (terutama yang berlemak) masuk ke duodenum (usus dua belas jari), kandung empedu berkontraksi. Empedu mengalir kembali melalui duktus sistikus dan bergabung dengan duktus hepatica komunis untuk membentuk **Duktus Biliaris Komunis**.
5. **Ampula Hepatopankreatik (Ampulla of Vater):** Duktus biliaris komunis kemudian bergabung dengan saluran dari pankreas (duktus pankreatikus) di titik pertemuan yang disebut **Ampula Hepatopankreatik**.
6. **Sfinkter Oddi:** Aliran masuk ke duodenum dikontrol oleh otot melingkar yang disebut **Sfinkter Oddi**. Saat sfinkter ini relaksasi, empedu dan cairan pankreas masuk ke duodenum bersama-sama untuk membantu pencernaan.





TERIMA KASIH

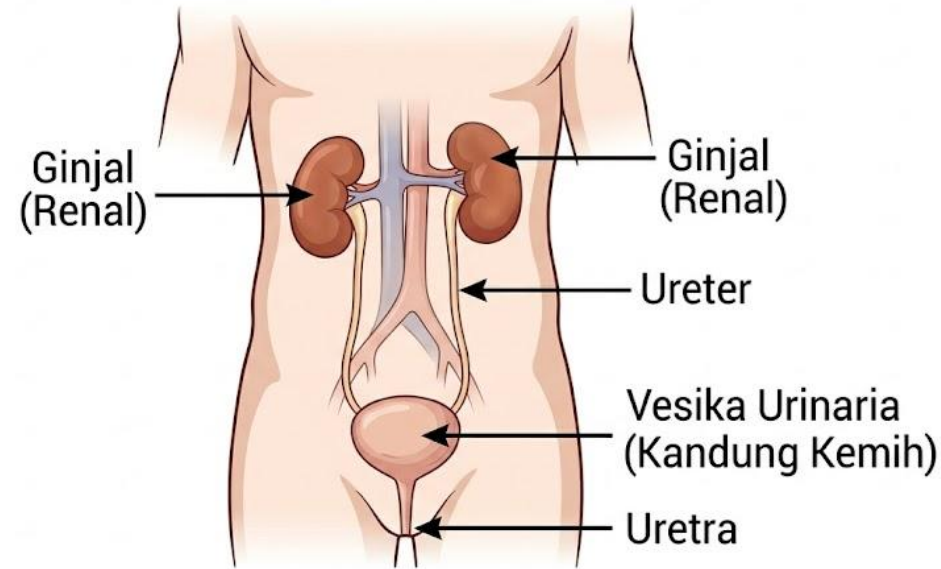


SISTEM URINARIA

apt. Muthi'ah Rasyidah, M.Pharm.Sci

- Sistem perkemihan/urinaria merupakan suatu sistem di mana terjadinya proses penyaringan darah sehingga darah bebas dari zat-zat yang yang tidak dipergunakan oleh tubuh dan menyerap zat-zat yang masih dipergunakan oleh tubuh.
- Zat-zat yang tidak dipergunakan lagi oleh tubuh larut dalam air dan dikeluarkan berupa urin (air kemih)
- Tujuan sistem urinaria adalah **mempertahankan keseimbangan internal atau homeostatis, meliputi :**
 1. Membuang produk-produk yang tidak dibutuhkan (ekskresi dan eliminasi sisa-sisa metabolisme tubuh)
 2. Sebagai regulator volume darah dan tekanan darah dengan mengeluarkan sejumlah cairan ke dalam urine dan melepaskan hormone eritropoetin dan renin.
 3. Sebagai regulator konsentrasi plasma dari beberapa ion, yaitu: sodium, potassium, klorida dan mengontrol jumlah kehilangan ion-ion lainnya ke dalam urine, serta menjaga batas ion kalsium melalui sintesis kolesterol
 4. Sebagai stabilisator pH darah melalui kontrol jumlah pengeluaran hidrogen dan ion bikarbonat ke dalam urine
 5. Sebagai detoksiviktor racun bersama organ hepar pada proses deaminasi asam amino selama kelaparan sehingga mencegah kerusakan jaringan

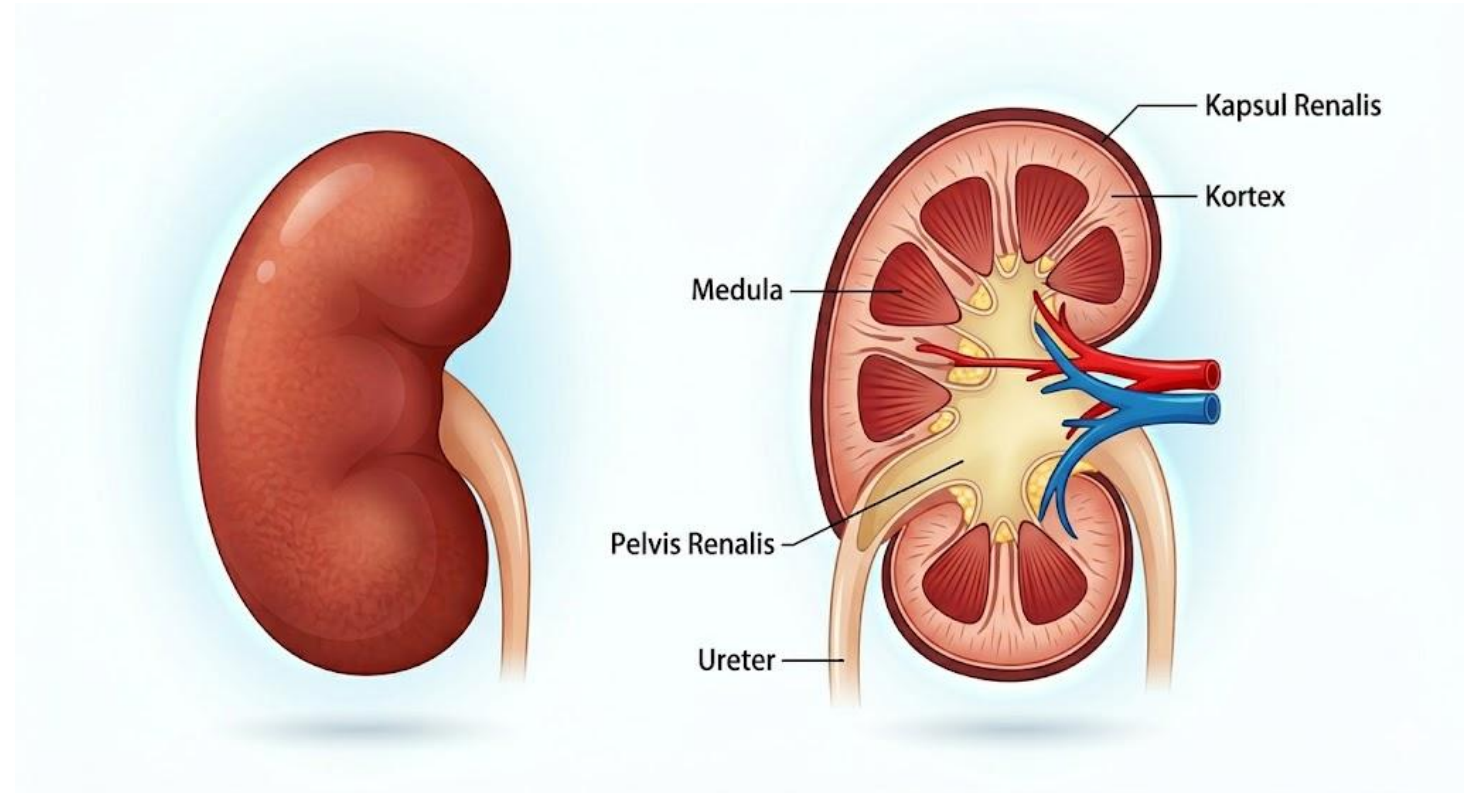
SISTEM URINARIA MANUSIA



Susunan sistem urinaria terdiri dari:

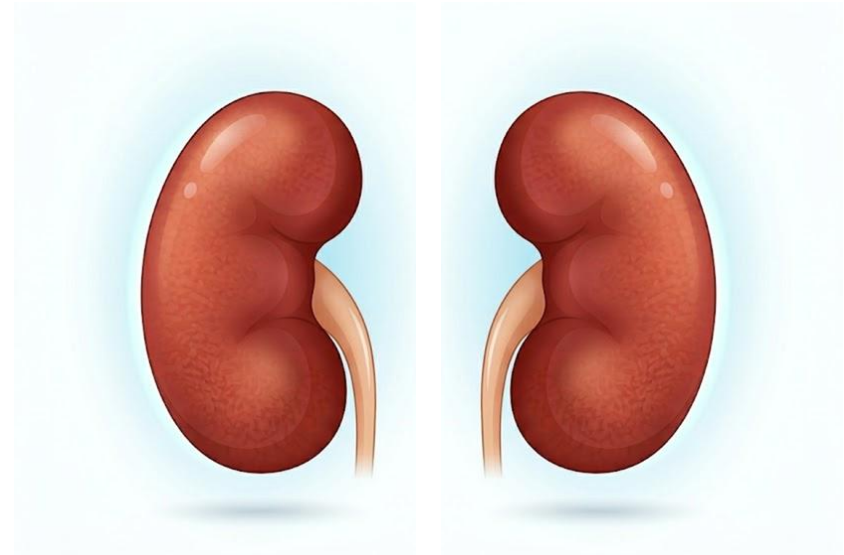
1. dua ginjal (renal) yang menghasilkan urin
2. dua ureter yang membawa urin dari ginjal ke vesika urinaria (kandung kemih)
3. satu vesika urinaria (VU), tempat urin dikumpulkan
4. satu uretra, untuk membawa urin dari vesika urinaria keluar tubuh

Ginjal



Ginjal

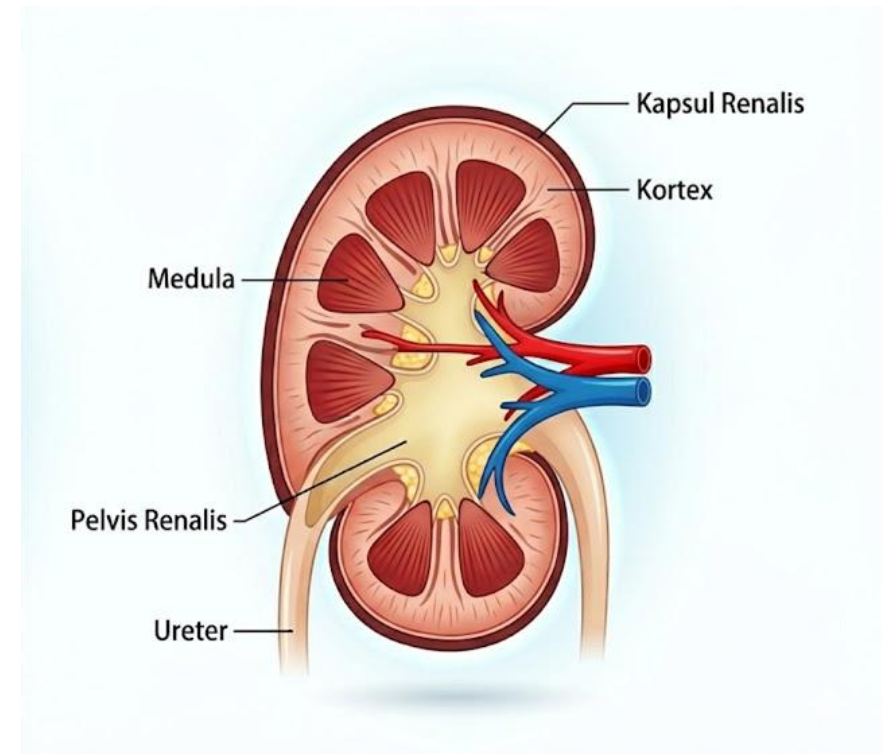
- Bentuknya seperti biji buah kacang merah, jumlahnya ada 2 buah yang terletak pada bagian kanan dan kiri, ginjal kiri lebih besar dari pada ginjal kanan.
- Ginjal orang dewasa berbobot ± 200 gram.
- Pada umumnya ginjal laki-laki lebih panjang dari pada ginjal perempuan.



Struktur Makroskopis Ginjal

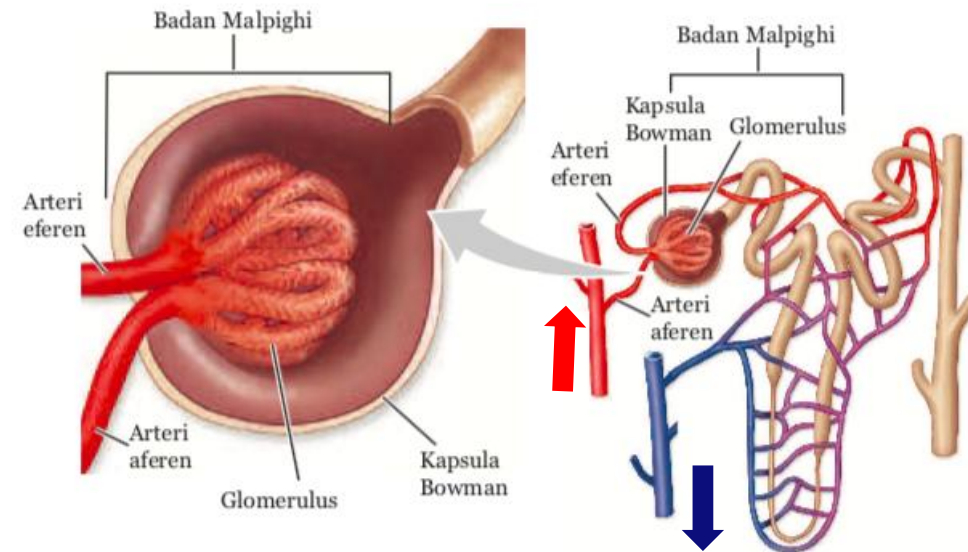
Secara anatomis ginjal terbagi menjadi beberapa bagian, yaitu :

1. Bagian kulit (korteks)
2. Sumsum ginjal (medula)
3. Bagian rongga ginjal (pelvis renalis)



Kulit Ginjal (Korteks)

- Pada kulit ginjal terdapat bagian yang bertugas melaksanakan penyaringan darah yang disebut **nefron**.
- Pada tempat penyaringan darah ini banyak mengandung kapiler darah yang tersusun bergumpal-gumpal disebut **glomerulus**. Pipa glomerulus dikelilingi oleh **simpai bowman**, dan gabungan antara glomerulus dengan simpai bowman disebut **badan malpighi**.
- Penyaringan darah terjadi pada badan malpighi, yaitu diantara glomerulus dan simpai bowman. Zat-zat yang terlarut dalam darah akan masuk ke dalam simpai bowman. Dari sini maka zat-zat tersebut akan menuju ke pembuluh yang merupakan lanjutan dari simpai bowman yang terdapat di dalam sumsum ginjal (medula).

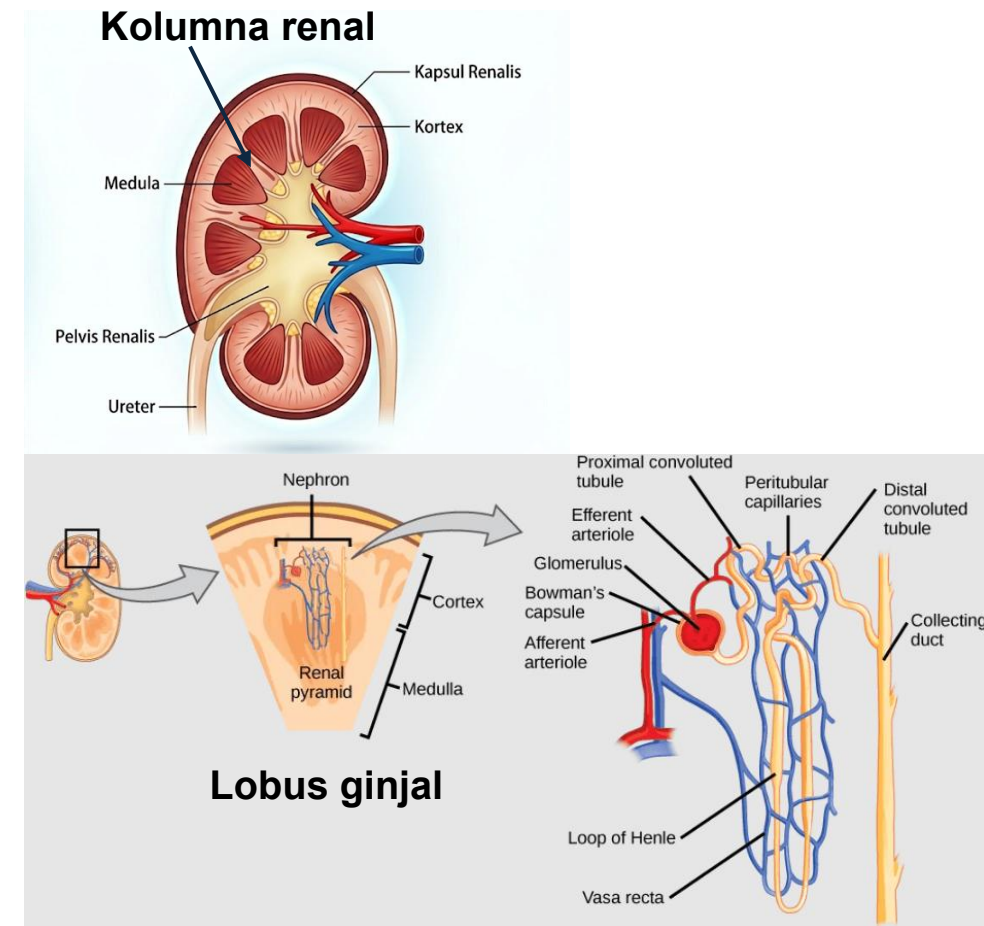


Sumber: Longenbaker, 2011



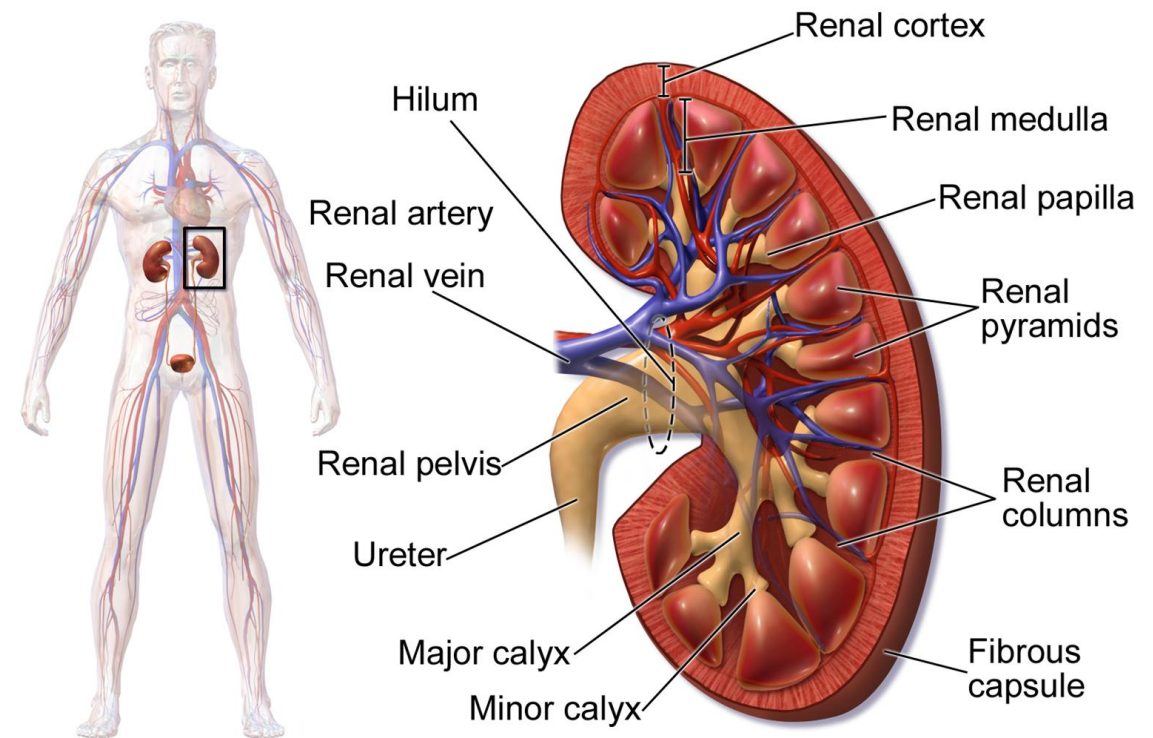
Sumsum Ginjal (Medula)

- Sumsum ginjal terdiri dari beberapa badan berbentuk kerucut yang disebut **piramid renal**. Dengan dasarnya menghadap korteks dan puncaknya disebut apeks atau papila renis, mengarah ke bagian dalam ginjal.
- Satu piramid dengan jaringan korteks di dalamnya disebut **lobus ginjal**. Piramid antara 8 hingga 18 buah tampak bergaris-garis karena terdiri atas berkas saluran paralel (tubulus dan duktus koligentes/tubulus kolektifus).
- Diantara piramid terdapat jaringan korteks yang disebut dengan **kolumna renal**. Pada bagian ini berkumpul ribuan pembuluh halus yang merupakan lanjutan dari simpai bowman. Di dalam pembuluh halus ini terangkut urine yang merupakan hasil penyaringan darah dalam badan malphigi.



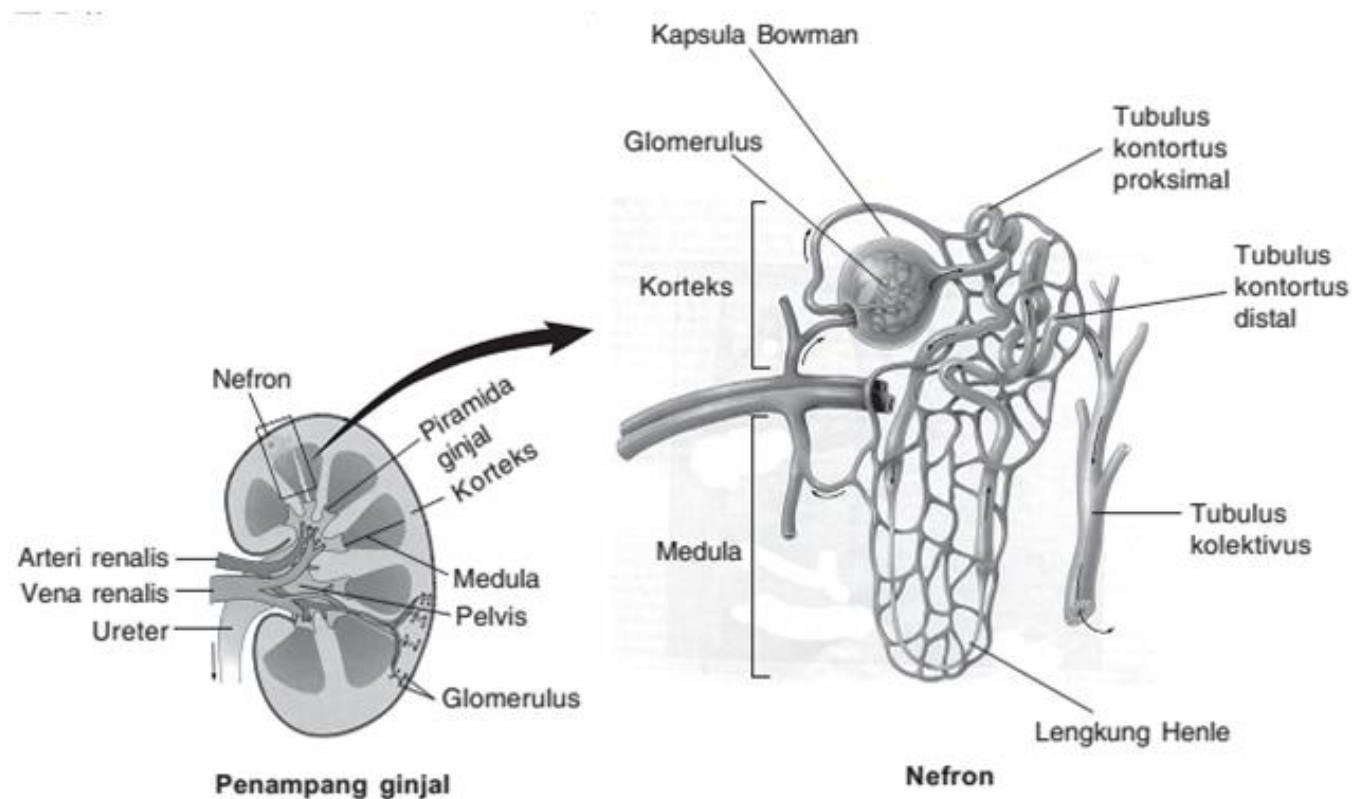
Rongga Ginjal (Pelvis Renalis)

- Pelvis renalis adalah ujung ureter yang berpangkal di ginjal, berbentuk corong lebar.
- Sebelum berbatasan dengan jaringan ginjal, pelvis renalis bercabang dua atau tiga disebut **kaliks mayor**, yang masing-masing bercabang membentuk beberapa **kaliks minor** yang langsung menutupi papila renis (puncak piramid). Kaliks minor ini menampung urin yang terus keluar dari papila.
- **Urutan penampungan urin :**
Kaliks minor → kaliks mayor → pelvis renalis → ureter → kandung kemih (vesika urinaria).



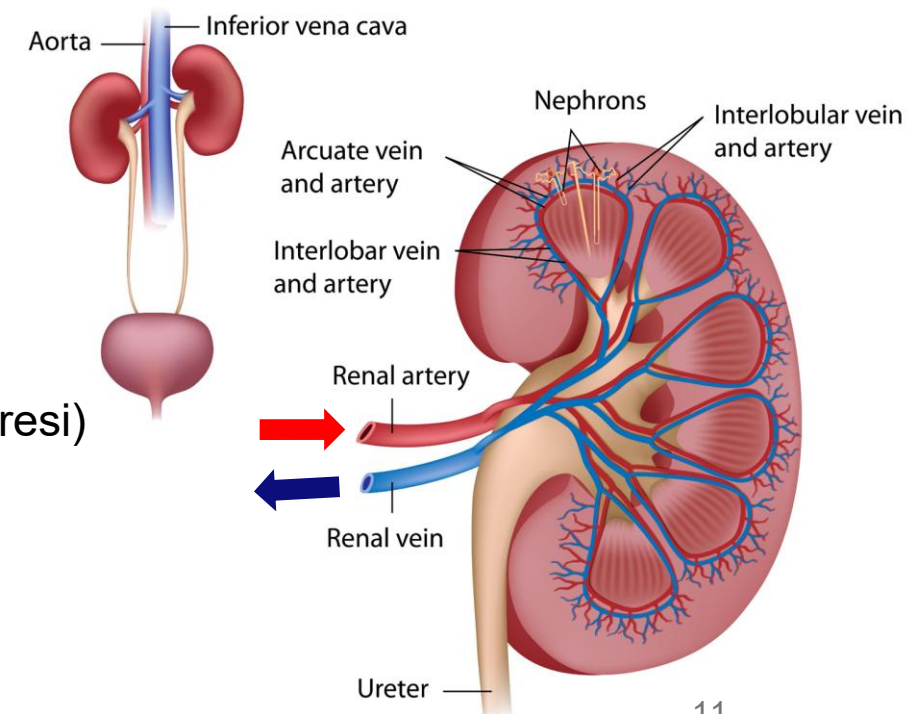
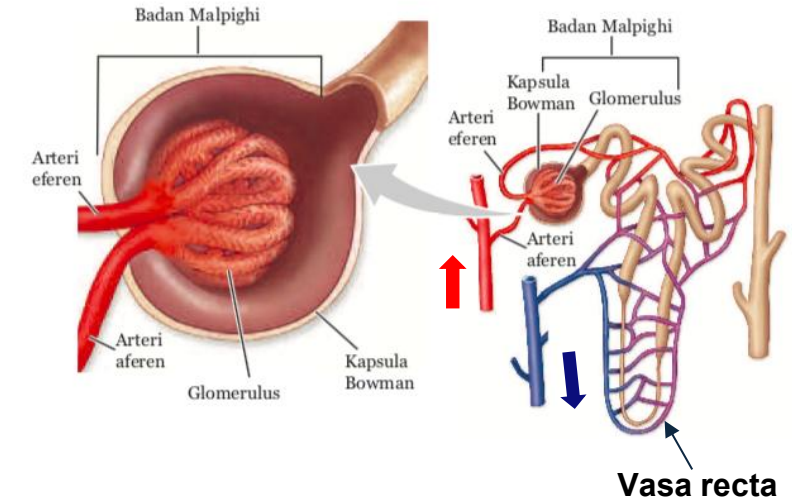
Struktur Mikroskopis Ginjal

- Satuan struktural dan fungsional ginjal yang terkecil disebut nefron.
- Tiap-tiap nefron terdiri atas komponen **vaskuler** dan **tubuler**.
 - a. **Komponen vaskuler** : pembuluh-pembuluh darah yaitu glomerulus dan kapiler peritubuler mengitari tubuli.
 - b. **Komponen tubular** : kapsul bowman, serta tubulus-tubulus, yaitu tubulus kontortus proksimal, tubulus kontortus distal, tubulus pengumpul/kolektifus dan lengkung Henle yang terdapat pada medula.



Vaskularisasi Ginjal

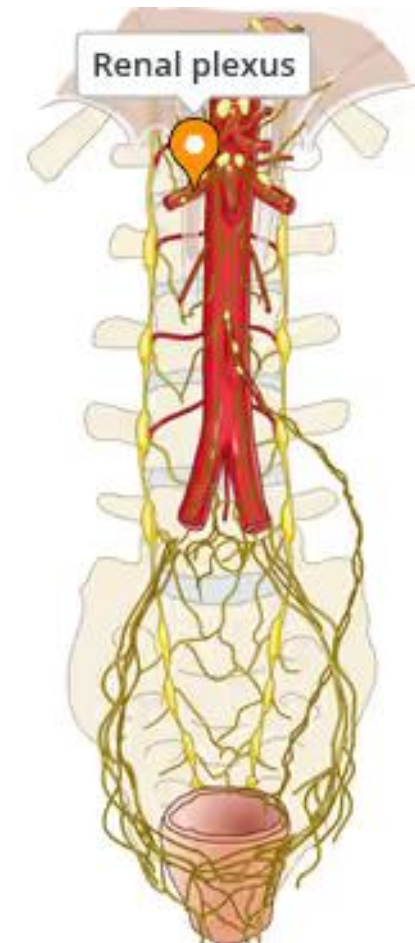
1. **Aorta Abdominalis**
2. **Arteri Renalis** (masuk melalui hilum ginjal)
3. **Arteri Segmental**
4. **Arteri Interlobaris** (berjalan di antara piramida ginjal)
5. **Arteri Arkuata** (melengkung di perbatasan korteks dan medula)
6. **Arteri Interlobularis** (masuk ke arah tepi/korteks)
7. **Arteriola Aferen** (menuju unit penyaring)
8. **Glomerulus** (terjadi **filtrasi** di dalam Simpai Bowman)
9. **Arteriola Eferen** (membawa darah keluar dari glomerulus)
10. **Kapiler Peritubular / Vasa Recta** (tempat terjadinya reabsorpsi dan sekresi)
11. **Vena Interlobularis → Vena Arkuata → Vena Interlobaris**
12. **Vena Renalis**
13. **Vena Kava Inferior**



Persyarafan Ginjal

Pleksus renalis utamanya terdiri dari serat saraf simpatis. Saraf ini tidak hanya berjalan berdampingan dengan arteri renalis, tetapi juga masuk ke dalam struktur mikroskopis ginjal.

- **Pengaturan Aliran Darah:** Saraf vasomotor berfungsi mengatur diameter pembuluh darah (vasokonstriksi). Ketika saraf simpatis terstimulasi, pembuluh darah menyempit, yang secara otomatis mengurangi laju filtrasi darah.
- **Pelepasan Renin:** Saraf ini juga merangsang pelepasan hormon **renin** dari aparatus jukstaglomerulus, yang memicu jalur sistem *Renin-Angiotensin-Aldosteron* (RAAS) untuk meningkatkan tekanan darah.





Hormonal Ginjal

Kelenjar Suprarenal (Anak Ginjal) disebut "kelenjar buntu" atau kelenjar endokrin karena mereka menyalurkan hasil sekresinya langsung ke dalam pembuluh darah, bukan melalui saluran khusus (duktus). Struktur kelenjar ini terbagi menjadi dua bagian utama dengan fungsi yang berbeda:

A. Korteks Adrenal (Bagian Luar)

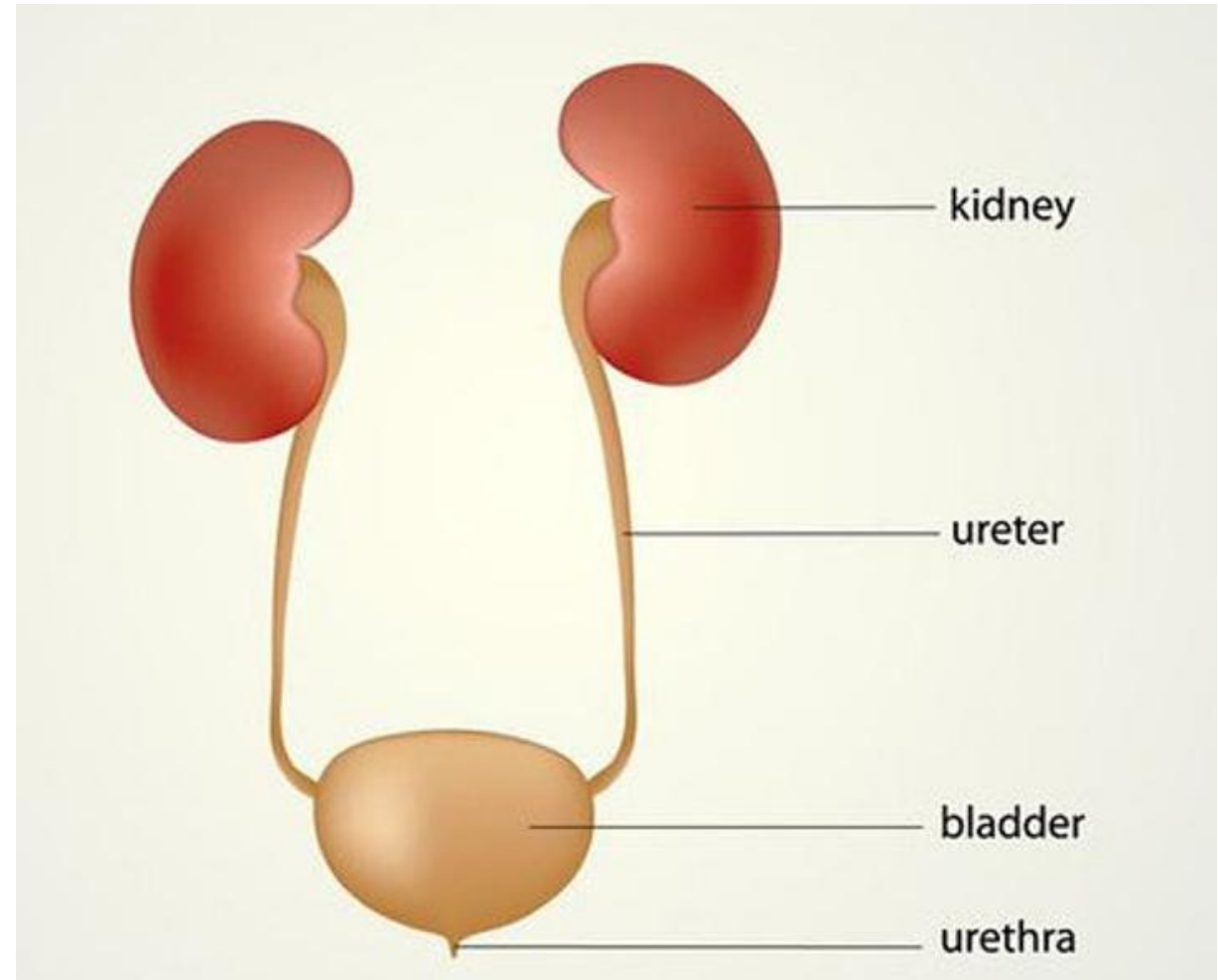
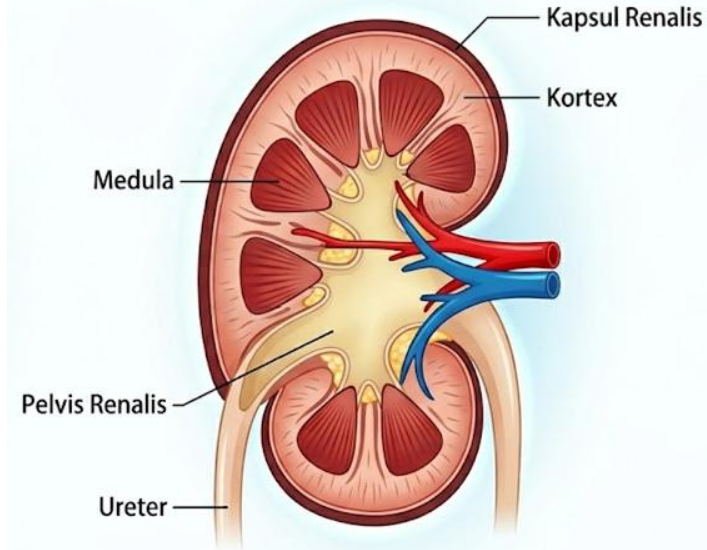
Bagian ini menghasilkan hormon steroid, yang secara umum sering disebut sebagai kelompok **kortikosteroid**.

- **Glukokortikoid (seperti Kortisol/Kortison):** Berperan dalam metabolisme glukosa dan merespons stres serta peradangan.
- **Mineralokortikoid (seperti Aldosteron):** Mengatur keseimbangan natrium dan kalium di ginjal.

B. Medula Adrenal (Bagian Dalam)

Bagian ini secara fungsional terkait erat dengan sistem saraf simpatik.

Adrenalin (Epinefrin) & Noradrenalin: Hormon ini dilepaskan dengan cepat saat kondisi "fight or flight" (tempur atau lari) untuk meningkatkan detak jantung dan aliran darah ke otot.

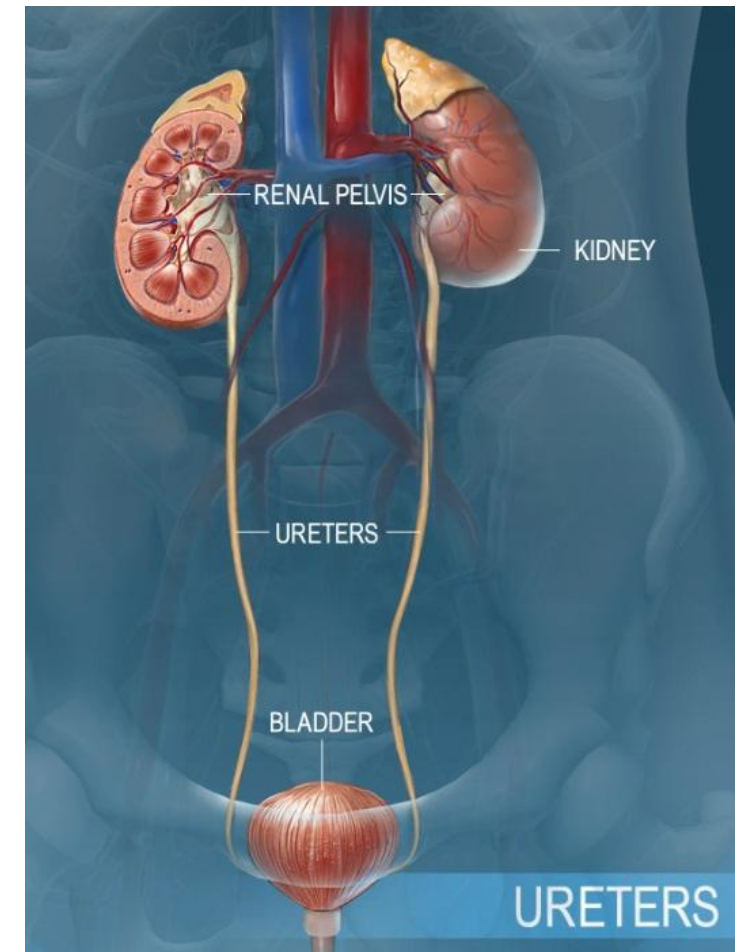


Ureter



Ureter

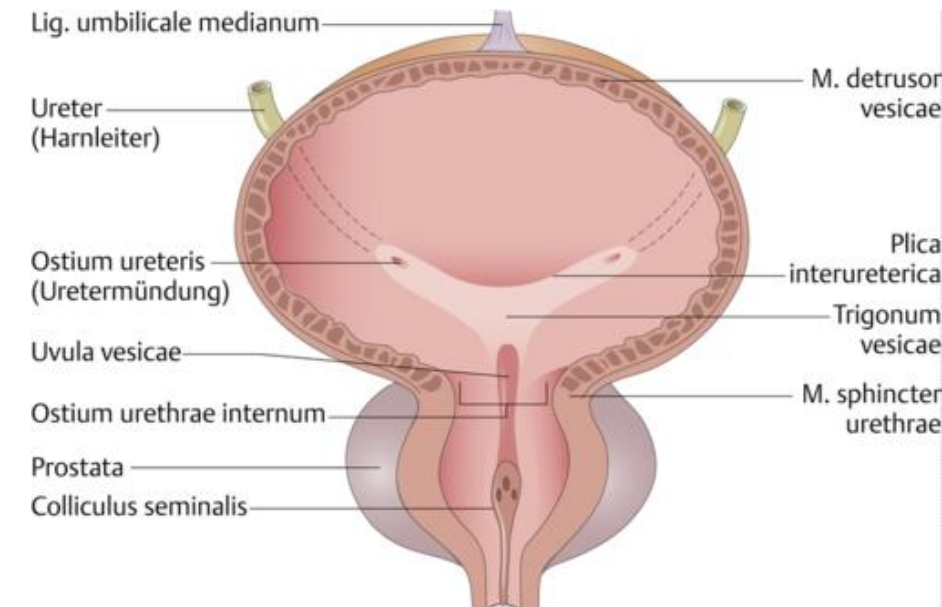
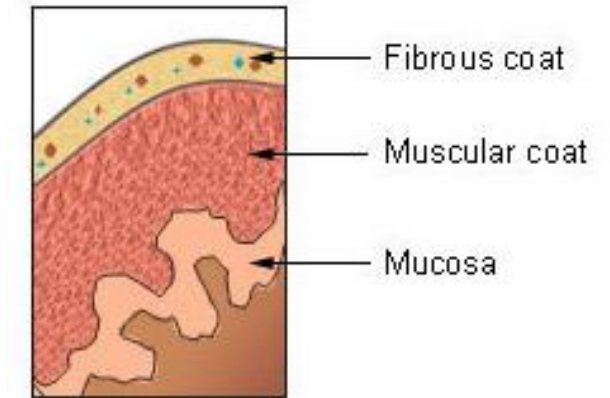
- Terdiri dari saluran pipa masing-masing bersambung dari ginjal ke kandung kemih (vesika urinaria) panjangnya $\pm 25\text{-}30$ cm dengan penampang $\pm 0,5$ cm.
- Ureter sebagian terletak dalam rongga abdomen dan sebagian terletak dalam rongga pelvis.



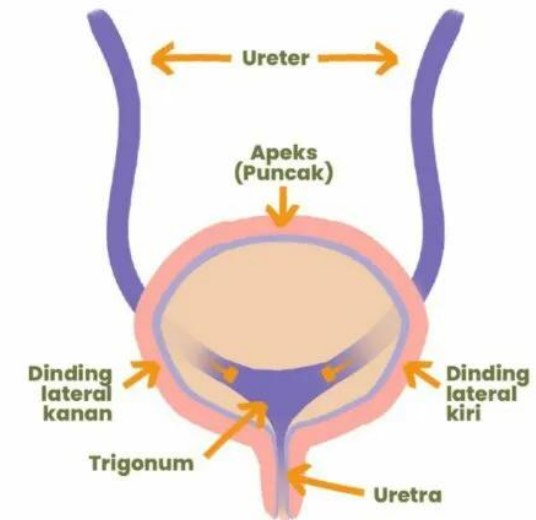
Dinding Ureter

- Lapisan dinding ureter terdiri dari:
 1. Dinding luar jaringan ikat (jaringan fibrosa)
 2. Lapisan tengah otot polos
 3. Lapisan sebelah dalam lapisan mukosa.
- Lapisan dinding ureter menimbulkan gerakan-gerakan peristaltik tiap 5 menit sekali yang mendorong urin yang diekskresikan oleh ginjal melalui ureter dan disempatkan dalam bentuk pancaran, melalui ostium ureteris masuk ke dalam kandung kemih (kedua ostium ureteris terletak di sudut atas area segitiga sensitif di dasar kandung kemih yang disebut **trigonum**)

Wall of the Ureter

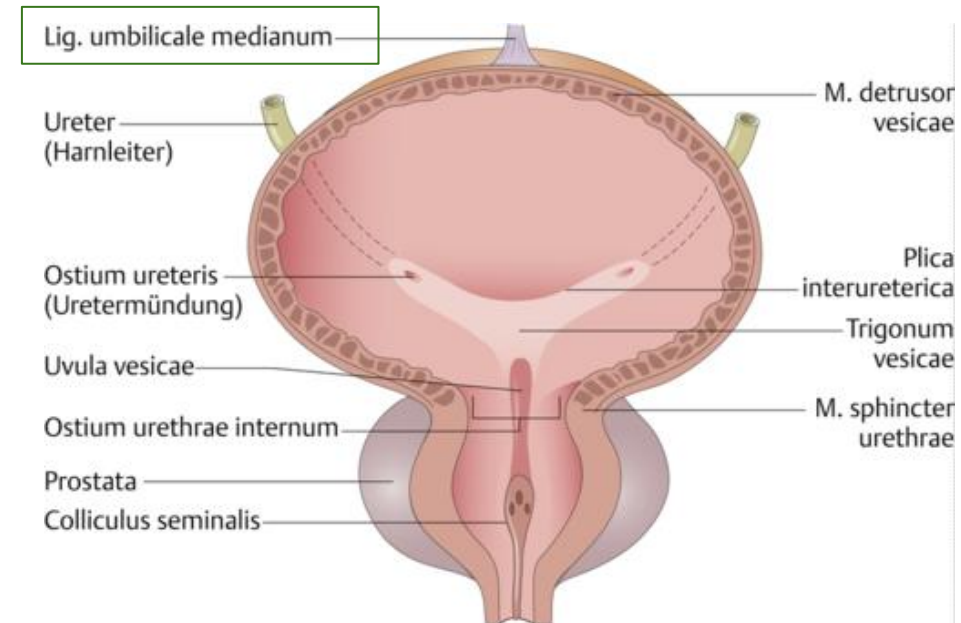
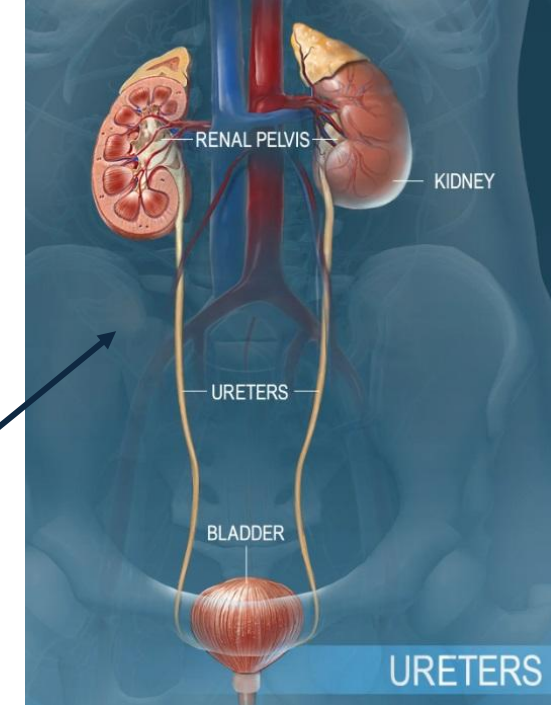


Kandung Kemih (Vesika Urinaria)



Kandung Kemih

- Kandung kemih dapat mengembang dan mengempis seperti balon karet, terletak di belakang **simfisis pubis** di dalam rongga panggul.
- Bentuk kandung kemih seperti kerucut yang dikelilingi oleh otot yang kuat
- Kandung kemih dihubungkan dengan puser oleh **ligamentum vesika umbikalis medius** untuk menjaga posisi kandung kemih.
- Dinding kandung kemih terdiri dari beberapa lapisan yaitu, peritonium (lapisan paling luar), tunika muskularis, tunika submukosa, dan lapisan mukosa (lapisan bagian dalam)

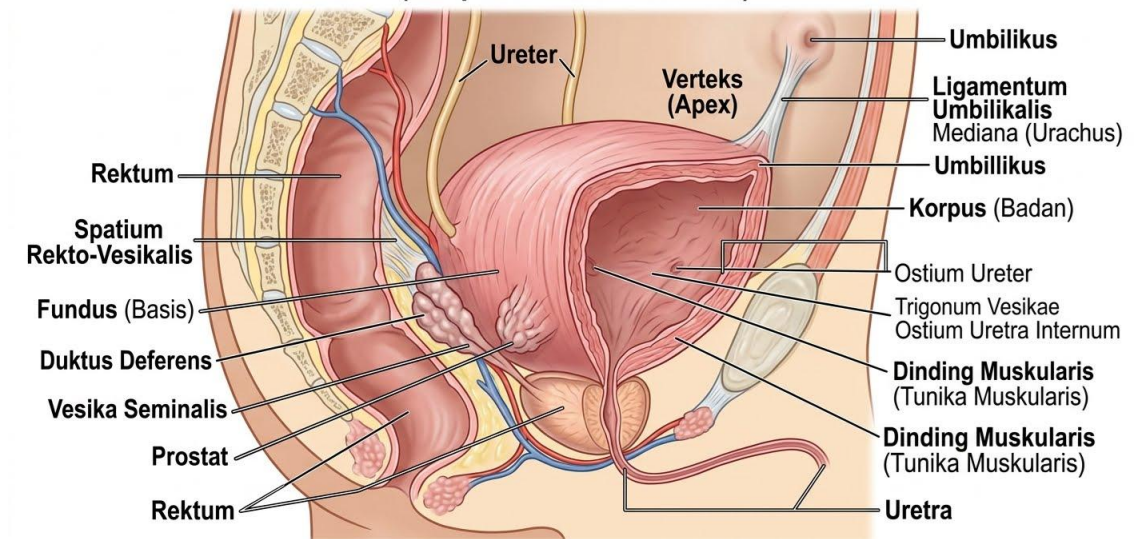


Bagian-Bagian Kandung Kemih

Bagian vesika urinaria terdiri dari:

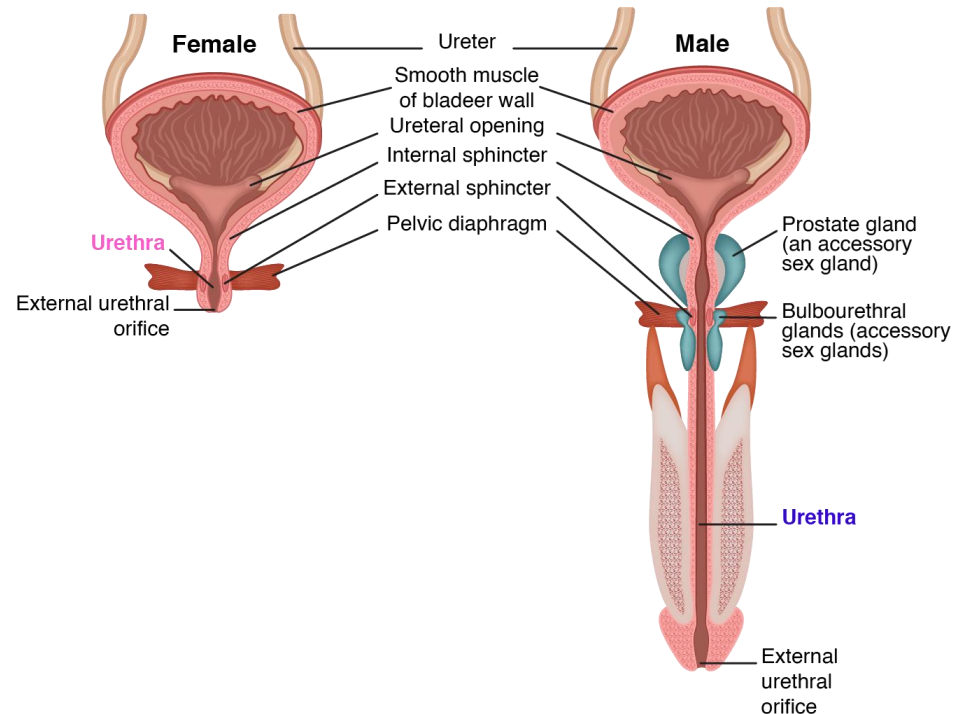
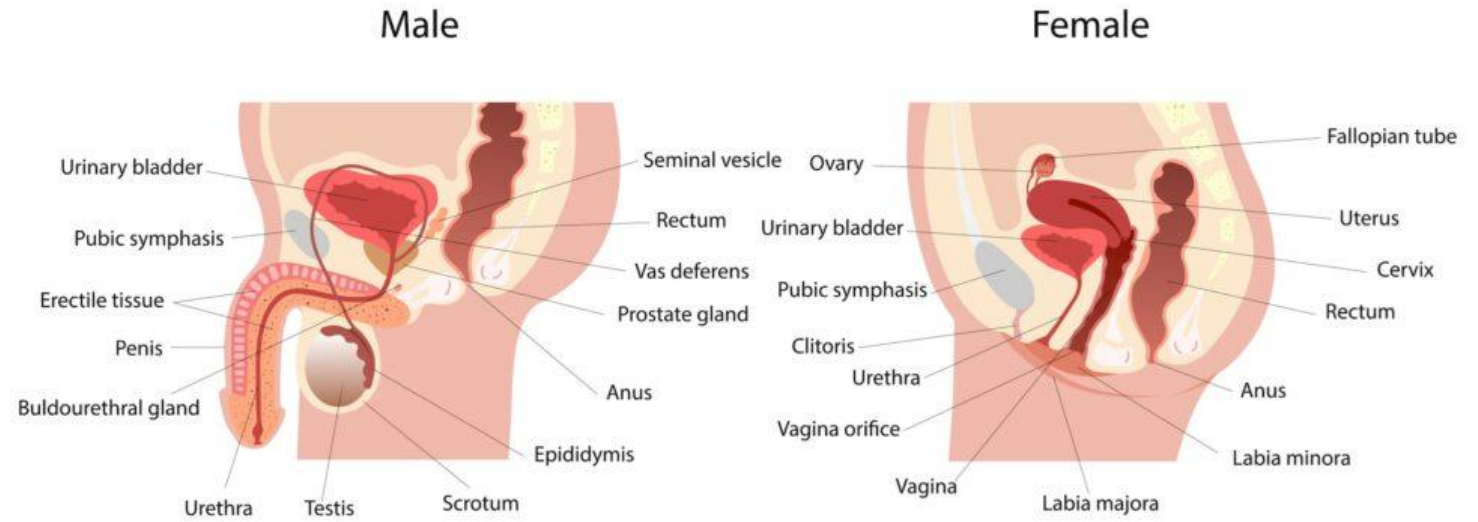
1. **Fundus**, yaitu bagian yang menghadap ke arah belakang dan bawah, bagian ini terpisah dari rektum oleh spatium rektosivikalis yang terisi oleh jaringan ikat duktus deferent, vesika seminalis, dan prostate
2. **Korpus**, yaitu bagian antara verteks dan fundus
3. **Verteks**, bagian yang maju ke arah muka dan berhubungan dengan ligamentum vesika umbilikal

STRUKTUR ANATOMI VESIKA URINARIA (KANDUNG KEMIH) & STRUKTUR SEKITARNYA
(Tampilan Posterior-Inferior)



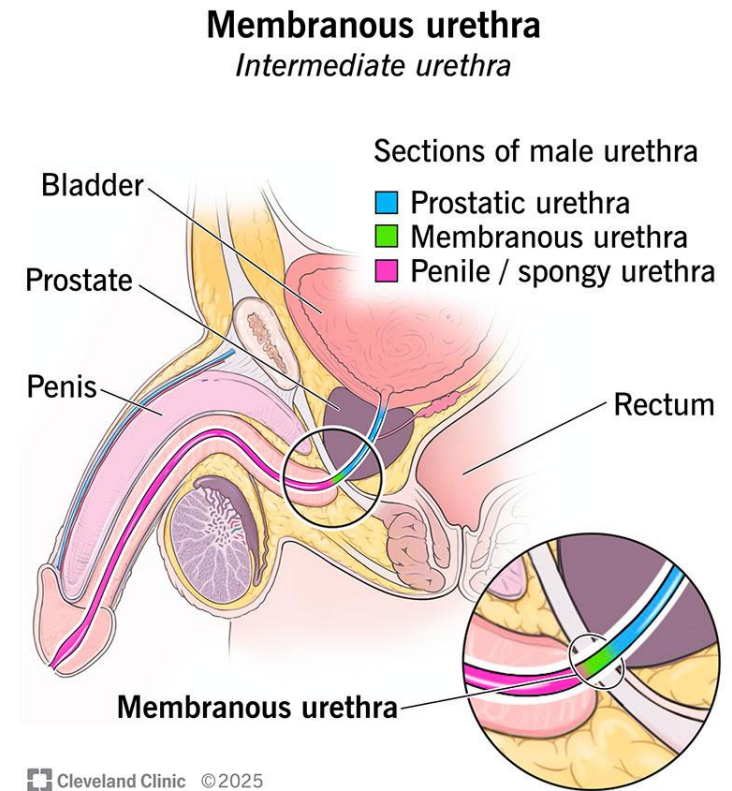
Uretra

Uretra merupakan saluran sempit yang berpangkal pada kandung kemih yang berfungsi menyalurkan air kemih keluar.



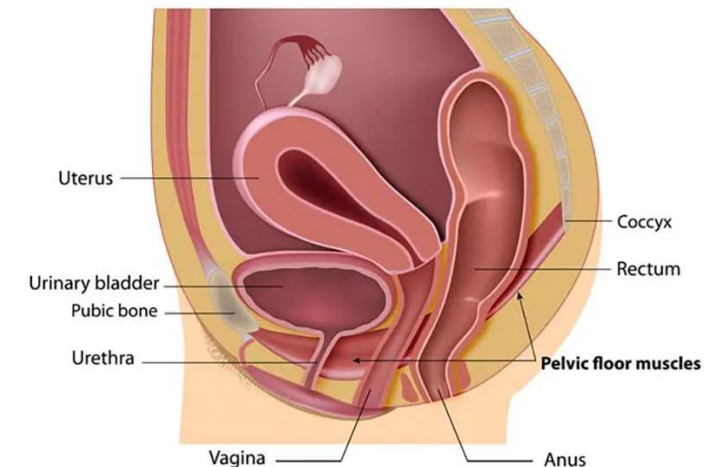
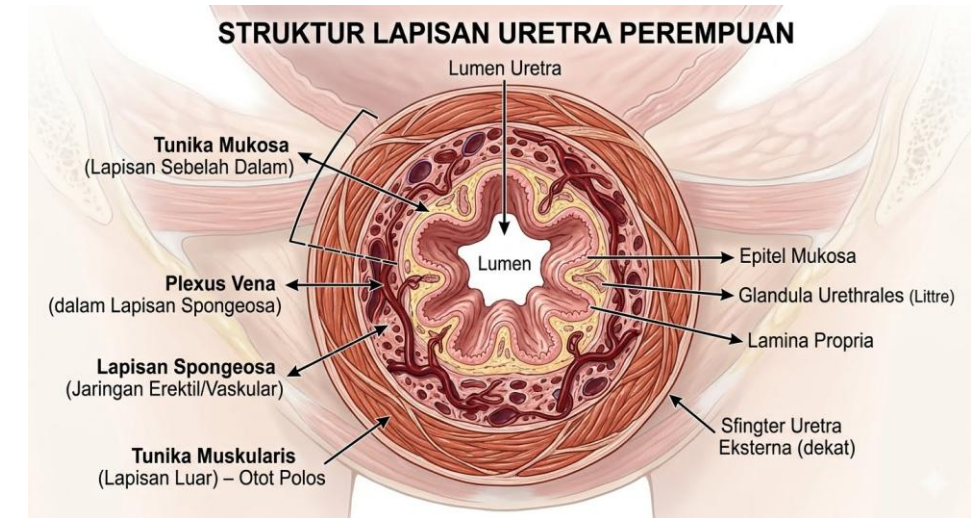
Uretra pada Laki-laki

- Pada laki-laki uretra berjalan berkelok-kelok melalui tengah-tengah prostat kemudian menembus lapisan fibrosa yang menembus tulang pubis kebagian penis panjangnya ± 20 cm.
- Uretra pada laki-laki terdiri dari: uretra prostatica, uretra membranisa dan uretra kavernosa/uretra spons
- Lapisan uretra laki-laki terdiri dari lapisan mukosa (lapisan paling dalam), dan lapisan submukosa.



Uretra pada Perempuan

- Uretra pada perempuan terletak di belakang simfisis pubis berjalan miring sedikit ke arah atas, panjangnya $\pm 3-4$ cm.
- Lapisan uretra pada perempuan terdiri dari :
 1. Tunika muskularis (sebelah luar)
 2. Tunika spongeosa merupakan pleksus (jalinan/anyaman) dari vena-vena
 3. Tunika mukosa (lapisan sebelah dalam).
- Muara uretra pada perempuan terletak di sebelah atas vagina (antara klitoris dan vagina) dan uretra di sini hanya sebagai saluran ekskresi





Pembentukan Urin

Sebelum menjadi urin, di dalam ginjal akan terjadi tiga macam proses. Yaitu **filtrasi**, **reabsorpsi**, dan **augmentasi**





Filtrasi

- Proses pembentukan urin diawali dengan **penyaringan darah/filtrasi** yang terjadi di **kapiler glomerulus**.
- Sel-sel kapiler glomerulus yang berpori (podosit), tekanan dan permeabilitas yang tinggi pada glomerulus mempermudah proses penyaringan.
- Di glomerulus terjadi **penyerapan sel-sel darah, keping darah, dan sebagian besar protein plasma**.
- Bahan-bahan kecil yang terlarut di dalam plasma darah, seperti glukosa, asam amino, natrium, kalium, klorida, bikarbonat, dan urea dapat lolos dari proses filtrasi.
- Hasil penyaringan di glomerulus disebut **filtrat glomerulus atau urin primer**, mengandung **asam amino, glukosa, natrium, kalium, dan garam-garam lainnya**.



Reabsorpsi

- Bahan-bahan yang masih diperlukan di dalam urin primer akan diserap kembali di tubulus kontortus proksimal, di tubulus kontortus distal juga terjadi penambahan zat-zat sisa dan urea.
- Meresapnya zat pada tubulus ini melalui dua cara :
 1. Gula dan asam amino diserap melalui peristiwa **difusi**
 2. Air diserap melalui peristiwa **osmosis**
- Penyerapan air terjadi pada tubulus proksimal dan tubulus distal.
- Substansi yang masih diperlukan seperti **glukosa dan asam amino** dikembalikan ke darah.
- Zat amino, obat-obatan, kelebihan garam, dan bahan lain pada filtrat dikeluarkan bersama urin.
- Setelah terjadi reabsorpsi maka tubulus akan menghasilkan **urin sekunder**, zat-zat yang masih diperlukan tidak akan ditemukan lagi. Sebaliknya, konsentrasi zat-zat sisa metabolisme yang bersifat racun bertambah, misalnya urea.



Augmentasi

- Proses penambahan zat sisa dan urea mulai terjadi di tubulus kontortus distal.
- Dari tubulus-tubulus ginjal, urin akan menuju rongga ginjal, selanjutnya menuju kantong kemih melalui saluran ginjal.
- Jika kantong kemih telah penuh terisi urin, dinding kantong kemih akan tertekan sehingga timbul rasa ingin buang air kecil. Urin akan keluar melalui uretra.
- Komposisi urin yang dikeluarkan melalui uretra adalah **air, garam, urea, dan sisa substansi lain, misalnya pigmen empedu yang berfungsi memberi warna dan bau pada urin**

Proses pembentukan urin di ginjal terdiri dari tiga tahap, yaitu **filtrasi (penyaringan)**, **reabsorpsi (penyerapan kembali)** dan **augmentasi (pengeluaran zat)**. Ketiga tahap tersebut terjadi di tempat yang berbeda dan hasilnya pun berbeda-beda. Perhatikan tabel berikut ini ya!

Proses	Letak	Hasil	Keterangan
Filtrasi	Glomerulus	Urin Primer	Zat yang disaring: sel-sel darah merah, keping darah, protein plasma.
Reabsorpsi	Tubulus kontortus proksimal	Urin Sekunder	Diserap kembali: Glukosa, asam amino, protein, vitamin, laktat, asam urat.
	Lengkung Henle	Urin Sekunder	Diserap kembali: H^2O , Na^+ , K^+ , Cl^- .
Augmentasi	Tubulus kontortus distal	Urin Sebenarnya	Dikeluarkan: H^+ , K^+ , Urea, Urobilin, NH_4
	Tubulus kolektivus (Penampungan sementara urin)	Urin Sebenarnya	Terdiri dari 95% air dan zat-zat terlarut

Jadi, proses pembentukan urin di ginjal terdiri dari tiga tahap, yaitu filtrasi (penyaringan), reabsorpsi (penyerapan kembali) dan augmentasi (pengeluaran zat).

Proses Miksi (Rangsangan Berkemih)





Miksi

- Distensi (peregangan) kandung kemih oleh air kemih akan merangsang stres reseptor yang terdapat pada dinding kandung kemih dengan jumlah ± 250 cc sudah cukup untuk merangsang berkemih (proses miksi).
- Akibatnya akan terjadi reflek kontraksi dinding kandung kemih, dan pada saat yang sama terjadi relaksasi spinter internus, diikuti oleh relaksasi spinter eksternus, dan akhirnya terjadi pengosongan kandung kemih.

1. Fase Pengisian & Kandung Kemih Penuh

- **Otot Detrusor (Dinding Kandung Kemih):** Mengalami relaksasi dan meregang agar dapat menampung volume urine yang terus bertambah tanpa meningkatkan tekanan di dalam kandung kemih secara drastis.
- **Sfingter Internal & Eksternus:** Kedua katup ini berada dalam kondisi berkontraksi (menutup rapat). Sfingter internal menutup secara otomatis (involunter), sedangkan sfingter eksternus dijaga tetap menutup secara sadar (volunter) oleh perintah dari korteks serebral untuk mencegah kebocoran.
- **Reseptor Regang:** Ketika volume urine mencapai kapasitas tertentu (biasanya mulai terasa pada volume sekitar 150–300 ml), reseptor regang pada dinding kandung kemih mulai aktif dan mengirimkan sinyal sensorik ke medula spinalis serta otak, memicu sensasi ingin berkemih

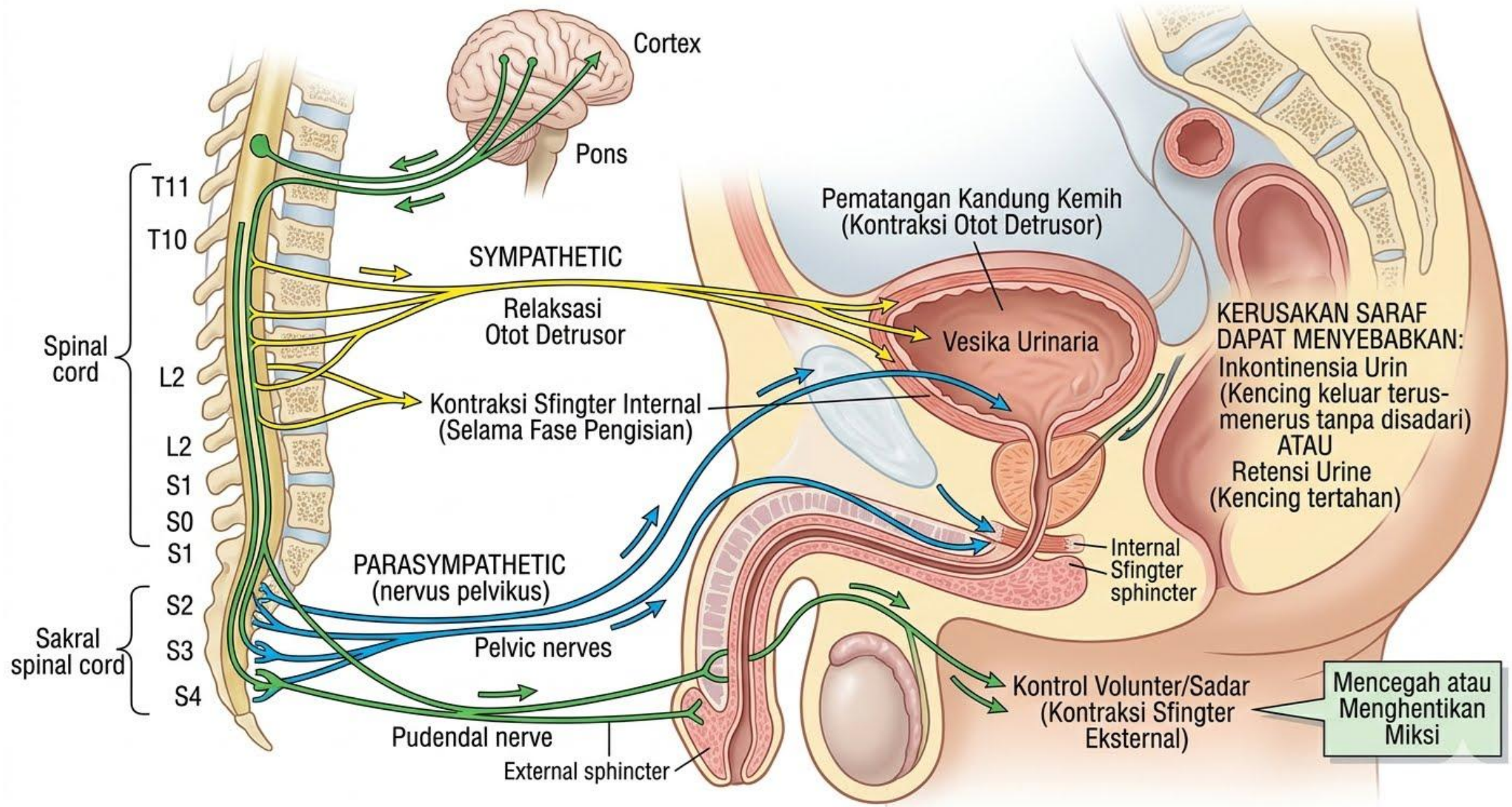
2. Fase Pengosongan Diri (Miksi)

- **Otot Detrusor:** Menerima stimulasi dari saraf parasimpatis sehingga berkontraksi kuat untuk memeras dan mendorong urine keluar dari kandung kemih.
- **Sfingter Internal:** Mengalami relaksasi (membuka) secara otomatis sebagai respons terhadap tekanan dan sinyal saraf parasimpatis.
- **Sfingter Eksternus:** Atas kendali sadar Anda (korteks serebral melepaskan hambatannya), otot katup luar ini ikut berrelaksasi (membuka), sehingga jalur uretra terbuka sepenuhnya dan urine dapat mengalir keluar dengan lancar sampai kandung kemih kosong.



Peran Persyarafan dalam Miksi

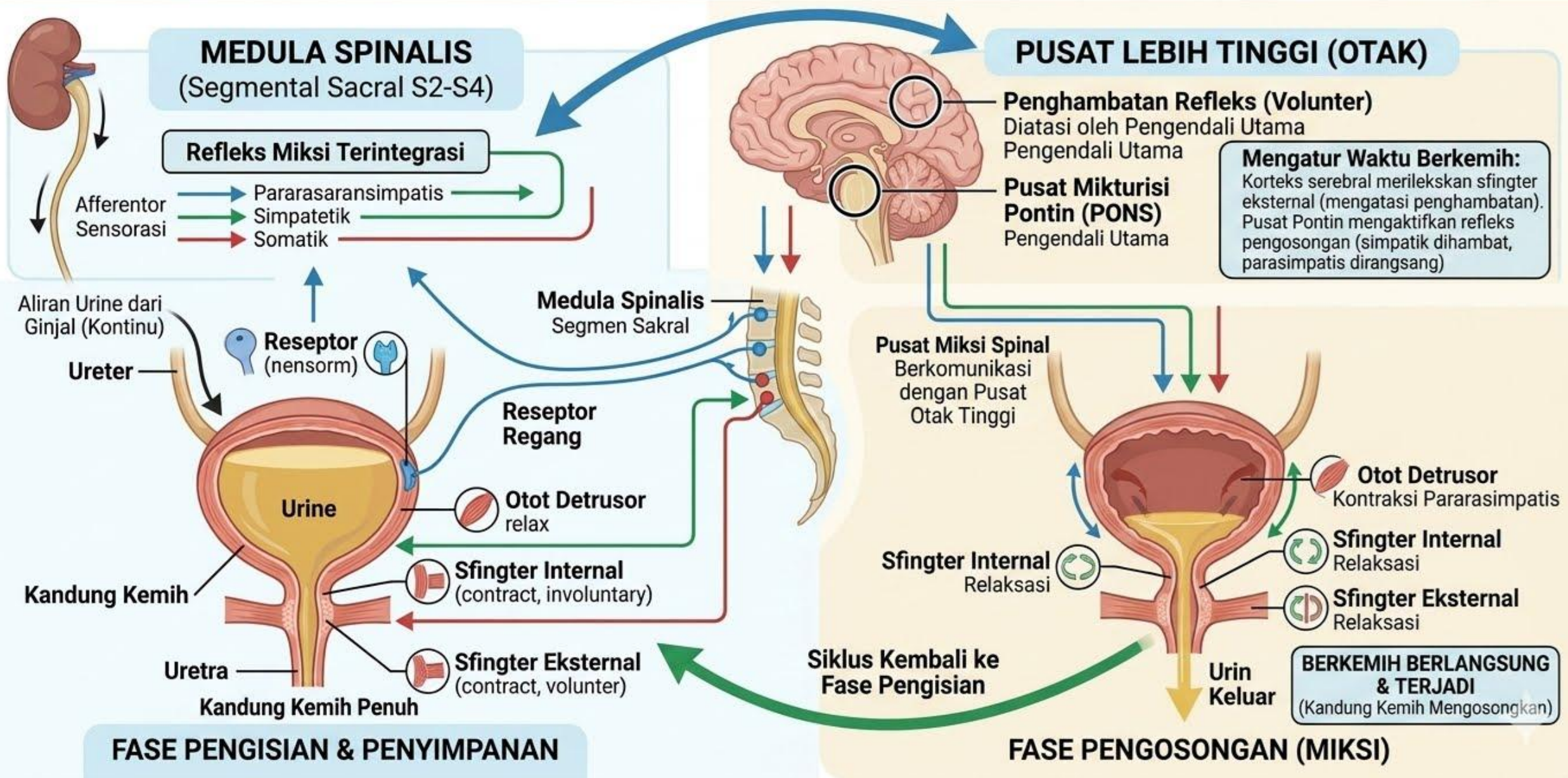
- Rangsangan yang menyebabkan kontraksi kandung kemih dan relaksasi sfinter internal dihantarkan melalui serabut-serabut parasimpatik (involunter/tidak sadar).
- Kontraksi sfinter eksternal secara volunter/sadar bertujuan untuk mencegah atau menghentikan miksi. Kontrol volunter ini hanya dapat terjadi bila saraf – saraf yang menangani kandung kemih uretra medula spinalis dan otak masih utuh. Persarafan dan peredaran darah vesika urinaria, diatur oleh **torako lumbar dan kranial** dari sistem persarafan otonom
- Bila terjadi kerusakan pada saraf-saraf tersebut maka akan terjadi inkontinensia urin (kencing keluar terus-menerus tanpa disadari) dan retensi urine (kencing tertahan).



Ringkasan Fungsi Saraf Otonom pada Vesika Urinaria

Sistem Saraf	Jalur Tulang Belakang	Fungsi Utama pada Kandung Kemih
Simpatis	Torakolumbal (T11 - L2)	Fase Pengisian: Merelaksasikan otot detrusor dan mengontraksikan sfingter internal (menahan urine).
Parasimpatis	Kraniosakral / Sakral (S2 - S4)	Fase Pengosongan: Mengontraksikan otot detrusor dan merelaksasikan sfingter internal (mengeluarkan urine).
Somatik (Sadar)	Saraf Pudendus (S2 - S4)	Kontrol Volunter: Mengontraksikan sfingter eksternal secara sadar untuk menahan kencing.

ALUR REFLEKS MIKS/BERKEMIH (FISIOLOGI PERKEMIHAN)





TERIMA KASIH



SISTEM REPRODUKSI

apt. Muthi'ah Rasyidah, M.Pharm.Sci

Reproduksi pada manusia dilaksanakan secara **generatif atau seksual**. Untuk mendapatkan keturunan, diawali dengan peristiwa **fertilisasi** atau pembuahan. Proses pembuahan dapat terjadi jika alat reproduksi sudah matang (matur) baik pada pria maupun wanita. Tanda kematangan organ reproduksi pada pria ditandai dengan **ejakulasi (keluar air mani) pertama pada saat mimpi basah**, sedangkan kematangan alat reproduksi pada wanita ditandai dengan adanya **menarche (haid pertama)**

- Reproduksi seksual merupakan **proses organisme untuk menghasilkan keturunan** dengan membentuk sel-sel germinativum yang disebut **gamet**.
- Fertilisasi atau pembuahan terjadi jika gamet pria (sel sperma) menyatu dengan gamet wanita (oosit sekunder). Sel yang terbentuk dari fertilisasi mempunyai **satu set kromosom dari masing-masing orang tua**.
- Secara anatomis, pria dan wanita mempunyai organ reproduksi berbeda yang diadaptasikan untuk menghasilkan gamet, mempermudah fertilisasi, dan pada wanita mempertahankan pertumbuhan embrio dan janin.

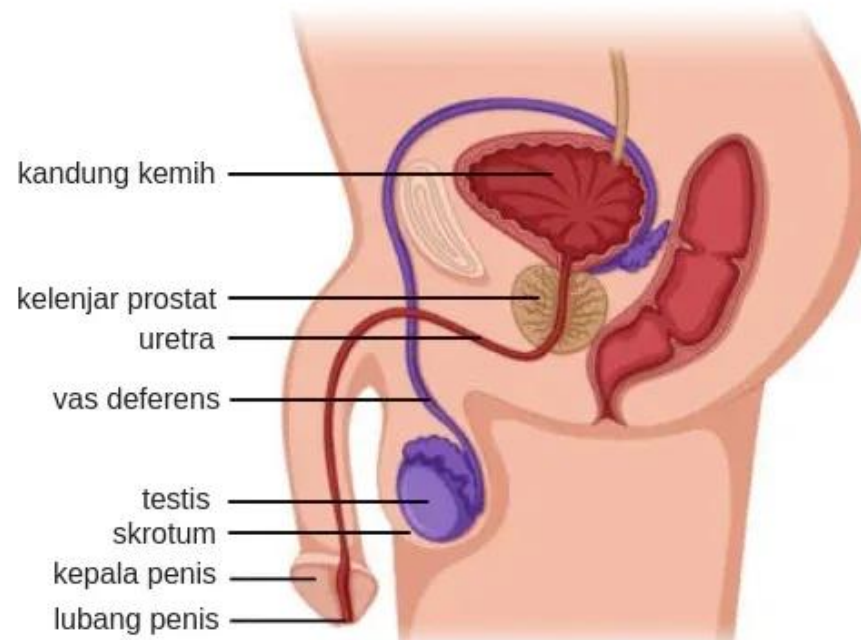


Komponen Sistem Reproduksi

Sistem reproduksi terdiri dari **organ kelamin primer** dan **organ kelamin aksesoris**.

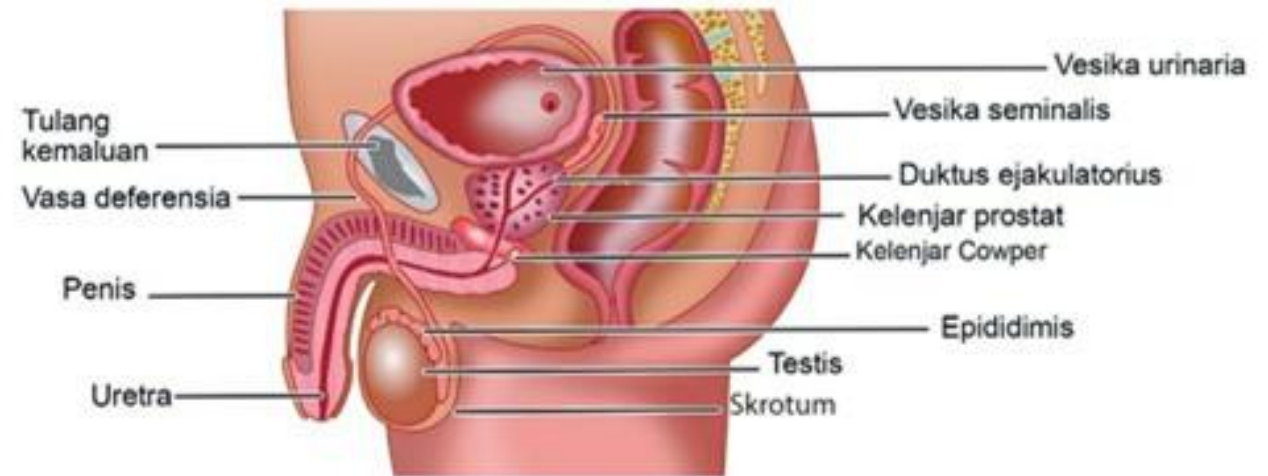
ORGAN KELAMIN PRIMER : TESTIS & OVARIUM	ORGAN KELAMIN SEKUNDER
GONAD : menghasilkan gamet (sel kelamin) pada proses yang disebut gametogenesis • LAKI : testis untuk memproduksi spermatozoa melalui spermatogenesis • WANITA : ovarium untuk memproduksi sel telur/ovum melalui oogenesis	• Saluran reproduksi dan kelenjar yang berkaitan dengan transport, pemberian nutrisi dan perlindungan gamet setelah meninggalkan gonad. • Genetalia eksterna (penunjang)
HORMONAL : untuk mengatur berbagai fungsi fisiologis terkait reproduksi • LAKI : testis menghasilkan testosteron • WANITA : ovarium menghasilkan estrogen dan progesteron	

Sistem Reproduksi Pria



Komponen Sistem Reproduksi Pria

- Organ-organ pada sistem reproduksi pria terdiri dari **genetalia eksterna** dan **genetalia interna**.
- **Genetalia eksterna** meliputi: mons pubis, penis dan skrotum. Penis dan skrotum juga disebut sebagai struktur penunjang.
- **Genetalia interna** meliputi: testis, sistem duktus (epididimis, duktus deferens, duktus ejakulatorius, dan uretra), kelenjar seks aksesoris (vesikula seminalis, prostat, dan kelenjar bulbouretra)

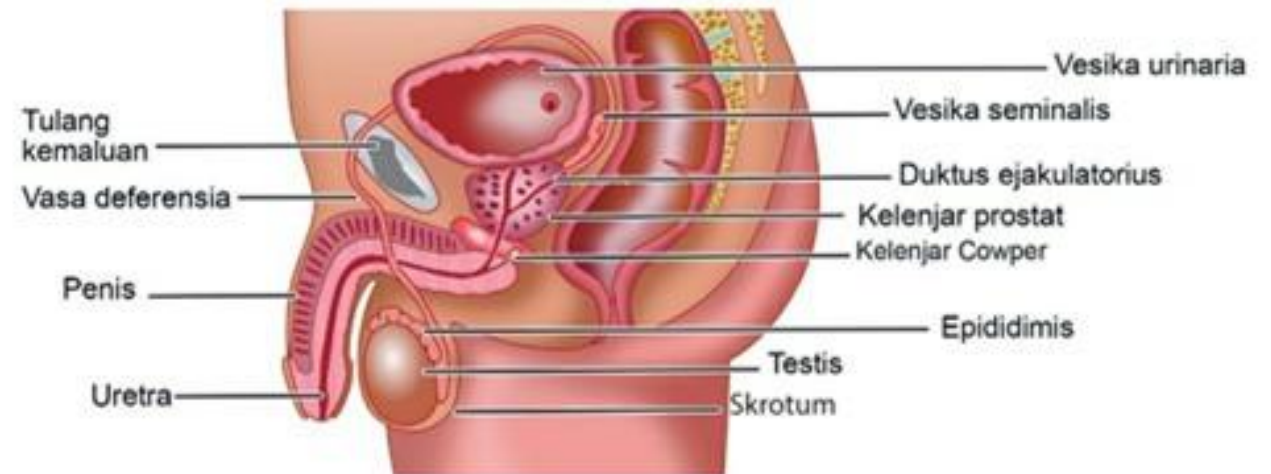


Komponen Sistem Reproduksi Pria

1. Genetalia Eksterna (Struktur Penunjang)

Organ di luar tubuh yang berperan dalam kopulasi dan pelindung:

- **Penis:** Organ silindris yang berfungsi sebagai alat kopulasi dan saluran keluar urine serta sperma.
- **Skrotum:** Kantung kulit tebal yang membungkus testis, berfungsi melindungi dan mengatur suhu optimal untuk produksi sperma.
- **Mons Pubis:** Jaringan lemak yang berada di atas tulang kemaluan (sering diklasifikasikan pada area luar).



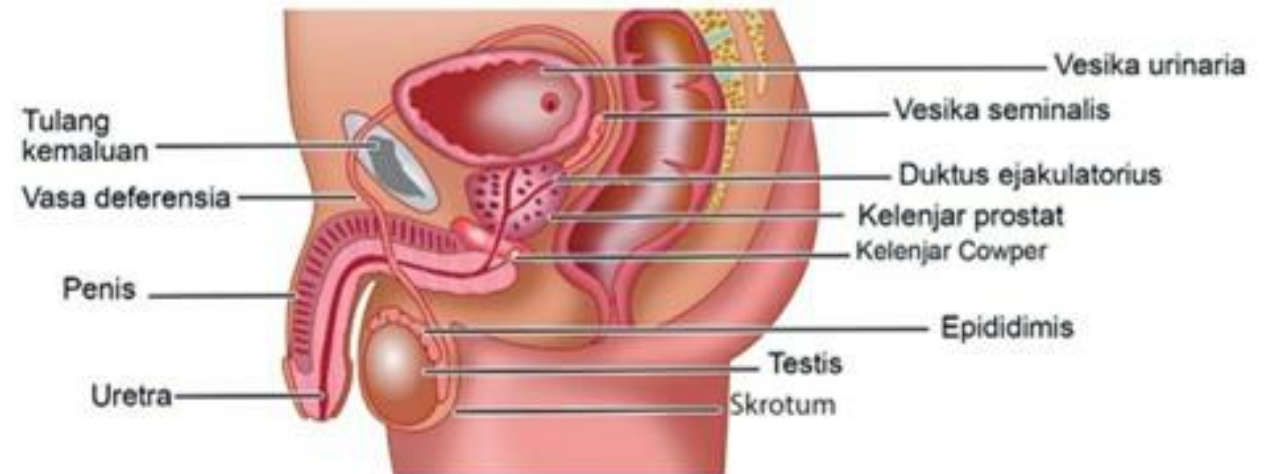


Komponen Sistem Reproduksi Pria

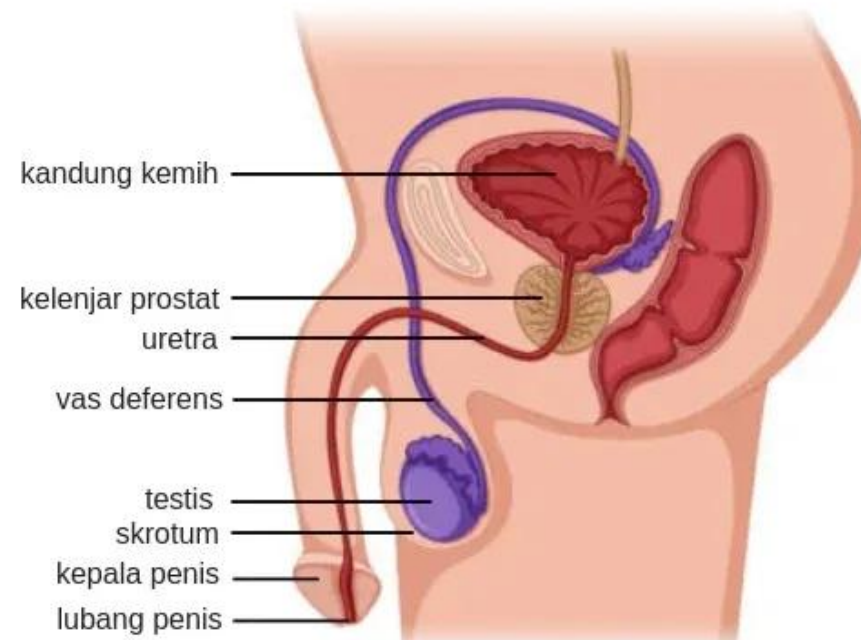
2. Genetalia Interna

Organ di dalam tubuh yang memproduksi cairan semen dan sel sperma:

- **Testis:** Sepasang kelenjar utama yang berfungsi memproduksi sel sperma (spermatozoa) dan hormon testosteron.
- **Sistem Duktus (Saluran):**
 - **Epididimis:** Saluran berkelok di atas testis tempat pematangan dan penyimpanan sementara sperma.
 - **Duktus Deferens (Vas Deferens):** Saluran lanjutan yang membawa sperma matang dari epididimis menuju duktus ejakulatorius.
 - **Duktus Ejakulatorius:** Saluran pendek yang menerima sperma dan cairan vesikula seminalis, lalu mengosongkannya ke dalam uretra.
 - **Uretra:** Saluran akhir di dalam penis yang mengeluarkan urine dan semen dari tubuh.
- **Kelenjar Seks Aksesoris:**
 - **Vesikula Seminalis:** Kelenjar yang memproduksi cairan fruktosa untuk memberi energi pada sperma.
 - **Prostat:** Kelenjar yang menghasilkan cairan keputihan yang sedikit asam, menyumbang volume utama pada semen.
 - **Kelenjar Bulbouretra (Cowper):** Kelenjar kecil yang mensekresi cairan pelumas bening sebelum ejakulasi.



Genitalia Eksterna Sistem Reproduksi Pria



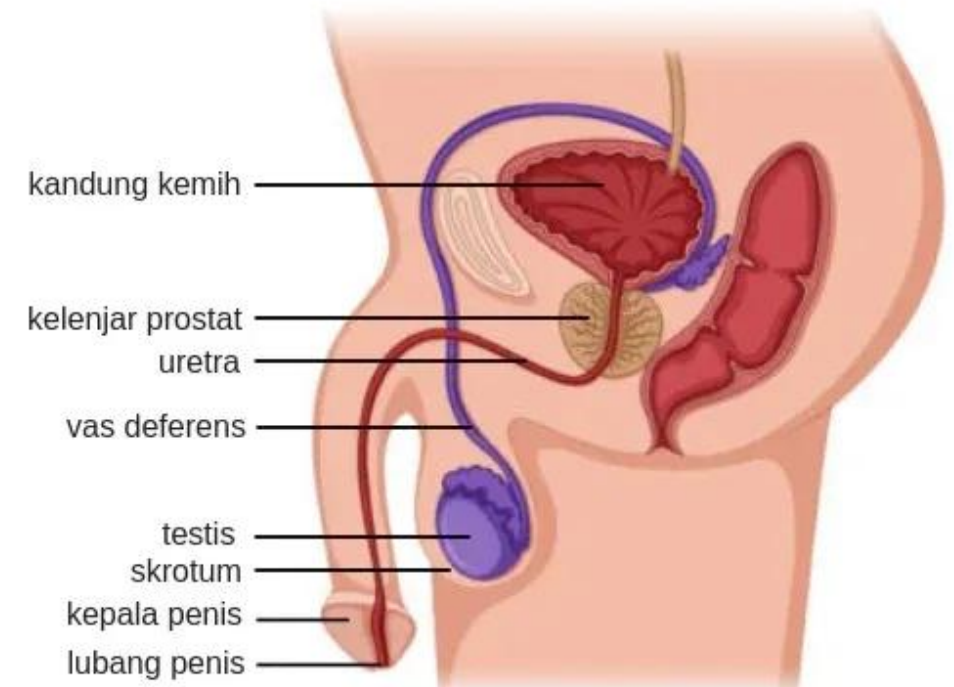
Mons Pubis

- Mons pubis merupakan daerah di atas simpisis pubis dan ditumbuhi rambut. Pada saat dewasa, rambut pubis panjang, padat, kasar dan ikal membentuk pola berbentuk intan dari umbilikus ke anus.



Penis

- Penis mengandung uretra dan merupakan saluran untuk ejakulasi semen dan ekskresi urine.
- Penis berbentuk silindris yang terdiri dari **korpus, glans penis, dan pangkal**.
- Berat penis ditopang oleh dua ligamentum yang bersambungan dengan fascia penis yaitu ligamentum fundiforme dan ligamentum suspensorium penis.
- Apabila terdapat rangsangan seksual (penglihatan, sentuhan, pendengaran, penciuman, atau imajinasi), serat-serat parasimpatis dari bagian sakral medula spinalis memulai dan mempertahankan ereksi, yaitu penis membesar dan menjadi kaku.





Penis

Proses Terjadi Ereksi

Serat parasimpatis menghasilkan dan membebaskan nitrat oksida (NO). NO menyebabkan otot polos pada dinding arteriol yang mengalirkan darah ke jaringan erektile melemas, sehingga memungkinkan pembuluh-pembuluh darah ini melebar dan sejumlah besar darah masuk ke jaringan erektile penis. Kombinasi peningkatan aliran darah dan melebarnya sinus-sinus darah menyebabkan ereksi. Ekspansi sinus darah juga menekan vena-vena yang mengalirkan darah dari penis dan melambatnya aliran keluar darah membantu mempertahankan ereksi.



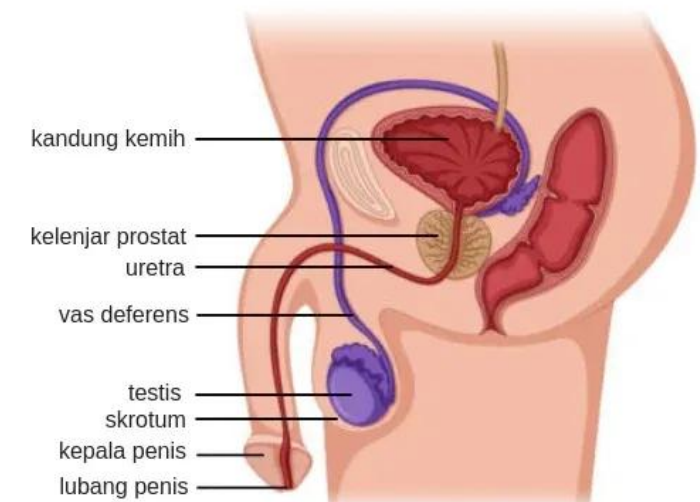
Penis

Proses Terjadi Ejakulasi

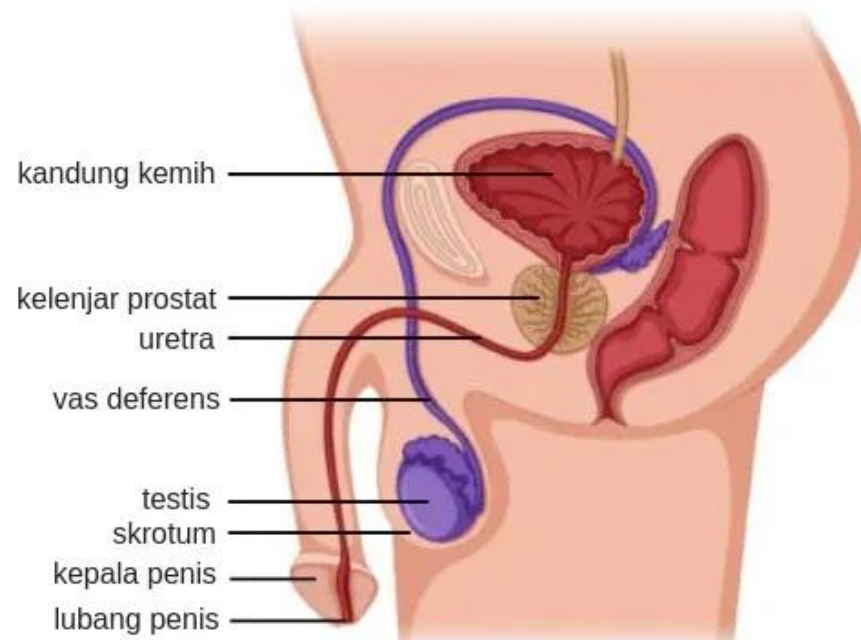
Ejakulasi merupakan pelepasan semen dari uretra ke luar, yang merupakan refleks simpatis, dikoordinasikan oleh bagian lumbal medula spinalis. Sfingter otot polos pada dasar kandung kemih menutup, mencegah urine keluar sewaktu ejakulasi dan semen masuk dalam kandung kemih. Sebelum terjadi ejakulasi, kontraksi peristaltik di epididimis duktus (vas) deferens, vesikula seminalis, duktus ejakulatorius, dan prostat sudah mendorong semen ke dalam uretra yang pars spongiosa. Apabila stimulasi seksual penis berakhir, arteriol-arteriol yang mengalirkan darah ke jaringan erektile berkonstriksi dan otot polos dalam jaringan erektile berkonstriksi menyebabkan sinus darah mengecil, melepaskan tekanan pada vena-vena yang berasal dari penis dan darah mengalir kembali sehingga penis lunak atau melemas.

Skrotum

- Skrotum merupakan struktur penunjang testis, terdiri dari kulit yang longgar dan lapisan subkutis di bawahnya yang tergantung pada pangkal (titik perlekatan) penis.
- Letak skrotum dan kontraksi serat ototnya mengatur suhu testis. Suhu yang dibutuhkan untuk produksi sperma adalah sekitar 2-3°C lebih rendah daripada suhu inti tubuh. Suhu yang lebih rendah ini dipertahankan di dalam skrotum karena skrotum berada di luar rongga panggul.
- Otot kremaster dan dartos berkontraksi sebagai respon terhadap suhu dingin. Kontraksi otot kremaster, testis mendekat ke tubuh, sehingga dapat menyerap panas tubuh. Kontraksi otot dartos menyebabkan skrotum menjadi kencang sehingga mengurangi pengeluaran panas. Dan sebaliknya jika terpajan suhu hangat.

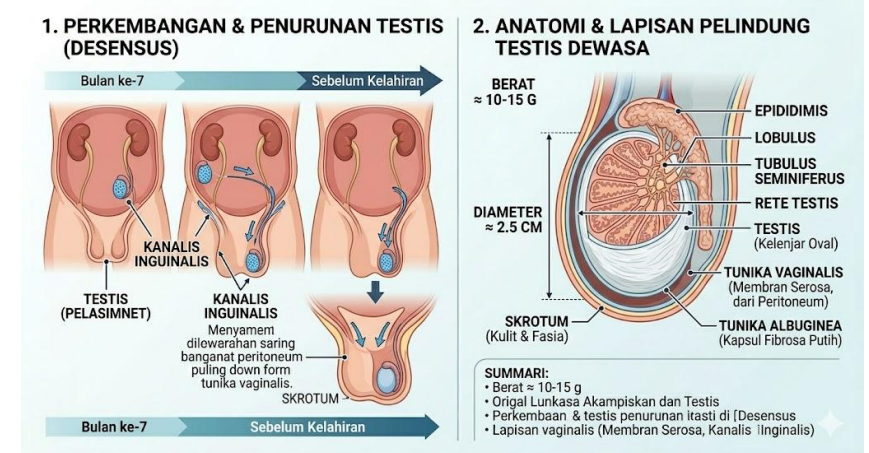


Genitalia Interna Sistem Reproduksi Pria



Testis

- Testis atau disebut testikel, adalah sepasang kelenjar oval dalam skrotum yang berukuran panjang sekitar 5 cm dan diameter 2,5 cm. Berat masing-masing testis adalah 10-15 gram.
- Testis terbentuk pada bagian posterior abdomen di dekat ginjal, dan mulai turun ke dalam skrotum melalui kanalis inguinalis pada bulan ketujuh perkembangan janin.
- Testis dilapisi oleh tunika vaginalis dan tunika albuginea.
- Tunika vaginalis merupakan membran serosa yang berasal dari peritoneum yang terbentuk sewaktu testis turun dari abdomen.
- Tunika albugenia merupakan kapsul fibrosa putih yang terdiri dari jaringan ikat padat tak teratur yang terletak di sebelah dalam tunika vaginalis.

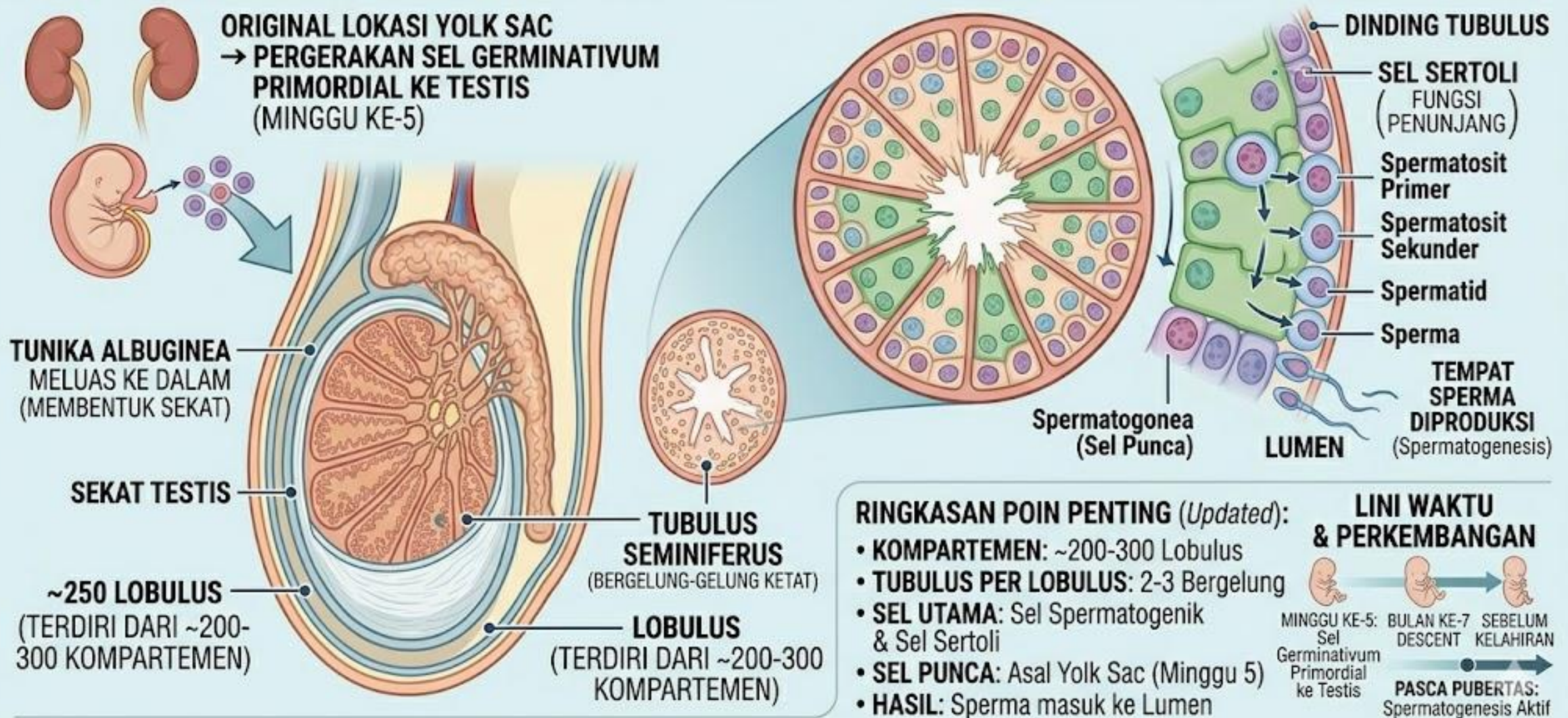




Testis

- Tunika albugenia meluas ke dalam, membentuk membentuk sekat yang membagi testis menjadi serangkaian kompartemen internal yang disebut lobulus.
- Jumlah lobulus sekitar 200-300, dan setiap lobulus terdiri dari 2-3 tubulus bergelung-gelung ketat yang disebut tubulus seminiferus.
- Tubulus seminiferus merupakan tempat sperma diproduksi (spermatogenesis).
- Tubulus seminiferus mempunyai dua jenis sel, yaitu: sel spermatogenik, sel pembentuk sperma dan sel sertoli, yang mempunyai beberapa fungsi penunjang spermatogenesis.
- Spermatogonea (sel punca) yang merupakan bentuk tunggal spermatogonium berkembang dari sel germinativum primordial (bentuk primitif) yang berasal dari yolk sac dan masuk ke testis pada minggu kelima perkembangan.
- Pada tubulus seminiferus (ke arah lumen) didapatkan lapisan-lapisan sel yang semakin matang, berurutan dari spermatosit primer, spermatosit sekunder, spermatid dan sperma. Sel sperma yang terbentuk masuk ke dalam tubulus seminiferus.

RINGKASAN KOMPLEKS: ANATOMI INTERNAL TESTIS & SPERMATOGENESIS





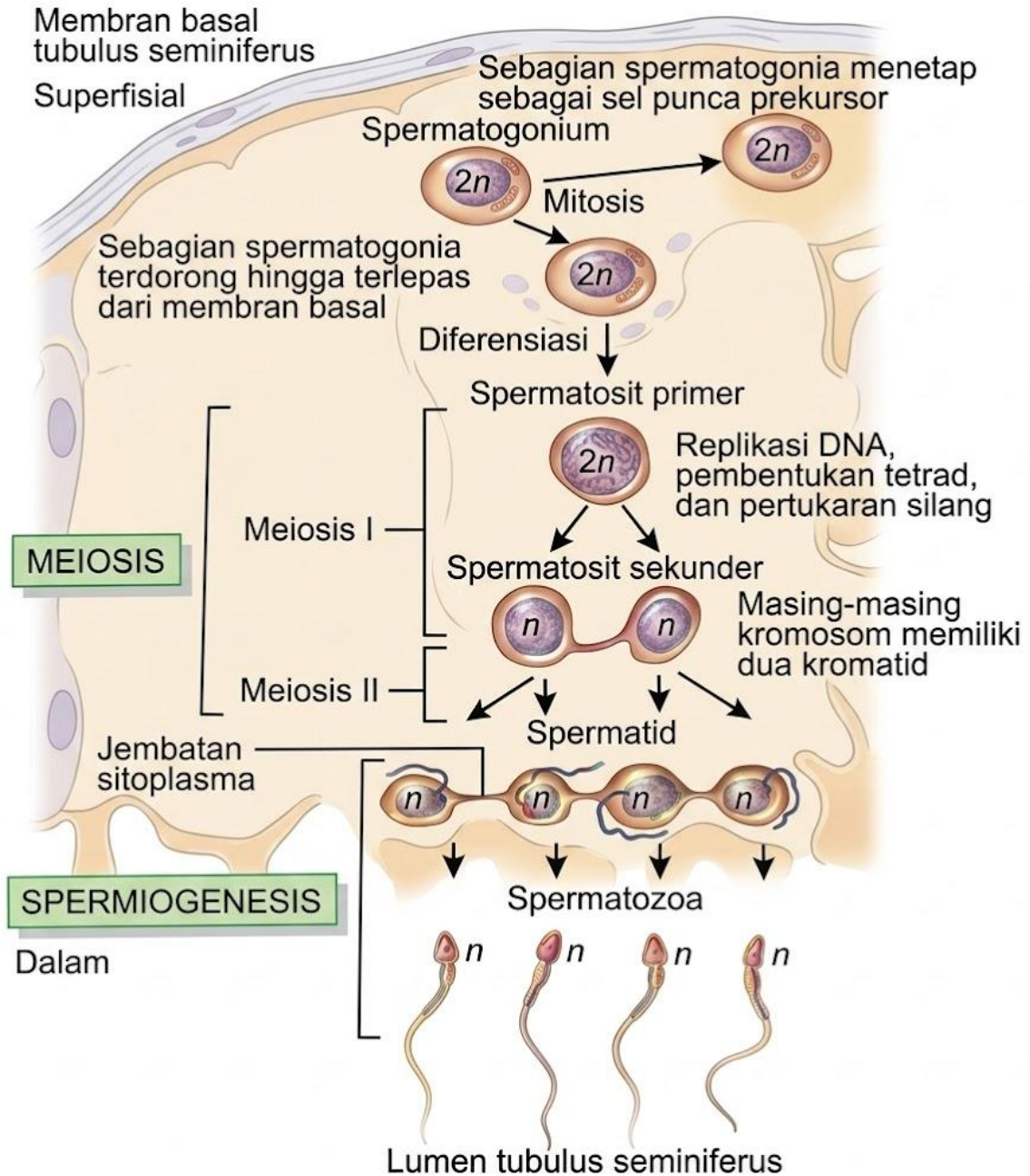
Testis

Sel-sel Sertoli

- Sel-sel Sertoli besar terbenam diantara sel-sel spermatogenik di tubulus seminiferus, terbentang dari membran basal ke lumen tubulus. Sebelah dalam membran basal dan spermatogonia, sel-sel Sertoli yang bersebelahan dengan yang lain disatukan oleh taut-taut yang ketat.
- Taut tersebut membentuk sawar yang disebut sebagai sawar darah-testis karena bahan-bahan mula-mula harus melewati sel Sertoli sebelum dapat mencapai sperma yang sedang terbentuk.
- Sel Sertoli menunjang dan melindungi sel spermatogenik yang sedang tumbuh berbagai cara diantaranya:
 - 1) Sel-sel sertoli memberi makan spermatosit, spermatid, dan sperma;
 - 2) Memfagosit kelebihan sitoplasma spermatid seiring dengan proses pembentukan;
 - 3) Mengontrol gerakan sel spermatogenik serta membebaskan sperma ke dalam lumen tubulus seminiferus.
- Sel-sel Sertoli juga menghasilkan cairan untuk transportasi sperma, mensekresi hormon inhibin, dan mengatur efek testosteron dan FSH (follicle-stimulating hormone). Pada ruang-ruang antara tubulus seminiferus yang berdekatan didapatkan kelompok-kelompok sel yang disebut sel Leydig (interstitial). Sel-sel Leydig mensekresi testosteron, androgen dengan jumlah paling besar. Androgen merupakan hormon yang mendorong perkembangan karakteristik pria (maskulin) dan testosteron mendorong libido (dorongan seks) pria.

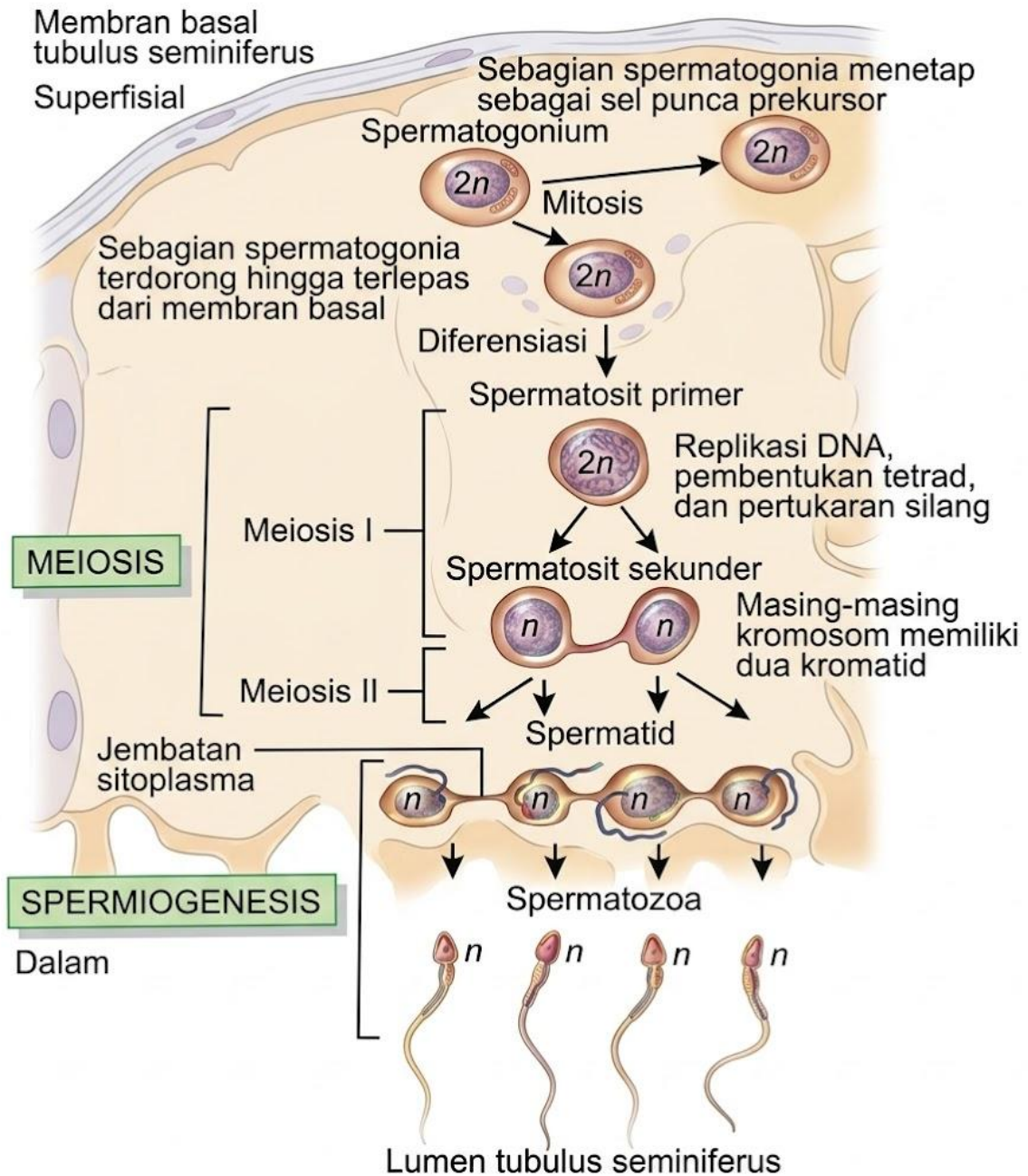
SPERMATOGENESIS

- Spermatosit primer memperbanyak DNA-nya segera setelah terbentuk dan mengalami meiosis.
- Pada meiosis I, pasangan-pasangan kromosom homolog berjajar di lempeng metafase, dan terjadi pertukaran silang. Setelah itu gelendong mitotik menarik satu kromosom (duplikat) dari masing-masing pasangan ke kutub yang berlawanan dari setiap sel. Pada meiosis I terbentuk dua sel yang disebut spermatosit sekunder. Setiap spermatosit sekunder mempunyai 3 kromosom, jumlah haploid (n). Setiap kromosom pada spermatosit sekunder dibentuk dari dua kromatid (dua salinan DNA) yang masih melekat ke sentromer



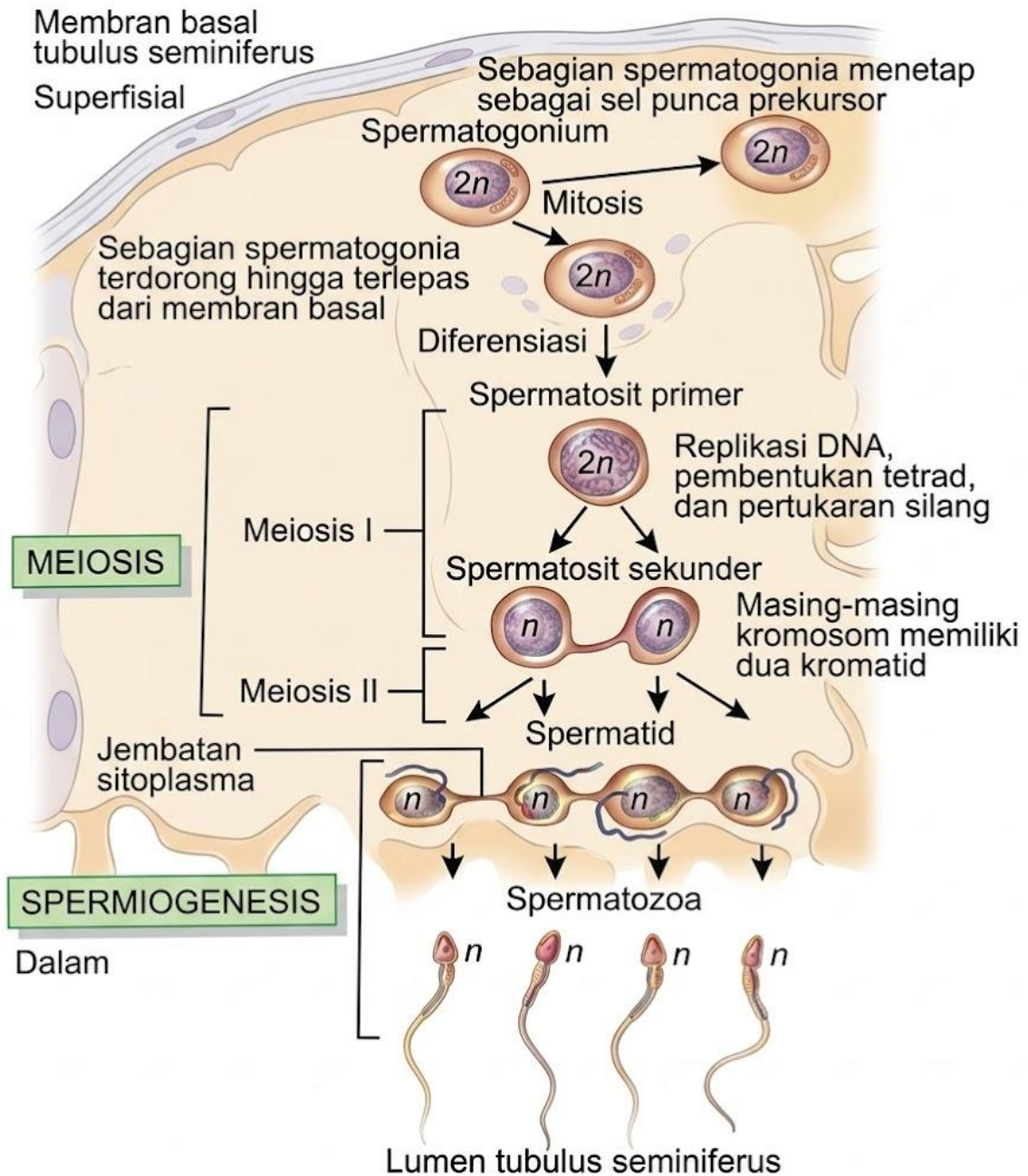
SPERMATOGENESIS

- Pada spermatosit sekunder, tidak terjadi replikasi DNA. Pada meiosis II, kromosom-kromosom berjajar di sepanjang lempeng metafase, dan dua kromatid dari masing-masing kromosom memisah.
- Pada meiosis II terbentuk empat sel haploid yang disebut spermatid. Dengan demikian, satu spermatosit primer dapat menghasilkan empat spermatid melalui dua kali pembelahan sel yaitu meiosis I dan meiosis II.



SPERMATOGENESIS

- Satu proses unik terjadi selama spermatogenesis yaitu sewaktu berproliferasi, sel-sel spermatogenik gagal menuntaskan pemisahan sitoplasma (sitokinesis).
- Sel-sel tersebut tetap berkontak melalui jembatan-jembatan sitoplasma sepanjang keseluruhan perkembangannya.
- Pola perkembangan tersebut mungkin menjadi penyebab sinkronnya produksi sperma di bagian tertentu tubulus seminiferus dan separuh sperma mengandung satu kromosom X dan separuh mengandung satu kromosom Y. Kromosom X yang lebih besar mungkin membawa gen-gen yang dibutuhkan untuk spermatogenesis yang tidak dimiliki oleh kromosom Y yang lebih kecil.

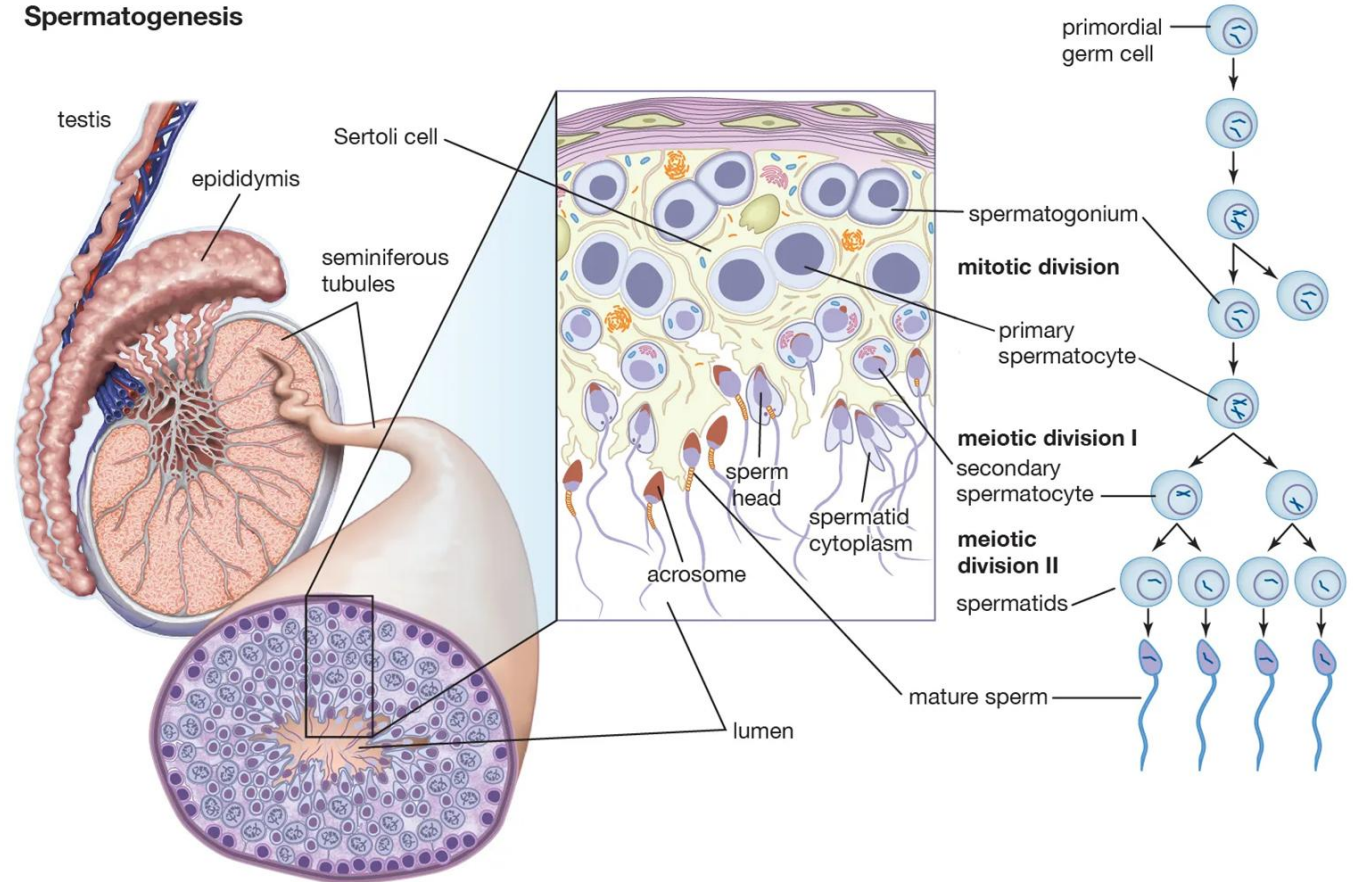


Testis

SPERMATOGENESIS

- Tahap akhir spermatogenesis (spermiogenesis), adalah perkembangan spermatid haploid menjadi sperma.
- Pada tahap spermiogenesis ini tidak terjadi pembelahan, masing-masing spermatid menjadi satu sel sperma.
- Selama proses ini, spermatid yang berbentuk bulat berubah menjadi sperma yang langsing memanjang. Terbentuk akrosom di atas nukleus, yang memadat dan memanjang, sebuah flagela terbentuk, dan mitokondria bertambah banyak.
- Sel Sertoli membuang kelebihan sitoplasma yang terlepas dan sperma dibebaskan dari hubungannya dengan sel Sertoli, proses ini dikenal sebagai spermiasi.
- Setelah itu sperma masuk ke lumen tubulus seminiferus. Cairan yang disekresi Sel Sertoli mensekresi cairan yang mendorong sperma menuju duktus testis. Pada tahap ini, sperma belum mampu berenang.

Spermatogenesis



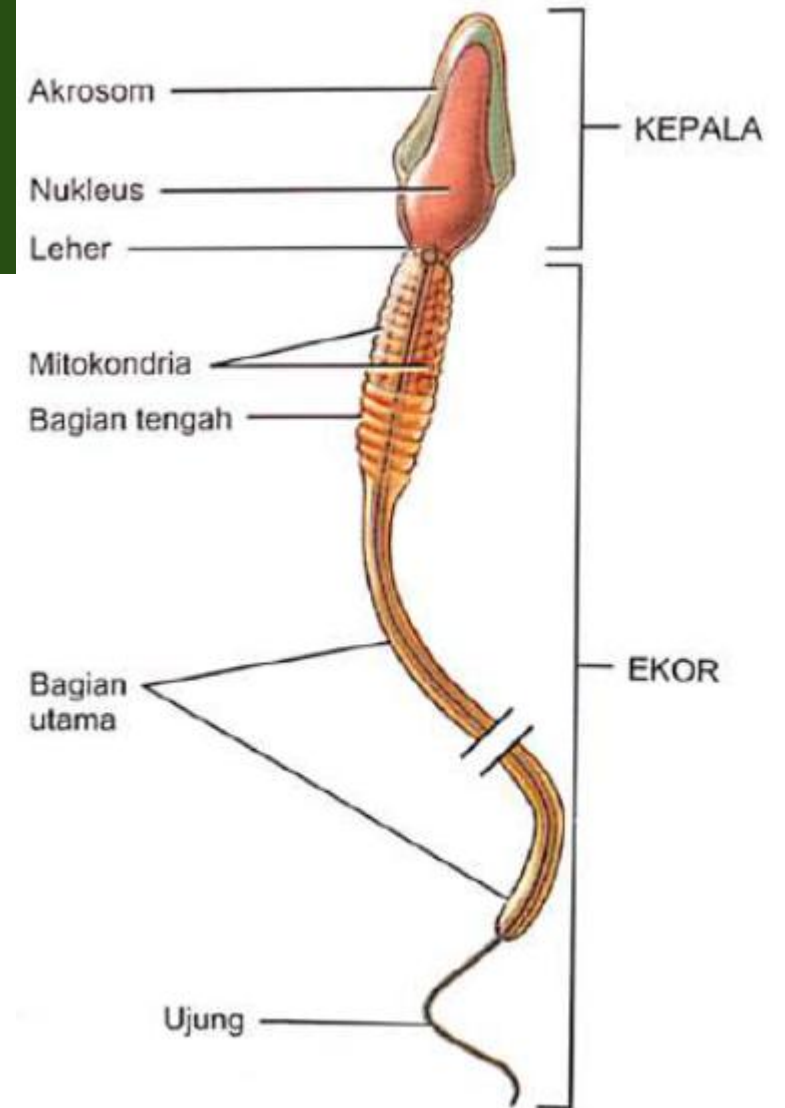


Testis

SPERMA

Sekitar 300 juta setiap hari sperma menyelesaikan proses spermatogenesis. Sperma mempunyai panjang 60 μm dan mengandung beberapa struktur yang sangat diadaptasikan untuk mencapai dan menembus oosit sekunder. Bagian-bagian dari sperma adalah kepala dan ekor. Kepala sperma berbentuk gepeng dan runcing mempunyai panjang sekitar 4-5 μm . Kepala mengandung satu nukleus dengan 23 kromosom yang sangat memadat, $\frac{2}{3}$ anterior nukleus ditutupi oleh akrosom yaitu suatu vesikel berbentuk topi yang berisi enzim-enzim yang membantu sperma menembus oosit sekunder supaya terjadi fertilisasi, yaitu **enzim hialuronidase dan protease**. Ekor sperma dibagi menjadi empat bagian yaitu leher, bagian tengah, bagian utama, dan ujung. Leher adalah bagian menyempit tepat di belakang kepala yang berisi sentriol.

Sentriol membentuk mikrotubulus yang membentuk bagian ekor sisanya. Bagian tengah berisi mitokondria yang tersusun membentuk spiral dan menghasilkan energi (ATP) untuk pergerakan sperma ke tempat pembuahan dan metabolisme sperma. Bagian utama merupakan bagian ekor terpanjang, dan bagian ujung adalah bagian ekor yang mengecil. Setelah diejakulasikan, sebagian besar sperma tidak dapat bertahan hidup lebih dari 48 jam di dalam saluran reproduksi wanita.



Kontrol Testis oleh Hormon

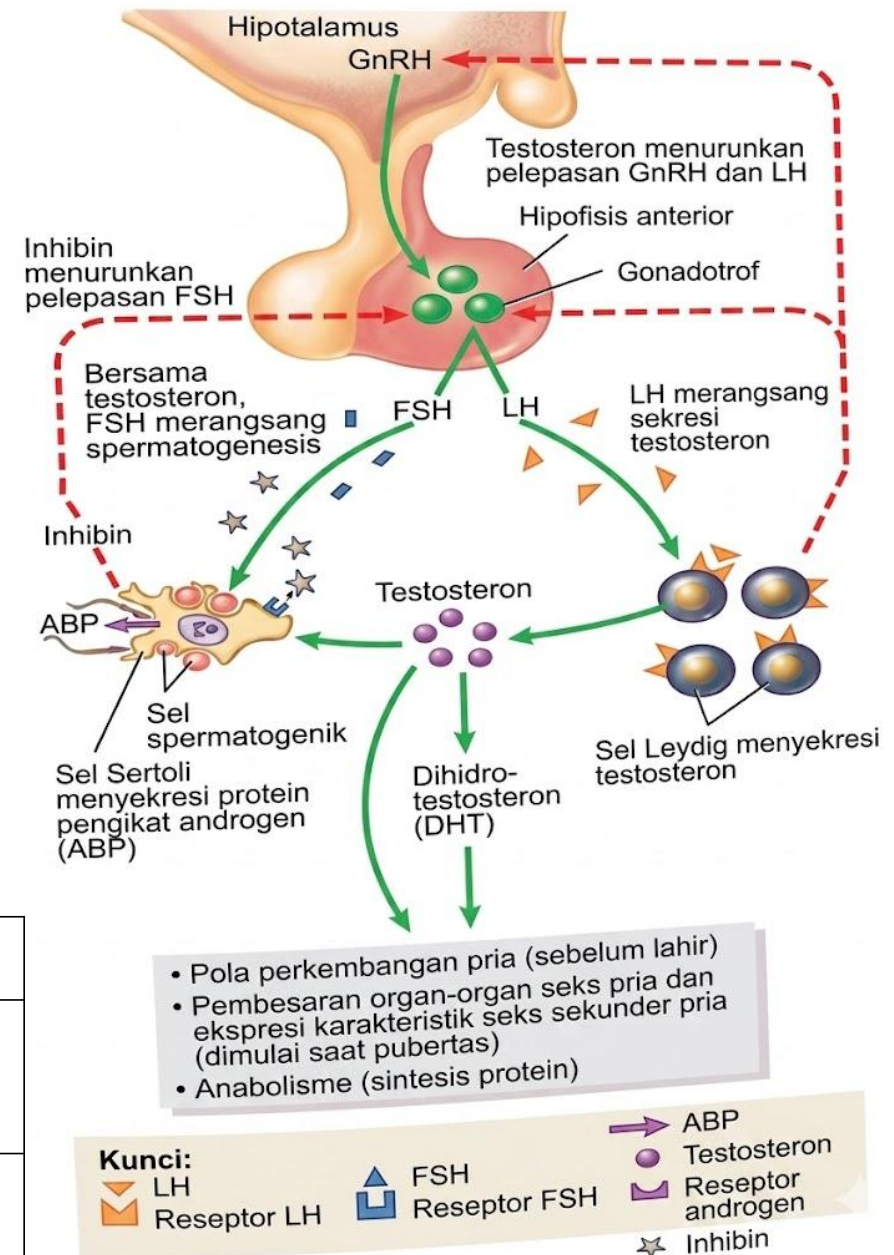
1. Pemicu Awal di Otak

- **Hipotalamus** melepaskan hormon **GnRH** (*Gonadotropin-Releasing Hormone*).
- GnRH merangsang **Hipofisis Anterior** (kelenjar pituitari depan) untuk meningkatkan produksi dua hormon kunci: **LH** dan **FSH**.

2. Pembagian Tugas di Testis

Begitu sampai di testis, LH dan FSH bekerja pada sel target yang berbeda untuk mendukung spermatogenesis (pembentukan sperma):

Hormon	Sel Sasaran	Mekanisme & Hasil Kerja
LH	Sel Leydig	Menstimulasi produksi Testosteron (disintesis dari kolesterol). Di jaringan tertentu seperti prostat dan genitalia luar, enzim 5-alfa-reduktase akan mengubah testosteron menjadi DHT (<i>Dihidrotestosteron</i>).
FSH	Sel Sertoli	Bekerja secara sinergis bersama testosteron untuk memicu sekresi ABP (<i>Androgen-Binding Protein</i>). ABP berfungsi mengikat testosteron agar konsentrasinya tetap tinggi di sekitar sel spermatogenik untuk mematangkan sperma.



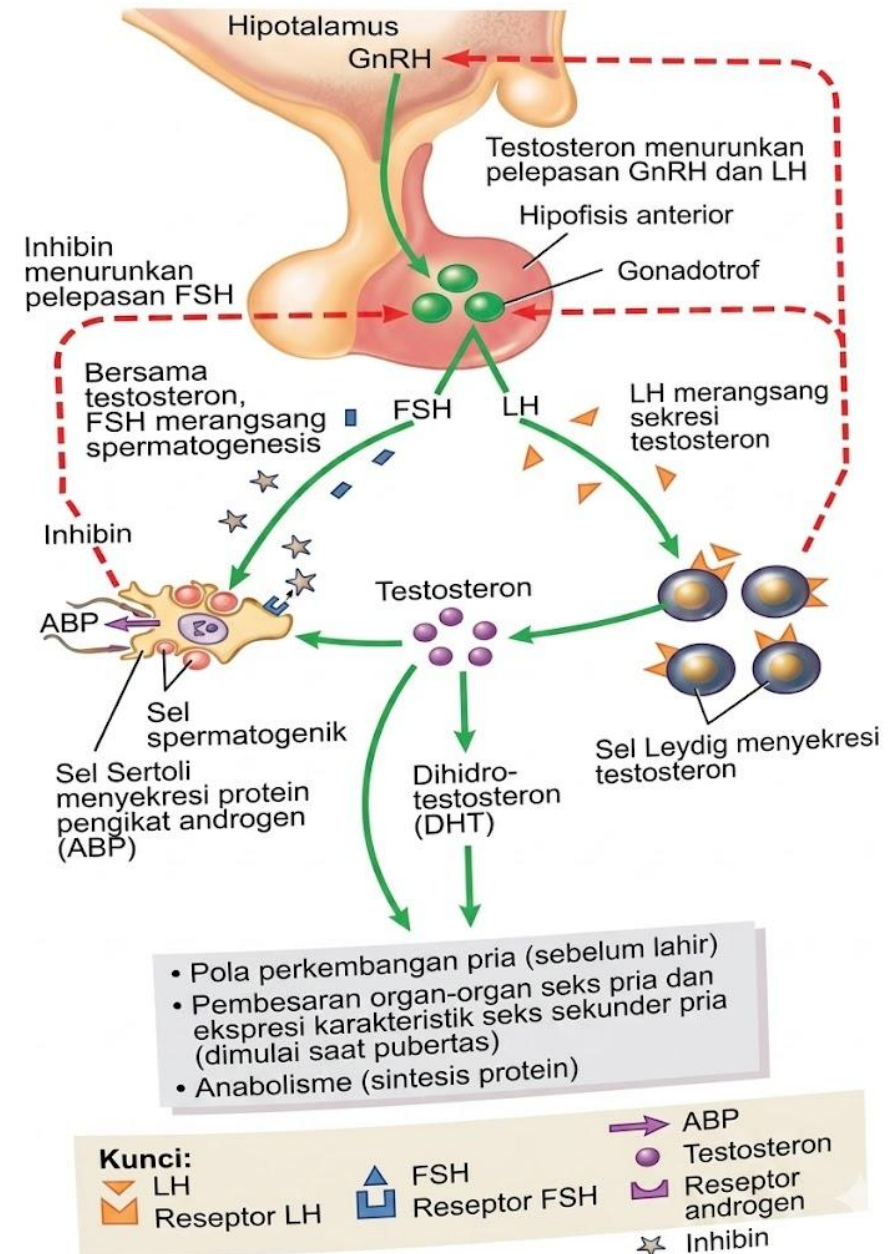
Testis

Kontrol Testis oleh Hormon

3. Sistem Kendali Otomatis (Umpan Balik Negatif)

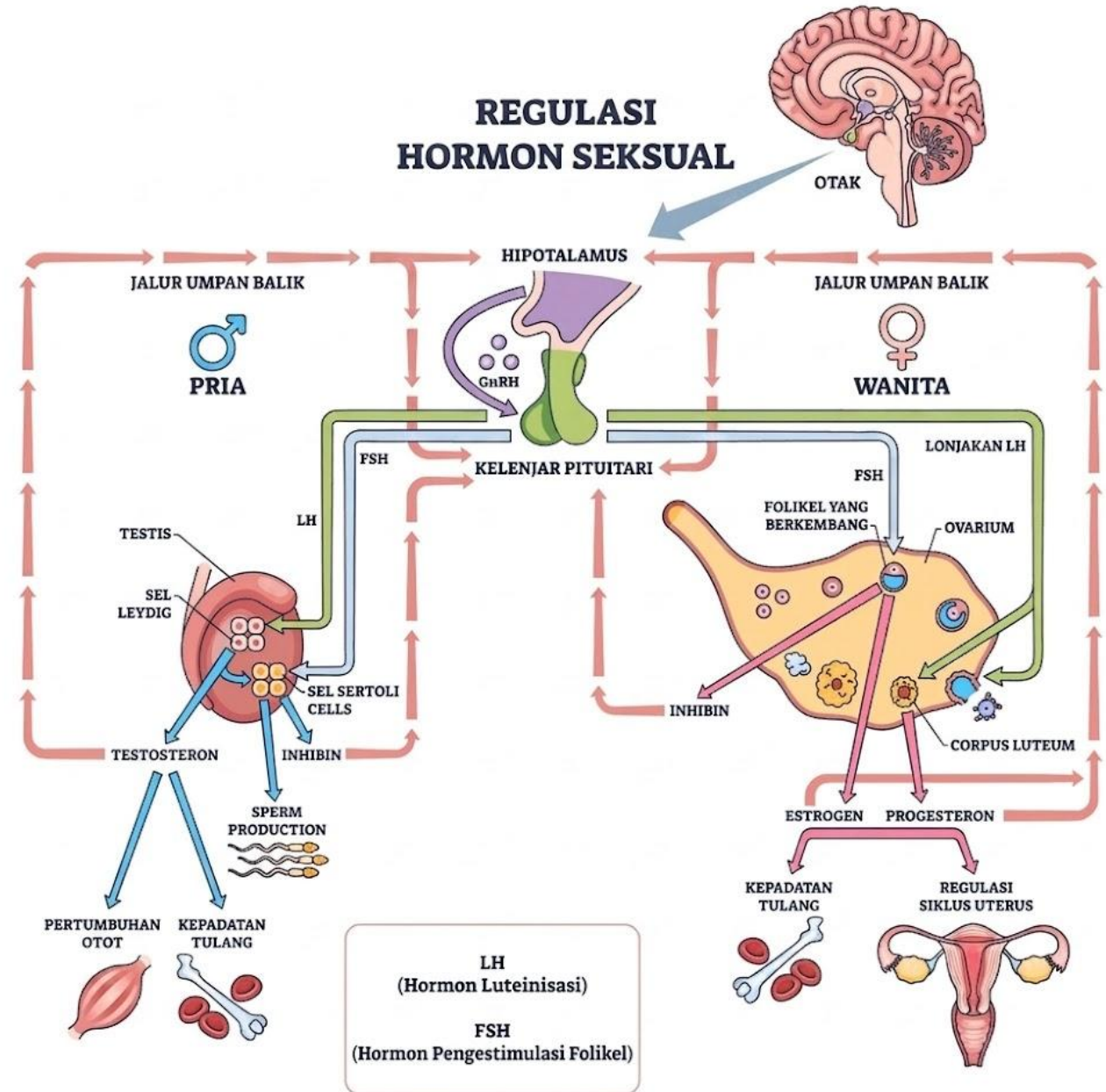
Agar kadar hormon dan laju produksi sperma tidak berlebihan atau kekurangan, tubuh menggunakan mekanisme "rem" internal:

- **Rem Testosteron:** Kadar testosteron yang tinggi dalam darah akan langsung mengirim sinyal ke otak untuk **menekan** sekresi GnRH di hipotalamus dan LH di hipofisis.
- **Rem Inhibin:** Jika proses pembentukan sperma sudah berjalan ideal, sel Sertoli melepas hormon protein bernama **Inhibin** untuk menyetop FSH. Sebaliknya, jika produksi sperma melambat, kadar inhibin turun sehingga FSH naik lagi untuk mempercepat spermatogenesis.



Efek Androgen

1. **Perkembangan pranatal** : Sebelum lahir, testosteron merangsang pola perkembangan pria pada duktus-duktus sistem reproduksi dan penurunan testis. Dihidrotestosteron merangsang pembentukan genitalia eksterna. Testosteron juga diubah menjadi estrogen di otak yang mungkin berperan dalam perkembangan bagian tertentu otak pada pria.
2. **Perkembangan karakteristik seks pria** : Pada saat pubertas testosteron dan dihidrotestosteron menyebabkan perkembangan dan pembesaran organ-organ seks pria serta pembentukan karakteristik seks sekunder maskulin. Karakteristik seks sekunder adalah sifat-sifat yang membedakan pria dan wanita, tetapi tidak mempunyai peran langsung dalam reproduksi. Sifat-sifat tersebut meliputi pertumbuhan otot dan tulang yang berakibat bahu melebar dan panggul menyempit; rambut wajah dan dada (dalam batas-batas hereditas) dan peningkatan rambut pada bagian tubuh lain; penebalan kulit; peningkatan sekresi kelenjar sebacea (minyak); serta pembesaran laring sehingga suara menjadi lebih berat.



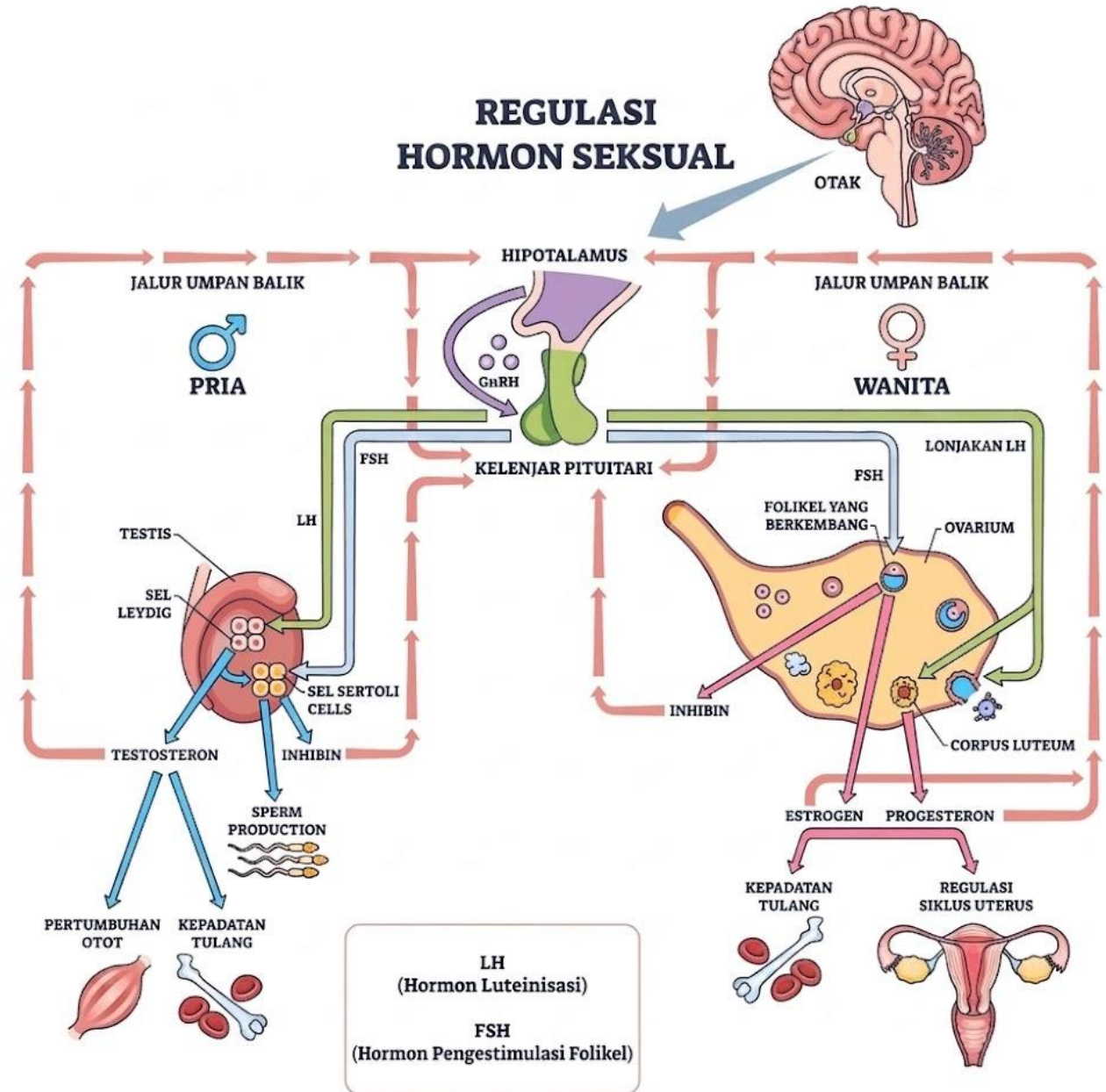
Efek Androgen

3. Perkembangan fungsi seksual

Androgen berperan dalam perilaku seksual pria dan spermatogenesis serta dorongan seks (libido) pada pria dan wanita. Korteks adrenal merupakan sumber utama androgen pada wanita.

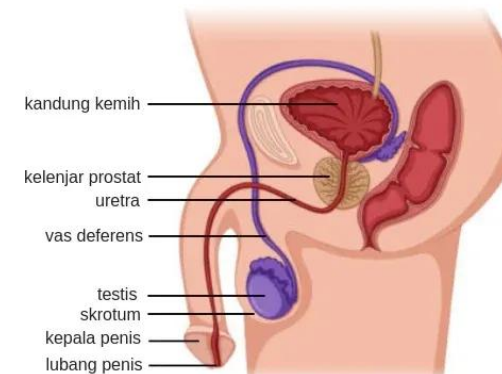
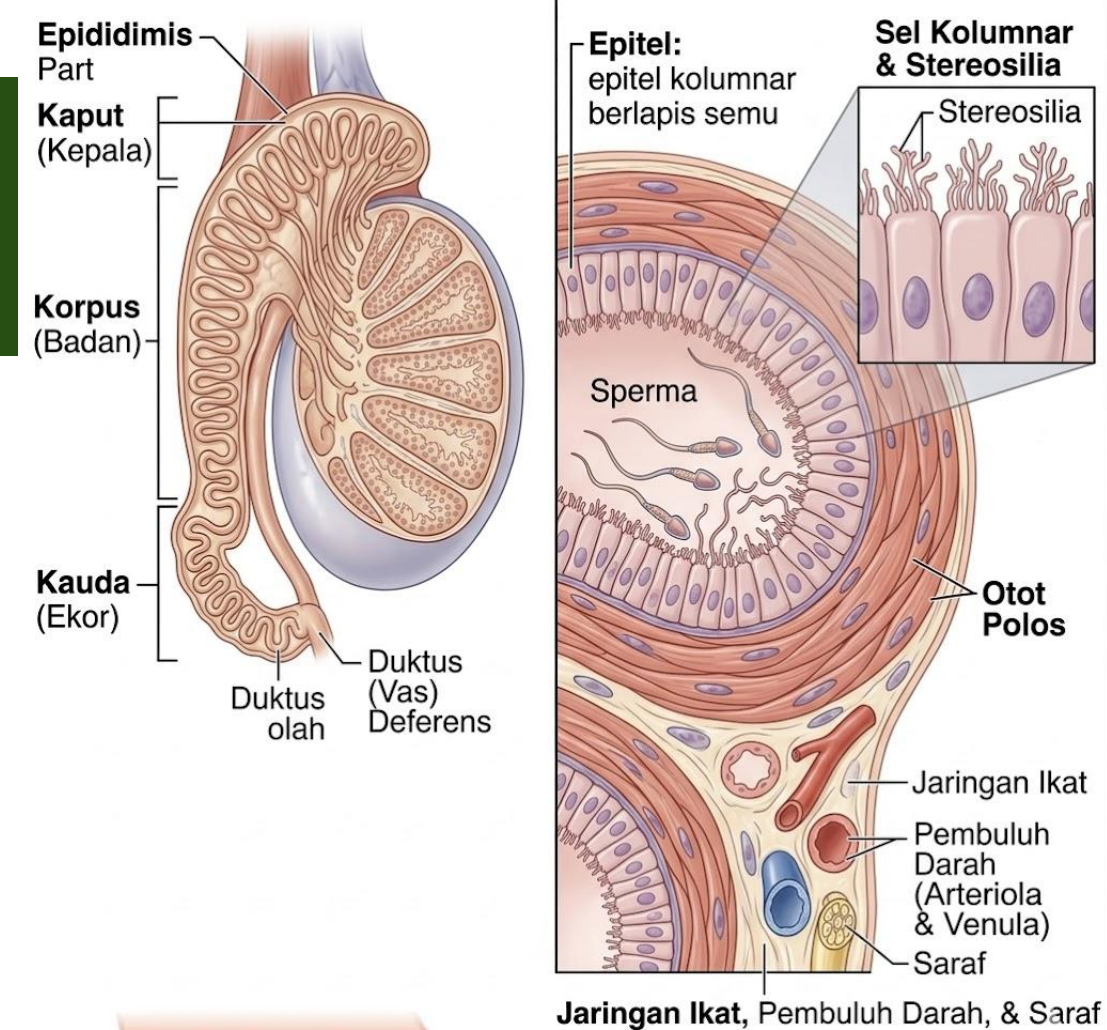
4. Stimulasi anabolisme

Androgen merupakan hormon anabolik, yaitu hormon yang merangsang sintesis protein. Efek hormon tersebut massa otot dan tulang pada pria lebih berat dibandingkan wanita.



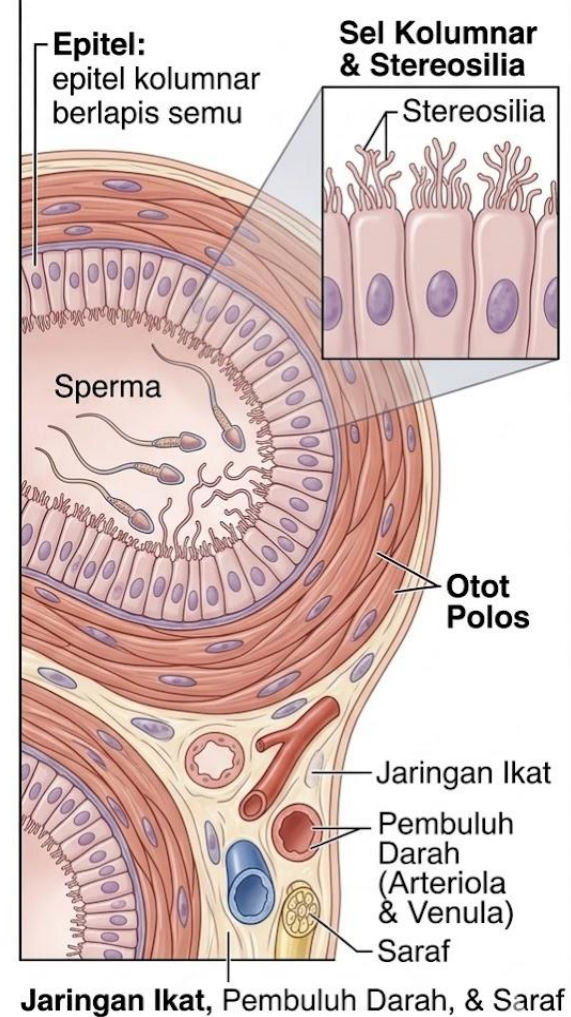
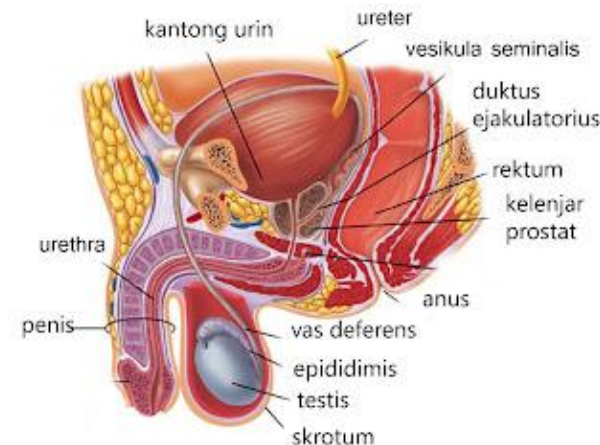
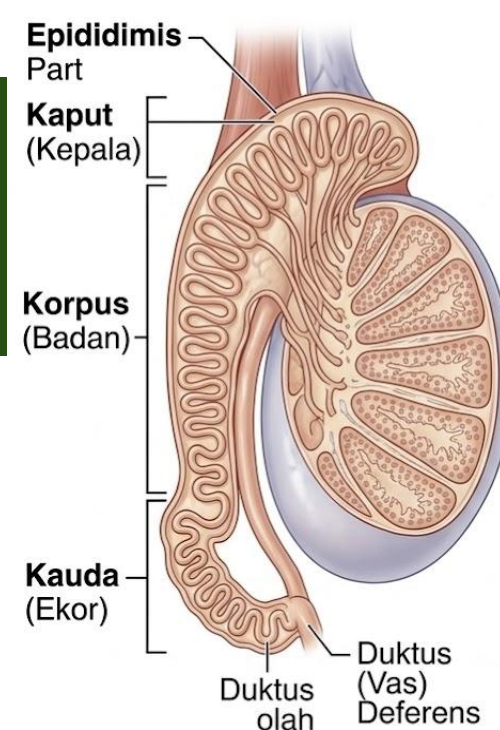
Epididimis

- Epididimis adalah organ berbentuk tanda koma dengan panjang sekitar 4 cm dan terletak di sepanjang batas belakang/posterior pada masing-masing testis.
- Epididimis terdiri dari duktus epididimis yang bergelung ketat.** Duktus-duktus eferen dari testis bersatu dengan duktus epididimis di bagian epidermis yang lebih besar dan superior yang disebut kaput. Bagian tengah epididimis yang menyempit disebut korpus dan bagian inferior yang lebih kecil disebut kauda.
- Pada ujung distal, ekor epididimis bersambungan sebagai duktus (vas) deferens.
- Duktus epididimis berukuran panjang sekitar 6 m (jika tidak bergelung).



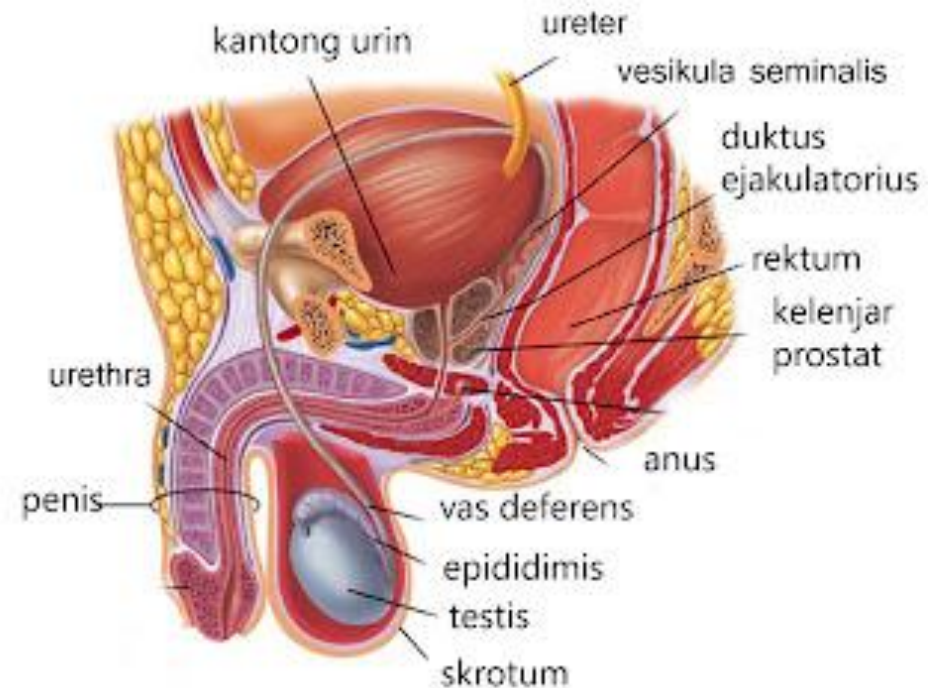
Epididimis

- Bagian dalam duktus epididimis dilapisi oleh epitel kolumnar berlapis semu dan dikelilingi oleh lapisan-lapisan otot polos. Permukaan bebas sel kolumnar mengandung stereosilia, yang merupakan mikrovilus (bukan silia) panjang bercabang yang meningkatkan luas permukaan untuk reabsorpsi sperma yang mengalami degenerasi.
- **Epididimis berfungsi sebagai tempat pematangan sperma**, yaitu proses sperma memperoleh motilitas dan kemampuan untuk membuahi ovum yang berlangsung dalam **waktu sekitar 14 hari**. Selain itu epididimis juga **membantu mendorong sperma ke duktus (vas) deferens sewaktu gairah seksual** melalui kontraksi peristaltik otot polosnya.
- Epididimis juga **menyimpan sperma**, yang tetap hidup di sana sampai selama beberapa bulan. Sperma yang tidak diejakulasikan akan direabsorpsi.



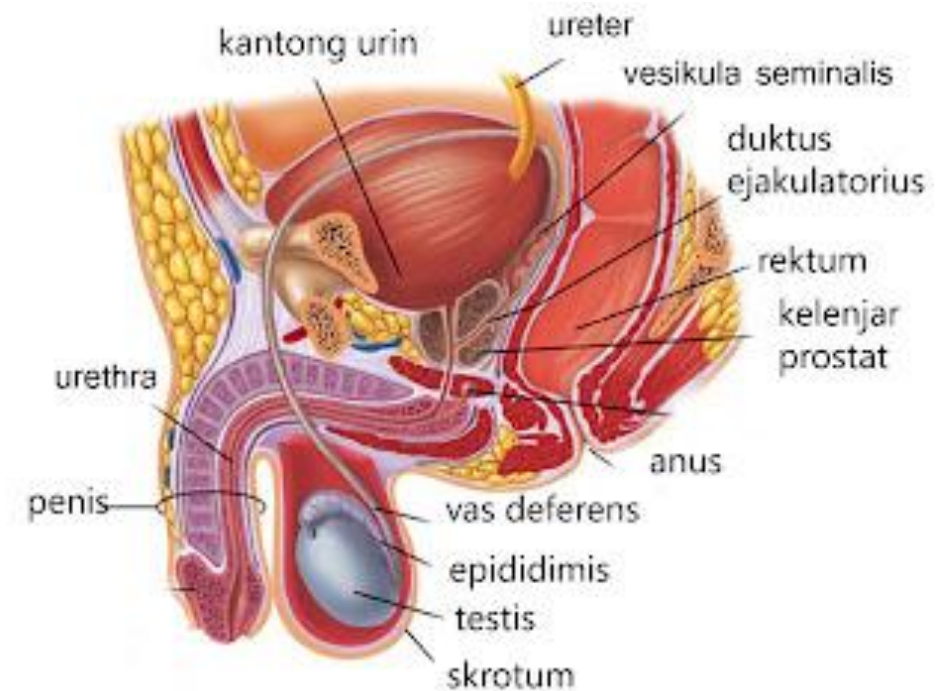
Duktus Ejakulatorius

- Duktus ejakulatorius mempunyai panjang sekitar 2 cm yang dibentuk oleh penyatuan saluran dari vesikula seminalis dan ampula duktus (vas) deferens.
- Duktus ejakulatorius tepat berada di atas (superior) dari pangkal prostat, berjalan ke arah inferior dan anterior melalui prostat. Saluran ini berakhir di uretra prostatika, yaitu tempat mengeluarkan sperma dan sekresi vesikula semilunaris tepat sebelum pengeluaran semen dari uretra ke eksterior.

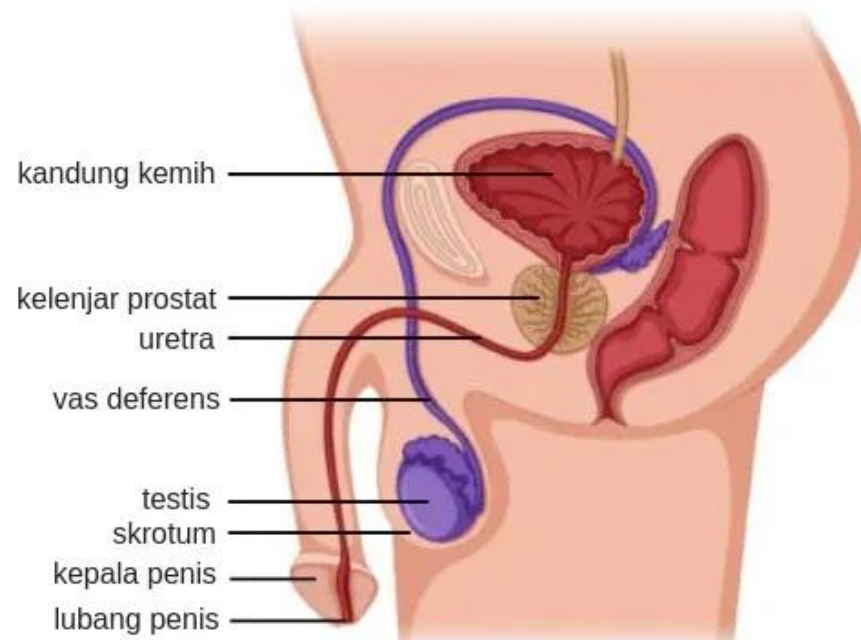


Uretra

- Uretra pada pria merupakan saluran terminal bersama untuk sistem reproduksi dan sistem kemih. Uretra berfungsi sebagai jalan lewat untuk semen dan urine.
- Panjang uretra sekitar 20 cm, berjalan melalui prostat, otot-otot dalam perineum, dan penis.
- Uretra dibagi menjadi tiga bagian yaitu:
 - 1) **Uretra pars prostatika**, memiliki panjang 2-3 cm dan berjalan melalui prostat;
 - 2) **Uretra pars membranasea** merupakan saluran yang melewati otot-otot dalam perineum. Uretra pars membranasea panjangnya sekitar 1 cm;
 - 3) **Uretra pars spongiosa** (penis), melewati korpus spongiosum penis, dengan panjang sekitar 15-20 cm.



Kelenjar Aksesoris Sistem Reproduksi Pria

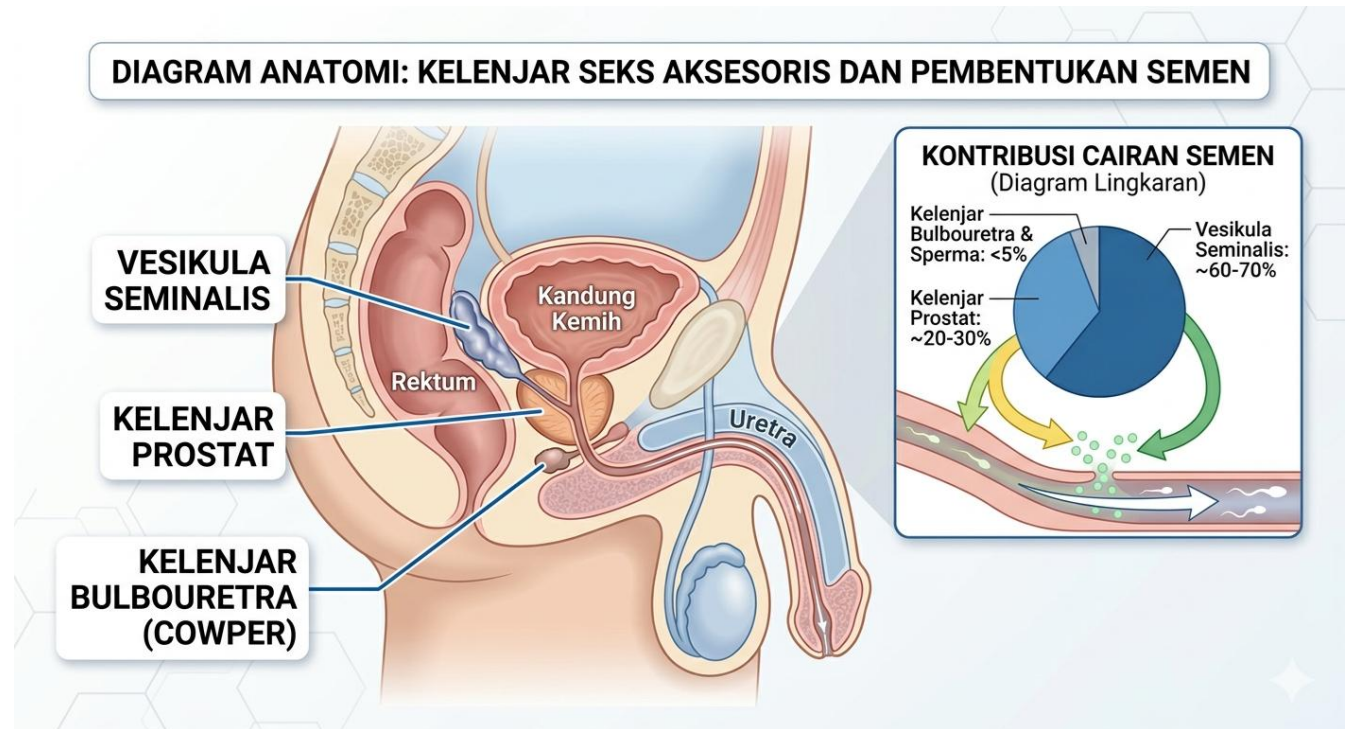


Kelenjar Aksesoris

Kelenjar seks aksesoris mengeluarkan sebagian besar bagian cairan semen.

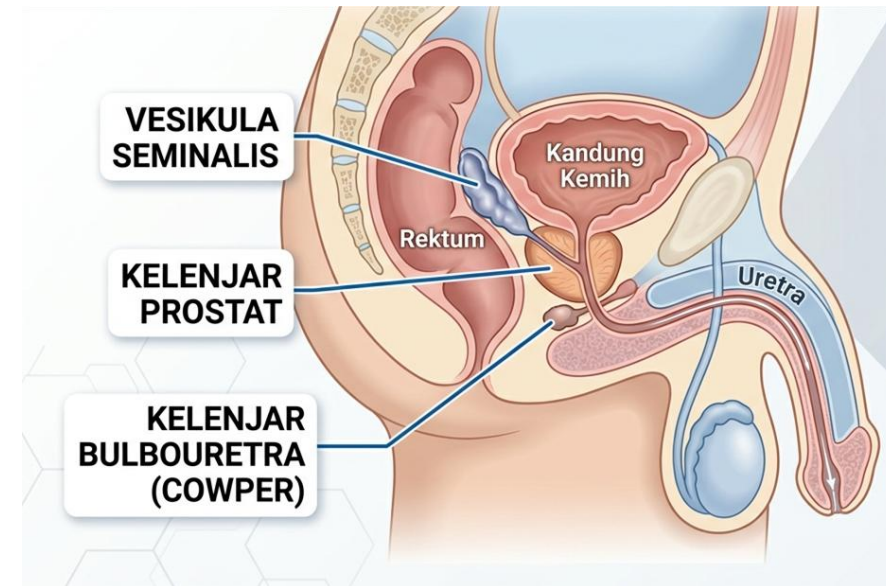
Kelenjar-kelenjar aksesoris meliputi:

1. vesikula seminalis
2. prostat
3. kelenjar bulbouretra



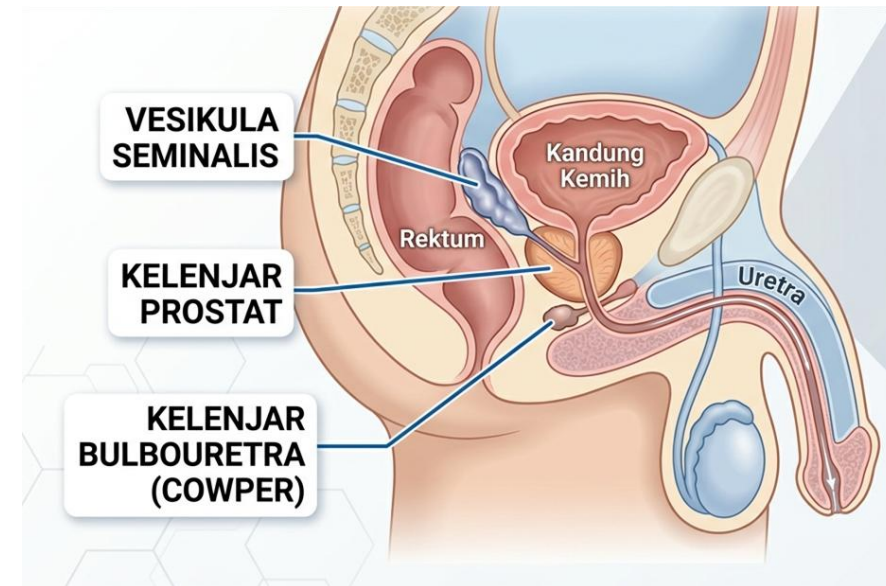
Vesikula Seminalis

- Vesikula seminalis (kelenjar seminalis) adalah sepasang struktur yang berbentuk kantong berkelok-kelok dengan panjang sekitar 5 cm dan terletak posterior dari dasar kandung kemih dan anterior dari rektum.
- Vesikula seminalis mengeluarkan cairan kental alkalis yang mengandung fruktosa, prostaglandin, dan protein pembekuan yang berbeda dari yang didapatkan pada darah.
- Sifat basa cairan vesikula seminalis membantu menetralkan lingkungan asam pada uretra pria dan saluran reproduksi wanita yang dapat menonaktifkan dan mematikan sperma.
- Fruktosa digunakan untuk produksi ATP oleh sperma.
- Prostaglandin berfungsi dalam motilitas dan viabilitas sperma serta merangsang kontraksi otot polos di dalam saluran reproduksi wanita.
- Protein-protein pembekuan membantu semen menggumpal sewaktu ejakulasi.
- Vesikula seminalis mensekresi cairan sekitar 60% dari semen.



Prostat

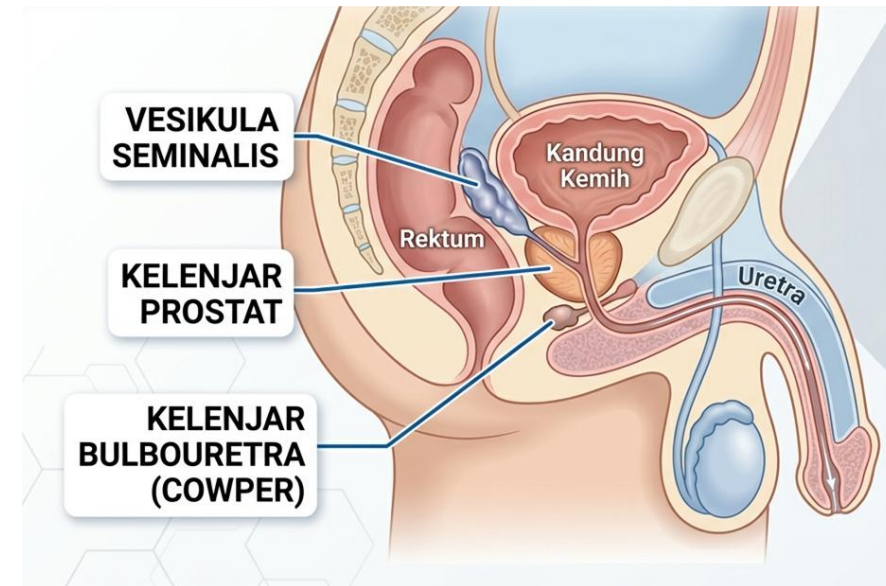
- Prostat mensekresi cairan sekitar 25% dari volume semen yang berperan untuk motilitas dan viabilitas sperma.
 - Kelenjar ini berukuran 4 cm dari sisi ke sisi, sekitar 3 cm dari atas ke bawah, dan sekitar 2 cm dari depan ke belakang.
 - Prostat terletak di bawah kandung kemih dan mengelilingi uretra pars prostatika. Prostat membesar secara perlahan dari lahir hingga pubertas. Prostat membesar pesat hingga usia sekitar 30 tahun, setelah itu ukurannya menetap sampai usia sekitar 45 tahun.
 - Prostat mensekresi cairan seperti susu yang agak asam (pH sekitar 6,5), terdiri dari beberapa bahan, yaitu:
 1. Asam sitrat, digunakan oleh sperma untuk menghasilkan ATP melalui siklus Krebs;
 2. Beberapa enzim proteolitik, misalnya prostate-specific antigen (PSA), pepsinogen, lisozim, amilase, dan hialuronidase, yang menguraikan protein-protein pembekuan dari vesikula seminalis;
 3. Fosfatase asam yang fungsinya belum diketahui
 4. Seminalplasmin adalah antibiotik yang dapat membunuh bakteri. Seminalplasmin dapat membantu mengurangi jumlah bakteri alami di semen dan saluran reproduksi wanita bagian bawah.
- Sekresi prostat masuk ke uretra pars pars prostatika melalui duktus prostatikus.



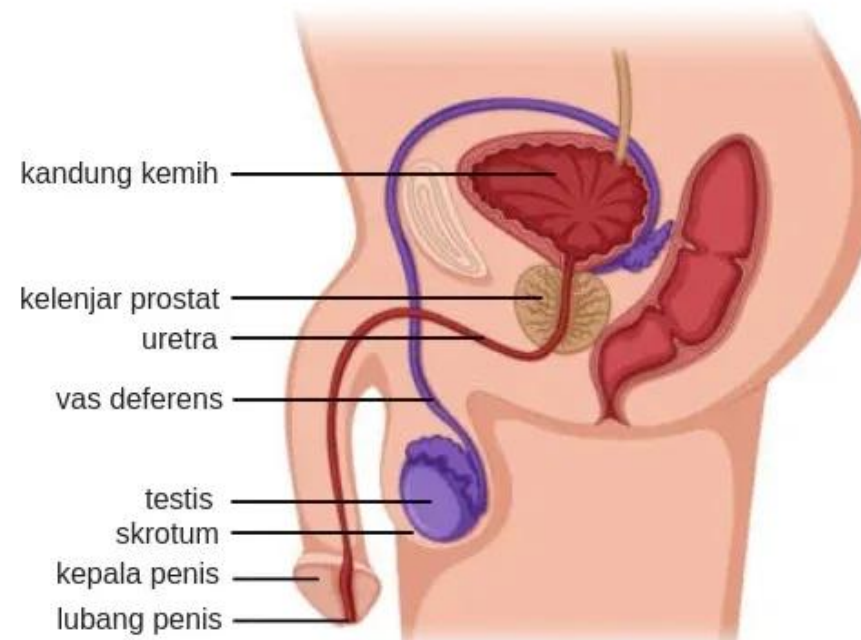


Kelenjar Bulbouretra

- Sepasang kelenjar bulbouretra atau kelenjar Cowper, mempunyai ukuran sebesar kacang polong, terletak di bawah prostat pada kedua sisi uretra pars membranasea di dalam otot-otot perineum dan salurannya membuka ke uretra pars spongiosa.
- Jika terdapat gairah seksual kelenjar bulbouretra **mensekresi cairan basah ke dalam uretra yang melindungi sperma dari asam akibat bekas aliran urin di uretra.**
- Kelenjar bulbouretra juga mensekresi **mukus yang melumasi ujung penis dan lapisan dalam uretra**, sehingga mengurangi jumlah sperma yang rusak sewaktu ejakulasi.



Semen

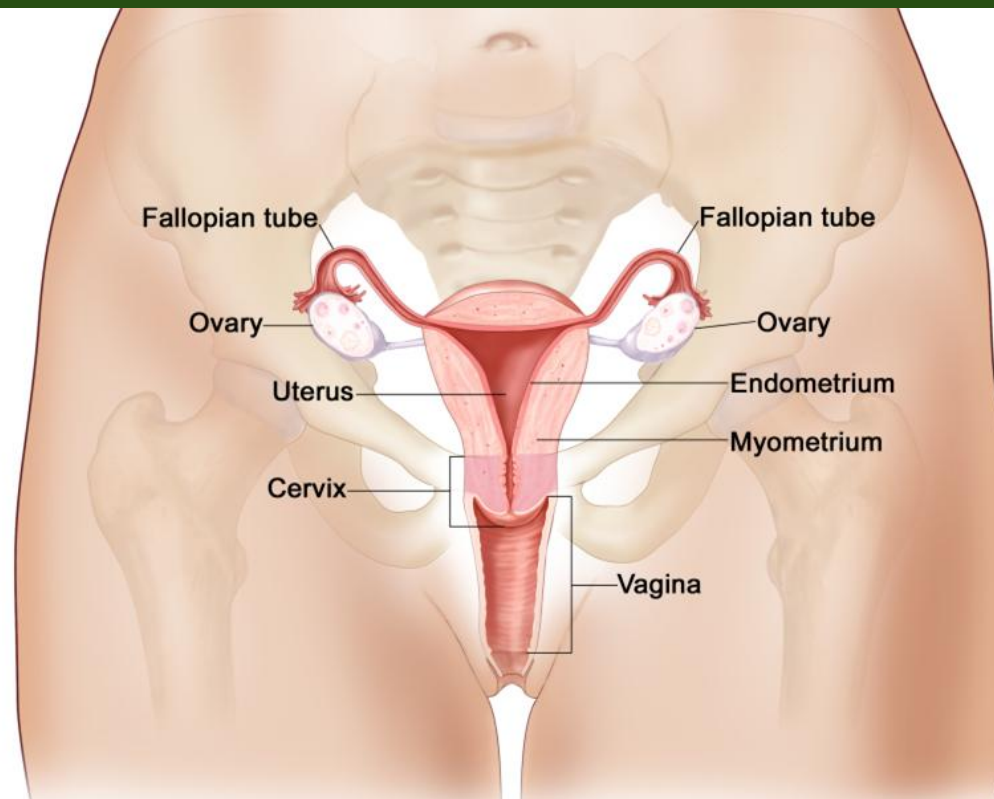




Semen

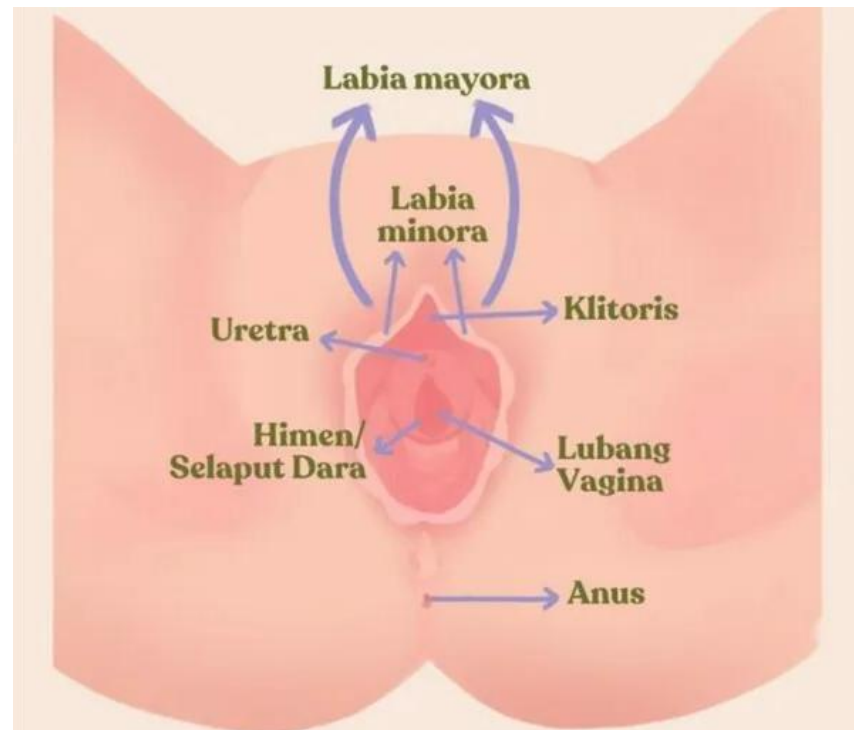
- **Semen adalah campuran sperma dan cairan seminalis.**
- Cairan seminalis merupakan suatu cairan yang terdiri dari sekresi tubulus seminiferus, vesikula seminalis, dan kelenjar bulbouretra.
- Volume semen pada ejakulasi adalah 2,5-5 mL yang berisi 50-150 juta sperma per mL. Apabila jumlahnya turun sampai di bawah 20 juta/mL, pria tersebut kemungkinan tidak subur.
- Sperma dalam jumlah yang sangat besar dibutuhkan supaya pembuahan terjadi karena hanya sebagian kecil dari sperma-sperma tersebut yang mampu mencapai oosit sekunder.
- Meskipun cairan prostat agak asam, semen memiliki pH yang sedikit basa (7,2-7,7) karena cairan dari vesikula seminalis memiliki pH yang lebih tinggi dan volume yang lebih besar. Sekresi prostat menyebabkan semen tampak seperti susu, dan cairan dari vesikula seminalis dan kelenjar bulbouretra menyebabkan semen memiliki konsistensi lengket.
- Cairan seminal merupakan media transpor, memberi nutrisi, dan menjadi pelindung sperma dari lingkungan asam uretra pria dan vagina wanita yang tidak ramah.
- Semen yang cair setelah dikeluarkan akan menggumpal dalam waktu 5 menit karena adanya protein-protein pembekuan dari vesikula seminalis.
- Setelah sekitar 10 sampai 20 menit, Semen kembali mencair karena antigen spesifik prostat (PSA) dan enzim-enzim proteolitik lain yang dihasilkan oleh prostat yang menguraikan bekuan.
- Pengenceran semen yang abnormal atau berlangsung lambat dapat menyebabkan imobilisasi total atau parsial sperma sehingga gerakan sperma menembus serviks uteri terganggu.

Sistem Reproduksi Wanita





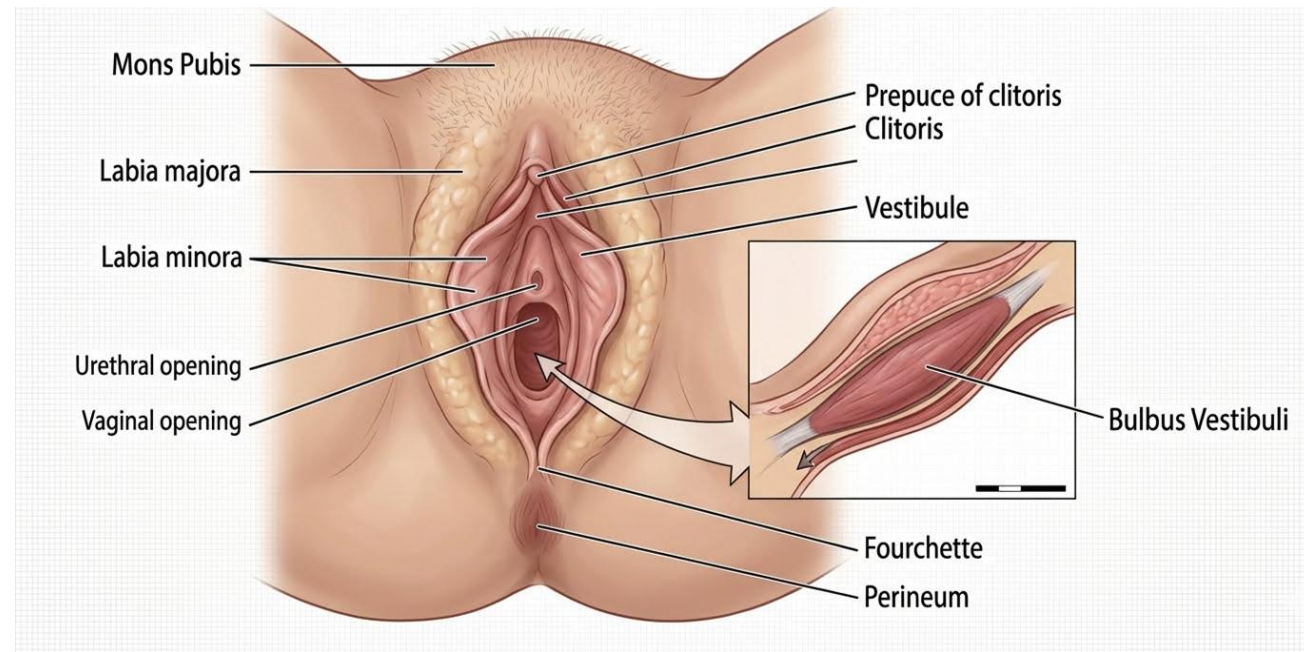
Genitalia Eksterna Sistem Reproduksi Wanita



Struktur Genetalia Eksterna Wanita

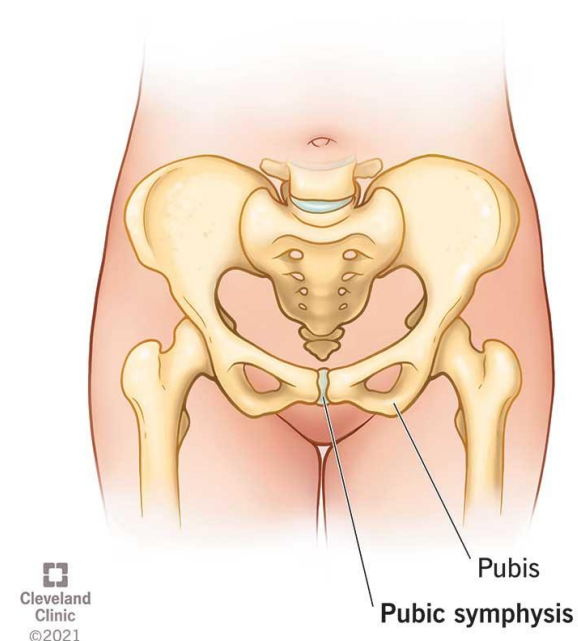
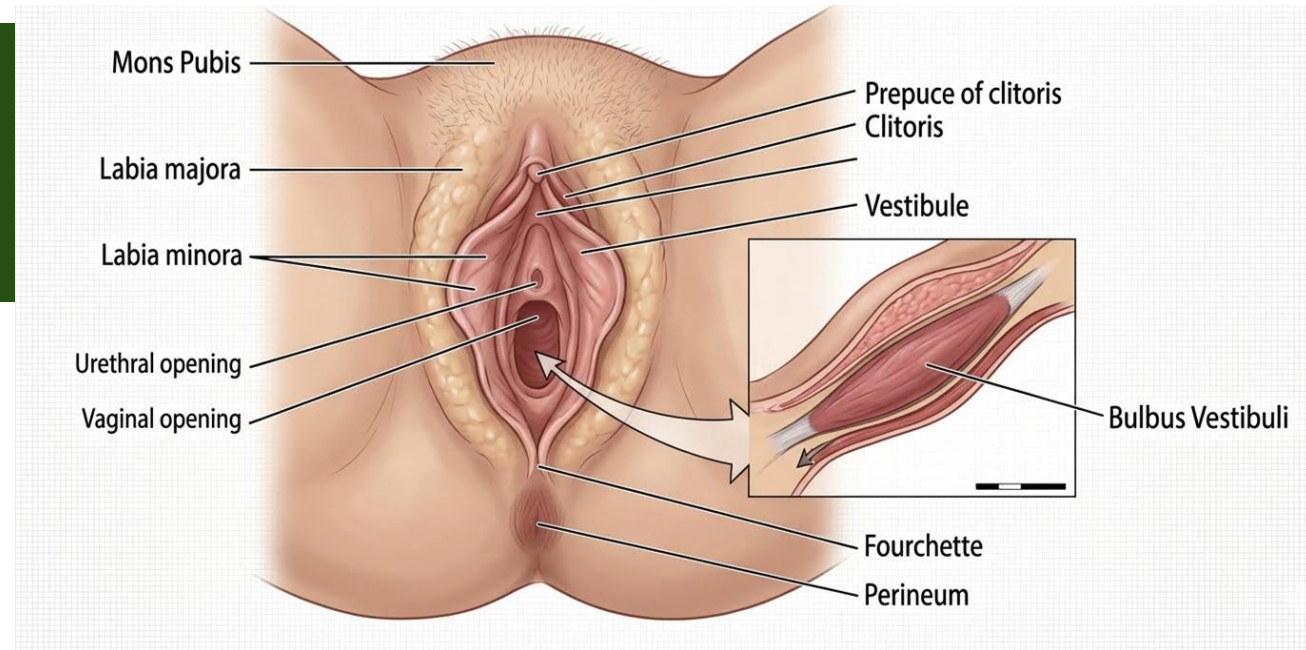
Struktur genetalia eksterna wanita adalah

1. mons pubis (mons veneris)
2. labia mayora dan minora
3. klitoris
4. prepusium klitoris
5. vestibulum
6. bulbus vestibuli
7. fourchette
8. perineum



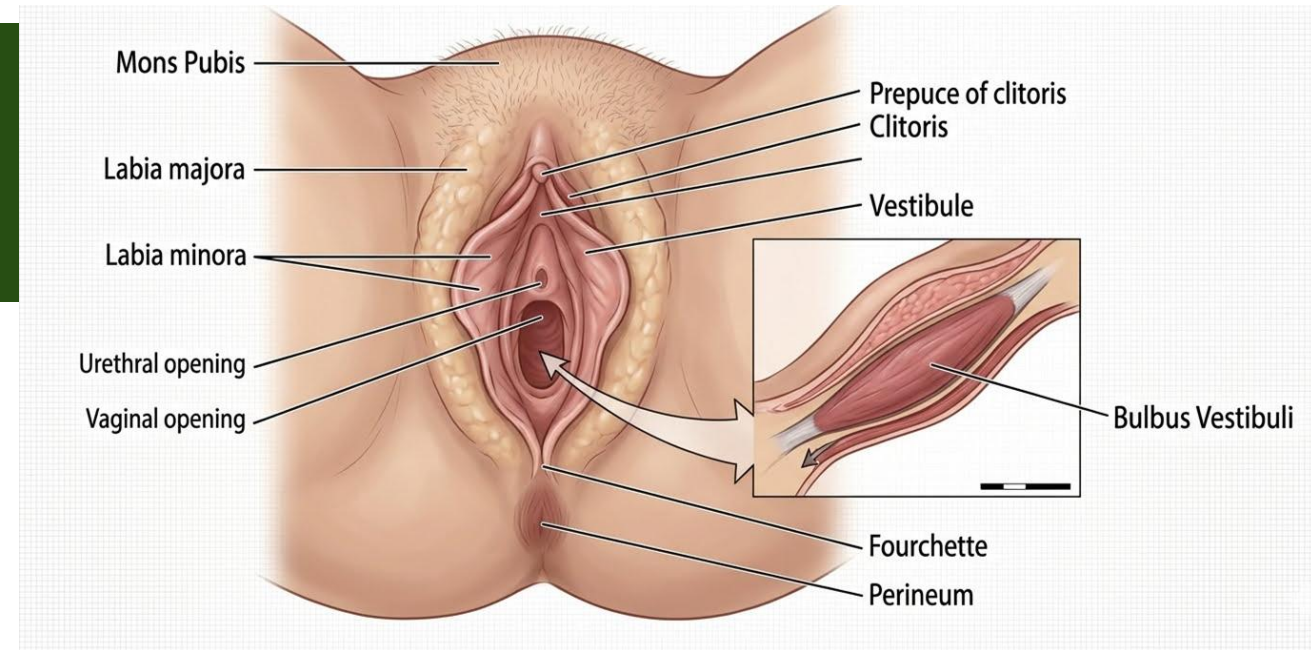
Mons Pubis

- Mons pubis atau mons veneris adalah jaringan lemak dan subkutan berbentuk bulat yang lunak dan padat serta jaringan ikat jarang di atas simpisis pubis.
- Mons pubis mengandung banyak kelenjar sebacea, ditumbuhi rambut berwarna hitam, kasar dan menjadi bantalan bagi simpisis pubis.



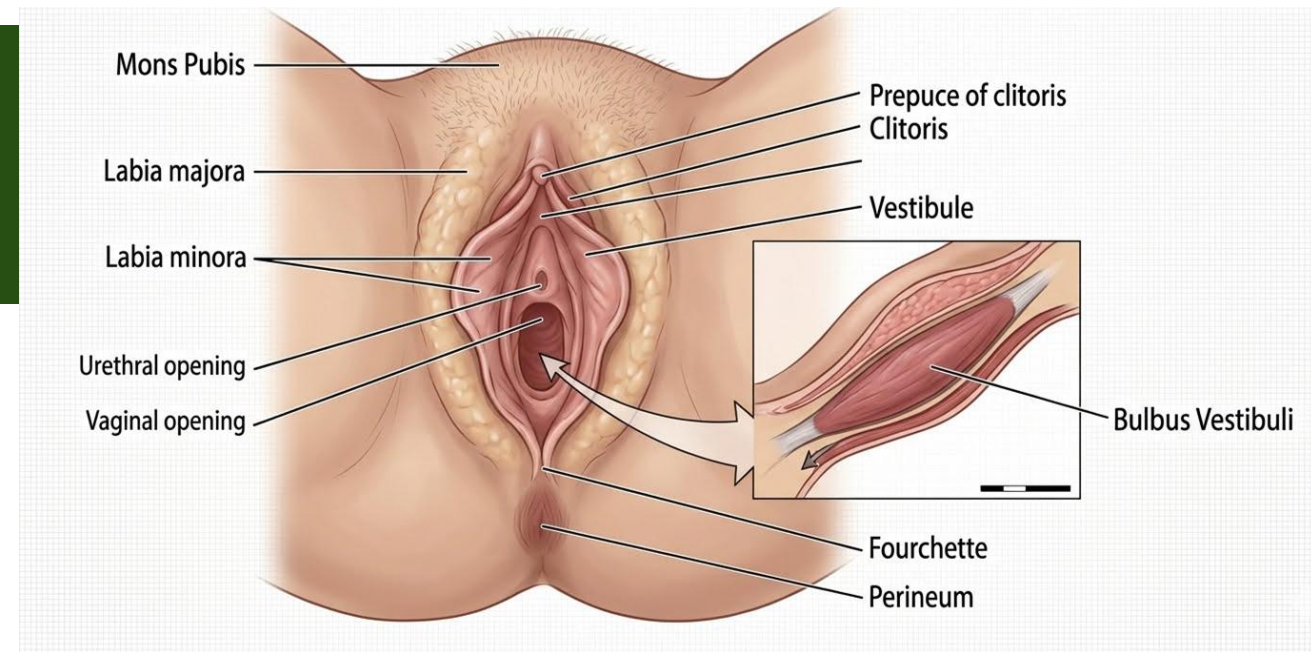
Labia Mayora

- Labia mayora adalah dua lipatan longitudinal kulit yang menutupi lemak dan jaringan ikat yang menyatu dengan mons pubis. Bentuk tunggal adalah labium mayus.
- Labium mayus ditutupi oleh rambut pubis dan mengandung banyak jaringan lemak, kelenjar sebacea (minyak), dan kelenjar sudorifera apokrin (keringat). **Struktur ini homolog dengan skrotum.**
- Kedua labia mayora memanjang dari mons pubis ke arah bawah mengelilingi labia minora dan berakhir di perineum pada garis tengah.
- Labia mayora melindungi labia minora, meatus urinarius, dan introitus vagina.



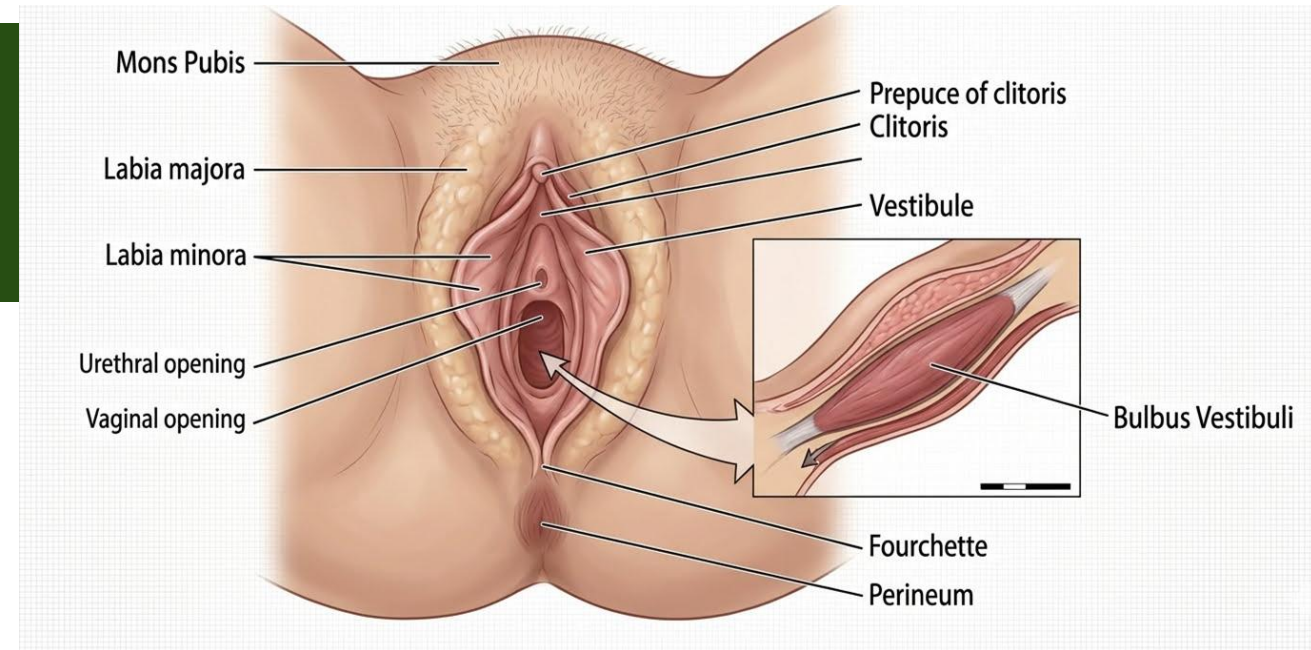
Labia Minora

- Labia minora terletak diantara dua labia mayora, merupakan lipatan kulit yang panjang, sempit dan tidak berambut yang memanjang ke arah bawah dari bawah klitoris dan menyatu dengan fourchette.
- Banyak mengandung pembuluh darah sehingga labia minora berwarna kemerahan dan memungkinkan labia minora membengkak jika ada stimulasi emosional atau stimulasi fisik.
- Ruangan di antara labia minora disebut **vestibulum**.
- Tidak seperti labium mayus, labium minus tidak mengandung rambut pubis dan lemak serta memiliki sedikit kelenjar sudorifera, tetapi mengandung banyak kelenjar sebacea.
- Labium minus **homolog dengan uretra pars spongiosa (penis)**.



Klitoris

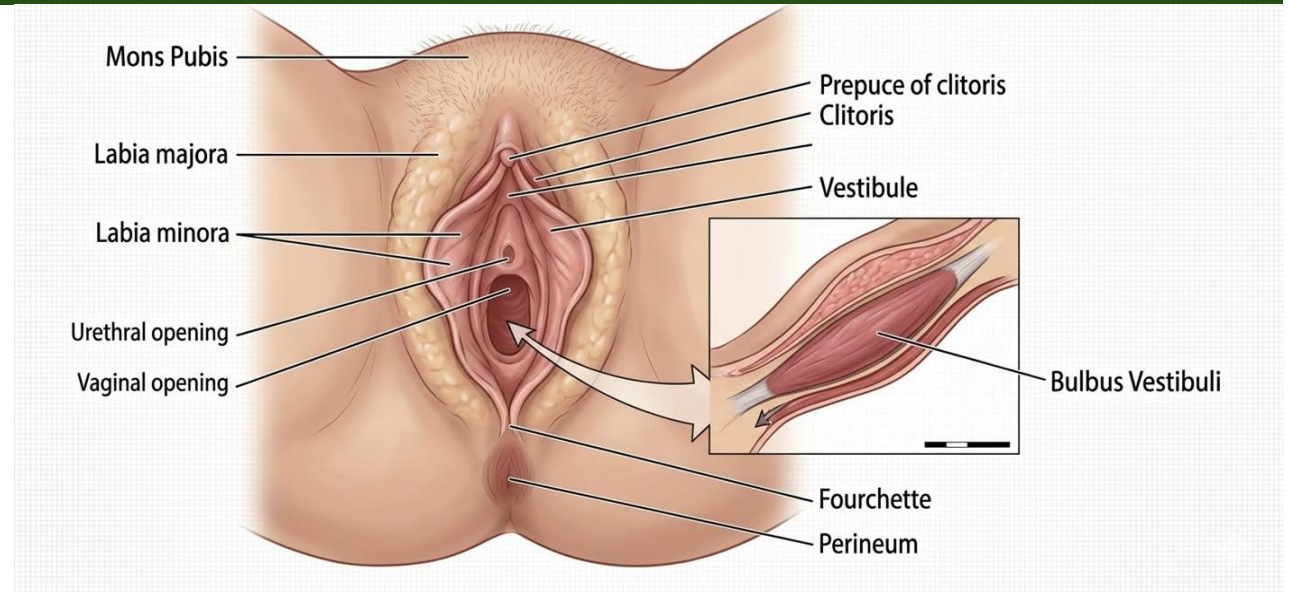
- Klitoris adalah massa silindris kecil yang terdiri dari dua badan erektile kecil (korpus kavernosum), serta banyak saraf dan pembuluh darah. Klitoris terletak anterior dari pertemuan labium minus.
- Ujung badan klitoris disebut glans dan lebih sensitif daripada badannya. Pada saat ada rangsangan seksual glans dan badan klitoris membesar.
- Klitoris dianggap sebagai kunci seksualitas wanita.
- Banyak mengandung pembuluh darah dan saraf sehingga klitoris sangat sensitif terhadap suhu, sentuhan dan sensasi tekanan.
- Fungsi utama klitoris adalah menstimulasi dan meningkatkan ketegangan seksual. Klitoris homolog dengan glans penis pada pria.



Prepusium Klitoris

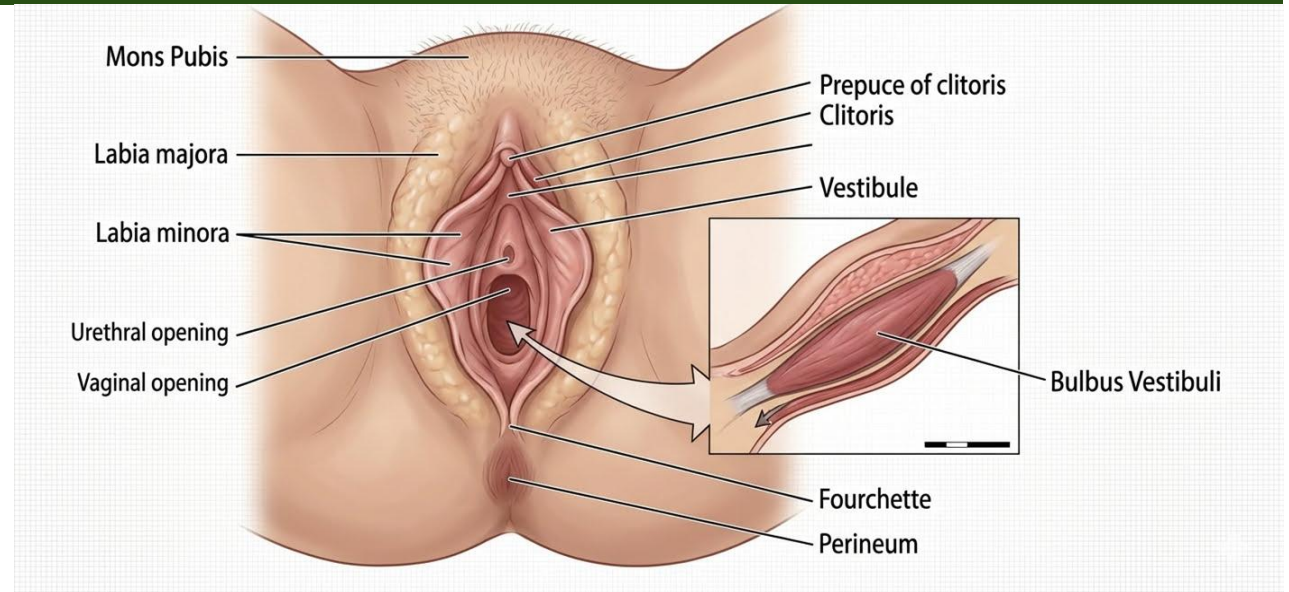
- Dekat sambungan anterior, labia minora kanan dan kiri memisah menjadi bagian medial dan lateral.
- Bagian lateral menyatu di bagian atas klitoris dan membentuk prepusium, yaitu penutup yang berbentuk seperti kait.
- Fungsi utamanya meliputi:

1. **Proteksi Sensori:** melindungi kepala klitoris yang sangat sensitif dari gesekan yang tidak disengaja dengan pakaian sehari-hari
2. **Pengaturan Stimulasi:** berperan dalam mengatur intensitas rangsangan seksual dengan cara meregang atau bergeser saat klitoris membengkak (ereksi), sehingga memungkinkan paparan langsung saat aktivitas seksual



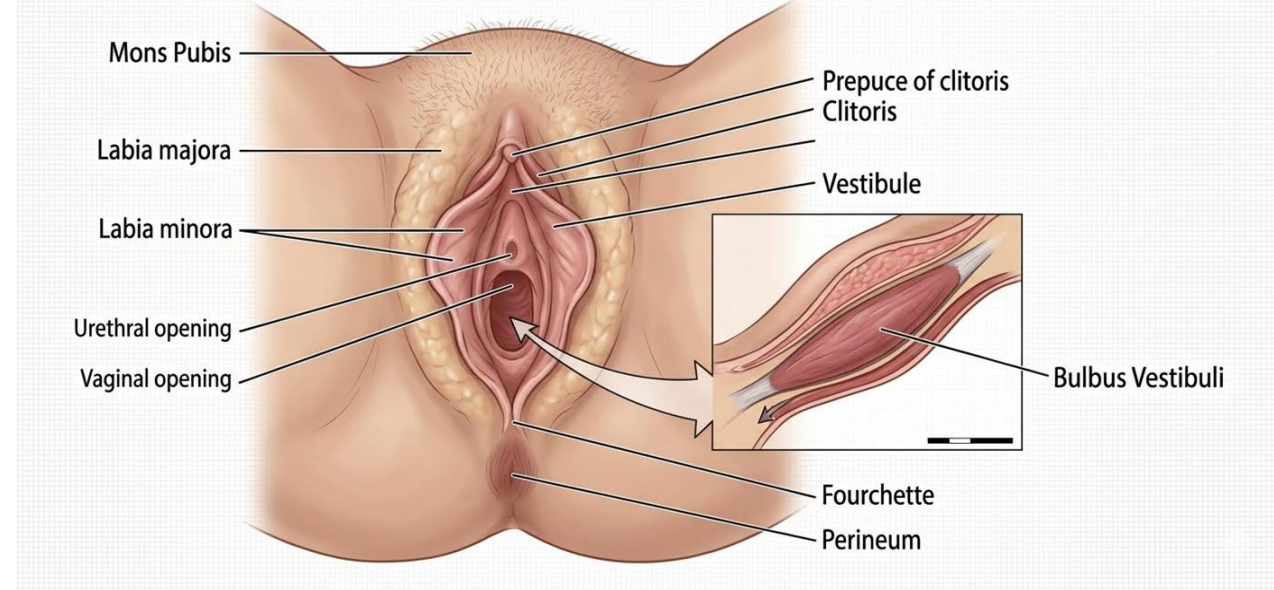
Vestibulum

- Daerah di antara kedua labium minus disebut vestibulum.
- Di dalam vestibulum terdapat : himen (jika masih ada), orifisium vagina, orifisium uretra eksternum, kelenjar parauretra (vestibulum minus atau skene), kelenjar paravagina (vestibulum mayus atau bartholin).
- Kelenjar bartholin menghasilkan sejumlah kecil mukus sewaktu gairah seksual dan hubungan kelamin yang menambahkan mukus serviks dan memberi lubrikasi (homolog dengan kelenjar bulbouretra pada pria.)
- Permukaan vestibulum tipis dan agak berlendir mudah teriritasi oleh bahan kimia, panas, rabas dan friksi.
- Vestibulum homolog dengan uretra pars membranasea pada pria.



Bulbus Vestibuli

- Bulbus vestibuli terdiri dari dua massa memanjang jaringan erektile tepat di dalam labium minus pada kedua sisi orifisium vagina.
- Bulbus vestibuli homolog dengan korpus spongiosum dan bulbus penis pada pria (pangkal).

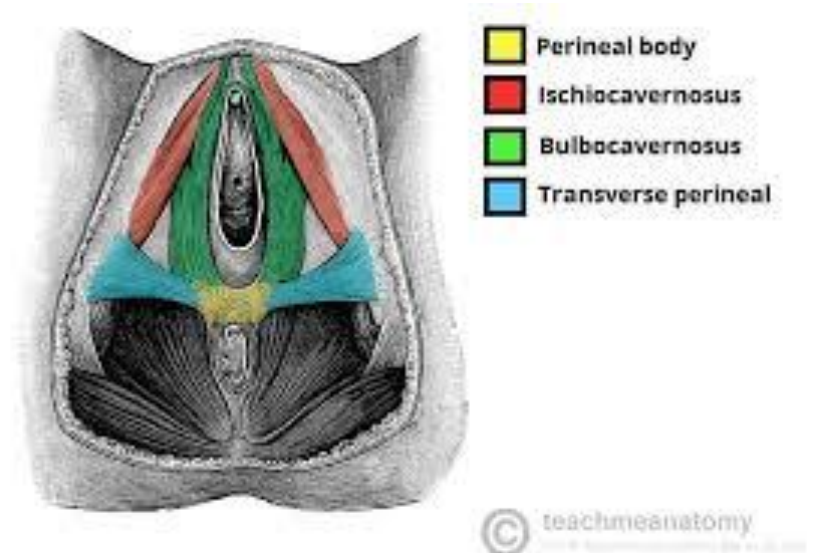


Fourchette

Fourchette adalah lipatan jaringan transversal yang tipis dan pipih, terletak pada pertemuan ujung bawah labia mayora dan minora di garis tengah di bawah orifisium vagina.

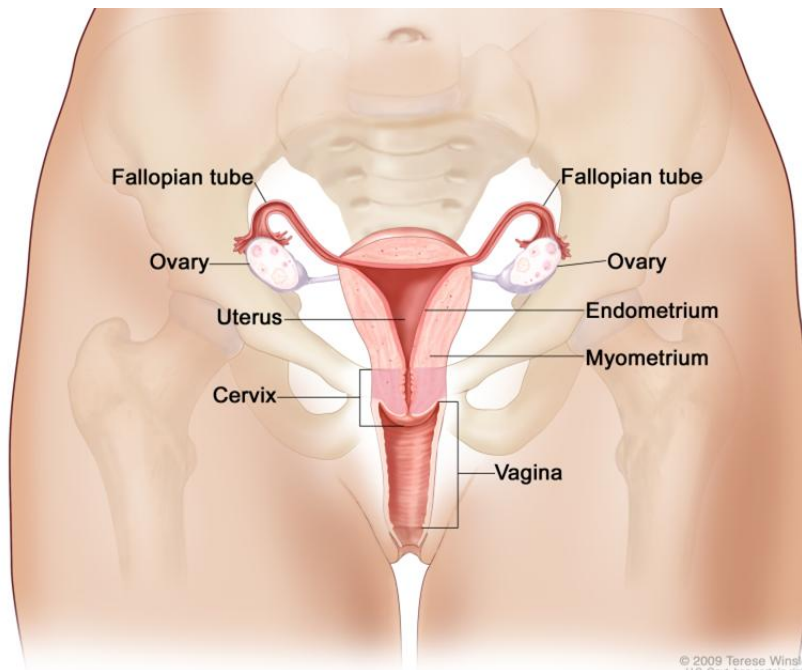
Perineum

- Perineum adalah daerah muskular yang ditutupi kulit antara introitus vagina dan anus. Perineum membentuk dasar badan perineum.
- Badan perineum (*perineal body*) adalah struktur jaringan ikat dan otot (*fibromuskular*) yang terletak di antara lubang vagina (atau skrotum pada pria) dan anus



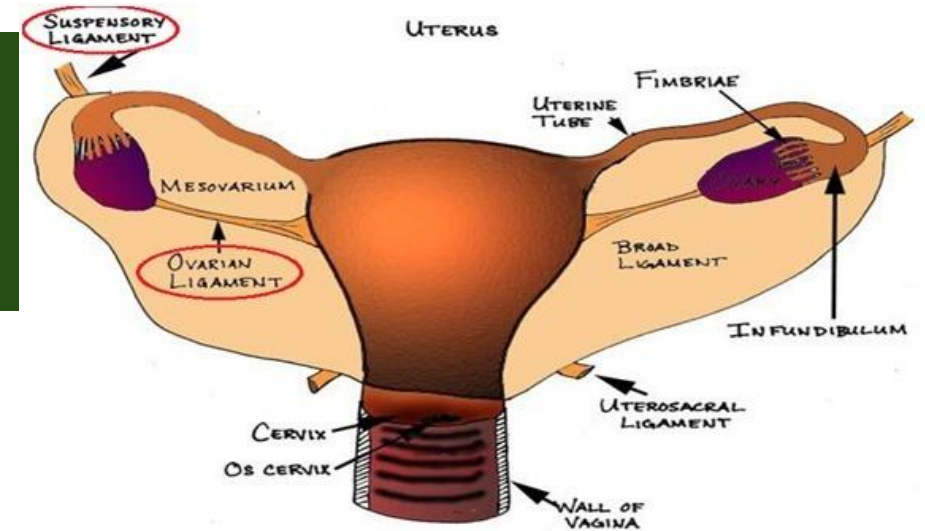
Genitalia Interna Sistem Reproduksi Wanita

Struktur genetalia interna wanita meliputi: ovarium (gonad wanita), tuba uterina (fallopi), uterus, dan vagina



Ovarium

- Ovarium homolog dengan testis.
- Ovarium memproduksi:
 - 1) **Gamet**, oosit sekunder yang berkembang menjadi ovum matang (sel telur)
 - 2) **Hormon**, progesteron dan estrogen (hormon seks wanita), inhibin, dan relaksin.
- Ovarium, turun ke batas bagian superior rongga panggul pada bulan ketiga perkembangan janin.
- Serangkaian ligamentum menahan ovarium dalam posisinya, meliputi:
 - 1) **Ligamentum latum uteri**, merupakan lipatan peritoneum parietal yang melekat ke ovarium melalui lipatan berlapis ganda peritoneum yang disebut mesovarium;
 - 2) **Ligamentum ovarium** menambatkan ovarium ke uterus;
 - 3) **Ligamentum suspensorium** yang melekatkan ovarium ke dinding panggul.
- Ovarium mempunyai hilus, yaitu tempat masuk dan keluarnya pembuluh darah dan saraf bersama dengan mesovarium.



Histologi Ovarium

- **Epitel Germinativum**

Satu lapisan epitel sederhana (berbentuk kuboid rendah atau skuamosa) yang melapisi permukaan paling luar ovarium. Sel-sel bakal ovum di lapisan ini bermigrasi dari yolk sac (kantung kuning telur) sejak masa perkembangan embrio.

- **Tunika Albuginea**

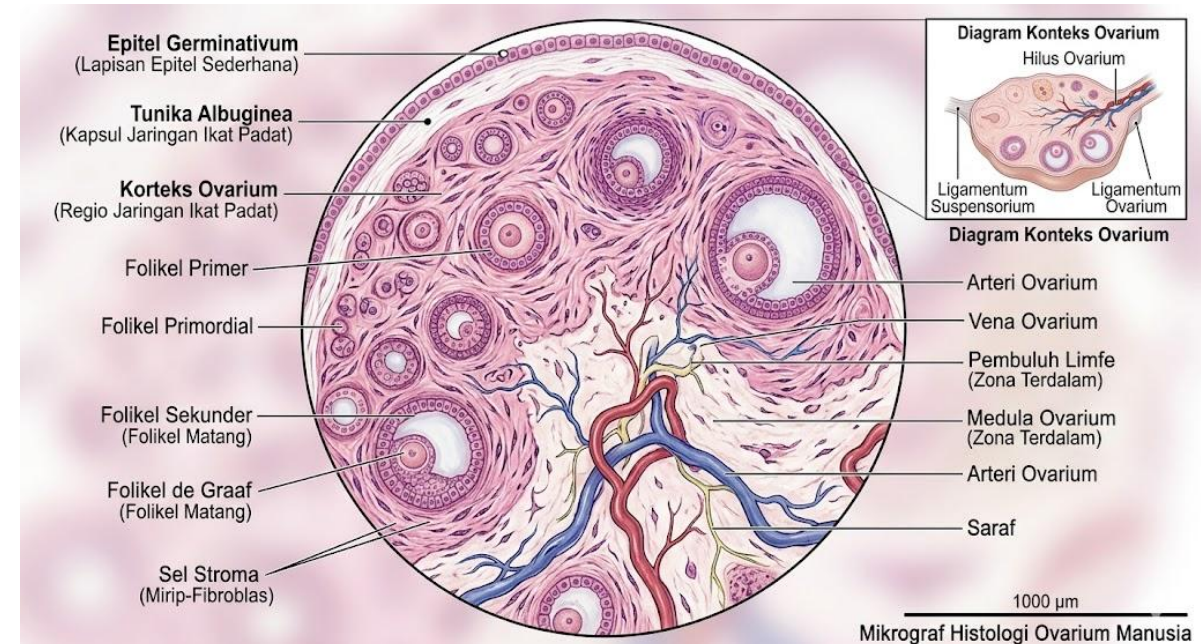
Kapsul jaringan ikat padat tidak teratur berwarna keputihan yang terletak tepat di bawah lapisan epitel germinativum.

- **Korteks Ovarium**

Regio di sebelah dalam tunika albuginea. Area ini padat dengan folikel ovarium dan jaringan ikat stroma yang kaya akan serat kolagen serta sel mirip-fibroblas.

- **Medula Ovarium**

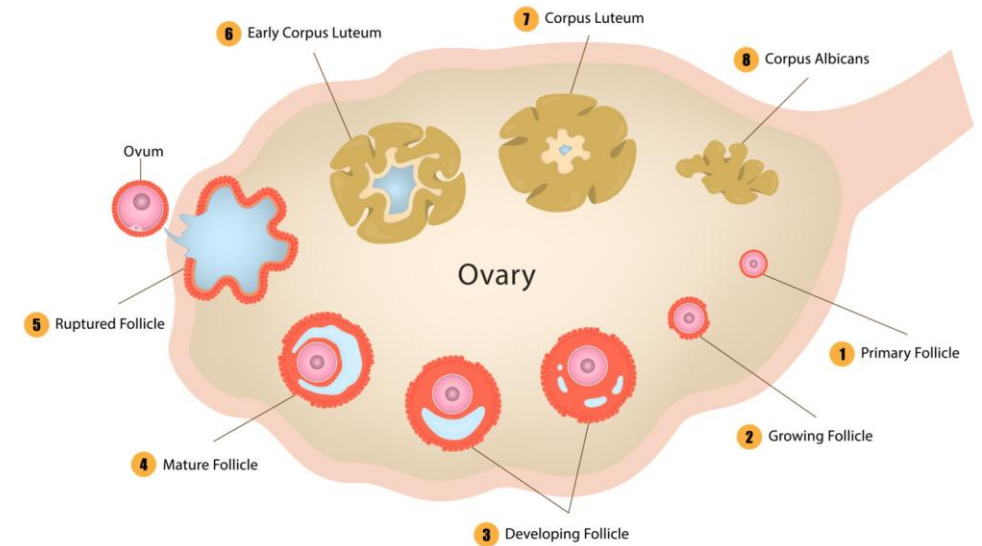
Zona terdalam ovarium. Batasnya dengan korteks tidak begitu jelas, namun medula memiliki jaringan ikat yang lebih longgar dan berfungsi sebagai jalur utama bagi pembuluh darah, pembuluh limfe, dan jaringan saraf.



Perkembangan Folikel

Korteks ovarium berisi folikel yang terus berkembang melalui beberapa tahapan berikut:

- 1) **Folikel Ovarium:** Terdiri dari oosit yang dikelilingi oleh sel-sel penyokong yang memberi makan oosit dan menghasilkan hormon estrogen.
- 2) **Sel folikular:** Sebutan ketika sel penyokong baru membentuk satu lapisan.
- 3) **Sel granulosa:** Sebutan ketika sel penyokong sudah berkembang menjadi beberapa lapisan.
- 4) **Folikel Matang (Graaf):** Folikel berukuran besar dan berisi cairan yang sudah matang sepenuhnya. Folikel ini siap pecah untuk mengeluarkan oosit sekunder dalam proses yang disebut ovulasi.
- 5) **Korpus Luteum:** Badan kuning yang terbentuk dari sisa-sisa folikel matang setelah ovulasi terjadi. Struktur ini aktif memproduksi hormon progesteron, estrogen, relaksin, dan inhibin.
- 6) **Korpus Albicans:** Jaringan parut fibrosa berwarna putih (badan putih) yang terbentuk ketika korpus luteum sudah berdegenerasi dan tidak lagi aktif.





Oogenesis

Karakteristik Utama Oogenesis

- **Pengertian:** Proses pembentukan gamet (sel telur) di dalam ovarium.
- **Waktu Dimulai:** Berbeda dengan spermatogenesis pria yang baru dimulai saat pubertas, oogenesis pada wanita sudah dimulai **sejak sebelum lahir (masa perkembangan janin)**.
- **Hasil Akhir:** 1 oosit primer menghasilkan **1 ovum haploid** fungsional dan **3 badan polar** non-fungsional yang akan mengalami degenerasi.



Oogenesis

Garis Waktu & Jumlah Oosit (Siklus Hidup Wanita)

- **Masa Janin:** Sel germinativum primordial bermigrasi dari yolk sac ke ovarium, berdiferensiasi menjadi oogonia ($2n$ /diploid), dan membelah secara mitosis menjadi jutaan sel.
- **Sebelum Lahir:** Sebagian besar oogonia mengalami degenerasi (atresia). Sebagian yang bertahan tumbuh menjadi oosit primer, memulai Meiosis I, lalu berhenti (tertunda) pada fase Profase I.
- **Saat Lahir:** Terdapat sekitar 200.000 hingga 2.000.000 oosit primer di setiap ovarium.
- **Masa Pubertas:** Hanya tersisa sekitar 40.000 oosit primer. Hormon gonadotropin (FSH dan LH) dari hipofisis anterior mulai menstimulasi perkembangan folikel setiap bulan.
- **Masa Subur:** Hanya sekitar 400 oosit yang akan matang sepenuhnya dan mengalami ovulasi hingga menopause. Sisa oosit lainnya akan mengalami atresia.



Oogenesis

Tahapan Perkembangan Folikel & Oosit

Setiap bulan setelah pubertas, beberapa folikel primordial distimulasi untuk tumbuh, namun umumnya hanya satu yang mencapai kematangan penuh:

1. **Folikel Primordial:** Struktur pada masa perkembangan tertunda (sejak janin). Terdiri dari oosit primer yang dikelilingi oleh satu lapisan *sel folikular gepeng*.
2. **Folikel Primer:** Oosit primer dikelilingi oleh beberapa lapisan sel kuboid/kolumnar rendah yang disebut **sel granulosa**.
 - Terbentuk lapisan glikoprotein jernih bernama **zona pelusida** di antara oosit dan sel granulosa.
 - Jaringan stroma di sekitarnya mulai membentuk lapisan **teka folikuli**.
3. **Folikel Sekunder:** Folikel tumbuh lebih besar dan teka folikuli berdiferensiasi menjadi dua lapisan:
 - **Teka Interna:** Lapisan dalam (sel kuboid sekretorik), kaya pembuluh darah, dan **mensekresi estrogen**.
 - **Teka Eksterna:** Lapisan luar yang terdiri dari sel stroma dan serat kolagen.
 - Sel granulosa mulai mengeluarkan cairan folikel yang berkumpul di rongga tengah bernama **antrum**.
 - Lapisan sel granulosa terdalam yang melekat erat pada zona pelusida membentuk **korona radiata**.
4. **Folikel Matang (Graaf):** Folikel sekunder yang telah membesar maksimal dan berisi cairan.
 - **Penyelesaian Meiosis I:** Tepat sebelum ovulasi, oosit primer ($2n$) menyelesaikan Meiosis I, menghasilkan **oosit sekunder (n)** yang besar (kaya sitoplasma) dan **badan polar pertama (n)** yang kecil.
 - Oosit sekunder langsung memulai Meiosis II, tetapi **berhenti pada fase Metafase II**.



Oogenesis

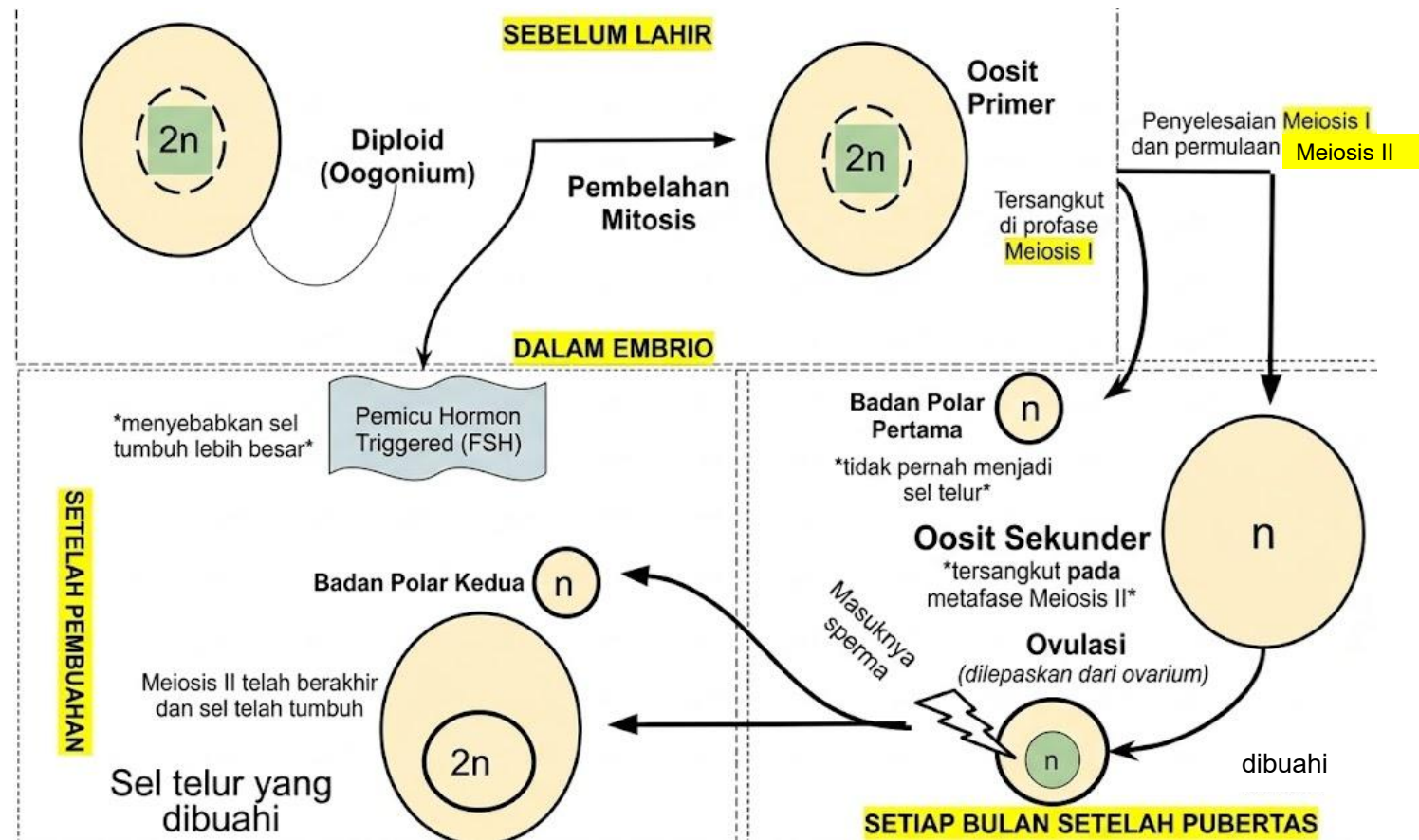
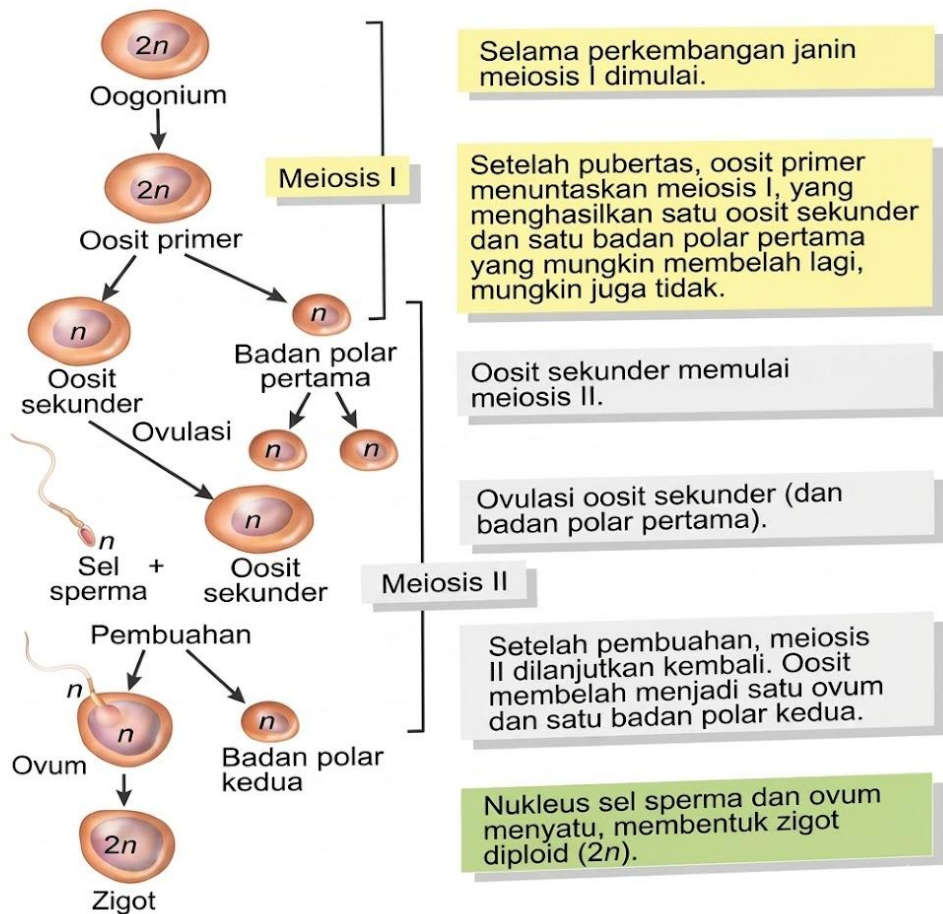
Ovulasi dan Fertilisasi (Pembuahan)

Ovulasi: Folikel matang (Graaf) pecah, melepaskan oosit sekunder bersama dengan korona radiata dan badan polar pertama ke rongga panggul, lalu didorong ke dalam tuba uterina (saluran telur).

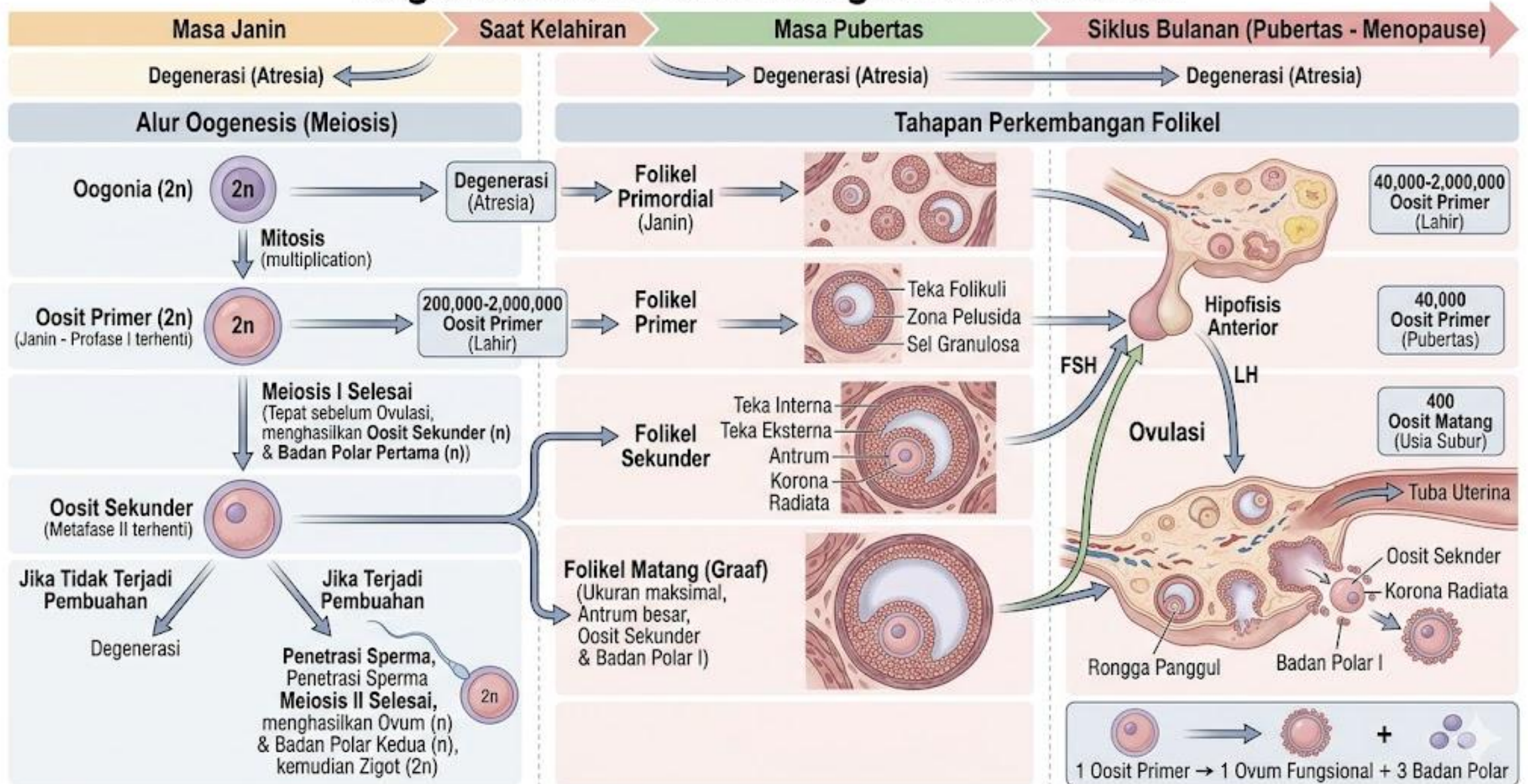
Jika JIKA TIDAK Terjadi Pembuahan: Sel-sel tersebut akan mengalami degenerasi.

Jika TERJADI Pembuahan:

1. Penetrasi sperma memicu oosit sekunder untuk **melanjutkan dan menyelesaikan Meiosis II**.
2. Pembelahan ini menghasilkan dua sel haploid dengan ukuran tidak setara: **ovum** (sel telur matang yang besar) dan **badan polar kedua** (kecil).
3. Nukleus sperma dan nukleus ovum menyatu membentuk **zigot diploid (2n)**.



Oogenesis dan Perkembangan Folikel Wanita





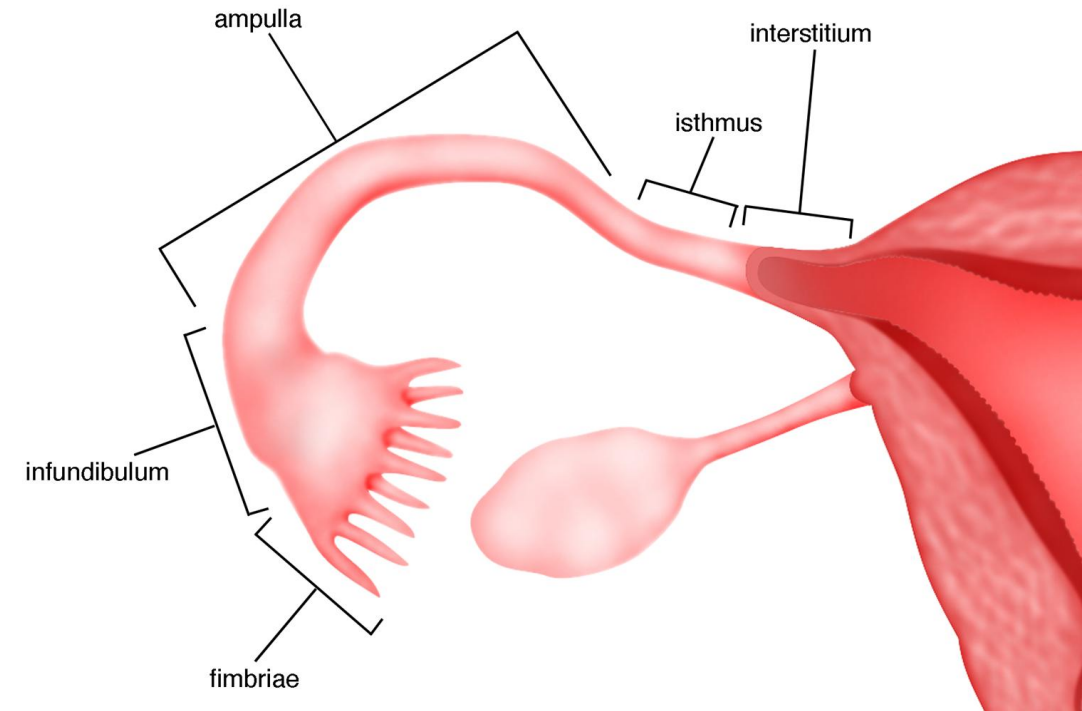
Tuba Uterina/Fallopi

Karakteristik & Fungsi Utama

- **Jumlah & Ukuran:** sepasang saluran (kanan dan kiri) dengan panjang masing-masing sekitar 10 cm.
- **Letak:** terbentang ke arah lateral dari uterus dan terlindung di dalam lipatan ligamentum latum uterus.
- **Fungsi:** sebagai jalur lintas bagi sperma untuk menjangkau dan membuahi ovum. mengangkut oosit sekunder atau ovum yang telah dibuahi dari ovarium menuju ke uterus (rahim).

Bagian-Bagian Tuba Uterina/Fallopi

- **Infundibulum:** bagian ujung yang berbentuk corong di dekat ovarium dan membuka ke rongga panggul. Ujungnya memiliki tonjolan menyerupai jari-jari yang disebut fimbriae, dengan salah satu ujungnya menempel langsung pada ovarium.
- **Ampula:** bagian tengah yang merupakan segmen paling panjang dan lebar (membentuk sekitar dua pertiga dari total panjang seluruh tuba).
- **Isthmus:** bagian ujung terdalam yang berkarakteristik pendek, sempit, dan berdinding tebal, yang menghubungkan dan menyatu langsung dengan sudut atas uterus.





Histologi Tuba Uterina/Fallopi

Dinding tuba uterina secara mikroskopis tersusun atas tiga lapisan jaringan utama, dihitung dari lapisan terdalam yang bersentuhan dengan rongga saluran hingga lapisan terluar:

1. Mukosa (Lapisan Terdalam)

Lapisan ini memegang peran mekanis dan nutrisi bagi sel telur. Tersusun atas jaringan epitel dan **lamina propria** (jaringan ikat areolar). Di dalamnya terdapat dua jenis sel khusus:

- **Sel Kolumnar Sederhana Bersilia:** Dilengkapi dengan rambut-rambut halus (silia) yang bergerak searah. Fungsinya mirip seperti "ban berjalan" untuk menyapu dan menggerakkan oosit sekunder atau ovum yang telah dibuahi agar bisa berjalan menuju uterus.
- **Sel Tak Bersilia (Peg Cell):** Memiliki tonjolan kecil (mikrovilus) di permukaannya. Sel ini berfungsi sebagai kelenjar yang mengeluarkan cairan khusus untuk memberikan nutrisi bagi ovum.

2. Muskularis (Lapisan Tengah/Otot)

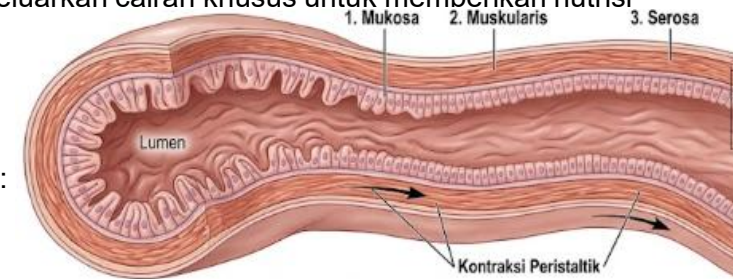
Lapisan berotot tebal yang bertanggung jawab atas pergerakan saluran. Tersusun dari otot polos yang terbagi menjadi dua sub-lapisan:

- **Lapisan Dalam:** Lapisan otot berbentuk cincin sirkuler yang tebal.
- **Lapisan Luar:** Lapisan otot berarah longitudinal yang lebih tipis.

Sinergi Pergerakan: Kombinasi antara **kontraksi peristaltik** dari lapisan muskularis ini dan sapuan mekanis dari **silia mukosa** menjadi kekuatan utama yang mendorong oosit atau zigot bergerak mulus menuju rahim.

3. Serosa (Lapisan Terluar)

- Lapisan pelindung paling luar dari tuba uterina yang tersusun atas membran serosa tipis.



Proses Fisiologi Pasca-Ovulasi (Pembuahan hingga Implantasi)

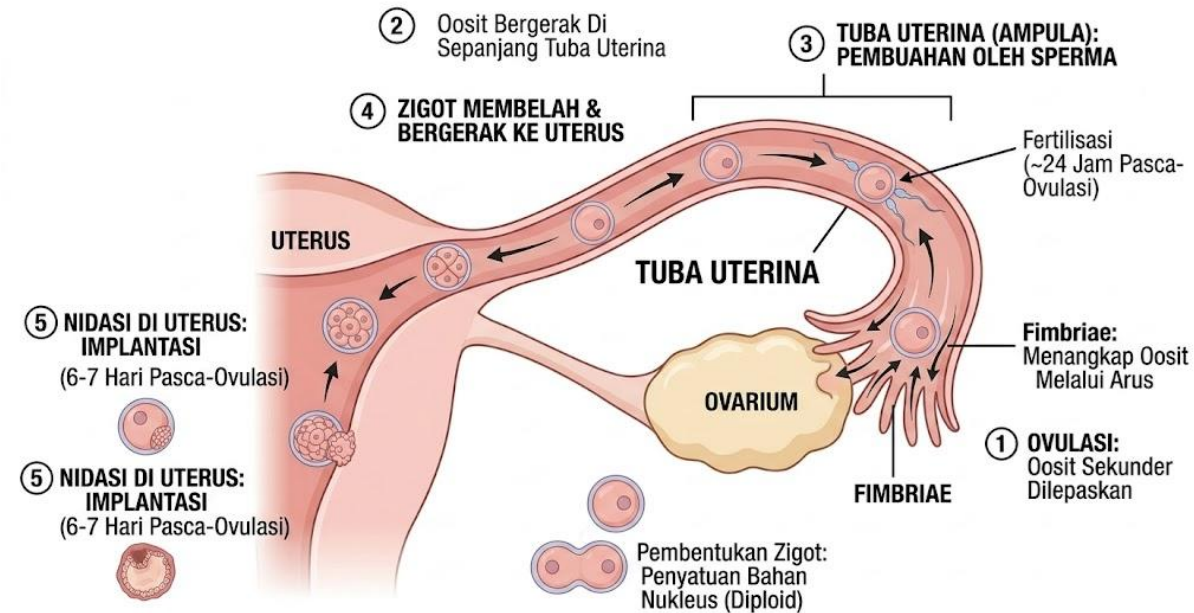
- **Penangkapan Oosit (Sel Telur)**

Sesaat sebelum dan saat ovulasi terjadi, gerakan ujung-ujung jari fimbriae menciptakan arus cairan lokal. Arus ini berfungsi menyapu oosit sekunder yang baru dilepaskan agar masuk ke dalam tuba uterina.

- **Fertilisasi (Pembuahan)**

Lokasi Utama: Pertemuan antara sel sperma dan oosit sekunder hingga terjadi pembuahan berlangsung di bagian ampula tuba uterina.

Batas Waktu: Pembuahan memiliki jendela waktu yang singkat, yaitu hanya dapat terjadi hingga sekitar 24 jam setelah ovulasi.



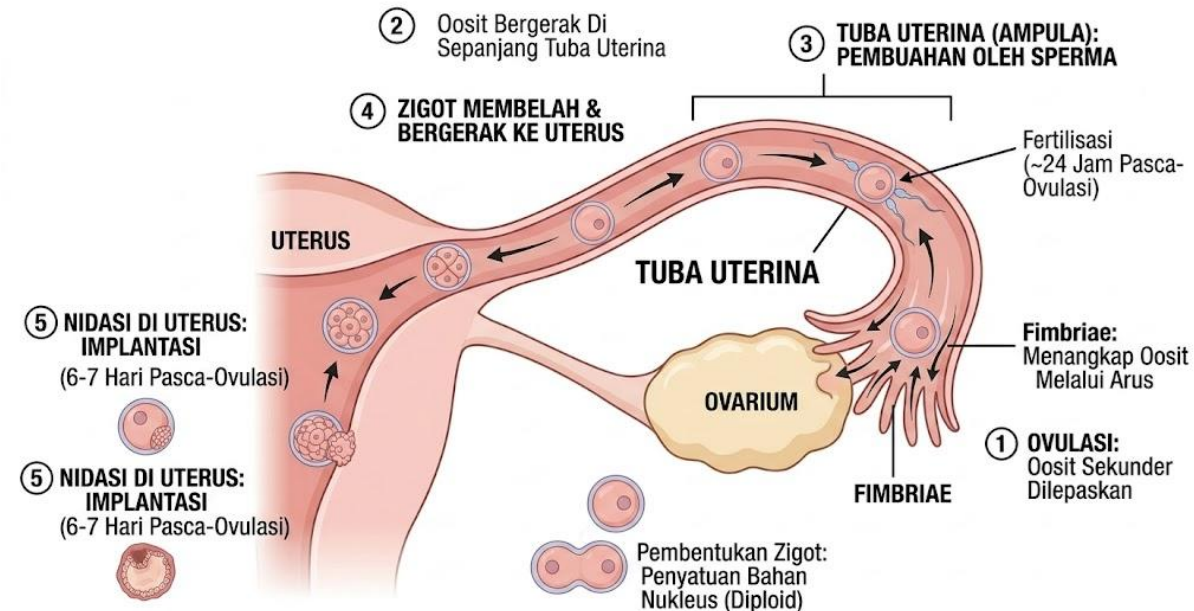
Proses Fisiologi Pasca-Ovulasi (Pembuahan hingga Implantasi)

- **Pembentukan Zigot dan Pembelahan**

- Beberapa jam pasca-pembuahan, inti sel (nukleus) haploid milik sperma dan ovum menyatu.
- Penyatuan ini menghasilkan sel diploid ($2n$) baru yang disebut zigot.
- Zigot tidak berdiam diri; sel ini langsung memulai proses pembelahan diri menjadi banyak sel secara aktif sembari terus bergerak berjalan di dalam saluran menuju ke arah uterus (rahim).

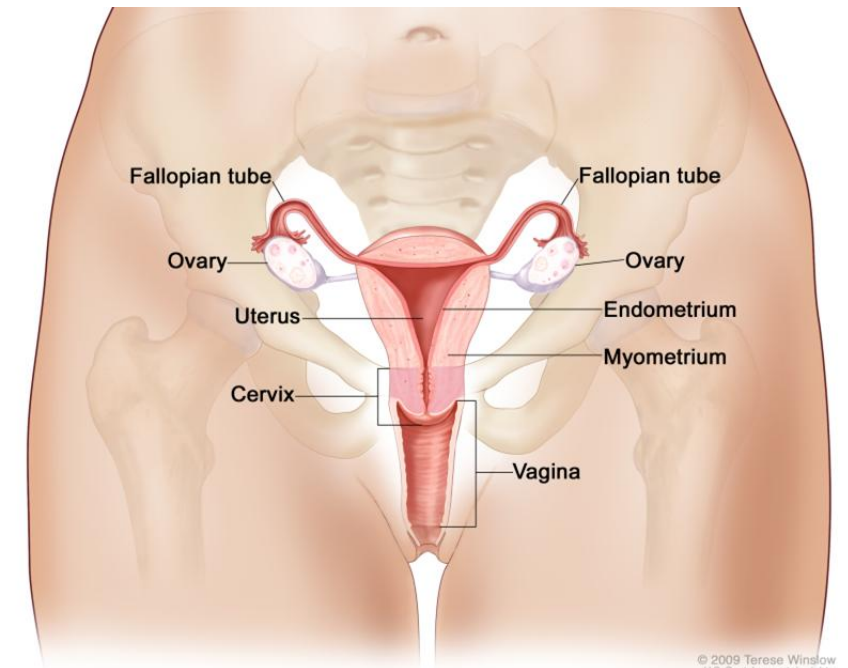
- **Nidasi (Implantasi)**

Setelah menempuh perjalanan, zigot yang telah berkembang tersebut akan menempel dan tertanam kuat pada dinding rahim (bernidasi/implantasi). Proses nidasi ini terjadi dalam kurun waktu 6 sampai 7 hari setelah ovulasi.



Rahim/Uterus

- Uterus merupakan tempat implantasi ovum yang telah dibuahi, perkembangan janin selama kehamilan dan persalinan.
- Uterus juga sebagai bagian dari jalur untuk sperma masuk dari vagina untuk mencapai tuba uterina.
- Uterus terletak di antara kandung kemih dan rektum, mempunyai bentuk dan ukuran seperti buah pir terbalik.
- Ukuran uterus pada wanita yang belum hamil mempunyai panjang sekitar 7,5 cm, lebar 5 cm dan tebal 2,5 cm.
- Pada wanita hamil uterus lebih besar. Uterus menjadi lebih kecil (atrofi) jika kadar hormon seks rendah, seperti menopause



Penyokong Rahim/Uterus

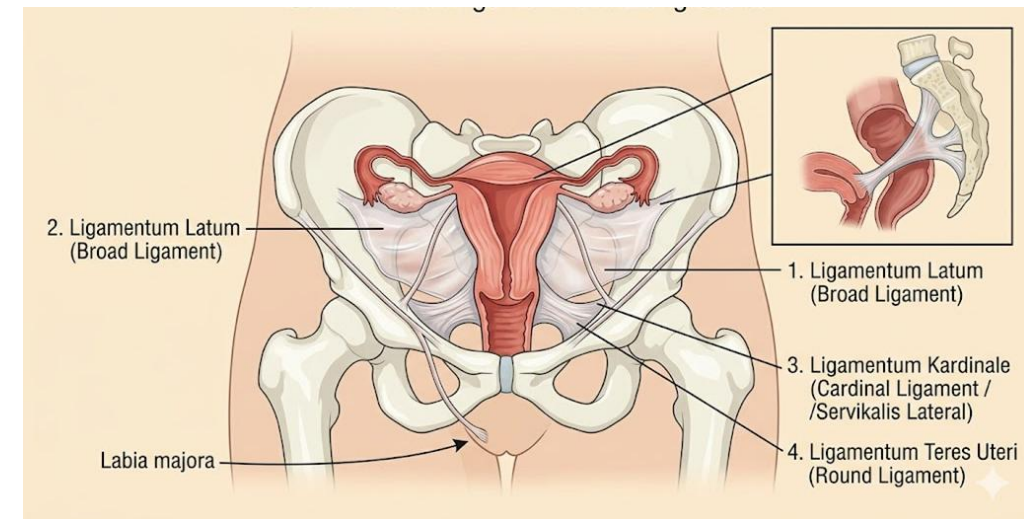
Posisi uterus dipertahankan oleh beberapa ligamentum, yaitu :

Ligamentum Latum (Broad Ligament): Ini adalah lipatan peritoneum yang paling luas. Bentuknya seperti sayap yang membentang dari sisi kanan-kiri rahim ke dinding panggul. Ligamen ini membagi rongga panggul menjadi bagian depan dan belakang, serta menjadi "tenda" pelindung bagi tuba falopi dan ovarium.

Ligamentum Rektouterinum (Uterosakral): Ligamen ini berjalan ke arah belakang (posterior) mengitari rektum untuk menempel pada tulang sakrum. Fungsinya sangat krusial untuk menarik serviks (leher rahim) ke belakang, sehingga menjaga posisi badan rahim tetap condong ke depan (**antefleksi**).

Ligamentum Kardinale (Mackenrodt / Lateral Cervical): Terletak di dasar ligamentum latum. Ini adalah struktur penyokong mekanis yang paling kuat untuk mencegah rahim turun ke bawah (prolaps uteri), karena menambatkan serviks dan bagian atas vagina langsung ke dinding lateral panggul. Di dalam ligamen ini pula terdapat jalur penting arteri uterina.

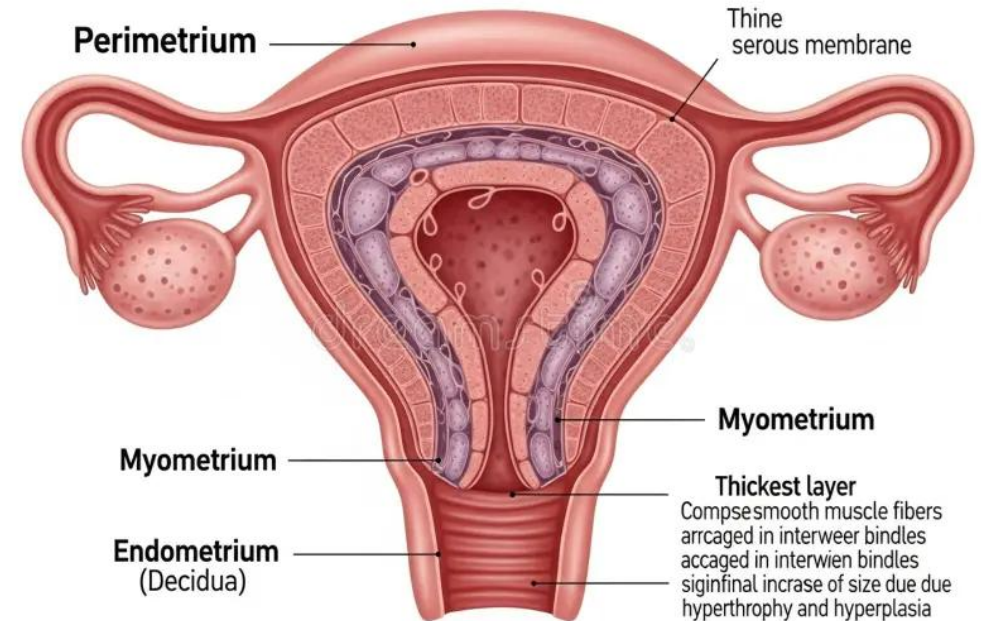
Ligamentum Teres Uteri (Round Ligament): Ligamen ini unik karena berjalan dari rahim, melewati saluran di selangkangan (kanalis inguinalis), dan berakhir di labia mayora. Ligamen inilah yang sering kali meregang dan menyebabkan nyeri tajam sesaat pada ibu hamil saat mendadak berdiri atau batuk (dikenal sebagai *round ligament pain*).



Histologi Rahim/Uterus

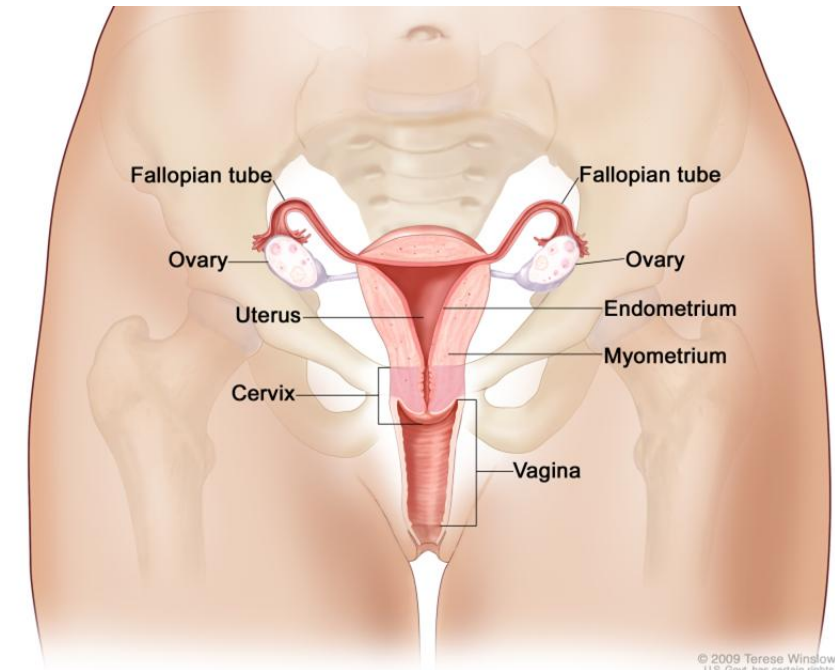
Uterus terdiri dari tiga lapisan jaringan yaitu:

- **Perimetrium** : bagian dari peritoneum viserale. Di anterior, lapisan ini menutupi vesika urinaria dan membentuk suatu kantong dangkal, yaitu kantong vesikouterina. Di posterior, lapisan ini menutupi rektum dan membentuk sebuah kantong dalam antara uterus dan kandung kemih, yaitu kantong rektouterina atau kavum Douglas yang merupakan titik paling inferior di rongga panggul.
- **Miometrium** : adalah lapisan tengah uterus, yang terdiri dari tiga lapisan serat otot polos yang paling tebal pada fundus dan paling tipis pada serviks. Pada saat persalinan kontraksi terpadu miometrium sebagai respons terhadap oksitosin dari hipofisis posterior membantu mengeluarkan janin dari uterus.
- **Endometrium** : adalah jaringan yang mengandung banyak pembuluh darah. Banyaknya aliran darah ke uterus sangat penting untuk menunjang pembentukan ulang stratum fungsionalis baru setelah haid, implantasi ovum yang telah dibuahi, dan perkembangan plasenta.



Mukus Serviks

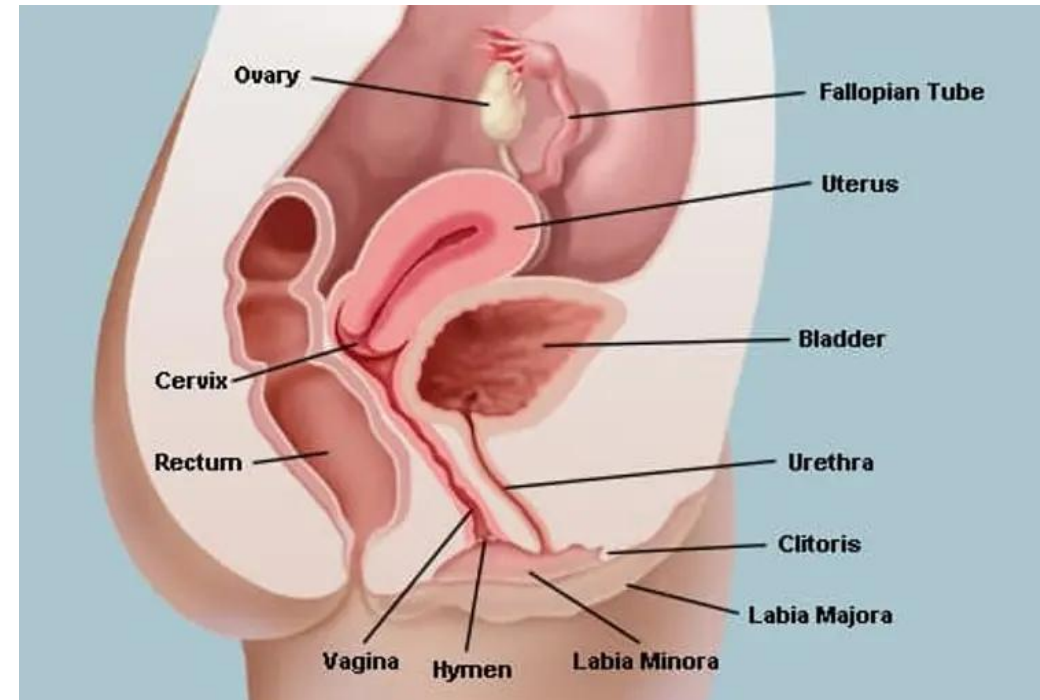
- Mukus serviks merupakan sekresi yang dihasilkan oleh sel-sel sekretorik mukosa serviks, yang terdiri dari suatu campuran air, glikoprotein, lemak, enzim, dan garam non-organik.
- Selama masa reproduksi, wanita mensekresi 20-60 mL mukus serviks setiap hari.
- Mukus serviks lebih ramah terhadap sperma saat atau menjelang waktu ovulasi karena menjadi lebih encer dan lebih basa (pH 8,5). Di luar waktu tersebut, mukus lebih kental dan membentuk sumbat serviks sehingga menghambat penetrasi sperma.
- Mukus serviks memberikan energi yang dibutuhkan oleh sperma, dan melindungi sperma dari fagosit dan lingkungan yang tidak ramah di vagina dan uterus.
- Mukus serviks juga berperan dalam **kapasitasi yaitu serangkaian perubahan fungsional yang dialami oleh sperma di saluran reproduksi wanita sebelum mampu membuahi oosit sekunder**. Kapasitasi menyebabkan ekor sel sperma bergerak lebih aktif dan mempersiapkan membran plasma sel sperma untuk menyatu dengan membran plasma oosit.



Vagina

Karakteristik & Fungsi Vagina

- **Struktur:** Kanal fibromuskular tubular sepanjang 10 cm yang terbentang dari luar tubuh hingga ke serviks uteri.
- **Letak:** Berada di antara kandung kemih dan rektum, mengarah ke superior dan posterior hingga melekat pada uterus.
- **Fungsi Utama:** Sebagai tempat menerima penis saat hubungan seksual, jalur keluarnya darah menstruasi (haid), serta jalan lahir saat proses persalinan.



Vagina

Histologi Vagina

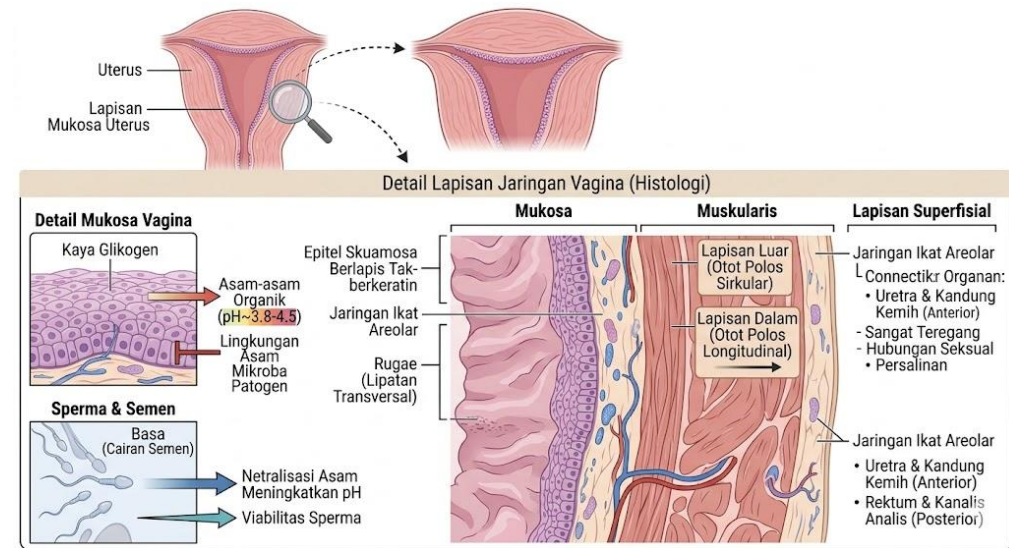
Vagina tersusun atas tiga lapisan utama dari dalam ke luar:

1. Mukosa:

- Bersambungan langsung dengan mukosa uterus.
- Terdiri dari epitel skuamosa berlapis tak-berkeratin dan jaringan ikat areolar yang membentuk lipatan transversal bernama **rugae**.
- **Kondisi Kimiawi:** Kaya akan glikogen yang menghasilkan asam-asam organik. Tingkat keasaman (asam) ini berfungsi menghambat mikroba patogen, namun juga merugikan bagi sperma. Efek asam ini nantinya dinetralkan oleh cairan semen yang bersifat basa (terutama dari vesikula seminalis) untuk menjaga kelangsungan hidup sperma.

2. Muskularis: Lapisan otot polos yang terdiri dari bagian luar (sirkular) dan bagian dalam (longitudinal). Lapisan ini memiliki elastisitas tinggi sehingga dapat meregang untuk mengakomodasi penis maupun bayi saat melahirkan.

3. Lapisan Superfisial: Terdiri dari jaringan ikat areolar yang menambatkan vagina ke organ sekitar (uretra dan kandung kemih di bagian depan; rektum dan kanalis analis di bagian belakang).



Vagina

Hymen/Selaput Dara

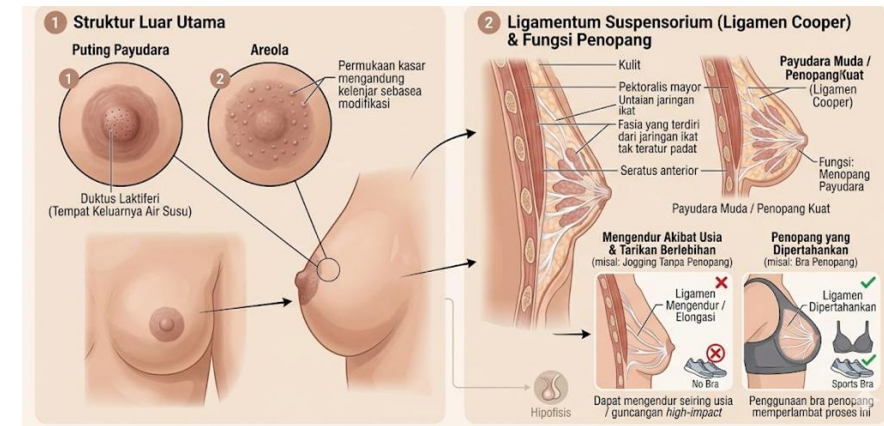
- Hymen merupakan suatu lipatan tipis membran mukosa vaskular, membentuk batas di sekitar dan menutup sebagian lubang vagina.
- Kadang hymen menutup secara total, yang disebut **hymen imperforata**. Pembedahan dibutuhkan untuk membukanya untuk memungkinkan keluarnya darah haid.
- Fungsi utama hymen adalah untuk **melindungi lubang vagina dari bakteri dan kotoran eksternal selama masa bayi dan kanak-kanak**.
- Hymen bukan ukuran keperawanan mutlak. Meskipun hubungan seksual penetratif dapat meregangkan atau merobeknya, selaput dara juga dapat meregang atau menipis karena aktivitas non-seksual seperti olahraga berat, olahraga, menunggang kuda, menggunakan tampon, atau bahkan pemeriksaan medis rutin



Kelenjar Mamaria

Struktur Luar Payudara

- **Puting Payudara:** Tonjolan berpigmen yang memiliki serangkaian lubang dekat duktus laktiferi sebagai tempat keluarnya air susu.
- **Areola:** Daerah kulit melingkar berpigmen di sekitar puting. Permukaannya tampak kasar karena mengandung kelenjar sebacea (minyak) modifikasi.
- **Ligamentum Suspensorium Payudara (Ligamen Cooper):** Untaian jaringan ikat di antara kulit dan fascia yang berfungsi menopang payudara. Ligamen ini dapat mengendur akibat faktor usia atau guncangan berlebih (seperti jogging jangka panjang atau aerobik high-impact). Penggunaan bra penopang dapat membantu mempertahankan kekuatannya.

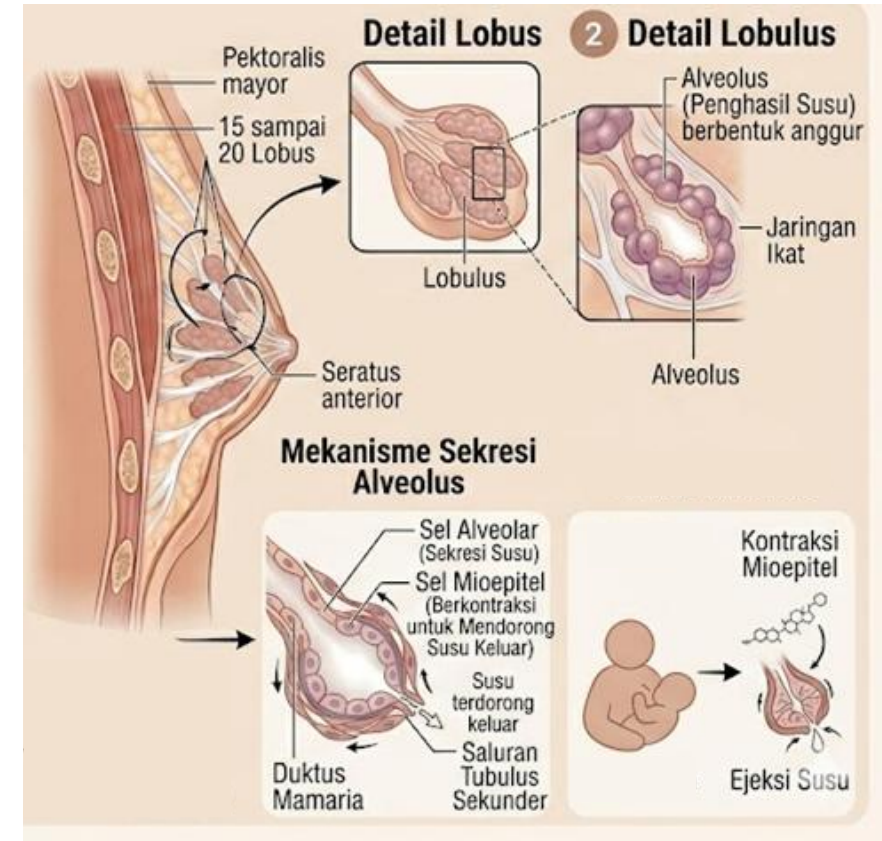


Kelenjar Mamaria

Struktur Dalam Payudara (Kelenjar Mamaria)

Kelenjar mamaria adalah kelenjar keringat (sudorifera) modifikasi yang berada di dalam payudara dengan struktur sebagai berikut:

- Terdiri dari 15 sampai 20 lobus.
- Setiap lobus memiliki kompartemen lebih kecil bernama lobulus.
- Di dalam lobulus, terdapat kelompok kelenjar penghasil susu berbentuk seperti anggur yang disebut alveolus, yang terbenam dalam jaringan ikat.
- Alveolus dikelilingi oleh sel mioepitel yang akan berkontraksi untuk mendorong susu keluar.

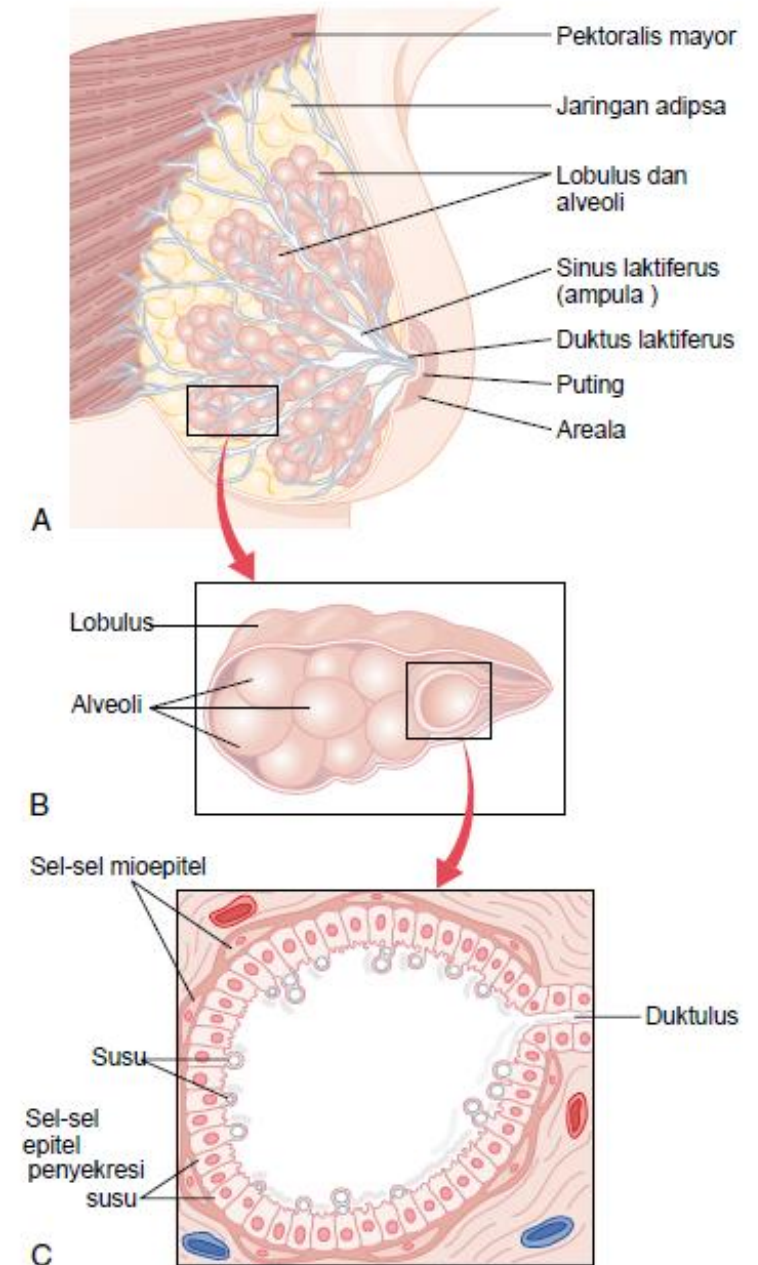




Kelenjar Mamaria

Aliran Ekskresi Air Susu Ibu (ASI)

1. Alveolus
2. Sinus Laktiferi (Tempat Penyimpanan)
3. Duktus Laktiferi
4. Puting (Eksterior)



Gambar 82-10 Payudara dan lobulus sekretoriknya, alveoli, dan duktus laktiferus (duktus susu) yang membentuk kelenjar mamaria (A). Pembesaran menunjukkan satu lobulus (B) dan sel-sel penyekresi susu sebuah alveolus (C)



Kelenjar Mamaria

Fisiologi Laktasi (Hormon Pengatur)

Fungsi utama kelenjar mamaria adalah laktasi (sintesis, sekresi, dan ejeksi susu) yang diatur oleh sistem hormonal :

- **Produksi (Sintesis & Sekresi) Susu:** Dirangsang utama oleh hormon prolaktin (dari hipofisis anterior), dengan kontribusi dari hormon estrogen dan progesteron
- **Ejeksi (Pancaran) Susu:** Dirangsang oleh hormon oksitosin (dari hipofisis posterior) yang dilepaskan sebagai respons terhadap isapan bayi pada puting ibu.



Ringkasan

1. **Ovarium** menghasilkan oosit sekunder dan hormon, termasuk hormon progesteron dan estrogen, inhibin dan relaksin.
2. **Tuba uterina** menyalurkan oosit sekunder ke uterus dan tempat terjadinya pembuahan.
3. **Uterus** sebagai tempat implantasi ovum yang telah dibuahi, perkembangan janin sewaktu hamil.
4. **Vagina** berfungsi menerima penis sewaktu hubungan kelamin dan jalan lahir bayi.
5. **Kelenjar mamaria** berfungsi untuk membentuk, mensekresi, dan mengeluarkan susu untuk memberi makan pada bayi.



TERIMA KASIH



SISTEM IMUN

apt. Muthi'ah Rasyidah, M.Pharm.Sci

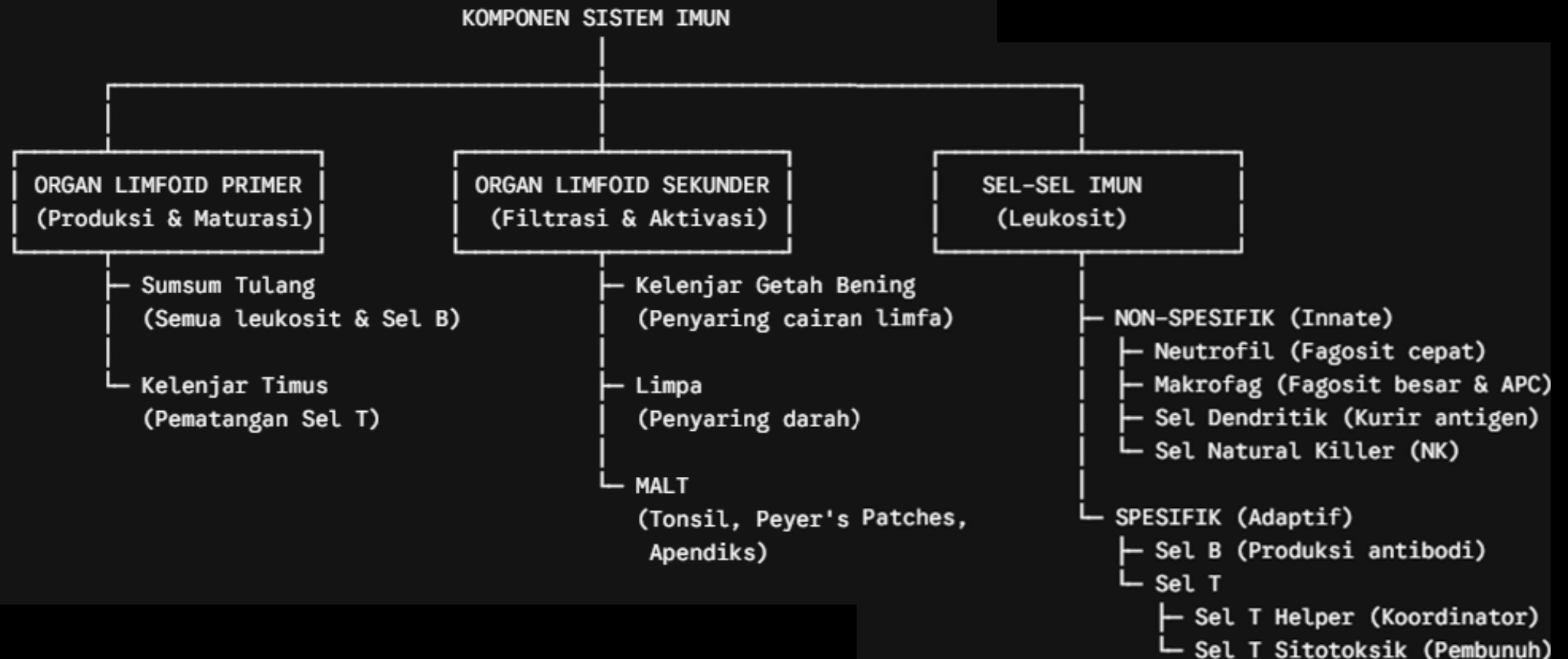
Pengertian Sistem Imun

- Sistem imun (sistem kekebalan tubuh) adalah jaringan kompleks yang terdiri dari sel, jaringan, dan organ yang bekerja sama untuk melindungi tubuh dari patogen/zat asing penyebab penyakit.
- Sistem imun menyediakan mekanisme bagi tubuh untuk :
 - 1) Membedakan sel sendiri dari sel dan zat asing
 - 2) Menghancurkan zat asing dengan **fagositosis** atau dengan memproduksi **limfosit tersensitisasi** atau **protein khusus (misalnya, antibodi)** yang menghancurkan maupun menetralisasi zat asing (disebut respon imun).
- Komponen sistem imun :
 - 1) Organ limfoid primer
 - 2) Organ limfoid sekunder
 - 3) Sel-sel imun





Komponen Sistem Imun



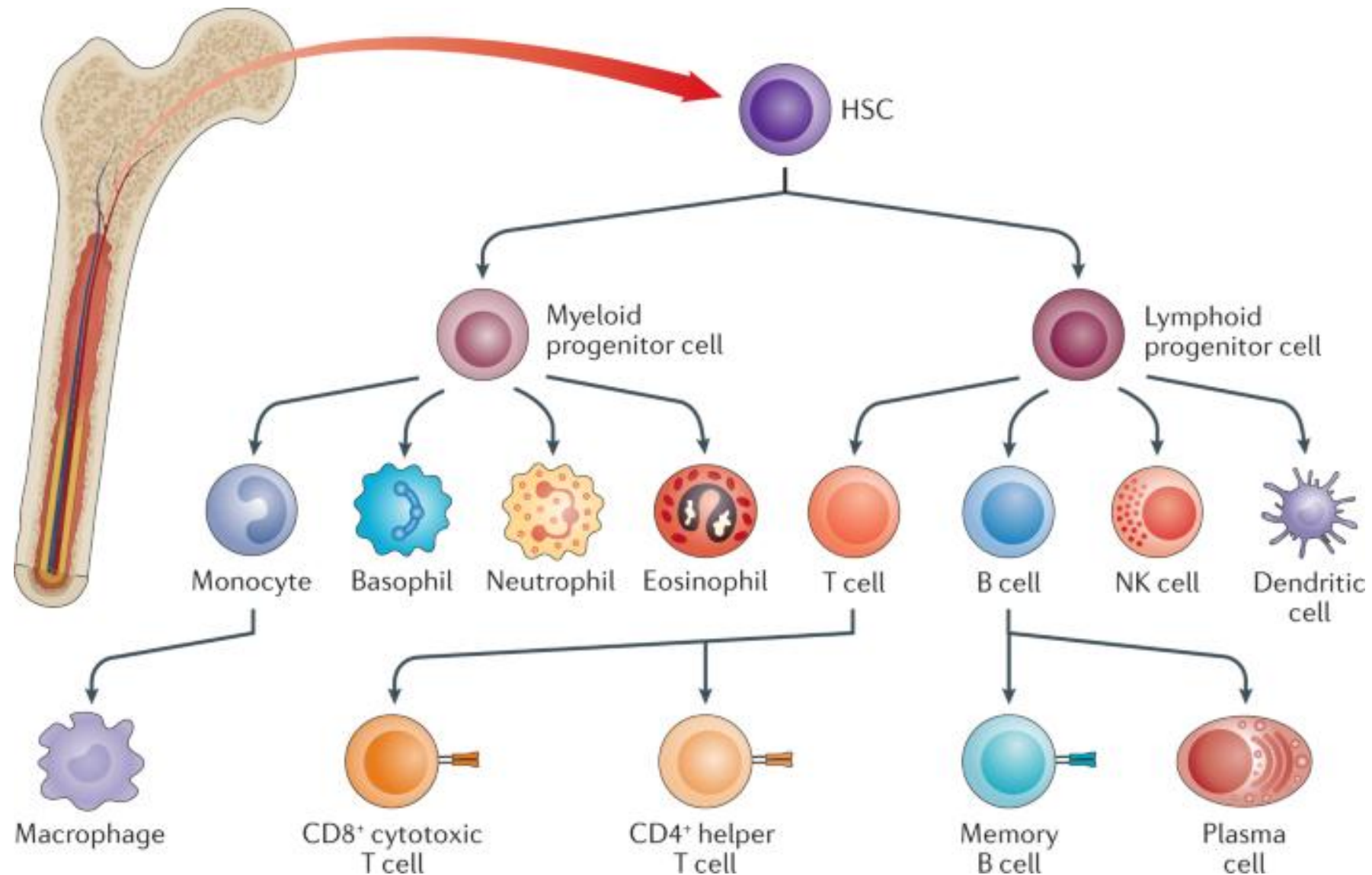


SEL-SEL IMUN



Sel-Sel Imun

- Sistem imun tubuh kita bekerja seperti sebuah angkatan bersenjata yang terorganisasi dengan sangat rapi.
- Sel-sel imun **diproduksi di sumsum tulang belakang** dan bersirkulasi di dalam darah serta sistem limfatik (seperti MALT, GALT, dan VALT yang sudah dibahas sebelumnya).
- Secara garis besar, sel imun dibagi menjadi dua kelompok utama:
 1. **Sistem Imun Non-Spesifik (Innate/Bawaan)** sebagai garda terdepan
 2. **Sistem Imun Spesifik (Adaptive/Adaptif)** sebagai pasukan khusus



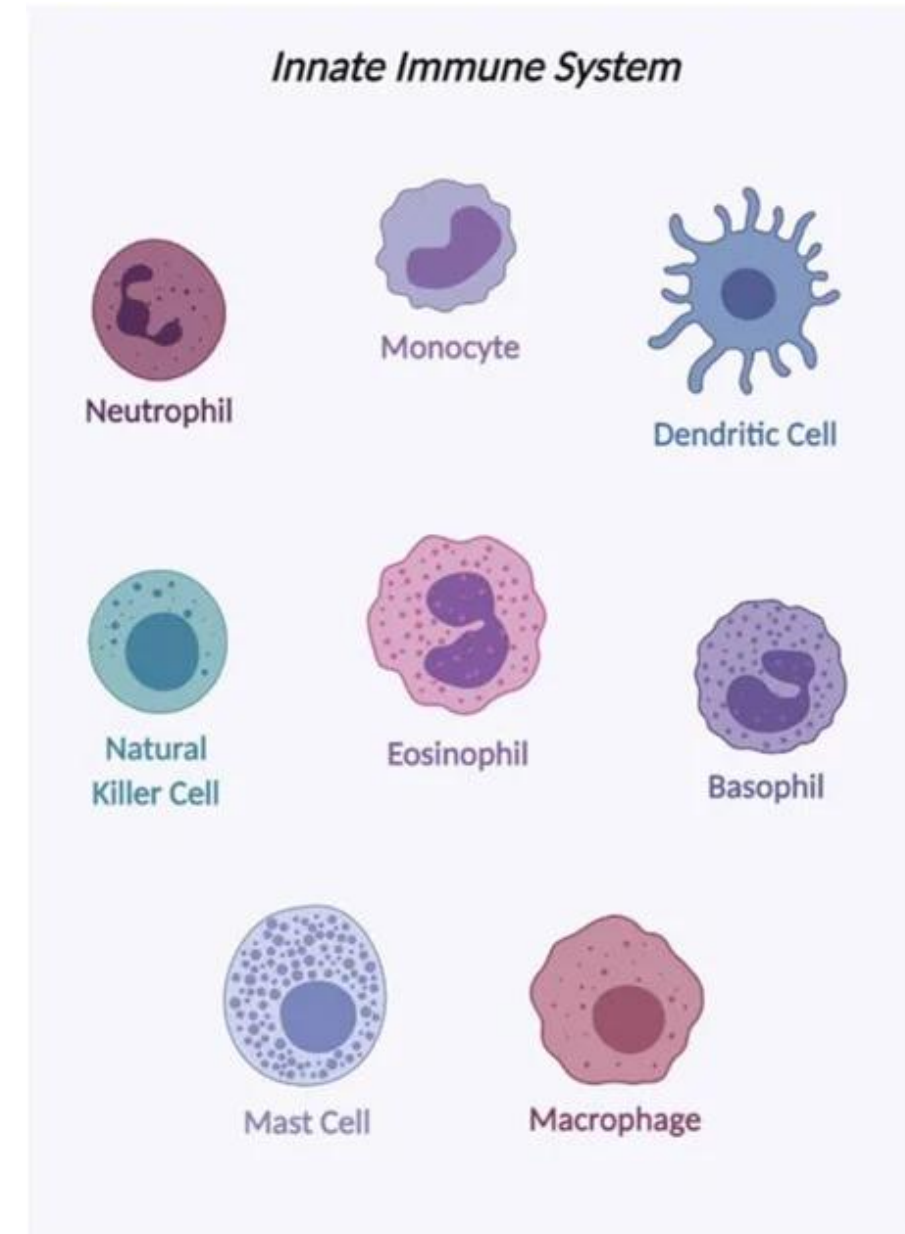
HSC (*Hematopoietic Stem Cell*) adalah sel punca (multipotent) yang memiliki kemampuan untuk memperbanyak diri sendiri (*self-renewal*) dan berdiferensiasi (berubah) menjadi semua jenis sel imun dan sel darah.



Sistem Imun Non-Spesifik (Innate/Bawaan)

Bekerja cepat dan spontan tanpa perlu mengenali jenis patogen secara spesifik. Pasukan ini bekerja cepat (dalam hitungan menit hingga jam) setelah patogen masuk. Mereka tidak mengingat musuh, sehingga kekuatannya selalu sama setiap kali terjadi infeksi.

- **Neutrofil:** Sel pertama yang tiba di lokasi infeksi; bertugas memakan (fagositosis) bakteri dan jamur. Mereka memakan bakteri lalu mati, membentuk apa yang kita kenal sebagai nanah.
- **Makrofag:** Berasal dari monosit, merupakan sel fagosit besar yang memakan patogen, membersihkan sel mati, merepresentasikan antigen dan melepaskan sitokin (sinyal kimia) untuk memanggil sel imun lain ke lokasi infeksi .
- **Sel Dendritik:** Memiliki struktur seperti lengan, bertugas menangkap antigen dan membawanya ke kelenjar getah bening untuk dipresentasikan kepada sel T. (*Antigen-Presenting Cell*) untuk memacu sel imun adaptif. Sel Dendritik adalah jembatan antara imun bawaan dan adaptif.
- **Eosinofil:** Menyerang parasit besar (seperti cacing) dan terlibat dalam reaksi alergi.
- **Basofil dan Sel Mast:** Melepaskan senyawa kimia seperti histamin yang memicu inflamasi (peradangan) untuk melokalisasi infeksi.
- **Sel NK (*Natural Killer*):** Menghancurkan sel tubuh yang telah terinfeksi virus atau sel yang telah bermutasi menjadi kanker tanpa perlu aktivasi khusus.

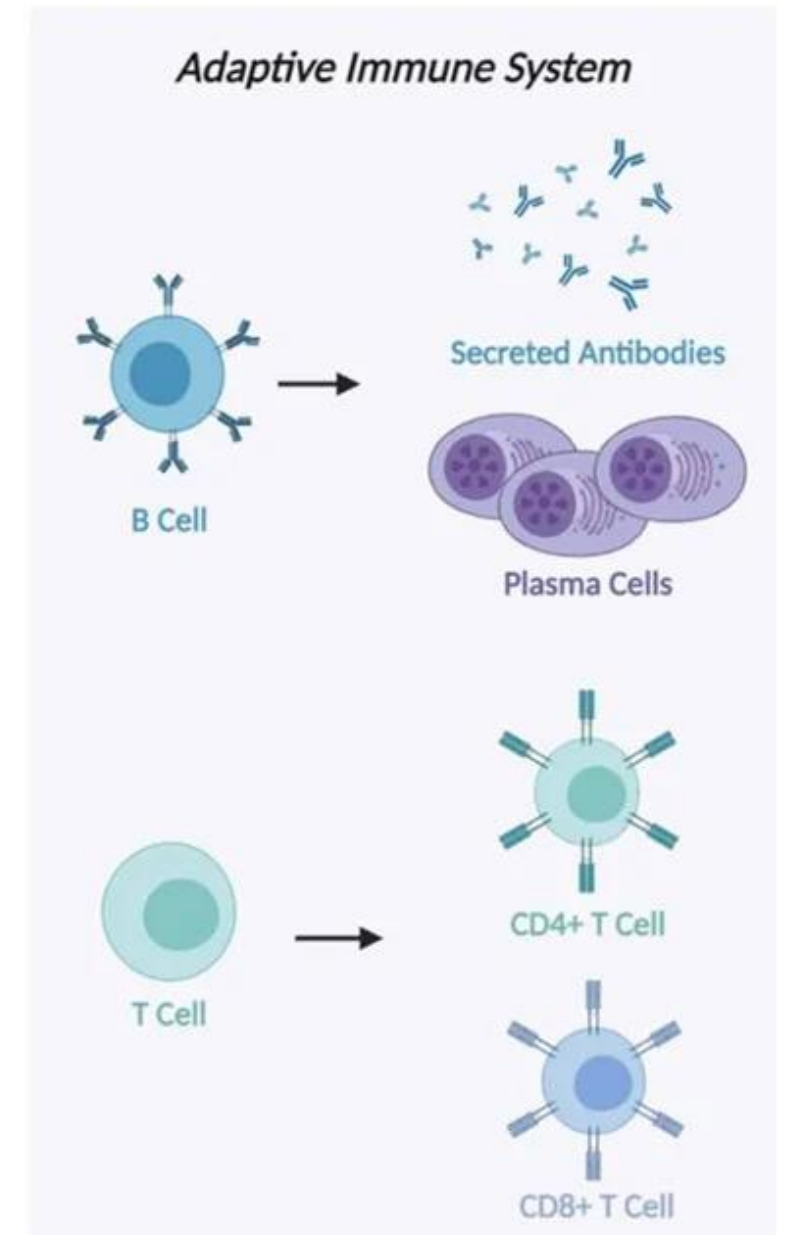




Sistem Imun Spesifik (Adaptive/Adaptif)

Membutuhkan waktu untuk mengenali antigen (beberapa hari-minggu), namun memiliki memori jangka panjang untuk infeksi di masa depan (sel memori).

- **Limfosit B (Sel B):** Berperan dalam **imunitas humoral**. Ketika diaktivasi, sel B berdiferensiasi menjadi **Sel Plasma** yang memproduksi **antibodi** spesifik untuk melumpuhkan patogen.
- **Limfosit T (Sel T):** Berperan dalam **imunitas seluler**. Terbagi menjadi:
 - *Sel T Helper (CD4+)*: Mengoordinasi respons imun dengan mengaktifkan sel B dan sel T lainnya.
 - *Sel T Sitotoksik/Killer (CD8+)*: Menghancurkan sel tubuh yang terinfeksi virus atau sel tumor secara langsung.
 - *Sel T Regulator*: Menekan respons imun agar tidak berlebihan dan mencegah autoimunitas.





Imunitas Humoral vs Seluler

IMUNOTAS HUMORAL

Kata "humoral" berasal dari bahasa Latin *humor* yang berarti cairan. Imunitas ini disebut humoral karena bekerja melawan patogen yang berada di **luar sel (ekstraseluler)**—artinya patogen tersebut masih melayang-layang bebas di dalam cairan tubuh seperti darah, limfa, atau cairan mukosa

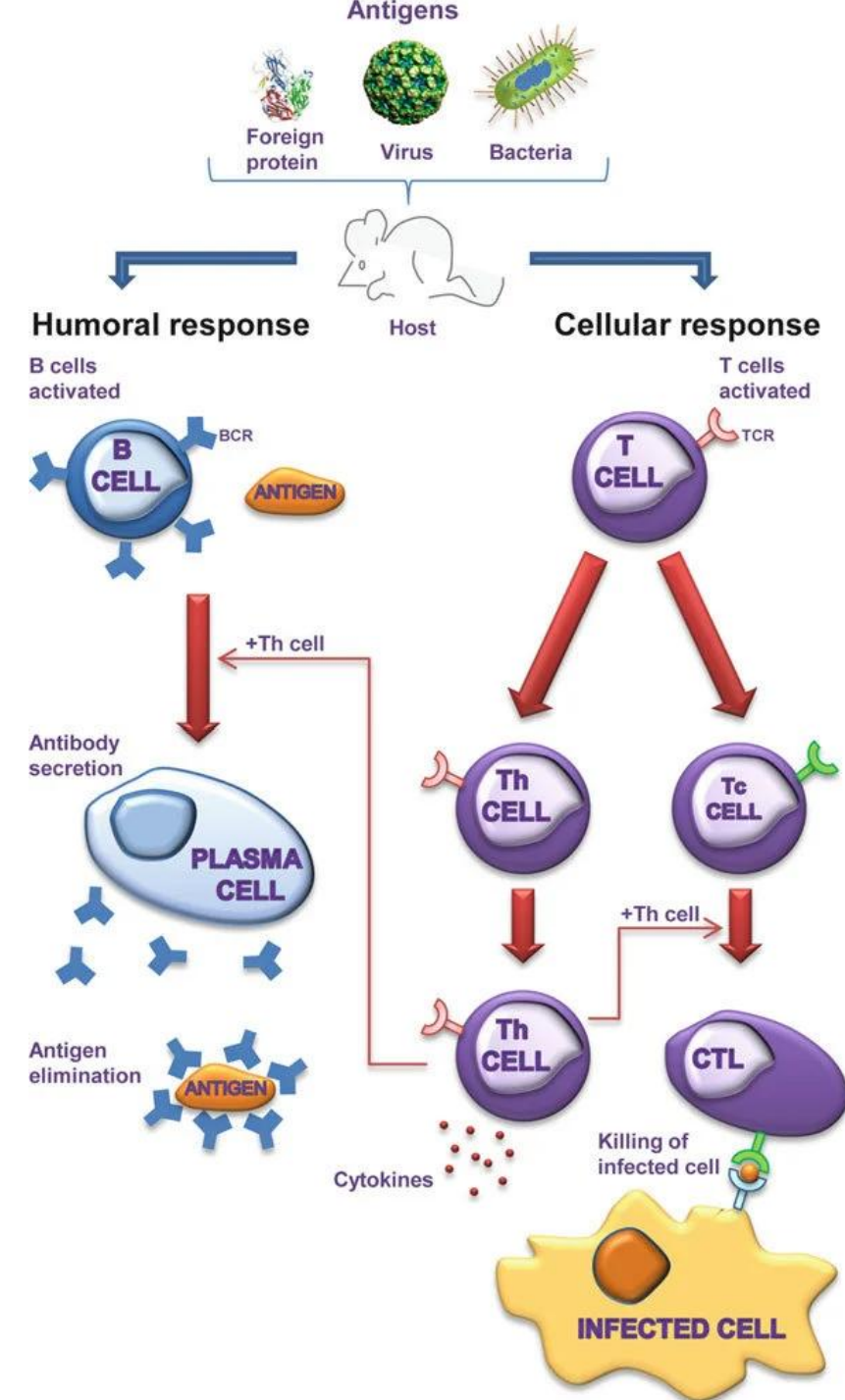
IMUNITAS SELULER

Imunitas seluler aktif ketika patogen berhasil lolos dari cairan tubuh dan **masuk ke dalam sel tubuh (intraseluler)**. Di posisi ini, antibodi dari imunitas humoral sudah tidak bisa menjangkaunya. Oleh karena itu, strategi tubuh berubah: daripada menyerang virusnya, sistem imun akan menghancurkan seluruh sel tubuh yang telah menjadi "rumah" bagi virus tersebut.



Imunitas Humoral

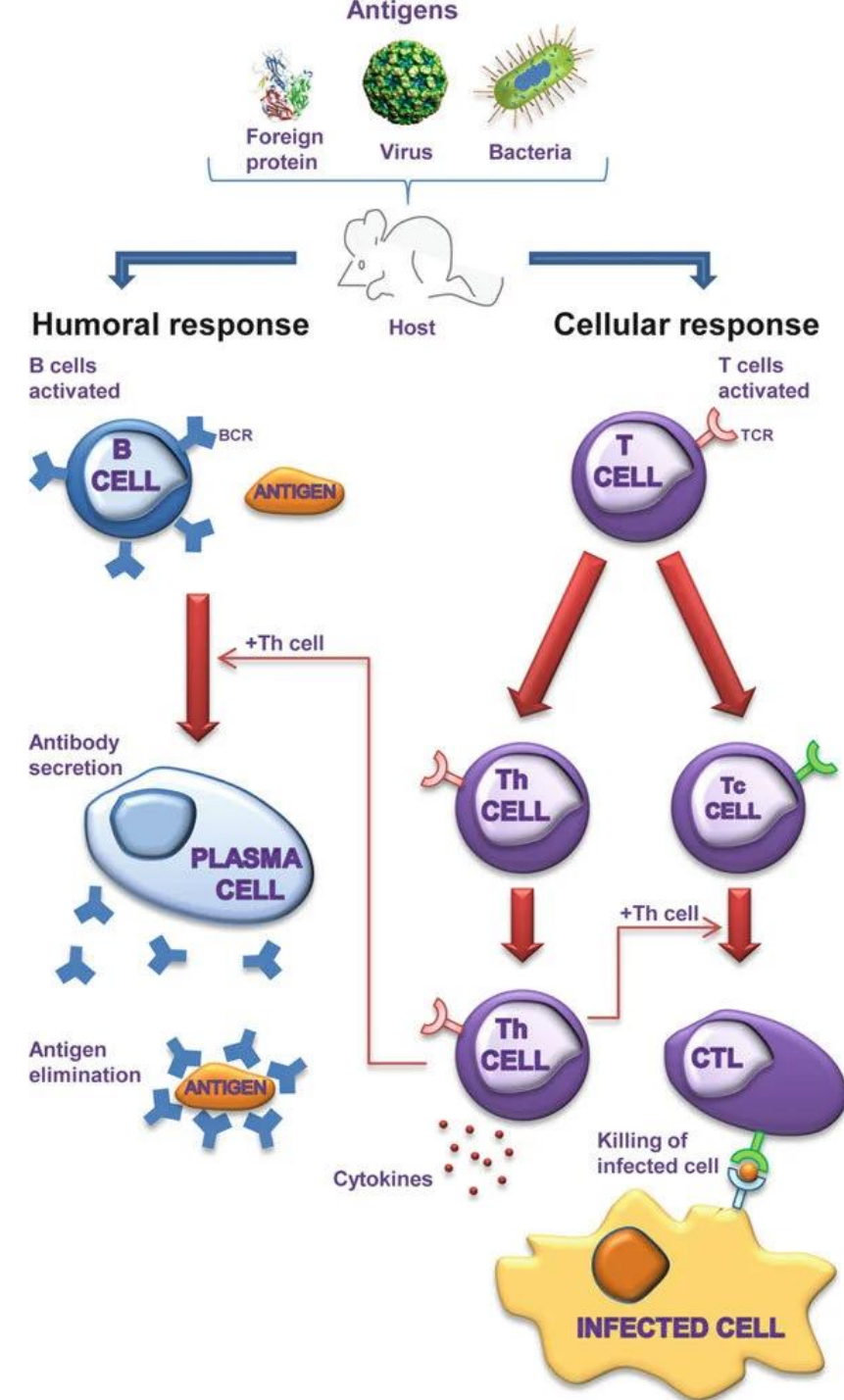
1. **Aktivasi Sel B (*B cells activated*):** Sel B memiliki reseptor khusus di permukaannya yang disebut **BCR** (*B-Cell Receptor*). BCR ini berikatan langsung dengan **Antigen** bebas yang masuk ke dalam cairan tubuh.
2. **Bantuan Sel Th (+Th cell):** Agar sel B bisa bekerja maksimal dan beralih memproduksi antibodi dalam jumlah besar, ia menerima sinyal bantuan (+Th cell) berupa sitokin dari **Th cell** (*T Helper cell*) yang datang dari jalur sebelah kanan.
3. **Sekresi Antibodi (*Antibody secretion*):** Setelah teraktivasi penuh, sel B berdiferensiasi menjadi **PLASMA CELL** (Sel Plasma). Sel plasma ini memproduksi dan menembakkan banyak sekali antibodi (berbentuk huruf Y biru).
4. **Eliminasi Antigen (*Antigen elimination*):** Antibodi-antibodi tersebut mengerumuni dan mengikat antigen (*antigen bound*). Hal ini membuat antigen lumpuh, tidak bisa menginfeksi sel, dan siap dibersihkan oleh sel fagosit seperti makrofag.





Imunitas Seluler

1. **Aktivasi Sel T (*T cells activated*):** Sel T mengenali antigen menggunakan reseptor spesifiknya yang bernama **TCR** (*T-Cell Receptor*). Berbeda dengan sel B, sel T biasanya perlu dipresentasikan antigennya oleh APC.
2. **Diferensiasi Sel T:** Sel T yang teraktivasi membelah dan berdiferensiasi menjadi dua jenis pasukan utama:
 - **Th CELL (*T Helper Cell* / Sel T Pembantu):** Sel ini memproduksi **Cytokines** (sitokin, bulatan merah kecil). Sitokin ini bertindak sebagai kurir kimia penstimulasi. Satu jalur sitokin dikirim ke kiri untuk membantu mengaktifkan sel B (+Th cell), dan jalur lainnya dikirim ke bawah untuk mengoptimalkan kerja sel pembunuh (+Th cell).
 - **Tc CELL (*Cytotoxic T Cell* / Sel T Sitotoksik):** Merupakan sel T naif yang siap dilatih menjadi pembunuh.
1. **Eksekusi oleh CTL (*Cytotoxic T Lymphocyte*):** Dengan bantuan sitokin dari Th Cell, Tc Cell matang menjadi **CTL** aktif. CTL mendeteksi **INFECTED CELL** (Sel tubuh yang terinfeksi patogen) yang memajang fragmen antigen di permukaannya.
2. **Killing of Infected Cell:** CTL mengikatkan diri pada sel terinfeksi tersebut secara spesifik dan melepaskan protein beracun untuk memaksa sel yang terinfeksi tersebut hancur (*lisis/apoptosis*), sehingga patogen di dalamnya ikut mati dan tidak bisa mereplikasi diri lagi.





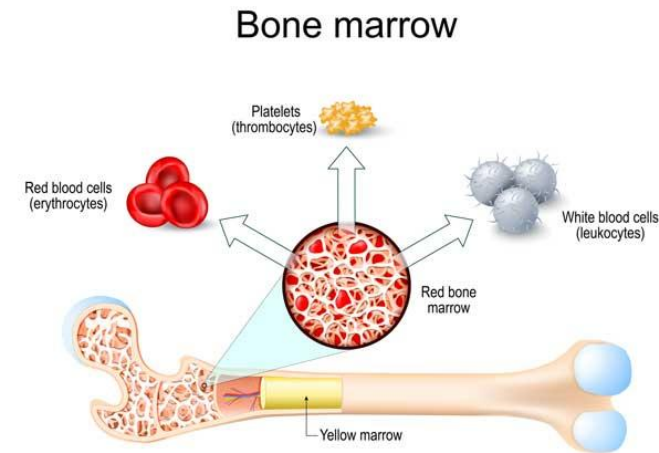
ORGAN LIMFOID PRIMER

Organ-organ ini berfungsi sebagai tempat utama **pembentukan** (produksi) dan **pematangan** sel-sel imun



Sumsum Tulang Belakang (*Bone Marrow*)

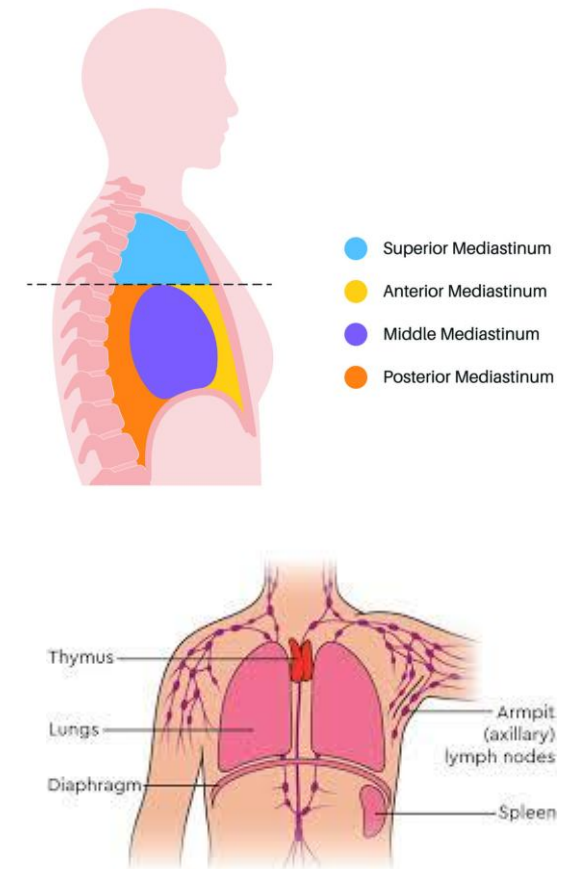
- Sumsum tulang adalah jaringan mirip spons yang ditemukan di dalam tulang. Di sinilah sebagian besar sel sistem imunitas tubuh diproduksi dan kemudian berkembang biak. Sel-sel ini kemudian berpindah ke organ dan jaringan lain melalui darah.
- Saat lahir, tulang kebanyakan mengandung sumsum tulang merah, yang secara aktif menciptakan sel-sel sistem imunitas tubuh. Sepanjang bertambahnya usia, semakin banyak sumsum tulang merah yang berubah menjadi jaringan lemak.
- Di usia dewasa, hanya sedikit tulang yang masih mengandung sumsum tulang merah, antara lain tulang rusuk, tulang dada, dan panggul.
- **Limfosit B dan limfosit T memiliki asal yang sama, yaitu sumsum tulang.** Namun, tempat maturasi mereka sedikit berbeda. Limfosit B mengalami proses maturasi di sumsum tulang, sedangkan limfosit T bermigrasi terlebih dahulu ke organ timus. Di organ inilah limfosit T mengalami maturasi sebelum siap menjalankan fungsinya dalam sistem imunitas tubuh.





Kelenjar Timus (*Thymus*)

- **Timus terletak di mediastinum superior**, yang merupakan bagian atas rongga dada di depan jantung.
- Organ timus mulai berkembang ketika fetus berusia 10 minggu dan terus membesar dan mencapai puncak perkembangan segera setelah lahir.
- Organ timus sudah mulai involusi di usia pubertas. Involusi yang terjadi pada timus orang dewasa tidak menghalangi fungsi timus untuk mematangkan sel limfosit T. Timus memiliki beberapa peran dalam perkembangan sel limfosit T antara lain yaitu sebagai tempat maturasi sel limfosit T, berperan dalam mendidik limfosit T untuk mengenal antigen diri (selfantigen) dan antigen asing (non self-antigen), dan melepas hormon untuk yang membantu mengatur sistem imunitas tubuh





Kelenjar Timus (*Thymus*)

INVOLUSI

Involusi timus adalah proses alami penyusutan ukuran dan fungsi kelenjar timus seiring bertambahnya usia. Proses ini dimulai setelah masa pubertas, di mana jaringan kelenjar yang aktif secara bertahap menyusut dan digantikan oleh jaringan lemak.

Mengapa Terjadi Involusi?

- Fase Awal Kehidupan: Pada masa kanak-kanak, kelenjar timus sangat aktif berfungsi memproduksi dan mematangkan sel darah putih yang disebut sel T. Sel T ini adalah "pasukan" utama sistem kekebalan tubuh yang bertugas melawan infeksi.
- Fase Pubertas & Dewasa: Begitu sistem kekebalan tubuh telah memiliki memori yang cukup tentang berbagai jenis patogen, timus mulai menyusut. Proses degeneratif alami ini dikenal sebagai involusi timus.

Dampaknya pada Tubuh

- Penurunan Produksi Sel T Baru: Seiring menyusutnya kelenjar, kapasitas tubuh untuk memproduksi sel T baru yang efektif dari timus ikut menurun.
- Perubahan Pertahanan Imun: Pertahanan tubuh orang dewasa sebagian besar mulai bergantung pada sel T yang sudah matang dan bermultiplikasi di luar kelenjar timus (seperti di kelenjar getah bening dan limpa)



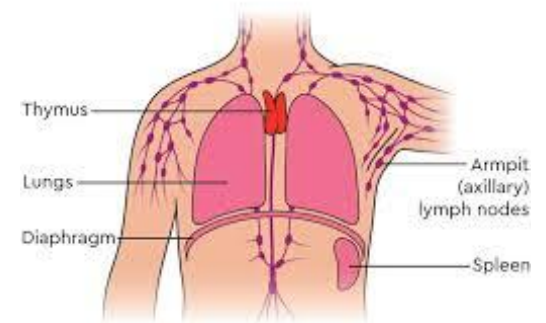
ORGAN LIMFOID SEKUNDER

Organ limfoid sekunder atau perifer merupakan tempat dimana **sel-sel limfosit yang matur dari organ limfoid primer berkumpul** dan **memberikan respons terhadap patogen** yang masuk ke dalam tubuh



Limpa (*Spleen*)

- Limpa merupakan organ limfoid terbesar yang berukuran kira-kira sebesar kepalan tangan, terletak di perut kiri atas, di bawah diafragma.
- **Limpa berfungsi untuk mengumpulkan dan merespons antigen dari darah serta menghancurkan sel eritrosit yang rusak dan sudah tua.**
- Darah masuk ke dalam limpa melalui jaringan kanal yang disebut **sinusoid**. Antigen dalam darah ditangkap dan dikonsentrasikan oleh **sel dendritik dan makrofag** di limpa. Limpa memiliki banyak fagosit yang melapisi sinusoid dan berfungsi untuk memakan dan menghancurkan mikroba dalam darah. Makrofag ini juga memakan serta menghancurkan sel eritrosit tua dan rusak.

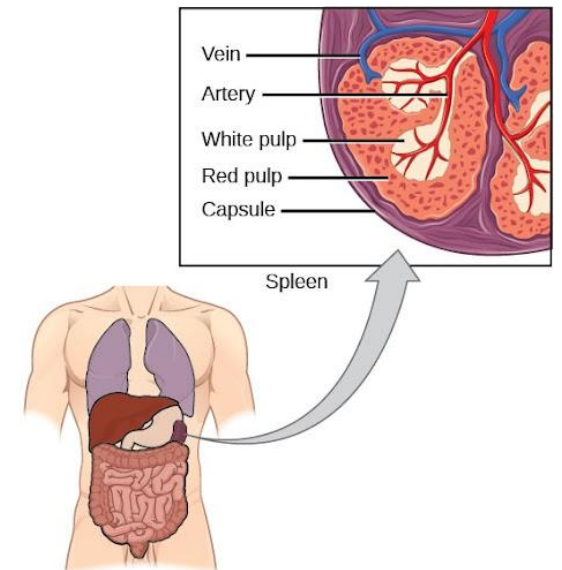
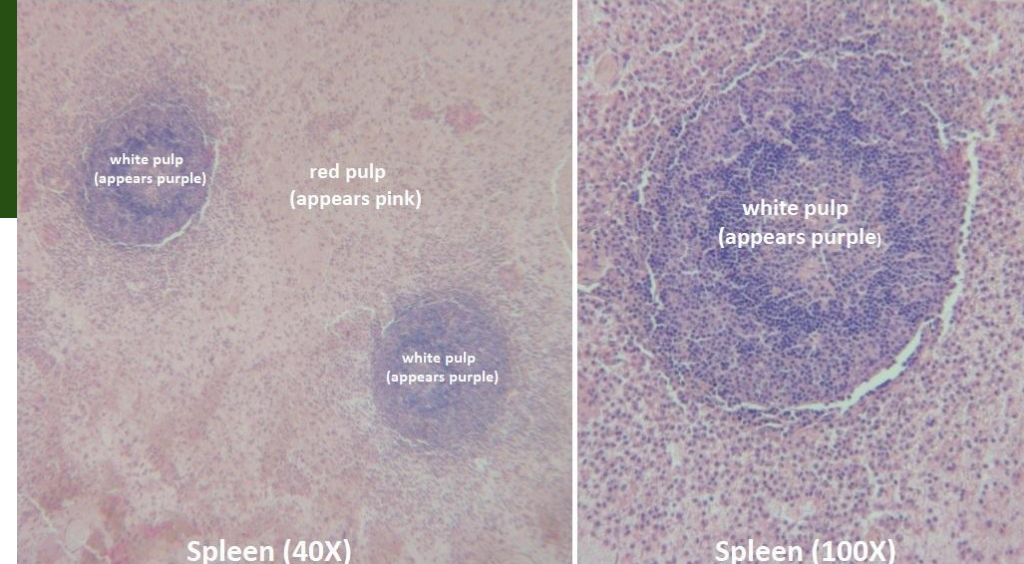




Limpa (*Spleen*)

- Sebagian besar organ limpa terdiri dari daerah yang disebut pulpa merah dan pulpa putih.
- **Pulpa merah** terdiri dari beberapa komponen utama yakni sinusoid (saluran darah berdinding tipis yang bercabang-cabang di seluruh pulpa merah yang memungkinkan darah mengalir ke dan dari limpa), eritrosit, makrofag, serta sel plasma. Di pulpa inilah eritrosit yang sudah tua dan rusak dihancurkan.
- **Pulpa putih** mengandung sel limfosit T yang berada di sekitar arteri (*periarterial lymphatic sheaths/PALS*) dan sel limfosit B yang tersusun sedemikian rupa sehingga membentuk nodus limfoid.

Two types of tissue known as **red pulp** and **white pulp** make up the majority of the spleen. Keep in mind that these tissues are named after their appearance in fresh, unstained spleen tissue. Red pulp consists mainly of sinuses filled with red blood cells and white pulp consists of densely packed clusters of lymphocytes (a type of white blood cell). Most classrooms use stained slides to study tissue from the spleen and white pulp will appear purple on stained slides since the nuclei of white blood cells stain dark purple. Red pulp will appear pink in color since red blood cells remain pinkish-red after being stained.

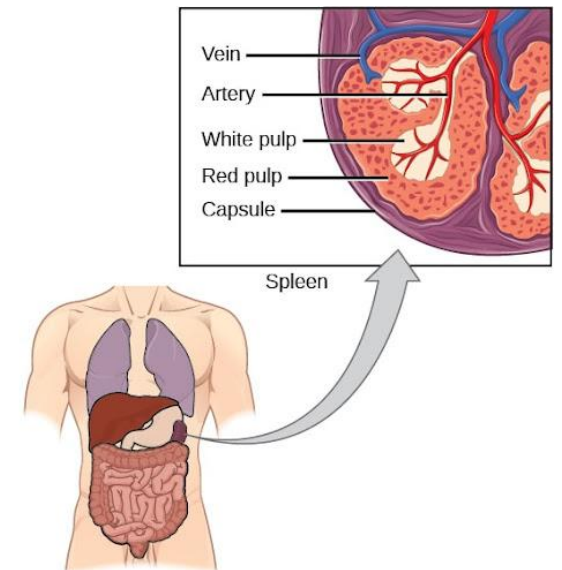
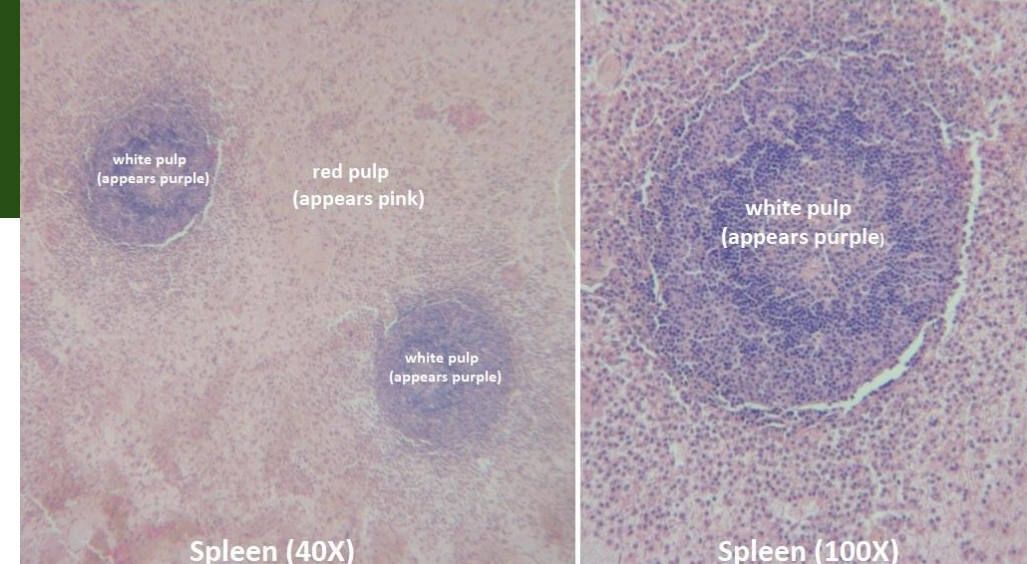




Limpa (*Spleen*)

- Sebagian besar organ limpa terdiri dari daerah yang disebut pulpa merah dan pulpa putih.
- **Pulpa merah** terdiri dari beberapa komponen utama yakni sinusoid (saluran darah berdinding tipis yang bercabang-cabang di seluruh pulpa merah yang memungkinkan darah mengalir ke dan dari limpa), eritrosit, makrofag, serta sel plasma. Di pulpa inilah eritrosit yang sudah tua dan rusak dihancurkan.
- **Pulpa putih** mengandung sel limfosit T yang berada di sekitar arteri (*periarterial lymphatic sheaths/PALS*) dan sel limfosit B yang tersusun sedemikian rupa sehingga membentuk nodus limfoid.

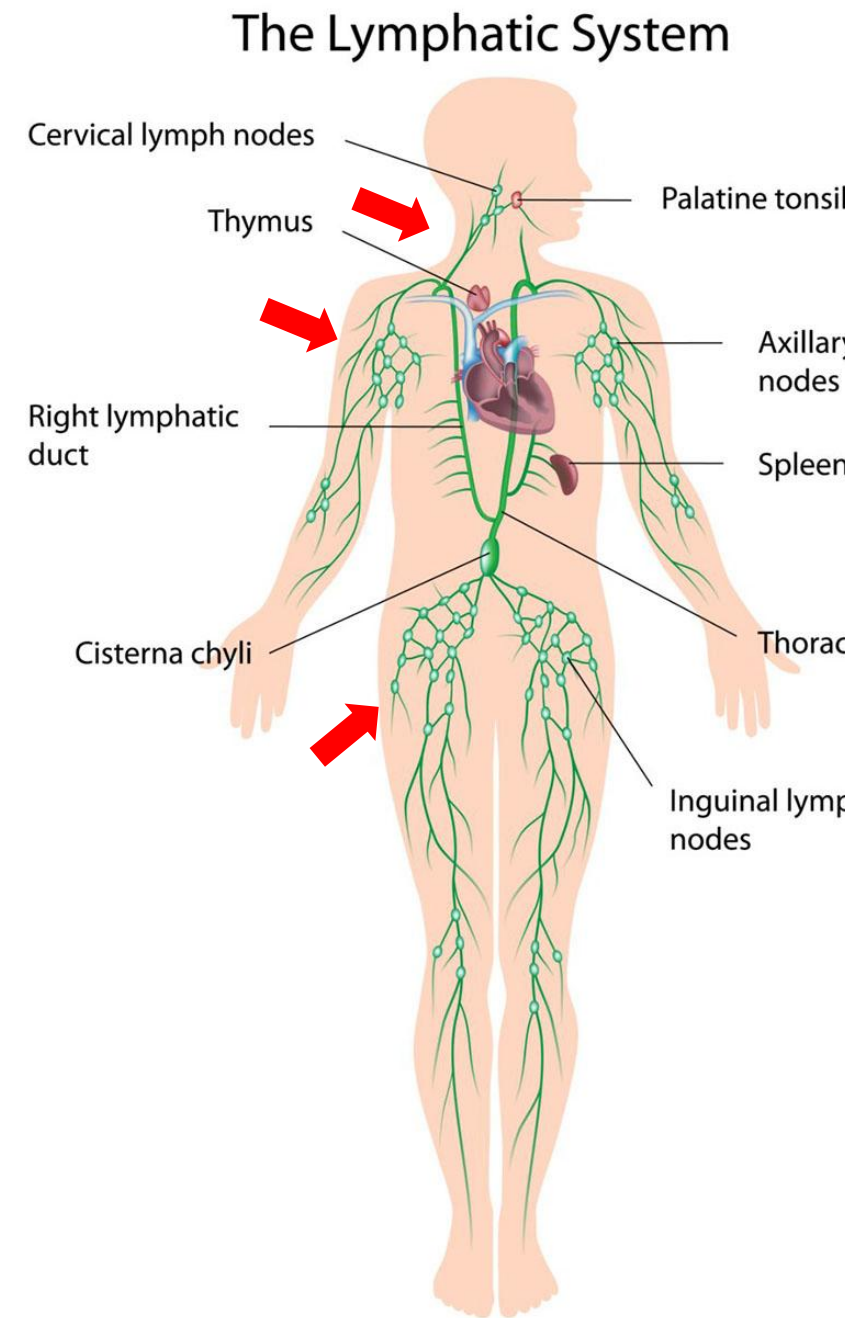
Two types of tissue known as **red pulp** and **white pulp** make up the majority of the spleen. Keep in mind that these tissues are named after their appearance in fresh, unstained spleen tissue. Red pulp consists mainly of sinuses filled with red blood cells and white pulp consists of densely packed clusters of lymphocytes (a type of white blood cell). Most classrooms use stained slides to study tissue from the spleen and white pulp will appear purple on stained slides since the nuclei of white blood cells stain dark purple. Red pulp will appear pink in color since red blood cells remain pinkish-red after being stained.





Kelenjar Getah Bening (*Lymph Nodes*)

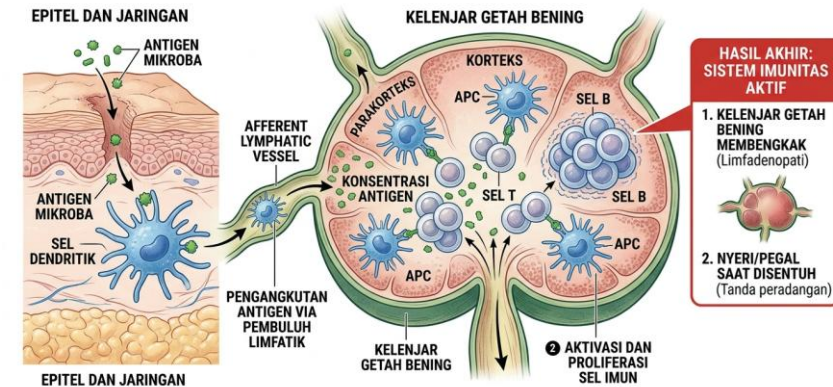
- Kelenjar getah bening atau dikenal juga sebagai kelenjar limfatik/limfe merupakan agregat nodular jaringan limfoid yang berbentuk seperti kacang, terletak sepanjang jalur limfa di seluruh tubuh, tetapi paling banyak terdapat di leher, ketiak, dan selangkangan. **Kelenjar getah bening berfungsi sebagai filter atau menjebak antigen asing.**
- Kelenjar getah bening terhubung oleh jaringan pembuluh yang disebut **sistem limfatik**. Sistem limfatik membawa cairan bening yang disebut getah bening/limfe ke seluruh tubuh. Cairan ini dialirkan oleh pembuluh limfatik, dari jaringan menuju ke kelenjar getah bening dan akhirnya ke aliran darah.



Kelenjar Getah Bening (Lymph Nodes)

Pada saat getah bening melewati kelenjar getah bening, **Antigen Presenting Cell (APC)** dalam kelenjar mampu membawa antigen mikroba yang mungkin masuk melalui epitel ke dalam jaringan. Selain itu, **sel dendritik** mengambil antigen mikroba dari epitel dan jaringan lain dan membawa antigen tersebut ke dalam kelenjar getah bening. Hasil akhir dari proses penangkapan serta pengangkutan antigen ini adalah bahwa antigen mikroba yang masuk melalui epitel atau jaringan menjadi terkonsentrasi di dalam kelenjar getah bening yang terhubung. Kelenjar getah bening yang membesar atau nyeri merupakan tanda sistem imunitas tubuh sedang aktif, misalnya untuk melawan infeksi.

MEKANISME PENGAKTIFAN SISTEM IMUN DI KELENJAR GETAH BENING



Kelenjar Getah Bening (Lymph Nodes)

- Di dalam organ kelenjar getah bening sel limfosit B menempati **daerah folikel**, sedangkan sel limfosit T menempati terutama daerah **parakortikal**.
- Folikel sel limfosit B meliputi daerah yang disebut **germinal center**. Pada germinal center inilah sel limfosit B mengalami proliferasi setelah menerima sinyal dari sel limfosit T.

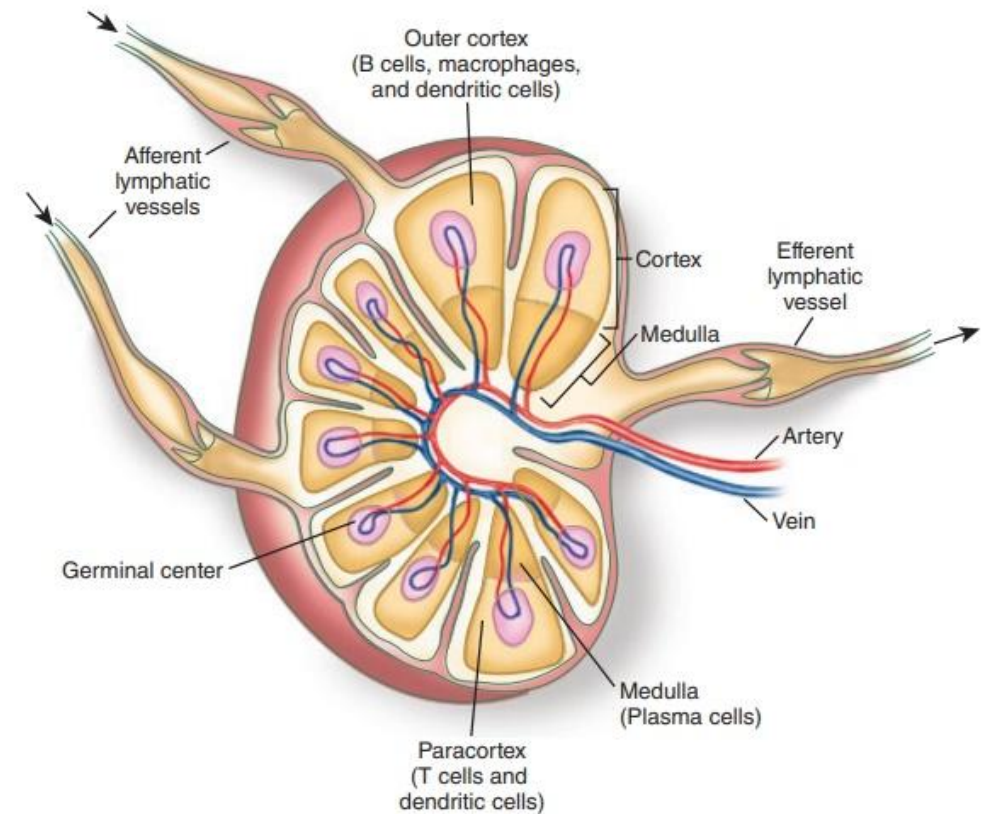


FIGURE 20-4 Lymph nodes.



Mucosal Associated Lymphoid Tissue (MALT)

- MALT merupakan jaringan limfoid sekunder yang terletak di selaput lendir (mukosa) di berbagai organ tubuh, seperti usus, saluran pernapasan, dan saluran urogenital.
- MALT meliputi jaringan limfoid ektranodul yang berhubungan dengan mukosa di berbagai lokasi, seperti
 - 1) *Skin Associated Lymphoid Tissue (SALT)* di **kulit**,
 - 2) *Bronchial Associated Lymphoid Tissue (BALT)* dan *Nasal Associated Lymphoid Tissue (NALT)* di **saluran pernapasan**
 - 3) *Gut Associated Lymphoid Tissue (GALT)* di **saluran pencernaan** (meliputi plak peyer di usus kecil, apendiks, berbagai folikel limfoid dalam lamina propria usus), dan
 - 4) *Vulvovaginal Associated Lymphoid Tissue (VALT)* di **saluran vagina**.

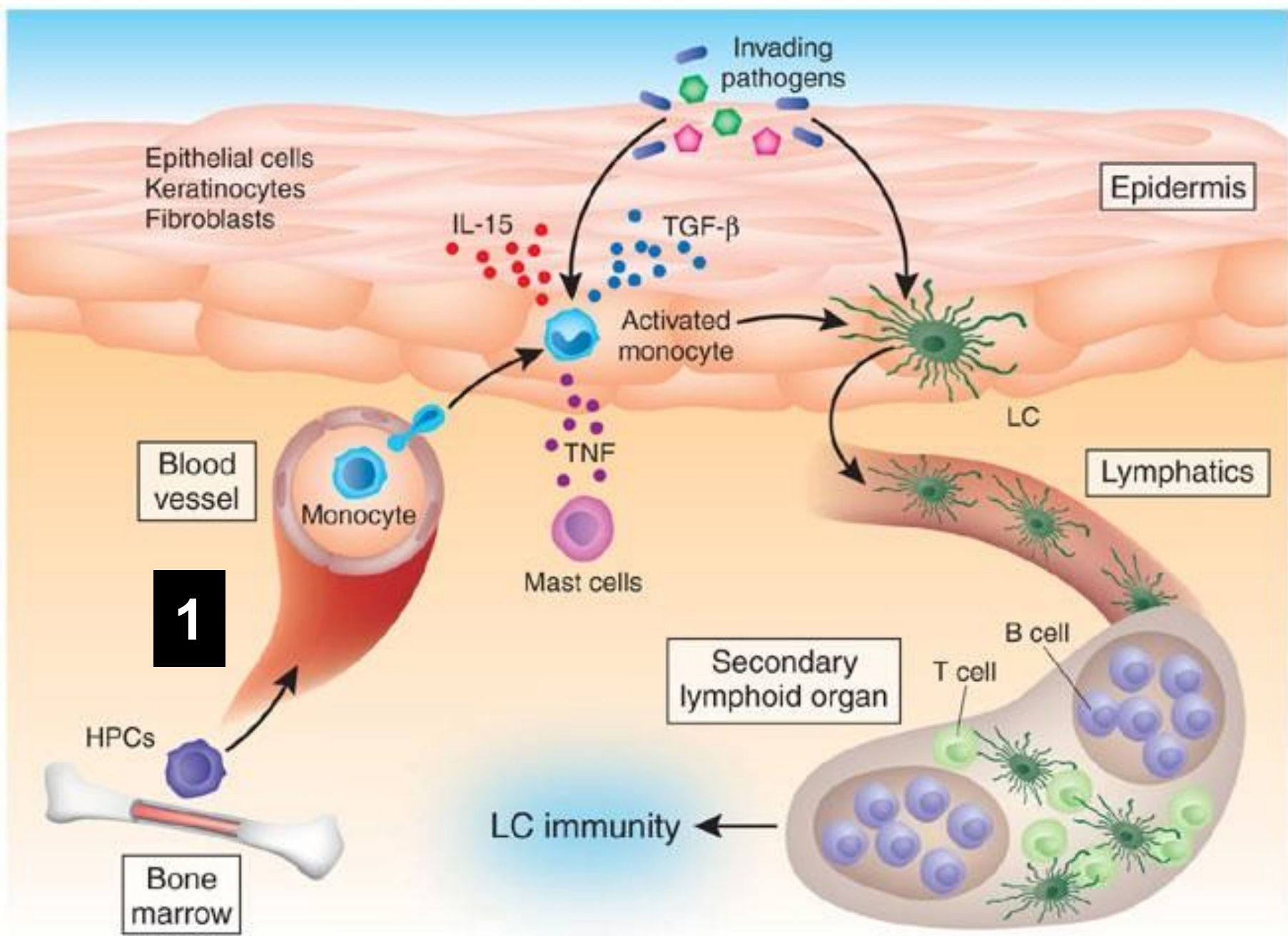


Mucosal Associated Lymphoid Tissue (MALT)

Skin Associated Lymphoid Tissue (SALT)

- Kulit sebagai organ tubuh terluas, bertindak sebagai pelindung utama terhadap dunia luar.
- Berperan sebagai garis pertahanan pertama, kulit tidak hanya berfungsi sebagai sawar fisik, tetapi juga aktif dalam pertahanan melalui reaksi imun dan inflamasi lokal.
- Menjadi pintu masuk bagi banyak antigen asing, kulit menjadi tempat awal dimulainya banyak respons imun.
- **Sel Langerhans** yang terdapat di kulit memainkan peran penting dalam sistem imunitas alamiah tubuh.

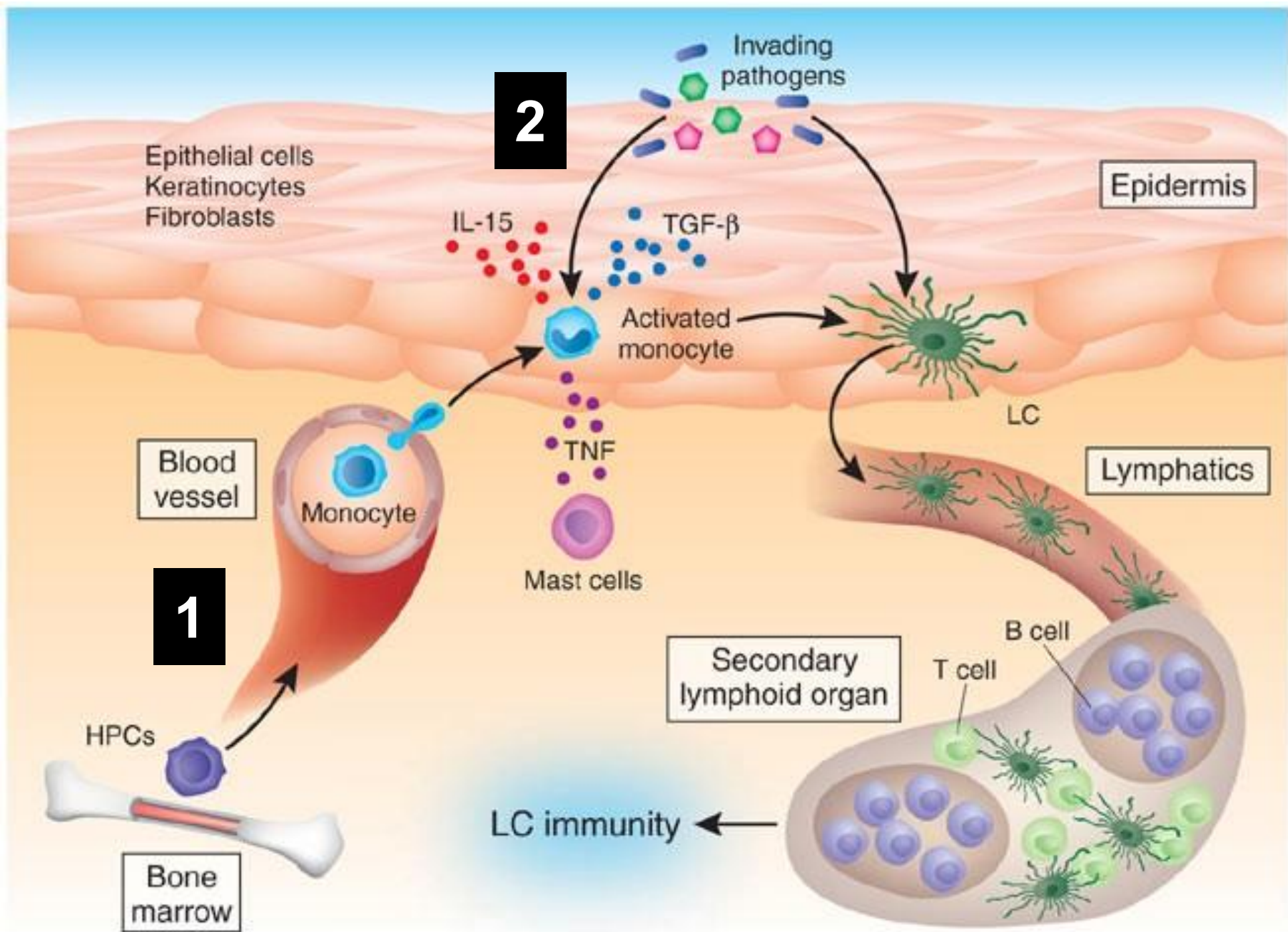
Jalur pembentukan, aktivasi, dan fungsi Langerhans Cells (LC) dalam sistem imun kulit



1. Pembentukan dan Mobilisasi Monosit

- Proses dimulai dari **Bone marrow (sumsum tulang)**, dimana sel punca hematopoietik atau *Hematopoietic Progenitor Cells (HPCs)* menghasilkan monosit.
- Monosit ini kemudian dilepaskan dan mengalir di dalam **Blood vessel (pembuluh darah)**.

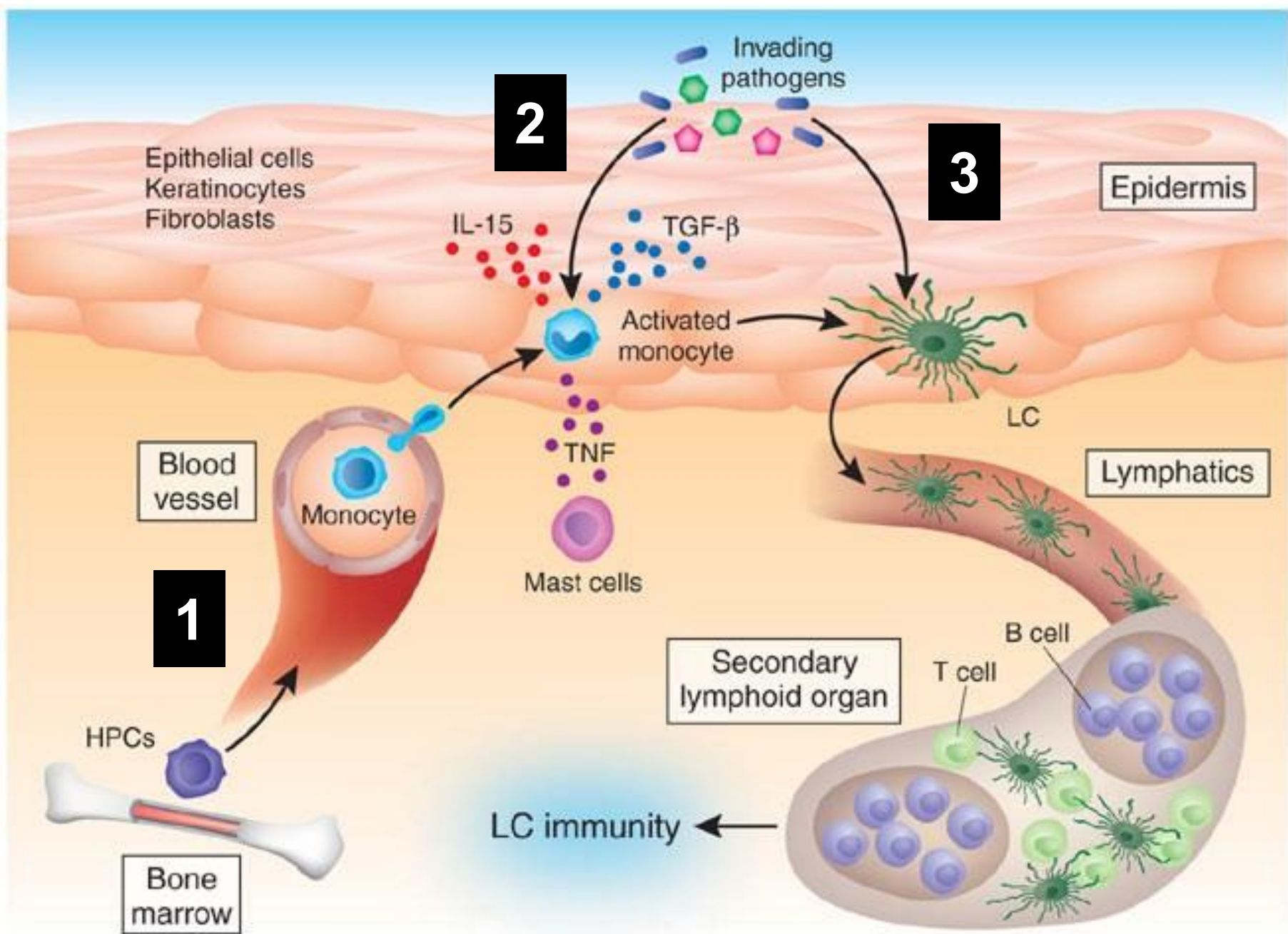
Jalur pembentukan, aktivasi, dan fungsi Langerhans Cells (LC) dalam sistem imun kulit



2. Infiltrasi Kulit dan Aktivasi oleh Sinyal Lokal

- Ketika ada **Invading pathogens** (patogen yang menyerang) menembus lapisan **Epidermis**, jaringan kulit (sel epitel, keratinosit, dan fibroblas) merespons dengan melepaskan sitokin berupa **IL-15** dan **TGF-beta**.
- Monosit dari pembuluh darah keluar menuju jaringan kulit dan berubah menjadi **Activated monocyte (monosit teraktivasi)** akibat pengaruh dari IL-15 dan TGF-beta tersebut.
- Selama proses ini, monosit teraktivasi juga melepaskan **TNF** (Tumor Necrosis Factor) yang memengaruhi **Mast cells (sel mast)** di sekitarnya.

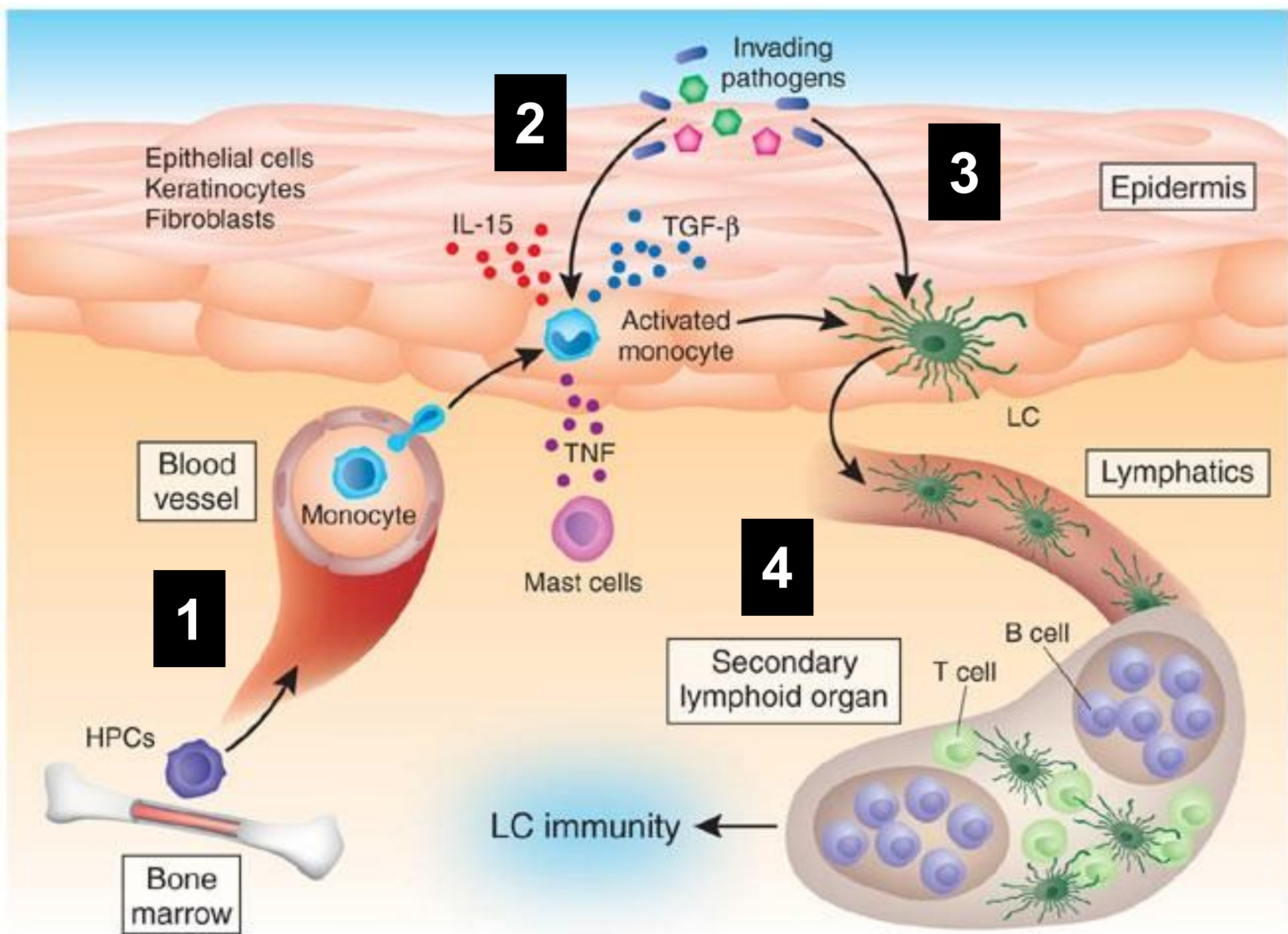
Jalur pembentukan, aktivasi, dan fungsi Langerhans Cells (LC) dalam sistem imun kulit



3. Diferensiasi Menjadi Sel Langerhans (LC)

- Monosit yang teraktivasi dan terpapar patogen tadi beradaptasi dan berdiferensiasi menjadi **LC (Langerhans Cells)**.
- Sel Langerhans ini berbentuk seperti bintang (memiliki dendrit) yang berfungsi menangkap antigen dari patogen di lapisan epidermis.

Jalur pembentukan, aktivasi, dan fungsi Langerhans Cells (LC) dalam sistem imun kulit



4. Migrasi ke Sistem Limfatik dan Respons Imun Sekunder

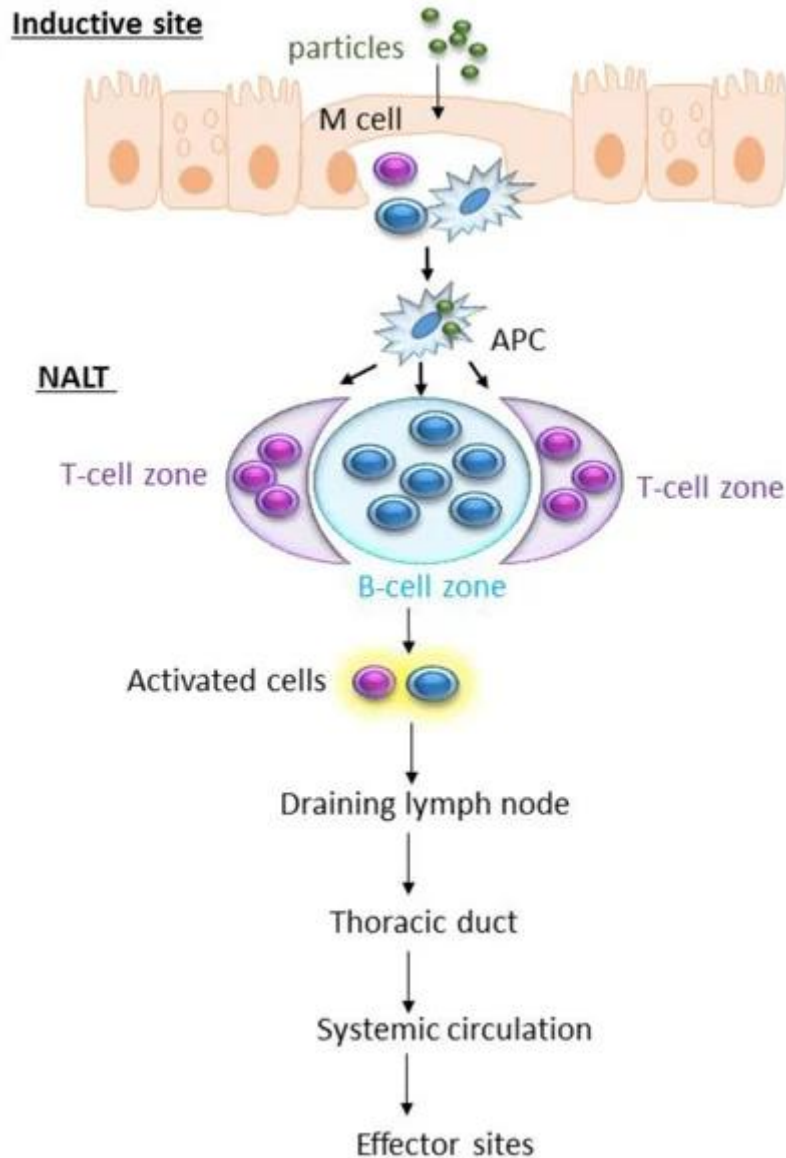
- Setelah menangkap antigen patogen, LC akan bermigrasi meninggalkan epidermis masuk ke dalam saluran **Lymphatics (pembuluh limfa)**.
- LC berjalan menuju **Secondary lymphoid organ (organ limfoid sekunder)**, seperti kelenjar getah bening.
- Di dalam organ limfoid ini, LC bertindak sebagai *Antigen-Presenting Cell (APC)* yang mempresentasikan potongan patogen kepada **T cell (sel T)** dan **B cell (sel B)** untuk mengaktifkan sistem imun adaptif.



Bronchial Associated Lymphoid Tissue (BALT) dan Nasal Associated Lymphoid Tissue (NALT)

- Pada saluran nafas ditemukan dua organ limfoid yang termasuk MALT, yakni BALT dan NALT.
- BALT terletak di dalam dinding saluran udara utama (bronkus) dan berperan penting dalam melawan infeksi di paru-paru,
- NALT terletak di mukosa hidung dan berperan penting dalam melawan infeksi yang masuk melalui hidung.
- Struktur BALT dan NALT mirip dengan *plaques peyeri* (di usus halus) dan keduanya sama-sama berperan dalam respons terhadap antigen yang terhirup.

Mekanisme Respon Imun Mukosa pada NALT (di Saluran Hidung)



1. Penangkapan Antigen:

Partikel asing atau patogen yang masuk melalui saluran hidung akan ditangkap oleh **M cell** (sel mikrofild) yang berada di lapisan epitel. Sel M ini berfungsi mentransfer partikel tersebut dari lumen ke dalam jaringan di bawahnya.

1. Presentasi Antigen:

Setelah melewati sel M, partikel ditangkap oleh **APC** (*Antigen-Presenting Cell* / Sel Penyaji Antigen), seperti sel dendritik atau makrofag. APC memproses antigen tersebut dan bergerak menuju zona sel imun.

1. Aktivasi Sel T dan Sel B: APC menyajikan antigen kepada **Sel T** di **T-cell zone** (zona berwarna ungu).

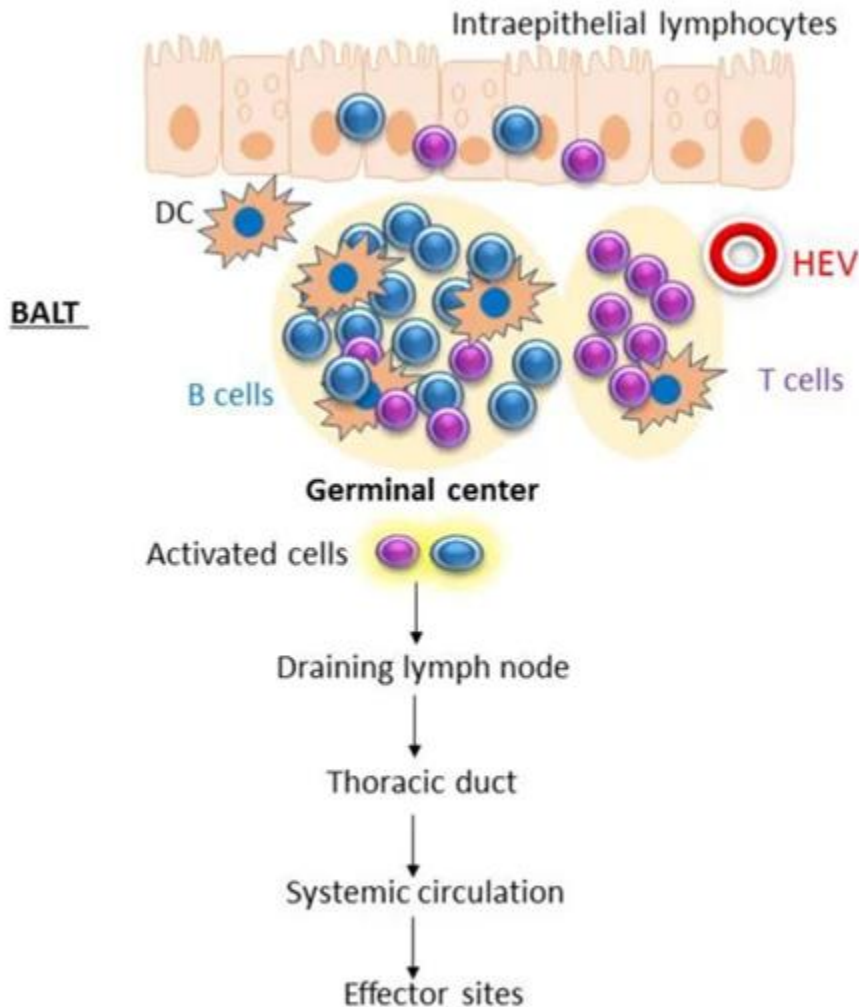
Pada saat yang sama, terjadi interaksi dengan **Sel B** di **B-cell zone** (zona biru di tengah) untuk memicu produksi antibodi.

1. Pematangan dan Migrasi:

Sel T dan Sel B yang telah mengenali antigen menjadi **Activated cells** (sel yang teraktivasi).

5. Jalur Sirkulasi Efektor: Sel-sel yang teraktivasi ini kemudian meninggalkan NALT melalui aliran limfa menuju **Draining lymph node** (kelenjar getah bening regional) masuk ke **Thoracic duct** (duktus torasikus) masuk ke **Systemic circulation** (sirkulasi darah sistemik) dan akhirnya tersebar ke berbagai **Effector sites** (situs efektor, seperti jaringan mukosa lainnya) untuk melawan infeksi.

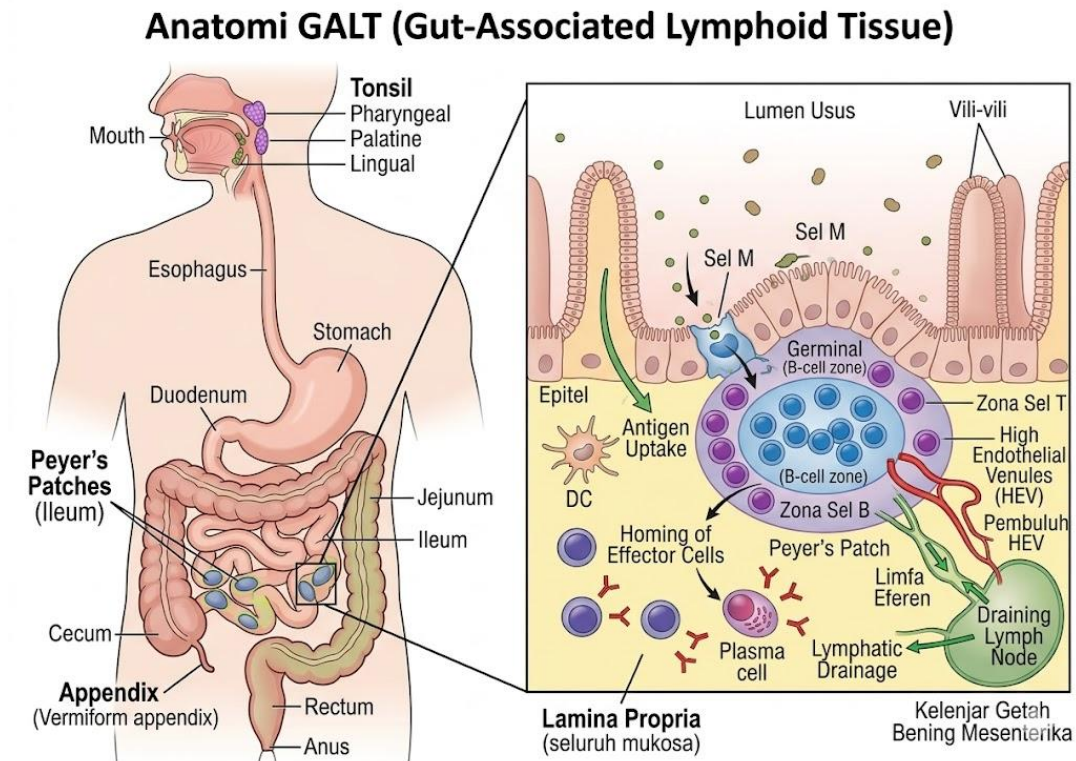
Mekanisme Respon Imun Mukosa pada BALT (di Bronkus)



1. **Intraepithelial Lymphocytes:** Di sepanjang jaringan epitel bronkus, terdapat limfosit intraepitel yang berjaga sebagai lini pertahanan pertama.
2. **Germinal Center (Pusat Kehidupan Sel):** BALT memiliki struktur interaksi sel yang sangat padat yang disebut *Germinal center*. Di sini terjadi penumpukan:
 - **B cells** (sel B) dalam jumlah besar (bulatan biru).
 - **DC** (*Dendritic Cells* / Sel Dendritik) yang membantu aktivasi.
 - **T cells** (sel T) yang terlokalisasi di dekatnya (bulatan ungu).
1. **High Endothelial Venules (HEV):** Terdapat pembuluh darah khusus yang disebut **HEV** (berwarna merah). HEV berfungsi sebagai "pintu masuk" utama bagi limfosit naif dari sirkulasi darah untuk masuk ke dalam jaringan BALT.
2. **Jalur Sirkulasi Efektor:** Sama seperti pada NALT, setelah sel-sel imun mengalami aktivasi (*Activated cells*) di *germinal center*, mereka akan keluar melalui **Draining lymph node** → **Thoracic duct** → **Systemic circulation** → menuju ke **Effector sites** untuk memberikan perlindungan imun lokal maupun sistemik.

Gut Associated Lymphoid Tissue (GALT)

- GALT terletak di sepanjang mukosa saluran pencernaan dan berperan penting dalam mengumpulkan antigen yang berasal dari daerah pencernaan.
- Komponen GALT mencakup :
 1. peyer's patches (plak peyer)
 2. tonsil (amandel)
 3. appendix (usus buntu) dan
 4. lamina propria (lapisan tipis jaringan ikat longgar yang terletak tepat di bawah lapisan epitel).





Gut Associated Lymphoid Tissue (GALT)

1. Peyer's Patches (Plak Peyer)

Ini adalah salah satu situs induksi (*inductive site*) paling penting di usus halus, terutama banyak ditemukan di bagian ileum.

- **Struktur:** Berupa nodul limfoid terorganisasi yang terletak di dinding usus.
- **Mekanisme Kerja:** Sama seperti pada gambar NALT yang Anda tunjukkan sebelumnya, permukaan plak Peyer dilapisi oleh **sel M (mikrofold)**. Sel M ini bertugas menyendok/mentranspor antigen dari lumen usus untuk diserahkan kepada sel dendritik (APC), sel T, dan sel B yang menunggu di bawahnya.

2. Tonsil (Amandel)

Tonsil sering dikategorikan sebagai bagian dari NALT maupun GALT karena letaknya yang berada di persimpangan saluran pernapasan dan saluran pencernaan atas (faring).

- **Peran:** Menjadi lini pertahanan pertama yang mendeteksi dan menyaring antigen yang masuk melalui mulut, baik dari makanan yang ditelan maupun udara yang dihirup.



Gut Associated Lymphoid Tissue (GALT)

3. Appendix (Usus Buntu)

Dahulu sering dianggap sebagai organ vestigial (sisa evolusi) yang tidak berguna, namun kini disadari bahwa appendix memiliki fungsi imunologis yang penting.

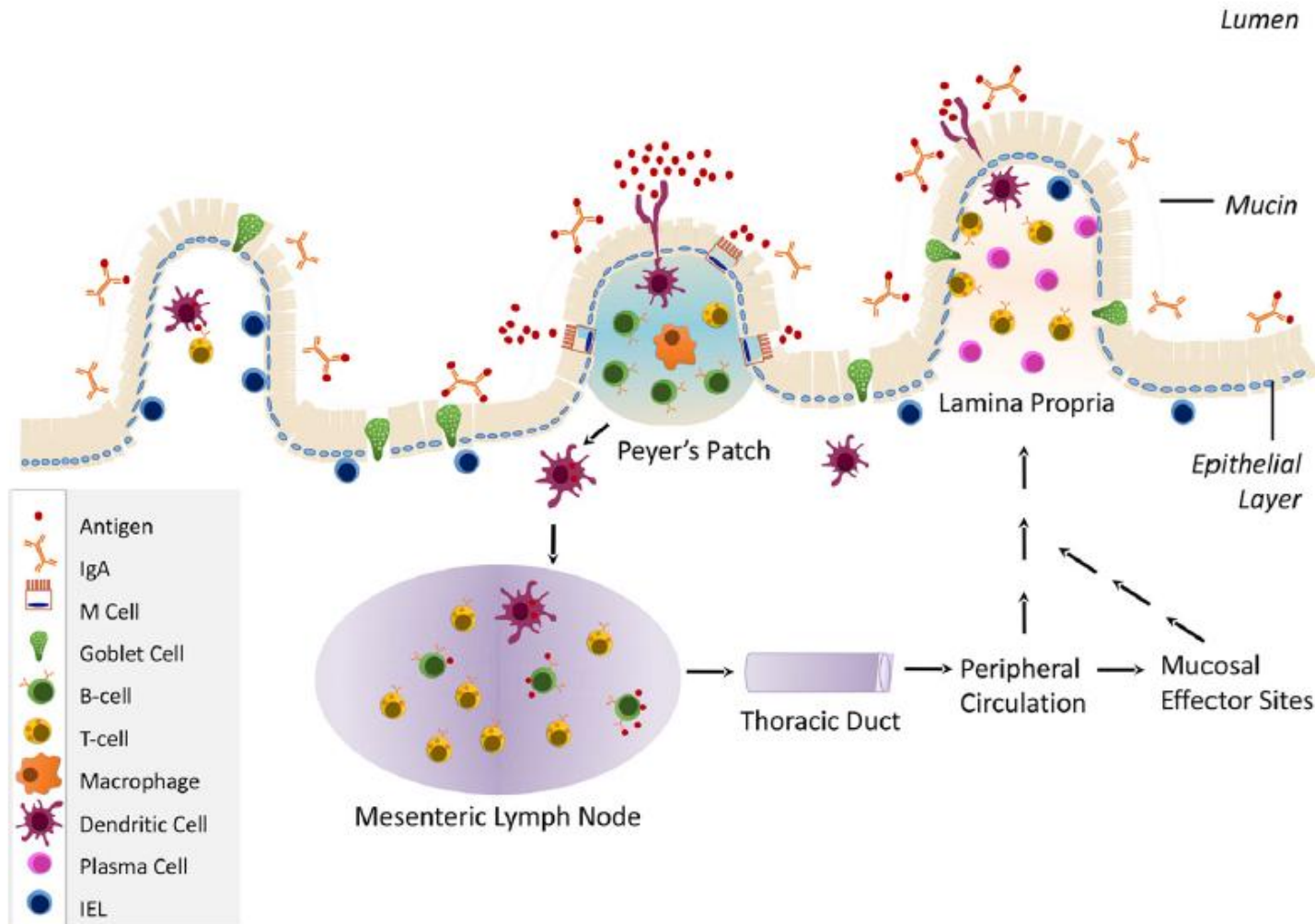
- **Peran:** Appendix kaya akan jaringan limfoid dan bertindak sebagai "rumah aman" (*safe house*) bagi bakteri baik (mikrobiota usus). Ketika terjadi infeksi saluran pencernaan yang parah (seperti diare hebat yang menguras isi usus), appendix akan melepaskan cadangan bakteri baik untuk mengolonisasi kembali usus pasca-infeksi.

4. Lamina Propria

Berbeda dengan Plak Peyer yang merupakan situs *induksi* (tempat pengenalan antigen), lamina propria sebagian besar berfungsi sebagai **situs efektor** (*effector site*).

- **Peran:** Lapisan jaringan ikat longgar ini dipenuhi oleh jutaan sel imun yang sudah matang dan siap beraksi, seperti **sel plasma yang memproduksi antibodi IgA sekretori (sIgA)**, sel T efektor, makrofag, dan mastosit. sIgA yang dihasilkan di sini akan disekresikan menembus lapisan epitel ke lumen usus untuk menetralkan racun dan mencegah patogen menempel pada dinding usus.

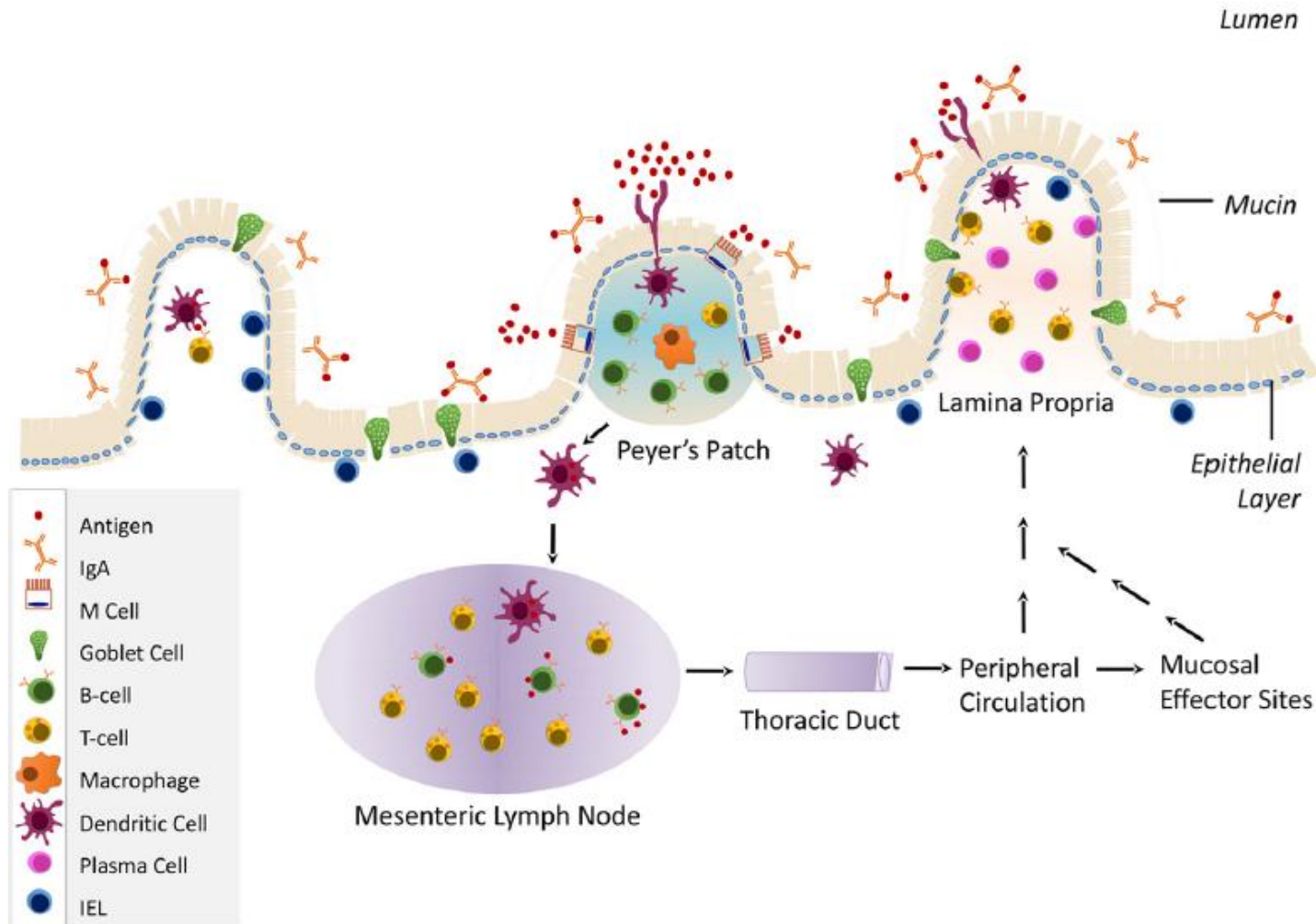
Mekanisme Respon Imun Mukosa pada GALT (di usus)



1. Situs Induksi: Penangkapan Antigen di Peyer's Patch

- **Lumen & Mucin:** Di bagian paling atas (*Lumen*), terdapat partikel asing atau patogen (**Antigen** berwarna merah) yang dilapisi oleh lapisan lendir (**Mucin**).
- **Peran M Cell:** Di area **Peyer's Patch**, lapisan epitel usus memiliki sel khusus bernama **M Cell** (sel mikrofild). Sel M ini "menyeruk" antigen dari lumen dan mentransfernya ke bawah, menembus lapisan epitel.
- **Presentasi oleh Dendritic Cell:** Di dalam Peyer's Patch, **Dendritic Cell** (sel dendritik/bintang ungu) menangkap antigen tersebut, memprosesnya, lalu bermigrasi keluar menuju kelenjar getah bening. Di dalam Peyer's Patch juga sudah terlihat adanya interaksi awal dengan **B-cell** (hijau) dan **T-cell** (kuning).

Mekanisme Respon Imun Mukosa pada GALT (di usus)



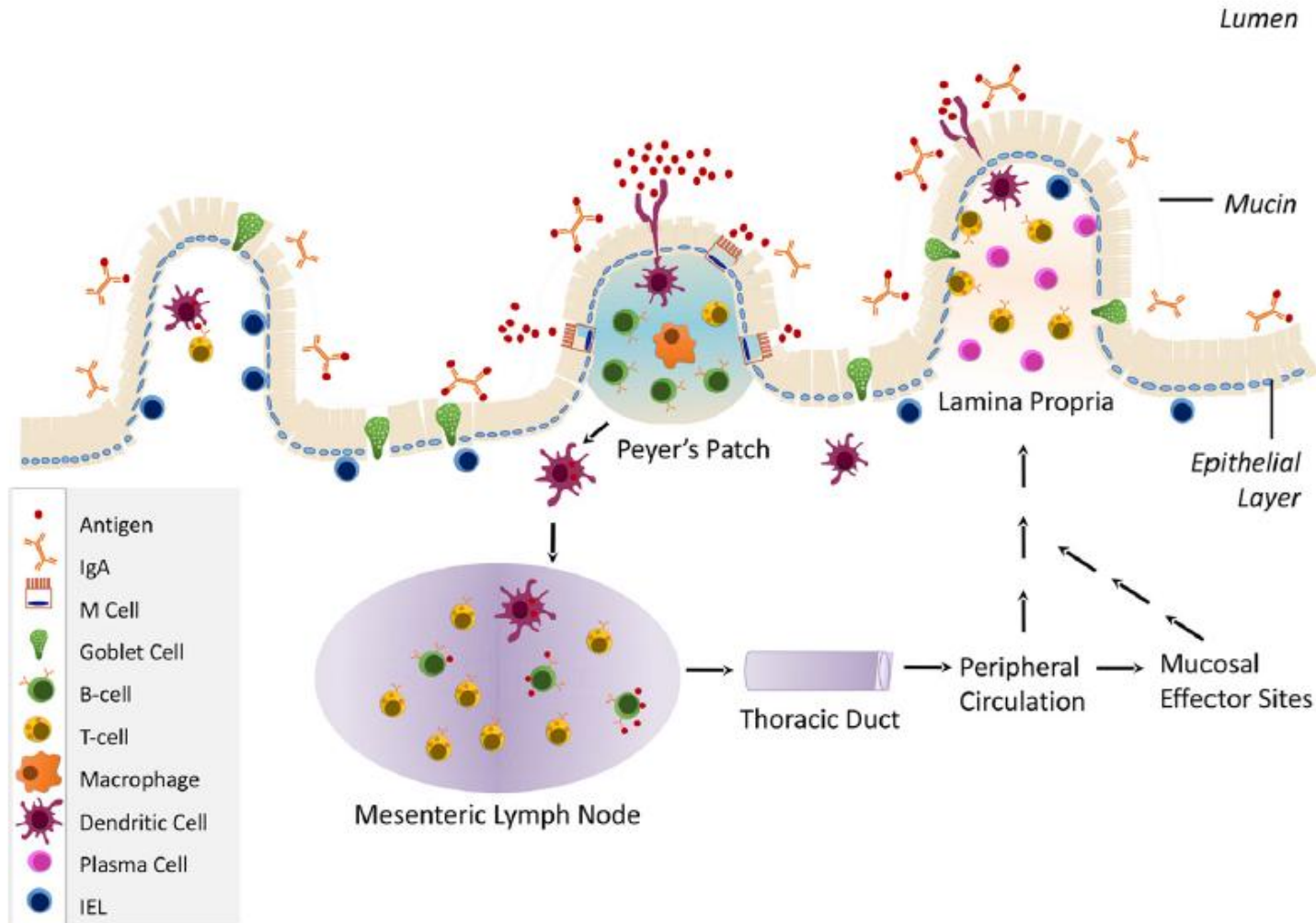
2. Aktivasi di Kelenjar Getah Bening (Mesenteric Lymph Node)

- Sel dendritik yang membawa antigen bergerak turun menuju **Mesenteric Lymph Node** (Kelenjar Getah Bening Mesenterika : kelenjar getah bening yang menopang usus).
- Di sini terjadi *priming* atau aktivasi besar-besaran. Sel dendritik mempresentasikan antigen kepada **T-cell** dan **B-cell** yang masih naif/awam, memicu mereka untuk berdiferensiasi dan berproliferasi menjadi sel-sel imun yang siap beraksi (sel efektor).

3. Jalur Sirkulasi Jalur Tol (Thoracic Duct)

- Setelah teraktivasi, sel-sel imun ini keluar dari kelenjar getah bening dan masuk ke **Thoracic Duct** (Duktus Torasikus).
- Seperti yang kita bahas tadi, duktus torasikus mengalirkan sel-sel ini ke **Peripheral Circulation** (Sirkulasi Darah Perifer/Sistemik) agar bisa menyebar ke seluruh tubuh.

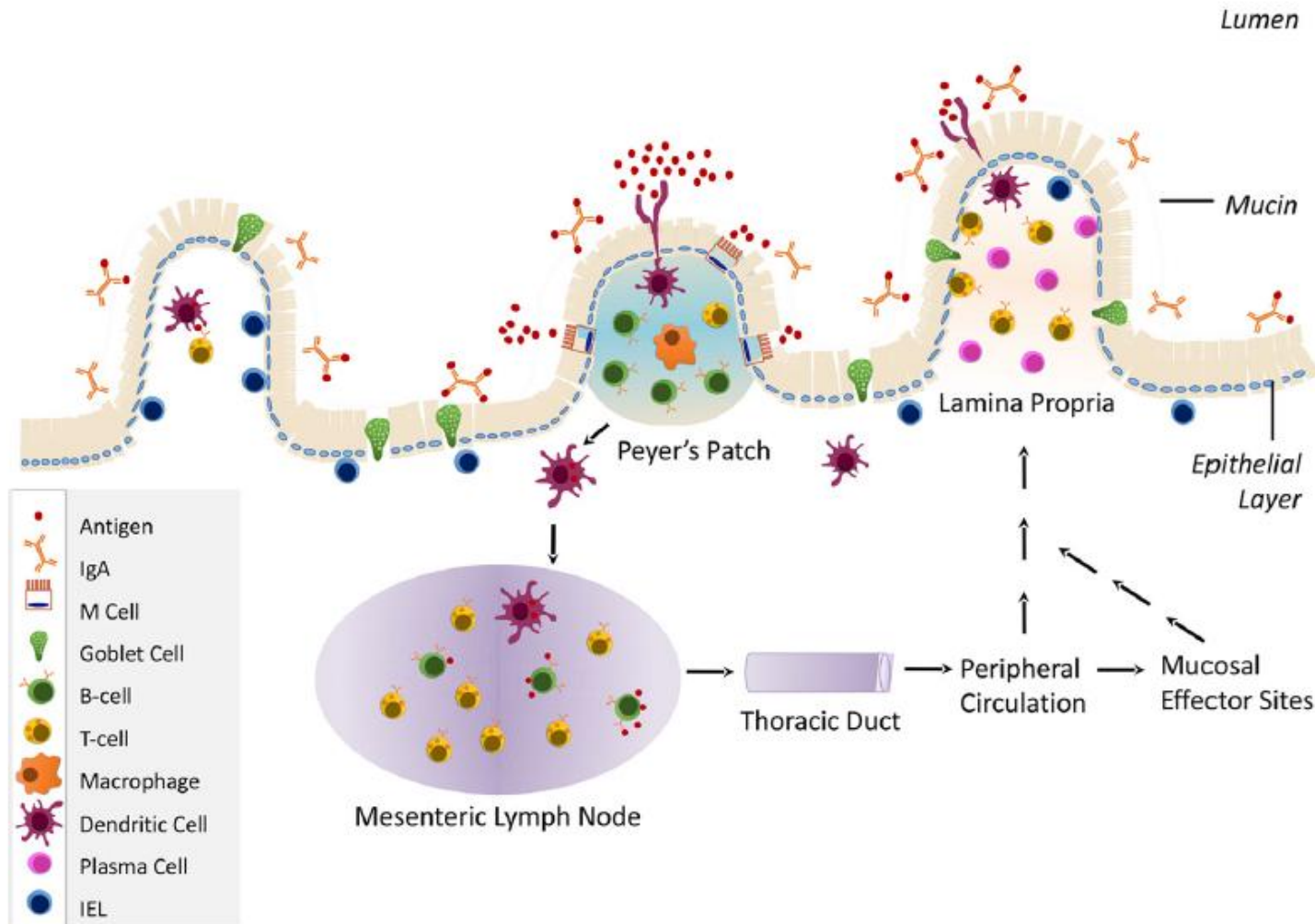
Mekanisme Respon Imun Mukosa pada GALT (di usus)



4. Situs Efektor: *Homing* Kembali ke Lamina Propria

- Melalui aliran darah sistemik, sel-sel imun yang sudah terlatih ini diarahkan kembali (*homing*) secara spesifik menuju jaringan mukosa asal atau jaringan mukosa lainnya (**Mucosal Effector Sites**).
- Mereka menembus pembuluh darah dan menetap di **Lamina Propria** (jaringan ikat di bawah vili-vili epitel usus sebelah kanan).
- **Eksekusi Imun oleh Plasma Cell & IgA:** Di dalam lamina propria, sel B telah matang menjadi **Plasma Cell** (sel plasma berwarna merah muda). Sel plasma ini memproduksi antibodi **IgA** (berbentuk seperti huruf Y atau dimer).
- Antibodi IgA ini kemudian ditranspor menembus **Epithelial Layer** menuju lumen usus untuk mengikat dan menetralkan antigen secara langsung di luar jaringan tubuh (mencegah patogen menempel pada dinding usus).

Mekanisme Respon Imun Mukosa pada GALT (di usus)



Komponen Lain yang Terlihat pada Gambar:

- **Goblet Cell (Sel Goblet - Hijau):** Sel penghasil lendir (*mucin*) yang berfungsi sebagai benteng fisik pelindung epitel usus.
- **IEL (Intraepithelial Lymphocytes - Bulatan Biru Tua):** Sel T khusus yang berada tepat di sela-sela sel epitel usus, bertindak sebagai penjaga garis depan yang dapat langsung merespon jika ada sel epitel yang terinfeksi atau rusak.



Vulvovaginal Associated Lymphoid Tissue (VALT)

- VALT terletak di selaput lendir (mukosa) pada area vulva dan vagina pada organ reproduksi wanita.
- VALT berfungsi sebagai pertahanan terhadap antigen yang masuk ke organ reproduksi wanita.

Keunikan VALT : Dipengaruhi oleh Siklus Hormonal

Ini adalah perbedaan paling mencolok antara VALT dengan jaringan mukosa lainnya. Aktivitas imun VALT sangat dipengaruhi oleh siklus menstruasi (hormon estrogen dan progesteron):

- **Fase Estrogen Tinggi (Fase Folikular):** Epitel vagina menebal dan fungsi pertahanan fisik menguat, namun beberapa respon imun selular justru ditekan untuk memfasilitasi kelangsungan hidup sperma.
- **Fase Progesteron Tinggi (Fase Luteal):** Rentan terjadi penurunan imunitas lokal (*window of vulnerability*), yang secara evolusioner bertujuan mendukung implantasi janin (agar tidak ditolak oleh sistem imun), namun di sisi lain membuat wanita lebih rentan terhadap infeksi pada fase ini.

Vulvovaginal Associated Lymphoid Tissue (VALT)

Draining lymph nodes

Fallopian tubes: Paraaortic

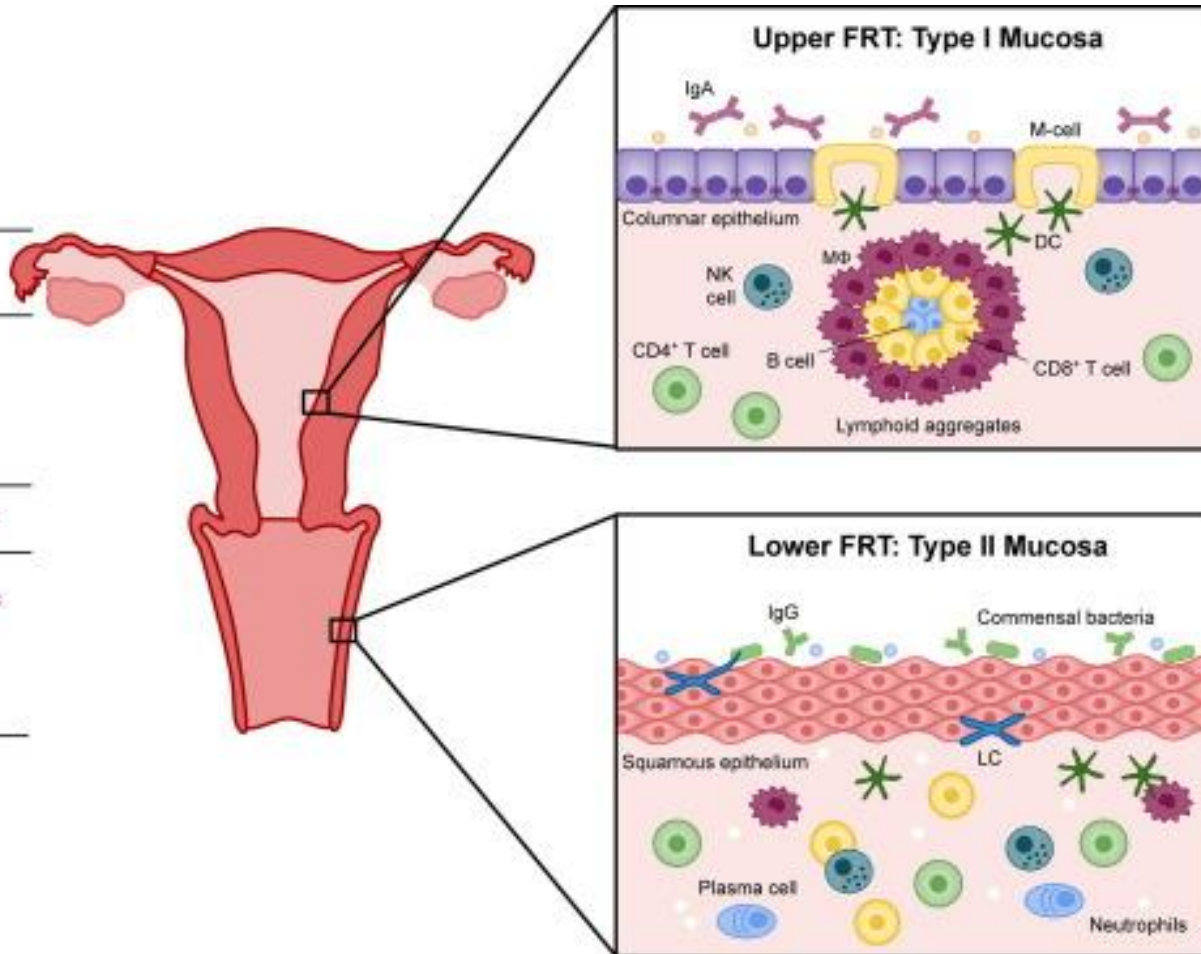
Uterine fundus: Paraaortic

Uterine body: External iliac

Cervix: External and internal iliac

Vagina (upper 2/3rd): External iliac

Vagina (lower 1/3rd): Superficial inguinal



Pemetaan Kelenjar Getah Bening (*Draining Lymph Nodes*)

Di sisi kiri gambar, ditunjukkan jalur drainase limfatik spesifik untuk setiap organ. Ini adalah rute yang dilewati sel imun (seperti sel dendritik) setelah menangkap antigen untuk menuju tempat aktivasi:

- **Tuba Falopi & Fundus Uteri (Rahim atas):** Mengalir ke kelenjar getah bening **Paraaortic**.
- **Korpus Uteri (Badan rahim) & Serviks:** Mengalir ke kelenjar getah bening **External iliac** (dan internal iliac untuk serviks).
- **Vagina 2/3 bagian atas:** Mengalir ke **External iliac**.
- **Vagina 1/3 bagian bawah (dekat vulva):** Mengalir ke kelenjar getah bening **Superficial inguinal** (di area selangkangan).

Vulvovaginal Associated Lymphoid Tissue (VALT)

Draining lymph nodes

Fallopian tubes: Paraaortic

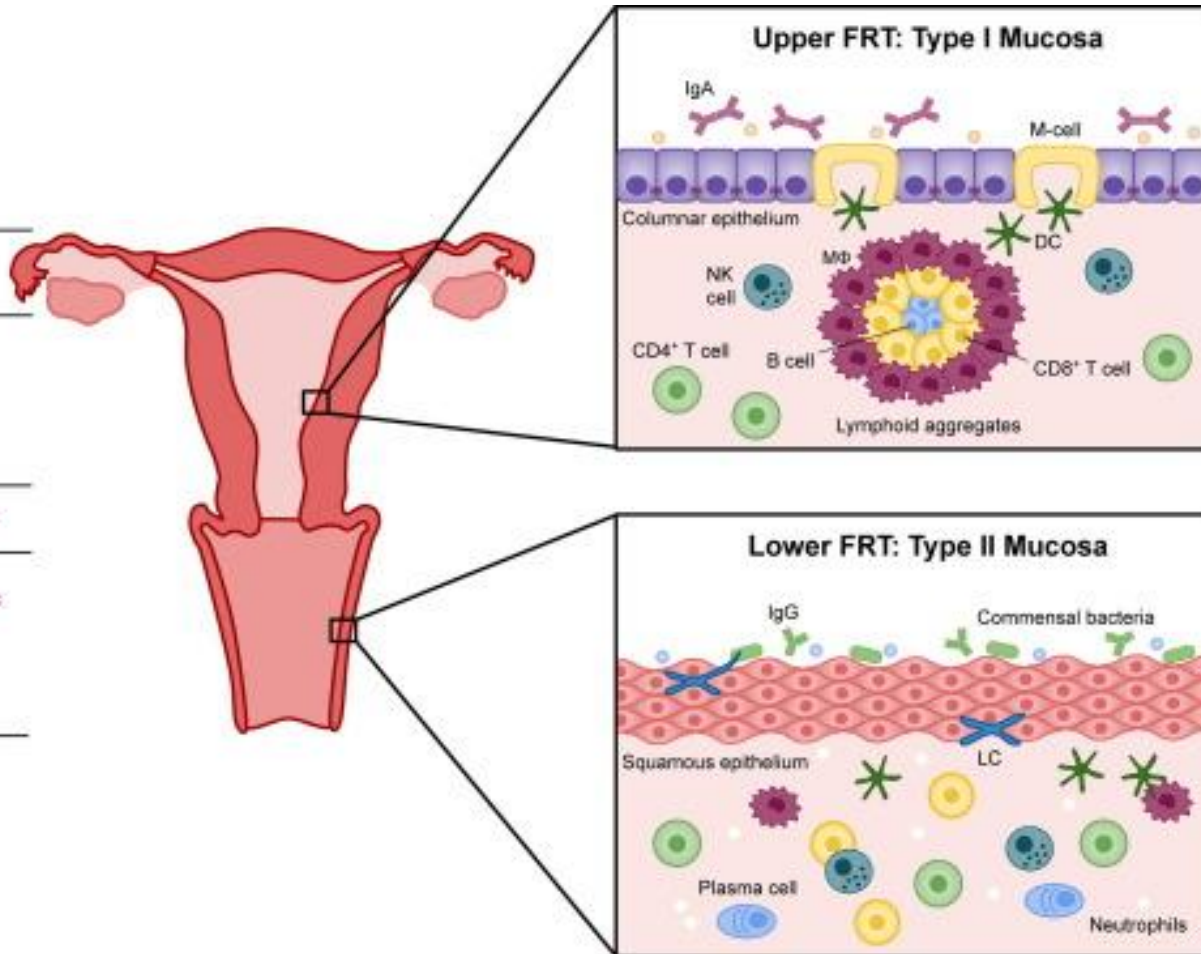
Uterine fundus: Paraaortic

Uterine body: External iliac

Cervix: External and internal iliac

Vagina (upper 2/3rd): External iliac

Vagina (lower 1/3rd): Superficial inguinal



Mukosa Tipe I

Area ini meliputi tuba falopi, uterus (rahim), dan endoserviks. Karakteristik imun dan strukturnya mirip dengan usus (GALT):

- **Columnar Epithelium:** Dilapisi oleh satu lapis sel epitel silindris (*columnar*). Lapisan ini tipis dan memiliki sambungan ketat (*tight junctions*).
- **Adanya M-cell & DC:** Memiliki **M-cell** untuk mentranspor antigen secara aktif dan **DC** (*Dendritic Cell*) yang bersiap di bawahnya.
- **Lymphoid Aggregates:** Di dalam lamina propria, sel-sel imun terorganisasi membentuk kluster teratur (*lymphoid aggregates*) yang berisi pusat **B cell**, dikelilingi oleh **CD4 T cell**, **CD8 T cell**, dan makrofag.
- **Dominasi IgA:** Antibodi utama yang disekresikan ke lumen di area rahim atas ini adalah **IgA** (seperti pada usus).

Vulvovaginal Associated Lymphoid Tissue (VALT)

Mukosa Tipe II - Wilayah VALT

Area ini meliputi ektoserviks dan vagina. Karakteristiknya disesuaikan untuk menahan gesekan fisik dan paparan lingkungan luar yang intens:

- **Squamous Epithelium:** Dilapisi oleh epitel skuamosa (pipih) berlapis-lapis. Struktur tebal ini berfungsi sebagai pelindung mekanis yang kuat.
- **Commensal Bacteria:** Di bagian lumen, terdapat komunitas bakteri baik (mikrobiota vagina seperti *Lactobacillus*) yang menjaga pH asam.
- **LC (*Langerhans Cells*):** Sel dendritik khusus bernama Sel Langerhans (berwarna biru) yang menyusup langsung di sela-sela lapisan epitel pipih untuk mendeteksi patogen secara cepat.
- **Tidak Ada Nodul Terorganisasi:** Di lapisan lamina propria bawah, sel imun seperti sel plasma, neutrofil, sel T, dan DC tersebar secara **difus (acak/tidak mengelompok)**, tidak membentuk *lymphoid aggregates* seperti di rahim atas.
- **Dominasi IgG:** Antibodi utama yang dominan di lumen vagina adalah **IgG**, bukan IgA.

Draining lymph nodes

Fallopian tubes: Paraaortic

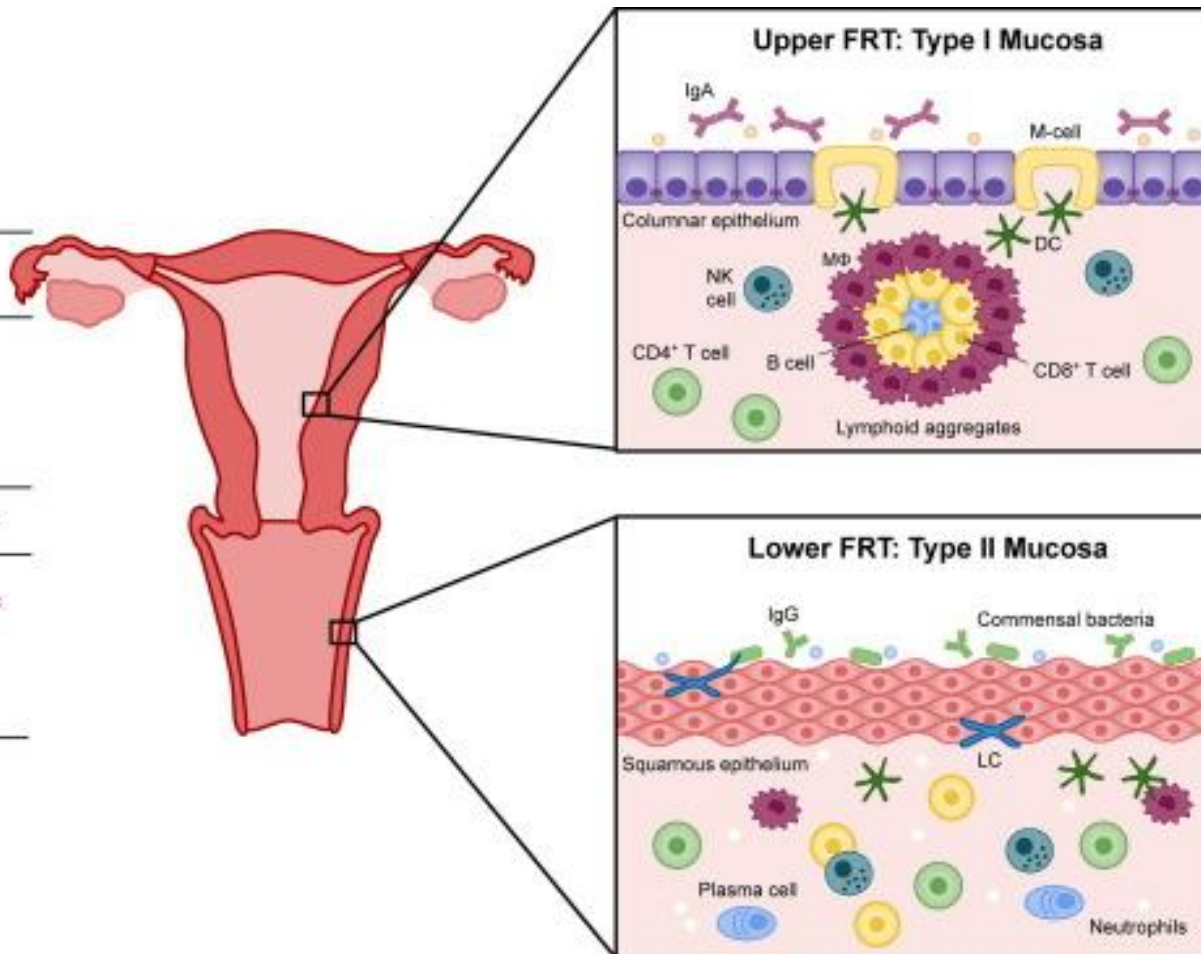
Uterine fundus: Paraaortic

Uterine body: External iliac

Cervix: External and internal iliac

Vagina (upper 2/3rd): External iliac

Vagina (lower 1/3rd): Superficial inguinal





TERIMA KASIH