

BUKU PANDUAN

MAHASISWA

BLOK 1.3.

BIOMEDIS II



Uhamka
FAKULTAS KEDOKTERAN

Tahun Ajaran 2022/2023

BLOK 1.3
BIOMEDIS 2
BUKU PANDUAN TUTOR
EDISI 3
ISBN No.

Hak Cipta @Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA

Dicetak di Jakarta

Cetakan pertama : September 2018

Dikompilasi oleh :

....

Diterbitkan oleh Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA

All right reserved

@ Faculty of Medicine Press

This publication is protected by Copyright law and permission should be obtained from publisher prior to any prohibited reproduction, storage in a retrieval sistem, or transmission in any form by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or likewise

Penyusun

Penasihat

Dr. dr. Wawang S Sukarya, Sp.OG, MARS, MH.Kes

Pengarah

dr. Bety Semara Lakhsmi, M.KM

dr. Endin Nokik Stujanna Ph.D

Dr.dr. Gea Pandita, M.Kes, Sp.S

Koordinator Blok

Muhamad Arif Budiman, S.Pd, M.Biomed

Reviewer/Editor

dr. Rizka Aries Putranti, M.MedEd

Muhammad Irfan Fikri, S.K.M

Tim Blok

dr. Dewi Jantika Djuarna Sp.PA

Dr. dra Erlin Listiyaningsih M.Kes

Sri Suciati Ningsih S.Si, M.Biomed

dr. Irena Ujianti, M.Biomed

dr. Hj. Martiem Mawie, MS

dr. Zahra Nurushofa, Sp.PA

dr. Siti Mona Amelia Lestari, M.Biomed

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarokatuh

Alhamdulillah, Puji dan syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT,serta salawat dan salam kepada Rasul tercinta Muhammad SAW, yang mana atas inayah-Nya dan berkah-Nya kami dapat menyelesaikan buku ini. Buku blok ini berisikan tujuan pembelajaran, skenario, dan daftar literatur.

Blok ini berjudul biomedik 2 dengan tema pembahasan adalah 'Genetika dan Biologi Molekuler' yang akan memberikan bekal bagi mahasiswa tentang ilmu dasar yang diperlukan sebagai landasan untuk menjadi seorang dokter. Blok ini merupakan blok kedua dalam semester 1 yang memperkenalkan mahasiswa dengan ilmu-ilmu biomedik kedokteran.

Kegiatan pembelajaran di blok ini akan berlangsung selama lima minggu. Minggu pertama mahasiswa akan membahas tentang anatomi, biologi sel, gametogenesis, fertilisasi, embriologi, fisiologi dan anatomi dalam sistem reproduksi. Minggu kedua mahasiswa akan membahas mengenai anatomi, biologi, histologi, dan fisiologi sistem saraf. Minggu ketiga mahasiswa akan belajar mengenai anatomi, histologi, biokimia dan fisiologi sistem endokrin. Minggu keempat mahasiswa akan belajar mengenai anatomi, histologi, dan fisiologi sistem indera. Adapun minggu terakhir akan dilakukan untuk kegiatan ujian.

Terimakasih sebesar-besarnya kami sampaikan kepada semua pihak yang terlibat dalam penyelesaian buku panduan ini. Kami menyadari buku ini masih banyak kekurangan, kami sangat mengharapkan masukan dan saran agar kedepannya lebih baik. Semoga buku blok ini dapat memberikan kemanfaatan yang sebesar-besarnya.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarokatuh

Jakarta, 14 November 2022

DAFTAR ISI

Penyusun	1
KATA PENGANTAR.....	1
DAFTAR ISI	2
I. PENDAHULUAN	3
A. DESKRIPSI BLOK.....	3
B. TUJUAN PEMBELAJARAN	4
C. BIDANG ILMU YANG TERKAIT	5
II. RENCANA PEMBELAJARAN	6
A. AREA KOMPETENSI DAN KOMPONEN KOMPETENSI.....	6
B. TINGKAT KOMPETENSI	8
C. RENCANA PEMBELAJARAN BLOK ...	Error! Bookmark not defined.
III. KEGIATAN PEMBELAJARAN.....	22
A. METODE PEMBELAJARAN.....	22
B. EVALUASI PEMBELAJARAN.....	23
C. STANDAR PENILAIAN BLOK	25
IV. RENCANA KEGIATAN MINGGUAN.....	26
A. TEMA MINGGUAN	26
B. PETA KONSEP.....	28
C. MODUL TUTORIAL	29
D. SKENARIO	Error! Bookmark not defined.
E. PENILAIAN TUTORIAL	110
F. JADWAL	113
Referensi	Error! Bookmark not defined.

I. PENDAHULUAN

A. DESKRIPSI BLOK

1. Kode Blok : Blok 1.3.
2. Nama Blok : Biomedik II : Genetika dan Biomolekuler
3. SKS : 4 SKS
4. Durasi : 5 Minggu
5. Jadwal Pelaksanaan : Semester I

6. *Student's Entry Behaviour* :

Mahasiswa yang telah menjalani Blok Ketrampilan Belajar dan Berpikir Kritis dan Biomedik I : Sel, Jaringan, dan Organ.

7. Deskripsi Singkat :

Blok biomedik II adalah blok ketiga pada tahun pertama dengan tema bahasan utama adalah 'genetika dan biomolekuler' yang akan berlangsung selama lima minggu. Dalam blok ini mahasiswa akan mempelajari tentang hubungan gen-gen dan regulasinya dalam membentuk karakter organisme (terutama ditinjau dari sistem organ). Ilmu biomedis dasar pada blok ini adalah Biologi, Anatomi, Histologi, Fisiologi dan Biokimia yang berkaitan dengan sistem reproduksi, sistem saraf, sistem hormon, dan sistem indera pada tubuh manusia. Diharapkan, pembelajaran blok ini akan menjadi ilmu dasar bagi mahasiswa agar kedepannya dapat lebih mudah memahami proses terjadinya penyakit.

Metode pengajaran berupa kuliah, diskusi kelompok kecil (tutorial), di mana mahasiswa akan dihadapkan dengan sebuah masalah yang berkaitan dengan topik utama mingguan dan mahasiswa diharapkan dapat berdiskusi dan belajar mandiri ataupun meminta pendapat pakar. Selain tutorial, mahasiswa juga akan diberikan materi berupa kuliah pakar dan praktikum untuk menambah pemahaman mahasiswa.

8. Hubungan Dengan Blok Lain:

Blok Biomedik II ini adalah dasar dari ilmu biomedis dan sangat berkaitan erat dengan blok lainnya. Blok ini merupakan bagian kedua dari pembelajaran biomedis blok I dan akan dilanjutkan di blok Biomedik III.

Dengan memiliki dasar ilmu biomedis yang kuat, mahasiswa diharapkan mampu memahami kondisi tubuh normal manusia sebelum mempelajari proses terjadinya penyakit, sehingga akan mempermudah mahasiswa dalam mempelajari suatu penyakit dan menentukan langkah selanjutnya untuk menghilangkan penyakit tersebut.

Di blok ini mahasiswa juga sudah mulai diperkenalkan tentang genetika dan biologi sel. Blok ini sangat berkaitan erat dengan blok 1.2 (Biomedis I), blok 1.4 (Biomedis III), blok 2.1 (metabolisme endokrin), blok 4.1 (neuropsikiatri), blok 4.2 (sistem indera) dan blok 5.3 (kesehatan reproduksi). Dengan pengetahuan dasar yang kuat tersebut diharapkan akan mempermudah mahasiswa untuk mengikuti perkuliahan di blok-blok selanjutnya.

B. TUJUAN PEMBELAJARAN

Tujuan:

Pengetahuan:

1. Menjelaskan konsep-konsep biomolekular (DNA, RNA, Protein)
2. Menjelaskan dan mengaplikasikan ilmu genetika
3. Memahami dan menganalisis konsep-konsep biomolekular dan genetika dari sistem organ yang terdiri atas:
 - a) sistem reproduksi.
 - b) sistem saraf.
 - c) sistem endokrin.
 - d) sistem indera.
4. Memahami konsep anatomi, embriologi, histologi, fisiologi dari sistem organ yang terdiri atas :
 - a) sistem saraf
 - b) sistem endokrin
 - c) sistem reproduksi
 - d) sistem indera

Keterampilan Umum:

1. Mahasiswa mampu mengaplikasikan prinsip pembelajaran orang dewasa (*adult learning*), yang terdiri dari:
 - Belajar mandiri
 - Berpikir kritis
 - Umpan balik konstruktif
 - Refleksi diri
2. Mahasiswa mampu mengaplikasikan *Problem Based Learning* (PBL)
3. Mahasiswa mampu melakukan *coping* positif dalam menghadapi kesulitan belajar
4. Mahasiswa mampu bekerja bersama dalam tim (*teamwork*)

Sikap:

1. Mengetahui ayat-ayat AlQuran & Hadits tentang ma'rifatullah, sistem reproduksi, saraf dan indera
2. Membiasakan diri melakukan tindakan dan pengambilan keputusan berdasarkan ilmu.
3. Selalu bersemangat dan meluruskan niat dalam menuntut ilmu kedokteran dan kaitannya dengan keesaan Allah
4. Membiasakan diri untuk tabayun dan tidak menyebarkan berita yang tidak diketahui kebenarannya.
5. Membiasakan diri melakukan konfirmasi dan berusaha selalu mencari kebenaran sebuah informasi atau berita dan tidak menyebarkan berita yang tidak diketahui kebenarannya.

C. BIDANG ILMU YANG TERKAIT

- Anatomi
- Biologi Molekuler
- Histologi
- Fisiologi
- Biokimia
- Al-Islam dan Kemuhammadiyah

II. RENCANA PEMBELAJARAN

A. AREA KOMPETENSI DAN KOMPONEN KOMPETENSI

Standar Kompetensi Dokter Indonesia (SKDI)

5. Landasan Ilmiah Ilmu Kedokteran

5.1. Kompetensi Inti

Mampu menyelesaikan masalah kesehatan berdasarkan landasan ilmiah ilmu kedokteran dan kesehatan yang mutakhir untuk mendapat hasil yang optimum

5.2. Lulusan Dokter Mampu

- Menerapkan ilmu Biomedik, ilmu Humaniora, ilmu Kedokteran Klinik, dan ilmu Kesehatan Masyarakat/ Kedokteran Pencegahan/ Kedokteran Komunitas yang terkini untuk mengelola masalah kesehatan secara holistik dan komprehensif.
- Menerapkan prinsip-prinsip ilmu Biomedik, ilmu Humaniora, ilmu Kedokteran Klinik, dan ilmu Kesehatan Masyarakat/ Kedokteran.

14. Pencegahan/ Kedokteran Komunitas yang berhubungan dengan promosi kesehatan individu, keluarga dan masyarakat

- Menerapkan prinsip-prinsip ilmu Biomedik, ilmu Humaniora, ilmu Kedokteran Klinik, dan ilmu Kesehatan Masyarakat/ Kedokteran Pencegahan/ Kedokteran Komunitas yang berhubungan dengan prevensi masalah kesehatan individu, keluarga dan masyarakat.
- Menerapkan prinsip-prinsip ilmu Biomedik, ilmu Humaniora, ilmu Kedokteran Klinik, dan ilmu Kesehatan Masyarakat/ Kedokteran Pencegahan/ Kedokteran Komunitas untuk menentukan prioritas masalah kesehatan pada individu, keluarga dan masyarakat.
- Menerapkan prinsip-prinsip ilmu Biomedik, ilmu Humaniora, ilmu Kedokteran Klinik, dan ilmu Kesehatan Masyarakat/ Kedokteran Pencegahan/ Kedokteran Komunitas yang berhubungan dengan terjadinya masalah kesehatan individu, keluarga dan masyarakat.

- Menganalisis masalah kesehatan melalui pemahaman mekanisme normal dan perubahan-perubahan yang terjadi di tingkat molekular maupun selular.

Daftar Pokok Bahasan SKDI

Area Kompetensi 2: Mawas Diri dan Pengembangan Diri

2.1. Prinsip pembelajaran orang dewasa (*adult learning*)

- a. Belajar mandiri
- b. Berpikir kritis
- c. Umpan balik konstruktif
- d. Refleksi diri

2.2. Dasar-dasar keterampilan belajar

- a. Pengenalan gaya belajar (*learning style*)
- b. Pencarian literatur (*literature searching*)
- c. Penelusuran sumber belajar secara kritis
- d. Mendengar aktif (*active listening*)
- e. Membaca efektif (*effective reading*)
- f. Konsentrasi dan memori (*concentration & memory*)
- g. Manajemen waktu (*time management*)
- h. Membuat catatan kuliah (*note taking*)
- i. Persiapan ujian (*test preparation*)

2.3. *Problem based learning*

2.4. *Problem solving*

Area Kompetensi 5: Landasan Ilmiah Ilmu Kedokteran

5.1. Struktur dan fungsi

- a. Struktur dan fungsi pada level molekuler, seluler, jaringan dan organ
- b. Prinsip homeostasis
- c. Koordinasi regulasi fungsi antar organ/ sistem:
 - Reproduksi
 - Endokrin
 - Saraf pusat-perifer & indera

- 5.1. Penyebab penyakit
 - a. Herediter
- 5.2. Mekanisme penyakit
 - a. Aspek pencegahan
 - b. Kelainan genetik

B. TINGKAT KOMPETENSI

Tingkat pengetahuan yang diharapkan dicapai pada akhir blok:

C.1. Mengingat (*Remember*)

Mengingat merupakan usaha mendapatkan kembali pengetahuan dari memori atau ingatan yang telah lampau, baik yang baru saja didapatkan maupun yang sudah lama didapatkan. Mengingat merupakan dimensi yang berperan penting dalam proses pembelajaran yang bermakna (*meaningful learning*) dan pemecahan masalah (*problem solving*). Kemampuan ini dimanfaatkan untuk menyelesaikan berbagai permasalahan yang jauh lebih kompleks. Mengingat meliputi mengenali (*recognition*) dan memanggil kembali (*recalling*).

C.2. Memahami (*Understand*)

Memahami/mengerti berkaitan dengan membangun sebuah pengertian dari berbagai sumber seperti pesan, bacaan dan komunikasi. Memahami/mengerti berkaitan dengan aktivitas mengklasifikasikan (*classification*) dan membandingkan (*comparing*).

C.3. Mengaplikasikan/menerapkan (*Apply*)

Menerapkan menunjuk pada proses kognitif memanfaatkan atau mempergunakan suatu prosedur untuk melakukan percobaan dan menyelesaikan permasalahan. Menerapkan berkaitan dengan dimensi pengetahuan prosedural (*procedural knowledge*). Menerapkan meliputi kegiatan menjalankan prosedur (*executing*) dan mengimplementasikan (*implementing*).

C.4. Menganalisis (*Analyze*)

Menganalisis merupakan memecahkan suatu permasalahan dengan memisahkan tiap-tiap bagian dari permasalahan dan mencari keterkaitan dari tiap-tiap bagian tersebut dan mencari tahu bagaimana keterkaitan tersebut dapat menimbulkan permasalahan. Kemampuan menganalisis merupakan jenis kemampuan yang banyak dituntut dari kegiatan pembelajaran. Kegiatan pembelajaran sebagian besar mengarahkan seseorang untuk mampu membedakan fakta dan pendapat, serta menghasilkan kesimpulan dari suatu informasi pendukung. Menganalisis berkaitan dengan proses kognitif memberi atribut (*attributing*) dan mengorganisasikan (*organizing*).

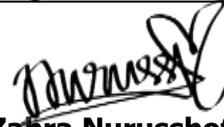
C.5. Evaluasi (*Evaluate*)

Evaluasi berkaitan dengan proses kognitif memberikan penilaian berdasarkan kriteria dan standar, baik yang sudah ada maupun yang dibuat sendiri. Standar ini dapat berupa kuantitatif maupun kualitatif. Evaluasi meliputi mengecek (*checking*) dan mengkritisi (*critiquing*)

C.6. Membuat (*Create*)

Menciptakan mengarah pada proses kognitif meletakkan unsur-unsur secara bersama-sama untuk membentuk kesatuan yang koheren dan mengarahkan seseorang untuk menghasilkan suatu produk baru dengan mengorganisasikan beberapa unsur menjadi bentuk atau pola yang berbeda dari sebelumnya. Meskipun menciptakan mengarah pada proses berpikir kreatif, namun tidak secara total berpengaruh pada kemampuan untuk menciptakan. Perbedaan menciptakan ini dengan dimensi berpikir kognitif lainnya adalah pada dimensi yang lain seperti mengerti, menerapkan, dan menganalisis seseorang bekerja dengan informasi yang sudah dikenal sebelumnya, sedangkan pada menciptakan akan menghasilkan sesuatu yang baru.

C. RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER

LOGO FAKULTAS	UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA FAKULTAS KEDOKTERAN PROGRAM STUDI SARJANA KEDOKTERAN					Kode Dokumen
RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER						
MATA KULIAH (MK)	KODE	Rumpun MK	BOBOT (sks)		SEMESTER	Tgl Penyusunan
BLOK GENETIKA DAN BIOLOGI MOLEKULER	1.3	Kedokteran	T= 3 sks	P= 1 sks	1	12 Agustus 2022
OTORISASI	Pengembang RPS		Koordinator RMK		Ketua Program Studi	
	Muhamad Arif Budiman		Muhamad Arif Budiman		 dr. Zahra Nurushofa, SpPA	
Capaian Pembelajaran (CP)	CPL-PRODI yang dibebankan pada MK					
	CPL1	Sikap Bersikap disiplin dalam menjalankan praktik kedokteran dan bermasyarakat. Menerapkan mawas diri.				
	CPL2	Pengetahuan Menerapkan prinsip-prinsip ilmu Biomedik, ilmu Humaniora, ilmu Kedokteran Klinik, dan ilmu Kesehatan Masyarakat/Kedokteran Pencegahan/Kedokteran Komunitas yang berhubungan dengan terjadinya masalah kesehatan individu, keluarga, dan masyarakat Menggunakan alasan ilmiah dalam menentukan penatalaksanaan masalah kesehatan berdasarkan etiologi, pathogenesis, dan patofisiologi. Menginterpretasi data klinis dan merumuskannya menjadi diagnosis.				

CPL3	<p>Keterampilan</p> <p>Menerima dan merespons positif umpan balik dari pihak lain untuk pengembangan diri</p> <p>Berkomunikasi dengan menggunakan bahasa yang santun dan dapat dimengerti.</p> <p>Memfaatkan teknologi informasi komunikasi dan informasi kesehatan untuk meningkatkan mutu pelayanan kesehatan.</p> <p>Memfaatkan keterampilan pengelolaan informasi kesehatan untuk dapat belajar sepanjang hayat.</p>
Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)	
CPMK1	CPMK merupakan turunan/uraian spesifik dari CPL-PRODI yg berkaitan dengan mata kuliah ini
CPMK2	Bersikap disiplin dalam menjalankan pembelajaran ilmu kedokteran dasar.
CPMK3	Menerapkan mawas diri dalam belajar sepanjang hayat.
CPMK4	Mampu memberikan umpan balik dan merespon positif umpan balik.
CPMK5	Berkomunikasi dengan menggunakan bahasa yang santun dan dapat dimengerti.
CPMK6	Memberikan informasi yang sebenarnya dan relevan kepada media massa dengan mempertimbangkan etik profesi.
CPMK7	Mengakses teknologi informasi dari sumber yang terpercaya untuk mendapatkan informasi ilmiah yang berkaitan dengan kesehatan.
CPMK8	Mengaplikasikan faktor penurunan sifat atau materi hereditas menurut ilmu Biomedik, Ilmu paraklinik, ilmu humaniora, dan ilmu Kesehatan Masyarakat/Kedokteran. Pencegahan/Kedokteran Komunitas yang berhubungan dengan sistem reproduksi, sistem saraf, sistem endokrin, dan sistem indera.
CPMK9	Menganalisis patomekanisme kondisi patologis berdasarkan ilmu Biomedik, ilmu Kedokteran Paraklinik, dan ilmu Kesehatan Masyarakat/Kedokteran Pencegahan/Kedokteran Komunitas yang berhubungan dengan sistem reproduksi, sistem saraf, sistem endokrin, dan sistem indera.
CPMK10	Menjelaskan tahapan alasan ilmiah/ <i>clinical reasoning</i> dalam simulasi kasus sederhana yang berhubungan dengan penurunan sifat atau materi hereditas sistem reproduksi, sistem saraf, sistem endokrin, dan sistem indera serta koordinasi regulasi fungsi antar organ/ sistem.

	Kemampuan akhir tiap tahapan belajar (Sub-CPMK)	
	Sub-CPMK1	Mahasiswa mampu menjelaskan konsep mengenai anatomi sistem reproduksi
	Sub-CPMK2	Mahasiswa mampu memahami fisiologi sistem reproduksi pria dan wanita
	Sub-CPMK3	Mahasiswa mampu memahami histologi sistem reproduksi dan sistem endokrin
	Sub-CPMK4	Mahasiswa mampu memahami materi genetik, mutasi, dan ekspresi gen
	Sub-CPMK5	Mahasiswa mampu memahami kelainan genetik dan pola pewarisan
	Sub-CPMK6	Mahasiswa mampu memahami siklus sel dan pembelahan sel
	Sub-CPMK7	Mahasiswa mampu memahami fertilisasi, gametogenesis, dan embriologi
	Sub-CPMK8	Mahasiswa mampu memahami anatomi sistem saraf
	Sub-CPMK9	Mahasiswa mampu memahami histologi sistem saraf dan indera
	Sub-CPMK10	Mahasiswa mampu memahami fisiologi sistem saraf
	Sub-CPMK11	Mahasiswa mampu memahami tentang transduksi sinyal
	Sub-CPMK12	Mahasiswa mampu memahami anatomi sistem endokrin
	Sub-CPMK13	Mahasiswa mampu memahami biokimia hormon
	Sub-CPMK14	Mahasiswa mampu memahami fisiologi sistem endokrin
	Sub-CPMK15	Mahasiswa mampu memahami anatomi sistem indera
	Sub-CPMK16	Mahasiswa mampu memahami fisiologi sistem indera penglihatan dan pendengaran
	Sub-CPMK17	Mahasiswa mampu memahami fisiologi peraba penghidu dan pengecap
Deskripsi Singkat MK	Blok biomedik II adalah blok ketiga pada tahun pertama dengan tema bahasan utama adalah 'genetika dan biomolekuler' yang akan berlangsung selama lima minggu. Dalam blok ini mahasiswa akan mempelajari tentang hubungan gen-gen dan regulasinya dalam membentuk karakter organisme (terutama ditinjau dari sistem organ). Ilmu biomedis dasar pada blok ini adalah Biologi, Anatomi, Histologi, Fisiologi dan Biokimia yang berkaitan dengan sistem reproduksi, sistem saraf, sistem hormon, dan sistem indera pada tubuh manusia. Diharapkan, pembelajaran blok ini akan menjadi ilmu dasar bagi mahasiswa agar kedepannya	
Bahan Kajian/ Materi Pembelajaran	Mahasiswa akan mempelajari mengenai gambaran anatomi, fisiologi, histologi, dan biologi-biokimia dari empat sistem yaitu sistem reproduksi, sistem saraf, sistem endokrin, dan sistem indera yang berkaitan dengan genetika sesuai dengan standar kompetensi dokter indonesia	

Pustaka	<p data-bbox="497 236 2096 268">Utama:</p> <p data-bbox="497 272 2096 355">Lieberman and Marks. 2012. <i>Mark's basic medical biochemistry: A clinical approach</i>. 4th ed. Baltimore, USA : Lippincott Williams & Wilkins.</p> <p data-bbox="497 376 2096 464">Chatterjea MN, Shinde R. 2012. <i>Textbook of medical biochemistry</i>. 8th ed. New. Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd</p> <p data-bbox="497 485 2096 568">Paulsen F. & J. Waschke. 2018. <i>Sabotta Atlas of Anatomy General Anatomy & Musculoskeletal Systems</i> 16th edition. Elsevier.</p> <p data-bbox="497 588 2096 624">Mescher, L. A. 2009. <i>Junqueira's Basic Histology Text and Atlas</i>. English: McGrawHill Medical</p> <p data-bbox="497 644 2096 679">Alberts, Bruce, et al. 2014. <i>Molecular Biology of the Cell 6th edition</i>. New York: W. W. Norton & Company,</p> <p data-bbox="497 700 2096 735">Sherwood L. 2016. <i>Human physiology : from cells to sistems 9th edition</i>. Boston, MA, USA : Cengage</p> <p data-bbox="497 756 2096 791">Hall J.E. 2016. <i>Guyton and Hall textbook of medical physiology 13th edition</i>. Philadelphia</p> <p data-bbox="497 812 2096 847">Steven Goodman. <i>Medical cell biology 3th ed</i> . Chapter 5. p 174</p> <p data-bbox="497 868 2096 951">Eroschenko, Victor P. 2008. <i>diFiore's Atlas Of Histology With Functional Correlations</i> Eleventh Edition. Lippincott Williams and Wilkins. Philadelphia</p> <p data-bbox="497 971 2096 1054">Lieberman M and Ricer R. <i>Biochemistry, molecular biology, and genetics</i>. 6th ed. 2014. Philadelphia. Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business</p> <p data-bbox="497 1075 2096 1158">Color Atlas of Anatomy a Photographic Study of the Human Body, 7th edition, Johannes W. Rohnn, Chihiro Yokochi; Wolters Kluwer, 2011</p> <p data-bbox="497 1179 2096 1214">Lucia Maria Santoso, dan Didi Jaya Santri, 2015. <i>Biologi Molekuler Sel</i>. Penerbit Salemba Empat.</p> <p data-bbox="497 1235 2096 1270">Hebert Adrianto, 2017. <i>Biologi Sel dan Molekuler</i>. Penerbit buku DePublish</p> <p data-bbox="497 1291 2096 1326">Coady, D., 2010. <i>Molecular Biology</i>, Elsevier Academic Press.</p>
----------------	--

		Pendukung:						
		Rodrigues, V. O., Polisseni, F., Pannain, G. D., & Carvalho, M. (2020). Genetics in human reproduction. <i>JBRA assisted reproduction</i> , 24(4), 480–491.						
		Matho, K.S., Huilgol, D., Galbavy, W. <i>et al.</i> (2021). Genetic dissection of the glutamatergic neuron system in cerebral cortex. <i>Nature</i> , 598, 182–187.						
		De Sousa, S. M., Hardy, T. S., Scott, H. S., & Torpy, D. J. (2018). Genetic Testing in Endocrinology. <i>The Clinical biochemist. Reviews</i> , 39(1), 17–28.						
		Ritika Giri, Dimitrios K Papadopoulos, Diana M Posadas, Hemanth K Potluri, Pavel Tomancak, Madhav Mani, Richard W Carthew. (2020). Ordered patterning of the sensory system is susceptible to stochastic features of gene expression. <i>eLife</i> 9:e53638.						
Dosen Pengampu		Dr. Dra. Erlin Listyaningsih, M.Kes dr. Agus Rahmadi, M.A, M.Biomed dr. Dewi Jantika Djuarna, Sp.PA dr. Irena Ujianti, M.Biomed dr. Martiem Mawi, M.S Muhamad Arif Budiman, S.Pd, M.Biomed dr. Siti Mona Amelia, M.Biomed Sri Suciati Ningsih, S.Si, M.Biomed dr. Wawan Budi Susilo, Sp.KO dr. Zahra Nurushofa, Sp.PA dr. Ayu Andira Sukma						
Matakuliah syarat		Sudah mengikuti blok biomed 1.2						
Mg Ke-	Kemampuan akhir tiap tahapan belajar (Sub-CPMK)	Integrasi Keilmuan dengan nilai AIK dan keilmuan lainnya	Penilaian		Bentuk Pembelajaran, Metode Pembelajaran, Penugasan Mahasiswa, [Estimasi Waktu]		Materi Pembelajaran [Pustaka]	Bobot Penilaian (%)
			Indikator	Kriteria & Bentuk	Pembelajaran Luring (<i>offline</i>)	Pembelajaran Daring (<i>online</i>)		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1	Mahasiswa		Mahasiswa	MCQ	BM 2x60	TM 2x50		MCQ= 5

	mampu menjelaskan konsep mengenai Anatomi Sistem Reproduksi		mampu menjawab pertanyaan menjelaskan konsep mengenai sistem genitalia dan sintopinya dengan organ sekitar, serta membedakan sintopi maskulina dan feminina	OSPE	TT 2x60 Praktikum 1x170 Tutorial		Paulsen, Friedrich Waschke, Jens. Sobotta Atlas Anatomi edisi 24 Elsevier	soal Ujian Topik=5 OSPE=4 SOCA
2	Mahasiswa mampu memahami Fisiologi Sistem Reproduksi Pria dan Wanita	Q.S. Al-Insan 2	Mampu menjawab pertanyaan mengenai tanda-tanda pubertas, mekanisme kerja dan pengaturan hormone reproduksi (GnRH, FSH dan LH, esterogen) dan progesterone), serta Pubertal growth spurt, Sexual maturity rating (SMR) reproduksi pria dan Wanita	MCQ	BM 3x60 TT 3x60 Tutorial	TM 3x50	<ul style="list-style-type: none"> • Guyton and Hall. Text Book of Medical Physiology 13th Edition. Elsevier. 2016 • Barrett, K. E., Barman, S. M., Boitano, S., & Brooks, H. (2015). Ganong's Review of Medical Physiology 25th Edition. New York: McGraw-Hill Medical Publishing Division 	MCQ= 5 soal Ujian Topik=5 SOCA
3	Mahasiswa		Mampu	MCQ	BM 2x60	TM 2x50	Mescher, A. L. (2013).	MCQ= 5

	mampu memahami Histologi Sistem Reproduksi dan Sistem Endokrin		menjawab pertanyaan mengenai histologi sistem reproduksi pria dan Wanita, serta kelenjar-kelenjar dalam tubuh (hipofisis kelenjar adrenal, tiroid, paratiroid, pineal, pulau-pulau Langerhans), dan sistem neuroendokrin difusi	OSPE	TT 2x60 Praktikum 1x170 Tutorial		Junqueira's basic histology: Text and atlas. New York: McGraw-Hill Medical.	soal Ujian Topik=5 OSPE=8 SOCA
4	Mampu mampu memahami Materi Genetik, mutasi, dan ekspresi gen		Mampu menjawab pertanyaan mengenai perbedaan gen, DNA, RNA, dan kromosom, serta mutasi DNA, DNA repair, dan biosintesis protein	MCQ OSPE	BM 3x60 TT 3x60 Praktikum 1x170 Tutorial	TM 3x50	Alberts, Bruce, et <i>al.</i> Molecular Biology of the Cell 6 th edition. New York: W. W. Norton & Company, 2014.	MCQ= 5 soal Ujian Topik=5 OSPE= 6 SOCA
5	Mahasiswa mampu memahami Kelainan genetik dan pola pewarisan	Q.S. Al Mursalat 20-23	Mampu menjawab pertanyaan mengenai konsep anomali kongenital, tipe persilangan,	MCQ	BM 2x60 TT 2x60 Tutorial	TM 2x50	Coady, D. (2010). <i>Molecular Biology</i> . Elsevier Academic Press Santoso LM, Santri DJ. (2015). <i>Biologi Molekuler Sel</i> . Jakarta: Penerbit Salemba	MCQ= 5 soal Ujian Topik=5 SOCA

			epigenetik, poligenetik diseases, pola penurunan sifat secara autosom dan genosom; dominan dan resesif; contoh penyakit buta warna dan albino				Empat.	
6	Mahasiswa mampu memahami siklus sel dan pembelahan sel		Mampu menjawab pertanyaan mengenai siklus sel, replikasi DNA, pembelahan mitosis dan meiosis	MCQ	BM 2x60 TT 2x60	TM 2x50	Alberts, Bruce, et <i>al.</i> Molecular Biology of the Cell 6 th edition. New York: W. W. Norton & Company, 2014. Coady, D. (2010). <i>Molecular Biology</i> . Elsevier Academic Press	MCQ= 5 soal Ujian Topik=5 SOCA
7	Mahasiswa mampu memahami fertilisasi, gametogenesis, dan embriologi	(Q.S. Al-Mukminun: 13-14)	Mampu menjawab pertanyaan mengenai Spermatogenesis, Oogenesis, gametogenesis, dan embriologi	MCQ	BM 2x60 TT 2x60	TM 2x50	Alberts, Bruce, et <i>al.</i> Molecular Biology of the Cell 6 th edition. New York: W. W. Norton & Company, 2014. Coady, D. (2010). <i>Molecular Biology</i> . Elsevier Academic Press	MCQ= 5 soal Ujian Topik=5 SOCA
8	Mahasiswa mampu memahami anatomi sistem saraf		Mampu menjawab pertanyaan mengenai Neuroanatomi dasar (MN)	MCQ OSPE	BM 2x60 TT 2x60 Praktikum	TM 2x50	Paulsen F, Waschke J. (2018). <i>Sobotta Atlas of Human Anatomy, 16th ed.</i> Elsevier. Paulsen F, Waschke J. (2018). <i>Sobotta Atlas of</i>	MCQ= 5 soal Ujian Topik=5 OSPE=4

			Pembagian susunan saraf pusat dan tepi		1x170 Tutorial		<i>Human Anatomy, 16th ed.</i> Elsevier.	SOCA
9	Mahasiswa mampu memahami histologi sistem saraf dan indera	Al Jathiyah (45) ayat 23 Al A'raf (7) ayat 179	Mampu menjawab pertanyaan mengenai histologi sistem saraf dan indera penglihatan, pendengaran, penghidu, pengecap, dan peraba.	MCQ OSPE	BM 2x60 TT 2x60 Praktikum 1x170 Tutorial	TM 2x50	Mescher, A. L. (2013). <i>Junqueira's basic histology: Text and atlas</i> . New York: McGraw-Hill Medical.	MCQ= 5 soal Ujian Topik=5 OSPE=8 SOCA
10	Mahasiswa mampu memahami fisiologi sistem saraf	Hud (11) ayat 56 Ar Rahman (55) ayat 41 Al Anfal (8) ayat 22	Mahasiswa mampu menjawab pertanyaan mengenai Organisasi sistem saraf, Impuls saraf, Sel saraf, jenis dan peranan neurotransmitter Kelainan genetik pada penyakit alzheimer dan epilepsi	MCQ OSPE	BM 2x60 TT 2x60 Praktikum 1x170 Tutorial	TM 2x50	Guyton and Hall. <i>Text Book of Medical Physiology 13th Edition</i> . Elsevier. 2016 Barrett, K. E., Barman, S. M., Boitano, S., & Brooks, H. (2015). <i>Ganong's Review of Medical Physiology 25th Edition</i> . New York: McGraw-Hill Medical Publishing Division	MCQ= 5 soal Ujian Topik=5 OSPE= 6 SOCA
11	Mahasiswa mampu memahami tentang transduksi sinyal		Mahasiswa mampu menjawab pertanyaan mengenai	MCQ	BM 3x60 TT 3x60	TM 3x50	Guyton and Hall. <i>Text Book of Medical Physiology 13th Edition</i> . Elsevier. 2016 Barrett, K. E., Barman, S. M.,	MCQ= 5 soal Ujian Topik=5

			komunikasi sel, transduksi sinyal melalui permukaan sel dan reseptor intraseluler.		Tutorial		Boitano, S., & Brooks, H. (2015). Ganong's Review of Medical Physiology 25th Edition. New York: McGraw-Hill Medical Publishing Division	SOCA
12	Mahasiswa mampu memahami anatomi sistem endokrin	Al Mu'minun (23) ayat 12 – 14	Mahasiswa mampu menjawab pertanyaan mengenai pembagian dan peranan otot di regio facei, colli, dan truncus dalam menentukan mimik dan gestur tubuh	MCQ OSPE	BM 2x60 TT 2x60 Tutorial	TM 2x50	Gray's Basic Anatomy, Richard Drake; 2th edition; Elsevier, 2018	MCQ= 5 soal Ujian Topik=5 SOCA
13	Mahasiswa mampu memahami biokimia hormon	Al Furqan (25) ayat 2	Mahasiswa mampu menjawab pertanyaan mengenai menjelaskan jenis-jenis dan sintesis hormone, serta mekanisme kerja hormone	MCQ	BM 2x60 TT 2x60 Tutorial	TM 2x50	John W Baynes, Marek H Dominiczak. Medical Biochemistry, 5 th edition	MCQ= 5 soal Ujian Topik=5 SOCA
14	Mahasiswa mampu memahami fisiologi sistem endokrin	Al Isra' (17) ayat 79 Al A'raf (7)	Mahasiswa mampu menjawab pertanyaan mengenai	MCQ	BM 3x60 TT 3x60	TM 3x50	Guyton and Hall. Text Book of Medical Physiology 13th Edition. Elsevier. 2016.	MCQ= 5 soal Ujian Topik=5

		ayat 31	endokrinologi, Fungsi dan regulasi hormon		Tutorial			SOCA
15	Mahasiswa mampu memahami anatomi sistem indera	An Nahl (16) ayat 78	Mahasiswa mampu menjawab pertanyaan mengenai topografi nervi craniales	MCQ OSPE	BM 2x60 TT 2x60 Praktikum 1x170 Tutorial	TM 2x50	Gray's Basic Anatomy, Richard Drake; 2th edition; Elsevier, 2018	MCQ= 5 soal Ujian Topik=5 OSPE=4 SOCA
16	Mahasiswa mampu memahami fisiologi sistem indera penglihatan dan pendengaran	Al Baqarah (2) ayat 20	Mahasiswa mampu menjawab pertanyaan mengenai fisiologi sistem indera penglihatan dan pendengaran, serta keseimbangan, dan special sense secara umum	MCQ OSPE	BM 2x60 TT 2x60 Praktikum 1x170 Tutorial	TM 2x50	Guyton and Hall. Text Book of Medical Physiology 13th Edition. Elsevier. 2016	MCQ= 5 soal Ujian Topik=5 OSPE=3 SOCA
17	Mahasiswa mampu memahami fisiologi peraba penghidu dan pengecap	Fussilat (41) ayat 22	Mahasiswa mampu menjawab pertanyaan mengenai fisiologi peraba penghidu dan pengecap	MCQ OSPE	BM 2x60 TT 2x60 Praktikum 1x170	TM 2x50	Guyton and Hall. Text Book of Medical Physiology 13th Edition. Elsevier. 2016	MCQ= 5 soal Ujian Topik=5 OSPE=3

					Tutorial			SOCA
--	--	--	--	--	-----------------	--	--	-------------

III. KEGIATAN PEMBELAJARAN

A. METODE PEMBELAJARAN

1. Tutorial *Problem Based Learning* (PBL)

Mahasiswa dibagi menjadi kelompok-kelompok kecil (7-10 mahasiswa), dan didampingi oleh seorang tutor/fasilitator. Pada saat kegiatan tutorial pertemuan pertama, mahasiswa harus mengidentifikasi tujuan pembelajaran dari setiap masalah yang ada pada skenario yang diberikan pada saat itu. Pada pertemuan kedua tutorial, mahasiswa mendiskusikan hasil belajar mandiri dan memastikan semua tujuan pembelajaran telah dibahas. Mahasiswa akan belajar bagaimana bekerjasama sebagai suatu tim, saling membantu, serta saling bertukar pikiran mengenai masalah yang diberikan dalam tutorial. Hal ini akan membentuk kebiasaan belajar mandiri serta bersosial yang dapat memberikan dasar untuk tahapan belajar selanjutnya.

2. Kuliah Pakar

Kuliah Pakar diberikan sesuai dengan jadwal untuk memberikan dasar pemahaman atau konsep ilmu tertentu serta mengkonfirmasi kebenaran hasil belajar mandiri mahasiswa.

3. Belajar mandiri

Belajar mandiri diwajibkan untuk melatih keterampilan belajar. Dengan mengacu pada tujuan pembelajaran, mahasiswa diharapkan dapat memahami materi sesuai tujuan pembelajaran yang sudah ditetapkan. Jika pada saat belajar mandiri ada materi yang tidak dipahami, mahasiswa bisa berdiskusi dengan mahasiswa lain, mencari referensi atau bertanya pada pakar.

4. Konsultasi Pakar

Mahasiswa dapat berkonsultasi dengan pakar tentang masalah maupun konsep yang masih belum dipahami pada saat belajar mandiri. Teknis pelaksanaannya ditentukan oleh mahasiswa dengan pakar yang

bersangkutan dengan menginformasikan kepada bagian sekretariat FK

5. Praktikum

Praktikum bertujuan untuk menunjang teori dan menambah pemahaman mahasiswa. Pelaksanaan praktikum sepenuhnya diserahkan kepada setiap bagian/departemen.

B. EVALUASI PEMBELAJARAN

1. **Formatif** *assessment* yaitu penilaian yang bersifat membangun, memantau pembelajaran mahasiswa saat masih dalam proses, mengenali kekuatan dan kelemahan mahasiswa, karakteristik pembelajaran dan karakter mahasiswa, mendiagnosis kebutuhan belajar mahasiswa, membantu dosen memperbaiki proses pembelajaran. Penilaian yang bersifat formatif pada blok ini dilakukan melalui refleksi, tugas, dan penilaian tutorial.

2. **Sumatif** *assessment* yaitu evaluasi yang dilakukan setelah proses pembelajaran selesai, untuk melihat apakah tujuan pembelajaran telah tercapai atau tidak. Penilaian ini berfungsi untuk mengkomunikasikan hasil pembelajaran mahasiswa kepada orang tua atau pihak lainnya dan mereview keberhasilan proses pembelajaran.

Komponen penilaian sumatif terdiri dari:

Ujian Akhir Blok (MCQ)	: 30%
Ujian topik	: 10%
Penilaian tutorial	: 15%
OSPE	: 20%
SOCA	: 15%
Tugas	: 10%
TOTAL	:100%

Ujian Akhir Blok : berupa *Multiple Choice Question* (MCQ) merupakan instrument yang berisi diskripsi suatu hal dan mahasiswa memilih salah satu jawaban yang sudah terstruktur. Pertanyaan dapat berupa kasus yang berhubungan dengan materi dan dapat menilai kedalaman pembelajaran hingga C4 dengan 5 pilihan jawaban (a,b,c,d,e).

Ujian Topik : berupa *Multiple choice question* (MCQ) merupakan instrument yang berisi diskripsi suatu hal dan mahasiswa memilih salah satu jawaban yang sudah terstruktur. Pertanyaan dapat berupa kasus yang berhubungan dengan materi yang diberikan di perkuliahan maupun tutorial selama satu minggu dan dapat menilai kedalaman pembelajaran hingga C4 dengan 5 pilihan jawaban (a,b,c,d,e).

Tugas/praktikum: membuat suatu tugas yang diberikan selama kuliah maupun praktikum. Tugas tersebut akan dinilai oleh dosen yang bersangkutan berdasarkan rubrik penilaian. Penilaian oleh dosen harus disertai dengan catatan umpan balik untuk perbaikan mahasiswa.

Penilaian tutorial: penilaian yang dilakukan oleh tutor selama kegiatan tutorial. Penilaian tutorial harus disertai dengan catatan umpan balik untuk perbaikan mahasiswa.

Refleksi: merupakan metode menilai kemampuan diri sendiri. Metode ini merupakan penilaian formatif yang dapat membantu mahasiswa mengenali sejauh mana pencapaian belajar dan mengidentifikasi tujuan pembelajaran yang belum tercapai untuk kemudian merumuskan hal-hal yang harus dilakukan untuk mencapai tujuan tersebut.

C. STANDAR PENILAIAN BLOK

Nilai blok yang dicapai peserta didik ditentukan oleh penilaian sumatif blok. Bobot nilai yang dikeluarkan berdasar pada acuan patokan yang ditetapkan oleh Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka (UHAMKA), yaitu:

Nilai Akhir	Nilai Mutu	Bobot	Predikat
80-100	A	4	Sangat baik
68-79	B	3	baik
56-67	C	2	Cukup
45-55	D	1	Kurang
0-44	E	0	Sangat Kurang

IV. RENCANA KEGIATAN MINGGUAN

A. TEMA MINGGUAN

A1. Minggu I : Sistem Reproduksi Manusia

Pada akhir unit pembelajaran ini, mahasiswa diharapkan dapat:		Metode		
		Kuliah	Praktikum	Tutorial
1.	Memahami tentang siklus sel dan pembelahan sel	✓		
2.	Memahami dan menganalisis tentang gametogenesis, fertilisasi, dan embriologi	✓		✓
3.	Memahami dan menganalisis tentang fisiologi sistem reproduksi	✓		✓
4.	Menelaah tentang histologi sistem reproduksi (disisipkan materi histologi sistem endokrin)	✓	✓	✓
5.	Memahami tentang anatomi sistem reproduksi	✓	✓	✓
6.	Menganalisis kasus skenario sistem reproduksi			✓

A2. Minggu II : Sistem Saraf

Pada akhir unit pembelajaran ini, mahasiswa diharapkan dapat:		Metode		
		Kuliah	Praktikum	Tutorial
1.	Menerapkan dan menganalisis tentang fisiologi sistem saraf	✓	✓	✓
2.	Menerapkan dan menganalisis tentang anatomi sistem saraf	✓	✓	✓
3.	Memahami tentang histologi sistem saraf dan indera	✓		✓
4.	Memahami tentang transduksi sinyal	✓		✓
5.	Menganalisis kasus skenario sistem saraf			✓

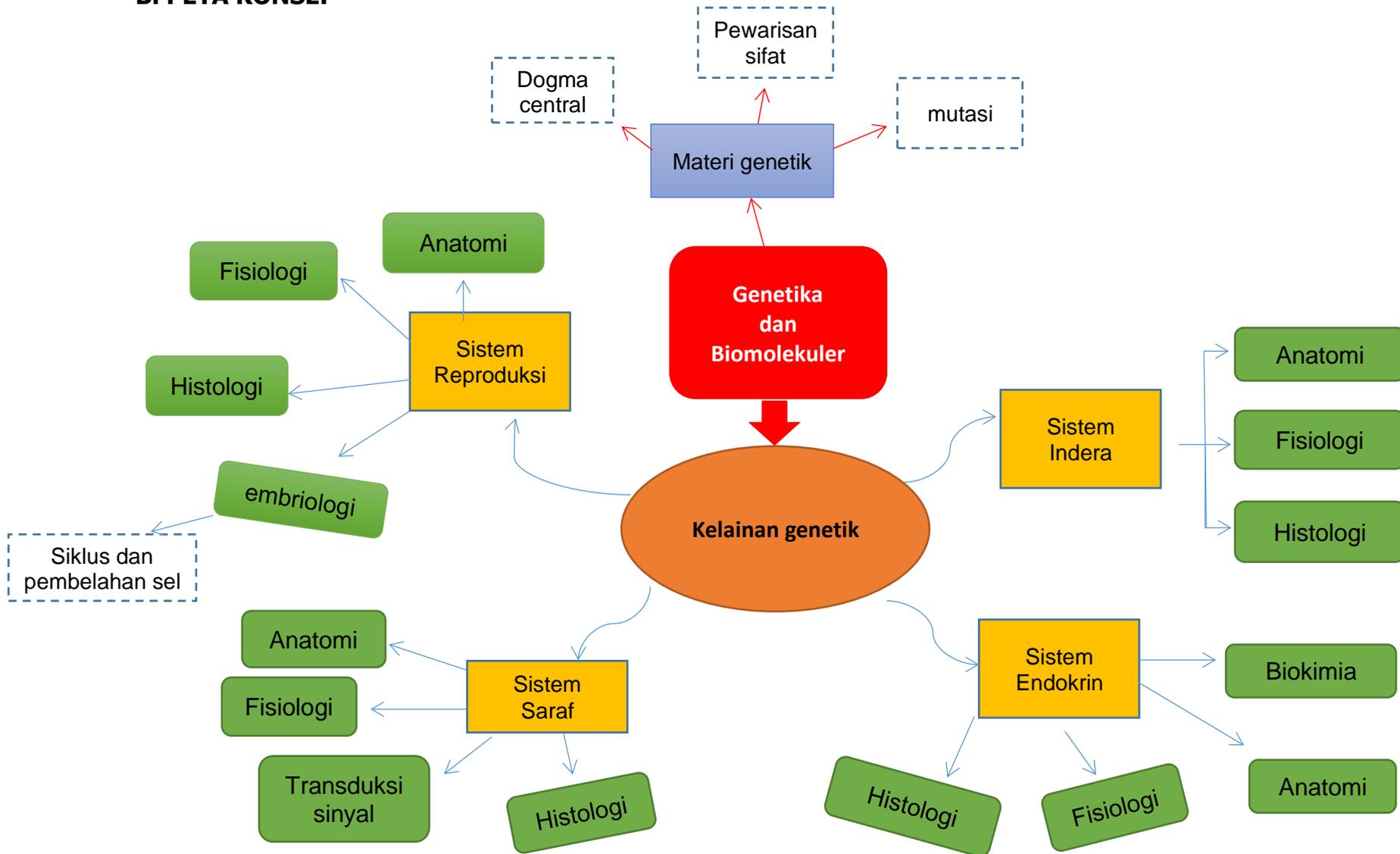
A3. Minggu III :Sistem Endokrin

Pada akhir unit pembelajaran ini, mahasiswa diharapkan dapat:		Metode		
		Kuliah	Praktikum	Tutorial
1.	Memahami dan membedakan tentang materi genetik, biosintesis protein, dan mutasi DNA Praktikum: kasus hukum mendel, model DNA,dan kariotipe.	✓	✓	
2.	Memahami tentang histologi endokrin (disisipkan praktikum histologi sistem saraf)		✓	✓
3.	Memahami tentang biokimia hormon	✓		✓
4.	Memahami tentang anatomi sistem endokrin	✓		✓
5.	Memahami tentang fisiologi sistem endokrin	✓		✓
6.	Menganalisis kasus skenario sistem endokrin			✓

A4. Minggu IV : Sistem Indera

Pada akhir unit pembelajaran ini, mahasiswa diharapkan dapat:		Metode		
		Kuliah	Praktikum	Tutorial
1.	Memahami tentang histologi sistem indera		✓	✓
2.	Memahami tentang fisiologi indera penghidu, pengecap dan peraba	✓		
3.	Memahami fisiologi indera pendengaran	✓	✓	
4.	Memahami tentang anatomi sistem indera	✓	✓	✓
5.	Memahami tentang kelainan genetik dan pola pewarisan	✓		
6.	Menganalisis kasus skenario sistem indera			✓

B. PETA KONSEP



C. MODUL TUTORIAL

Alokasi Waktu Tutorial

Pertemuan Pertama

No	Kegiatan	Alokasi Waktu
1	Doa, perkenalan tutor, absensi mahasiswa	5 menit
2	Langkah 1. <i>Clarifying terminology</i>	10 menit
3	Langkah 2. <i>Defining problem</i>	15 menit
4	Langkah 3. <i>Brainstorming of prior knowledge</i>	70 menit
5	Langkah 4. <i>Interim Conclusion</i>	25 menit
6	Langkah 5. <i>Formulate learning objective</i>	15 menit
7	Feed back dan penutup	15 menit
Total Waktu		150 menit

Pertemuan Kedua

No	Kegiatan	Alokasi Waktu
1	Doa, absensi mahasiswa	5 menit
2	Langkah 7. <i>Discuss the knowledge acquired</i>	130 menit
3	Feed back dan penutup	15 menit
Total Waktu		150 menit

D. SKENARIO

Tutorial Minggu I

Amenorrhea

Seorang perempuan berusia 20 tahun, diantar ibunya ke ke Poli Gynecology dikarenakan belum pernah mengalami menstruasi. Riwayat perkembangan psikomotor dan IQ dalam batas normal. Pada Pemeriksaan fisik pasien area kepala leher didapatkan telinga letak rendah (*low set ears*), rahang bawah yang cenderung kecil, dan leher tampak lebar (*weblike*). Pada ekstremitas didapatkan cubitus valgus serta tidak tampak bulu pada area pubis.

Pada pemeriksaan USG Abdomen tampak fibrosis ovarium bilateral

Pemeriksaan analisis kromosom didapatkan hasil sebagai berikut: Turner's syndrome, dengan kromosom 45, X0



Keyword / Problem :

Gynecology

Menstruasi

Cubitus valgus

Kromosom

Darah perifer

fibrosis ovarium

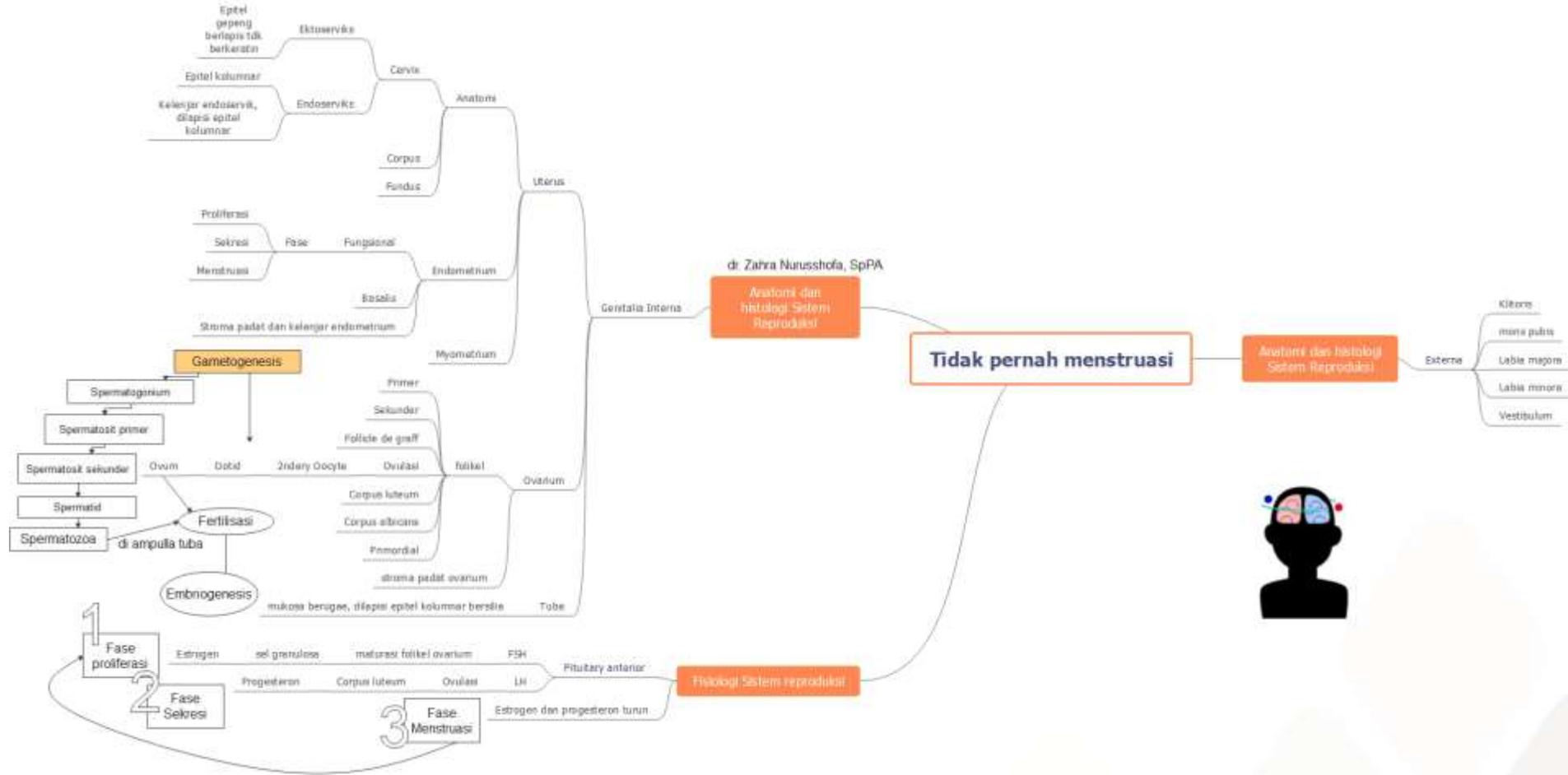
Tidak tampak bulu pada area pubis

Turner's syndrome

Learning Objective

1. Mahasiswa memahami siklus sel dan pembelahan sel
2. Mahasiswa memahami gametogenesis, fertilisasi, dan embriologi
3. Mahasiswa memahami anatomi sistem reproduksi wanita
4. Mahasiswa memahami fisiologi sistem reproduksi wanita
5. Mahasiswa memahami fisiologi sistem reproduksi wanita
6. Mahasiswa memahami kasus reproduksi pada skenario
7. Mahasiswa memahami AIK terkait kasus

PETAPIKIRAN



PETA KONSEP



Jawaban
Definisi

Keyword:

- Menstruasi= siklus dalam reproduksi Wanita, dimana lapisan fungsional endometrium luruh.
- cubitus valgus= suatu kelainan di mana lengan bawah siku keluar dari badan ketika lengan sepenuhnya diperpanjang.



Cubitus varus Normal Cubitus valgus

- Kromosom= In the nucleus of each cell, the DNA molecule is packaged into **thread-like structures** called chromosomes.

1. Mahasiswa memahami gametogenesis, fertilisasi, dan embriologi
Gametogenesis: proses pembuatan gamet, dibagi menjadi spermatogenesis dan Oogenesis
Oogenesis

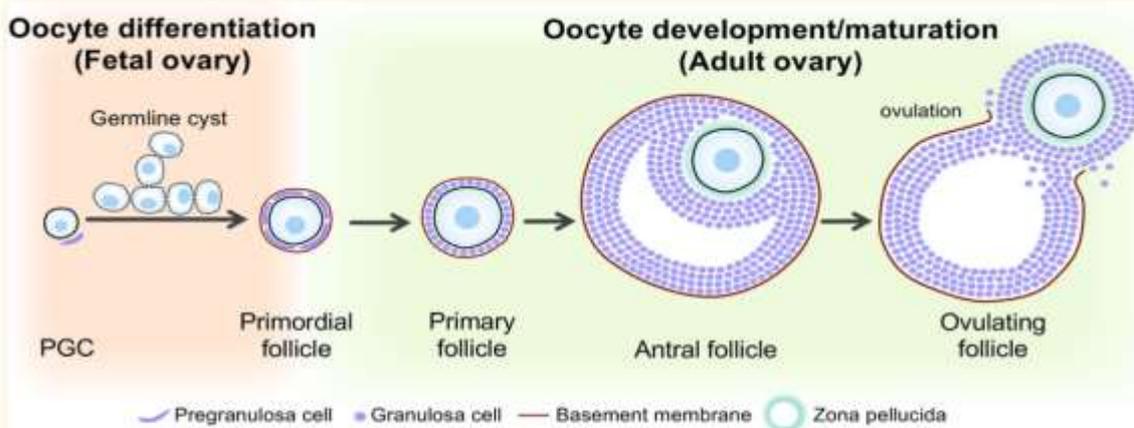


Figure 2

The process of oogenesis in mammals. The process of oogenesis in mammals. Adapted from Ikami, K., Nuzhat, N. & Lei, L. (2017). Organelle transport during mouse oocyte differentiation in germline cysts. *Current Opinion in Cell Biology*, 44, 14–19. doi:[10.1016/j.ceb.2016.12.002](https://doi.org/10.1016/j.ceb.2016.12.002).

Spermatogenesis

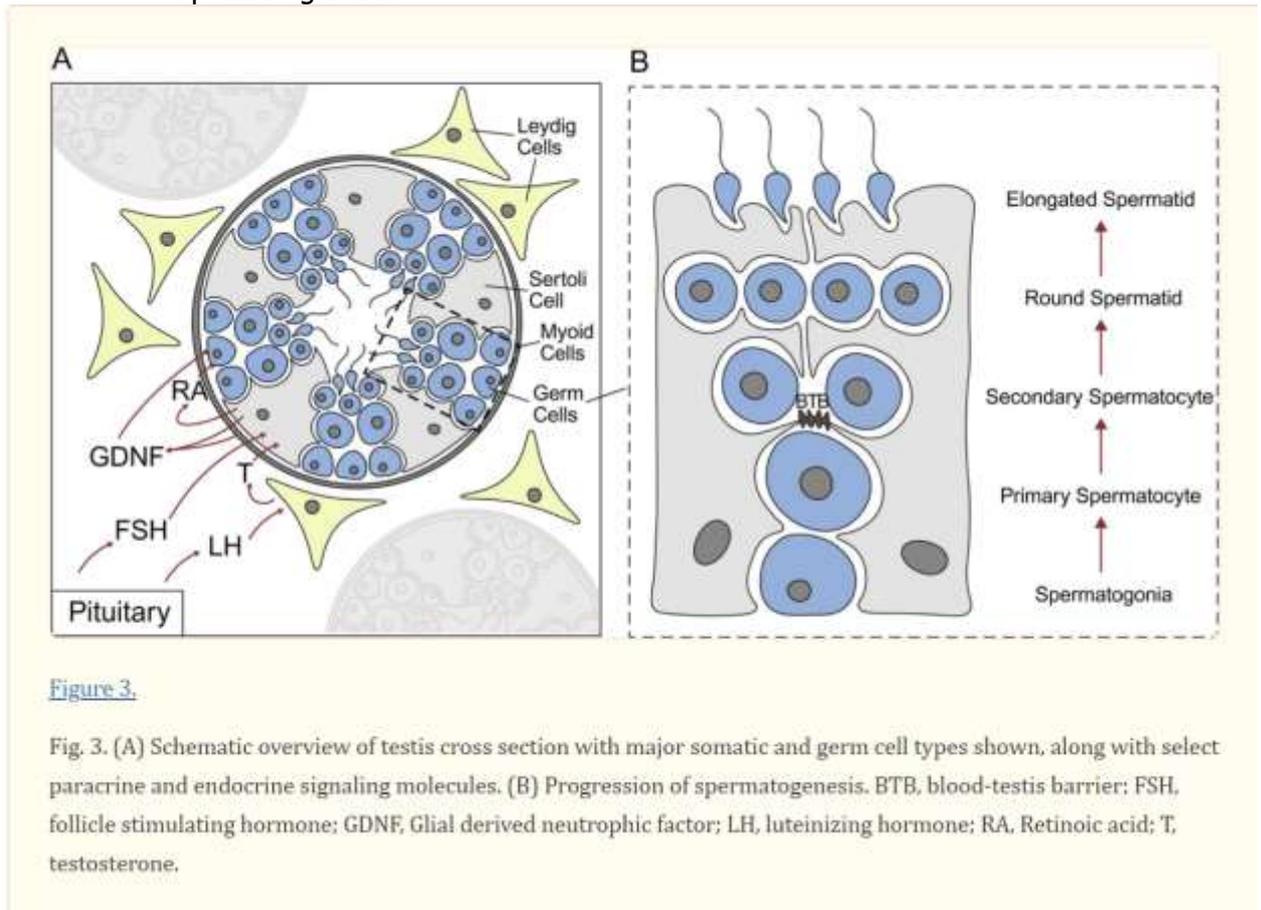
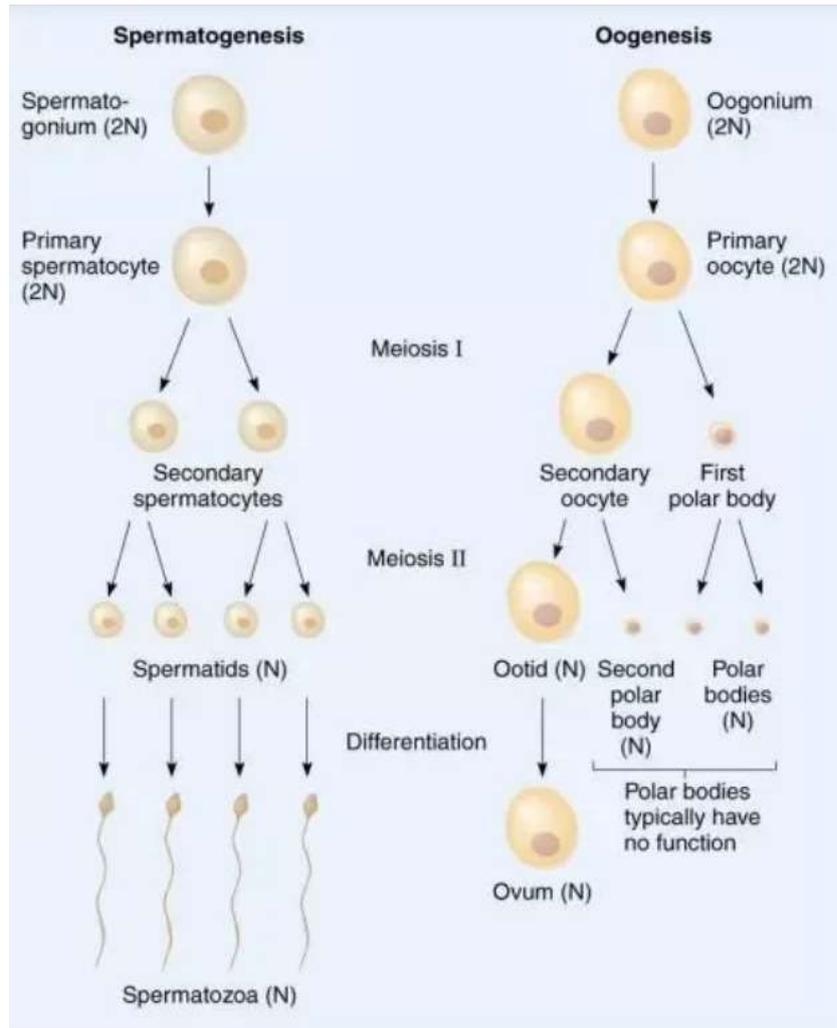


Figure 3.

Fig. 3. (A) Schematic overview of testis cross section with major somatic and germ cell types shown, along with select paracrine and endocrine signaling molecules. (B) Progression of spermatogenesis. BTB, blood-testis barrier; FSH, follicle stimulating hormone; GDNF, Glial derived neurotrophic factor; LH, luteinizing hormone; RA, Retinoic acid; T, testosterone.



Fertilisasi

Fertilization is a complex multi-step process that is complete in 24 hours. The sperm from a male meets an ovum from a female and forms a zygote.

roses fertilisasi membutuhkan oosit sekunder (ovum) yang telah matang dan

spermatozoa. Dalam satu kali ejakulasi terdapat 200-300 juta spermatozoa yang masuk

kedalam liang vagina, namun sekitar 300-500 spermatozoa yang berhasil mencapai

ampulla dan hanya satu spermatozoa yang akan membuahi ovum. Sebagian besar

sperma yang berjalan dari vagina menuju uterus dan masuk ke tuba fallopi dihancurkan

oleh mukus (lendir) di dalam uterus dan tuba. Ovum mengeluarkan fertilizin yang

tersusun dari glikoprotein yang berfungsi untuk : (1). Mengaktifkan sperma agar

bergerak lebih cepat, (2) menarik sperma secara kemotaksis positif (3) mengumpulkan

sperma disekeliling ovum.

Disisi lain, akrosom di bagian kepala sperma menghasilkan enzim-enzim yang membantu sperma dalam menembus ovum, yaitu (1) hialuronidase, enzim yang dapat melarutkan hialuronid pada sel-sel korona radiata, (2) akrosin, enzim protease yang dapat menghancurkan glikoprotein pada zona pelusida dan (3) anti fertilizin, antigen terhadap ovum (oosit sekunder) sehingga sperma dapat melekat pada ovum.

Tahap Fertilisasi :

1. Penetrasi Korona Radiata, oleh sperma dengan bantuan enzim hialurodinase yang

melarutkan senyawa hialuronid pada korona radiata.

2. Penetrasi Zona Pelusida, oleh sperma dengan bantuan enzim akrosin untuk

menghancurkan glikoprotein. Penetrasi ini memicu sel-sel granulosit di bagian korteks

oosit sekunder untuk mengeluarkan senyawa tertentu yang menyebabkan sel-sel di

zona pelusida berikatan satu sama lain membentuk suatu materi yang keras dan tidak dapat ditembus oleh sperma lain. Proses ini mencegah ovum dibuahi oleh lebih dari satu

sperma (polispermia).

3. Fusi membran sel sperma dan oosit, setelah menembus zona pelusida spermatozoa

masuk ke ruang perivitelin (ruang antara zona pelusida dengan membran

vitelin/membran plasma, kemudian menempel dan terjadi fusi (peleburan) membran

spermatozoa dengan membran plasma oosit. Peleburan ini memungkinkan nukleus

spermatozoa masuk ke sitoplasma, kemudian berkondensasi dan membesar sehingga

menjadi pronukleus pria (n). Sedangkan ekor spermatozoa terlepas dan berdegenerasi.

Akibat masuknya nukleus spermatozoa ini akan mengaktifasi oosit sekunder

menyelesaikan pembelahan meiosis II menjadi oosit dan 2 polar body, sehingga

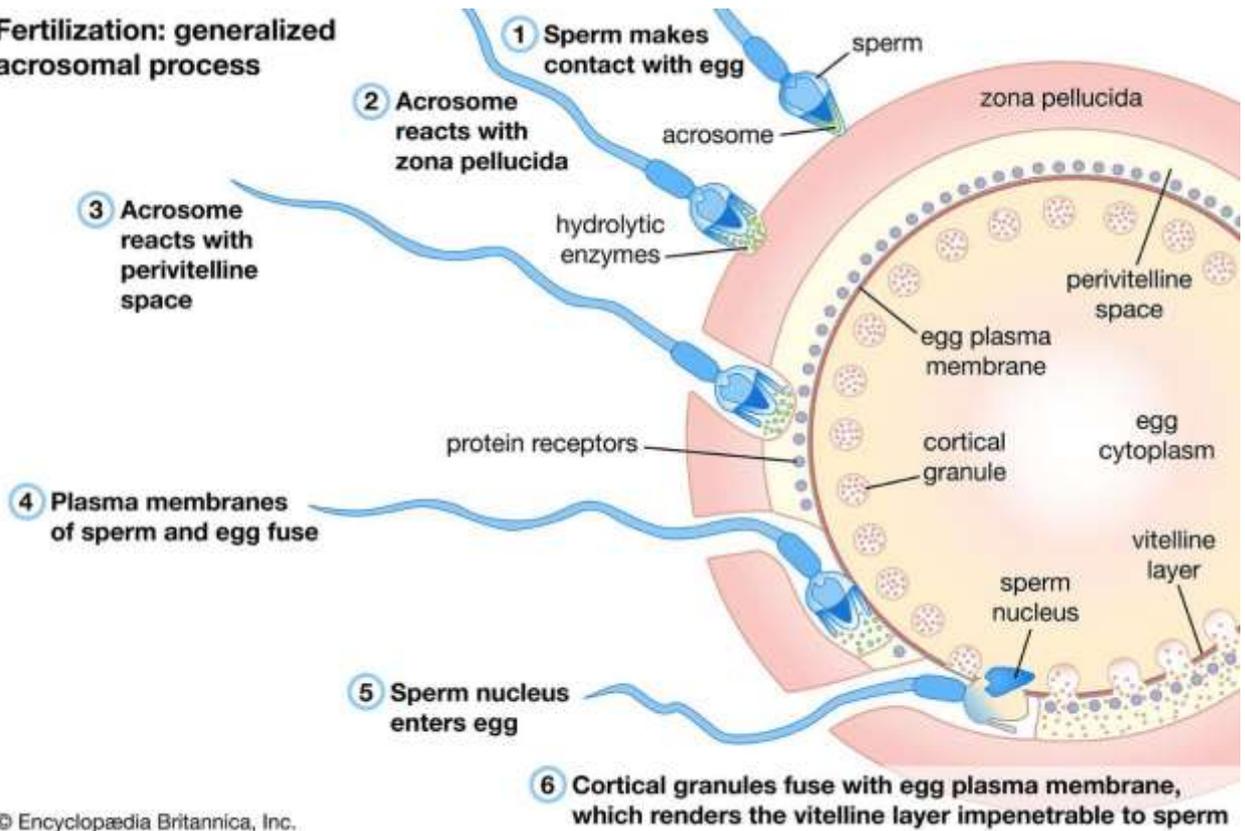
nukleusnya berkondensasi menjadi pronukleus wanita (n). Kedua pronukleus bergerak

ke tengah, lalu terjadi fusi (peleburan) pronukleus wanita dan pronukleus pria

(syngami). Peleburan ini mengembalikan jumlah kromosom dari haploid menjadi diploid

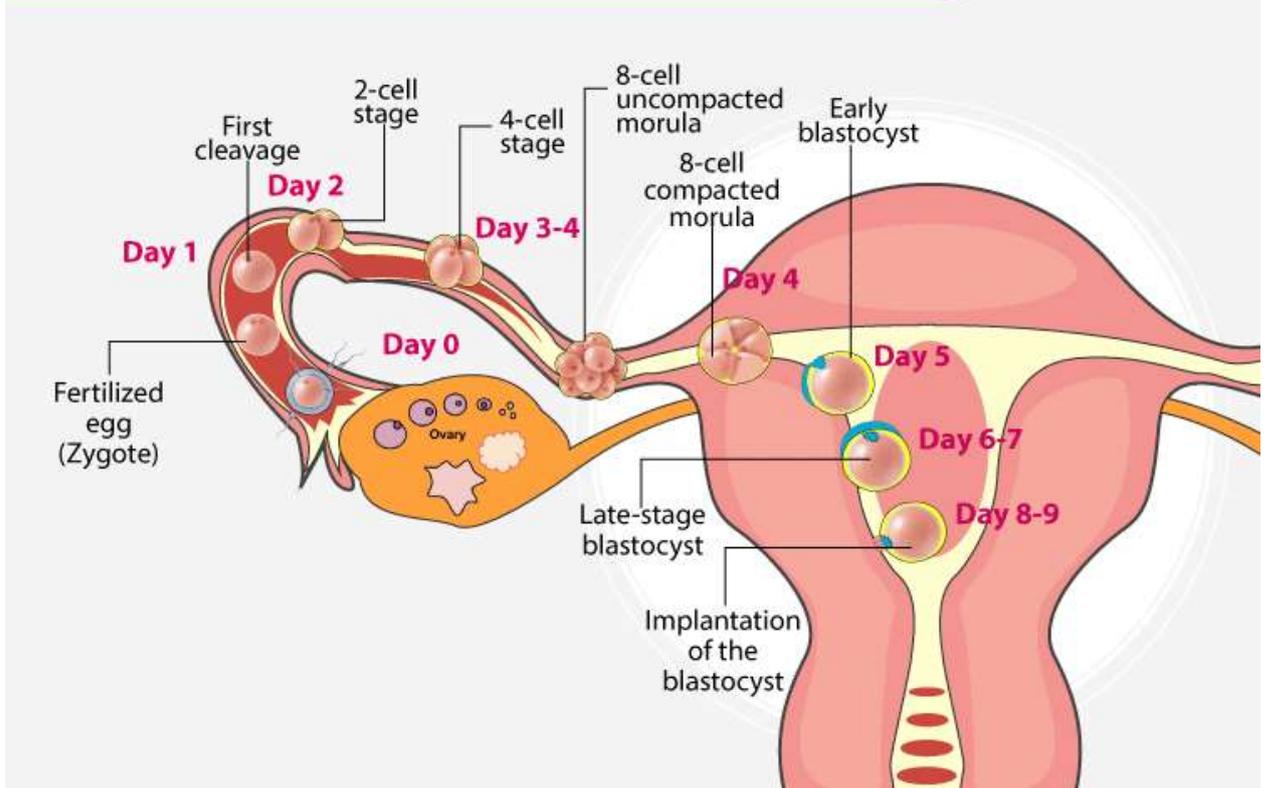
dan sel baru hasil peleburan ini disebut zygot (2n)

Fertilization: generalized acrosomal process



© Encyclopædia Britannica, Inc.

FERTILIZATION AND IMPLANTATION



Embriologi

Embriologi berasal dari kata embryo artinya pembentukan, pertumbuhan pada tingkat permulaan dan perkembangan embryo. Logos artinya ilmu. Embriologi yaitu ilmu tentang pembentukan, pertumbuhan pada tingkat permulaan dan perkembangan embrio.

Embryogenesis adalah proses pembelahan sel dan diferensiasi sel embrio yang terjadi selama tahap awal pengembangan.

Tahapan embryogenesis

1. Fertilisasi adalah proses penyatuan ovum dan sperma, terjadi di daerah ampulla

uterine

a. Fungsi reproduksi, yang memungkinkan pemindahan unsur-unsur genetik

dari orangtua kepada keturunan.

b. Fungsi perkembangan, ketika fertilisasi memicu oosit sekunder untuk

melanjutkan atau menyelesaikan proses pembelahan meiosis

2. Cleavage

Rangkaian mitosis yang berlangsung berturut-turut segera setelah terjadi

pembuahan yang menghasilkan morula dan blastomere. zigot akan mengalami

serangkaian pembelahan mitosis sehingga selnya bertambah. Sel-sel ini semakin

kecil pada setiap kali pembelahan dikenal sebagai blastomer. Sampai stadium

delapan sel, sel-sel ini berkumpul membentuk gumpalan. Namun setelah

pembelahan ketiga, blastomer memaksimalkan kontak satu sama lain

membentuk suatu bola sel padat yang disatukan oleh taut erat.

Proses ini

pemadatan (compaction), memisahkan sel-sel bagian dalam yang berkomunikasi

secara ekstensif melalui taut celah (gap junction) dari sel-sel luar.

Sekitar 3 hari

setelah pembuahan, sel-sel mudigah kembali membelah untuk membentuk

morula (16 sel). Sel dibagian dalam morula membentuk massa sel dalam (inner

cell mass) dan sel-sel disekitarnya membentuk massa sel luar. Massa sel dalam

menghasilkan jaringan mudigah yang sebenarnya dan massa sel luar membentuk trofoblas yang kemudian berkembang menjadi plasenta.

3. Pembentukan blastokista

Pada saat morula masuk ke rongga uterus, cairan mulai merembes menembus zona pelusida ke dalam ruang antarsel massa sel dalam. Secara bertahap ruang antarsel menjadi konfusen dan akhirnya terbentuk sebuah rongga yang disebut blastokel. Pada saat ini, mudigah disebut blastokista. Sel-sel di massa sel dalam yang sekarang disebut embrioblas, terletak disuatu kutub sel-sel di massa sel luar atau trofoblas menggepeng dan membentuk dinding epitel blastokista. 7 hari setelah fertilisasi blastikista akan mengalami implantasi di dalam uterus.

4. Implantasi

Implantasi adalah perlekatan dan penetrasi berikutnya oleh telur yang telah dibuahi (pada tahap blastokista) di dinding rahim, yang dimulai dari 5 sampai 7 hari setelah pembuahan.

Batasan embrio dan janin

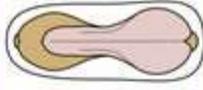
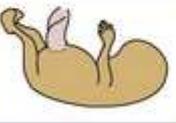
a. Preembrio (zygote): sejak fertilisasi hingga implantasi blastocyst di decidua

(usia kehamilan 0 – 3 minggu sejak fertilisasi atau kehamilan 2 – 5 minggu berdasarkan HPHT).

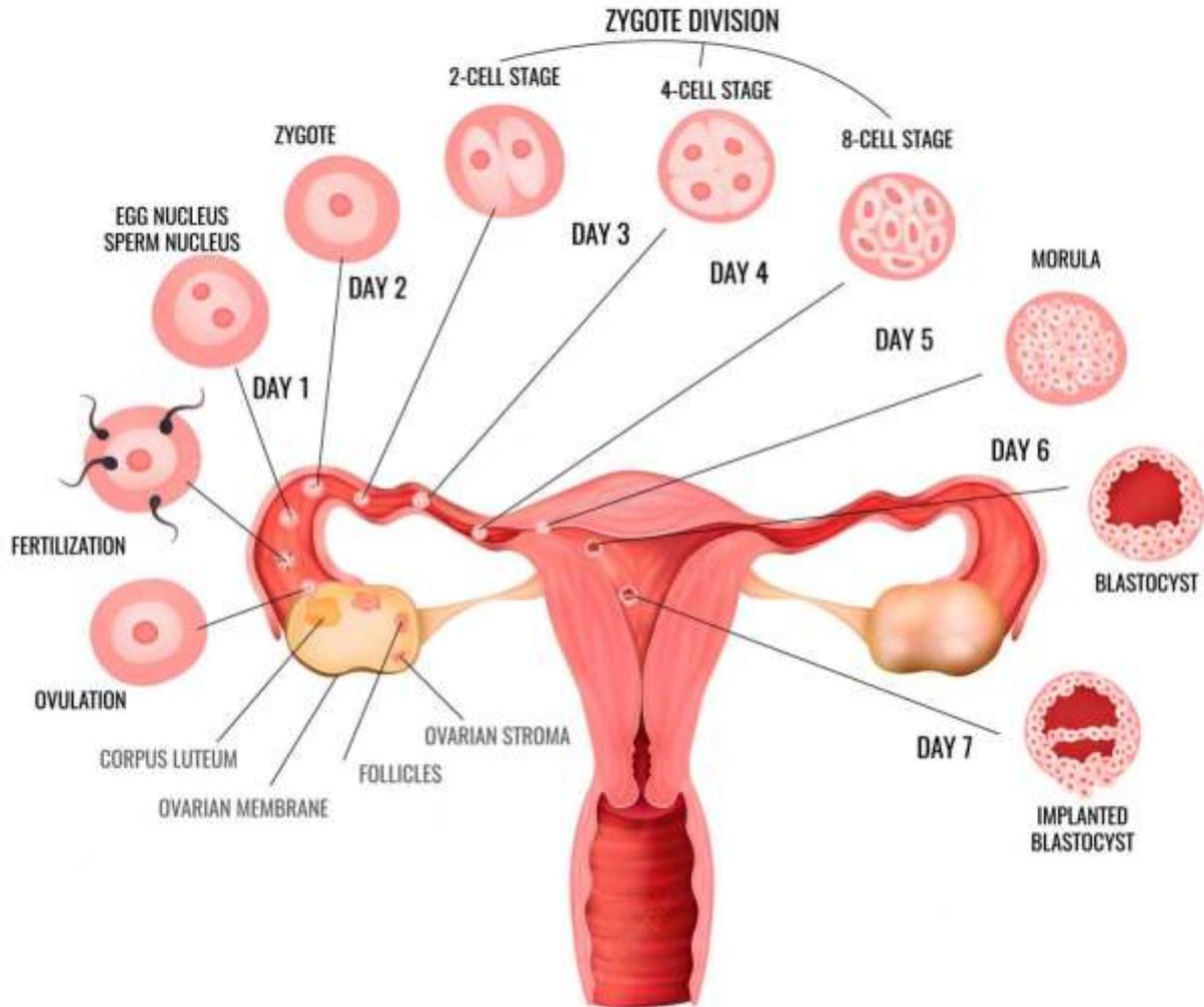
b. Embrio: usia kehamilan 3 – 8 minggu sejak fertilisasi atau kehamilan 5 – 10 minggu berdasarkan HPHT.

2

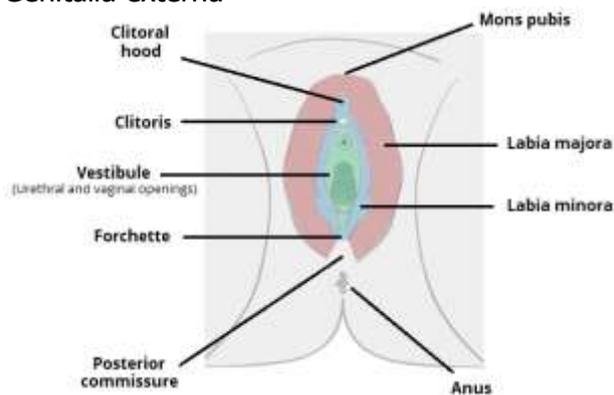
c. Janin (fetus): usia kehamilan >8 minggu sejak fertilisasi atau >10 minggu berdasarkan HPHT

	Age (wks)	Size (mm)	Shape	Form	Bones	Muscles	Nerves
Embryo				Trilaminar notochord			Neural plate
				Limb buds	Sclerotomes	Somites	Neural tube
				Hand plate	Mesenchyme condenses	Premuscle	
		12		Digits	Chondrification	Fusion myotomes	
		17		Limbs rotate	Early ossification	Differentiation	
		23		Fingers separate		Definite muscles	Cord equals vertebral length
Fetus	12	156		Sex determined	Ossification spreading		
	16	112		Face human	Joint cavities	Spontaneous activity	
	20-40	160-350		Body more proportional			Myelin sheath forms; cord ends L3

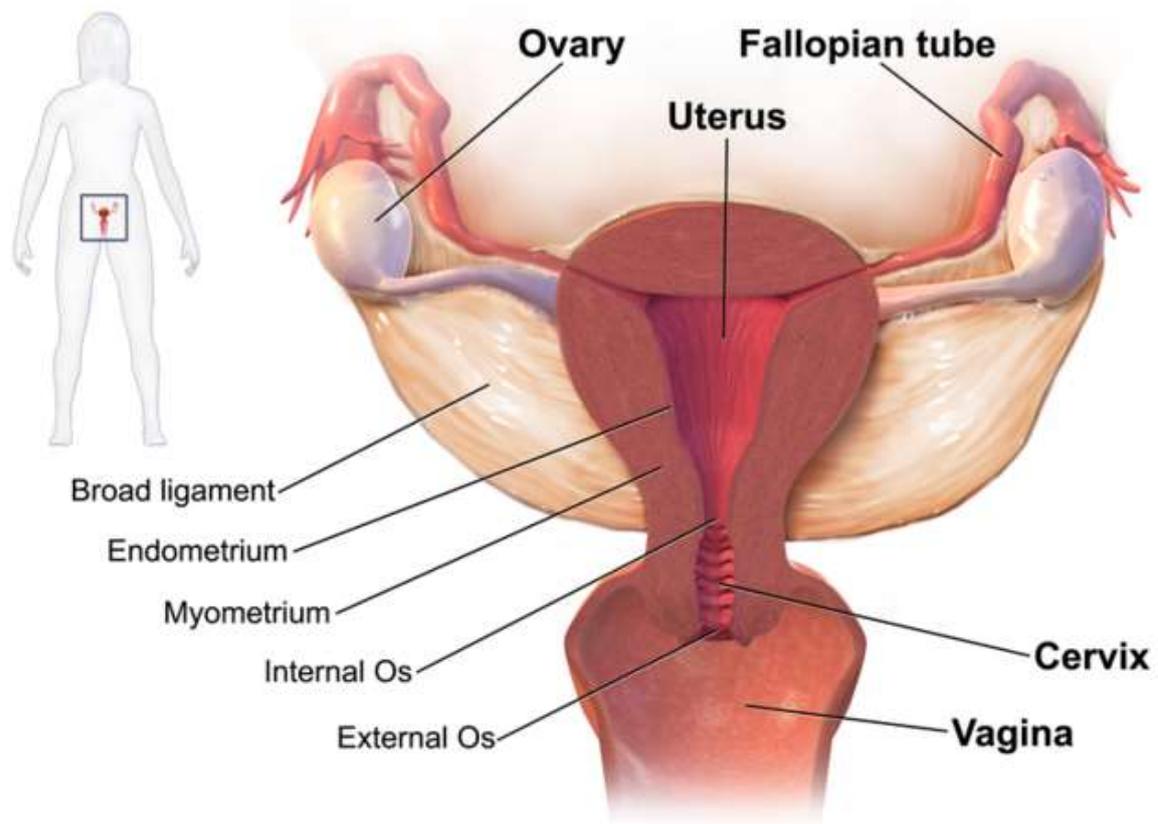
OVULATION AND FERTILIZATION PROCESS



2. Mahasiswa memahami anatomi sistem reproduksi Wanita
Genitalia externa



Genitalia interna



3. Mahasiswa memahami fisiologi sistem reproduksi Wanita

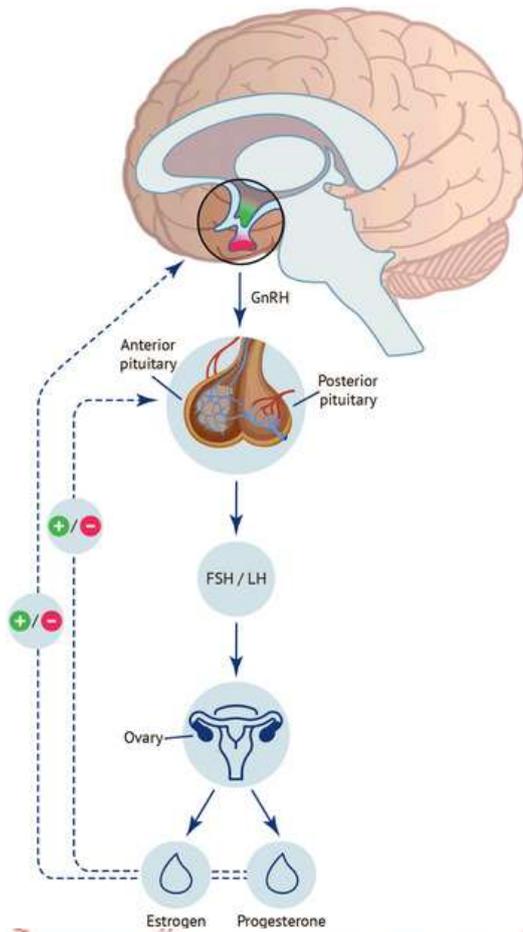


Table 23.1: Differences between endometrium of proliferative and secretory phases

Features	Proliferative/follicular/preovulatory phase	Secretory/luteal/ postovulatory/ presentational phase
Predominant hormone	Estrogen	Progesterone
Endometrial thickness	3–4 mm	6–7 mm
StraTA	At the beginning, only stratum basale is present	All strata of endometrium are present
Uterine glands	Straight, long, widely separated from each other with narrow lumen	Coiled (cork-screw-shaped), closely placed to each other, with wide lumen
Secretion in glands	Scanty secretions	Lumen of glands may be filled with secretions
Decidual reaction	Absent	Present
Accumulation of intracellular glycogen	Absent (minimal)	Present
Spiral arteries	Less coiled	More coiled

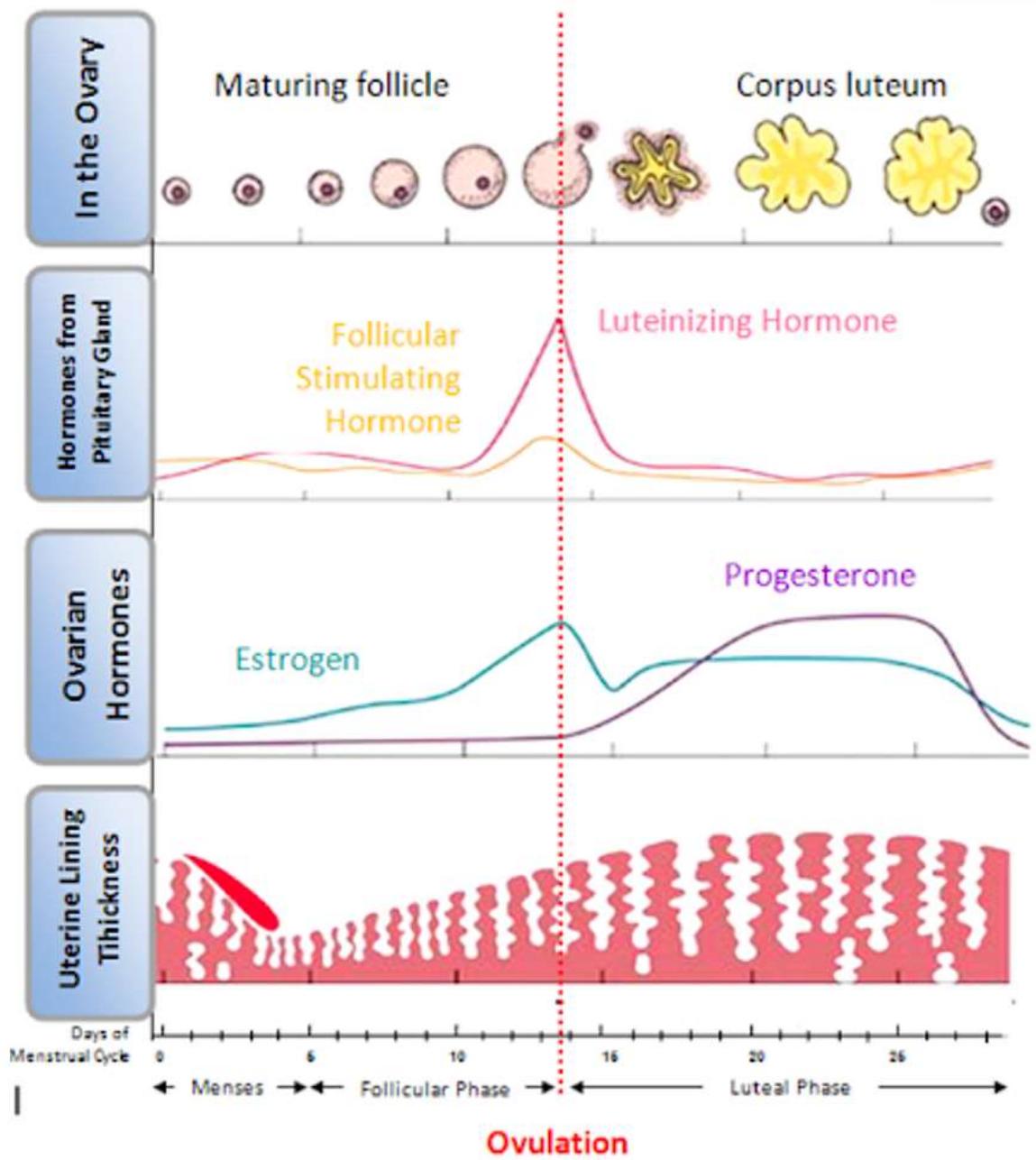


Figure showed changes of hormones and thickness of uterine lining during menstrual cycle.

4. Mahasiswa memahami histologi sistem reproduksi

Ovarium

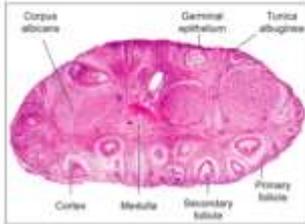


Fig. 23.3: Photomicrograph. Histology of ovary, panoramic view (64X, A&F stain).

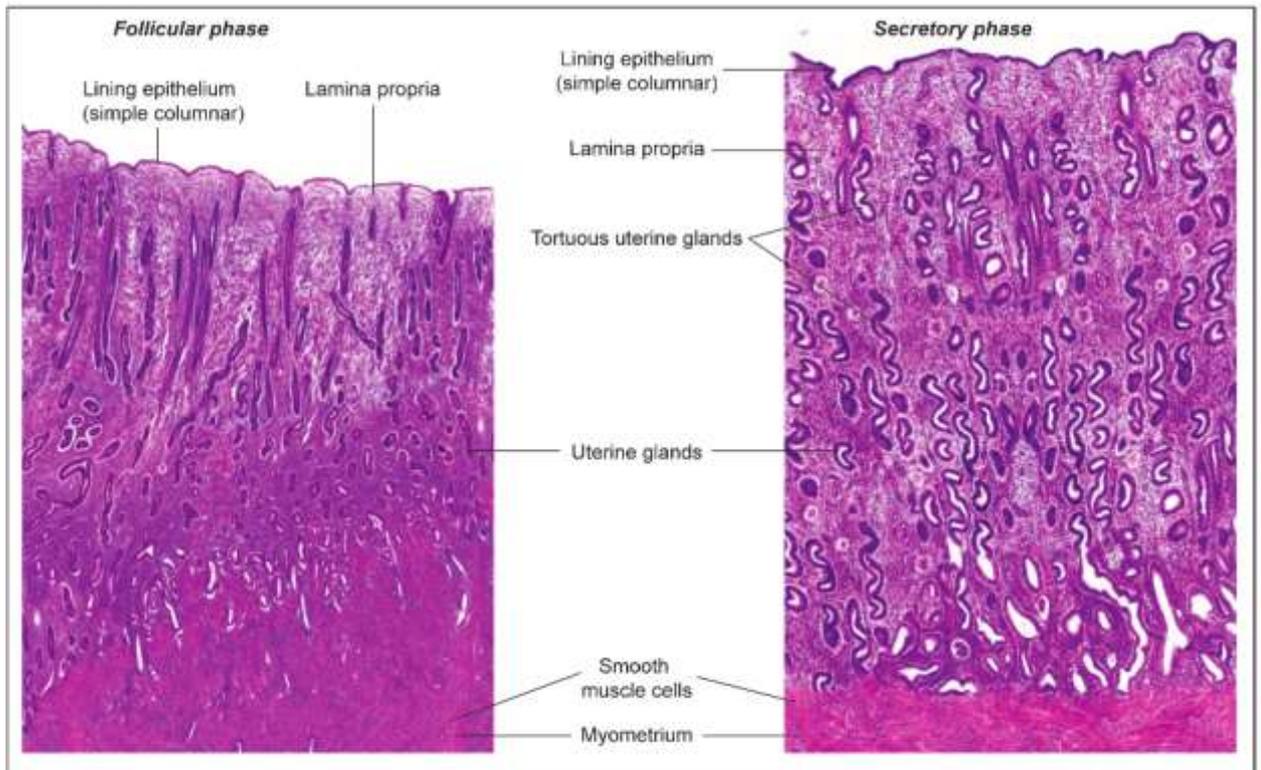
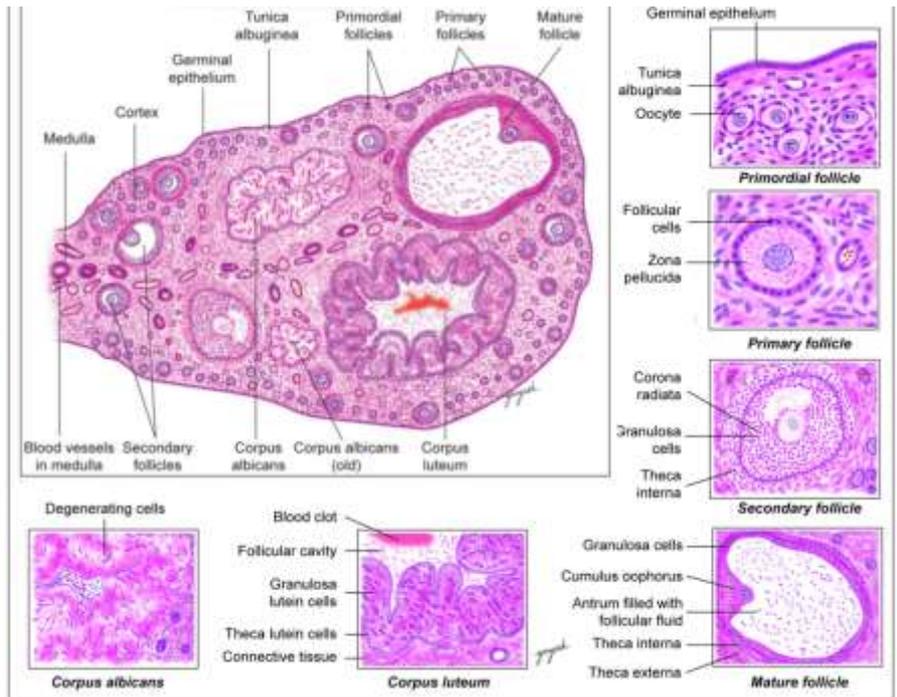
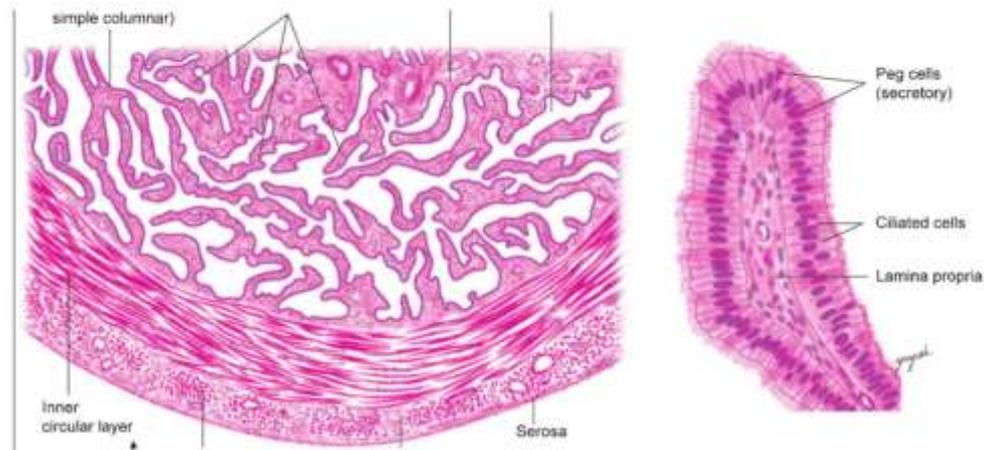


Fig. 23.15: Photomicrograph. Histology of uterus (follicular phase on left and secretory phase on right).

Fallopian tube



Mukosa berugae, dilapisi epitel kolumnar bersilia.

5. Mahasiswa memahami kasus reproduksi pada scenario

TURNER SYNDROME

Definisi

Turner syndrome= congenital ovarian hypoplasia syndrome (45,XO).

Epidemiologi

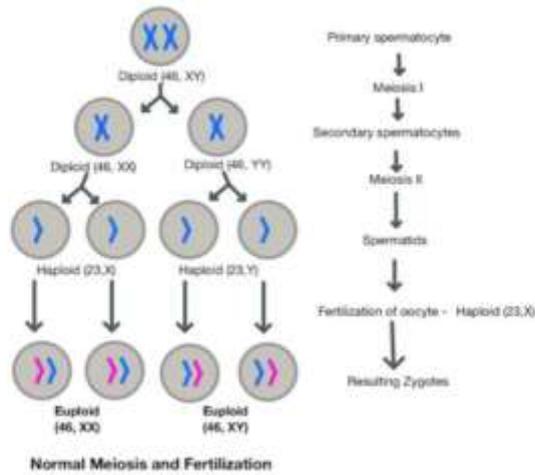
1 in 2000 - 1 in 2500 wanita lahir hidup.

Gambaran klinis

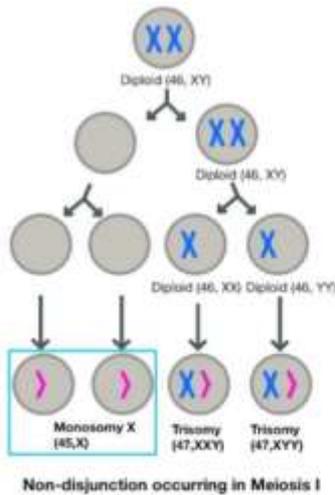
Table 2. Clinical features of TS.

	Associated Features and Conditions in TS
Characteristic facial and physical features	Hypertelorism, upward slanting of palpebral fissures, epicanthal folds, flat nasal bridge, low set ears, high arched palate, low posterior hairline, webbed neck, broad chest with widely spaced nipples
Cardiovascular	Bicuspid aortic arch, coarctation of the aorta, aortic dilatation or aneurysm Hypertension
Endocrine and metabolic	Autoimmune thyroiditis, glucose intolerance/diabetes mellitus, dyslipidemia, decreased bone mineral density
Gynecologic	Absent or delayed puberty development, premature ovarian failure, infertility
Skeletal	Short stature, delayed bone maturation, spine deformities (scoliosis, kyphosis), angular deformity of limbs (cubitus valgus, genu valgum, madelung deformity)
Gastrointestinal	Celiac disease, transaminitis, inflammatory bowel disease
Renal	Horseshoe kidney, renal ectopia, abnormal position or duplication of ureters or vessels
Neurocognitive and behavioral	Impaired visuospatial and perceptive abilities, deficits in non-verbal memory and executive function Increased risk for attention-deficit/hyperactivity disorder

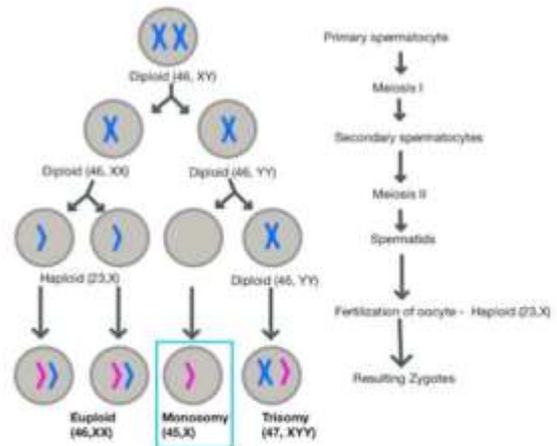
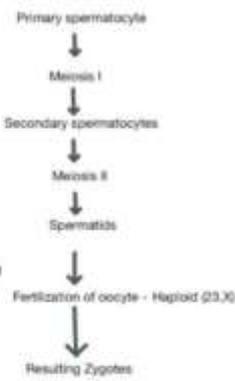
Patofisiologi



(a)



(b)



(c)

Mindmap dan Peta konsep terlampir

Tutorial Minggu II

Anggota Gerak Sulit Bergerak

Seorang perempuan, berusia 30 tahun, memeriksakan diri ke Poliklinik karena sudah 2-3 bulan ini sering merasakan kelemahan keempat anggota gerak. Kelemahan dirasakan terutama setiap menjelang siang atau sore hari. Namun demikian, setelah dibawa istirahat dan tidur, keesokan pagi harinya kekuatan pulih kembali. Keluhan ini berulang terjadi terus-menerus setiap hari, dan dirasakan semakin memberat. Beberapa hari belakangan ini saat keluhan kelemahan anggota gerak tersebut muncul, kadang disertai kelemahan kedua kelopak mata dan suara juga terkesan melemah.

Setelah melakukan anamnesis lebih detail, Dokter menduga terdapat gangguan sistem saraf pasien, terutama pada transduksi sinyal akibat gangguan aktivitas neurotransmitter.

Dokter kemudian melakukan pemeriksaan neurofisiologi elektromyografi dan pemeriksaan khusus antikolinesterase, serta pemeriksaan neurologi lain untuk mengetahui apakah kelumpuhan tersebut akibat gangguan di sistem saraf pusat atau di sistem saraf tepi

Kata Kunci:

- Neurotransmitter
- Transduksi signal
- Elektromyografi
- Sistem Saraf Pusat
- Sistem Saraf Tepi

Capaian pembelajaran:

1. Mahasiswa mampu mengaplikasikan tentang anatomi dan histologi sistem saraf.
2. Mahasiswa mampu mengaplikasikan tentang fisiologi sistem saraf, neurotransmitter, serta kelainan pada sistem saraf.
3. Mahasiswa mampu mengaplikasikan pengetahuan tentang transduksi sinyal.
4. Mahasiswa mampu mengidentifikasi kelainan yang terjadi pada kasus.
5. Mahasiswa mampu menjelaskan isi ayat AlQuran/hadist yang berkaitan dengan sistem saraf

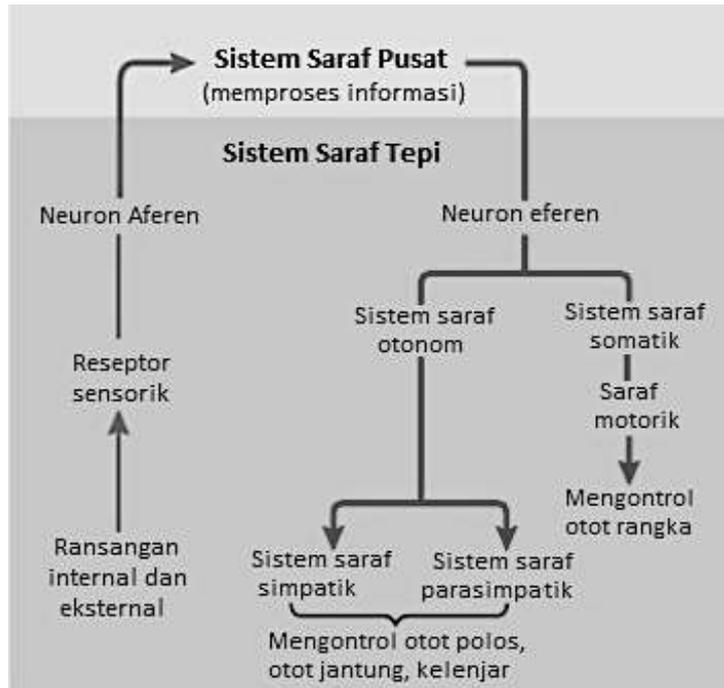
1. Mahasiswa mampu mengaplikasikan tentang anatomi dan histologi sistem saraf

Sistem saraf dapat dibagi menjadi sistem saraf pusat dan sistem saraf perifer (sistem saraf tepi).

1. Sistem saraf pusat terdiri dari otak yang dilindungi oleh os cranium (tulang tengkorak kepala), dan sumsum tulang belakang (medulla spinalis) yang berada di sepanjang canalis vertebralis (kanal tulang belakang).
2. Sistem saraf perifer meliputi seluruh jaringan saraf lain di luar sistem saraf pusat. Sistem saraf perifer terdiri dari:
 - (1) nervus craniales (saraf kranial) yang menghubungkan otak dengan reseptor dan efektor,
 - (2) nervus spinales (saraf spinal) yang menghubungkan medulla spinalis dengan reseptor dan efektor.

Sistem saraf perifer secara fungsional terbagi menjadi saraf aferen dan saraf eferen.

- a. Saraf aferen (sensorik) mengirimkan/mentransmisi informasi dari reseptor sensorik ke sistem saraf pusat.
- b. Saraf eferen (motorik) mengirimkan/mentransmisi informasi dari sistem saraf pusat ke efektor (misal: otot dan kelenjar). Saraf eferen memiliki dua sub divisi, yaitu:
 - i. divisi somatik (volunter) yang berkaitan dengan pembentukan respons motorik volunter pada otot rangka, dan
 - ii. divisi otonom (involunter) mengendalikan seluruh respon involunter pada otot polos, otot jantung dan kelenjar. Divisi otonom mentransmisi impuls saraf melalui dua jalur, yaitu:
 - (1) saraf simpatis yang berasal dari area thoracal dan lumbal pada medulla spinalis, dan
 - (2) saraf parasimpatis yang berasal dari area otak dan area sacral pada medulla spinalis.



Gambar 1. Organisasi Sistem Saraf

2.a. Mahasiswa mampu memahami dan mengidentifikasi histologi sistem saraf

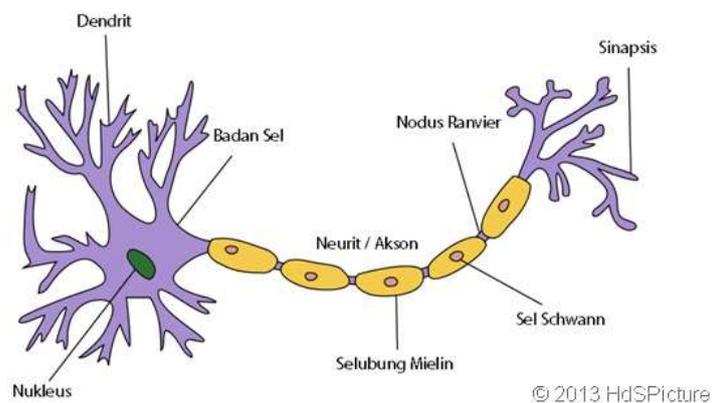
Sel-sel yang menyusun sistem saraf dapat dibedakan menjadi dua, yaitu (1) neuron, dan (2) neuroglia. Neuron berperan sebagai unit terkecil pelaksanaan kerja sistem saraf. Neuroglia berperan memberikan nutrisi dan bahan-bahan lain untuk menunjang kehidupan neuron.

1. Neuron

Neuron merupakan unit fungsional sistem saraf yang terdiri dari:

- a. *Badan sel atau perikarion*. Perikarion merupakan bagian dari neuron yang mengendalikan metabolisme keseluruhan neuron. Bagian ini tersusun dari:
 - Satu nukleus tunggal, nukleolus, dan organela lain seperti kompleks golgi dan mitochondria. Nukleus tidak memiliki sentriol dan tidak dapat bereplikasi.
 - Badan nissi, terdiri dari reticulum endoplasmicum kasar dan ribosoma yang berperan dalam sintesis protein.
 - Neurofibril, yaitu neurofilamen dan neurotubulus.
 - Dendrit adalah perpanjangan sitoplasma yang biasanya berganda dan pendek serta berfungsi untuk menghantar impuls ke sel tubuh

- b. *Dendrit*. Dendrit adalah perpanjangan sitoplasma yang biasanya berganda dan pendek. Dendrit berfungsi menghantarkan impuls ke sel tubuh.
- c. *Akson / Neurit*. Akson adalah suatu processus tunggal (serabut saraf tunggal) yang lebih tipis dan lebih panjang dari dendrit. Bagian ini menghantarkan impuls menjauhi badan sel ke neuron lain, ke sel lain (sel otot atau kelenjar), atau ke badan sel neuron yang menjadi asal akson.
- d. *Selubung Mielin* adalah sebuah selaput yang banyak mengandung lemak yang berfungsi untuk melindungi akson dari kerusakan. Selubung mielin bersegmen-segmen. Lekukan di antara dua segmen disebut nodus ranvier.
- e. *Sel Schwann* adalah jaringan yang membantu menyediakan makanan untuk neurit (akson) dan membantu regenerasi neurit (akson).
- f. *Nodus ranvier* berfungsi untuk mempercepat transmisi impuls saraf. Adanya nodus ranvier tersebut memungkinkan saraf meloncat dari satu nodus ke nodus yang lain, sehingga impuls lebih cepat sampai pada tujuan.
- g. *Sinapsis* adalah pertemuan antara ujung neurit (akson) di sel saraf satu dan ujung dendrit di sel saraf lainnya. Pada setiap sinapsis terdapat celah sinapsis. Pada bagian ujung akson terdapat kantong yang disebut bulbus akson. Kantong tersebut berisi zat kimia yang disebut neurotransmitter. Neurotransmitter dapat berupa asetilkolin dan kolinesterase yang berfungsi dalam penyampaian impuls saraf pada sinapsis.



Gambar 2. Sel Saraf

Neuron secara fungsional diklasifikasikan berdasarkan arah transmisi impulsnya, menjadi:

- 1) neuron sensorik (aferen) yang menghantarkan impuls listrik dari reseptor pada kulit, organ indera, atau suatu organ internal ke sistem saraf pusat,
- 2) neuron motorik (eferen) yang menghantarkan impuls dari sistem saraf pusat ke efektor, dan
- 3) interneuron yang ditemukan seluruhnya dalam sistem saraf pusat. Interneuron menghubungkan neuron sensorik dan motorik, atau menyampaikan informasi ke interneuron lain.

Neuron secara struktural diklasifikasikan berdasarkan jumlah processus-nya (jumlah serabut saraf-nya), menjadi:

- 1) neuron unipolar yang memiliki satu akson dan dua dendrit atau lebih. Sebagian besar neuron motorik yang ditemukan dalam otak dan medulla spinalis termasuk dalam golongan ini.
- 2) neuron bipolar yang memiliki satu akson dan satu dendrit. Neuron ini ditemukan pada organ indera, seperti mata, telinga, dan hidung.
- 3) neuron unipolar yang terlihat seperti hanya memiliki sebuah processus (serabut saraf) tunggal, tetapi sebenarnya bipolar.

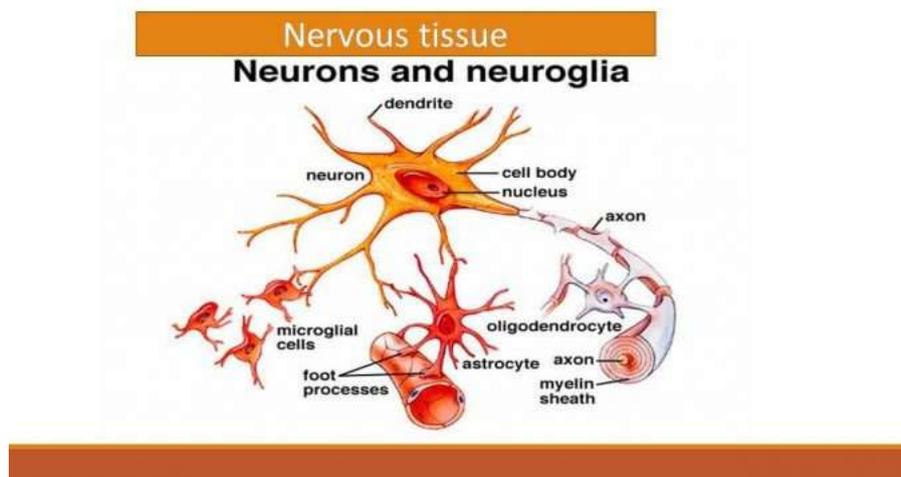
Beberapa kelompok neuron yang dikenal dalam sistem saraf adalah sebagai berikut:

- 1) Nukleus yang merupakan kumpulan badan sel neuron yang terletak di dalam sistem saraf pusat.
- 2) Ganglion yang merupakan kumpulan badan sel neuron yang terletak di dalam sistem saraf perifer.
- 3) Nervus atau saraf yang merupakan kumpulan processus sel saraf (serabut saraf) yang terletak di luar sistem saraf pusat.
- 4) Saraf gabungan. Sebagian besar saraf perifer adalah saraf gabungan. Saraf ini mengandung serabut aferen dan serabut eferen, baik yang termielinisasi (memiliki selubung saraf) maupun yang tidak termielinisasi (tidak memiliki selubung saraf).
- 5) Traktus yang merupakan kumpulan serabut saraf dalam otak atau medulla spinalis yang memiliki origo dan tujuan yang sama.
- 6) Comissura yang merupakan pita serabut saraf yang menghubungkan sisi-sisi yang berlawanan pada otak atau medulla spinalis.

2. Neuroglia

Neuroglia sering disebut disebut glia. Neuroglia adalah sel penunjang tambahan (sel penyokong) pada sistem saraf pusat yang berfungsi sebagai jaringan ikat. Neuroglia terdiri atas:

- a. *Astrosit*. Sel berbentuk bintang yang memiliki sejumlah processus panjang. Sebagian besar astrosit melekat pada dinding kapilar darah melalui pedikel atau "kaki vaskular".
- b. *Oligodendrosit*. Sel ini menyerupai astrosit, tetapi badan selnya lebih kecil dan jumlah processus-nya lebih sedikit serta lebih pendek.
- c. *Mikroglia*. Sel ini ditemukan dekat neuron dan pembuluh darah. Sel ini diduga memiliki peran fagositik.
- d. *Sel ependimal*. Sel ini membentuk membran epitelial yang melapisi rongga serebral (rongga otak) dan rongga medulla spinalis (rongga sumsum tulang belakang).



Gambar 3. Neuroglia

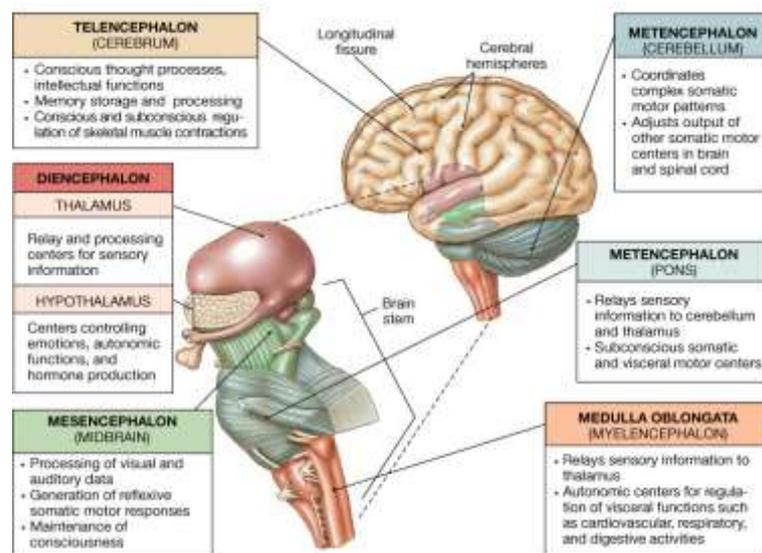
2.b. Mahasiswa mampu memahami dan mengidentifikasi anatomi sistem saraf

Sistem saraf pusat terdiri dari: (1) otak yang dilindungi oleh os cranium (tulang tengkorak kepala), dan (2) sumsum tulang belakang (medulla spinalis) yang berada di sepanjang canalis vertebralis (kanal tulang belakang).

1. Otak

Otak manusia dalam perkembangannya terbagi menjadi proensefalon (otak depan), mesensefalon (otak tengah), dan rombensefalon (otak belakang).

- a. Otak depan (proensefalon) terbagi menjadi dua subdivisi, yaitu: telensefalon dan diensefalon. Telensefalon merupakan awal hemisfer serebri, ganglia basalis, dan corpus striatum (substansi grisea pada serebrum). Diensefalon terdiri atas thalamus, hipotalamus, dan epitalamus.
- b. Otak tengah (mesensefalon)
- c. Otak belakang (rombensefalon) terbagi menjadi dua subdivisi, yaitu: metensefalon dan mielensefalon. Metensefalon berkembang menjadi batang otak (pons) dan serebelum. Mielensefalon berkembang menjadi medulla oblongata. Rongga pada tabung saraf tidak berubah dan berkembang menjadi ventrikel otak dan canalis sentralis medulla spinalis.

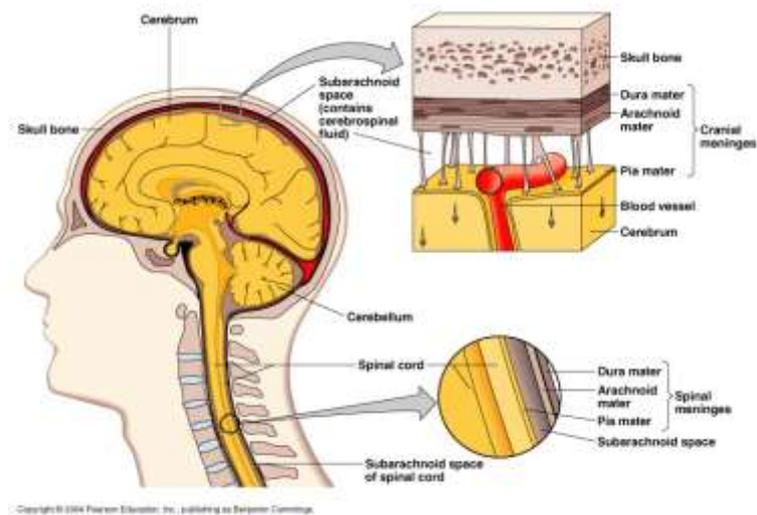


Gambar 4. Pembagian Otak Berdasarkan Tahapan Perkembangan

Otak dilindungi oleh rangka tulang tengkorak (os cranium) di bagian luar dan tiga lapis jaringan ikat di bagian dalam. Tiga lapis jaringan ikat ini disebut sebagai meninges, yang terdiri dari piamater, lapisan araknoid, dan duramater.

- a. Piamater adalah lapisan terdalam yang halus dan tipis. Lapisan ini melekat erat pada otak.
- b. Lapisan araknoid terletak di bagian eksternal piamater dan mengandung sedikit pembuluh darah. Rongga araknoid memisahkan lapisan araknoid dari piamater. Rongga ini mengandung cairan cerebrospinalis, pembuluh darah dan jaringan penghubung, serta selaput yang mempertahankan posisi araknoid terhadap piamater di bawahnya.
- c. Duramater adalah lapisan terluar yang tebal dan terdiri dari dua lapisan. Lapisan ini terus bersambungan namun terputus pada beberapa sisi spesifik. Lapisan periosteal-luar pada duramater melekat di permukaan

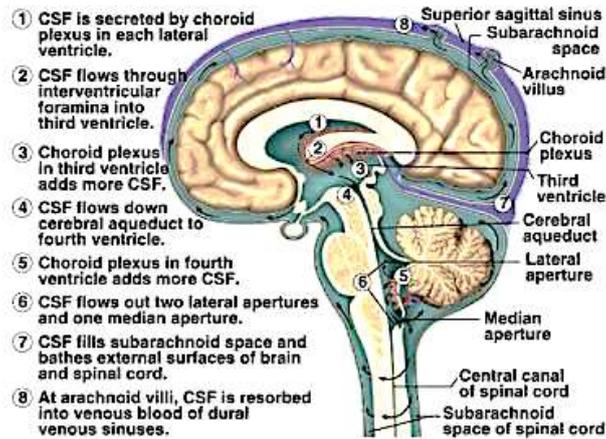
dalam os kranium dan berperan sebagai periosteum-dalam pada tulang tengkorak. Lapisan meningeal-dalam pada duramater tertanam sampai ke dalam fissura otak dan terlipat kembali untuk membentuk falks serebrum, falks serebelum, tentorium serebelum dan sela diafragma. Ruang subdural memisahkan duramater dari araknoid pada regio cranial dan medulla spinalis. Ruang epidural adalah ruang potensial antara periosteum luar dan lapisan meningeal-dalam pada duramater di regio medulla spinalis.



Gambar 5. Lapisan Meninges

Cairan otak (cairan serebrospinalis) mengelilingi ruang sub-araknoid di sekitar otak dan medulla spinalis. Cairan ini juga mengisi ventrikel dalam otak. Cairan cerebrospinalis menyerupai plasma darah dan cairan interstisial, tetapi tidak mengandung protein. Cairan serebrospinalis dihasilkan oleh pleksus koroid dan di-sekresi oleh sel-sel endodimal yang mengitari pembuluh darah serebral dan melapisi kanal sentral medulla spinalis. Fungsi cairan cerebrospinalis adalah sebagai bantalan untuk otak dan medulla spinalis, dan juga berperan sebagai media pertukaran nutrien dan zat buangan antara darah dan otak serta medulla spinalis.

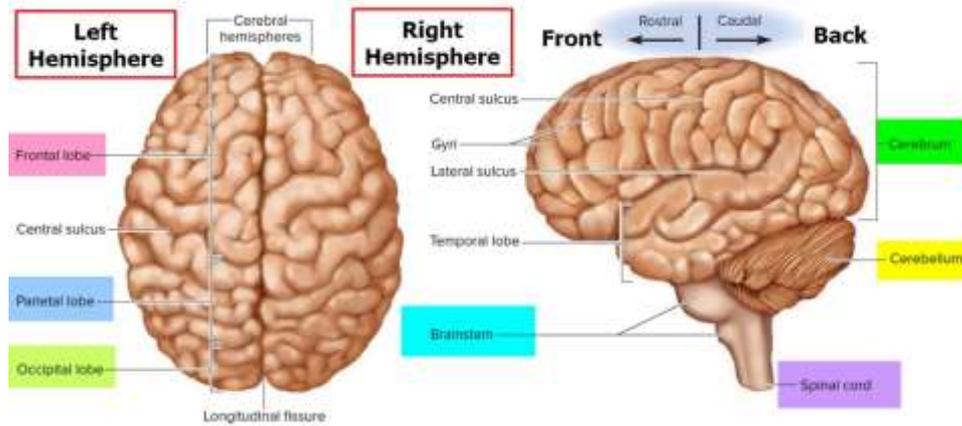
Flow of Cerebrospinal Fluid



Gambar 6. Cairan Serebrospinalis

Otak besar (serebrum) tersusun oleh dua hemisfer serebri (kiri dan kanan) yang membentuk bagian terbesar otak. Cortex serebri terdiri dari enam lapisan sel dan serabut saraf. Permukaan hemisfer serebri memiliki semacam konvolusi yang disebut girus. Rongga otak (ventrikel) terletak di dalam hemisfer serebri. Corpus callosum yang terdiri dari serabut termieliniasi, menyatukan kedua hemisfer. Setiap hemisfer dibagi oleh fissura dan sulcus menjadi empat lobus, yaitu lobus frontal, parietal, oksipital, dan temporal.

- a. Fissura longitudinalis membagi serebrum menjadi hemisfer kiri dan kanan
- b. Fissura transversalis memisahkan hemisfer serebral dari serebelum
- c. Sulcus centralis / fissura rolando memisahkan lobus frontal dari lobus parietal.
- d. Sulcus lateralis / fissura Sylvius memisahkan lobus frontal dan temporal.
- e. Sulcus parieto-oksipitalis memisahkan lobus parietal dan oksipital.

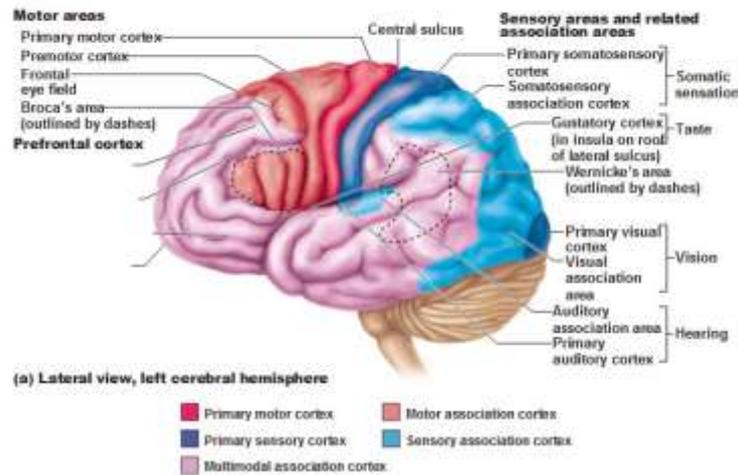


Gambar 7. Hemisfer serebri

Cortex serebri memiliki beberapa area fungsional. Area-area tersebut adalah:

- a. Area motorik primer. Area ini terdapat dalam girus presentral. Neuron di area ini mengendalikan kontraksi volunter otot rangka, aktivitas motorik yang terlatih dan berulang. Area premotorik korteks terletak tepat di sisi anterior girus presentral. Area broca yang merupakan pusat motorik bahasa terletak di sisi anterior tepi bawah area premotorik.
- b. Area sensorik. Area ini terdiri dari area sensorik primer, area visual primer, area auditori primer, area olfaktori primer, dan area gustatori primer.
- c. Area asosiasi traktus serebral. Area ini terdiri dari area asosiasi frontal, area asosiasi somatik, area asosiasi visual, dan area wernicke yang merupakan pusat sensorik bahasa.
- d. Ganglia basalis. Area ini merupakan kepulauan substansia grisea (substansi abu-abu) yang terletak jauh di dalam substansia alba (substansi putih) pada serebrum.

Functional Areas of the Cerebral Cortex



Gambar 8. Area Fungsional Corteks Serebri

Salah satu struktur penting otak depan adalah Diensefalon. Diensefalon terletak di antara serebrum dan otak tengah. lokasinya tersembunyi dibalik hemisfer serebri, kecuali pada sisi basal. Diensefalon terdiri dari thalamus, hipotalamus, dan epitalamus.

- a. Talamus terdiri dari dua massa oval substansi abu-abu yang sebagian tertutup substansi putih. Masing-masing massa menonjol ke luar untuk membentuk sisi dinding ventrikel ketiga.
- b. Hipotalamus terletak di dinding inferior thalamus, dan membentuk dasar serta bagian bawah sisi dinding ventrikel ketiga. Hipotalamus berperan penting dalam pengendalian aktivitas sistem saraf otonom yang melakukan fungsi vegetatif penting untuk kehidupan, seperti pengaturan frekuensi jantung, tekanan darah, suhu tubuh, keseimbangan air, selera makan, saluran pencernaan dan aktivitas seksual. Hipotalamus juga berperan sebagai pusat otak untuk emosi seperti kesenangan, nyeri, kegembiraan dan kemarahan. Hipotalamus memproduksi hormon yang mengatur pelepasan atau inhibisi hormon kelenjar hipofise yang mempengaruhi keseluruhan sistem endokrin.
- c. Epitalamus membentuk langit-langit tipis ventrikel ketiga. Epitalamus memiliki suatu bangunan berukuran kecil yang menjulur dari ujung posterior epitalamus, yang disebut sebagai badan pineal. Badan pineal diduga memiliki fungsi endokrin.

Otak mempunyai sistem limbik. Sistem limbik terdiri dari sekelompok struktur dalam serebrum dan diensefalon yang terlibat dalam aktivitas emosional, terutama aktivitas perilaku spontan. Gyrus cingulum, gyrus hipokampus, dan lobus piriformis merupakan bagian sistem limbik yang

berada di dalam korteks serebri.

Otak memiliki bagian pendek terkontriksi yang menghubungkan pons dan serebelum dengan serebrum yang disebut sebagai otak tengah. Otak tengah berfungsi sebagai jalur penghantar dan pusat refleksi. Otak tengah, pons dan medulla oblongata disebut sebagai batang otak. Hampir semuanya terdiri dari substansi putih.

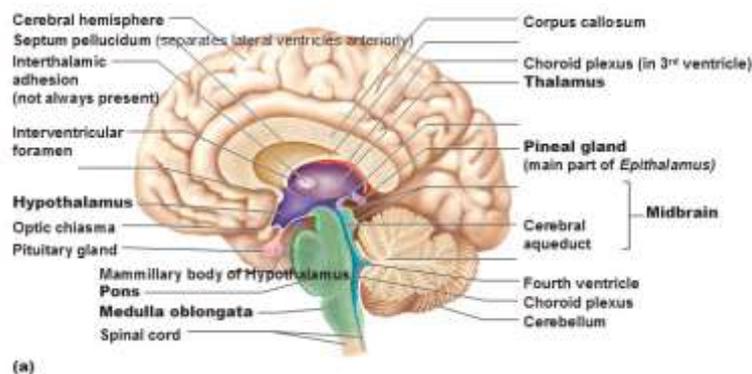
Pons menghubungkan medulla spinalis dengan berbagai bagian di otak melalui pedunkulus serebral. Pons merupakan pusat pengatur respirasi yang mencakup frekuensi pernafasan dan kedalaman pernapasan. Pons merupakan tempat nukleus saraf cranial V, VI dan VII. Pons juga menerima informasi dari saraf cranial VIII.

Otak kecil (serebelum) terletak di sisi inferior pons. Serebellum terdiri dari bagian sentral terkontriksi (vermis) dan dua massa lateral (hemisfer serebelar). Serebelum bertanggung jawab mengkoordinasikan dan mengendalikan ketepatan gerakan otot dengan baik. Bagian ini memastikan gerakan yang dicetuskan di suatu tempat di sistem saraf pusat berlangsung dengan halus, terkordinasi, dan tidak mendadak. Serebelum juga berfungsi untuk mempertahankan postur.

Struktur yang terletak di bagian bawah pons disebut sebagai medulla oblongata. Panjangnya sekitar 2,5 cm dan menjulur dari pons sampai medulla spinalis. Bagian ini berakhir pada area foramen magnum tengkorak. Medulla oblongata berperan dalam pengendalian frekuensi jantung, tekanan darah, pernapasan, batuk, menelan dan muntah. Medulla oblongata merupakan tempat nukleus saraf cranial IX, X, XI dan XII.

Medulla oblongata, pons, dan otak tengah mengandung serabut saraf dan badan sel yang membentuk formatio reticularis (formasi retikular). Formatio reticularis merupakan sistem aktivasi reticular yang tersusun atas jaring-jaring serabut saraf dan badan sel. Sistem ini penting untuk memicu dan mempertahankan kewaspadaan serta kesadaran.

The Diencephalon (and Brainstem)



Gambar 9. Diensefalon dan Batang Otak

2. Medulla Spinalis

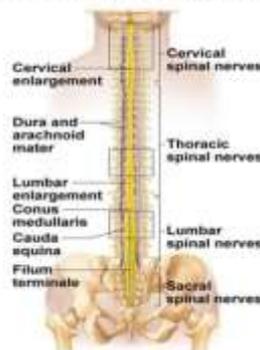
Medulla spinalis mengendalikan berbagai aktivitas refleks dalam tubuh. Bagian ini mentransmisi impuls ke dan dari otak melalui traktus asenden dan desenden.

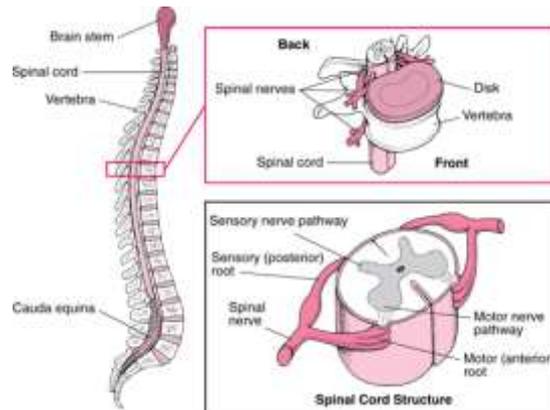
Medulla spinalis berbentuk silinder berongga dan agak pipih. Diameter medulla spinalis bervariasi, biasanya sekitar ukuran jari kelingking. Panjang rata-rata 42 cm. Terdapat dua bagian yang membesar pada struktur medulla spinalis, yaitu di daerah lumbal dan servikal. Struktur ini menandai sisi keluar serabut saraf spinal besar yang mensuplai lengan dan tungkai. Tiga puluh satu pasang serabut saraf spinal keluar dari area urutan korda melalui foramina intervertebral.

Medulla spinalis terdiri dari sebuah inti substansi abu-abu yang diselubungi substansi putih. Kanal sentral (canalis centralis) berukuran kecil dikelilingi oleh substansi abu-abu bentuknya seperti huruf H. Garis atas dan bawah huruf H disebut tanduk atau cornu. Cornu mengandung badan sel, dendrite asosiasi dan neuron eferen, serta akson tidak termieliniasi. Cornu dorsalis merupakan garis vertikal atas huruf H. Cornu ventral adalah garis vertikal bawah huruf H. Cornu lateral adalah protrusi di antara cornu dorsalis dan ventralis pada area thoracal dan lumbal. Comissura abu-abu menghubungkan substansi abu-abu di sisi kiri dan kanan medulla spinalis. Setiap saraf spinal memiliki satu radiks dorsal dan satu radiks ventral.

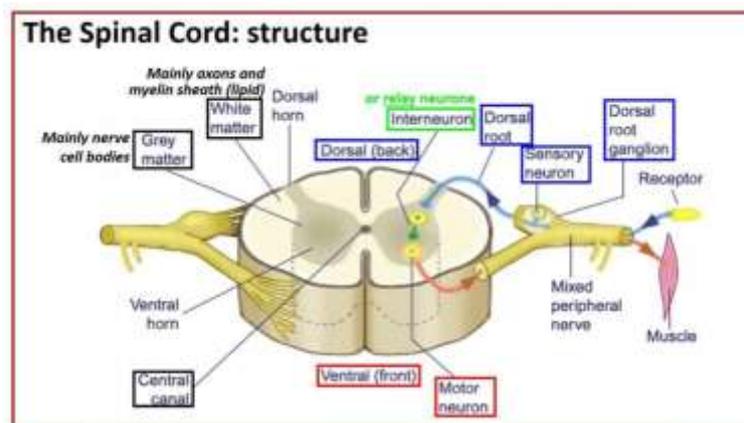
Substansi putih chorda yang terdiri dari akson termieliniasi, dibagi menjadi funikulus anterior, posterior dan lateral. Funikulus mengandung fasikulus atau traktus. Traktus diberi nama sesuai dengan lokasi, asal dan tujuannya.

Gross Structure of Spinal Cord





Gambar 10. Medulla Spinalis (1)



Gambar 11. Medulla Spinalis (2)

SISTEM SARAF PERIFER (SISTEM SARAF TEPI)

Sistem saraf tepi ini terdiri dari jaringan saraf yang berada di bagian luar otak dan medulla spinalis. Sistem ini mencakup serabut saraf cranial yang keluar dari otak, serabut saraf spinal yang keluar dari medulla spinalis, serta ganglia dan reseptor sensorik yang berhubungan.

1. Saraf Cranial

Saraf cranial atau nervus cranial terdiri atas dua belas pasang saraf. Saraf cranial keluar dari berbagai bagian otak dan batang otak. Beberapa saraf cranial hanya tersusun dari serabut sensorik, tetapi sebagian besar tersusun dari serabut sensorik dan serabut motorik.

a. Saraf Olfactorius (saraf cranial I)

Saraf ini merupakan saraf sensorik, yang berasal dari epitelium olfaktori mukosa nasal. Berkas serabut sensorik mengarah ke bulbus olfaktori dan menjalar melalui traktus olfaktori sampai ke ujung lobus temporal (girus olfaktori), tempat persepsi indera penciuman berada.

b. Saraf Optik (saraf cranial II)

Saraf ini merupakan saraf sensorik. Impuls dari batang dan kerucut retina dibawa ke badan sel akson yang membentuk saraf optik. Setiap saraf optik keluar dari bola mata pada bintik buta dan masuk ke rongga cranial melalui foramen opticus. Seluruh serabut memanjang saat traktus opticus, kemudian bersinapsis pada sisi lateral nuclei genikulasi thalamus dan menonjol ke atas sampai ke area visual lobus oksipital untuk persepsi indera penglihatan.

c. Saraf Okulomotorius (saraf cranial III)

Saraf ini merupakan saraf gabungan sensorik dan motorik, tetapi sebagian besar terdiri dari saraf motorik. Neuron motorik berasal dari otak tengah dan membawa impuls ke seluruh otot bola mata (kecuali otot oblik superior dan rektus lateral), ke otot yang membuka kelopak mata dan ke otot polos tertentu pada mata. Serabut sensorik membawa informasi indera otot (kesadaran perioperatif) dari otot mata yang terinervasi ke otak.

d. Saraf Trochlear (saraf cranial IV)

Saraf ini juga merupakan saraf gabungan motorik dan sensorik, tetapi sebagian besar terdiri dari saraf motorik. Saraf ini merupakan saraf terkecil dalam saraf cranial. Neuron motorik berasal dari langit-langit otak tengah dan membawa impuls ke otot oblik superior bola mata. Serabut sensorik dari spindle otot menyampaikan informasi indera otot dari otot oblik superior ke otak.

e. Saraf Trigeminal (saraf cranial V)

Saraf ini merupakan saraf cranial terbesar, merupakan saraf gabungan motorik dan sensorik tetapi sebagian besar terdiri dari saraf sensorik. Bagian ini membentuk saraf sensorik utama pada wajah dan rongga nasal serta rongga oral. Neuron motorik berasal dari pons dan menginervasi otot mastikasi kecuali otot buccinator.

Badan sel neuron sensorik terletak dalam ganglia trigeminal. Serabut ini bercabang ke arah distal menjadi 3 divisi, yaitu:

- Cabang optalmik membawa informasi dari kelopak mata, bola mata, kelenjar air mata, sisi hidung, rongga nasal, kulit dahi dan kepala.
- Cabang maksilar membawa informasi dari kulit wajah, rongga oral (gigi atas, gusi dan bibir), dan palatum.
- Cabang mandibular membawa informasi dari gigi bawah, gusi, bibir, kulit rahang dan area temporal kulit kepala.

f. Saraf Abdusen (saraf cranial VI)

Saraf ini merupakan saraf gabungan motorik dan sensorik, tetapi

sebagian besar terdiri dari saraf motorik. Neuron motorik berasal dari sebuah nukleus pada pons yang menginervasi otot rektus lateral mata. Serabut sensorik membawa pesan proprioseptif dari otot rektus lateral ke pons.

g. Saraf Fasial (saraf cranial VII)

Saraf ini merupakan saraf gabungan motorik dan sensorik. Neuron motorik terletak dalam nukleus pons. Neuron ini menginervasi otot ekspresi wajah, termasuk kelenjar air mata dan kelenjar saliva. Neuron sensorik membawa informasi dari reseptor pengecap pada dua pertiga bagian anterior lidah.

h. Saraf Vestibulokoklearis (saraf cranial VIII)

Saraf ini hanya terdiri dari saraf sensorik. Saraf ini memiliki dua divisi, yaitu: (1) Divisi koklear atau auditori menyampaikan informasi dari reseptor untuk indera pendengaran dalam organ korti telinga-dalam ke nuclei koklear pada medulla, ke kolikuli inferior, ke bagian medial nuclei genikulasi pada thalamus, dan kemudian ke area auditori pada lobus temporal. (2) Divisi vestibular membawa informasi yang berkaitan dengan ekuilibrium (keseimbangan) dan orientasi kepala terhadap ruang yang diterima dari reseptor sensorik pada telinga dalam.

i. Saraf Glossofaringeal (saraf cranial IX)

Saraf ini merupakan saraf gabungan motorik dan sensorik. Neuron motorik berawal dari medulla oblongata dan menginervasi otot untuk bicara dan menelan, serta kelenjar saliva parotid. Neuron sensorik membawa informasi yang berkaitan dengan rasa dari sepertiga bagian posterior lidah dan sensasi umum dari faring dan laring. Neuron ini juga membawa informasi mengenai tekanan darah dari reseptor sensorik dalam pembuluh darah tertentu.

j. Saraf Vagus (saraf cranial X)

Saraf ini merupakan saraf gabungan motorik dan sensorik. Neuron motorik berasal dari dalam medulla oblongata dan menginervasi hampir semua organ toraks dan abdomen. Neuron sensorik membawa informasi dari faring, laring, trakea, esophagus, jantung dan visera abdomen ke medulla oblongata dan pons.

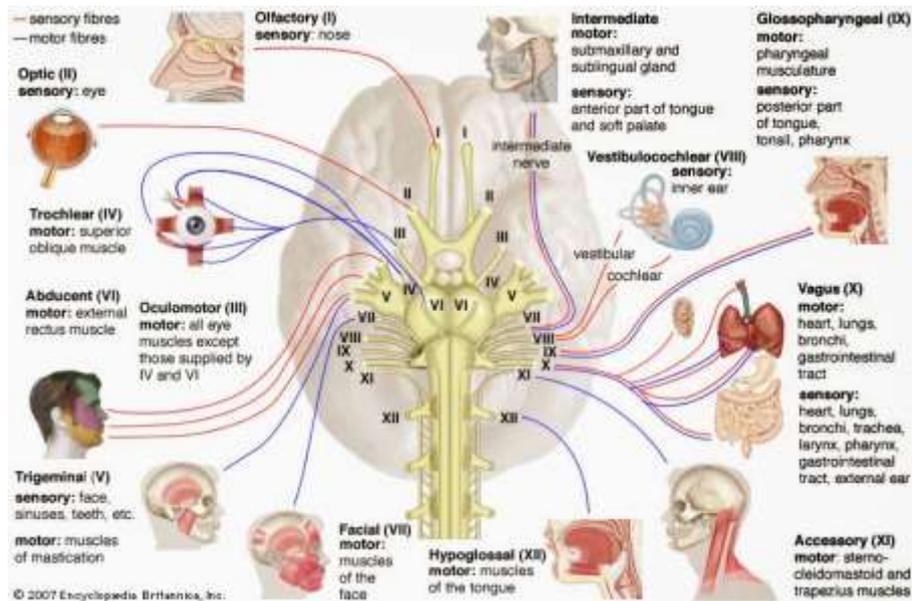
k. Saraf Aksesorius (saraf cranial XI)

Saraf ini merupakan saraf gabungan motorik dan sensorik, tetapi sebagian besar terdiri dari serabut motorik. Neuron motorik berasal dari dua area, yaitu: (1) bagian cranial berawal dari medulla oblongata dan menginervasi otot volunteer faring dan laring, (2) bagian spinal muncul dari medulla spinalis serviks dan menginervasi otot trapezius dan sternokleidomastoideus. Neuron sensorik membawa informasi dari otot yang

sama yang terinervasi oleh saraf motorik, antara lain otot laring, faring, trapezius dan otot sternokleidomastoid.

I. Saraf Hipoglossus (saraf cranial XII)

Saraf ini termasuk saraf gabungan motorik dan sensorik, tetapi sebagian besar terdiri dari saraf motorik. Neuron motorik berawal dari medulla oblongata dan mensuplai otot lidah. Neuron sensorik membawa informasi dari spindel otot di lidah.



Gambar 12. Saraf Cranial

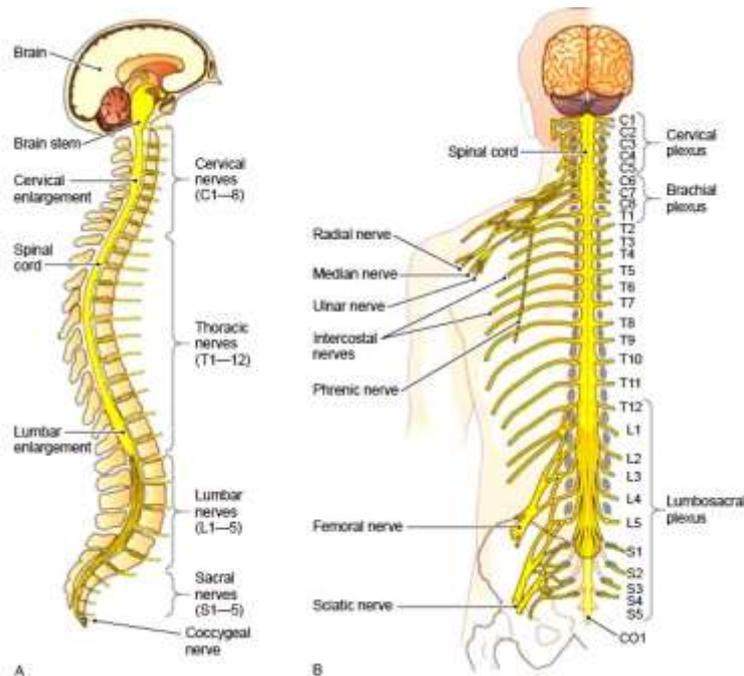
2. Saraf Spinal

Saraf spinal atau nervus spinal terdiri atas tiga puluh satu pasang saraf spinal. Saraf spinal berawal dari korda melalui radiks dorsal (posterior) dan ventral (anterior). Radiks dorsal ganglion bagian distal menggabungkan dua radiks membentuk satu saraf spinal. Semua saraf tersebut adalah saraf gabungan (motorik dan sensorik), membawa informasi ke korda melalui neuron aferen dan meninggalkan korda melalui neuron eferen.

Saraf spinal diberi nama dan angka sesuai dengan regio kolumna vertebra tempat munculnya saraf tersebut. Saraf spinal servikal terdiri atas 8 pasang saraf (C1 – C8), saraf spinal thoracal terdiri atas 12 pasang saraf (T1 – T12), saraf spinal lumbal terdiri atas 5 pasang saraf (L1 – L5), saraf spinal sacral terdiri atas 5 pasang saraf (S1 – S5), dan saraf spinal koksigeal terdiri atas 1 pasang saraf.

Saraf spinal meninggalkan korda melalui foramen intervertebral, kemudian bercabang menjadi empat divisi yaitu: cabang meningeal, ramus dorsal, cabang ventral, dan cabang visceral. Pleksus adalah jaring-jaring

serabut saraf yang terbentuk dari ramus ventral seluruh saraf spinal, kecuali T1 dan T2 yang merupakan awal saraf interkostal.



Gambar 13. Saraf Spinalis

Sistem Saraf Otonom

Sistem saraf otonom merupakan sistem motorik eferen visceral. Sistem ini menginervasi jantung, seluruh otot polos (seperti pada pembuluh darah dan viscera), serta kelenjar-kelenjar. Sistem saraf otonom tidak memiliki input volunter, namun demikian sistem ini dikendalikan oleh sistem saraf pusat pada hipotalamus, medulla oblongata, korteks serebral, serta pusat tambahan pada formasi retikular batang otak.

Serabut aferen sensorik (viscera) menyampaikan sensasi nyeri atau rasa kenyang, dan pesan-pesan yang berkaitan dengan frekuensi jantung, tekanan darah dan pernapasan. Informasi ini dibawa ke sistem saraf pusat menggunakan jalur yang sama dengan jalur serabut saraf motorik visceral pada sistem saraf otonom.

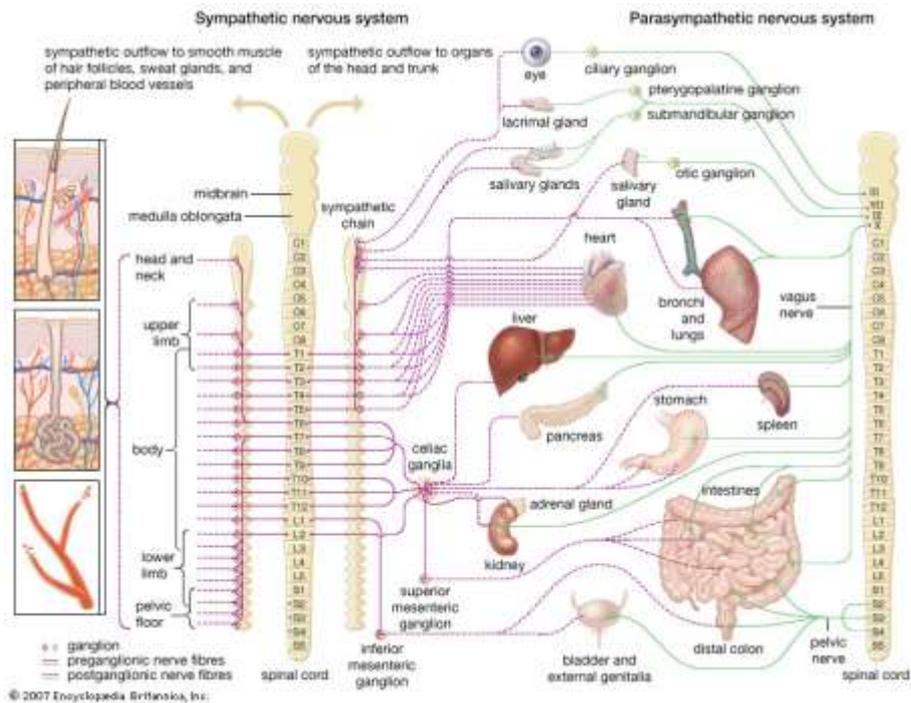
Sistem saraf otonom memiliki 2 divisi yaitu: (1) divisi simpatis, dan (2) divisi parasimpatis. Sebagian besar organ yang diinervasi oleh sistem saraf otonom menerima inervasi ganda dari saraf yang berasal dari kedua divisi. Divisi simpatis dan parasimpatis pada sistem saraf otonom secara anatomis berbeda dan memiliki peran yang saling antagonis.

(1) Divisi Simpatis / Torakolumbal. Divisi simpatis memiliki satu neuron preganglionik pendek dan satu neuron postganglionik panjang. Badan

sel neuron preganglionik terletak pada cornu lateral substansi abu-abu dalam medulla spinalis segmen thoracal dan lumbal bagian atas.

- (2) Divisi Parasimpatis / Craniosakral. Divisi parasimpatis memiliki neuron preganglionik panjang yang menjulur mendekati organ yang terinervasi, dan memiliki serabut postganglionik pendek. Badan sel neuron terletak dalam nuklei batang otak dan keluar melalui nervus cranial (CN) III, VII, IX, X, dan XI. Selain itu juga dalam substansi abu-abu bagian lateral medulla spinalis pada segmen sacral kedua, ketiga, dan keempat dan keluar melalui radiks ventral.

Serabut preganglionik simpatis dan serabut preganglionik parasimpatis melepaskan neurotransmitter asetilkolin, sehingga disebut sebagai serabut kolinergik. Serabut postganglionik simpatis melepaskan neurotransmitter norepinefrin, sehingga disebut sebagai serabut adrenergik. Norepinefrin dan epinefrin juga dilepaskan oleh medulla adrenal.



Gambar 13. Sistem Saraf Otonom

2. Mahasiswa mampu mengaplikasikan tentang fisiologi sistem saraf, neurotransmitter, serta kelainan pada sistem saraf

Tubuh manusia dilengkapi dengan sistem pengatur (sistem regulasi). Sistem regulasi berfungsi untuk mengatur keserasian kerja organ-organ tubuh supaya dapat melaksanakan fungsinya secara terkoordinasi dan tidak saling berbenturan. Sistem regulasi pada manusia dilakukan oleh sistem indra, sistem saraf, dan sistem endokrin.

Sistem indra merupakan penerima rangsang dari luar tubuh. Sistem saraf menanggapi adanya perubahan lingkungan yang merangsangnya. Sistem endokrin mengatur pertumbuhan, keseimbangan internal, reproduksi, serta tingkah laku.

Sistem saraf adalah salah satu bagian dari sistem regulasi dan koordinasi. Sistem saraf merupakan jaringan komunikasi dalam tubuh yang menggunakan impuls listrik secara cepat. Sistem saraf mempunyai tiga fungsi utama, yaitu: (1) menerima informasi dalam bentuk rangsangan atau stimulus dari semua bagian tubuh, (2) memproses informasi yang diterima, dan (3) memberi tanggapan (respon) terhadap rangsangan.

Sistem saraf menerima sensasi atau stimulus melalui reseptor (misal: organ indera) yang terletak di luar tubuh (reseptor somatik) maupun di dalam tubuh (reseptor visceral). Reseptor mengubah stimulus menjadi impuls listrik yang menjalar di sepanjang saraf sampai ke sistem saraf pusat. Sistem saraf pusat yang terdiri dari otak dan medulla spinalis akan menginterpretasikan dan mengintegrasikan stimulus tersebut untuk memberikan respon. Otot dan kelenjar tubuh yang berfungsi sebagai efektor akan memberikan respon berdasarkan informasi dari otak dan medulla spinalis.

NEUROTRANSMITTER

Neurotransmitter sering disebut sebagai kurir kimia tubuh. Mereka adalah molekul yang digunakan oleh sistem saraf untuk mengirim pesan antar neuron, atau dari neuron ke otot.

Komunikasi antara dua neuron terjadi di celah sinaptik (celah kecil antara sinapsis neuron). Di sini, sinyal-sinyal listrik yang telah melakukan perjalanan sepanjang akson secara singkat diubah menjadi yang kimia melalui pelepasan neurotransmitter, menyebabkan respon spesifik dalam neuron penerima.

Neurotransmitter mempengaruhi neuron dengan salah satu dari tiga cara: rangsang, penghambatan atau modulasi.

Pemancar rangsang meningkatkan pembentukan sinyal listrik yang disebut potensial aksi di neuron penerima, sementara penghambat menghambat mencegahnya. Apakah neurotransmitter bersifat rangsang atau penghambatan tergantung pada reseptor yang mengikatnya.

Neuromodulator sedikit berbeda, karena mereka tidak terbatas pada celah sinaptik antara dua neuron, sehingga dapat mempengaruhi sejumlah besar neuron sekaligus. Oleh karena itu neuromodulator mengatur populasi neuron, sementara juga beroperasi melalui waktu yang lebih lambat daripada pemancaran rangsang dan penghambatan.

Sebagian besar neurotransmitter adalah molekul amina kecil, asam amino, atau neuropeptida. Ada sekitar selusin neurotransmitter molekul kecil dan lebih dari 100 neuropeptida yang berbeda, dan ahli saraf masih menemukan lebih banyak tentang pembawa pesan kimiawi ini. Zat kimia ini dan interaksinya terlibat dalam fungsi sistem saraf yang tak terhitung jumlahnya serta mengendalikan fungsi tubuh.

Neurotransmitter adalah molekul kecil yang dibebaskan oleh neuron presinaptik ke celah sinaptik dan menyebabkan perubahan potensial membran postsynaptic. Perubahan ini dapat berupa depolarisasi langsung atau hiperpolarisasi, atau aktivasi utusan kedua yang pada akhirnya menyebabkan perubahan dalam laju pembakaran. Ada molekul lain yang bekerja pada neuron dan mengubah karakteristik tembakannya, tetapi bertindak dari kejauhan dan tidak terlibat dalam transmisi sinaptik, dan ini disebut neuromodulator. Molekul yang sama dapat bertindak sebagai neurotransmitter atau neuromodulator, tergantung apakah tindakannya sinapsis atau jarak jauh.

Neurotransmitter bertindak pada reseptor, yang merupakan protein transmembran yang memiliki situs ekstraseluler yang mengikat neurotransmitter dan mengalami beberapa perubahan konformasi. Jika reseptor terjadi sebagai saluran ion, dikatakan sebagai reseptor langsung, dan mengikat neurotransmitter akan menyebabkannya terbuka atau menutup. Ada tipe kedua dari reseptor yang digabungkan ke kaskade messenger intraseluler kedua, tetapi akhirnya beberapa bagian dari kaskade akan mempengaruhi saluran ion, dan dengan demikian potensi membrannya.

Neurotransmitter disintesis dalam sel tubuh dan diangkut ke tombol sinaptik terminal akson di mana mereka dienkapsulasi menjadi vesikula dan tetap dekat dengan wilayah sinaptik tombol. Ketika potensial aksi terjadi, masuknya ion kalsium menginduksi vesikel untuk menyatu dengan membran presinaptik dan isinya dituangkan ke celah sinaptik.

Cara Kerja Neurotransmitter

1. Neurotransmitter disintesis di precursor dengan katalis enzim
2. Neurotransmitter disimpan di vesikel dalam neuron presinaps
3. Karena adanya potensial aksi, saluran Ca terbuka. Sehingga Ca masuk ke dalam sinaps
4. Adanya potensial aksi menyebabkan vesikel berikatan dengan presinaps dan melepaskan neurotransmitter

5. Neurotransmitter yang dilepaskan akan berikatan dengan autoreseptor dan menghambat pelepasan neurotransmitter lainnya
6. Neurotransmitter yang dilepaskan berikatan dengan reseptor pada post sinaps.
7. Neurotransmitter yang dilepaskan di de-aktivasi, baik oleh uptake maupun degradasi enzimatik

Neurotransmitter merupakan senyawa kimia pembawa pesan yang meneruskan informasi elektrik dari sebuah neuron ke neuron lain atau sel efektor. Sifat neurotransmitter adalah sebagai berikut:

1. Disintesis di neuron presinaps
2. Disimpan di vesikel dalam neuron presinaps
3. Dilepaskan dari neuron di bawah kondisi fisiologis
4. Segera dipindahkan dari sinaps melalui uptake atau degradasi
5. Berikatan dengan reseptor menghasilkan respon biologis

Jenis Neurotransmitter

Setiap neurotransmitter memiliki jalur biosintetik tertentu, tetapi dapat dibagi menjadi tiga kelas utama, karena mereka berbagi beberapa jalur enzim atau metabolisme. Kelas pertama terdiri dari acetylcholine sendiri, kelas kedua adalah amina biogenik, yaitu molekul yang dibentuk oleh asam amino kehilangan gugus hidroksil atau karboksil. Kelas ketiga terdiri dari asam amino. Ada juga rantai reaksi enzimatik spesifik yang menguraikan pemancar, baik untuk penghancuran atau untuk didaur ulang. Ini penting karena sinyal sinaptik tidak menundukkan sampai pemancar dihapus dari celah sinaptik. Pemancar dapat terdegradasi di celah, atau diserap oleh neuron postsynaptic atau sel glial dan yang terdekomposisi.

Neurotransmitter dapat bertindak sebagai sinyal penghambatan atau rangsang ke sel postsinaptik, dengan hyperpolarizing atau depolarisasi membrannya, meskipun molekul yang sama dapat berfungsi sebagai inhibitor atau excitator. Ini terjadi karena ada sejumlah kecil neurotransmitter tetapi berbagai reseptor mereka pada berbagai jenis sel. Asetilkolin, misalnya dapat bertindak sebagai eksitator ketika ia berikatan dengan satu jenis reseptor, dan sebagai inhibitor ketika terikat pada jenis lain, bahkan jika kedua jenis reseptor ada dalam sel yang sama. Berikut ini adalah daftar beberapa neurotransmitter yang telah diketahui dan diteliti dengan baik, meskipun beberapa yang lain telah diajukan, bersama dengan peptida bioaktif, seperti substansi P dan neuropeptida Y.

Neurotransmitter: (enzymes):	Function:	Synthesis by
Acetylcholine acetyltransferase	mostly excitatory	Choline
Bioactive amines:		
Dopamine hydroxylase	exitatory and inhibitory	Tyrosine
Epinephrine	exitatory	Tyrosine hydroxylase Dopamine-b-hydroxylase
Norepinephrine	exitatory	Tyrosine hydroxylase Dopamine-b-hydroxylase
Serotonin	exitatory	Tryptophan hydroxylase
Amino acids:		
Glutamate	exitatory	Metabolic amino acid
Glycine	mostly inhibitory	Metabolic amino acid
g-Aminobutiric acid (GABA) descarboxilase	inhibitor	Glutamate

Neurotransmitter	Function	Effect of Deficit	Effect of Surplus
Acetocholine (Ach)	Excitatory: Released by motor neurons. Stimulates muscle contraction; involved in attention, memory, learning and general intellectual functioning	Alzheimer's Disease	Severe Muscle Spasms
Dopamine (DA)	Inhibitory: pleasurable sensations involved in voluntary movement, attention, and learning	Parkinson's Disease	Schizophrenia Drug Addiction
Serotonin	Inhibitory: moods and emotional states, hunger regulation of sleep and wakefulness (arousal)	Depression, mood disorders	Autism
Norepinephrine (NE)	Excitatory: Used for arousal in the flight/fight response, modulation of mood, plays a role in learning and memory retrieval	Mental disorders, especially depression	Anxiety
GABA (gamma-aminobutyric acid)	Inhibitory: helps to offset excitatory messages and regulate daily sleep-wake cycles	Anxiety, seizures, tremors, and insomnia	Sleep and eating disorders
Endorphins	Inhibitory: involved in pain perception and positive emotions. Similar to opiate family of drugs.	Body experiences pain	Body may not give adequate warning about pain. Artificial highs
Glutamate	Excitatory: Used in memory, learning, movement. Helps messages cross the synapse more efficiently		Too much ghtamate (and too little GABA) associated with epileptic seizures

Neurotransmitter pertama yang ditemukan adalah molekul kecil yang disebut asetilkolin. Ini memainkan peran utama dalam sistem saraf perifer, di mana ia dilepaskan oleh neuron motorik dan neuron dari sistem saraf otonom. Ini juga memainkan peran penting dalam sistem saraf pusat

dalam menjaga fungsi kognitif. Kerusakan neuron kolinergik dari CNS dikaitkan dengan penyakit Alzheimer.

Glutamat adalah pemancar rangsang utama dalam sistem saraf pusat. Sebaliknya, pemancar inhibitor utama adalah turunannya γ -aminobutyric acid (GABA), sementara neurotransmitter penghambat lainnya adalah asam amino yang disebut glisin, yang terutama ditemukan di sumsum tulang belakang.

Banyak neuromodulator, seperti dopamine, adalah monoamina. Ada beberapa jalur dopamin di otak, dan neurotransmitter ini terlibat dalam banyak fungsi, termasuk kontrol motorik, penghargaan dan penguatan, dan motivasi.

Noradrenalin (atau norepinefrin) adalah monoamina lain, dan merupakan neurotransmitter utama dalam sistem saraf simpatis di mana ia bekerja pada aktivitas berbagai organ dalam tubuh untuk mengontrol tekanan darah, detak jantung, fungsi hati dan banyak fungsi lainnya.

Neuron yang menggunakan serotonin (monoamina lain) memproyeksikan ke berbagai bagian sistem saraf. Akibatnya, serotonin terlibat dalam fungsi-fungsi seperti tidur, ingatan, nafsu makan, suasana hati dan lain-lain. Ini juga diproduksi di saluran pencernaan sebagai respons terhadap makanan.

Histamin, yang terakhir dari monoamina utama, memainkan peran dalam metabolisme, kontrol suhu, mengatur berbagai hormon, dan mengendalikan siklus tidur-bangun, di antara fungsi-fungsi lainnya.

3. Mahasiswa mampu mengaplikasikan pengetahuan tentang transduksi sinyal

Transduksi sinyal

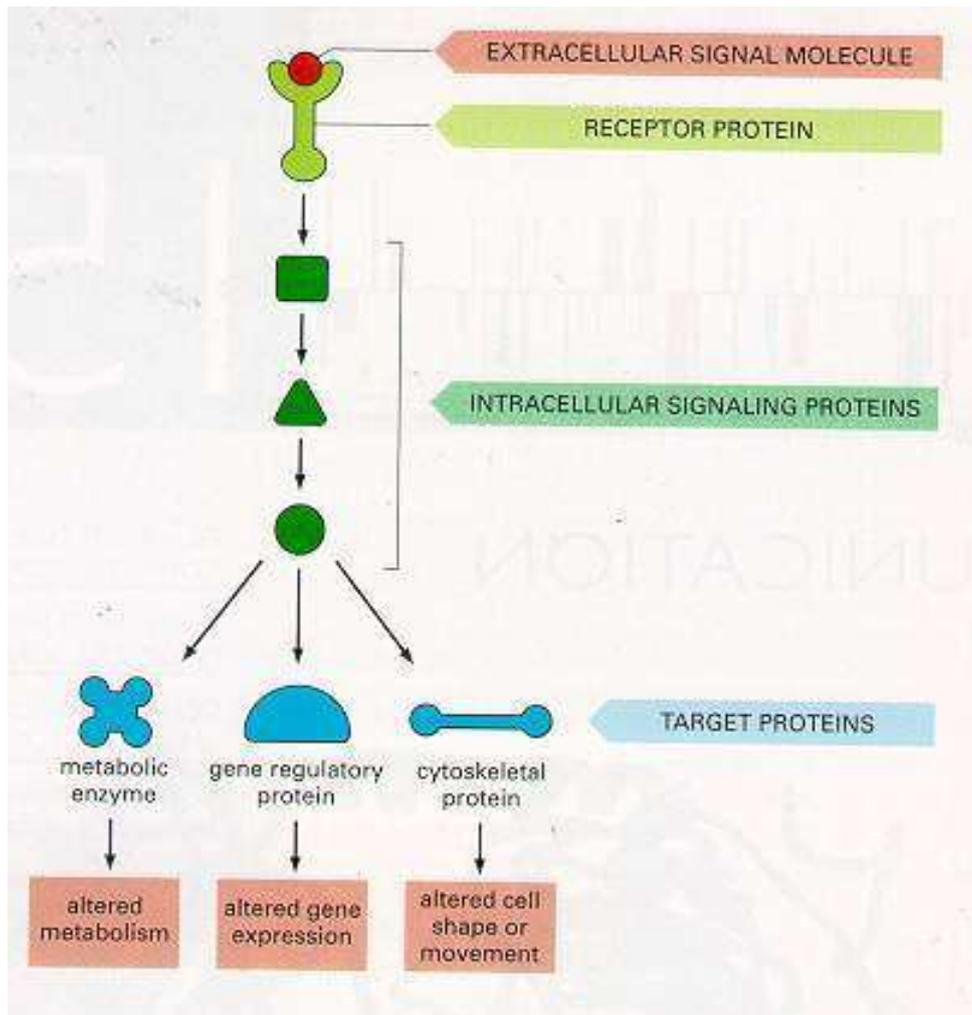
Adalah proses perubahan bentuk sinyal yang berurutan, dari sinyal ekstraseluler sampai respon dalam komunikasi antar sel

Tujuan:

Untuk berlangsungnya komunikasi antar sel, yaitu

- Bagaimana sel memahami keadaan sekitar
- Bagaimana sel bereaksi terhadap keadaan sekitar

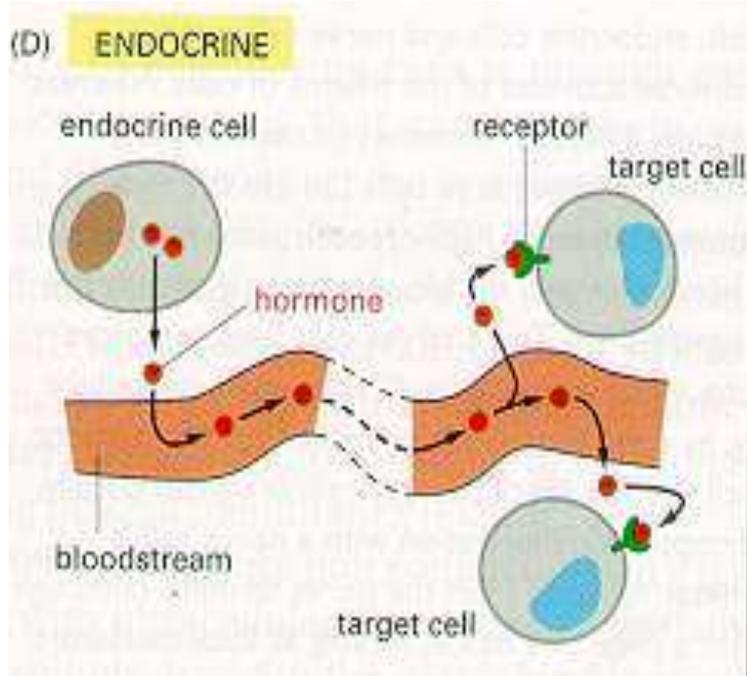
Transduksi sinyal dari molekul sinyal sampai respon pada sel:



Bentuk proses pemberian sinyal antar sel:

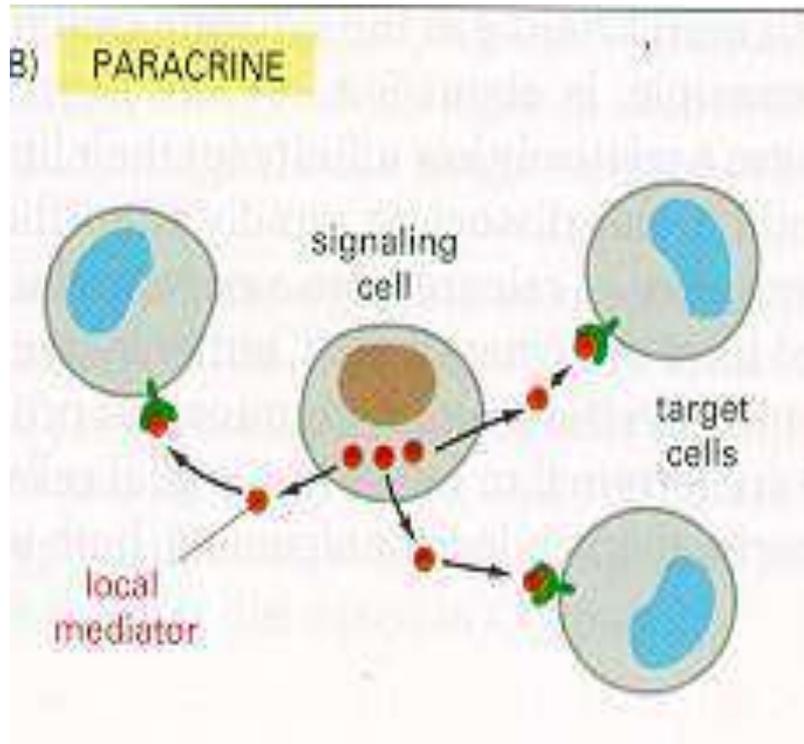
1. Endokrin

- Molekul sinyal : Hormon
- Mediator sinyal: Peredaran darah
- Jarak ke sel target →jauh (ke seluruh tubuh)
- Contoh: Adrenalin, Kortisol, Estradiol, Glukagon, Insulin, Testosteron, Tirosin



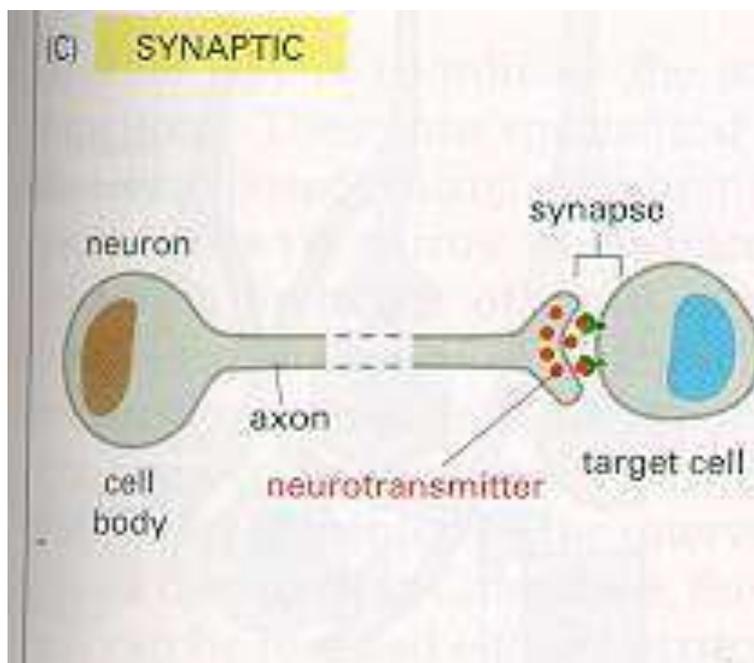
2. Parakrin

- Molekul sinyal : Lokal mediator
- Mediator sinyal: Medium ekstraseluler
- Jarak ke sel target →dekat (sekitar sel)
- Contoh: EGF (Epidermale Growth Factor), PDGF (Platelet-derived Growth Factor), NGF (Nerve Growth Factor), Histamin, Gas NO



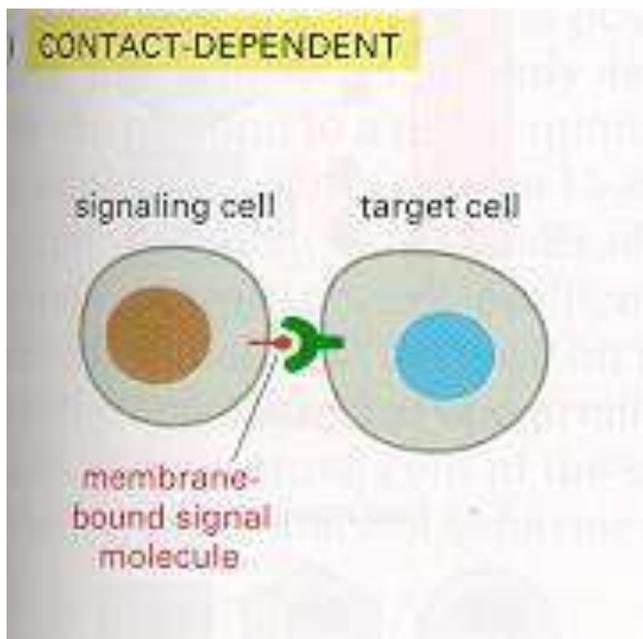
3. Sinapsis

- Molekul sinyal : Neurotransmitter
- Mediator sinyal: Axon
- Jarak ke sel target →jauh (ke seluruh tubuh)
- Contoh: Asetilkolin, GABA (Gama-Amino Bitric Acid)



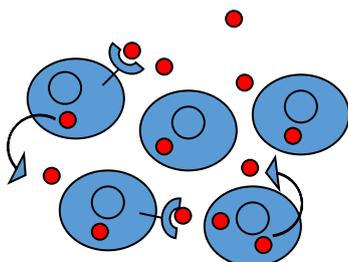
4. Adanya kontak antar sel

- Molekul sinyal : molekul signal yang tergantung adanya kontak
- Mediator sinyal: kontak langsung dengan membran plasma
- Jarak ke sel target →paling dekat
- Contoh: Protein delta (dalam perkembangan embrio), Protein dalam respon imun



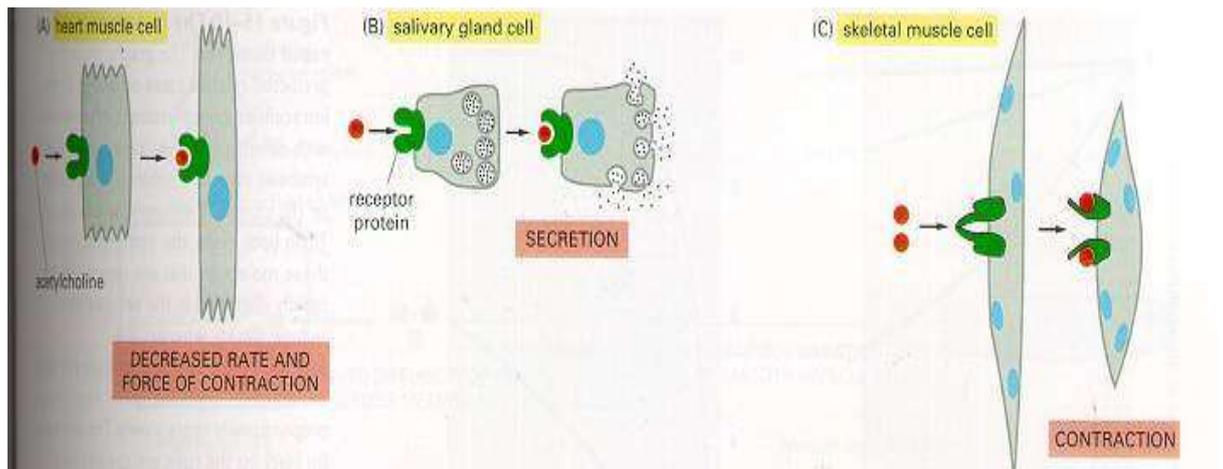
5. Autokrin

Suatu sel mensekresikan molekul, dan molekul tersebut bekerja/berpengaruh terhadap sel itu sendiri atau sel-sel lain yang sejenis

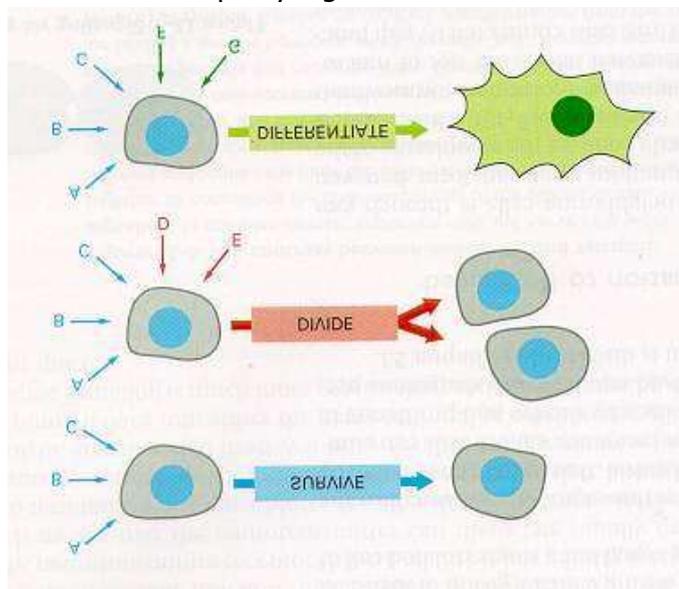


Molekul sinyal yang sama, pada sel yang berbeda akan memberikan respon yang berbeda

Contoh: Asetilkolin

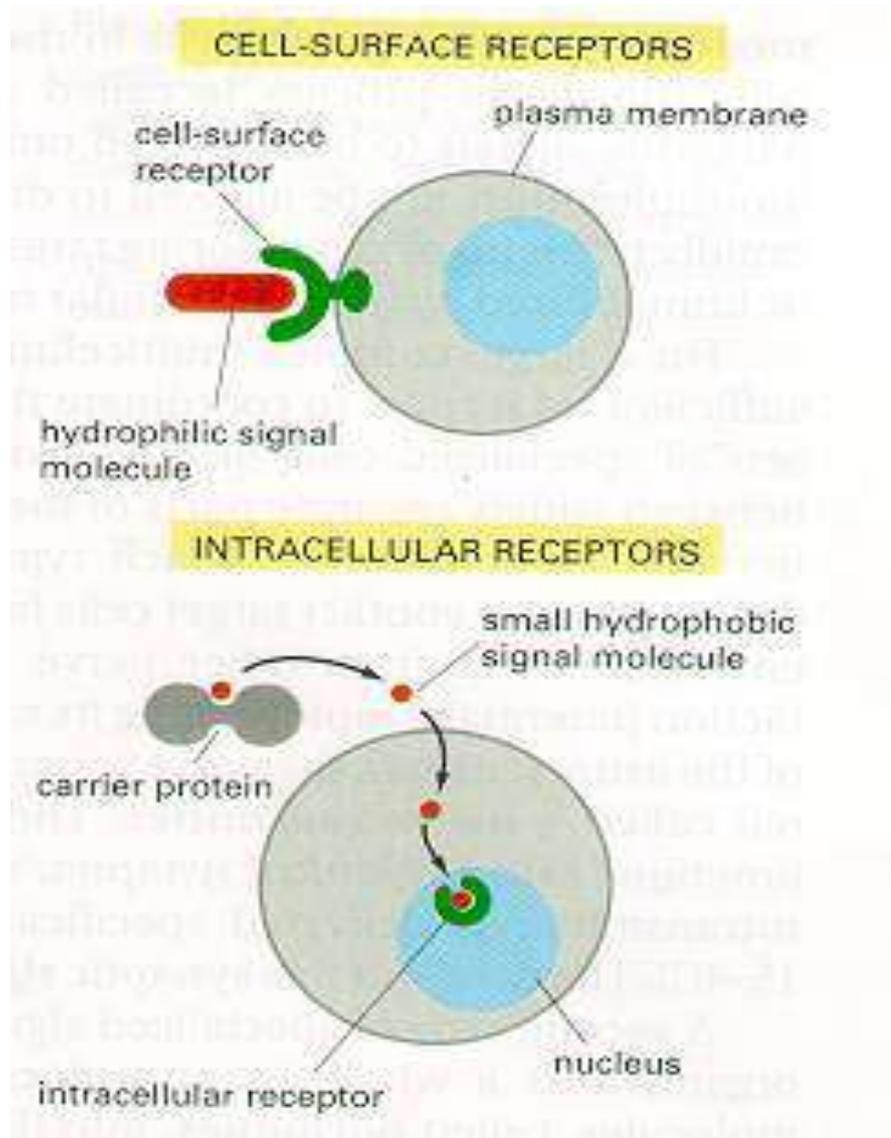


Kombinasi molekul sinyal yang berbeda, yang diterima oleh suatu sel, akan memberikan respon yang berbeda



Untuk dapat menimbulkan respon, molekul sinyal ekstraseluler mengikat reseptor yang spesifik pada sel. Terdapat 2 Jenis Reseptor pada Sel:

1. Reseptor permukaan sel
 - tersisip dalam membran plasma
 - untuk molekul sinyal hidrofilik, yang besar
2. Reseptor intraseluler
 - terdapat di dalam sel
 - untuk molekul signal hidrofobik, yang kecil
 - merupakan protein regulator yang mengaktifkan gen
 - Contoh molekul sinyal: hormon steroid, hormon tiroid, retinoids, vitamin D, dll



Satu molekul signal mempunyai reseptor yang berbeda pada sel yang berbeda

Contoh: Asetilkolin, di sel otot muscle mengikat reseptor permukaan sel, di sel otot jantung mengikat reseptor intraseluler

Molekul sinyal yang hidrofobik dan kecil, selain dapat mengikat reseptor intraseluler, juga dapat mengikat enzim di dalam sel,

Misalnya: gas NO, diikat oleh enzim guanil siklase di sel otot, Selanjutnya, enzim mengubah GTP menjadi cGMP untuk relaksasi otot

Transduksi sinyal pada tingkat sel melalui:

1. **Reseptor permukaan sel:**
 - A. Ion channel-linked receptor
 - B. G protein-linked receptor

C. Enzyme-linked receptor

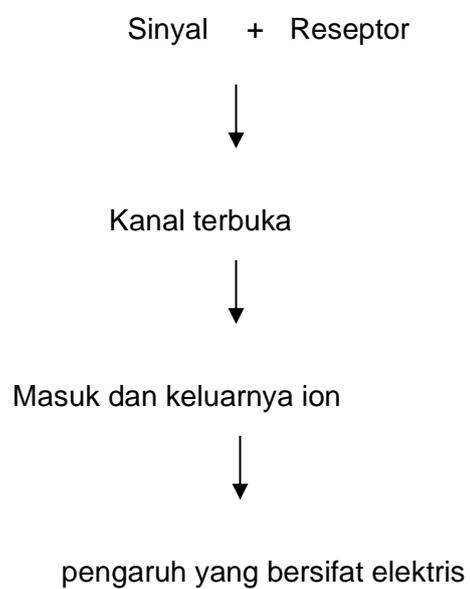
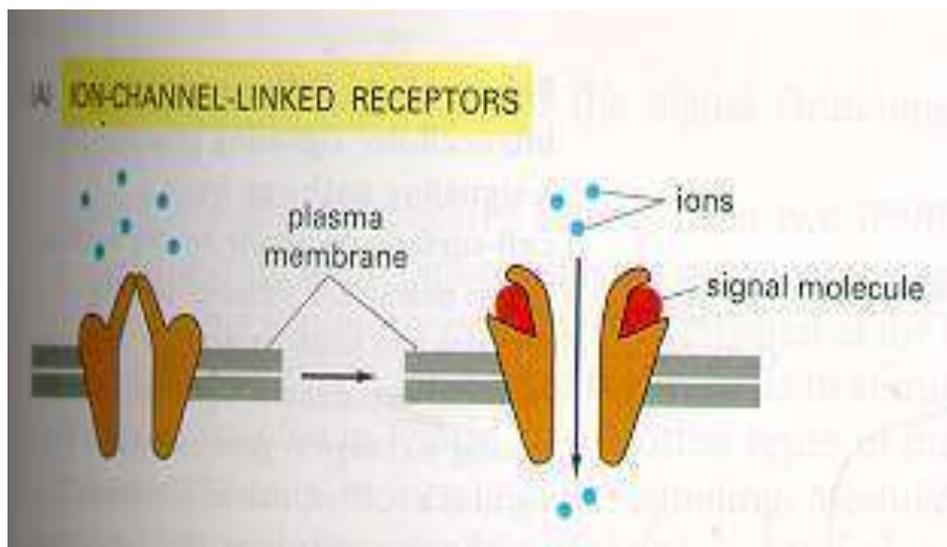
2. Reseptor intraseluler

1. Reseptor permukaan sel

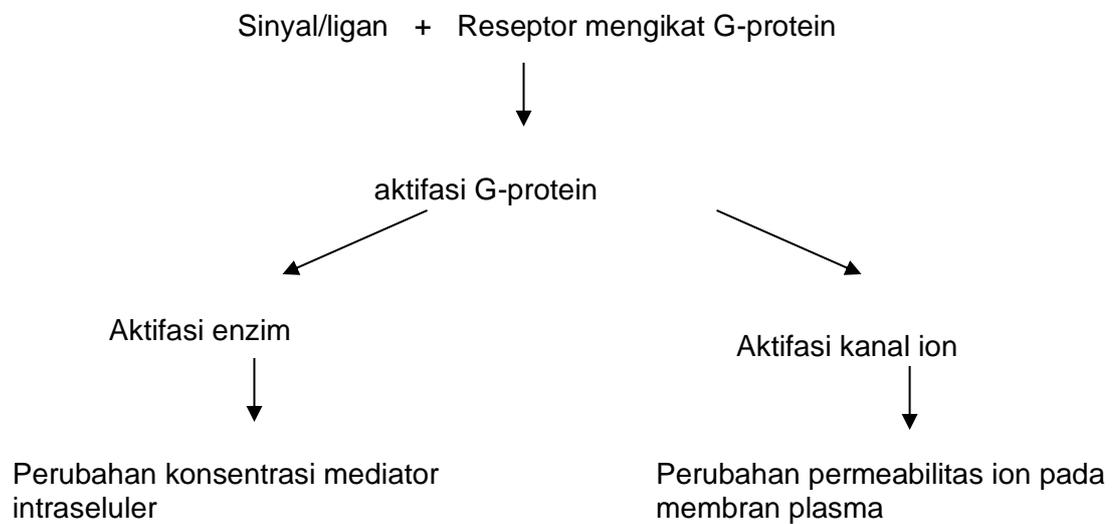
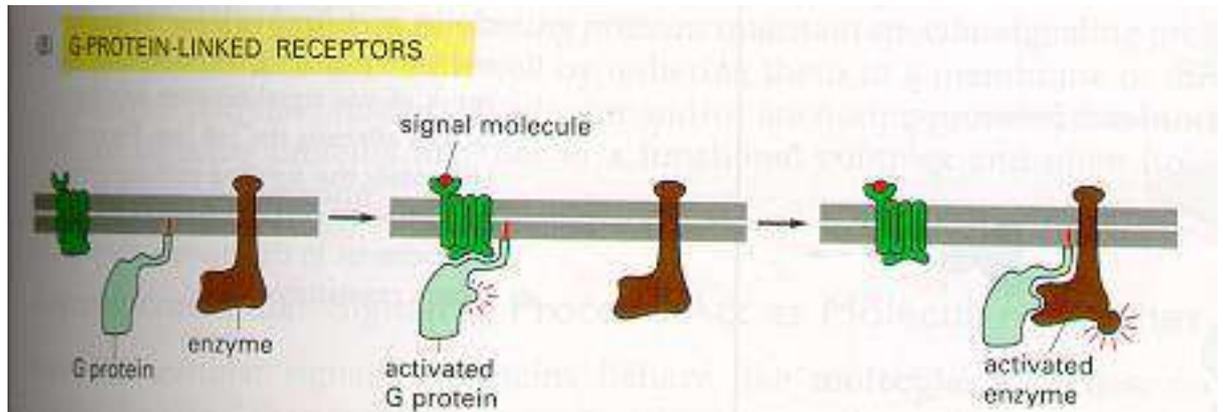
Molekul sinyal ekstraseluler menimbulkan perubahan pada reseptor, tanpa harus masuk ke dalam sel.

Ada 3 klas reseptor permukaan sel:

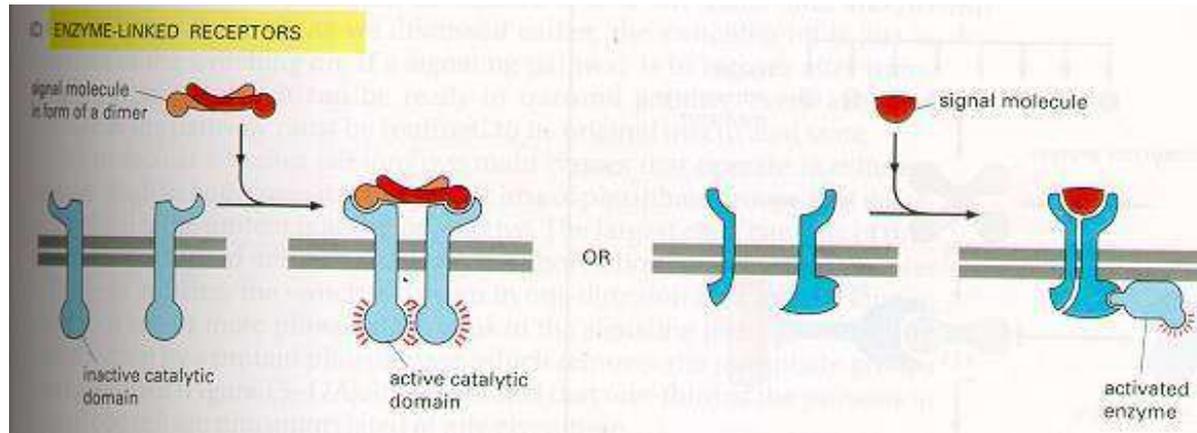
A. Reseptor yang mengikat ion kanal (Iontropic Receptor)



B. Reseptor yang mengikat "GTP-binding Protein" (G-Protein)



C. Reseptor yang mengikat enzim (Enzym-linked receptor)



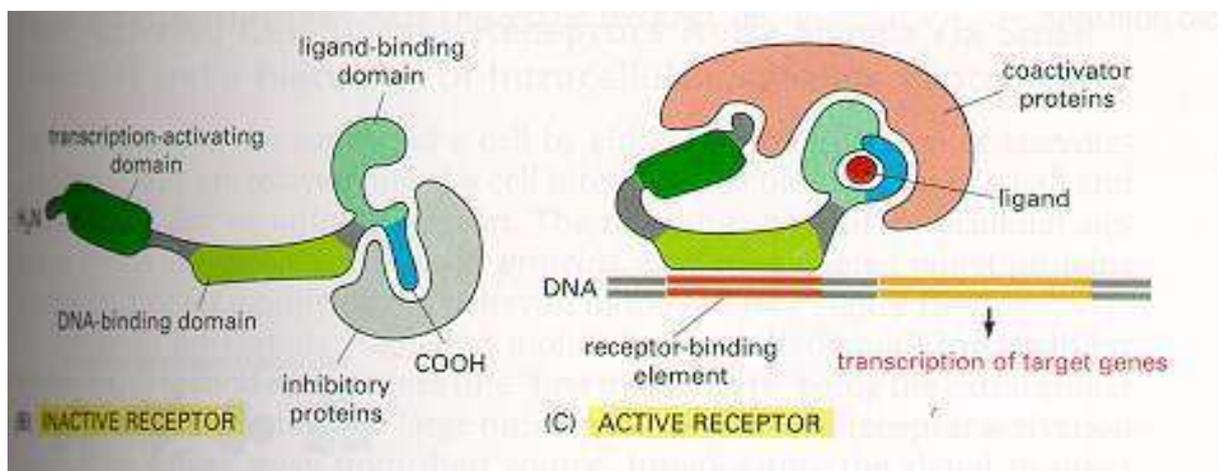
Sinyal/ligan + reseptor mengikat enzim



Aktifasi unit katalitik dari bagian ujung reseptor, yang berbeda di dalam sel

2. Reseptor permukaan sel

- merupakan protein regulator yang mengaktifkan ge
- Contoh molekul sinyal: hormon steroid, hormon tiroid, retinoids, vitamin D, dll



4. Mahasiswa mampu mengidentifikasi kelainan yang terjadi pada kasus di atas

Kasus di atas menunjukkan bahwa pasien mengalami kelemahan motorik pada otot-otot anggota gerak. Kelemahan ini bersifat simetris (bilateral), bukan asimetris (unilateral). Kelemahan motorik juga melibatkan otot-otot kelopak mata dan pita suara. Kelemahan motorik otot kesannya terjadi setelah pasien melakukan aktivitas motorik beberapa waktu, kemudian membaik setelah pasien beristirahat cukup. Keluhan tersebut berulang setiap hari dengan pola yang sama selama 2-3 bulan ini.

Kasus di atas diduga akibat adanya gangguan Sistem Saraf (Anatomi, Fisiologi, dan/atau Histologi), kemungkinan terjadi masalah transduksi sinyal akibat gangguan aktivitas neurotransmitter.

5. Mahasiswa mampu menjelaskan isi ayat AlQuran/hadist yang berkaitan dengan dengan sistem saraf

Terdapat beberapa ayat al Qur'an yang terkait sistem saraf antara lain:

1. Surah Hud ayat 56

إِنِّي تَوَكَّلْتُ عَلَى اللَّهِ رَبِّي وَرَبِّكُمْ ۚ مَا مِنْ دَابَّةٍ إِلَّا هُوَ آخِذٌ بِنَاصِيَتِهَا ۚ إِنَّ رَبِّي عَلَىٰ صِرَاطٍ مُسْتَقِيمٍ

Arab-Latin: Innī tawakkaltu 'alallāhi rabbī wa rabbikum, mā min dābbatin illā huwa ākhiżum bināṣiyatihā, inna rabbī 'alā ṣirāṭim mustaqīm

Artinya: Sesungguhnya aku bertawakkal kepada Allah Tuhanku dan Tuhanmu. Tidak ada suatu binatang melatapun melainkan Dialah yang memegang ubun-ubunnya. Sesungguhnya Tuhanku di atas jalan yang lurus".

2. Al-Alaq ayat 15-16,

كَلَّا لَئِن لَّمْ يَنْتَهِ لَنَسْفَعًا بِالنَّاصِيَةِ

Ketahuilah, sungguh jika dia tidak berhenti (berbuat demikian) niscaya

Kami tarik ubun-ubunnya,

نَاصِيَةٍ كَاذِبَةٍ خَاطِئَةٍ

(yaitu) ubun-ubun orang yang mendustakan lagi durhaka.

3. Ar-Rahman ayat 41.

يُعْرِفُ الْمُجْرِمُونَ بِسَيِّمَاتِهِمْ فَيُؤْخَذُ بِالنَّوَاصِي وَالْأَقْدَامِ

Orang-orang yang berdosa dikenal dengan tanda-tandannya, lalu dipegang ubun-ubun dan kaki mereka

Tafsir dari beberapa ayat ini memiliki penekanan pada kata "naashiyah" yang mempunyai arti ubun-ubun. Beberapa tafsir menunjukkan bahwa ubun-ubun merupakan bagian otak depan atau frontal lobe yang merupakan bagian dari sistem saraf pusat.

Ayat-ayat tersebut menyebutkan bahwa ubun-ubun mejadi tolak ukur atas tindakan buruk yang melenceng dari aturan agama islam. Hal ini sesuai dengan penelitian mengenai frontal lobe atau ubun-ubun sebagai pusat kendali dari keputusan dan perbuatan.

Sesungguhnya orang-orang kafir terhadap ayat-ayat kami, kelak akan kami masukkan mereka ke dalam neraka, setiap kali kulit mereka terbakar hangus, Kami ganti kulit mereka dengan kulit yang lain agar mereka merasakan pedihnya azab. Sesungguhnya Allah Maha Perkasa lagiMaha Bijaksana." (QS. An-Nisaa': 56)

Ditinjau secara anatomi lapisan kulit kita terdiri atas 3 lapisan global yaitu; Epidermis, Dermis, dan Sub Cutis. Pada lapisan Sub Cutis banyak mengandung ujung-ujung pembuluh darah dan ujung-ujung serabut syaraf afferent dan efferent yang mengatur sensasi persepsi. Itulah sebabnya Allah menumbuhkan kembali kulit yang rusak pada saat ia menyiksa hambaNya yang kafir supaya hambaNya tersebut dapat merasakan pedihnya azab Allah tersebut dll

Tutorial Minggu III

Diet ... Mengapa sangat sulit...

Seorang perempuan berusia 32 tahun datang ke dokter dengan keluhan kegemukan. Pasien ingin menurunkan berat badannya yang dirasa semakin meningkat dan akhir-akhir ini sering merasa ngos-ngosan dan mudah lelah. Pasien seorang karyawan perusahaan swasta, tinggal di kos, kebiasaan makan dan istirahat tidak teratur, suka jajan/kulineran, dan jarang berolahraga karena kesibukan pekerjaannya. Sebelumnya pasien berusaha menurunkan berat badannya dengan diet ketat namun hanya bertahan 2 minggu, karena pasien merasa sering pusing dan lemas, sehingga tidak dilanjutkan. Pasien memutuskan untuk konsul ke dokter untuk menanyakan jenis diet apa yang cocok.

Dari hasil anamnesa di dapatkan riwayat keluarga menderita sakit kencing manis dan darah tinggi.

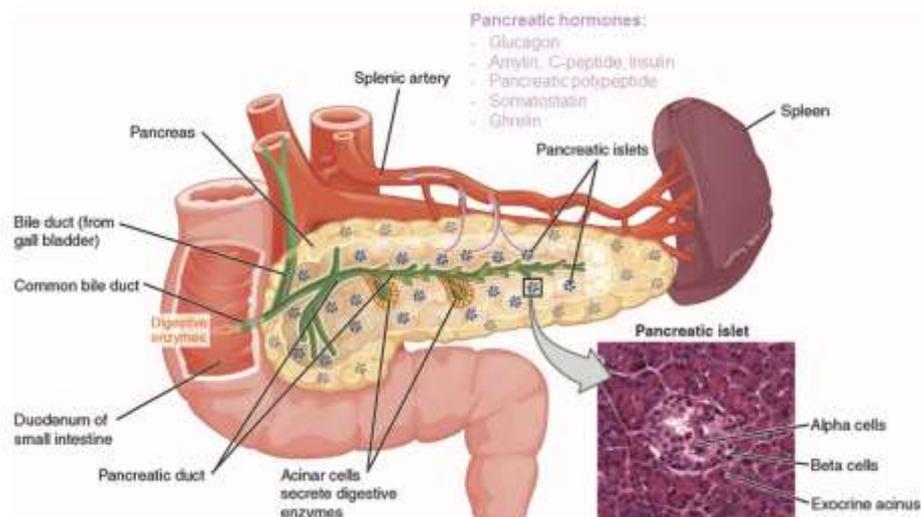
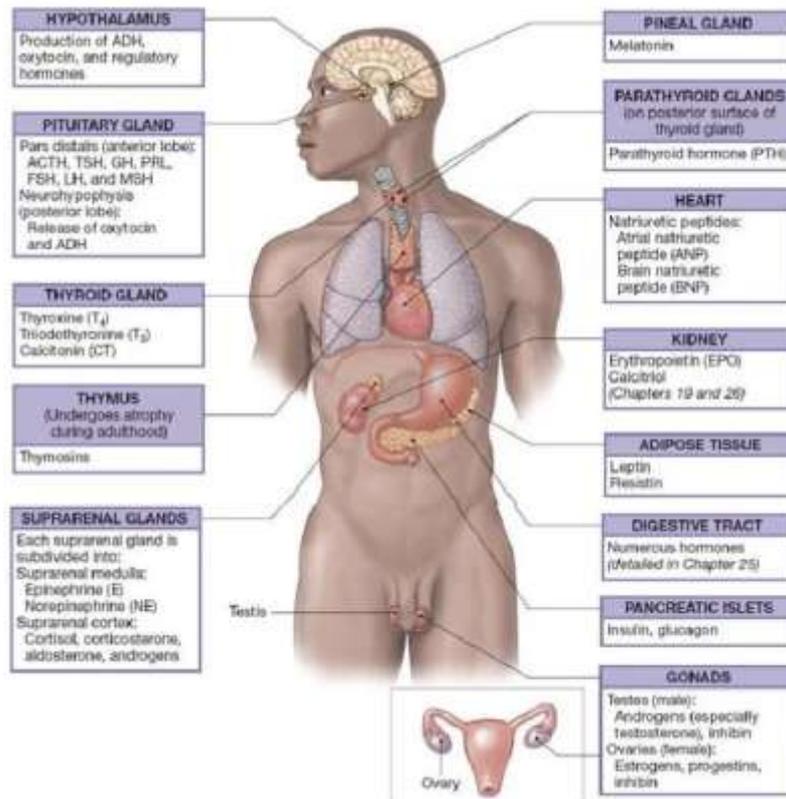
Pada pemeriksaan fisik didapatkan tanda vital dalam batas normal, BB 88 kg, TB 155 cm, lingkar perut 100 cm.

Hasil laboratorium didapatkan GDS sebesar 190 mg/dL.

Dokter memberikan obat untuk menurunkan kadar gula darah dan menyarankan pasien untuk berolahraga.

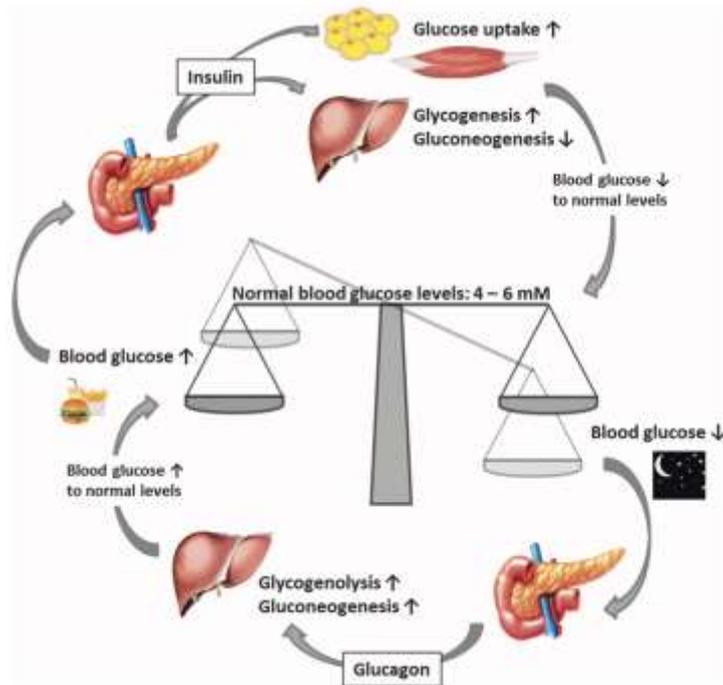
1. Memahami tentang anatomi sistem endokrin
2. Memahami tentang fisiologi sistem endokrin
3. Memahami tentang kelainan genetik
4. Memahami tentang histologi sistem endokrin
5. Menganalisis kasus skenario sistem endokrin
6. AIK

Memahami tentang anatomi dan histologi sistem endokrin sesuai skenario

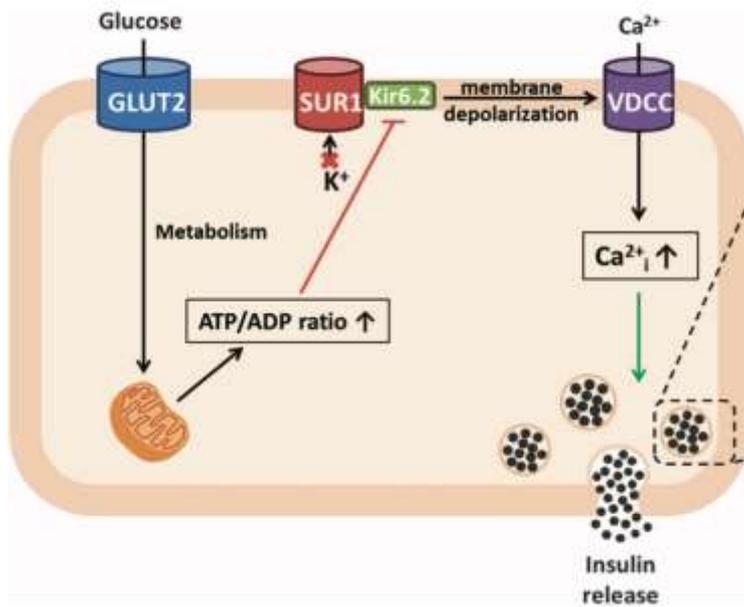


Anatomical organization of the pancreas. The exocrine function of the pancreas is mediated by acinar cells that secrete digestive enzymes into the upper small intestine via the pancreatic duct. Its endocrine function involves the secretion of various hormones from different cell types within the pancreatic islets of Langerhans. The micrograph shows the pancreatic islets.

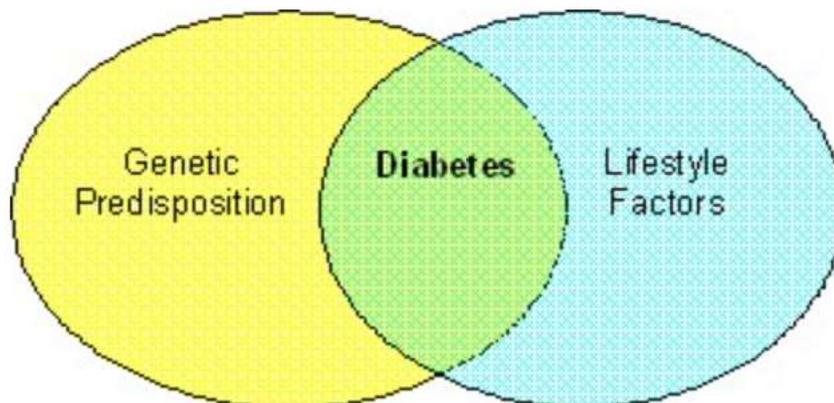
Memahami tentang fisiologi sistem endokrin sesuai skenario



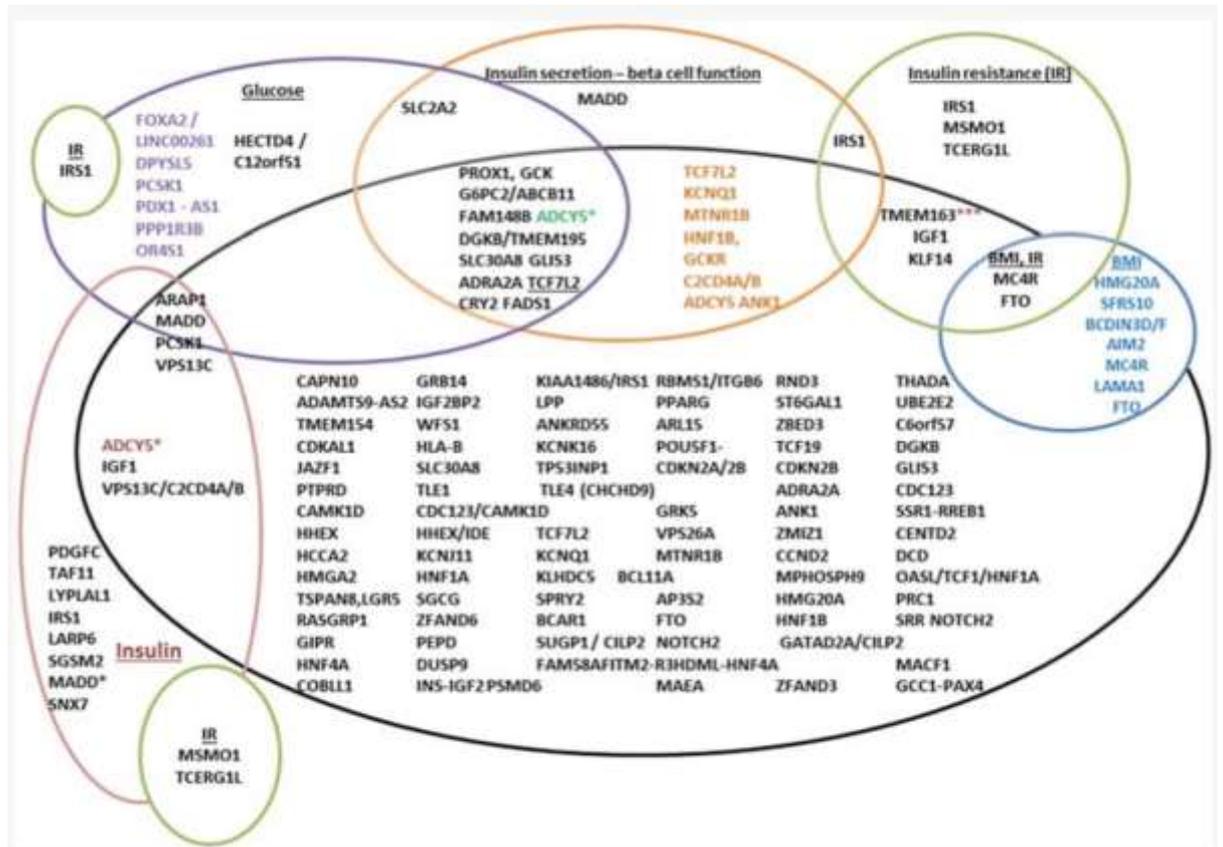
Maintenance of blood glucose levels by glucagon and insulin. When blood glucose levels are low, the pancreas secretes glucagon, which increases endogenous blood glucose levels through glycogenolysis. After a meal, when exogenous blood glucose levels are high, insulin is released to trigger glucose uptake into insulin-dependent muscle and adipose tissues as well as to promote glycogenesis.



Memahami tentang kelainan genetik dan pola pewarisan sesuai skenario



terdapat faktor genetik sebagai penyebab timbulnya penyakit diabetes.

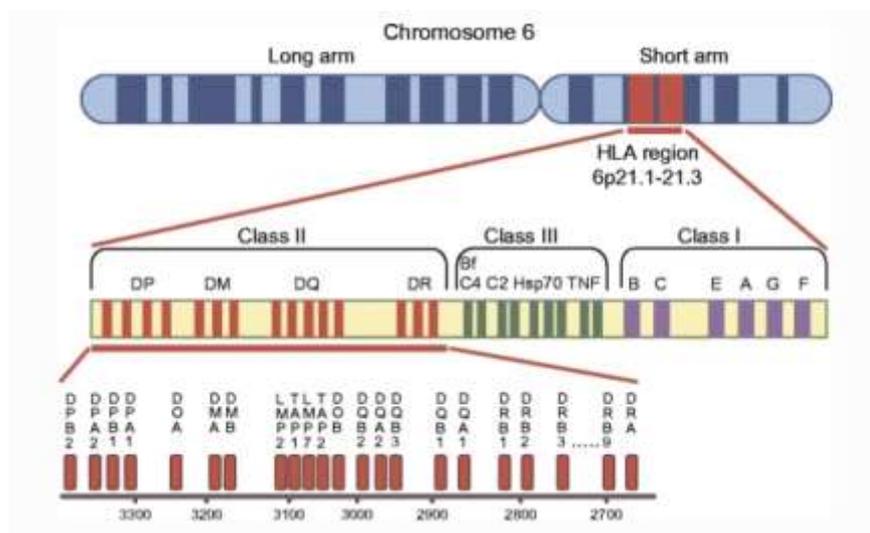
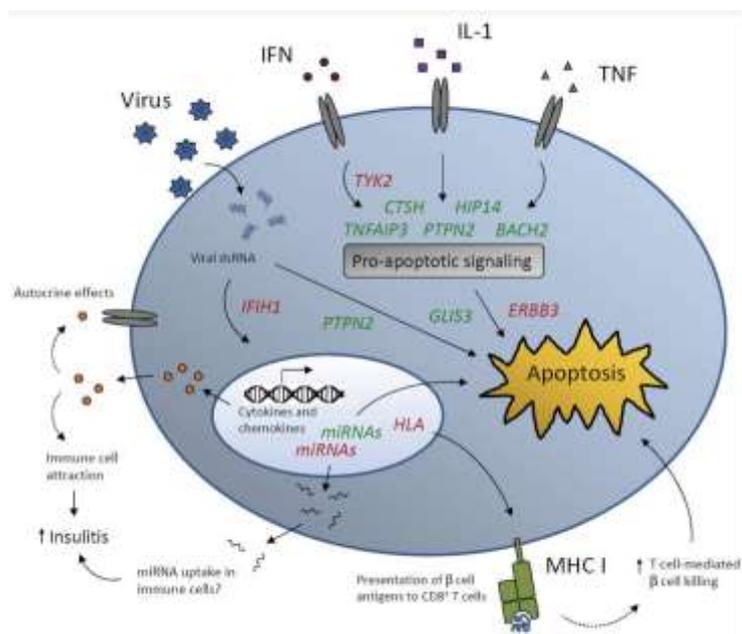


T2D and glycemic trait associated variants. The variants are represented by gene names here, which could indicate that the location is present either in the gene, or in the vicinity of the gene. The black circle represents T2D, and the gene names in black in this represent variants only associated with T2D. The overlapping circles indicate additional reporting associations for that variant for instance, *TCF7L2*, *KCNQ1*, *MTNR1B* etc., are associated with T2D and also with beta-cell dysfunction. An *ADCYS* variant is associated with 2 h insulin adjusted for 2 h glucose; 2 h glucose/T2D (in brown) *** variants in *TMEM163* are also associated with fasting insulin, *TCF7L2*—associated with fasting and 2 h glucose and *MADD* variants associated with fasting proinsulin, fasting glucose and HOMA-B.

Penyebab kelainan genetik sebagai penyebab pada kasus ini , agar memudahkan mahasiswa, menggunakan penyebab DM tipe 1, karena genetik DM tipe 2 terlalu kompleks. Mohon para tutor terhormat dapat menginformasikan, bahwa cara kerja pada kelainan ini kurang lebih sama. Pada Dm Tipe 1, Etiologi diabetes mellitus tipe 1 adalah hancurnya sel beta penghasil insulin di pankreas. Kondisi ini umumnya diakibatkan oleh proses autoimunitas yang melibatkan faktor genetik dan lingkungan. Terdapat setidaknya 60 lokus gen yang diidentifikasi terlibat dalam etiologi diabetes mellitus tipe 1. Adanya predisposisi genetik tersebut, dibarengi dengan adanya faktor lingkungan, akan menyebabkan sel beta diidentifikasi sebagai

autoantigen dan menyebabkan serangan autoimunitas.

Human Leukocyte Antigen Kompleks histokompatibilitas (MHC) yang biasanya disebut dengan antigen leukosit manusia atau *human leukocyte antigen* (HLA) yang terletak di kromosom 6 ditemukan terlibat pada sekitar 30-50% kasus diabetes melitus tipe 1. Varian genetik pada gen HLA dapat menyebabkan hiperekspresi sel dari kompleks histokompatibilitas utama (MHC) I yang menghadirkan epitop sel (neo) ke sel T sitotoksik. Menyebabkan apoptosis (kematian) sel beta pankreas.



Menganalisa kasus Skenario

Cadangan bahan bakar tubuh: Tubuh menyimpan bahan bakar metabolik dalam bentuk karbohidrat, lemak dan protein terutama di hati, otot rangka, dan jaringan adiposa.

Keseimbangan glukosa plasma: Pengatur utama insulin dan sekresi glukagon adalah glukosa. Peningkatan kadar glukosa yang bersirkulasi merangsang sekresi insulin dan menghambat sekresi glukagon, yang selanjutnya merangsang pengambilan glukosa oleh hati dan menghambat produksi glukosa. Penurunan glukosa yang bersirkulasi memiliki efek sebaliknya yang mengakibatkan produksi dan pelepasan glukosa hepatik ke dalam darah. Dengan demikian kadar glukosa yang bersirkulasi memberikan mekanisme umpan balik untuk mengontrol laju relatif pengambilan glukosa dan produksi glukosa oleh hati

1. Mengetahui bahan bakar dasar tubuh: glukosa, glikogen, lemak, protein

Tubuh memiliki tiga cadangan bahan bakar yang dapat digunakan selama keadaan puasa: karbohidrat, lemak, dan protein. Dalam hal hasil energi murni, lemak adalah yang paling ekonomis, menghasilkan sekitar 9,4 kkal/g dibandingkan dengan sekitar 4,2 kkal/g untuk protein dan karbohidrat. Pemeriksaan distribusi cadangan bahan bakar mengungkapkan bahwa sekitar 76% dari kandungan kalori adalah lemak, 23% adalah protein, dan 1% adalah karbohidrat, terutama sebagai glikogen. Cadangan glikogen disimpan di hati dan otot. Lemak disimpan di jaringan adiposa dan hati. Cadangan protein didistribusikan ke seluruh tubuh, tetapi diambil terutama dari massa otot tubuh. Rata-rata orang dewasa menelan dan mengeluarkan sekitar 2500 kkal/hari. Asupan kalori yang berlebih memberikan nutrisi untuk disimpan dalam cadangan bahan bakar tubuh. Selama periode puasa, tubuh menggunakan cadangan tersebut. Simpanan glikogen adalah yang terkecil dan paling cepat habis, berlangsung sekitar satu atau dua hari, tergantung pada tingkat aktivitas. Meskipun penipisan cepat ini, konsentrasi glukosa plasma tetap pada tingkat konstan 80 sampai 90 mg/dL selama puasa. Tubuh harus mempertahankan kadar glukosa puasa ini untuk menyediakan

sumber bahan bakar bagi jaringan yang memiliki kebutuhan mutlak akan glukosa sebagai substrat oksidatif.

Sesaat setelah inisiasi puasa, terjadi peningkatan lipolisis di jaringan adiposa dengan pelepasan asam lemak bebas (FFA) ke dalam sirkulasi. Hati mengoksidasi FFA melalui β -oksidasi, menghasilkan produksi asam keto. Asam keto diangkut ke dalam darah dan digunakan sebagai substrat yang dapat dioksidasi untuk meminimalkan kebutuhan glukosa. Karena simpanan karbohidrat utama habis dengan cepat, tubuh menggunakan massa protein untuk menyediakan prekursor glukogenik. Masalah yang dihadapi tubuh adalah lemak hanya dapat digunakan untuk menyediakan energi oksidatif dan tidak dapat berfungsi sebagai prekursor glukogenik. Katabolisme protein melepaskan asam amino yang dapat berfungsi sebagai prekursor glukogenik. Menggambar pada cadangan protein bermasalah karena memerlukan hilangnya massa otot dan jaringan ikat. Kembali ke siklus makan normal memungkinkan pemulihan cadangan bahan bakar.

2. Memahami regulasi glukosa darah.

Kontrol Konsentrasi Glukosa Plasma

Mempertahankan konsentrasi glukosa plasma dan mengelola cadangan bahan bakar mencakup serangkaian peristiwa yang sangat terkoreografi yang diarahkan terutama oleh dua hormon: insulin dan glukagon. Secara umum, insulin dapat dilihat sebagai hormon anabolik dan glukagon sebagai hormon katabolik.

- **Peran Hati dalam Metabolisme Bahan Bakar**

Tempat kerja utama adalah hati, yang merupakan jaringan target untuk kedua hormon; tergantung pada konsentrasi relatifnya, hati mengekstraksi glukosa dari darah (rasio insulin/glukagon tinggi) atau memproduksi dan menambahkan glukosa ke dalam darah (rasio insulin/glukagon rendah). Respons dapat dibagi menjadi respon jangka pendek seperti perubahan yang terjadi selama siklus normal pemberian makan harian dan respon adaptif jangka panjang terhadap puasa berkepanjangan.

Dalam jangka pendek, efek insulin dan glukagon pada beberapa reaksi regulasi kunci dalam metabolisme perantara secara langsung

berlawanan satu sama lain. Poin-poin penting dari regulasi ini telah digambarkan sebagai siklus karena beberapa aktivitas dasar. Regulasi proses dilakukan dengan mengaktifkan satu reaksi dan menghambat reaksi balik. Seringkali reaksi ini dikendalikan oleh siklus fosforilasi-defosforilasi, dan sebagian besar efek ini dapat dikaitkan dengan satu faktor umum: adenosin monofosfat siklik (cAMP). Glukagon mengaktifkan adenil siklase, menyebabkan peningkatan kadar cAMP seluler dan aktivitas protein kinase A (PKA). Ini merangsang glikogenolisis dan produksi glukosa darah. Sebaliknya, pengikatan insulin pada reseptornya, tirosin kinase, mengaktifkan jalur sinyal yang mengaktifkan protein kinase B (PKB) dan protein fosfatase-1 yang menghambat glikogenolisis dan mengaktifkan sintesis glikogen.

Jadi, setelah konsumsi makanan yang mengandung karbohidrat, peningkatan kadar insulin plasma akan menyebabkan aktivasi glikogen sintase dan penghambatan fosforilase. Penurunan konsentrasi glukosa plasma mengurangi sekresi insulin pankreas dan merangsang sekresi glukagon. Hepatosit merespon perubahan ini dengan memulai penurunan aktivitas protein fosfatase (sebagai akibat dari penurunan kadar insulin) dan peningkatan aktivitas PKA (sebagai akibat dari peningkatan kadar glukagon). Efek keseluruhannya adalah peningkatan glikogenolisis dengan produksi glukosa. Mekanisme serupa dalam jalur glikolitik mengontrol laju relatif glikolisis dan glukoneogenesis. Dengan peningkatan insulin plasma, terjadi aktivasi glikolisis. glukoneogenesis.

Insulin juga meningkatkan ambilan dan pemanfaatan glukosa hepatik melalui aktivasi lipogenesis. Insulin mengaktifkan oksidasi piruvat oleh mitokondria, meningkatkan produksi asetil-KoA. Asetil-KoA diarahkan ke jalur lipogenik untuk sintesis asam lemak. Oleh karena itu, dengan adanya insulin, glukosa juga masuk ke dalam jalur glikolitik, menyediakan substrat untuk meningkatkan produksi asam lemak. Dengan tidak adanya insulin, jalur ini dibalik, yaitu mengurangi glikolisis dan mengurangi sintesis asam lemak tetapi ada peningkatan oksidasi asam lemak dan peningkatan enzim glukoneogenik yang mendukung produksi glukosa.

- **Peran Jaringan Adiposa dalam Metabolisme Bahan Bakar**

Jaringan adiposa adalah situs utama lain dari kerja insulin. Adiposit memiliki permeabilitas glukosa tergantung insulin yang mirip dengan sel otot; namun, fungsi utamanya adalah menyediakan substrat - gliserofosfat untuk pembentukan trigliserida. Langkah kunci dalam regulasi sintesis dan pemecahan trigliserida sangat diatur. Ada tingkat lipolisis yang rendah secara terus menerus yang dikatalisis oleh hormon-sensitif lipase (HSL) di jaringan adiposa dengan produksi FFA. FFA yang dihasilkan oleh reaksi ini direesterifikasi menjadi trigliserida dengan adanya insulin dan glukosa yang cukup untuk memasok tulang punggung -gliserofosfat. Dengan tidak adanya insulin, FFA yang dihasilkan oleh reaksi ini dilepaskan ke dalam darah. Ini adalah mekanisme kontrol yang penting karena menggabungkan produksi FFA dengan glukosa plasma dan kadar insulin. Hormon kontraregulasi lainnya (misalnya, kortisol, hormon pertumbuhan, katekolamin) merangsang HSL, mempercepat lipolisis dan pelepasan FFA. Pada diabetes mellitus, kegagalan regulasi yang bergantung pada insulin dari reaksi ini memungkinkan produksi FFA yang masif dan menyebabkan ketoasidosis diabetikum.

Setelah konsumsi makanan yang mengandung karbohidrat, insulin plasma meningkat sebagai akibat dari peningkatan kadar glukosa plasma. Peningkatan insulin merangsang penggunaan glukosa oleh hati melalui sintesis glikogen dan, dengan kadar glukosa yang cukup, FFA. Pengambilan glukosa otot meningkat, dan sintesis glikogen dirangsang. Permeabilitas glukosa jaringan adiposa meningkat, menyediakan substrat untuk pembentukan dan penyimpanan trigliserida. Efek gabungannya adalah pemanfaatan dan penyimpanan glukosa bersih sebagai glikogen dan lemak. Peningkatan penggunaan glukosa menyebabkan penurunan konsentrasi glukosa plasma dan penurunan paralel sekresi insulin. Penurunan insulin disertai dengan penurunan pemanfaatan jaringan glukosa. Saat konsentrasi glukosa mendekati tingkat puasa, sekresi glukagon meningkat. Peningkatan glukagon plasma merangsang

glikogenolisis dan glukoneogenesis hati, dan hati berubah dari organ yang menggunakan glukosa menjadi organ yang memproduksi glukosa. Dalam hal ini, pasien menderita tingkat insulin yang meningkat dan tidak terkontrol. Akibatnya, pemanfaatan glukosa tidak dibatasi oleh faktor-faktor seperti permeabilitas dan aktivitas enzim yang berkurang; sebaliknya, ini karena ketersediaan glukosa itu sendiri. Hal ini menyebabkan hipoglikemia berat yang menyertai gangguan ini.

- **Peran Otot dalam Metabolisme Bahan Bakar**

Insulin bekerja pada jaringan lain untuk meningkatkan pemanfaatan glukosa. Otot menyimpan glukosa dalam bentuk glikogen. Glukosa diambil dari plasma dan diubah menjadi glikogen dalam serangkaian reaksi yang diatur yang analog dengan sintesis glikogen hati. Otot kekurangan enzim glukosa-6-fosfatase; dengan demikian, glukosa yang dihasilkan oleh pemecahan glikogen tidak dapat dilepaskan ke dalam darah dan ditujukan untuk oksidasi oleh otot. Perbedaan penting antara penggunaan glukosa otot dan hati adalah bahwa pengambilan glukosa oleh otot istirahat bergantung pada insulin. Sebuah transporter glukosa tergantung insulin spesifik, GLUT-4, diperlukan untuk pengambilan glukosa oleh sel otot. Oleh karena itu, insulin meningkatkan pemanfaatan glukosa otot dengan mengaktifkan sintesis glikogen dan pengambilan glukosa. Dengan tidak adanya insulin, permeabilitas glukosa sel otot istirahat rendah. Dalam latihan otot, ada peningkatan insulin-independen permeabilitas glukosa yang tergantung pada tingkat latihan.

Otot menggunakan FFA sebagai substrat yang dapat dioksidasi lebih disukai daripada glukosa. Selama latihan yang berkepanjangan, misalnya, pasokan glikogen tubuh bisa habis. Seperti dijelaskan di atas, ada peningkatan mobilisasi asam lemak dari jaringan adiposa yang dikirim ke jaringan otot pada albumin. Otot mengoksidasi FFA sebagai sumber energi utama yang membatasi pemanfaatan glukosa lebih lanjut.

3. Mekanisme Adaptif terhadap Stres dan Kekurangan Makanan Berkepanjangan

Sistem saraf pusat merespon hipoglikemia berat dengan peningkatan output simpatik ke pankreas dan medula adrenal. Pelepasan katekolamin pada ujung saraf secara langsung merangsang sel alfa untuk mensekresi glukagon dan menghambat sekresi insulin oleh sel beta. Katekolamin yang dilepaskan oleh adrenal merangsang glikogenolisis otot dan lipolisis adiposa dan bekerja secara sinergis dengan glukagon untuk merangsang produksi glukosa hepatic. Sistem saraf pusat (SSP) juga merangsang ACTH hipotalamus dan sekresi hormon pertumbuhan. Efeknya agak tertunda, dengan efek utama yang dihasilkan dari sekresi kortisol. Kortisol sendiri memiliki efek minimal, tetapi dalam kombinasi dengan glukagon dan epinefrin, itu membangkitkan peningkatan yang sangat nyata dalam produksi glukosa hati.

Glukokortikoid memainkan peran utama dalam pemeliharaan pasokan bahan bakar dan mobilisasi pemecahan lemak dan protein. Kortisol memiliki efek permisif pada sejumlah enzim yang terlibat dalam metabolisme bahan bakar. Dalam pengaturan eksperimental, hewan puasa adrenalectomi gagal menghasilkan prekursor glukogenik dan mati segera setelah penipisan simpanan karbohidrat mereka. Defisit utama adalah kegagalan untuk memulai pemecahan protein otot untuk menyediakan tulang punggung karbohidrat untuk glukoneogenesis. Pada hewan normal, enzim ini selalu ada karena sekresi kortisol. Selama puasa berkepanjangan, ada sedikit peningkatan bertahap dalam sekresi glukokortikoid selama puasa.

Selama periode kekurangan makanan yang berkepanjangan, serangkaian respons adaptif dihasilkan dari kekurangan insulin. Sekresi glukagon meningkat untuk mempertahankan kadar glukosa plasma puasa, namun tubuh bereaksi dengan memobilisasi pasokan bahan bakar alternatif (FFA dan badan keton) dan molekul prekursor glukogenik (asam amino yang berasal dari pemecahan protein). Perubahan ini diakibatkan oleh kekurangan insulin yang disebabkan oleh penurunan sekresi insulin selama kelaparan, kegagalan pankreas untuk memproduksi dan mensekresi insulin, atau resistensi insulin. Semua perubahan jangka pendek dalam aktivitas enzimatik yang dijelaskan di atas terjadi, tetapi ada beberapa respons jangka panjang terhadap insulin. Misalnya, glukokinase adalah enzim spesifik hati yang

diperlukan untuk fosforilasi glukosa menjadi glukosa-6-fosfat. Sintesis glukokinase bergantung pada insulin. Perputaran protein yang sebenarnya sedemikian rupa sehingga selama siklus normal asupan makanan, tidak ada perubahan yang cukup signifikan dalam tingkat enzim untuk mengganggu pemanfaatan glukosa. Namun, selama kekurangan makanan berkepanjangan, tingkat glukokinase turun ke tingkat mendekati nol. Ini adalah respon adaptif yang tepat untuk kelaparan karena membatasi pemanfaatan glukosa oleh hati. Sejumlah enzim yang terlibat dalam metabolisme glukosa dan pengaturan metabolisme energi secara umum bergantung pada insulin dengan cara ini. Misalnya, lipoprotein lipase adalah langkah yang dilakukan dalam akumulasi dan penyimpanan trigliserida dalam adiposit dan disintesis dengan cara yang bergantung pada insulin. Ini meminimalkan pemanfaatan glukosa oleh adiposit dengan mencegah penyerapan dan penyimpanan trigliserida selama puasa. Akhirnya, insulin memiliki efek umum meningkatkan sintesis protein.

Lebih dari 150 gen telah terbukti bergantung pada insulin. Dengan tidak adanya insulin, terjadi peningkatan katabolisme protein dengan peningkatan kecepatan pelepasan asam amino ke dalam darah. Dalam kondisi normal, dengan permulaan puasa terjadi penurunan kadar insulin plasma dan peningkatan konsentrasi glukagon. Penurunan insulin mengurangi penggunaan glukosa dan, jika berlanjut, menyebabkan penurunan beberapa enzim yang terlibat dalam penggunaan glukosa. Akibatnya, akan terjadi peningkatan mobilisasi FFA dari jaringan adiposa. FFA diangkut ke hati, yang tanpa adanya insulin dalam keadaan ketogenik. FFA -oksidasi menghasilkan produksi asam keto dan pelepasannya ke dalam darah. FFA dan asam keto adalah substrat oksidatif yang disukai dari sejumlah jaringan, selanjutnya meminimalkan pemanfaatan glukosa dan melestarikan tulang punggung karbohidrat. Katabolisme protein otot menghasilkan pelepasan asam amino. Asam amino glukogenik diangkut ke hati untuk berfungsi sebagai substrat untuk glukoneogenesis.

4. Mengetahui efek olahraga pada metabolisme glukosa.

Olahraga secara nyata meningkatkan permintaan bahan bakar. Simpanan glukosa cukup untuk latihan jangka pendek, dan kebutuhan ini dipenuhi oleh simpanan glikogen, kreatin fosfat, dan cadangan adenosin trifosfat (ATP) di otot. Latihan dengan durasi yang lebih lama menghasilkan perubahan signifikan insulin dan hormon kontraindikasi, mengakibatkan pemecahan glikogen hati dan mobilisasi FFA dari jaringan adiposa. Terjadi penurunan sekresi insulin dan peningkatan katekolamin, glukagon, hormon pertumbuhan, dan kortisol. Gabungan faktor-faktor ini menghasilkan peningkatan keseluruhan produksi glukosa hepatic sebagai akibat katekolamin dan glukagon, dan penurunan penggunaan glukosa oleh hati sebagai akibat dari penurunan insulin. Penurunan kadar insulin juga meminimalkan pengambilan glukosa di adiposit, yang mengakibatkan peningkatan produksi FFA. Peningkatan kadar hormon kontra regulasi akan mengaktifkan hormon-sensitif lipase (HSL) di adiposit untuk meningkatkan produksi FFA sebagai alternatif sumber substrat yang dapat dioksidasi. Selama latihan berkepanjangan (> 3 jam), simpanan glikogen hampir habis dan ada peningkatan permintaan FFA untuk substrat yang dapat dioksidasi.

Tutorial Minggu IV

MATA BURAM

Seorang perempuan, usia 65 tahun, datang ke puskesmas dengan keluhan utama kedua mata terasa makin buram sejak 3 bulan yang lalu. Keluhan mata tidak disertai merah atau nyeri. Penglihatan buram seperti berkabut. Pasien bekerja sebagai seorang petani. Riwayat penyakit diabetes dan hipertensi disangkal. Pada pemeriksaan fisik tampak kedua pupil berwarna putih. Refleks pupil kanan kiri normal. Segmen anterior kedua mata tampak seperti pada gambar. Segmen posterior kedua mata sulit dinilai. Dokter mendiagnosis sebagai katarak senilis matur ODS.



Kata kunci:

ODS

Mata buram

Segmen anterior mata

Segmen posterior mata

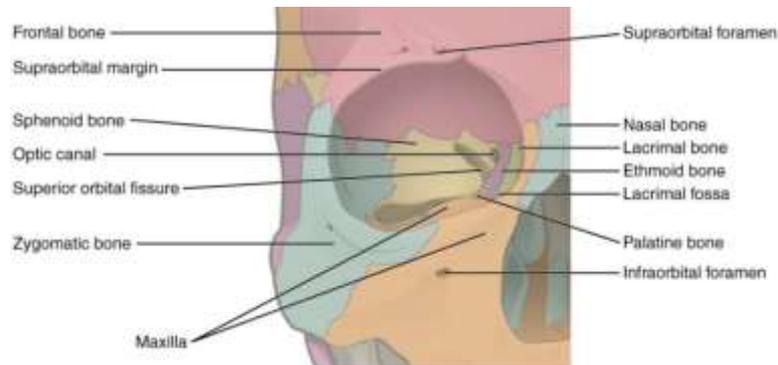
katarak senilis matur

Learning of Objective (LO)

1. Mahasiswa mampu memahami anatomi mata
2. Mahasiswa mampu memahami histologi mata
3. Mahasiswa mampu memahami fisiologi mata (proses melihat).
4. Mahasiswa mampu memahami gangguan refraksi pada kasus diatas.
5. Mahasiswa mampu menjelaskan ayat dan hadist yang berkaitan dengan kasus diatas.

JAWABAN:

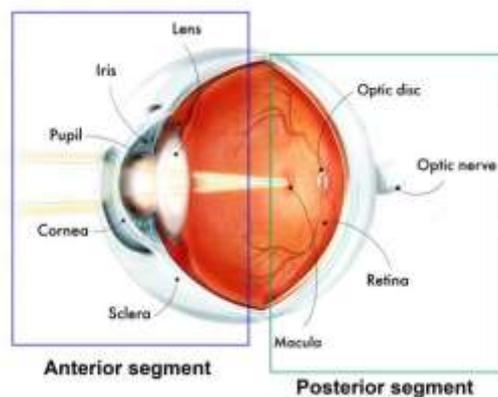
1. Anatomi mata



Sumber: <https://www.opthamologyreview.org/articles/orbital-bones>

Bola mata berada di dalam rongga orbita yang terdiri dari 7 tulang, yaitu Sphenoid, Etmoid, Lakrimal, Frontalis, Palatina, Maksila, Zygoma. Selain bola mata, di dalam rongga orbita yang berbentuk piramida bersisi empat, juga dilewati struktur penting. Di apeks posterior terletak kanal optik (canalis opticus) yang merupakan tempat lewatnya saraf optik ke otak. Fisura orbitalis superior dan inferior merupakan tempat lewatnya pembuluh darah dan saraf yang memberikan persarafan pada struktur orbita.

Mata dilindungi oleh kelopak mata yang terdiri dari lapisan kulit, otot - otot orbikularis, lapisan kolagen, epitel dan konjungtiva. Otot levator palpebra disarafi oleh N III dan kerusakannya menyebabkan terjadi ptosis.

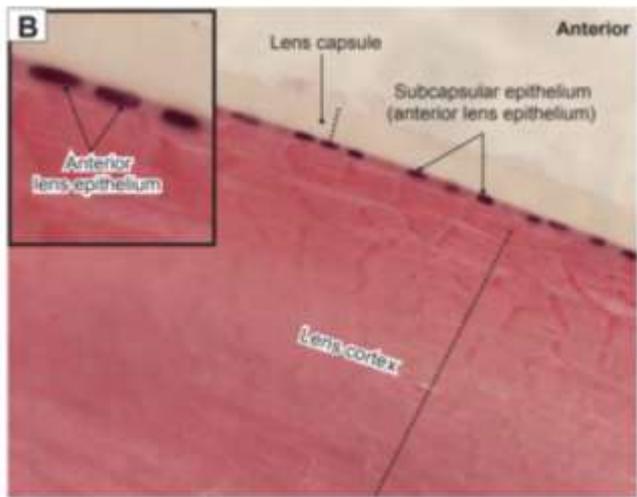
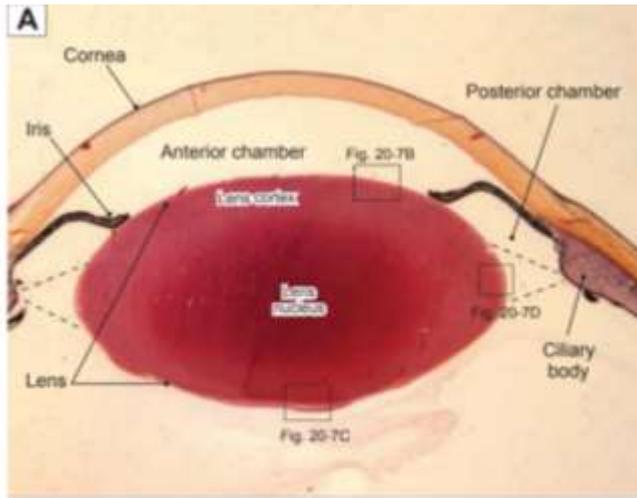


Sumber: <https://gene.vision/the-eye-2/>

Bola mata terdiri dari:

- Kornea: lapisan luar keras yang transparan di anterior dan di posterior terdapat sklera, lapisan opaque jaringan ikat. Sambungan antar keduanya disebut limbus. Otot –otot ekstra okular melekat pada sklera, sementara nervus optikus meninggalkan sklera di posterior melalui lempeng kribriiformis.
- Koroid: lapisan yang kaya pembuluh darah melapisi segmen posterior mata dan memberi nutrisi pada retina.
- Korpus siliaris: tempat otot siliaris, yang kontraksinya akan mengubah bentuk lensa pada akomodasi. Epitel siliaris mensekresi akueous humor dan mempertahankan tekanan okular. Korpus siliaris merupakan tempat perlekatan iris.
- Lensa terletak di belakang iris dan didukung oleh zonula Ziin yang terbentang antara lensa dan korpus siliaris.
- Sudut yang dibentuk iris dan kornea dilapisi jaringan trabekula. Pada sklera, kanal Schlemm mengalirkan akueous humor dari bilik mata anterior ke sistem vena. Antara kornea dan lensa serta iris terdapat bilik mata anterior. Diantara iris, lensa, dan korpus siliar terdapat bilik mata posterior yang keduanya berisi akueous humor.
- Antara lensa dan retina terdapat korpus vitreus.
- Pada permukaan eksterna mata ditutupi film air mata yang terdiri dari lapisan musin, lapisan akueous dan lapisan minyak.

2. Mahasiswa mampu memahami histologi mata



Histologi Lensa

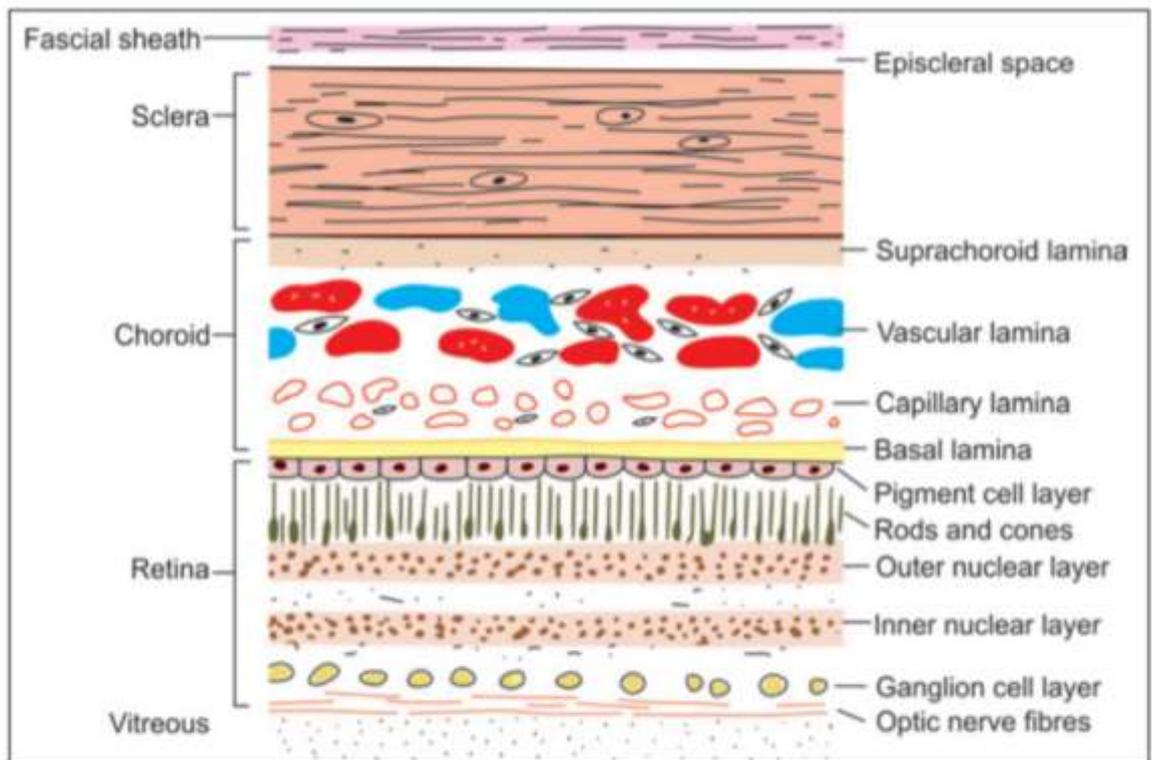
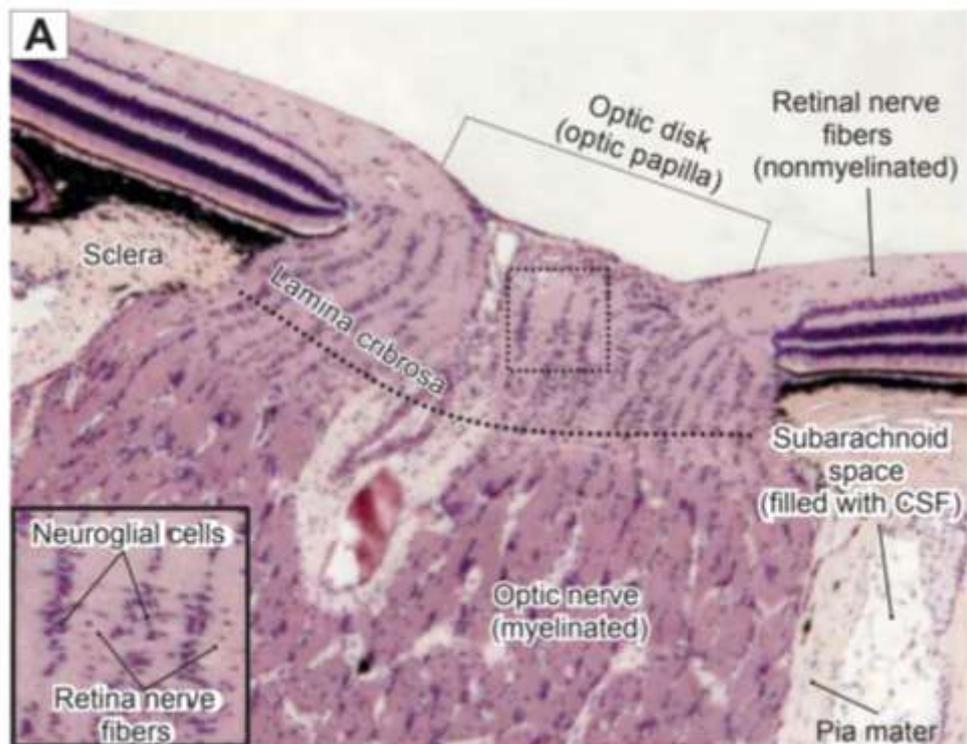


Fig. 22.3: Various layers of the eyeball (Schematic representation)

Optic Nerve



3. Fisiologi mata (proses melihat)

Proses melihat dimulai ketika cahaya memasuki bagian refraksi mata, yakni melalui kornea, humor akuos, lensa, vitreus, sampai terfokus di retina. Gelombang cahaya di retina selanjutnya berubah menjadi impuls saraf dan dihantarkan ke korteks visual untuk diproses dan dipersepsikan, sehingga menghasilkan image (kesan penglihatan) berupa bayangan kecil dan terbalik.

Proses yang terjadi, yaitu:

1. refraksi (pembelokan cahaya) ke dalam mata. Gelombang cahaya akan mengalami pembelokan (refraksi) bila melewati 2 medium yang berbeda indeks bias

2. akomodasi lensa untuk memfokuskan image yang dilihat agar tepat di retina. Ini melibatkan kontraksi dan relaksasi otot siliaris untuk mengubah bentuk lensa, seiring dengan jauh/dekatnya objek yang dilihat.

Kontraksi m.siliaris → badan siliar ketarik ke depan (forward) dan ke dalam (inward) → zonula ziin relaksasi → lensa menebal dan membulat → dapat fokus pada objek dekat

3. Konvergensi image. Penglihatan manusia merupakan penglihatan binokular, berarti image dari 2 mata akan dipersepsikan sebagai 1 image di otak. Objek yang dilihat akan jatuh di retina pada titik yang sama, di waktu yang sama.

4. proses fotokimia di retina, lalu diubah menjadi impuls saraf

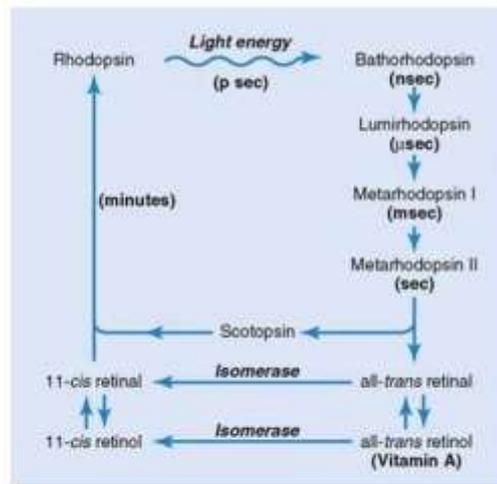
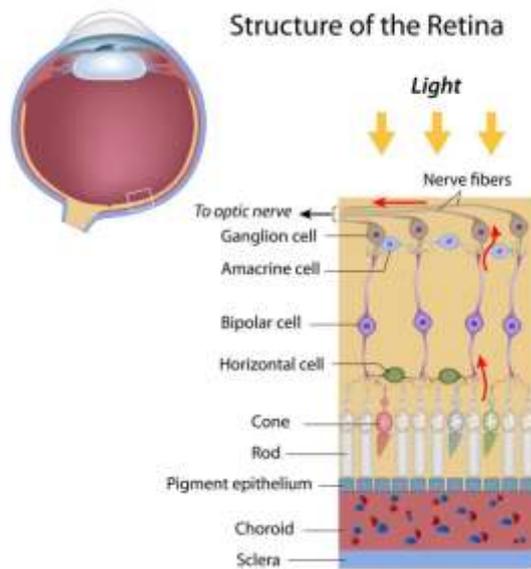


Figure 50-5 Rhodopsin-retinal visual cycle in the rod, showing decomposition of rhodopsin during exposure to light and subsequent slow re-formation of rhodopsin by the chemical processes.

Aktivitas fotokimia di retina dan konversi menjadi impuls saraf

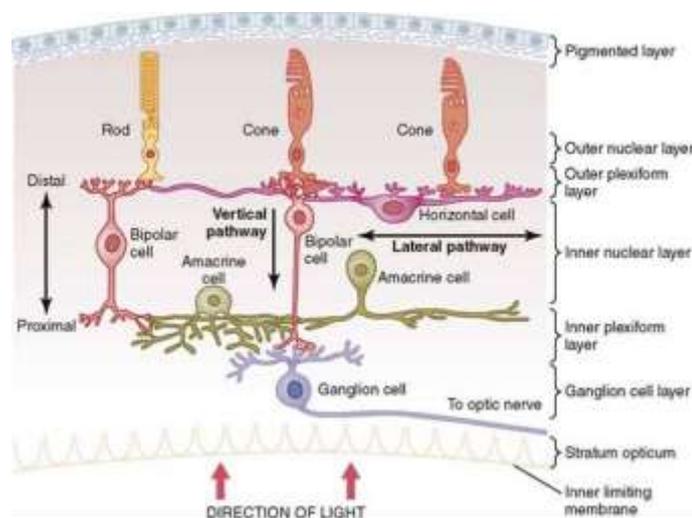
A. fotokimia di sel batang

- Berjumlah 120 juta
- Berperan untuk penglihatan gelap (malam hari) dan perifer
- Sensitif terhadap cahaya (berfungsi pada keadaan cahaya redup)
- Bukan untuk penglihatan tajam/warna, sehingga mendapat persepsi gambaran hitam dan putih

- Berisi pigmen fotosensitif rhodopsin yang dibentuk dari vitamin A

B. fotokimia di sel kerucut

- Berjumlah 6 juta
- Berperan di tempat terang
- Untuk penglihatan detil, warna
- Terdiri dari kerucut red, green, blue (RGB), sehingga persepsi warna tergantung kerucut mana yang terstimulasi
- Bila keseluruhannya terstimulasi, maka menghasilkan warna putih
- Bila tak ada yang terstimulasi, maka menghasilkan warna hitam



Cahaya melewati retina (dari depan) → melalui 2 lapis neuron (ganglion & bipolar) → menstimulasi fotoreseptor → terjadi perubahan bentuk pigmen fotoreseptor

Perubahan bentuk → inisiasi reaksi kimia → menghasilkan potensial aksi

Impuls berjalan dari belakang ke depan → dari batang, kerucut, ke bipolar, ganglion → lalu ganglion neuron melakukan konduksi impuls → melalui N.II → ke otak

5. Pengolahan dan mempersepsikan di otak

- Setelah proses stimulasi fotoreseptor terjadi → dialirkan melalui sel bipolar dan nerve fiber sel ganglion dari kedua mata → membawa impuls melalui N.optik
- Kedua N, Optik bertemu di chiasma (serat dari separuh nasal half tiap retina bersilangan dengan serat dari separuh temporal
- N.optik setelah persilangan disebut traktus optik
- Tiap traktus optik berlanjut ke posterior dan bersinap dengan neuron di thalamus → menjadi korpus geniculatum lateral → memproyeksikan primary visual cortex di lobus occipital cerebrum → image dipersepsikan

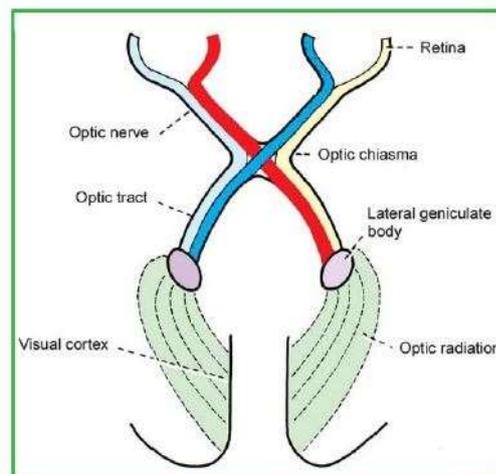
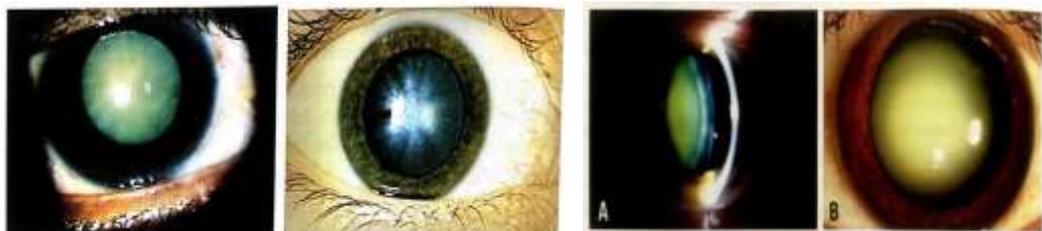


Fig. 18.1. The optic pathway. Note that the fibres from the medial (or nasal) half of each retina cross over to the optic tract of the opposite side.

4. Gangguan refraksi pada kasus diatas.

KATARAK

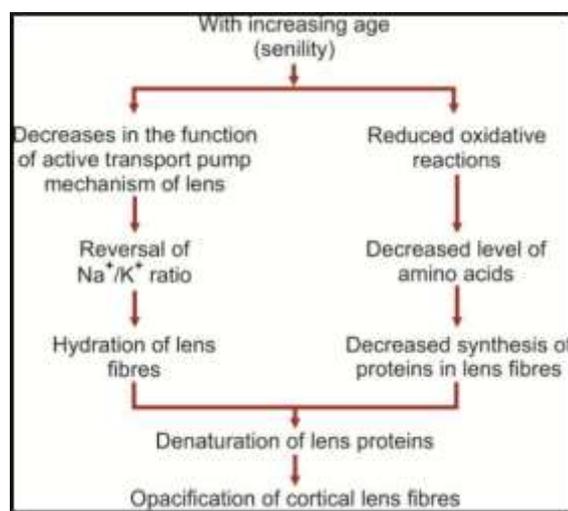


Katarak: kekeruhan lensa akibat sebab apapun, sehingga menimbulkan gejala penurunan kualitas fungsi penglihatan berupa penurunan sensitivitas kontras serta tajam penglihatan.

Berdasarkan Survei kesehatan indera penglihatan dan pendengaran oleh Depkes RI tahun 1993-1996, angka kebutaan di Indonesia adalah sebesar 1,5%, dengan katarak sebagai penyebab utama (0,78%). Ini menempatkan Indonesia sebagai negara dengan prevalensi buta katarak kedua tertinggi di dunia, padahal 80% kasus buta katarak merupakan kasus yang dapat dicegah.

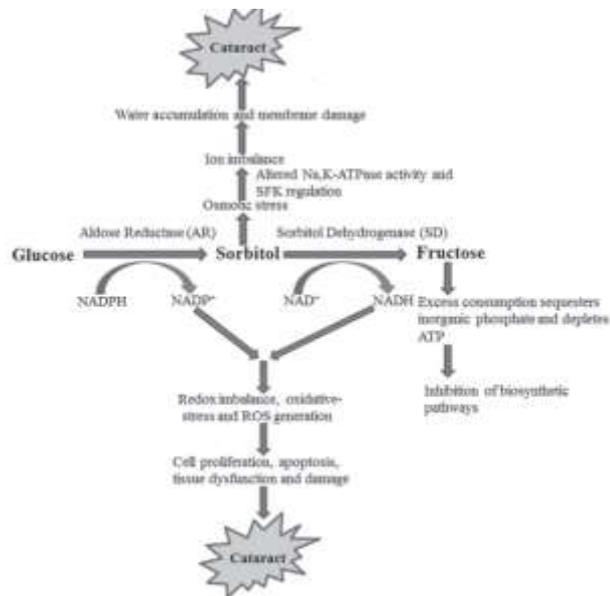
Etiologi, patofisiologi dan faktor risiko

Penyebab katarak merupakan multifaktor, namun penuaan dilaporkan sebagai penyebab utamanya. Proses penuaan akan mengubah komposisi protein lensa (sehingga beragregasi dan membentuk kekeruhan); dan menambah lapisan-lapisan serat lensa (sehingga lensa menjadi keras, padat, berpigmen, dan menjadi keruh). Kekeruhan yang timbul bisa terjadi pada nukleus, korteks, dan atau daerah subkapsular. Terjadilah katarak senilis.



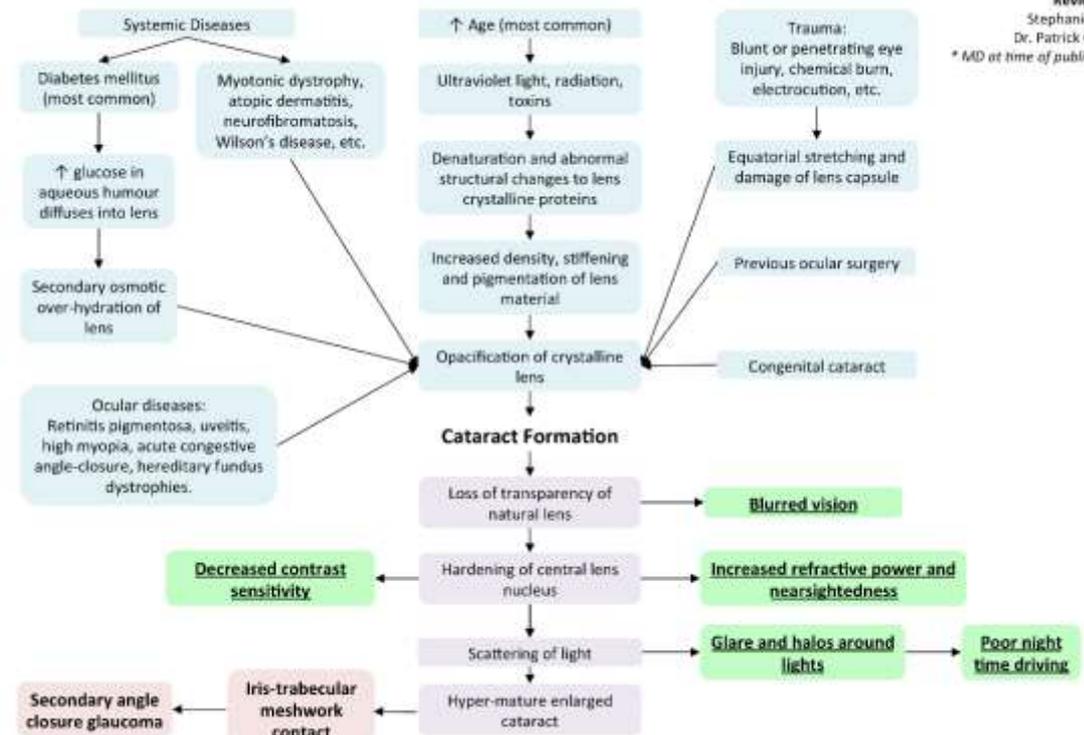
Beberapa hal yang dapat mempercepat timbulnya katarak diantaranya penyakit sistemik (diabetes mellitus), pemakaian obat-obatan (khususnya yang mengandung steroid), sinar ultraviolet, trauma atau peradangan intraokular, dan sebagainya. Faktor

lingkungan seperti kebiasaan merokok dan pajanan ultraviolet juga dilaporkan berkorelasi secara signifikan dengan prevalensi katarak. Pada gangguan metabolik seperti diabetes mellitus, terjadi peningkatan kadar sorbitol intrasel di serat lensa, sehingga degenerasi serat lensa terjadi lebih cepat.



Sumber: https://www.researchgate.net/profile/Amrital-Mandal/publication/259147610_Diabetic_Cataract_Pathogenesis_and_Management_with_Focus_on_Potential_Pharmacotherapeutics/links/0046352a0b2d98d069000000/Diabetic-Cataract-Pathogenesis-and-Management-with-Focus-on-Potential-Pharmacotherapeutics.pdf

Cataract: Pathogenesis and clinical findings



Authors:
Ammar Mahmood
Reviewers:
Stephanie Cote
Dr. Patrick Gool *
* MD at time of publication

Legend: Pathophysiology Mechanism Sign/Symptom/Lab Finding Complications Published January 4, 2016 on www.thecalgaryguide.com



Sumber:

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewiR6pPS87D6AhV-83MBHVyKDZUQFnoECA0QAQ&url=https%3A%2F%2Fcalgaryguide.ocalgary.ca%2Fcataract-pathogenesis-and-clinical-findings%2F&usg=AOvVaw2Gj5Vm10k3jnGD3Ttz9Ftg>

5. Ayat dan hadis yang berkaitan dengan kasus diatas.

- Al A'raf (7) ayat 179
- Al Balad (90) ayat 8 – 9
- An Nahl (16) ayat 78
- Hadits Shahih Al-Bukhari No. 3888
- Hadits Shahih Muslim No. 2089

E.PENILAIAN TUTORIAL

RUBRIK PENILAIAN *PROBLEM BASED LEARNING* (PBL) FK UHAMKA

No	Mahasiswa		Pengetahuan		Keterampilan Umum			Sikap	Nilai (total : 30 x 100)	Feedback
	NIM	Nama	Pengetahuan	Pemahaman & Penalaran	Sumber belajar	Partisipasi & Komunikasi	Teamwork			
1			1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5		
2			1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5		
3			1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5		
4			1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5		
5			1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5		
6			1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5		
7			1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5		
8			1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5		
9			1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5		
10			1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5		
11			1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5		

Petunjuk Penilaian

Skor	Pengetahuan	Pemahaman&Penalaran	Sumber belajar	Partisipasi &Komunikasi	Teamwork	Sikap
1	Tidak memiliki <i>prior knowledge</i> sama sekali	<ul style="list-style-type: none"> ● Tidak terlihat memahami konsep-konsep dasar permasalahan dalam sekenario ● Tidak berusaha mencari tahu terhadap konsep yang belum diketahui 	Tidak memiliki persiapan sama sekali	<ul style="list-style-type: none"> ● Tidak merespon isyarat dan petunjuk verbal/ non verbal dari peserta lain, hanya merespon pertanyaan tutor ● Samasekali tidak berpartisipasi dalam diskusi 	<ul style="list-style-type: none"> ● Tidak berkontribusi dalam mengidentifikasi tujuan pembelajaran sekenario ● Tidak memberikan kesempatan orang lain berbicara ● Menyela pembicaraan orang lain ● Tidak mau menerima pendapat orang lain ● Tidak mau menerima tugas yang diberikan 	<p>Tidak memenuhi keempat kriteria</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Datang tepat waktu ● Berpakaian rapi dan sesuai peraturan ● Sopan dan santun selama diskusi ● Menjaga kebersihan lingkungan diskusi
2	Memiliki <i>prior knowledge</i> yang sangat terbatas atau memiliki <i>prior knowledge</i>	<ul style="list-style-type: none"> ● Berhasil memahami konsep-konsep dasar permasalahan dalam sekenario dengan banyak bantuan / pancingan ● Hanya sesekali mencari tahu terhadap konsep yang belum diketahui 	Memiliki persiapan hanya pada 1-2 tujuan pembelajaran mingguan	<ul style="list-style-type: none"> ● Jarang bertanya ● Hanya merespon petunjuk verbal ● Respon terbatas terhadap petunjuk non-verbal ● Memberikan pernyataan dan penjelasan namun tidak jelas dan sulit dimengerti 	<ul style="list-style-type: none"> ● Jarang berkontribusi dalam mengidentifikasi tujuan pembelajaran sekenario ● Memiliki kecenderungan untuk mendominasi diskusi ● Menerima tugas setelah didesak 	<p>Hanya memenuhi satu kriteria:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Datang tepat waktu ● Berpakaian rapi dan sesuai peraturan ● Sopan dan santun selama diskusi ● Menjaga kebersihan lingkungan diskusi
3	Memiliki <i>prior knowledge</i> yang banyak dan mengaplikasikan dengan tepat pada tujuan pembelajaran saat ini	<ul style="list-style-type: none"> ● Berhasil memahami konsep-konsep dasar permasalahan dalam sekenario dengan sedikit bantuan/pancingan ● Selalu mencari tahu terhadap konsep yang belum diketahui ● Dapat menarik kesimpulan berdasar dari data / informasi yang didiskusikan 	Memiliki persiapan pada sebagian besar tujuan pembelajaran mingguan	<ul style="list-style-type: none"> ● Sesekali bertanya ● Merespon petunjuk verbal dan non-verbal ● Sesekali memberikan pernyataan dan penjelasan yang dapat dimengerti 	<ul style="list-style-type: none"> ● Sering berkontribusi dalam mengidentifikasi tujuan pembelajaran sekenario ● Mengajukan diri untuk tugas-tugas 	<p>Hanya memenuhi dua kriteria</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Datang tepat waktu ● Berpakaian rapi dan sesuai peraturan ● Sopan dan santun selama diskusi ● Menjaga kebersihan lingkungan diskusi
4	Memahami adanya integrasi/keterkaitan pengetahuan saat teman	<ul style="list-style-type: none"> ● Memahami konsep-konsep dasar permasalahan dalam sekenario dengan jelas tanpa bantuan ● Dapat menarik kesimpulan yang tepat dan dapat menginterpretasikan data / 	Memiliki persiapan pada semua tujuan pembelajaran mingguan dan dapat	<ul style="list-style-type: none"> ● Sering mengajukan pertanyaan yang menstimulasi diskusi ● Merespon petunjuk verbal dan non-verbal 	<ul style="list-style-type: none"> ● Slalu berkontribusi dalam mengidentifikasi tujuan pembelajaran sekenario ● Membantu menyusun daftar tujuan pembelajaran berdasarkan prioritas 	<p>Hanya memenuhi tiga kriteria:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Datang tepat waktu ● Berpakaian rapi dan sesuai peraturan

	yang lain menjelaskan	informasi yang didiskusikan dengan baik <ul style="list-style-type: none"> ● Menyadari dan mengidentifikasi bila terdapat informasi / data yang kurang tepat ● Mempertahankan pendapat / informasi yang didapat dengan penalaran yang tepat 	menyebutkan sumber belajar	<ul style="list-style-type: none"> ● Sering memberikan pernyataan dan penjelasan yang dapat dimengerti dan membantu menjelaskan pernyataan peserta lain yang kesulitan 	<ul style="list-style-type: none"> ● Membantu dan mendukung peserta lain untuk berpartisipasi dalam diskusi 	<ul style="list-style-type: none"> ● Sopan dan santun selama diskusi ● Menjaga kebersihan lingkungan diskusi
5	Mengintegrasikan keseluruhan pengetahuan mengenai suatu masalah dan keseluruhan tujuan pembelajaran mingguan	<ul style="list-style-type: none"> ● Memahami dan mengaitkan konsep-konsep dasar dengan konteks dalam permasalahan/ skenario. ● Dapat menjelaskan konsep-konsep dasar pada peserta lain dengan jelas dan mudah dimengerti ● Dapat mengintegrasikan konsep-konsep yang sulit ● Menyadari dan mengidentifikasi bila terdapat informasi / data yang kurang tepat 	Memiliki persiapan pada semua tujuan pembelajaran dan dapat menyebutkan sumber belajar yang sesuai dan dapat dipercaya	<ul style="list-style-type: none"> ● Pemimpin diskusi yang baik ● Sering mengajukan pertanyaan yang menstimulasi diskusi ● Merespon petunjuk verbal dan non-verbal ● Selalu memberikan pernyataan dan penjelasan yang dapat dimengerti dan membantu menjelaskan pernyataan peserta lain yang kesulitan ● Selalu menyimak diskusi dengan baik, sehingga dapat membantu melakukan klarifikasi dan membuat kesimpulan 	<ul style="list-style-type: none"> ● Menanyakan umpan balik / tanggapan dari peserta lain ● Mengorganisasi kelompok diskusi ● Menunjukkan empati pada tiap peserta diskusi yang lain ● Mencoba untuk mengaktifkan peserta yang kurang aktif secara halus 	Memenuhi keempat kriteria: <ul style="list-style-type: none"> ● Datang tepat waktu ● Berpakaian rapi dan sesuai peraturan ● Sopan dan santun selama diskusi ● Menjaga kebersihan lingkungan diskusi

SKOR

- 1 : Unsatisfactory
- 2 : Marginal
- 3 : Satisfactory
- 4 : Good
- 5 : Outstanding

F. JADWAL

Minggu I. Blok 1.3 Biomedik II - Sistem Reproduksi

	Senin, 14 November 2022	Selasa, 15 November 2022	Rabu, 16 November 2022	Kamis, 17 November 2022	Jumat, 18 November 2022	Sabtu, 19 November 2022
07.00-07.30						Belajar Mandiri
07.30-08.20	Kuliah Introduksi (MAB)	SKILL LAB I	Fisiologi Reproduksi Pria dan Wanita (IU)	SKILL LAB II	Praktikum Anatomi (TIM anatomi)	
08.20-09.10	ANATOMI (MA)					
09.10-10.00						
10.00-10.50	PAI	Siklus dan Pembelahan Sel (SSN)	Bahasa Indonesia dan Komunikasi	Belajar Mandiri	Belajar Mandiri	
10.50-11.40						
11.40-12.30	ISHOMA					
12.30-13.20	TUTORIAL I	Belajar Mandiri	TUTORIAL II	Histologi Sistem Reproduksi Dan Endokrin (DJD)	Praktikum Histologi Sistem Reproduksi (DJD-ZN)	Belajar Mandiri
13.20-14.10		Fertilisasi, Gametogenesis, dan Embriologi (SSN)				
14.10-15.00						
15.00-15.50	ISHOMA					
15.50-16.40						
16.40-17.30						

Minggu II. Blok 1.3 Biomedik II - Sistem Saraf

	Senin, 21 November 2022	Selasa, 22 November 2022	Rabu, 23 November 2022	Kamis, 24 November 2022	Jumat, 25 November 2022	Sabtu, 26 November 2022
07.00-07.30	Belajar Mandiri					Belajar Mandiri
07.30-08.20	Ujian Topik	SKILL LAB I	Transduksi Sinyal (MM)	SKILL LAB II	Praktikum Anatomi (TIM Anatomi)	
08.20-09.10	ANATOMI (MA)					
09.10-10.00						
10.00-10.50	PAI	Histologi Sistem Saraf dan Indera (ZN)	Bahasa Indonesia dan Komunikasi	Belajar Mandiri	Belajar Mandiri	
10.50-11.40						
11.40-12.30	ISHOMA					
12.30-13.20	TUTORIAL I	Fisiologi Sistem Saraf (MM)	TUTORIAL II	Praktikum Fisiologi Sistem Saraf	Belajar Mandiri	Belajar Mandiri
13.20-14.10						
14.10-15.00		Belajar Mandiri				
15.00-15.50	ISHOMA					
15.50-16.40	Belajar Mandiri					
16.40-17.30	Belajar Mandiri					

Minggu III. Blok 1.3 Biomedik II - Sistem Endokrin

	Senin, 28 November 2022	Selasa, 29 November 2022	Rabu, 30 November 2022	Kamis, 1 Desember 2022	Jumat, 2 Desember 2022	Sabtu, 3 Desember 2022
07.00-07.30	Belajar Mandiri					Belajar Mandiri
07.30-08.20	Ujian Topik	SKILL LAB I	Belajar Mandiri	SKILL LAB II	Praktikum Histologi sistem syaraf dan endokrin (DJD-ZN)	
08.20-09.10	ANATOMI (MA)		Kuliah Biokimia Hormon (MAB)			
09.10-10.00						
10.00-10.50	PAI	Belajar Mandiri	Bahasa Indonesia dan Komunikasi	Belajar Mandiri	Belajar Mandiri	
10.50-11.40						
11.40-12.30	ISHOMA					
12.30-13.20	TUTORIAL I	Materi Genetik, mutasi, dan ekspresi gen (EL)	TUTORIAL II	Fisiologi Sistem Endokrin (IU)	Praktikum Materi genetik dan kelainannya (SSN-MAB)	Belajar Mandiri
13.20-14.10						
14.10-15.00						
15.00-15.50	ISHOMA					
15.50-16.40	Belajar Mandiri					
16.40-17.30	Belajar Mandiri					

Minggu IV. Blok 1.3 Biomedik II - Sistem Indera

	Senin, 5 Desember 2022	Selasa, 6 Desember 2022	Rabu, 7 Desember 2022	Kamis, 8 Desember 2022	Jumat, 9 Desember 2022	Sabtu, 10 Desember 2022
07.00-07.30	Belajar Mandiri					Belajar Mandiri
07.30-08.20	Ujian Topik	SKILL LAB I	Praktikum Fisiologi sistem indera	SKILL LAB II	Praktikum Anatomi (Tim Anatomi)	
08.20-09.10	Anatomi (MA)					
09.10-10.00	PAI	Kelainan genetik dan pola pewarisan (EL)	Bahasa Indonesia dan Komunikasi	Fisiologi indera peraba, penghidu, pengecap (MM)	Belajar Mandiri	
10.00-10.50						
10.50-11.40						
11.40-12.30	ISHOMA					
12.30-13.20	TUTORIAL I	Fisiologi sistem indera penglihatan dan pendengaran (MM)	TUTORIAL II	Praktikum Histologi Indera (DJD-ZN)	Belajar Mandiri	Belajar Mandiri
13.20-14.10						
14.10-15.00						
15.00-15.50	ISHOMA					
15.50-16.40	Belajar Mandiri					
16.40-17.30	Belajar Mandiri					

Minggu V Blok 1.3 Biomedik II (Ujian)

	Senin, 12 Desember 2022	Selasa, 13 Desember 2022	Rabu, 14 Desember 2022	Kamis, 15 Desember 2022	Jumat, 16 Desember 2022	Sabtu, 17 Desember 2022
06.40-07.30						
07.30-08.20	Ujian Topik	MCQ			REMEDIAL MCQ	REMEDIAL OSPE
08.20-09.10						
09.10-10.00						
10.00-10.50	PAI		Bahasa Indonesia dan Komunikasi			
10.50-11.40						
11.40-12.30	ISHOMA					
12.30-13.20			OSPE			
13.20-14.10						
14.10-15.00						
15.00-15.50	ISHOMA					
15.50-16.40						

Keterangan:

- MA : dr. Siti Mona Amelia Lestari, M.Biomed
- MAB : Muhamad Arif Budiman, S.Pd., M.Biomed
- SSN : Sri Suciati Ningsih S.Si, M.Biomed
- EL : Dr. dra Erlin Listiyaningsih M.Kes
- ZN : dr. Zahra Nurushofa, Sp.PA
- IU : dr. Irena Ujjanti, M.Biomed
- MM : dr. Hj. Martiem Mawie, MS
- DJD : dr. Dewi Jantika Djuarna Sp.PA