



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA FAKULTAS FARMASI DAN SAINS

Islamic Center, Jl. Delima II/IV Klender, Jakarta Timur 13460 Telp. (021) 8611070, Fax. (021) 86603233

www.uhamka.ac.id, www.ffi.uhamka.ac.id, Email: ffi@uhamka.ac.id

SURAT TUGAS NOMOR: 821/FFS/LL/2025

Pimpinan Fakultas Farmasi dan Sains, Universitas Muhammadiyah Prof. DR. Hamka dengan ini memberi tugas kepada :

Nama : **1. dr. Endin Nokik Stujanna, Ph.D.**
2. Dr. apt. Hadi Sunaryo, M.Si.

Jabatan : Dosen FFS UHAMKA

Alamat : Islamic Center Jl. Delima Raya II/ IV, Perumnas Klender – Jakarta Timur

Tugas : Sebagai penulis pada Modul Ajar "**Biomedik**".

Waktu : Semester GANJIL TA. 2025/2026

Lain-lain : Setelah melaksanakan tugas agar memberikan laporan kepada Dekan atau kepada pemberi tugas.

Demikian surat tugas ini diberikan untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya sebagai amanah dan ibadah kepada Allah Subhanahu Wata`ala

Jakarta, 15 September 2025

Dekan



Dr. apt. Supandi, M.Si.

dr. Endin Nokik Stujanna, PhD

Dr. Apt. Hadi Sunaryo, M. Si

Biomedik

Dasar Struktur, Fungsi Sistem Tubuh sebagai Landasan Farmakologi, ADME, dan Terapi
Berbasis Target



2025

Kata Pengantar

Alhamdulillah rabbil ‘alamin, segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga buku ajar Biomedik untuk Farmasi ini dapat disusun. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW.

Buku ajar ini dirancang khusus untuk mahasiswa Farmasi sebagai fondasi ilmiah dalam memahami bagaimana obat bekerja pada tubuh. Oleh karena itu, pembahasan biomedik pada buku ini tidak hanya berfokus pada deskripsi anatomi dan fisiologi, tetapi juga menekankan keterkaitan struktur–fungsi organ dengan target molekuler obat, mekanisme kerja obat (farmakodinamik), serta implikasi organ terhadap ADME (absorpsi, distribusi, metabolisme, ekskresi) dan keamanan terapi.

Materi disusun secara sistematis dan terintegrasi berdasarkan sistem organ, dengan kerangka utama anatomi–histologi–fisiologi–biokimia, serta subbagian kaitan kefarmasian yang mencakup: reseptor dan transduksi sinyal, enzim dan transporter, jalur metabolik kunci, prinsip monitoring terapi, serta contoh obat dan efek samping yang relevan. Setiap topik dilengkapi tujuan pembelajaran, ringkasan bab, pertanyaan diskusi, dan studi kasus untuk melatih analisis kritis mahasiswa dalam konteks praktik kefarmasian.

Penulis menyadari buku ini masih dapat disempurnakan. Masukan dan saran sangat diharapkan untuk pengembangan edisi berikutnya. Semoga buku ajar ini bermanfaat dalam mendukung pembelajaran dan membentuk kompetensi farmasis yang mampu berpikir ilmiah, berbasis bukti, dan berorientasi keselamatan pasien.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Jakarta, Oktober 2025

penulis

Daftar Isi

BAB 1. NEUROBIOLOGI UNTUK FARMASI (Sistem Saraf & Neurotransmisi)

1. Anatomi fungsional SSP & SST (jalur sensorik/motorik, otonom)
2. Histologi neuron–glia, mielin, sinaps, BBB
3. Fisiologi potensial aksi, sinaps, neuroplasticity, nyeri
4. Biokimia neurotransmitter (ACh, DA, 5-HT, GABA, Glu), second messenger
5. Kaitan kefarmasian: target obat SSP (reseptor, kanal ion, transporter), BBB & penetrasi obat, obat neuropsikiatri, analgesik, anestetik, ADR (sedasi, EPS, serotonin syndrome)
6. Ringkasan bab, latihan soal, diskusi & studi kasus

BAB 2. ENDOKRINOLOGI UNTUK FARMASI (Sumbu HPA/HPT/HPG & Hormon Perifer)

1. Anatomi–histologi kelenjar endokrin utama
2. Fisiologi sumbu hipotalamus–hipofisis–organ target
3. Biokimia hormon (peptida, steroid, amina), reseptor & transduksi sinyal
4. Kaitan kefarmasian: agonis/antagonis hormon, antitiroid, insulin & antidiabetik, kortikosteroid, RAAS, ADR endokrin, monitoring terapi
5. Ringkasan, latihan, diskusi & kasus

BAB 3. SISTEM INDRA & TRANSDUKSI SINYAL UNTUK FARMASI

1. Anatomi–histologi mata, telinga, olfaktori, gustatori, kulit (nociception)
2. Fisiologi penglihatan, pendengaran, keseimbangan, rasa, bau, nyeri
3. Biokimia transduksi sinyal (GPCR, kanal ion, cGMP/cAMP)
4. Kaitan kefarmasian: obat mata (glaukoma), antihistamin, analgesik topikal, ototoksisitas aminoglikosida, efek obat pada indra (blurred vision, tinnitus)
5. Ringkasan + kasus

BAB 4. GASTROINTESTINAL & HEPATOBILIARY UNTUK FARMASI

1. Anatomi–histologi saluran cerna & kelenjar aksesori (hepar, pankreas, empedu)
2. Fisiologi sekresi, motilitas, absorpsi nutrisi & obat
3. Biokimia enzim pencernaan, asam lambung, empedu, mikrobiota (konsep dasar)
4. Kaitan kefarmasian: bioavailabilitas oral, first-pass effect, PPI/H2 blocker, antiemetik, laksatif, antibiotik & diare, interaksi obat-makanan, hepatotoksisitas
5. Ringkasan + kasus

BAB 5. RENAL–GENITOURINARIA UNTUK FARMASI (Ekskresi Obat & Cairan-Elektrolit)

1. Anatomi–histologi nefron, glomerulus, tubulus, JGA
2. Fisiologi filtrasi–reabsorpsi–sekresi; kontrol cairan-elektrolit; RAAS
3. Biokimia komposisi urin, asam-basa (konsep farmasi klinik)
4. Kaitan kefarmasian: renal clearance, penyesuaian dosis ginjal, diuretik, ACEi/ARB, nefrotoksitas (NSAID, aminoglikosida), monitoring kreatinin/eGFR
5. Ringkasan + kasus

BAB 6. REPRODUKSI, SIKLUS SEL, & DASAR EMBRIOLOGI UNTUK FARMASI

1. Anatomi–histologi sistem reproduksi
2. Fisiologi HPG axis, siklus menstruasi, spermatogenesis/oogenesis
3. Biologi sel: mitosis–meiosis, diferensiasi, organogenesis (konsep kunci)
4. Kaitan kefarmasian: kontrasepsi, terapi hormon, teratogenisitas, obat pada kehamilan/laktasi, farmakovigilans reproduksi
5. Ringkasan + kasus

BAB I

NEUROBIOLOGI

(Sistem Saraf sebagai Target Obat dan Dasar Farmakoterapi)

Topik

Struktur, organisasi jaringan, dan mekanisme kerja sistem saraf yang meliputi neuroanatomi, histologi neuron dan glia, fisiologi potensial aksi dan neurotransmisi, serta dasar biokimia komunikasi sel saraf sebagai landasan pemahaman target obat pada sistem saraf pusat dan perifer.

Tujuan Pembelajaran

Pada akhir bab ini, mahasiswa diharapkan mampu:

1. Memahami organisasi anatomi sistem saraf pusat dan perifer dalam konteks fungsi dan target farmakologi
2. Memahami struktur histologis neuron, sel glia, dan blood–brain barrier
3. Menjelaskan fisiologi potensial aksi dan transmisi sinaptik
4. Memahami peran neurotransmitter dan mekanisme transduksi sinyal saraf
5. Mengaitkan konsep neurobiologi dengan mekanisme kerja obat, efek samping, dan keamanan terapi

Indikator Pembelajaran

Mahasiswa mampu menjelaskan hubungan antara struktur dan fungsi sistem saraf dengan mekanisme kerja obat serta implikasi klinisnya.

A. ANATOMI FUNGSIONAL SISTEM SARAF

Sistem saraf merupakan sistem koordinasi utama tubuh yang berperan dalam menerima, memproses, dan merespons rangsangan internal maupun eksternal. Secara anatomi, sistem saraf terbagi menjadi sistem saraf pusat (SSP) dan sistem saraf perifer (SST), yang keduanya menjadi target penting berbagai golongan obat.

1. Sistem Saraf Pusat (SSP)

SSP terdiri atas:

- **Otak**
 - Korteks serebri: pusat kesadaran, kognisi, emosi, dan kontrol motorik volunter
 - Ganglia basal: regulasi gerakan (target obat Parkinson)
 - Sistem limbik: emosi dan memori (target antidepresan dan ansiolitik)
 - Batang otak: pusat vital (napas, denyut jantung)
- **Medula spinalis**
 - Jalur sensorik (aferen) dan motorik (eferen)
 - Pusat refleks

Relevansi farmasi:

Gangguan pada SSP menjadi target utama obat antiepilepsi, antipsikotik, antidepresan, anestetik, dan analgesik sentral.

2. Sistem Saraf Perifer (SST)

SST terdiri dari:

- **Saraf kranialis (12 pasang)**
- **Saraf spinalis**
- **Sistem saraf otonom**
 - Simpatis (fight or flight)
 - Parasimpatis (rest and digest)

Relevansi farmasi:

Obat antihipertensi, bronkodilator, antikolinergik, dan agonis β -adrenergik bekerja melalui sistem saraf otonom.

Capaian:

Mahasiswa mampu menjelaskan organisasi anatomi sistem saraf dan kaitannya dengan target obat.

B. HISTOLOGI SISTEM SARAF

1. Neuron

Neuron merupakan unit struktural dan fungsional sistem saraf yang terdiri dari:

- **Badan sel (soma):** mengandung inti dan organel metabolik
- **Dendrit:** menerima impuls
- **Akson:** menghantarkan impuls

Neuron bersifat **amitotik**, sehingga kerusakan neuron SSP umumnya bersifat permanen.

2. Sel Glia

Sel glia berfungsi menopang dan melindungi neuron:

- **Astrosit:** mendukung BBB dan metabolisme neuron
- **Oligodendrosit:** membentuk mielin di SSP
- **Sel Schwann:** membentuk mielin di SST
- **Mikroglia:** fagosit dan respon imun SSP
- **Ependim:** membentuk cairan serebrospinal (CSF)

3. Blood–Brain Barrier (BBB)

BBB tersusun dari:

- Endotel kapiler dengan tight junction
- Astrosit (end-feet)
- Membran basal

Implikasi farmasi:

- Obat harus bersifat lipofilik atau menggunakan transporter khusus untuk menembus BBB
- BBB membatasi masuknya antibiotik, kemoterapi, dan obat biologik ke SSP

Capaian:

Mahasiswa mampu menjelaskan struktur histologis sistem saraf dan implikasinya terhadap penetrasi obat.

C. FISILOGI SISTEM SARAF: POTENSIAL AKSI DAN TRANSMISI

1. Potensial Membran dan Potensial Aksi

Neuron memiliki potensial istirahat sekitar -70 mV. Potensial aksi terjadi melalui:

1. Depolarisasi (masuknya Na^+)
2. Repolarisasi (keluarnya K^+)
3. Hiperpolarisasi

Target farmasi:

- Anestetik lokal $\rightarrow$ memblokir kanal Na^+
- Antiepilepsi $\rightarrow$ stabilisasi membran neuron

2. Transmisi Sinaptik

Transmisi impuls terjadi melalui:

- Sinaps kimia (mayoritas)
- Sinaps listrik (minor)

Tahapan:

1. Impuls mencapai terminal presinaptik
2. Pelepasan neurotransmitter
3. Ikatan dengan reseptor postsinaptik
4. Respon sel target

D. BIOKIMIA SISTEM SARAF

1. Neurotransmitter Utama

- **Asetilkolin (ACh)** → neuromuskular, parasimpatis
- **Dopamin (DA)** → reward, motorik
- **Serotonin (5-HT)** → mood, tidur
- **GABA** → inhibisi
- **Glutamat** → eksitasi utama

2. Transduksi Sinyal

- Reseptor ionotropik (cepat)
- Reseptor metabotropik (GPCR)

3. Terminasi Sinyal

- Reuptake
- Degradasi enzimatik (MAO, COMT, AChE)

Implikasi farmasi:

SSRI, SNRI, MAOI, antikolinesterase bekerja pada tahap ini.

E. KAITAN KEFARMASIAN SISTEM SARAF

1. Sistem Saraf sebagai Target Obat

Target	Contoh Obat
Kanal Na ⁺	Lidokain
Reseptor GABA	Benzodiazepin
Reseptor Dopamin	Antipsikotik
Reuptake Serotonin	SSRI

2. Efek Samping dan Keamanan

- Sedasi
- Depresi napas
- Gangguan kognitif
- Ketergantungan obat

3. Peran Farmasis

- Edukasi pasien
- Monitoring efek samping
- Deteksi interaksi obat SSP

F. RINGKASAN BAB

1. Sistem saraf merupakan target utama banyak obat
2. Struktur neuron menentukan mekanisme kerja obat
3. BBB memengaruhi distribusi obat ke SSP
4. Neurotransmitter dan reseptor menjadi target farmakologi
5. Pemahaman neurobiologi penting untuk keamanan terapi

G. PERTANYAAN DISKUSI DAN STUDI KASUS

A. Pertanyaan Diskusi

1. Mengapa tidak semua obat dapat menembus BBB?
2. Mengapa obat SSP sering menyebabkan efek samping sedasi?
3. Jelaskan hubungan kanal ion dan epilepsi.
4. Mengapa gangguan neurotransmitter dapat menyebabkan gangguan mental?
5. Bagaimana peran farmasis dalam mencegah penyalahgunaan obat SSP?

B. Studi Kasus

Kasus 1: Interaksi Obat SSP

Pasien menggunakan SSRI dan obat batuk mengandung dekstrometorfan.

Pertanyaan:

- Risiko apa yang mungkin terjadi?
- Neurotransmitter apa yang terlibat?
- Peran farmasis dalam mencegah efek berbahaya?

H. REFERENSI

- Guyton & Hall. *Textbook of Medical Physiology*
- Sherwood, L. *Human Physiology*
- Katzung. *Basic & Clinical Pharmacology*
- Marks & Lieberman. *Basic Medical Biochemistry*
- Rang & Dale. *Pharmacology*

BAB II

SISTEM ENDOKRIN

(Hormon sebagai Target Obat dan Dasar Farmakoterapi Endokrin)

Topik

Struktur, organisasi jaringan, dan mekanisme kerja sistem endokrin yang meliputi anatomi dan histologi kelenjar endokrin, fisiologi regulasi hormonal melalui aksis hipotalamus–hipofisis–organ target, serta biokimia hormon sebagai dasar pemahaman mekanisme kerja obat endokrin, terapi substitusi hormon, dan antagonis hormonal.

Tujuan Pembelajaran

Pada akhir bab ini, mahasiswa diharapkan mampu:

1. Memahami anatomi dan organisasi sistem endokrin
2. Menjelaskan struktur histologis kelenjar endokrin utama
3. Memahami fisiologi regulasi hormonal melalui aksis hipotalamus–hipofisis
4. Menjelaskan mekanisme kerja hormon perifer dalam menjaga homeostasis
5. Mengaitkan biokimia hormon dengan mekanisme kerja obat, efek samping, dan monitoring terapi farmasi

Indikator Pembelajaran

Mahasiswa mampu menjelaskan hubungan antara sistem endokrin dan farmakoterapi berbasis hormon secara komprehensif.

A. ANATOMI SISTEM ENDOKRIN (ORIENTASI TARGET OBAT)

Sistem endokrin terdiri atas kelenjar tanpa duktus yang mensekresikan hormon langsung ke dalam sirkulasi darah. Hormon bekerja dalam konsentrasi kecil tetapi memiliki efek biologis luas dan jangka panjang.

1. Syntopi dan Topografi Kelenjar Endokrin

- **Hipotalamus**
Terletak di dasar diensefalon, berperan sebagai penghubung sistem saraf dan endokrin.
- **Hipofisis (Pituitari)**
Terletak di sella turcica tulang sfenoid, dikenal sebagai *master gland*.
- **Tiroid & Paratiroid**
Terletak di regio servikal anterior, mengatur metabolisme dan homeostasis kalsium.
- **Adrenal (Suprarenal)**
Terletak di atas ginjal, berperan dalam respons stres dan regulasi elektrolit.
- **Pankreas Endokrin**
Terletak retroperitoneal, berperan dalam regulasi glukosa darah.
- **Gonad (Ovarium & Testis)**
Menghasilkan hormon reproduksi.

Relevansi Farmasi:

Letak anatomis dan vaskularisasi tinggi kelenjar endokrin memengaruhi **onset kerja obat, distribusi hormon, dan toksisitas sistemik**.

Capaian:

Mahasiswa mampu menjelaskan hubungan topografi sistem endokrin dengan fungsi dan target farmakologi.

B. HISTOLOGI SISTEM ENDOKRIN

Jaringan endokrin memiliki ciri utama berupa kapiler sinusoid untuk memudahkan difusi hormon.

1. Hipofisis

- **Adenohipofisis**
 - Sel asidofil → GH, prolaktin
 - Sel basofil → TSH, ACTH, FSH, LH
- **Neurohipofisis**
 - Akson neuron hipotalamus (ADH & oksitosin)

2. Tiroid

- Tersusun atas **folikel** berisi koloid (tiroglobulin)
- Sel folikular menghasilkan T3 dan T4

3. Paratiroid

- Didominasi **chief cells** penghasil PTH

4. Pankreas Endokrin

Pulau Langerhans:

- Sel α → glukagon
- Sel β → insulin
- Sel δ → somatostatin

5. Adrenal

- **Korteks adrenal**
 - Zona glomerulosa → aldosteron
 - Zona fasikulata → kortisol
 - Zona retikularis → androgen
- **Medula adrenal**
 - Katekolamin (epinefrin, norepinefrin)

Implikasi Farmasi:

Struktur histologis menentukan **jenis hormon, jalur sintesis, dan target obat** (misal steroid vs peptida).

Capaian:

Mahasiswa mampu mengidentifikasi struktur histologis kelenjar endokrin dan korelasinya dengan fungsi.

C. FISILOGI SISTEM ENDOKRIN I

(REGULASI HORMONAL – AKSIS HIPOTALAMUS–HIPOFISIS)

1. Aksis Hipotalamus–Hipofisis–Organ Target

Contoh HPA axis:

1. Hipotalamus → CRH
2. Hipofisis anterior → ACTH
3. Korteks adrenal → kortisol

2. Mekanisme Umpan Balik Negatif

Kortisol yang meningkat akan:

- Menekan CRH
- Menekan ACTH

Makna Farmasi:

Pemberian kortikosteroid jangka panjang dapat menyebabkan supresi adrenal → perlu tapering dosis.

D. FISILOGI SISTEM ENDOKRIN II

(REGULASI HORMON PERIFER & INTERAKSI SISTEM)

1. Hormon Tiroid

- Meningkatkan laju metabolisme basal
- Mempengaruhi farmakokinetik obat (clearance ↑)

2. Insulin & Glukagon

- Insulin → menurunkan glukosa darah
- Glukagon → menaikkan glukosa darah

3. Sistem RAAS

- Renin → Angiotensin II → Aldosteron
- Mengatur tekanan darah dan elektrolit

Implikasi Farmasi:

- ACE inhibitor, ARB, diuretik
- Interaksi obat dengan elektrolit (hiperkalemia)

E. BIOKIMIA HORMON

1. Klasifikasi Hormon

Jenis	Contoh	Mekanisme
-------	--------	-----------

Peptida	Insulin	Reseptor membran
---------	---------	------------------

Steroid	Kortisol	Reseptor intraseluler
---------	----------	-----------------------

Amina	Tiroksin	Reseptor nuklir
-------	----------	-----------------

2. Transduksi Sinyal

- cAMP
- IP₃/DAG
- Aktivasi transkripsi gen

Target Obat:

Agonis, antagonis, inhibitor sintesis, dan modulator reseptor hormon.

F. KAITAN KEFARMASIAN SISTEM ENDOKRIN

1. Sistem Endokrin sebagai Target Terapi

Sistem	Contoh Obat
Tiroid	Levotiroksin, metimazol
Adrenal	Kortikosteroid
Pankreas	Insulin, metformin
RAAS	ACEI, ARB

2. Efek Samping & Monitoring

- Hiperglikemia
- Supresi adrenal
- Osteoporosis
- Gangguan elektrolit

3. Peran Farmasis

- Edukasi penggunaan hormon
- Monitoring efek samping jangka panjang
- Deteksi interaksi obat–hormon

G. RINGKASAN BAB

1. Sistem endokrin bekerja melalui regulasi hormonal jangka panjang
2. Hormon bekerja melalui reseptor spesifik dan jalur sinyal tertentu
3. Banyak obat meniru atau menghambat kerja hormon
4. Kesalahan terapi hormon dapat berdampak sistemik
5. Farmasis berperan penting dalam keamanan terapi hormonal

H. PERTANYAAN DISKUSI DAN STUDI KASUS

A. Pertanyaan Diskusi

1. Mengapa efek obat hormon cenderung lebih lambat tetapi bertahan lama?
2. Mengapa terapi kortikosteroid tidak boleh dihentikan mendadak?
3. Bagaimana hormon tiroid memengaruhi dosis obat lain?
4. Mengapa insulin oral tidak tersedia?
5. Apa risiko interaksi obat pada pasien dengan gangguan endokrin?

B. Studi Kasus

Kasus: Terapi Kortikosteroid Jangka Panjang

Pasien rheumatoid arthritis menggunakan prednison selama 6 bulan.

Pertanyaan:

- Efek samping apa yang mungkin muncul?
- Mekanisme supresi aksis HPA?
- Edukasi apa yang harus diberikan farmasis?

I. REFERENSI

- Guyton & Hall. *Textbook of Medical Physiology*
- Sherwood. *Human Physiology*
- Katzung. *Basic & Clinical Pharmacology*
- Rang & Dale. *Pharmacology*
- Marks & Lieberman. *Basic Medical Biochemistry*

BAB III

SISTEM INDRA

(Transduksi Sinyal Sensorik sebagai Dasar Target Obat dan Efek Samping Terapi)

Topik

Struktur, organisasi jaringan, dan mekanisme transduksi rangsang pada sistem indra yang meliputi anatomi dan histologi organ indra, fisiologi indra pengecap, penghidu, penglihatan, pendengaran, serta peraba/nyeri, dan dasar biokimia transduksi sinyal sensorik sebagai landasan pemahaman mekanisme kerja obat, efek samping sensorik, dan keamanan terapi farmasi.

Tujuan Pembelajaran

Pada akhir bab ini, mahasiswa diharapkan mampu:

1. Memahami anatomi dan hubungan topografis organ sistem indra
2. Menjelaskan struktur histologis organ indra dan reseptornya
3. Memahami fisiologi indra pengecap, penghidu, penglihatan, pendengaran, dan peraba/nyeri
4. Menjelaskan mekanisme biokimia transduksi sinyal sensorik
5. Mengaitkan sistem indra dengan target obat, efek samping, dan monitoring terapi kefarmasian

Indikator Pembelajaran

Mahasiswa mampu menjelaskan mekanisme kerja sistem indra dan kaitannya dengan farmakoterapi serta efek samping obat yang memengaruhi fungsi sensorik.

A. ANATOMI SISTEM INDRA (ORIENTASI FARMASI)

Sistem indra terdiri dari special senses dan general senses yang berfungsi menerima rangsangan fisik dan kimia dari lingkungan serta mentransduksinya menjadi impuls saraf.

1. Organ Special Senses

- **Indra Penghidu (Olfactorius)**
Terletak di kavum nasi bagian superior, diinervasi oleh **Nervus olfactorius (N. I)**.
- **Indra Pengecap (Gustatorius)**
Terletak pada lidah, diinervasi oleh **N. VII, IX, dan X**.
- **Indra Penglihatan (Visual)**
Mata (bulbus oculi) terletak di orbita, diinervasi oleh **N. opticus (N. II)**.
- **Indra Pendengaran & Keseimbangan (Auditorius & Vestibularis)**
Terletak di telinga luar, tengah, dan dalam, diinervasi oleh **N. vestibulocochlearis (N. VIII)**.

2. General Senses

- Peraba, nyeri, suhu, dan propriosepsi
- Reseptor tersebar di kulit, otot, dan sendi

Relevansi Farmasi:

Banyak obat menimbulkan gangguan indra sebagai efek samping, seperti:

- Penglihatan kabur
- Tinnitus
- Anosmia
- Gangguan pengecap

Capaian:

Mahasiswa mampu menjelaskan hubungan anatomi sistem indra dengan manifestasi efek samping obat.

B. HISTOLOGI SISTEM INDRA

1. Mata

- Retina terdiri dari:
 - Sel fotoreseptor: batang dan kerucut
 - Sel bipolar
 - Sel ganglion
- Aqueous humor diproduksi badan siliaris dan dialirkan ke kanal Schlemm

2. Hidung (Olfactorius)

- Epitel olfaktorius:

- Sel reseptor olfaktori
- Sel penunjang
- Sel basal (regenerasi)

3. Telinga

- **Koklea** mengandung organ Corti
- Sel rambut sebagai mekanoreseptor
- Kanalis semisirkularis untuk keseimbangan

4. Kulit (Peraba/Nyeri)

- Reseptor:
 - Meissner (sentuhan halus)
 - Pacini (tekanan)
 - Ruffini (regangan)
 - Nositseptor (nyeri)

5. Lidah

- Papila:
 - Fungiformis
 - Sirkumvalata
- Taste buds sebagai reseptor kimia

Implikasi Farmasi:

Kerusakan histologis akibat obat dapat bersifat:

- Reversibel (antihistamin)
- Ireversibel (aminoglikosida pada sel rambut)

Capaian:

Mahasiswa mampu mengidentifikasi struktur histologis organ indra dan dampaknya terhadap fungsi sensorik.

C. FISILOGI SISTEM INDRA I

(PENGECAP DAN PENGHIDU)

1. Indra Pengecap

Lima rasa dasar:

- Manis
- Asin
- Asam
- Pahit
- Umami

Mekanisme:

- Reseptor GPCR (manis, pahit, umami)
- Kanal ion (asin, asam)

2. Indra Penghidu

- Molekul odorant berikatan dengan reseptor di silia
- Satu bau → kombinasi aktivasi reseptor
- Berhubungan erat dengan sistem limbik (emosi & memori)

Relevansi Farmasi:

- Obat dapat menyebabkan **disgeusia** (gangguan rasa)
- Penurunan penciuman memengaruhi kepatuhan obat oral

D. FISILOGI SISTEM INDRA II

(PENDENGARAN, PENGLIHATAN, DAN NYERI)

1. Pendengaran

- Gelombang suara → membran timpani → osikel → koklea
- Defleksi sel rambut → impuls saraf

2. Penglihatan

- Cahaya → aktivasi rodopsin
- Perubahan cGMP → hiperpolarisasi fotoreseptor

3. Nyeri (Nosisepsi)

- Aktivasi nosiseptor
- Jalur spinotalamik
- Modulasi nyeri di SSP

Target Obat:

- Analgesik
- NSAID
- Opioid
- Anestetik lokal

E. BIOKIMIA TRANSDUKSI SINYAL SENSORIK

1. Mekanisme Transduksi

Indra	Mekanisme
Penglihatan	Fototransduksi (cGMP)
Pendengaran	Mekanotransduksi
Pengecap	Kemotransduksi
Penghidu	GPCR
Nyeri	Kanal ion

2. Second Messenger

- cAMP
- IP₃/DAG
- Ca²⁺

Implikasi Farmasi:

Banyak obat bekerja dengan memodulasi jalur ini, baik sebagai agonis maupun antagonis.

F. KAITAN KEFARMASIAN SISTEM INDRA

1. Sistem Indra sebagai Target Obat

Indra	Contoh Obat
Mata	Timolol, latanoprost
Hidung	Antihistamin
Nyeri	NSAID, opioid
Telinga	(risiko) aminoglikosida

2. Efek Samping Sensorik

- Ototoksisitas
- Gangguan penglihatan
- Penurunan rasa & bau

3. Peran Farmasis

- Edukasi pasien
- Deteksi dini ADR
- Pelaporan farmakovigilans

G. RINGKASAN BAB

1. Sistem indra bekerja melalui transduksi rangsang menjadi impuls saraf
2. Struktur histologis menentukan sensitivitas indra
3. Banyak obat memengaruhi fungsi sensorik
4. Efek samping indra berdampak besar pada kualitas hidup pasien
5. Farmasis berperan penting dalam monitoring gangguan indra

H. PERTANYAAN DISKUSI DAN STUDI KASUS

A. Pertanyaan Diskusi

1. Mengapa aminoglikosida dapat menyebabkan gangguan pendengaran permanen?
2. Mengapa obat antikolinergik sering menyebabkan penglihatan kabur?
3. Bagaimana hubungan nyeri dan inflamasi dalam farmakoterapi?
4. Mengapa gangguan indra memengaruhi kepatuhan pasien minum obat?
5. Mengapa indra penciuman cepat beradaptasi terhadap bau?

B. Studi Kasus

Kasus: Ototoksisitas Antibiotik

Pasien TB mendapatkan terapi aminoglikosida dan mengeluh telinga berdenging.

Pertanyaan:

- Struktur indra mana yang terdampak?
- Mengapa kerusakan bersifat ireversibel?
- Peran farmasis dalam monitoring terapi?

I. REFERENSI

- Guyton & Hall. *Textbook of Medical Physiology*
- Sherwood. *Human Physiology*
- Katzung. *Basic & Clinical Pharmacology*
- Rang & Dale. *Pharmacology*
- Marks & Lieberman. *Basic Medical Biochemistry*

BAB IV

SISTEM GASTROINTESTINAL (Dasar Absorpsi, Metabolisme, dan Interaksi Obat)

Topik

Struktur, organisasi jaringan, dan mekanisme kerja sistem gastrointestinal yang meliputi anatomi dan histologi saluran cerna serta organ aksesori, fisiologi sekresi, motilitas, dan absorpsi, serta biokimia enzim pencernaan dan metabolisme awal obat sebagai dasar pemahaman **bioavailabilitas obat oral, first-pass effect, interaksi obat–makanan, dan hepatotoksitas**.

Tujuan Pembelajaran

Pada akhir bab ini, mahasiswa diharapkan mampu:

1. Memahami anatomi dan topografi sistem gastrointestinal dan organ aksesori
2. Menjelaskan struktur histologis saluran cerna dan kelenjar pencernaan
3. Memahami fisiologi sekresi, motilitas, dan absorpsi nutrisi serta obat
4. Menjelaskan peran hati dalam metabolisme obat
5. Mengaitkan fungsi sistem GI dengan bioavailabilitas, interaksi, dan keamanan obat

Indikator Pembelajaran

Mahasiswa mampu menjelaskan hubungan antara sistem gastrointestinal dan farmakokinetik obat oral secara komprehensif.

A. ANATOMI SISTEM GASTROINTESTINAL

Sistem gastrointestinal (GI) terdiri dari **traktus digestivus** dan **organ aksesori** yang bekerja terkoordinasi untuk pencernaan, absorpsi nutrisi, serta metabolisme awal zat asing termasuk obat.

1. Syntopi dan Topografi Sistem GI

Traktus digestivus membentang dari **cavum oris hingga anus**, dengan hubungan erat terhadap:

- Sistem vaskular portal hepatis
- Sistem saraf enterik
- Organ hepatobilier dan pankreas

2. Bagian–bagian Sistem Gastrointestinal

Traktus Digestivus:

- Mulut
- Faring
- Esofagus
- Lambung
- Usus halus (duodenum, jejunum, ileum)
- Usus besar (sekum, kolon, rektum, anus)

Organ Aksesori:

- Kelenjar saliva
- Hati
- Kandung empedu
- Pankreas

Relevansi Farmasi:

Lokasi anatomis memengaruhi **kecepatan absorpsi obat**, terutama obat oral.

Capaian:

Mahasiswa mampu menjelaskan anatomi sistem GI dan implikasinya terhadap absorpsi obat.

B. HISTOLOGI SISTEM GASTROINTESTINAL

Dinding saluran cerna tersusun atas empat lapisan:

1. **Mukosa**
2. **Submukosa**
3. **Muskularis eksterna**
4. **Serosa/Adventisia**

1. Histologi Traktus Digestivus

- **Mulut & Esofagus:** epitel skuamosa berlapis
- **Lambung:** kelenjar gastrik (sel parietal – HCl, sel chief – pepsinogen)
- **Usus halus:** vili dan mikrovili → luas permukaan absorpsi tinggi
- **Kolon:** banyak sel goblet, tidak memiliki vili

2. Histologi Organ Aksesori

- **Hati:** lobulus hepatikus, sinusoid, sel Kupffer
- **Pankreas:** asinus eksokrin dan pulau Langerhans

- **Kelenjar saliva:** serosa, mukosa, campuran
- **Kandung empedu:** epitel kolumnar sederhana

Implikasi Farmasi:

Kerusakan mukosa atau vili akan menurunkan **absorpsi obat dan nutrien**.

Capaian:

Mahasiswa mampu mengidentifikasi struktur histologis GI dan kaitannya dengan fungsi absorpsi.

C. FISILOGI SISTEM GASTROINTESTINAL I

(SEKRESI DAN ABSORPSI)

1. Sekresi Saluran Cerna

- Saliva → amilase
- Lambung → HCl & pepsin
- Pankreas → enzim pencernaan
- Hati → empedu

2. Absorpsi Nutrien dan Obat

Absorpsi terutama terjadi di **usus halus**, melalui:

- Difusi pasif
- Difusi terfasilitasi
- Transport aktif
- Endositosis

Makna Farmasi:

Sifat obat (lipofilik, ukuran molekul, ionisasi) menentukan mekanisme absorpsi.

D. FISILOGI SISTEM GASTROINTESTINAL II

(MOTILITAS, REGULASI, DAN FIRST-PASS EFFECT)

1. Motilitas Saluran Cerna

- Peristaltik
- Segmentasi

Dikendalikan oleh:

- Sistem saraf enterik
- Sistem saraf otonom
- Hormon GI (gastrin, motilin)

2. First-Pass Metabolism

Obat oral:

- Diserap di usus
- Masuk vena porta
- Dimetabolisme hati sebelum masuk sirkulasi sistemik

Implikasi Farmasi:

First-pass effect dapat:

- Menurunkan bioavailabilitas
- Menyebabkan metabolit aktif/toksik

E. BIOKIMIA SISTEM GASTROINTESTINAL

1. Enzim Pencernaan

Karbohidrat

- Amilase saliva & pankreas
- Disakaridase usus

Protein

- Pepsin
- Tripsin, kimotripsin
- Peptidase

Lipid

- Lipase pankreas
- Empedu sebagai emulsifier

Asam Nukleat

- Nuklease pankreas

2. Metabolisme Hepatik Obat

- Fase I (CYP450)
- Fase II (konjugasi)

Relevansi Farmasi:

Induksi/inhibisi CYP450 → interaksi obat serius.

F. KAITAN KEFARMASIAN SISTEM GASTROINTESTINAL

1. Sistem GI dalam Farmakokinetik

- Penentu bioavailabilitas obat oral
- Lokasi utama interaksi obat–makanan

2. Efek Samping GI

- Iritasi mukosa
- Ulkus
- Hepatotoksisitas

3. Peran Farmasis

- Edukasi waktu minum obat
- Deteksi interaksi obat–makanan
- Monitoring fungsi hati

G. RINGKASAN BAB

1. Sistem GI menentukan absorpsi dan bioavailabilitas obat
2. Struktur histologis memengaruhi efektivitas absorpsi
3. First-pass metabolisme penting dalam desain obat
4. Hati berperan sentral dalam metabolisme obat
5. Farmasis berperan mencegah interaksi dan toksisitas GI

H. PERTANYAAN DISKUSI DAN STUDI KASUS

A. Pertanyaan Diskusi

1. Mengapa beberapa obat tidak efektif bila diberikan per oral?
2. Bagaimana makanan memengaruhi absorpsi obat?
3. Mengapa penyakit hati memerlukan penyesuaian dosis obat?
4. Mengapa PPI dapat memengaruhi absorpsi obat tertentu?

5. Jelaskan hubungan mikrobiota usus dan efektivitas obat.

B. Studi Kasus

Kasus: Hepatotoksisitas Obat

Pasien menggunakan parasetamol dosis tinggi dalam jangka panjang.

Pertanyaan:

- Mekanisme hepatotoksisitas parasetamol?
- Peran metabolisme fase I dan II?
- Edukasi farmasis untuk pencegahan?

I. REFERENSI

- Guyton & Hall. *Textbook of Medical Physiology*
- Sherwood. *Human Physiology*
- Katzung. *Basic & Clinical Pharmacology*
- Rang & Dale. *Pharmacology*
- Marks & Lieberman. *Basic Medical Biochemistry*

BAB V

SISTEM GENITOURINARIA

(Dasar Ekskresi Obat, Nefrotoksisitas, dan Penyesuaian Dosis)

Topik

Struktur dan fungsi sistem genitourinaria dengan fokus pada ginjal sebagai organ utama ekskresi obat, mekanisme filtrasi–reabsorpsi–sekresi, regulasi cairan dan elektrolit, serta implikasinya dalam farmakokinetik, toksisitas obat, dan penyesuaian dosis pada gangguan ginjal.

Tujuan Pembelajaran

Pada akhir bab ini, mahasiswa diharapkan mampu:

1. Memahami anatomi dan topografi sistem genitourinaria
2. Menjelaskan struktur histologis ginjal dan saluran kemih
3. Memahami fisiologi ginjal dalam pembentukan urin
4. Menjelaskan peran ginjal dalam eliminasi obat
5. Menganalisis dampak gangguan ginjal terhadap keamanan dan efektivitas obat

Indikator Pembelajaran

Mahasiswa mampu mengaitkan fungsi sistem genitourinaria dengan farmakokinetik, toksisitas, dan rasionalitas penggunaan obat.

A. ANATOMI SISTEM GENITOURINARIA

Sistem genitourinaria terdiri dari:

- **Ginjal**
- **Ureter**
- **Vesika urinaria (buli)**
- **Uretra**

1. Syntopi dan Topografi

Ginjal terletak **retroperitoneal** pada tingkat vertebra T12–L3. Aliran darah ginjal sangat besar ($\pm 20\text{--}25\%$ curah jantung) untuk mendukung fungsi filtrasi.

Relevansi Farmasi:

Ginjal adalah organ utama eliminasi obat hidrofilik dan metabolit aktif.

2. Hubungan dengan Sistem Lain

- Sistem kardiovaskular → tekanan filtrasi
- Sistem endokrin → ADH, aldosteron
- Sistem saraf → regulasi miksi

Capaian:

Mahasiswa mampu menjelaskan anatomi ginjal dan hubungannya dengan eliminasi obat.

B. HISTOLOGI SISTEM GENITOURINARIA

1. Histologi Ginjal

Unit fungsional ginjal adalah **nefron**, terdiri dari:

- Glomerulus
- Kapsula Bowman
- Tubulus proksimal
- Lengkung Henle
- Tubulus distal
- Duktus kolektivus

Aparatus jukstaglomerular berperan penting dalam regulasi tekanan darah dan filtrasi.

2. Histologi Saluran Kemih

- Pelvis renalis, ureter, buli → epitel transisional
- Uretra → epitel bervariasi

Implikasi Farmasi:

Kerusakan tubulus proksimal sangat memengaruhi sekresi dan reabsorpsi obat.

Capaian:

Mahasiswa mampu mengidentifikasi struktur histologis ginjal yang berperan dalam eliminasi obat.

C. FISILOGI SISTEM GENITOURINARIA I

(MEKANISME PEMBENTUKAN URIN)

1. Filtrasi Glomerulus

- Bersifat pasif
- Dipengaruhi ukuran molekul, muatan, dan ikatan protein

2. Reabsorpsi Tubulus

- Air, elektrolit, dan zat tertentu direabsorpsi
- Obat lipofilik dapat direabsorpsi kembali

3. Sekresi Tubulus

- Obat dan metabolit aktif disekresikan secara aktif
- Melibatkan transporter (OAT, OCT)

Makna Farmasi:

Interaksi antarobat dapat terjadi pada transporter ginjal.

D. FISILOGI SISTEM GENITOURINARIA II

(REGULASI, RAAS, DAN KLINIK KEFARMASIAN)

1. Regulasi Cairan dan Elektrolit

- ADH → reabsorpsi air
- Aldosteron → reabsorpsi Na^+
- RAAS → tekanan darah dan perfusi ginjal

2. Hubungan Ginjal dan Tekanan Darah

Gangguan ginjal → aktivasi RAAS → hipertensi sekunder

Implikasi Farmasi:

Banyak obat antihipertensi bekerja dengan target ginjal.

E. BIOKIMIA SISTEM GENITOURINARIA

1. Komposisi Urin

Anorganik: Na^+ , K^+ , Cl^-

Organik: urea, kreatinin, asam urat

2. Parameter Klinik Penting

- pH urin → memengaruhi ekskresi obat
- Berat jenis urin → konsentrasi zat terlarut
- Kreatinin → estimasi fungsi ginjal

Farmasi Klinis:

pH urin dapat dimodifikasi untuk meningkatkan eliminasi obat tertentu.

F. SISTEM GENITOURINARIA DALAM FARMASI

1. Ekskresi Obat

- Filtrasi
- Sekresi aktif
- Reabsorpsi pasif

2. Penyesuaian Dosis

- Berdasarkan eGFR atau ClCr
- Penting pada pasien lansia dan penyakit ginjal kronik

3. Nefrotoksisitas Obat

Contoh:

- Aminoglikosida
- NSAID
- Cisplatin

Peran Farmasi:

Mencegah, mendeteksi, dan memantau nefrotoksisitas obat.

G. RINGKASAN BAB

1. Ginjal adalah organ utama eliminasi obat
2. Struktur nefron menentukan farmakokinetik obat
3. Gangguan ginjal memerlukan penyesuaian dosis
4. Banyak obat bersifat nefrotoksik
5. Farmasis berperan penting dalam keamanan terapi

H. PERTANYAAN DISKUSI DAN STUDI KASUS

A. Pertanyaan Diskusi

1. Mengapa obat dengan ikatan protein tinggi sulit difiltrasi ginjal?
2. Bagaimana pH urin memengaruhi ekskresi obat asam dan basa lemah?
3. Mengapa pasien lansia lebih rentan terhadap toksisitas obat ginjal?
4. Jelaskan mekanisme interaksi obat di tubulus ginjal.
5. Mengapa estimasi fungsi ginjal penting sebelum pemberian antibiotik tertentu?

B. Studi Kasus

Kasus: Gagal Ginjal & Antibiotik

Pasien dengan CKD menerima gentamisin.

Pertanyaan:

- Mengapa gentamisin bersifat nefrotoksik?
- Parameter apa yang harus dimonitor farmasis?
- Bagaimana penyesuaian dosis dilakukan?

I. REFERENSI

- Guyton & Hall. *Textbook of Medical Physiology*
- Katzung. *Basic & Clinical Pharmacology*
- Rang & Dale. *Pharmacology*
- DiPiro et al. *Pharmacotherapy*
- Goodman & Gilman. *The Pharmacological Basis of Therapeutics*

BAB VI

SISTEM REPRODUKSI UNTUK FARMASI (Dasar Hormonal, Kontrasepsi, Fertilitas, dan Keamanan Obat)

Topik

Struktur dan fungsi sistem reproduksi pria dan wanita dengan fokus pada regulasi hormonal, mekanisme aksi obat pada sistem reproduksi, kontrasepsi, terapi fertilitas, serta prinsip keamanan penggunaan obat pada kehamilan dan laktasi.

Tujuan Pembelajaran

Pada akhir bab ini, mahasiswa diharapkan mampu:

1. Memahami anatomi sistem reproduksi pria dan wanita secara fungsional
2. Menjelaskan histologi organ reproduksi terkait fungsi hormonal
3. Memahami fisiologi reproduksi dan siklus hormonal
4. Menganalisis mekanisme kerja obat pada sistem reproduksi
5. Menilai risiko penggunaan obat terhadap kehamilan dan janin

Indikator Pembelajaran

Mahasiswa mampu mengaitkan sistem reproduksi dengan farmakologi hormon, kontrasepsi, fertilitas, dan teratogenisitas obat.

A. ANATOMI SISTEM REPRODUKSI (RELEVAN UNTUK FARMASI)

1. Sistem Reproduksi Wanita

- **Ovarium** → produksi ovum dan hormon (estrogen, progesteron)
- **Tuba uterina** → tempat fertilisasi
- **Uterus** → implantasi dan perkembangan janin
- **Serviks & vagina** → jalur reproduksi dan absorpsi obat lokal

Relevansi Farmasi:

Banyak obat diberikan secara **vaginal** (hormon, antifungal, kontrasepsi).

2. Sistem Reproduksi Pria

- **Testis** → spermatogenesis dan testosteron
- **Epididimis** → pematangan sperma
- **Prostat & vesikula seminalis** → cairan semen

Relevansi Farmasi:

Target terapi hormonal (androgen/antiandrogen).

B. HISTOLOGI SISTEM REPRODUKSI

1. Histologi Ovarium

- Folikel primordial → folikel matur
- Sel granulosa → produksi estrogen
- Corpus luteum → produksi progesteron

2. Histologi Uterus

- Endometrium (responsif terhadap hormon)
- Miometrium (target oksitosin)

3. Histologi Testis

- Tubulus seminiferus (sel Sertoli)
- Sel Leydig (testosteron)

Makna Farmasi:

Obat hormonal bekerja dengan **mengubah respon histologis jaringan target**.

C. FISIOLOGI SISTEM REPRODUKSI I

(REGULASI HORMONAL & GAMETOGENESIS)

1. Aksis Hipotalamus–Hipofisis–Gonad (HPG Axis)

- GnRH → FSH & LH
- FSH → gametogenesis
- LH → ovulasi & produksi hormon seks

2. Spermatogenesis

- Dipengaruhi testosteron & FSH
- Sensitif terhadap suhu & obat sitotoksik

3. Oogenesis

- Terbatas sejak lahir
- Sangat sensitif terhadap gangguan hormonal

Implikasi Farmasi:

Kemoterapi dan hormon eksogen dapat menyebabkan infertilitas.

D. FISILOGI SISTEM REPRODUKSI II

(SIKLUS MENSTRUASI & KEHAMILAN)

1. Siklus Menstruasi

- Fase folikular (estrogen dominan)
- Ovulasi (LH surge)
- Fase luteal (progesteron dominan)

2. Kehamilan

- hCG mempertahankan corpus luteum
- Perubahan farmakokinetik obat:
 - ↑ volume distribusi
 - ↑ klirens ginjal
 - ↓ albumin plasma

Farmasi Klinis:

Dosis obat pada kehamilan **tidak selalu sama** dengan non-hamil.

E. FARMASI SISTEM REPRODUKSI

1. Kontrasepsi Hormonal

- Estrogen + progestin
- Progestin tunggal
- Mekanisme:
 - Inhibisi ovulasi
 - Penebalan mukus serviks
 - Atrofi endometrium

2. Terapi Fertilitas

- Clomiphene
- Gonadotropin
- Progesteron support

3. Obat pada Gangguan Reproduksi

- Endometriosis
- PCOS
- Disfungsi ereksi

F. KEAMANAN OBAT PADA KEHAMILAN & LAKTASI

1. Teratogenisitas

Obat berisiko tinggi:

- Isotretinoin
- Thalidomide
- Valproat
- Warfarin

2. Transfer Obat ke Janin

- Difusi pasif

- Bergantung pada:
 - Berat molekul
 - Lipofilisitas
 - Ikatan protein

3. Obat dan ASI

- Rasio milk/plasma
- Risiko akumulasi pada bayi

Peran Farmasis:

Menilai **benefit–risk** terapi pada ibu hamil dan menyusui.

G. BIOLOGI SISTEM REPRODUKSI (DASAR FARMASI)

1. Siklus Sel & Meiosis

- Kesalahan meiosis → kelainan kromosom

2. Diferensiasi Sel

- Regulasi gen & sinyal molekuler

3. Sel Punca & Embriologi

- Totipoten → zigot
- Pluripoten → blastokista

Implikasi Farmasi:

Paparan obat pada trimester pertama sangat berisiko.

H. PERTANYAAN DISKUSI & STUDI KASUS

A. Pertanyaan Diskusi

1. Mengapa kontrasepsi hormonal harus digunakan secara teratur?
2. Bagaimana obat dapat mengganggu aksis HPG?
3. Mengapa trimester pertama kehamilan paling rentan terhadap obat?
4. Jelaskan peran farmasis dalam konseling kontrasepsi.
5. Mengapa beberapa obat aman saat hamil tetapi tidak saat menyusui?

B. Studi Kasus

Kasus: Kehamilan Tidak Direncanakan & Obat

Pasien hamil 6 minggu mengonsumsi isotretinoin.

Pertanyaan:

- Mengapa obat ini sangat berbahaya bagi janin?
- Mekanisme molekuler teratogenisitasnya?
- Tindakan farmasis yang tepat?

I. REFERENSI

- Goodman & Gilman. *The Pharmacological Basis of Therapeutics*
- Katzung. *Basic & Clinical Pharmacology*
- Rang & Dale. *Pharmacology*
- DiPiro et al. *Pharmacotherapy*
- Alberts et al. *Molecular Biology of the Cell*