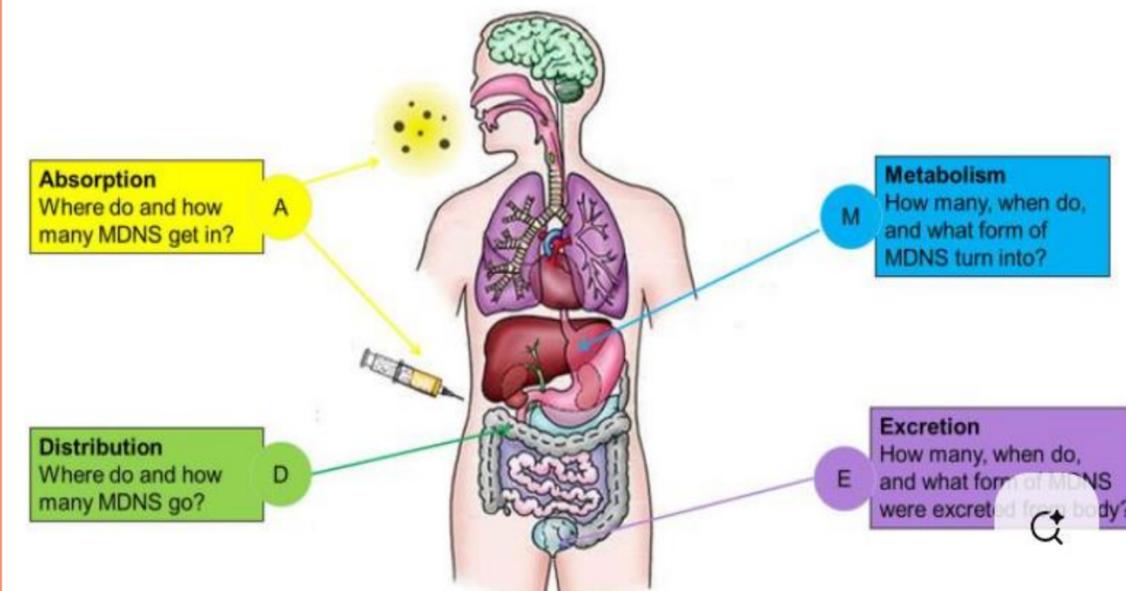
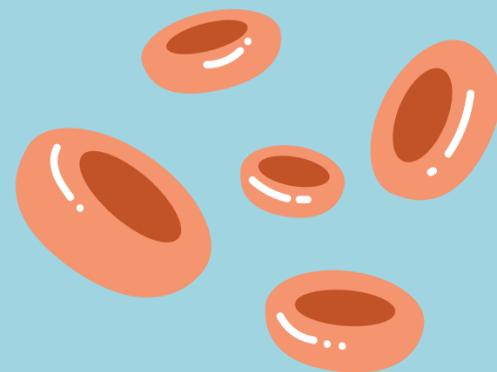
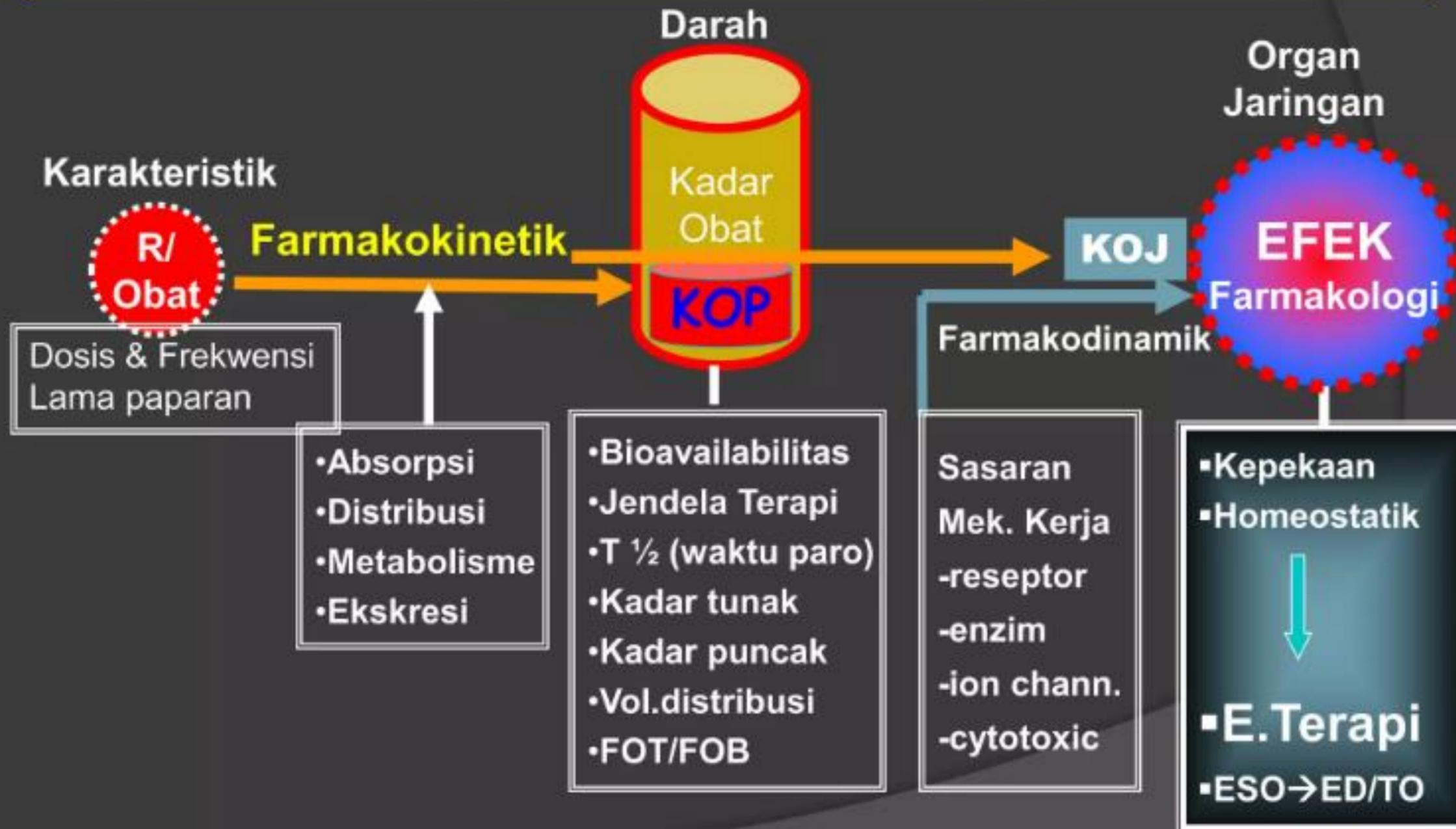


# FARMAKOKINETIK

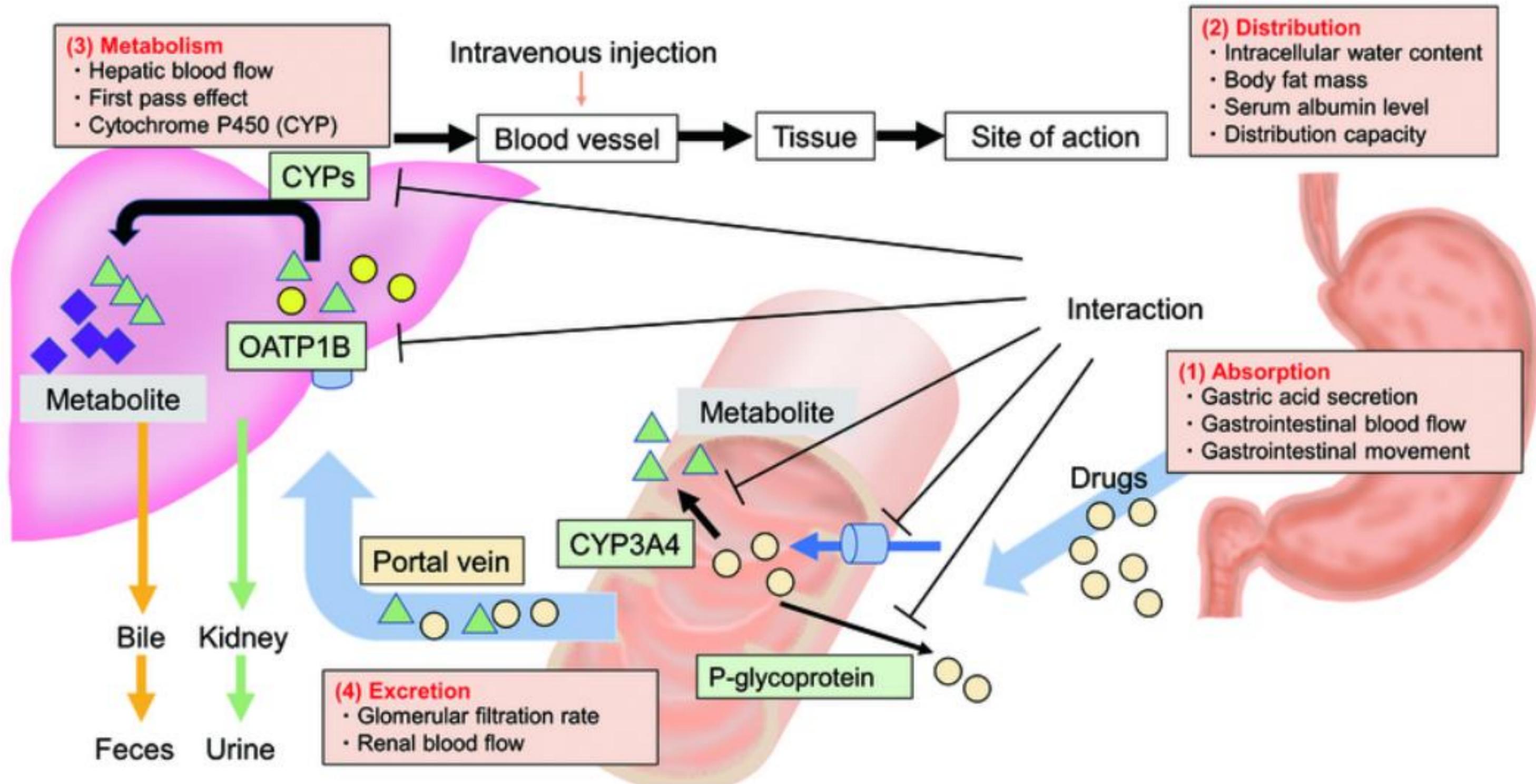
apt. Febriana Astuti, M.Farm



# Farmakokinetik dalam PETA KONSEP FARMAKOLOGI

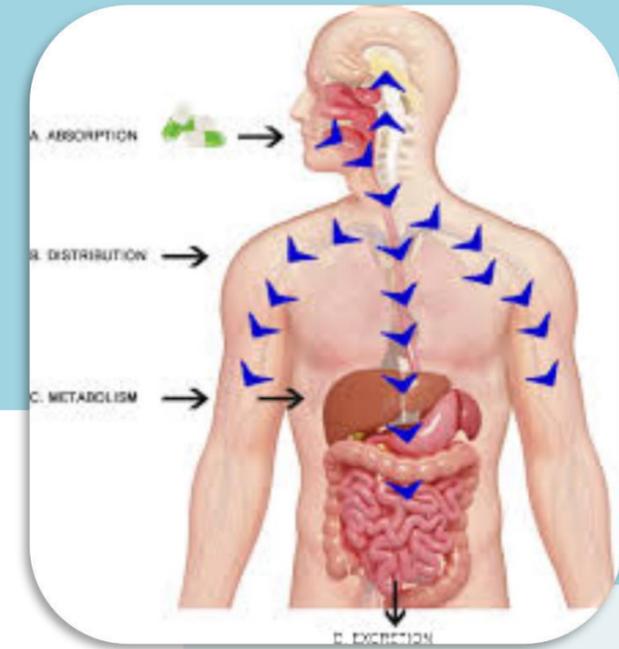


# Pharmacokinetics (ADME: Absorption, Distribution, Metabolism, Excretion)





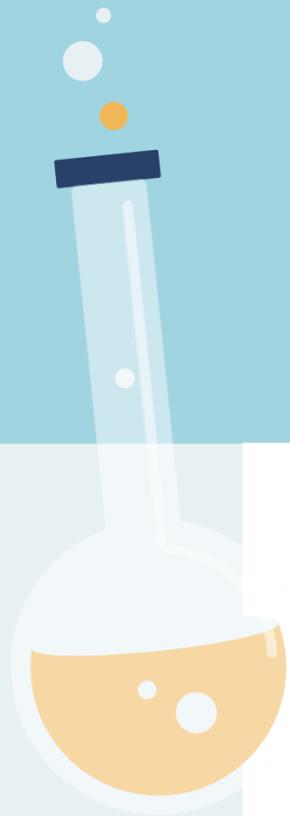
# ABSORBSI OBAT



# Absorbsi Obat

- Absorbsi adalah pemindahan obat dari Lokasi pemberian menuju aliran darah.
- Kecepatan dan efisiensi absorbs tergantung cara pemberiannya.
- Pada rute pemberian obat secara intravena absorpsi berlangsung sempurna karena dosis total obat mencapai sirkulasi sistemik.
- Pada pemberian obat rute lain seperti oral hanya menghasilkan absorpsi parsial sehingga menurunkan bioavailabilitas.

# Pengangkutan Obat dari saluran Cerna



1

**Difusi pasif:**  
Obat bergerak dari satu bagian lain yang berkonsentrasi tinggi menuju bagian konsentrasi rendah

2

**Transpor aktif:**  
Transpor aktif mampu memindahkan obat dengan melawan gradien konsentrasi rendah menuju konsentrasi tinggi

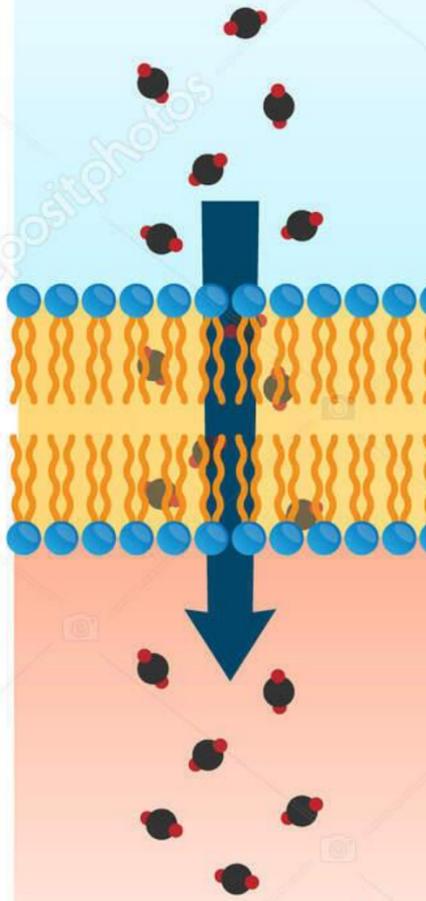
3

**Endositosis & eksositosis:**  
Endositosis pengambilan molekul obat oleh membrane dan transport ke dalam sel dengan cara mencekram vesikel yang terisi obat sedangkan eksositosis kebalikanya

# PASSIVE TRANSPORT

## DIFFUSION

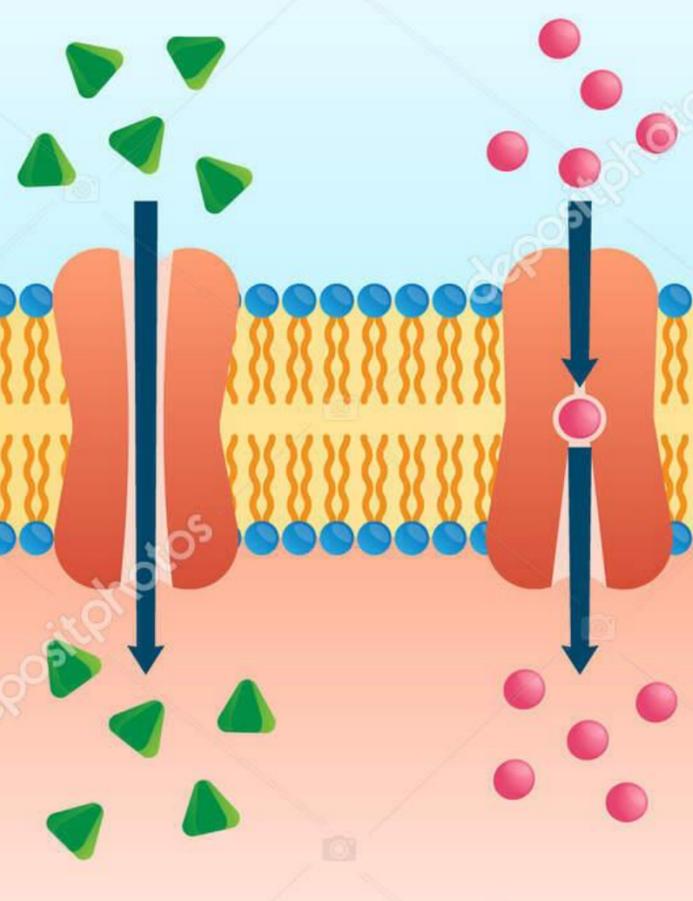
High Concentration Gradient



Low Concentration Gradient

## FACILITATED DIFFUSION

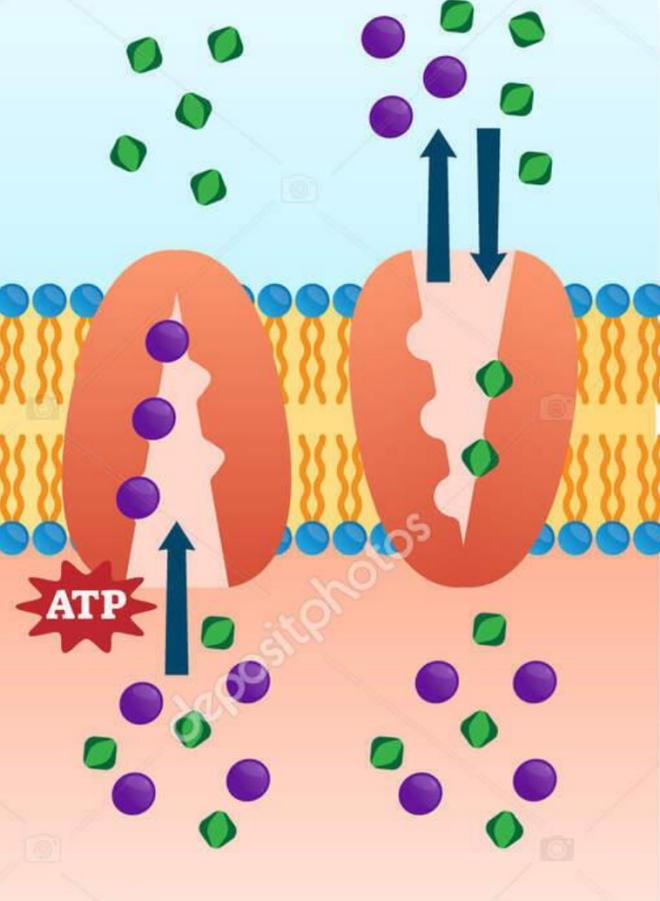
High Concentration Gradient



Low Concentration Gradient

# ACTIVE TRANSPORT

Low/High Concentration Gradient

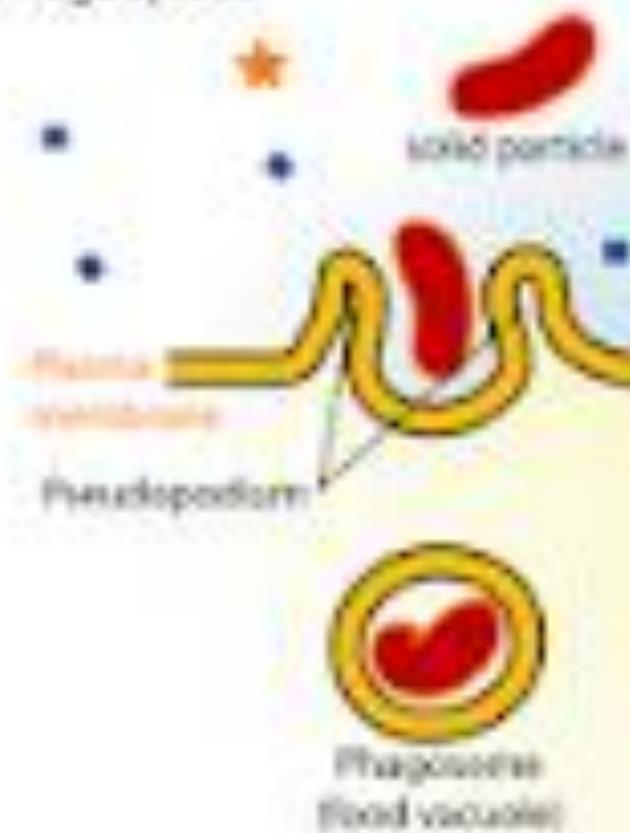


High/Low Concentration Gradient

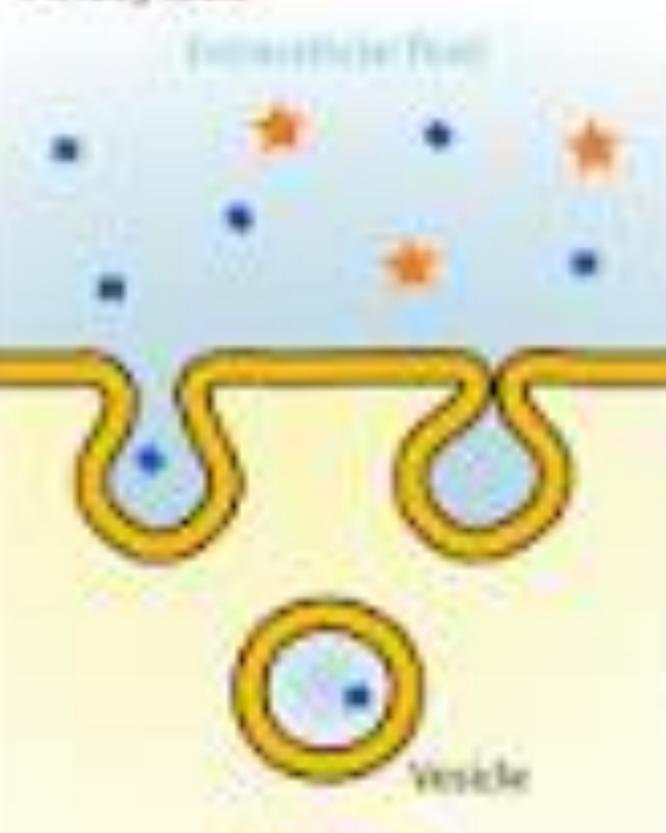
# ENDOSITOSIS DAN EKSOOSITOSIS

## ENDOSITOSIS

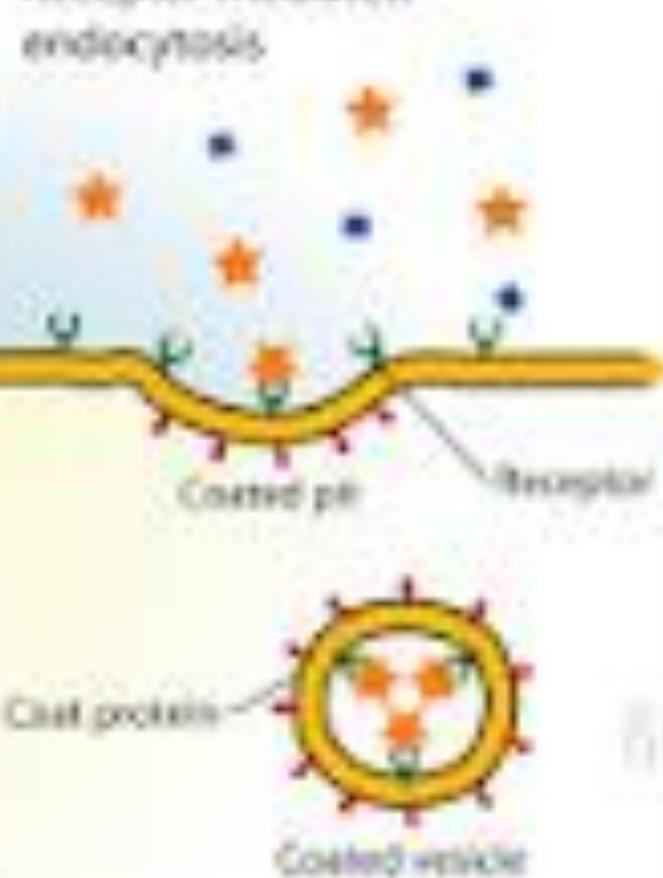
### Phagocytosis



### Pinocytosis

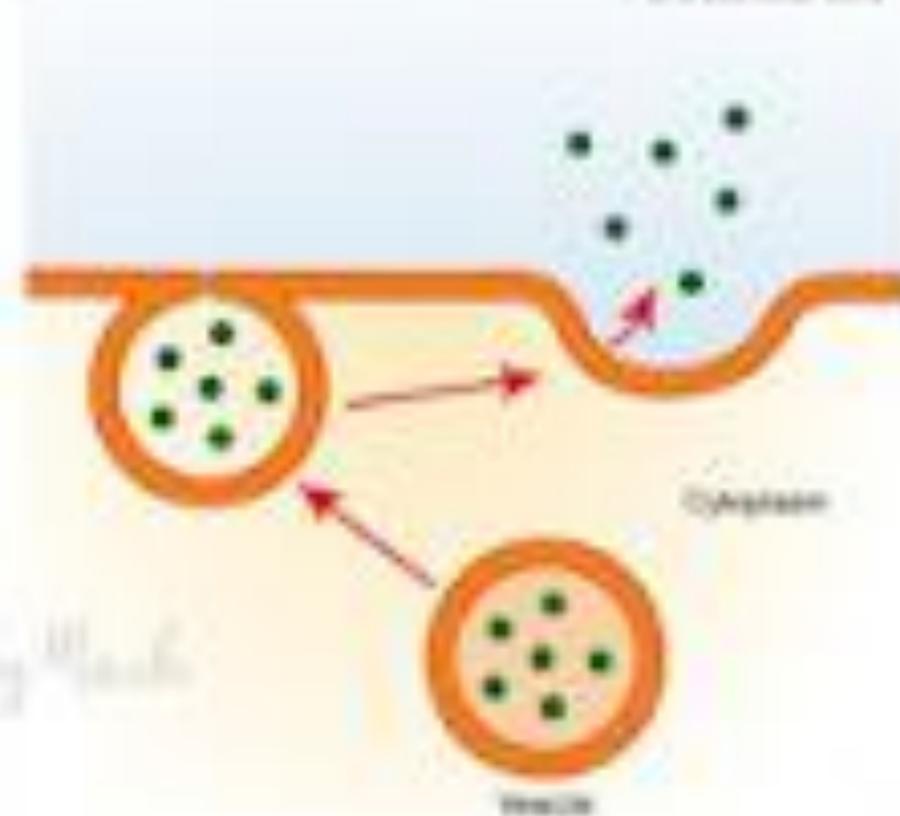


### Receptor-mediated endocytosis



## EKSOOSITOSIS

### Exocytosis



# Faktor – faktor yang mempengaruhi absorpsi

1

## **Aliran darah pada Lokasi absorpsi**

Aliran darah menuju usus lebih besar daripada aliran darah menuju lambung sehingga absorpsi di usus jauh lebih baik dibandingkan di lambung

2

## **Jumlah area permukaan yang tersedia untuk absorpsi**

Karena usus memiliki permukaan yang kaya akan mikrovili, usus memiliki luas permukaan 1000kali lebih luas dibandingkan permukaan lambung, sehingga absorpsi obat lebih efisien melalui lambung

3

## **Lama kontak dengan permukaan absorpsi**

Jika suatu obat dalam saluran cerna bergerak sangat cepat maka obat tidak di absorpsi secara baik sebaliknya segala sesuatu yang memperlambat transport obat dari lambung menuju usus akan memperlambat kecepatan absorpsi obat.

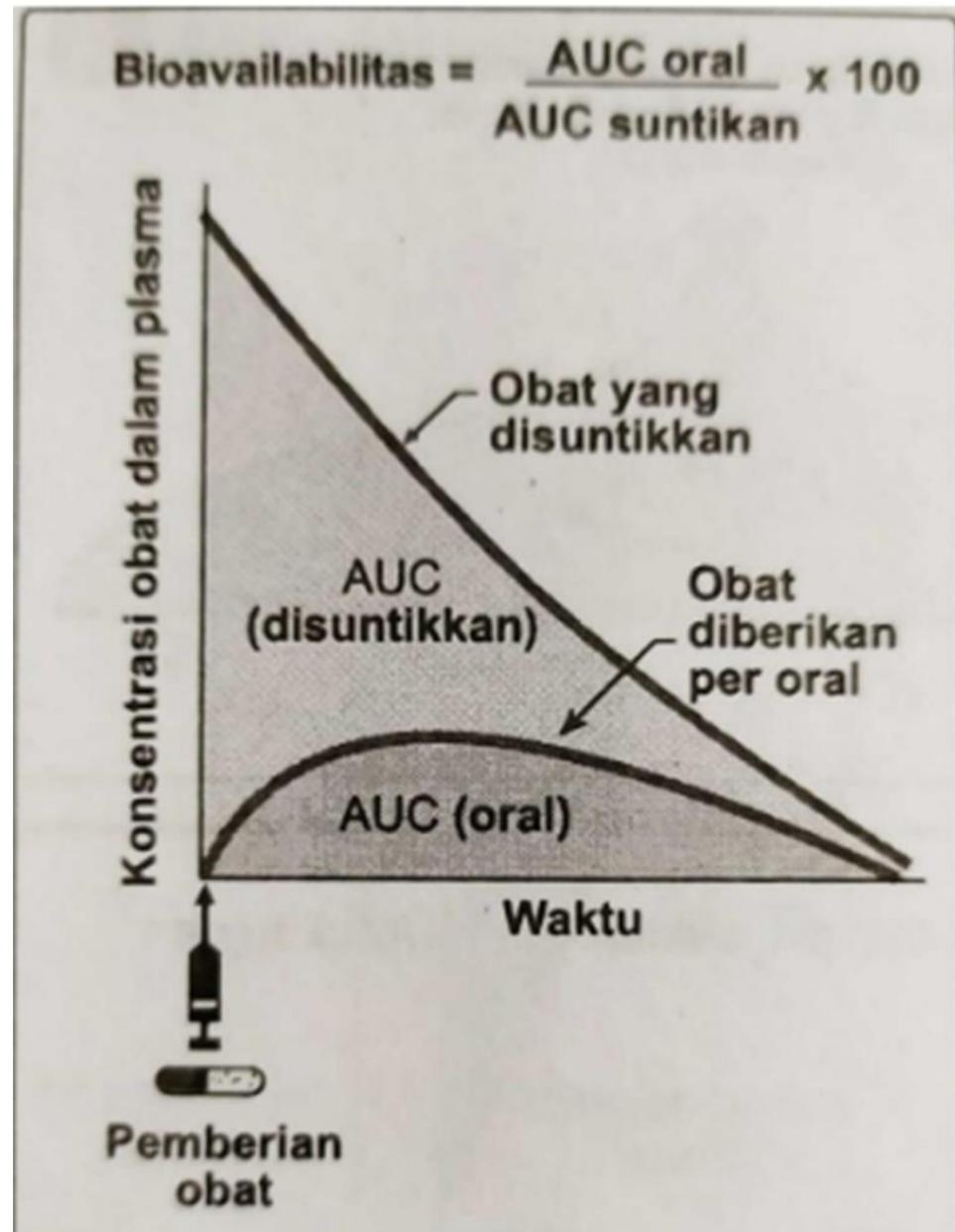
# Bioavalabilitas

- Bioavailabilitas adalah fraksi obat yang diberikan dan mencapai sirkulasi sistemik.
- Bioavalabilitas dinyatakan sebagai fraksi obat yang diberikan dan masuk dalam sirkulasi sistemik serta tidak mengalami perubahan bentuk kimiawi.
- Bioavailabilitas IV: 100%, karena seluruh obat masuk ke dalam sirkulasi sistemik.
- Bioavailabilitas Oral: Hanya sebagian dosis yang muncul di plasma karena adanya proses absorpsi dan metabolisme pertama.

Misalnya :

**Jika 100 mg obat diberikan secara per oral dan 70 mg obat ini diabsorbsi dalam bentuk tidak berubah maka bioavailabilitasnya adalah 0,7 atau 70%.**

# Penentuan Bioavalabilitas



## Metode Pengukuran:

- Dibuat grafik konsentrasi plasma terhadap waktu. Menghitung area under the curve (AUC) untuk mengetahui jumlah obat yang terabsorpsi.
- Rumus Bioavailabilitas Oral:

$$F = \frac{AUC_{\text{oral}}}{AUC_{\text{IV}}} \times 100\%$$

Kesimpulan: Bioavailabilitas menunjukkan seberapa banyak obat yang masuk ke sirkulasi setelah pemberian non-intravenous.

# Faktor-faktor yang mempengaruhi bioavailabilitas

## 1. Metabolisme Lintas-Pertama di Hati

- Obat yang diabsorpsi melalui saluran cerna masuk ke sirkulasi portal sebelum mencapai sirkulasi sistemik.
- Jika obat cepat dimetabolisme oleh hati, jumlah obat yang tidak berubah dalam sirkulasi sistemik berkurang.
- Contoh obat: Propranolol, Lidokain (mengalami biotransformasi signifikan di hati).

## 2. Kelarutan Obat

- Obat sangat hidrofilik: Kurang diabsorpsi karena sulit menembus membran sel lipid.
- Obat sangat hidrofobik: Kurang diabsorpsi karena tidak larut dalam cairan tubuh.

## Faktor-faktor yang mempengaruhi bioavailabilitas

- Kelarutan obat yang ideal :
  - a) Bersifat hidrofobik tetapi tetap memiliki kelarutan tertentu dalam larutan berair.
  - b) Banyak obat merupakan asam lemah atau basa lemah untuk meningkatkan kelarutan dan absorpsi.
  - c) Obat yang sangat larut lipid dapat menggunakan protein pengangkut (albumin) dalam plasma.

# Faktor-faktor yang mempengaruhi bioavailabilitas

## 3. Ketidakstabilan Kimiawi

- Beberapa obat tidak stabil dalam pH lambung, misalnya Penisilin G.
- Obat seperti insulin dihancurkan oleh enzim dalam saluran cerna sebelum diserap.

## 4. Sifat formulasi obat

- Faktor non-kimiawi juga memengaruhi absorpsi obat.
- Faktor yang dapat mengubah kecepatan absorpsi : ukuran partikel, bentuk garam polimorfisme kristal, alat enteric, Eksipien (zat pengikat, penyebar, dll.)

# Bioekuivalensi

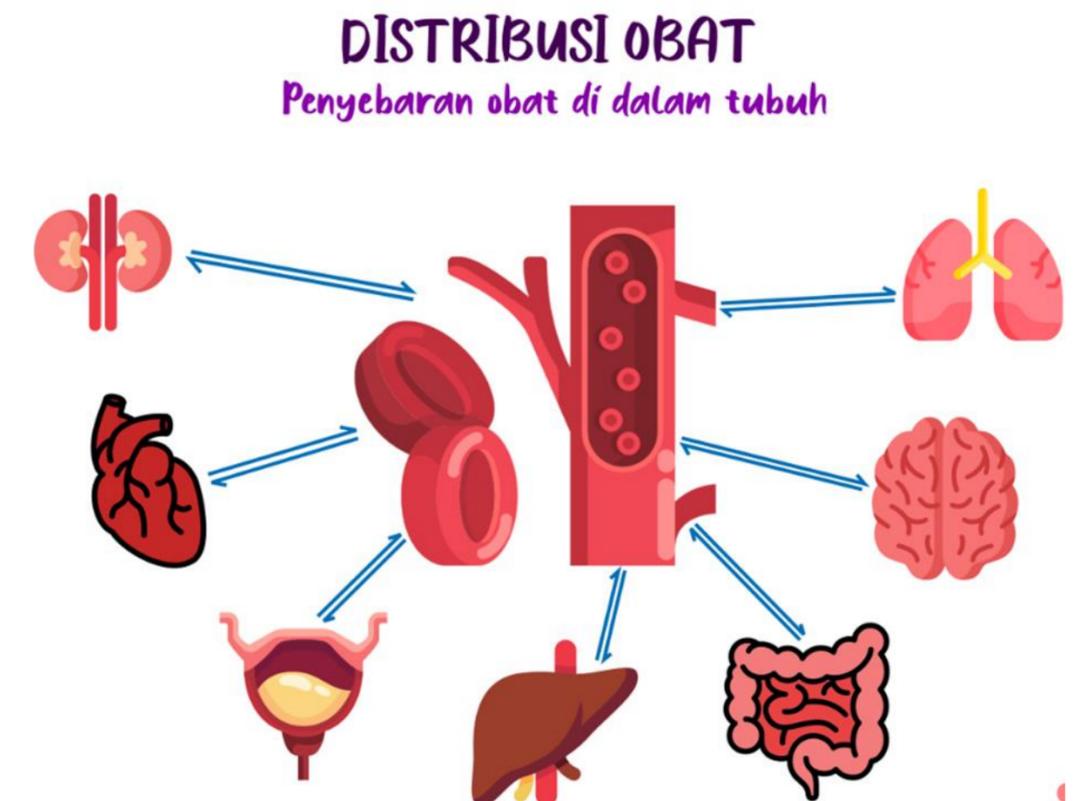
- Bioekuivalensi adalah dua obat yang terkait dinyatakan bioekuivalen jika menunjukkan bioavailabilitas yang sebanding dan mencapai konsentrasi puncak dalam darah pada waktu yang bersamaan.
- Dua obat terkait dengan perbedaan bioavailabilitas yang signifikan disebut bioinekuivalen.
- Dua obat yang serupa dinyatakan ekuivalen secara terapeutik (ekuivalen terapeutik) jika mempunyai manfaat dan keamanan yang sebanding

# **DISTRIBUSI OBAT**



# DISTRIBUSI OBAT

- Distribusi obat merupakan proses perpindahan suatu secara reversible dari sirkulasi darah menuju interstisium (cairan ekstraseluler) dan atau sel-sel/jaringan.
- Perpindahan obat dari plasma menuju interstisial tergantung pada
  - a. aliran darah,
  - b. permeabilitas kapiler,
  - c. derajat pengikatan obat dengan protein plasma dan jaringan sifat hidrofobik relative obat tersebut.



# Aliran Darah

- Aliran darah mempengaruhi kecepatan dan cakupan distribusi obat dalam tubuh. Organ dengan aliran darah tinggi, seperti jantung, otak, ginjal, dan hati, menerima obat lebih cepat karena transportasi melalui sistem vaskular lebih efisien.
- Secara analogi, aliran darah ke organ ini seperti jalan tol, sementara ke organ lain lebih lambat, seperti jalan blok atau lorong.

# Permeabilitas Kapiler

- Permeabilitas jaringan menentukan seberapa mudah obat menembus membran sel. Jaringan dengan permeabilitas tinggi memungkinkan obat melewati membran dengan mudah, sedangkan jaringan dengan permeabilitas rendah membatasi distribusinya.
- Permeabilitas kapiler ditentukan oleh :
  - a. Struktur kapiler
  - b. Struktur obat

# Permeabilitas Kapiler

- Permeabilitas jaringan menentukan seberapa mudah obat menembus membran sel. Jaringan dengan permeabilitas tinggi memungkinkan obat melewati membran dengan mudah, sedangkan jaringan dengan permeabilitas rendah membatasi distribusinya.
- Permeabilitas kapiler ditentukan oleh :
  - a. Struktur kapiler
  - b. Struktur obat

# Struktur Kapiler

Kapiler memiliki struktur berbeda yang memengaruhi distribusi obat:

1. Kapiler kontinu (otak, otot, paru-paru) memiliki celah kecil, hanya memungkinkan difusi zat kecil dan lipofilik.
2. Kapiler fenestrasi (ginjal, usus) memiliki pori-pori kecil, memungkinkan zat dengan berat molekul lebih besar melewati kapiler.
3. Kapiler sinusoidal (hati, sumsum tulang) memiliki celah besar, memungkinkan obat berukuran besar atau bermuatan melewati dinding kapiler dengan mudah.



**Gambar potongan melintang kapiler hati dan otak**

- a. Sawar darah-otak merupakan penghalang selektif yang dibentuk oleh sel endotel kapiler SSP dengan tight junctions. Zat dapat melewati sawar ini melalui transpor aktif, seperti levodopa yang menggunakan pengangkut spesifik, atau melalui difusi pasif jika bersifat lipofilik. Sebaliknya, obat yang terionisasi atau polar sulit menembus karena tidak dapat melewati sel endotel SSP.
- b. Sawar uri-plasenta adalah penghalang fisiologis antara darah ibu dan janin yang dibentuk oleh sel trofoblas. Sawar ini memungkinkan transfer nutrisi dan antibodi IgG, tetapi membatasi zat berbahaya. Zat lipofilik, kecil, dan tidak bermuatan dapat melewati secara difusi pasif, sementara zat tertentu memerlukan transpor aktif. Beberapa obat dan toksin dapat menembus sawar ini, sehingga pemilihan obat saat kehamilan harus dilakukan dengan hati-hati

# Struktur Obat

Sifat kimiawi obat berperan penting dalam menentukan distribusinya dalam tubuh.

1. Obat lipofilik lebih mudah melewati membran sel dan kapiler kontinu, seperti di otak.
2. Ukuran molekul juga berpengaruh, di mana obat berukuran kecil lebih mudah berdifusi melalui celah kapiler dibandingkan yang lebih besar.
3. Obat yang tidak terionisasi lebih mudah menembus membran dibandingkan yang bermuatan.

# Pengikatan Obat Pada Protein Plasma

Pengikatan obat pada protein plasma memengaruhi distribusinya dalam tubuh.

- Obat yang banyak terikat pada protein, seperti albumin, sulit keluar dari pembuluh darah sehingga hanya obat bebas yang bisa bekerja. Jika pengikatan tinggi, distribusi ke jaringan lebih terbatas dan efek obat bisa lebih lama.
- Sebaliknya, obat dengan pengikatan rendah lebih cepat menyebar ke jaringan. Selain itu, jika dua obat bersaing untuk protein yang sama, kadar obat bebas dapat meningkat, berpotensi memperkuat efek atau menimbulkan toksisitas.

# Volume Distribusi

- Volume distribusi ( $V_d$ ) adalah parameter farmakokinetik yang menunjukkan sejauh mana obat tersebar dalam tubuh, dihitung dalam satuan liter.
- Nilai  $V_d$  yang besar menandakan obat lebih banyak terdistribusi ke jaringan, sementara  $V_d$  kecil menunjukkan obat lebih banyak berada dalam plasma.
- Volume distribusi ( $V_d$ ) berperan dalam menentukan dosis obat yang diperlukan untuk mencapai kadar plasma optimal dalam jendela terapi.

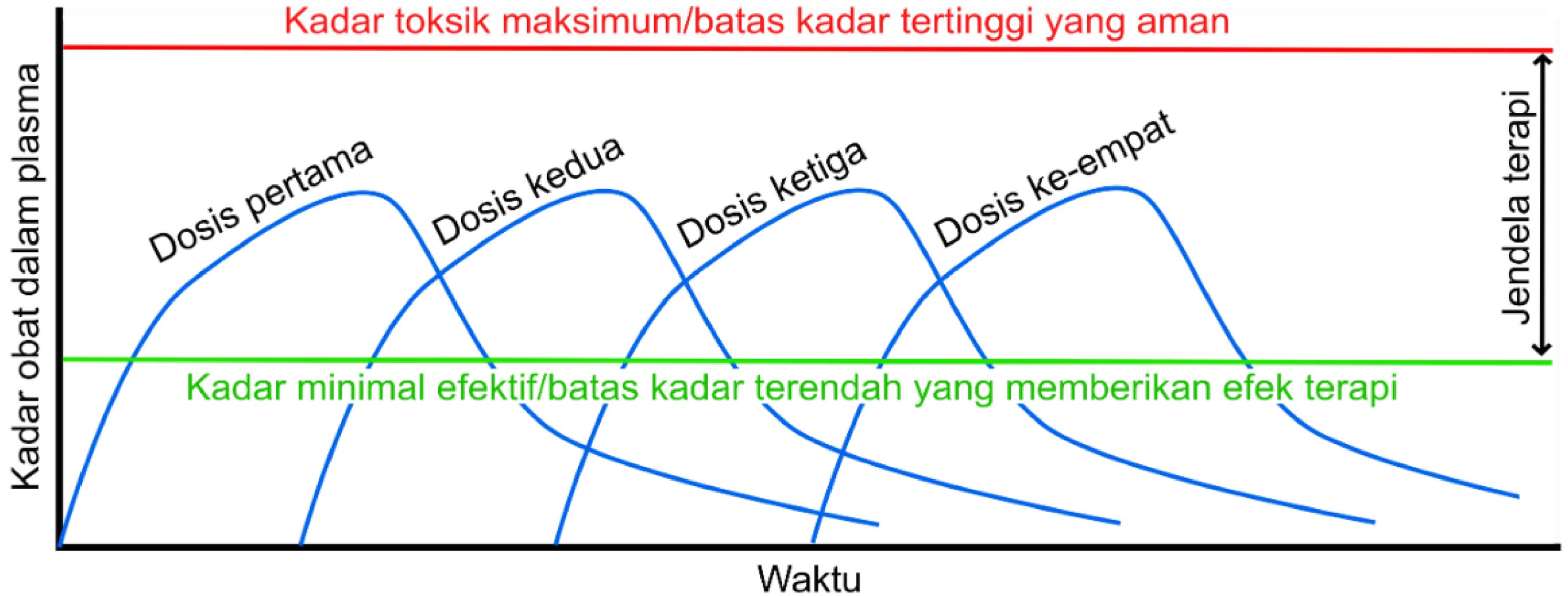
$$V_d = \frac{D}{C_p}$$

## Interpretasi:

- Jika  $V_d$  kecil, berarti obat sebagian besar tetap berada dalam plasma.
- Jika  $V_d$  besar, berarti obat banyak terdistribusi ke jaringan tubuh.

## Keterangan:

- $V_d$  = Volume distribusi (L atau L/kg)
- $D$  = Dosis obat yang diberikan (mg atau g)
- $C_p$  = Konsentrasi obat dalam plasma (mg/L)



# **METABOLISME OBAT**

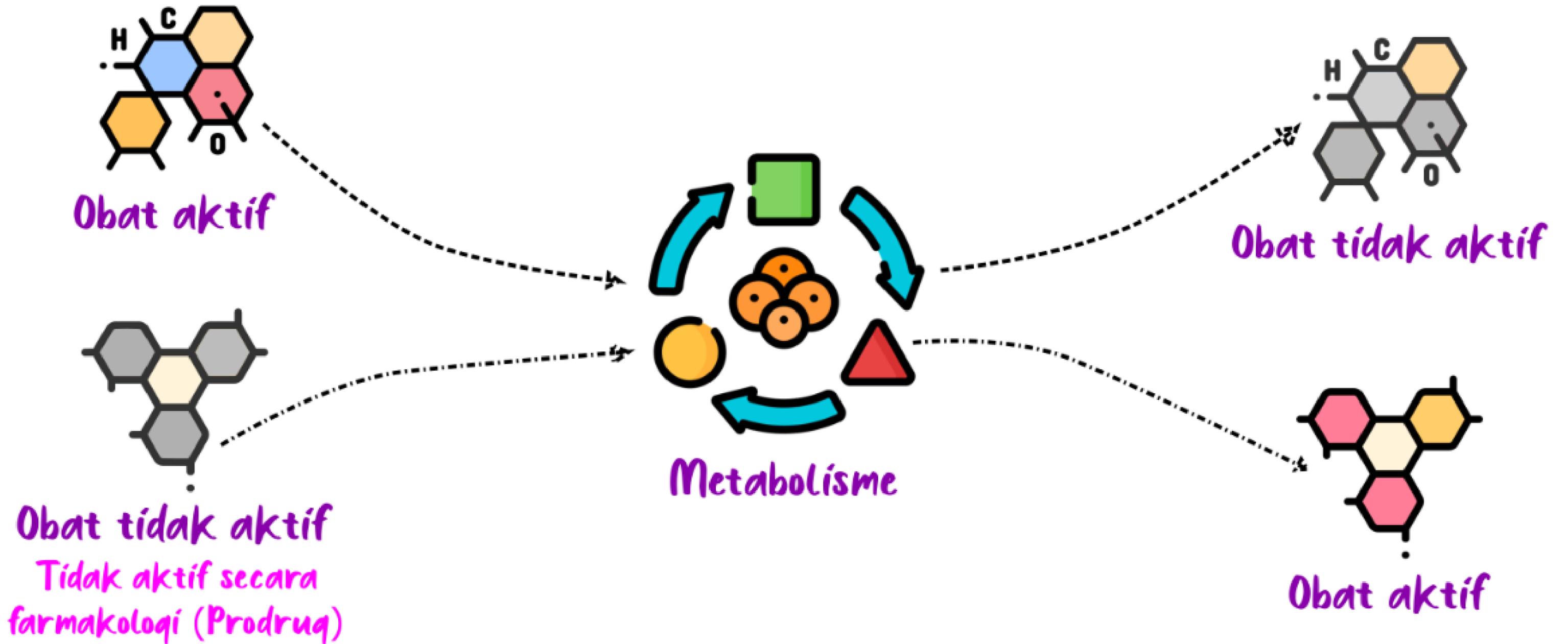


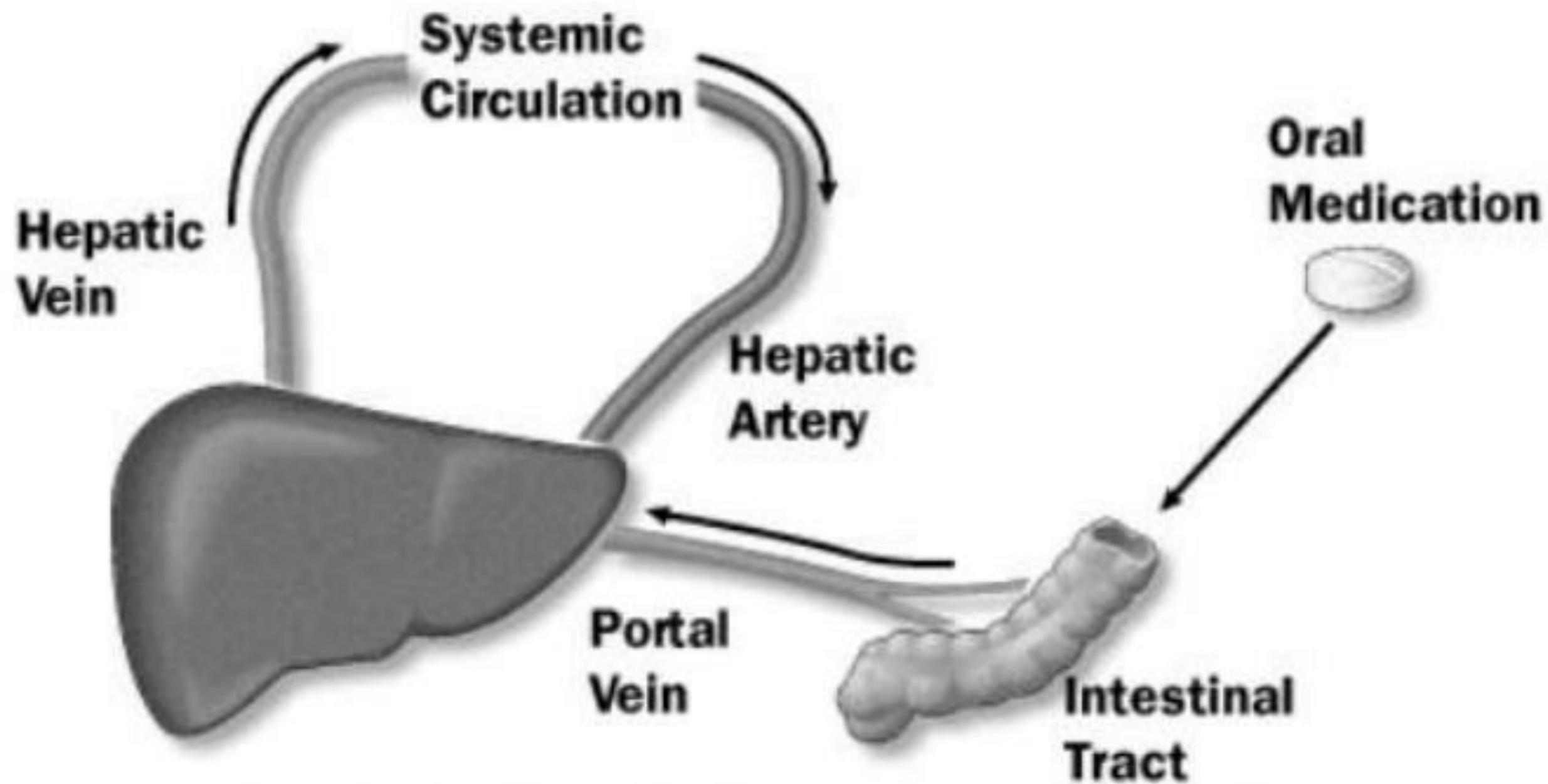
# METABOLISME OBAT

- Metabolisme obat, juga dikenal sebagai biotransformasi obat, adalah proses biokimia di mana tubuh mengubah obat lipofilik menjadi polar dan mudah dieksresikan.
- Hati adalah organ utama dalam proses metabolisme

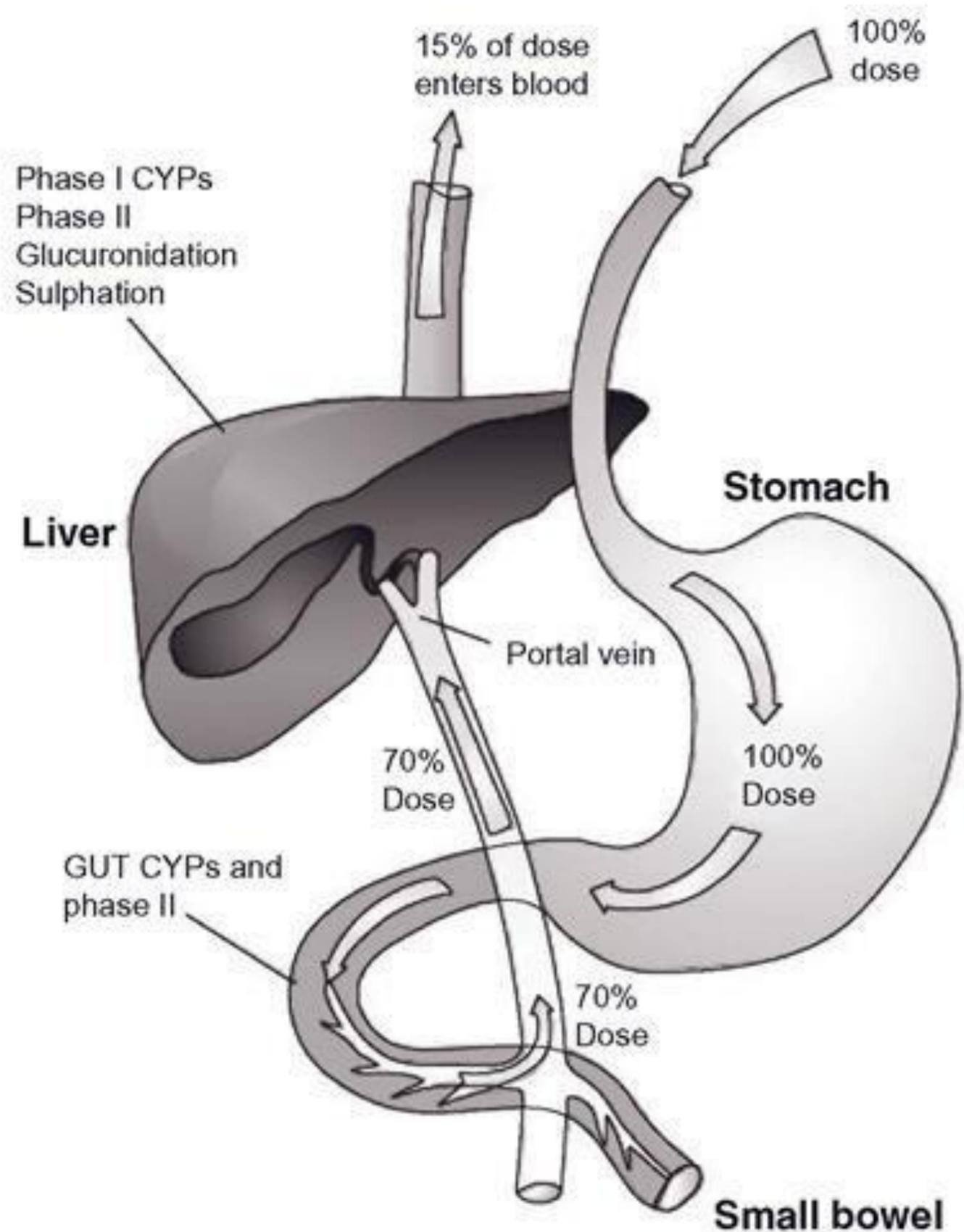
# METABOLISME OBAT

Transformasi struktur kimia obat dalam tubuh



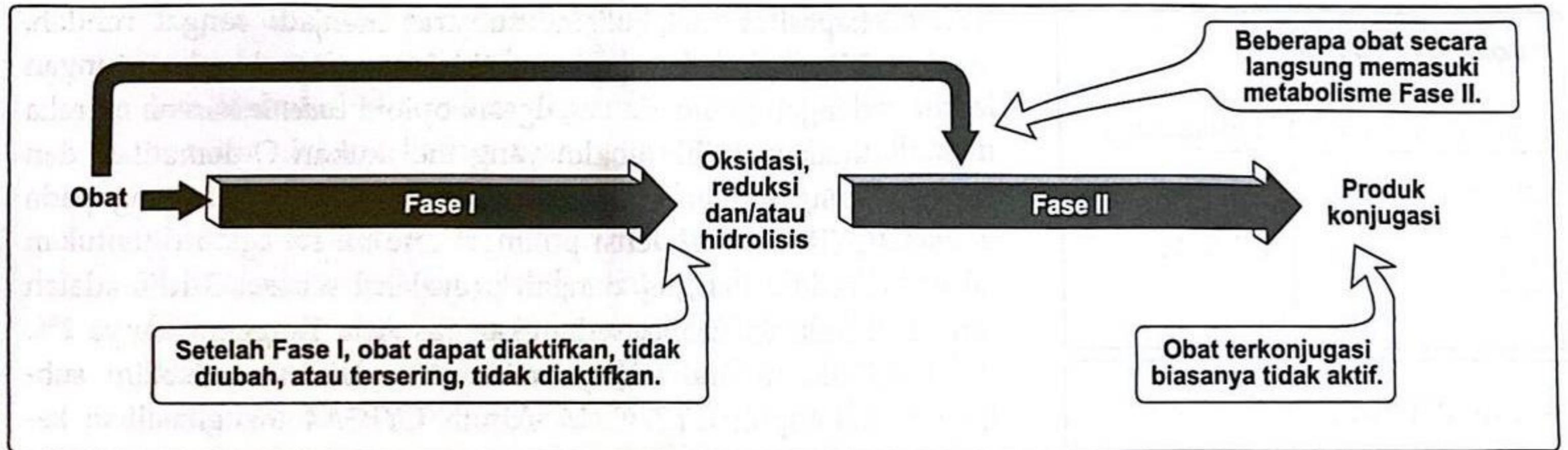


**Gambar 3.6. Metabolisme Pre Sistemik**



## Mekanisme First Pass Effect

Obat oral diserap di usus, lalu masuk ke hati melalui vena porta, di mana sebagian besar dimetabolisme oleh enzim CYP450 dan fase II sebelum mencapai sirkulasi sistemik. Akibatnya, hanya sebagian kecil obat ( $\pm 15\%$ ) yang efektif dalam tubuh. Obat dengan first pass effect tinggi (misalnya propranolol, morfin) sering diberikan secara sublingual, transdermal, atau injeksi untuk meningkatkan bioavailabilitas.



Metabolisme obat terdiri dari dua fase utama:

- **Fase I (Transformasi)** : Melibatkan oksidasi, reduksi, atau hidrolisis yang dilakukan oleh enzim hati (misalnya, sitokrom P450). Hasilnya bisa membuat obat aktif, tidak berubah, atau tidak aktif.
- **Fase II (Konjugasi)** : Obat atau hasil Fase I mengalami konjugasi dengan molekul seperti glukuronida atau sulfat. Meningkatkan kelarutan dalam air sehingga lebih mudah diekskresikan. Obat yang telah terkonjugasi umumnya tidak aktif.
- Beberapa obat dapat langsung masuk ke Fase II tanpa melalui Fase I. Proses ini bertujuan untuk mempersiapkan obat agar bisa dikeluarkan dari tubuh.

# ENZIM CYP450 dalam Metabolisme Obat

- Enzim CYP450 (Sitosrom P450) adalah kelompok enzim hati utama yang berperan dalam metabolisme obat, terutama pada fase I (reaksi oksidasi, reduksi, dan hidrolisis).
- Enzim ini membantu mengubah obat menjadi metabolit yang lebih polar agar lebih mudah diekskresi. Beberapa obat dapat menginduksi (meningkatkan aktivitas) atau menghambat (menurunkan aktivitas) enzim CYP450, yang mempengaruhi efektivitas dan toksisitas obat.
- Isozim penting dalam CYP450 meliputi CYP3A4, CYP2D6, CYP2C9, dan CYP1A2, yang masing-masing memetabolisme berbagai jenis obat.

# FAKTOR YANG MEMPENGARUHI METABOLISME OBAT

Tingkat metabolisme obat dipengaruhi oleh beberapa faktor utama:

1. Faktor fisiologis – Usia, jenis kelamin, dan faktor genetik memengaruhi aktivitas enzim metabolisme obat.
2. Faktor farmakologis – Interaksi obat dapat menginduksi atau menghambat enzim metabolisme, serta dosis dan frekuensi penggunaan obat.
3. Faktor patologis – Penyakit hati, ginjal, dan gangguan tiroid dapat mengubah metabolisme obat.
4. Faktor lingkungan & gaya hidup – Diet, konsumsi alkohol, dan paparan zat kimia seperti rokok dapat mempengaruhi aktivitas enzim hati.

# FAKTOR FISIOLOGIS

Tingkat metabolisme obat dipengaruhi oleh beberapa faktor utama:

1. Genetik (Polimorfisme Enzim) Variasi gen CYP450 (CYP2D6, CYP3A4, dll.) dan Poor metabolizers vs. ultrarapid metabolizers.
2. Usia Bayi: enzim belum berkembang sempurna → metabolisme lambat.  
Lansia: penurunan aktivitas enzim fase I
3. Jenis Kelamin → Hormon seks mempengaruhi metabolisme obat.  
Pria umumnya metabolisme lebih cepat dibanding wanita.
4. Status Gizi : Defisiensi protein/vitamin → menurunkan aktivitas enzim.
5. Fungsi Hati & Ginjal  
Penyakit hati (sirosis, hepatitis) → metabolisme obat menurun.  
Gangguan ginjal → ekskresi metabolit terganggu.

# FAKTOR FARMAKOLOGIS

1. Interaksi Obat
  - Induksi enzim: Rifampisin + fenobarbital → metabolisme meningkat → efektivitas obat menurun.
  - Inhibisi enzim: Eritromisin, ketokonazol → metabolisme menurun → risiko toksisitas.
2. Pengaruh Dosis: Dosis kecil dimetabolisme secara efisien, sedangkan dosis besar dapat menyebabkan kejenuhan enzim, menghambat metabolisme, dan meningkatkan risiko toksisitas.
3. Pengaruh Frekuensi: Frekuensi rendah dapat menurunkan efektivitas obat, sedangkan frekuensi tinggi berisiko menyebabkan akumulasi obat dan efek samping jika metabolisme tidak cukup cepat.

## FAKTOR PATOLOGI

1. Penyakit Hati: Menurunkan metabolisme obat, meningkatkan kadar obat, dan risiko toksisitas yang disebabkan menurunnya aktivitas enzim CYP450
2. Penyakit Ginjal: Menghambat ekskresi obat, menyebabkan akumulasi, dan meningkatkan efek samping.
3. Penyakit Tiroid: Hipertiroidisme mempercepat metabolisme obat, hipotiroidisme memperlambatnya.

## FAKTOR LINGKUNGAN DAN GAYA HIDUP

1. Diet dan Nutrisi :Jus grapefruit → menghambat CYP3A4 → meningkatkan kadar obat. Diet tinggi protein → mempercepat metabolisme obat.
2. Kebiasaan Merokok & Alkohol : Nikotin (rokok) → induksi CYP1A2 → metabolisme lebih cepat.Alkohol kronis → dapat menghambat atau menginduksi metabolisme obat.
3. Paparan LingkunganPolutan, pestisida → mempengaruhi enzim metabolisme obat.

# **EKSKRESI/ELIMINASI OBAT**



# EKSKRESI OBAT

Ekskresi adalah pengeluaran obat dari tubuh terutama melalui ginjal ginjal bersama urine, empedu ke dalam usus bersama tinja, melalui keringat, kulit dan air susu ibu, serta dikeluarkan dalam bentuk metabolit maupun bentuk asalnya.

Mekanisme Ekskresi melalui ginjal ada tiga tahap :

filtrasi  
glomerulus,

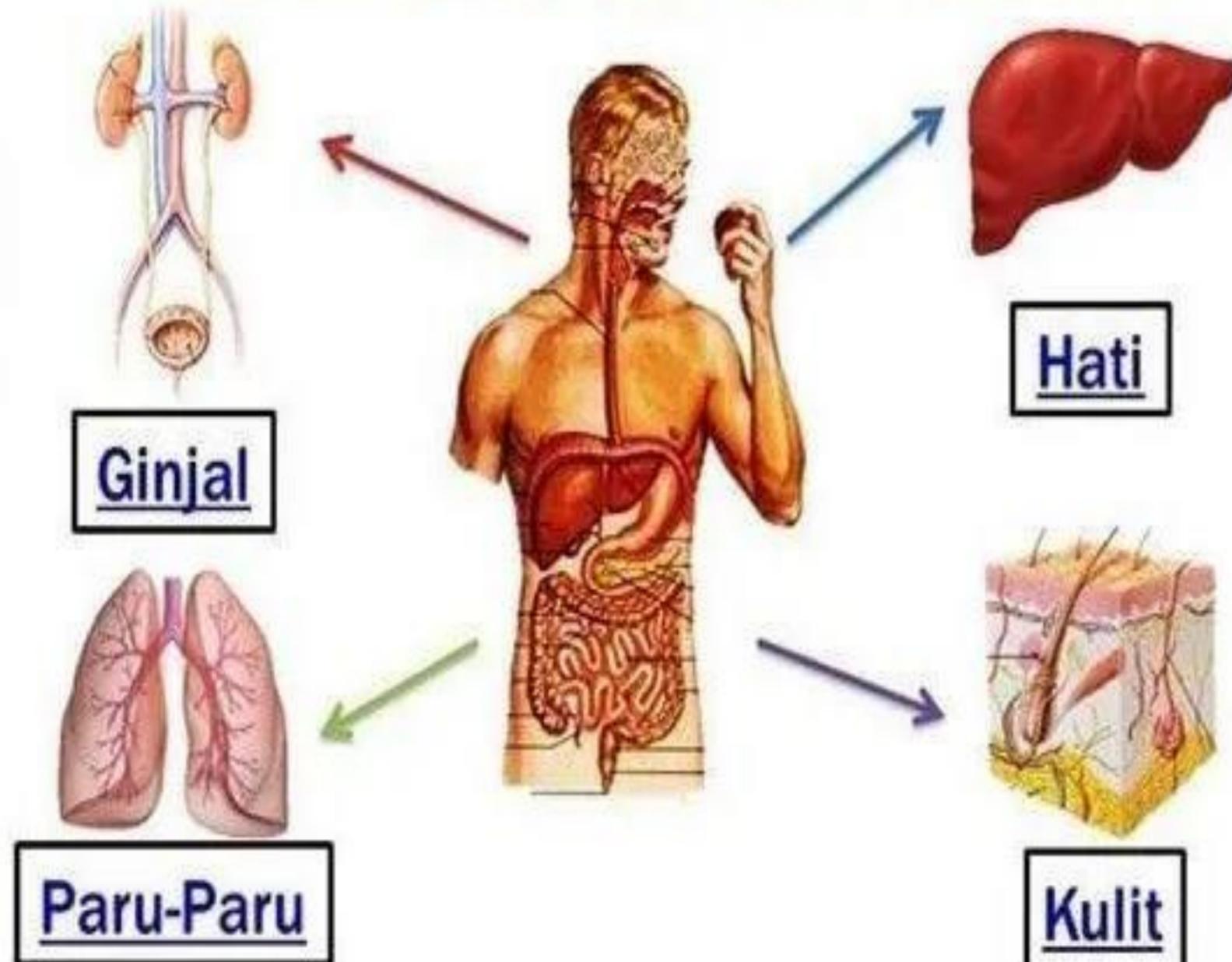
reabsorpsi  
tubuler

sekresi aktif  
tubuler

# MEKANISME EKSKRESI MELALUI GINJAL

1. Filtrasi Glomerulus : Terjadi di glomerulus, di mana darah disaring untuk memisahkan zat-zat kecil seperti obat dan metabolitnya ke dalam filtrat urine. Molekul besar seperti protein dan sel darah tidak ikut tersaring.
2. Reabsorpsi Tubuler : Beberapa zat yang masih dibutuhkan tubuh (misalnya air, elektrolit, dan glukosa) diserap kembali ke dalam darah melalui tubulus ginjal. Obat lipofilik juga dapat mengalami reabsorpsi pasif.
3. Sekresi Aktif : Zat-zat tertentu, termasuk obat yang tidak tersaring di glomerulus, dapat dikeluarkan secara aktif ke dalam tubulus ginjal. Proses ini melibatkan transportasi aktif menggunakan protein khusus.

# Sistem Ekskresi Pada Manusia



- Kulit (Keringat): Obat keluar melalui keringat, kadang menyebabkan bau. Contoh: Fenobarbital, rifampisin.
- Paru-paru (Udara): Obat volatil diekskresikan lewat pernapasan. Contoh: Sevofluran, alkohol.
- Empedu (Feses): Obat berat molekul besar dikeluarkan via empedu, bisa mengalami sirkulasi enterohepatik. Contoh: Doksisisiklin, digoksin.
- ASI (Air Susu Ibu): Obat larut lemak atau bersifat basa dapat masuk ke ASI dan memengaruhi bayi. Contoh: Kodein, diazepam.

# PARAMETER ELIMINASI OBAT

- Parameter farmakokinetika yang dapat menggambarkan eliminasi suatu obat adalah klirens.
- Klirens adalah ukuran bersihan obat setiap satuan waktu yang dinyatakan dengan volume per waktu.
- Klirens obat merupakan ukuran eliminasi obat dari tubuh tanpa mempermasalahkan mekanisme prosesnya.
- Klirens dipengaruhi berat badan, umur, kelamin, zat yang digunakan dalam test, luas permukaan tubuh.

Klirens bekerja seiring proses ekskresi dan dapat dibedakan menjadi 3 hal, yakni

- a. Klirens yang berasal dari kerja hepar sebagai organ metabolisme utama
- b. Klirens yang berasal dari kerja ginjal sebagai organ ekskresi utama
- c. Klirens yang berasal dari organ-organ lain

***Cl (tubuh total) = Cl hepar + Cl ginjal + Cl lain-lain***

Cl hepatic = Klirens obat melalui jalur metabolisme

Cl ginjal = Klirens obat melalui jalur ginjal

Cl lain-lain = Klirens obat yang berasal dari organ lain

# PENURUNAN FUNGSI GINJAL

- Penurunan fungsi ginjal ditandai dengan kreatinin serum meningkat dan klirens kreatinin menurun, sehingga memerlukan penyesuaian dosis obat, terutama obat yang larut dalam air.
- Pada lansia, fungsi ginjal menurun seiring bertambahnya usia, dengan penurunan GFR sekitar 10 ml/menit per dekade setelah usia 40 tahun, yang dapat menyebabkan akumulasi obat dan meningkatkan risiko efek samping.

# PRAKTIKUM FARMAKOLOGI

## TOPIK 1. FARMAKOKINETIKA



### TUJUAN :

Mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan proses absorpsi, distribusi, metabolisme dan ekskresi (ADME) obat di dalam tubuh.

### METODE :

Setiap mahasiswa menelaah farmakokinetik 3 obat, kemudian mempresentasikan serta mendiskusikannya bersama teman lainnya dan dosen pengampu matapraktikum.

## Profil Farmakokinetik Cefixime

### Absorpsi

Bioavailabilitas pada saluran cerna 40 - 50%. Jika dikonsumsi bersamaan dengan makanan dalam sekitar 45 menit tercapai konsentrasi maksimum. *Minimum inhibitory concentration* (MIC) bertahan hingga >24 jam pasca administrasi obat.

### Distribusi

Ikatan dengan protein serum sekitar 65%. Obat ini terdistribusi dengan baik ke hampir seluruh jaringan dan cairan tubuh termasuk kulit dan jaringan ikat, sputum, urin, empedu, synovial, peritoneal, pericardial.

### Ekskresi

Cefixime diekskresikan via urin (~ 50% dalam 24 jam obat ditemukan di urin dalam bentuk tidak berubah). Sebagian cefixime juga diekskresikan melalui empedu.

Waktu paruh : sekitar 4-6 jam. Pada penderita gagal ginjal terjadi peningkatan waktu paruh hingga 11,5 jam.

## Mini Kuis Farmakokinetik – Soal Isian Singkat

1. Proses penyerapan obat dari tempat pemberian menuju sirkulasi sistemik disebut sebagai proses \_\_\_\_\_.
2. Parameter farmakokinetik yang menggambarkan seberapa cepat dan seberapa banyak obat yang mencapai peredaran darah adalah \_\_\_\_\_.
3. Obat dengan ikatan protein plasma yang tinggi cenderung memiliki volume distribusi yang \_\_\_\_\_ (rendah/tinggi).
4. Waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan konsentrasi obat dalam plasma hingga setengahnya disebut \_\_\_\_\_.
5. Organ utama yang berperan dalam metabolisme obat adalah \_\_\_\_\_, sedangkan organ utama dalam ekskresi obat adalah \_\_\_\_\_.
6. Bioavailabilitas dari suatu obat oral dapat dipengaruhi oleh efek lintas pertama di organ \_\_\_\_\_.
7. Semakin tinggi volume distribusi suatu obat, maka konsentrasi obat dalam plasma akan cenderung menjadi lebih \_\_\_\_\_ (tinggi/rendah).
8. Jalur pemberian obat yang menghindari efek lintas pertama adalah jalur \_\_\_\_\_.
9. Proses perubahan bentuk kimia suatu obat dalam tubuh yang biasanya mengurangi aktivitas farmakologisnya disebut \_\_\_\_\_.
10. Ekskresi obat melalui ginjal terjadi terutama melalui tiga mekanisme yaitu: filtrasi glomerulus, sekresi tubular, dan \_\_\_\_\_.

# KUIS FARMAKOLOGI DASAR

1. Jelaskan proses absorpsi obat dalam tubuh! Apa saja faktor yang mempengaruhi kecepatan dan efisiensi absorpsi obat, terutama pada pemberian oral?
2. Apa yang dimaksud dengan bioavailabilitas suatu obat? Jelaskan bagaimana efek lintas pertama (first-pass effect) dapat mempengaruhi bioavailabilitas obat yang diberikan secara oral.
3. Distribusi obat dalam tubuh dipengaruhi oleh beberapa faktor. Jelaskan proses distribusi obat dari plasma menuju jaringan dan sebutkan faktor-faktor yang mempengaruhinya, seperti aliran darah dan pengikatan obat pada protein plasma.
4. Metabolisme obat terdiri dari dua fase utama, yaitu Fase I dan Fase II. Jelaskan perbedaan antara kedua fase tersebut, serta bagaimana enzim CYP450 berperan dalam metabolisme obat. Berikan contoh obat yang dipengaruhi oleh enzim ini.
5. Ekskresi obat adalah proses pengeluaran obat dari tubuh. Jelaskan tiga mekanisme utama yang terlibat dalam ekskresi obat melalui ginjal. Selain itu, sebutkan cara-cara lain obat diekskresikan dari tubuh, seperti melalui paru-paru dan keringat.

**TERIMA KASIH**