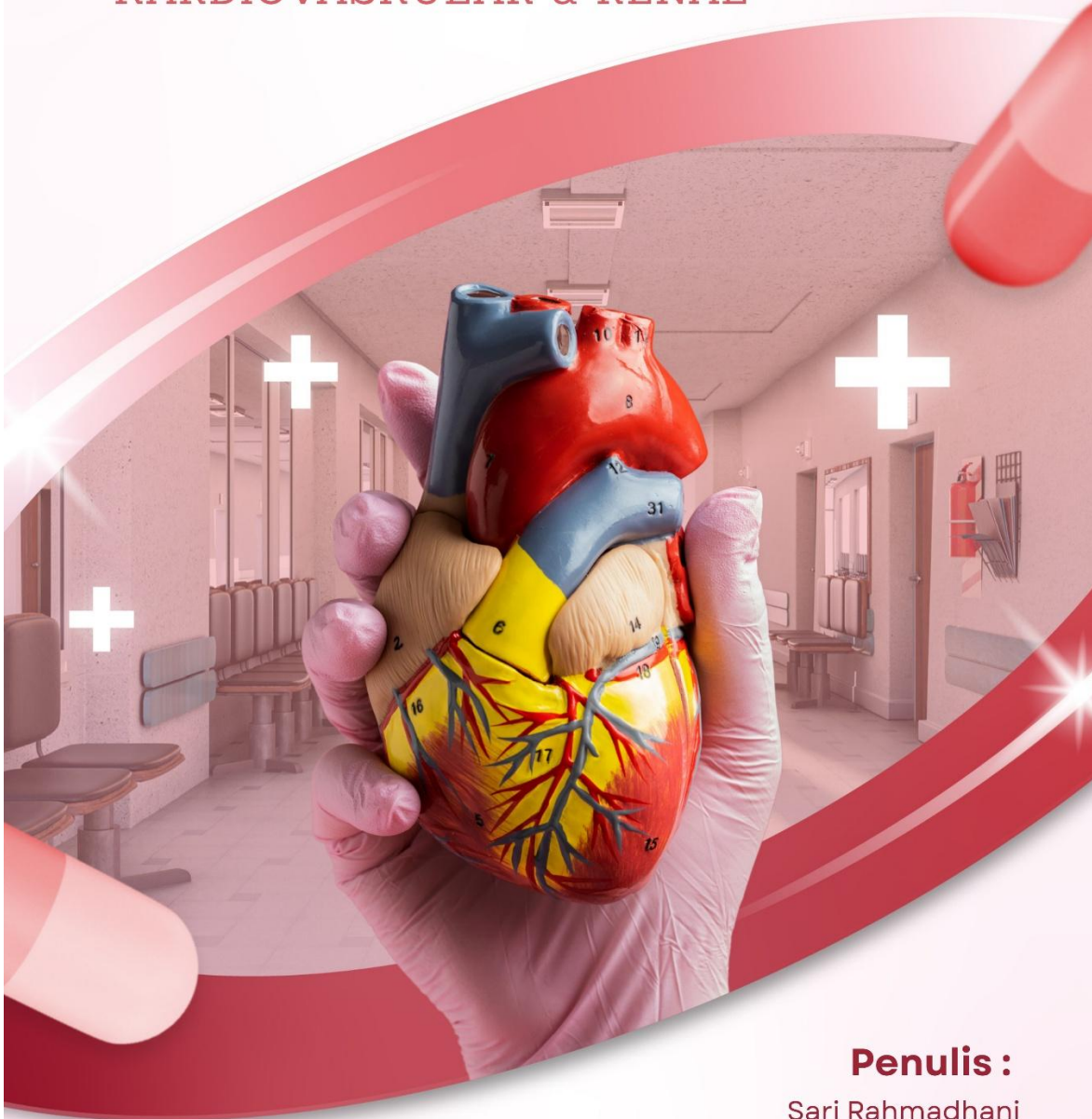


# Farmakoterapi

PENYAKIT  
KARDIOVASKULAR & RENAL



**Penulis :**

Sari Rahmadhani  
Izza Aulia Rizqika Nasution

# FARMAKOTERAPI PENYAKIT KARDIOVASKULAR DAN RENAL

**Penulis:**

Sari Rahmadhani  
Izza Aulia Rizqika Nasution

**Editor:** Fransiskus Samuel Renaldi



**PT. Mustika Sri Rosadi**

# **FARMAKOTERAPI PENYAKIT KARDIOVASKULAR DAN RENAL**

**Penulis:**

1. Sari Rahmadhani
2. Izza Aulia Rizqika Nasution

**Editor:** Fransiskus Samuel Renaldi

**Layout:** Tim PT. Mustika Sri Rosadi

**Desain Sampul:** Tim PT. Mustika Sri Rosadi

**ISBN:** 978-634-7535-70-2 (PDF)

**Cetakan Pertama:** 13 Maret 2026

Hak Cipta 2026

---

Hak Cipta Dilindungi Oleh Undang-Undang

---

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

Diterbitkan oleh Penerbit Mustika Sri Rosadi

Alamat Penerbit: Citra Indah City, Bukit Heliconia AG  
23/32, Kecamatan Jonggol, Kab. Bogor.

Email: mars.mustikasrirosadi@gmail.com

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga buku ajar Farmakoterapi Penyakit Kardiovaskular dan Renal ini dapat disusun dan diselesaikan dengan baik. Buku ini disusun untuk memberikan pemahaman komprehensif mengenai konsep dasar, patofisiologi, serta penatalaksanaan berbagai penyakit pada sistem kardiovaskular dan ginjal. Materi yang dibahas meliputi hipertensi, aterosklerosis, gagal jantung kongestif, gagal ginjal akut, dan gagal ginjal kronis. Setiap pembahasan disertai dengan prinsip terapi farmakologis, nonfarmakologis, serta peran apoteker dalam praktik pelayanan kesehatan. Buku ini diharapkan dapat menjadi referensi pembelajaran bagi mahasiswa farmasi, tenaga kesehatan, dan praktisi dalam memahami serta mengelola terapi penyakit kardiovaskular dan renal secara komprehensif.

Bogor, 13 Maret 2026  
Penulis

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
BAB 1. PENGANTAR PENYAKIT KARDIOVASKULAR DAN RENAL - Sari Rahmadhani.....	1
A. Tujuan dan Capaian Pembelajaran.....	1
B. Ruang Lingkup Dan Peran Farmakoterapi Kardiovaskuler Dan Renal .....	2
C. Anatomi Dan Fisiologi Sistem Kardiovaskuler Dan Renal .....	4
D. Anatomi dan Fisiologi Sistem Renal .....	10
E. Regulasi Tekanan Darah dan Curah Jantung .....	17
F. Patofisiologi Umum Penyakit Kardiovaskuler .....	20
G. Faktor Risiko Penyakit Kardiovaskuler.....	21
H. Klasifikasi Penyakit Kardiovaskuler .....	21
I. Prinsip Umum Terapi Farmakologis dan Non Farmakologis .....	22
J. Peran Apoteker Dalam Terapi Penyakit Kardiovaskuler.....	29
K. Latihan Soal.....	31
BAB 2. HIPERTENSI - Sari Rahmadhani.....	34
A. Tujuan dan Capaian Pembelajaran.....	34
B. Definisi Hipertensi .....	35
C. Klasifikasi Hipertensi.....	35
D. Target Organ Damage (Kerusakan Organ Target) .....	37
E. Epidemiologi dan Faktor Resiko Hipertensi.....	37
F. Patofisiologi Hipertensi .....	40
G. Diagnosis dan Target Tekanan Darah .....	41
H. Prinsip Penatalaksanaan Hipertensi .....	42

I. Terapi Farmakologis Hipertensi .....	43
J. Pemilihan Terapi Berdasarkan Kondisi Klinis .....	45
K. Mekanisme Kerja Obat Antihipertensi .....	49
L. Efek Samping, Interaksi Obat, dan Monitoring Terapi.....	51
M. Peran Apoteker dan Edukasi Pasien Hipertensi ....	57
N. Latihan Soal.....	57
<b>BAB 3. ARTEROSKLEROSIS - Sari Rahmadhani .....</b>	<b>60</b>
A. Tujuan dan Capaian Pembelajaran.....	60
B. Definisi dan Klasifikasi Arterosklerosis .....	61
C. Epidemiologi dan Faktor Risiko Arterosklerosis....	63
D. Patogenesis dan Patofisiologi Arterosklerosis.....	65
E. Manifestasi Klinis Arterosklerosis .....	68
F. Prinsip Pencegahan Arterosklerosis.....	69
G. Penatalaksanaan Arterosklerosis .....	70
H. Terapi Non Farmakologis .....	73
I. Monitoring Terapi Dan Keamanan Obat.....	75
J. Prinsip Monitoring Berdasarkan Guideline .....	76
K. Peran Apoteker Dalam Pencegahan Arterosklerosis .....	76
L. Latihan Soal.....	78
<b>BAB 4. GAGAL JANTUNG KONGESTIF (<i>CONGESTIVE HEART FAILURE</i>) - Izza Aulia Rizqika Nasution.....</b>	<b>81</b>
A. Tujuan dan Capaian Pembelajaran.....	81
B. Definisi dan Klasifikasi Gagal Jantung Kongestif ..	82
C. Epidemiologi dan Etiologi Gagal Jantung Kongestif .....	84
D. Patofisiologi Gagal Jantung Kongestif.....	85
D. Manifestasi Klinis dan Diagnosis .....	93
E. Terapi Nonfarmakologi .....	94
F. Terapi Farmakologi Gagal Jantung.....	97

G. Monitoring Terapi dan Manajemen Efek Samping .....	111
H. Peran Apoteker Dalam Penatalaksanaan Gagal Jantung .....	114
I. Latihan Soal.....	115
<b>BAB 5. GAGAL GINJAL AKUT (<i>ACUTE KIDNEY INJURY</i>) - Izza Aulia Rizqika Nasution.....</b>	<b>119</b>
B. Definisi dan Klasifikasi Gagal Ginjal Akut.....	120
C. Epidemiologi dan Faktor Risiko .....	121
D. Patofisiologi Gagal Ginjal Akut .....	123
E. Manifestasi Klinis dan Diagnosis .....	127
F. Prinsip Penatalaksanaan Gagal Ginjal Akut.....	129
G. Latihan Soal.....	134
<b>BAB 6. GAGAL GINJAL KRONIS (<i>CHRONIC KIDNEY DISEASE</i>) - Izza Aulia Rizqika Nasution.....</b>	<b>138</b>
A. Tujuan dan Capaian Pembelajaran.....	138
B. Definisi dan Klasifikasi Gagal Ginjal Kronis.....	138
C. Epidemiologi dan Faktor Risiko CKD .....	140
D. Patofisiologi Gagal Ginjal Kronis .....	141
E. Manifestasi Klinis dan Komplikasi.....	144
F. Prinsip Penatalaksanaan Gagal Ginjal Kronis .....	146
G. Terapi Komorbiditas CKD .....	156
H. Penyesuaian Dosis dan Keamanan Obat.....	163
I. Terapi Dialisis dan Transplantasi .....	169
J. Latihan Soal.....	171
DAFTAR PUSTAKA .....	175
BIOGRAFI.....	186
LAMPIRAN .....	189
SINOPSIS .....	191

# **BAB 1. PENGANTAR PENYAKIT KARDIOVASKULAR DAN RENAL**

---

## **A. Tujuan dan Capaian Pembelajaran**

### 1. Tujuan Pembelajaran

Tujuan dari pembelajaran dari materi ini adalah:

- a. Mahasiswa mampu memahami anatomi dan fisiologi sistem kardiovaskular dan renal.
- b. Mahasiswa mampu menjelaskan mekanisme patofisiologi penyakit jantung dan ginjal.
- c. Mahasiswa mampu mengidentifikasi faktor risiko dan strategi pencegahan
- d. Mahasiswa mampu menjelaskan prinsip terapi farmakologis dan non-farmakologis
- e. e.Mahasiswa mampu mengembangkan keterampilan klinis dalam penatalaksanaan pasien
- f. Mahasiswa mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis dalam pengambilan keputusan klinis

### 2. Capaian Pembelajaran

Setelah mengikuti pembelajaran pada topik ini diharapkan mahasiswa mampu:

- a. Menguraikan patofisiologi untuk penyakit kardiovaskuler (hipertensi, arterosklerosis, gagal jantung) untuk penyakit renal (Gagal ginjal akut, gagal ginjal kronis)
- b. Menjelaskan anatomi dan fisiologi sistem kardiovaskular dan renal

- c. Mengembangkan keterampilan klinis dalam penatalaksanaan pasien
- d. Meningkatkan kemampuan berpikir kritis dalam pengambilan keputusan klinis

## **B. Ruang Lingkup Dan Peran Farmakoterapi Kardiovaskuler Dan Renal**

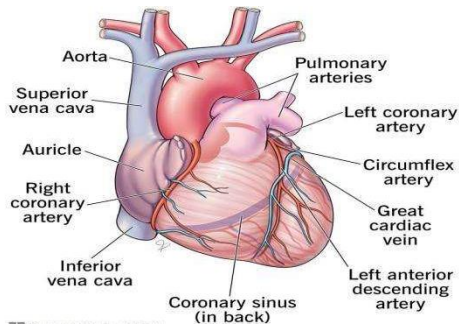
1. Definisi Farmakoterapi Kardiovaskuler Dan Renal  
Farmakoterapi kardiovaskular dan renal adalah cabang terapi medis yang menggunakan obat-obatan untuk mencegah, mengendalikan, dan mengobati gangguan pada sistem jantung, pembuluh darah, dan ginjal. Tujuan dari pengobatan ini yaitu memperbaiki fungsi organ, mengurangi gejala, mencegah komplikasi, serta menurunkan angka morbiditas dan mortalitas.
2. Peran Farmakoterapi Kardiovaskuler Dan Renal
  - a. Pencegahan (Preventif)
    - 1) Mengontrol faktor risiko seperti hipertensi, dislipidemia, dan diabetes
    - 2) Mencegah kejadian kardiovaskular (serangan jantung, stroke)
    - 3) Mencegah progresivitas penyakit ginjal kronis
    - 4) Mengurangi risiko komplikasi jangka Panjang
  - b. Peran dalam terapi kuratif dan pengendalian penyakit
    - 1) Mengatasi gejala (sesak napas, edema, nyeri dada)

- 2) Memperbaiki fungsi jantung dan ginjal
  - 3) Menstabilkan kondisi akut (krisis hipertensi, edema paru akut, hiperkalemia)
  - 4) Mengontrol penyakit kronis agar tidak memburuk
- c. Peran dalam mencegah komplikasi penyakit
- 1) Mencegah gagal jantung lanjut
  - 2) Mencegah progresi CKD menjadi gagal ginjal tahap akhir
  - 3) Mengurangi risiko trombosis dan emboli
  - 4) Mengurangi risiko aritmia fatal
- d. Peran dalam individualisme terapi
- 1) Penyesuaian dosis berdasarkan fungsi ginjal
  - 2) Pemilihan obat sesuai kondisi klinis pasien
  - 3) Monitoring efek samping dan interaksi obat
  - 4) Pendekatan berbasis evidence-based medicine
- e. Peran dalam edukatif dan peningkatan kepatuhan
- 1) Memberikan edukasi terkait penggunaan obat
  - 2) Meningkatkan kepatuhan pasien terhadap terapi jangka panjang

- 3) Mendorong perubahan gaya hidup sehat

## C. Anatomi Dan Fisiologi Sistem Kardiovaskuler Dan Renal

1. Anatomi Dan Fisiologi Sistem Kardiovaskuler  
Sistem kardiovaskular adalah sistem organ yang berfungsi mengedarkan darah untuk mengangkut oksigen, nutrisi, hormon, dan zat metabolik ke seluruh tubuh serta membawa sisa metabolisme untuk dieliminasi. Sistem ini terdiri dari jantung, pembuluh darah, dan darah.
  - a. Anatomi sistem kardiovaskuler, yaitu :
    - 1) Jantung (Cor)



Gambar 1.1 Anatomi Sistem Kardiovaskuler

(Sumber : Gray's anatomy, 2020)

Jantung adalah organ berotot berongga yang terletak di mediastinum tengah, di antara kedua paru-paru, posterior terhadap sternum

dan superior terhadap diafragma. Pada orang dewasa, beratnya berkisar antara 250–350 gram dengan panjang sekitar 12 cm. Bentuknya menyerupai kerucut dengan apeks mengarah ke bawah dan kiri.

Dinding jantung terdiri dari tiga lapisan utama. Lapisan terluar adalah **epikardium**, yang merupakan bagian dari perikardium viseral dan berfungsi sebagai pelindung luar. Lapisan tengah adalah **miokardium**, yaitu lapisan otot jantung yang berperan dalam kontraksi. Miokardium ventrikel kiri lebih tebal dibandingkan bagian lainnya karena harus memompa darah ke seluruh tubuh melalui sirkulasi sistemik. Lapisan terdalam adalah endokardium, yang melapisi rongga jantung dan berhubungan langsung dengan aliran darah.

Secara internal, jantung memiliki empat ruang, yaitu atrium kanan dan kiri di bagian atas serta ventrikel kanan dan kiri di bagian bawah. Atrium berfungsi menerima darah, sedangkan ventrikel berfungsi memompa darah keluar dari jantung. Darah dari seluruh tubuh masuk ke atrium kanan melalui vena cava superior dan inferior, kemudian dipompa ke ventrikel kanan

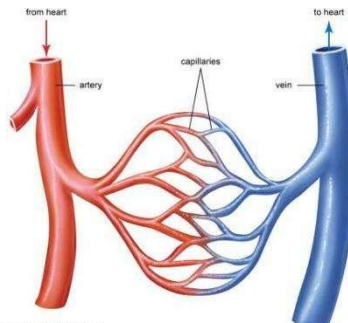
dan selanjutnya menuju paru-paru melalui arteri pulmonalis. Setelah mengalami oksigenasi di paru, darah kembali ke atrium kiri melalui vena pulmonalis, lalu dipompa oleh ventrikel kiri ke seluruh tubuh melalui aorta.

Aliran darah tetap satu arah, terdapat empat katup jantung. Katup trikuspid memisahkan atrium kanan dan ventrikel kanan. Katup mitral memisahkan atrium kiri dan ventrikel kiri. Katup pulmonal dan katup aorta masing-masing terletak pada jalur keluar ventrikel kanan dan kiri. Katup-katup ini membuka dan menutup secara pasif mengikuti perubahan tekanan selama siklus jantung.

Jantung juga memiliki sistem konduksi listrik intrinsik yang memungkinkan kontraksi terkoordinasi tanpa memerlukan rangsangan eksternal. Impuls listrik dimulai dari nodus sinoatrial (SA) yang terletak di atrium kanan dan berfungsi sebagai pacemaker alami. Impuls kemudian menyebar ke atrium, menuju nodus atrioventrikular (AV), lalu diteruskan melalui berkas His, cabang kanan dan kiri, hingga serabut Purkinje yang memicu kontraksi ventrikel. Untuk mempertahankan fungsinya, jantung

mendapatkan suplai darah dari arteri koroner kanan dan kiri yang berasal dari aorta ascendens. Sumbatan pada pembuluh ini dapat menyebabkan iskemia miokard atau infark miokard.

## 2) Pembuluh Darah



Gambar 1.2 Pembuluh Darah  
(Sumber : Britanica, 2025)

Gambar ini menunjukkan sistem pembuluh darah secara keseluruhan, termasuk arteri, kapiler, dan vena, serta alur sirkulasi darah dari dan kembali ke jantung. Arteri digambarkan sebagai pembuluh berdinding tebal dan elastis yang membawa darah keluar dari jantung menuju jaringan tubuh. Struktur dinding arteri terdiri dari tiga lapisan, yaitu tunika intima, tunika media, dan tunika adventisia, yang memungkinkan arteri menahan

tekanan tinggi akibat kontraksi ventrikel. Dari arteri, darah mengalir ke kapiler, yaitu pembuluh sangat kecil dengan dinding hanya satu lapis sel endotel. Kapiler berfungsi sebagai tempat pertukaran oksigen, karbon dioksida, nutrisi, dan limbah metabolik antara darah dan jaringan tubuh. Setelah melalui kapiler, darah kembali menuju jantung melalui vena, yang memiliki dinding lebih tipis dibanding arteri, lumen lebih besar, dan katup untuk mencegah aliran balik darah. Vena mengembalikan darah yang telah mengalami pertukaran zat dari seluruh tubuh ke atrium kanan jantung, sedangkan darah dari ventrikel kanan dipompa menuju paru-paru melalui arteri pulmonalis untuk proses oksigenasi dan kemudian kembali ke atrium kiri melalui vena pulmonalis. Dengan demikian, gambar ini memperlihatkan hubungan integral antara sirkulasi sistemik dan pulmonal, sekaligus menekankan perbedaan struktur arteri, kapiler, dan vena sesuai fungsi masing-masing dalam sistem kardiovaskular.

## b. Fisiologi Sistem Kardiovaskuler

### 1) Siklus jantung

Siklus jantung terdiri dari dua fase utama, yaitu sistol dan diastol. Sistol adalah fase kontraksi ventrikel yang mendorong darah keluar dari jantung. Diastol adalah fase relaksasi yang memungkinkan pengisian darah kembali ke dalam ventrikel. Proses ini berlangsung secara ritmis sekitar 60–100 kali per menit pada orang dewasa sehat. Bunyi jantung pertama (S1) terjadi akibat penutupan katup atrioventrikular, sedangkan bunyi jantung kedua (S2) terjadi akibat penutupan katup semilunaris.

### 2) Curah jantung dan hemodinamika

Curah jantung (cardiac output) adalah jumlah darah yang dipompa oleh ventrikel kiri dalam satu menit. Nilai normalnya sekitar 5 liter per menit pada kondisi istirahat. Curah jantung ditentukan oleh frekuensi jantung (heart rate) dan volume sekuncup (stroke volume). Stroke volume dipengaruhi oleh preload (volume pengisian awal), afterload (tahanan yang harus dilawan ventrikel), dan kontraktilitas miokard. Tekanan darah merupakan hasil perkalian antara curah jantung dan resistensi perifer total.

Regulasi tekanan darah melibatkan sistem saraf otonom, baroreseptor, serta sistem hormonal seperti sistem renin-angiotensin-aldosteron (RAAS) dan hormon antidiuretik (ADH).

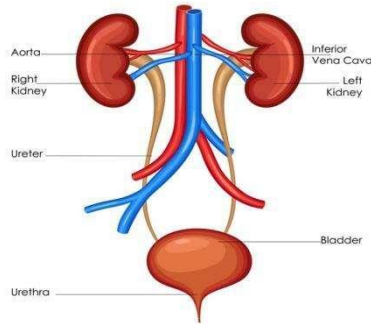
- 3) Mekanisme kontraksi otot jantung  
Kontraksi miokard dipicu oleh masuknya ion kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) ke dalam sel otot jantung melalui kanal kalsium. Ion ini memicu interaksi antara filamen aktin dan miosin dalam mekanisme sliding filament, menghasilkan kontraksi. Proses ini bergantung pada ketersediaan ATP dan suplai oksigen yang adekuat.
- 4) Pertukaran di kapiler  
Pertukaran zat di kapiler terjadi melalui mekanisme difusi, filtrasi, dan osmosis. Tekanan hidrostatis mendorong cairan keluar dari kapiler, sedangkan tekanan onkotik menarik cairan kembali ke dalam kapiler. Keseimbangan kedua tekanan ini menjaga distribusi cairan jaringan.

## **D. Anatomi dan Fisiologi Sistem Renal**

### **1. Anatomi Sistem Renal**

Sistem renal (sistem urinaria) berfungsi menyaring darah, membuang zat sisa metabolisme, mengatur keseimbangan cairan–elektrolit,

tekanan darah, serta pH tubuh. Sistem ini terdiri dari ginjal, ureter, kandung kemih, dan uretra.



Gambar 1.3 Anatomi Sistem Renal  
(Sumber : Gray, 2020 )

a. Ginjal

Ginjal merupakan sepasang organ berbentuk seperti kacang yang terletak di rongga retroperitoneal, setinggi vertebra torakal 12 hingga lumbal 3, dengan ginjal kanan sedikit lebih rendah karena posisi hati. Secara makroskopis ginjal terdiri dari korteks (lapisan luar yang mengandung glomerulus dan sebagian besar tubulus), medula (lapisan dalam yang tersusun atas piramida renalis), serta pelvis renalis yang berfungsi sebagai ruang penampung urin sebelum dialirkan ke ureter. Unit fungsional ginjal adalah nefron, yang terdiri dari glomerulus, kapsula Bowman, tubulus proksimal, lengkung Henle,

tubulus distal, dan duktus kolektivus. Ginjal berfungsi menyaring darah, membuang zat sisa metabolisme seperti urea dan kreatinin, mengatur keseimbangan cairan dan elektrolit, menjaga pH darah, serta memproduksi hormon seperti renin dan eritropoietin.

b. Ureter

Ureter adalah sepasang saluran berbentuk tabung dengan panjang sekitar 25–30 cm yang menghubungkan pelvis renalis dengan kandung kemih. Dinding ureter terdiri dari tiga lapisan utama, yaitu mukosa yang dilapisi epitel transisional, lapisan otot polos (muskularis) yang memungkinkan gerakan peristaltik, dan lapisan luar berupa adventisia. Ureter berfungsi mengalirkan urin dari ginjal ke kandung kemih melalui kontraksi ritmik otot polos, sehingga urin tetap bergerak meskipun melawan gravitasi.

c. Kandung kemih (Vesika Urinaria)

Kandung kemih adalah organ berongga yang terletak di rongga pelvis, tepat di belakang simfisis pubis. Organ ini berfungsi sebagai tempat penyimpanan sementara urin dengan kapasitas rata-rata 300–500 mL pada orang dewasa. Secara anatomi kandung kemih memiliki bagian fundus (dasar), corpus (badan), dan apex (puncak). Pada bagian dalam terdapat area

segitiga yang disebut trigonum vesicae, yang dibatasi oleh dua muara ureter dan satu muara uretra. Dinding kandung kemih tersusun atas mukosa (epitel transisional), submukosa, lapisan otot detrusor, dan lapisan luar serosa atau adventisia. Kontraksi otot detrusor berperan penting dalam proses miksi (pengeluaran urin).

d. Uretra

Uretra adalah saluran terakhir dalam sistem renal yang berfungsi mengeluarkan urin dari kandung kemih ke luar tubuh. Pada pria, uretra memiliki panjang sekitar 18–20 cm dan terbagi menjadi tiga bagian yaitu uretra prostatika, uretra membranosa, dan uretra spongiosa; selain sebagai saluran urin, uretra pria juga berfungsi sebagai saluran reproduksi untuk semen. Pada wanita, uretra jauh lebih pendek, sekitar 3–4 cm, dan hanya berfungsi sebagai saluran pengeluaran urin. Uretra memiliki sfingter internal (otot polos, bekerja tidak sadar) dan sfingter eksternal (otot rangka, bekerja sadar) yang mengatur proses pengeluaran urin.

Kesimpulan:

- Ginjal (Ren) → menyaring darah & membentuk urin
- Ureter → menyalurkan urin dari ginjal ke kandung kemih

- Kandung Kemih (Vesika urinaria) → menyimpan urin sementara
- Uretra → mengeluarkan urin ke luar tubuh

## 2) Fisiologi Sistem Renal

Fisiologi sistem renal membahas bagaimana organ-organ saluran kemih bekerja dalam membentuk, mengatur, dan mengeluarkan urin, sekaligus menjaga keseimbangan internal tubuh (homeostasis).

### a. Filtrasi Glomerulus

Filtrasi terjadi di glomerulus, yaitu anyaman kapiler yang berada di dalam kapsula Bowman. Darah masuk melalui arteriola aferen dan keluar melalui arteriola eferen. Tekanan hidrostatis darah mendorong plasma (tanpa sel darah dan protein besar) melewati membran filtrasi menuju kapsula Bowman, membentuk filtrat glomerulus (urin primer). Laju filtrasi glomerulus (GFR) normal sekitar  $\pm 125$  mL/menit atau  $\pm 180$  liter/hari. Proses ini dipengaruhi oleh tekanan darah, resistensi arteriola aferen–eferen, serta regulasi hormon seperti angiotensin II.

### b. Reabsorpsi Tubulus

Reabsorpsi adalah proses pengembalian zat-zat penting dari filtrat ke dalam darah. Sekitar 99% filtrat akan direabsorpsi.

- Tubulus proksimal menyerap kembali glukosa, asam amino, natrium, klorida, dan air.
- Lengkung Henle berperan dalam mekanisme konsentrasi urin melalui sistem arus balik (countercurrent mechanism).
- Tubulus distal dan duktus kolektivus mengatur keseimbangan natrium, kalium, dan air di bawah pengaruh hormon seperti aldosteron dan ADH (antidiuretik).

a) Sekresi Tubulus

Sekresi adalah pemindahan zat dari kapiler peritubular ke dalam lumen tubulus. Zat yang disekresikan antara lain ion hidrogen ( $H^+$ ), kalium ( $K^+$ ), amonia, kreatinin, dan obat-obatan tertentu. Proses ini penting untuk mengatur keseimbangan asam-basa dan membuang zat yang tidak tersaring optimal saat filtrasi

b) Konsentrasi dan Pengenceran Urin

Ginjal dapat menghasilkan urin pekat atau encer tergantung kebutuhan tubuh. Hormon ADH meningkatkan permeabilitas duktus kolektivus terhadap air sehingga lebih banyak air direabsorpsi dan urin menjadi pekat. Sebaliknya, jika kadar ADH rendah, urin

menjadi lebih encer. Mekanisme ini membantu menjaga keseimbangan cairan tubuh dan osmolaritas plasma

c) Regulasi Tekanan Darah

Ginjal berperan dalam sistem Renin–Angiotensin–Aldosteron (RAAS). Saat tekanan darah menurun, sel jukstaglomerular melepaskan renin. Renin mengubah angiotensinogen menjadi angiotensin I yang kemudian diubah menjadi angiotensin II. Angiotensin II menyebabkan vasokonstriksi dan merangsang pelepasan aldosteron, yang meningkatkan reabsorpsi natrium dan air sehingga tekanan darah meningkat.

d) Regulasi Asam Basa

Ginjal menjaga pH darah sekitar 7,35–7,45 dengan cara:

- ✓ Mengekskresikan ion  $H^+$
- ✓ Mereabsorpsi dan membentuk bikarbonat ( $HCO_3^-$ )
- ✓ Menghasilkan amonia sebagai penyangga tambahan

Proses ini lebih lambat dibanding sistem respirasi, tetapi efeknya lebih kuat dan bertahan lama.

e) Fungsi Endokrin Ginjal

Selain fungsi ekskresi, ginjal juga memiliki fungsi hormonal, yaitu:

- ✓ Menghasilkan eritropoietin (merangsang pembentukan sel darah merah)
- ✓ Mengaktifkan vitamin D menjadi kalsitriol (mengatur metabolisme kalsium)
- ✓ Menghasilkan renin (regulasi tekanan darah)

## **E. Regulasi Tekanan Darah dan Curah Jantung**

Regulasi tekanan darah (TD) dan curah jantung (cardiac output/CO) merupakan hasil interaksi antara sistem kardiovaskular, saraf otonom, ginjal, dan hormon. Mekanisme ini bekerja dalam jangka pendek (detik–menit) dan jangka panjang (jam–hari) untuk menjaga perfusi organ tetap optimal.

### 1. Konsep Dasar Hemodinamik

Secara matematis, tekanan darah ditentukan oleh hasil perkalian antara curah jantung (cardiac output/CO) dan tahanan perifer total (total peripheral resistance/TPR). Curah jantung sendiri merupakan hasil perkalian antara frekuensi jantung (heart rate/HR) dan volume sekuncup (stroke volume/SV). Oleh karena itu, setiap perubahan pada frekuensi jantung, kekuatan kontraksi jantung, volume darah, atau diameter pembuluh darah akan memengaruhi tekanan darah.

### 2. Regulasi Jangka Pendek (Reaksi Cepat)

Regulasi jangka pendek terutama dikendalikan oleh refleks baroreseptor yang terletak di sinus

karotis dan arkus aorta. Ketika tekanan darah meningkat, dinding pembuluh darah akan teregang sehingga baroreseptor mengirim impuls ke pusat kardiovaskular di medula oblongata. Respons yang terjadi adalah peningkatan aktivitas parasimpatis dan penurunan aktivitas simpatis, yang menyebabkan frekuensi jantung menurun, kontraktilitas berkurang, serta vasodilatasi, sehingga tekanan darah kembali turun. Sebaliknya, jika tekanan darah menurun, aktivitas simpatis akan meningkat sehingga frekuensi jantung dan kontraktilitas naik serta terjadi vasokonstriksi perifer, yang bersama-sama meningkatkan curah jantung dan tekanan darah. Mekanisme ini bekerja sangat cepat, dalam hitungan detik

### 3. Reaksi Jangka Menengah dan Panjang

Regulasi jangka menengah dan panjang terutama melibatkan ginjal melalui pengaturan volume cairan tubuh dan sistem renin-angiotensin-aldosteron (RAAS). Ketika perfusi ginjal menurun atau tekanan darah rendah, sel jukstaglomerular akan melepaskan renin. Renin memicu pembentukan angiotensin II, yang bersifat vasokonstriktor kuat sehingga meningkatkan tahanan perifer total. Selain itu, angiotensin II merangsang sekresi aldosteron dari korteks adrenal, yang meningkatkan reabsorpsi natrium dan air di ginjal. Retensi cairan ini meningkatkan volume darah, sehingga

meningkatkan preload, volume sekuncup, curah jantung, dan akhirnya tekanan darah. Mekanisme ginjal ini berperan penting dalam pengendalian tekanan darah kronis.

#### 4. Regulasi Curah Jantung

Curah jantung sendiri dipengaruhi oleh tiga faktor utama, yaitu preload, afterload, dan kontraktilitas. Preload menggambarkan jumlah darah yang kembali ke jantung (venous return); semakin besar preload, semakin besar regangan serabut otot jantung dan semakin kuat kontraksi menurut hukum Frank-Starling. Afterload adalah tahanan yang harus dilawan jantung saat memompa darah; jika afterload meningkat, seperti pada vasokonstriksi atau hipertensi, maka volume sekuncup dapat menurun. Kontraktilitas dipengaruhi oleh aktivitas saraf simpatis dan kadar ion kalsium; peningkatan stimulasi simpatis akan meningkatkan kekuatan kontraksi dan curah jantung.

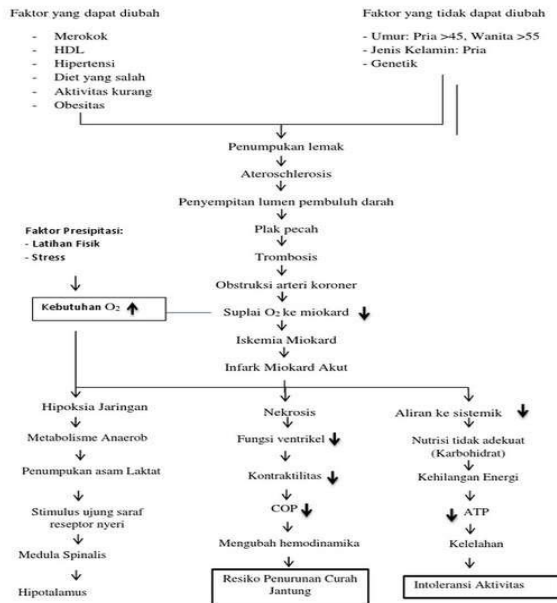
#### 5. Hormon Lain yang Berperan

Beberapa hormon lainnya turut berperan dalam regulasi tekanan darah. Hormon antidiuretik (ADH) meningkatkan reabsorpsi air di ginjal sehingga menambah volume darah dan juga memiliki efek vasokonstriksi ringan. Aldosteron meningkatkan retensi natrium dan air. Sebaliknya, atrial natriuretic peptide (ANP) yang dilepaskan saat atrium teregang akan meningkatkan ekskresi natrium dan air sehingga menurunkan volume darah dan tekanan darah.

Dengan demikian, keseimbangan antara sistem saraf, mekanisme hormonal, dan fungsi ginjal menentukan stabilitas tekanan darah dan curah jantung dalam berbagai kondisi fisiologis.

## F. Patofisiologi Umum Penyakit Kardiovaskuler

Penyakit kardiovaskuler (PKV) merupakan hasil dari interaksi kompleks antara faktor risiko, perubahan struktural dan fungsional jantung, serta pembuluh darah.



Gambar 1.4 Patofisiologi Penyakit Kardiovaskuler (Sumber: Guyton, 2023)

## G. Faktor Risiko Penyakit Kardiovaskuler

Memahami faktor risiko sangat penting untuk upaya pencegahan dan pengendalian penyakit kardiovaskular melalui modifikasi gaya hidup dan pengobatan medis yang tepat sehingga dapat mempertimbangkan pengobatan yang diberikan. Faktor resiko telah dibagi menjadi 3 kategori, yaitu:

Tabel 1.1 Faktor Resiko Penyakit Kardiovaskuler

<b>Kategori</b>	<b>Faktor Risiko Utama</b>
Dapat Diubah (Modifiable)	Merokok, dislipidemia, hipertensi, diabetes, obesitas, diet buruk, kurang aktivitas fisik, stres, alkohol
Tidak Dapat Diubah (Non-modifiable)	Usia, jenis kelamin, genetik, riwayat keluarga, etnisitas
Lainnya	Gangguan elektrolit, sleep apnea, inflamasi kronis, kondisi hormonal

## H. Klasifikasi Penyakit Kardiovaskuler

Klasifikasi ini membantu dalam diagnosis, pengobatan, dan pengelolaan penyakit kardiovaskular yang sangat beragam secara klinis dan patofisiologis. Klasifikasi penyakit kardiovaskuler telah dibuat dalam bentuk tabel untuk mempermudah mempelajarinya.

Tabel 1.2 Klasifikasi Penyakit Kardiovaskuler

<b>Kategori</b>	<b>Contoh Penyakit</b>
Penyakit Jantung Koroner	Angina, infark miokard
Hipertensi	Hipertensi esensial dan sekunder
Gagal Jantung	Gagal jantung sistolik dan diastolik
Penyakit Katup Jantung	Stenosis, regurgitasi katup
Aritmia	Fibrilasi atrium, takikardia ventrikular
Penyakit Pembuluh Darah	Aterosklerosis, aneurisma, trombosis
Penyakit Jantung Bawaan	Defek septum, tetralogi Fallot
Kardiomiopati	Dilatasi, hipertrofik, restriktif
Perikarditis dan Perikardium	Perikarditis, tamponade
Endokarditis Infektif	Infeksi katup jantung

### **I. Prinsip Umum Terapi Farmakologis dan Non Farmakologis**

Kombinasi terapi farmakologis dan non-farmakologis yang tepat, pengelolaan penyakit kardiovaskular menjadi lebih efektif dalam menurunkan morbiditas dan mortalitas serta meningkatkan kualitas hidup pasien.

## 1. Terapi Non Farmakologis

### a. Modifikasi Gaya Hidup

- 1) Diet Sehat: Konsumsi rendah garam, lemak jenuh, kolesterol, dan gula; tinggi serat, sayur, dan buah.
- 2) Aktivitas Fisik: Olahraga rutin minimal 150 menit per minggu untuk meningkatkan kesehatan kardiovaskular.
- 3) Berhenti Merokok: Mengurangi risiko aterosklerosis dan komplikasi kardiovaskular.
- 4) Pengendalian Berat Badan: Menjaga indeks massa tubuh ideal untuk mengurangi beban jantung dan risiko metabolik.
- 5) Manajemen Stres: Teknik relaksasi, meditasi, atau terapi psikologis untuk mengurangi stres yang memengaruhi tekanan darah dan metabolisme.
- 6) Batasi Konsumsi Alkohol: Menghindari konsumsi berlebihan yang dapat meningkatkan tekanan darah dan risiko aritmia.

### b. Pengelolaan Faktor Risiko

- 1) Kontrol Tekanan Darah
- 2) Pengaturan Gula Darah pada Diabetes
- 3) Pengelolaan Dislipidemia
- 4) Pencegahan dan Penanganan Komplikasi

## 2. Terapi Farmakologi

Tabel 1.3 Terapi Farmakologi Penyakit Kardiovaskuler

<b>Kelompok Penyakit</b>	<b>Non-Farmakologis / Pencegahan</b>	<b>Terapi Farmakologis</b>	<b>Kondisi Klinis / Pemilihan Terapi Berdasarkan Komorbiditas</b>	<b>Guideline / Acuan Resmi</b>
<b>Hipertensi</b>	Diet rendah garam, olahraga, berat badan ideal, berhenti merokok, edukasi pasien	ACE inhibitor / ARB / CCB / Diuretik, kombinasi bila perlu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CKD: pilih ACEi/ARB</li> <li>- Diabetes: ACEi/ARB</li> <li>- HF: hindari CCB non-dihidropiridin pada HFrEF</li> </ul>	ESC/ESH 2018, ACC/AHA 2017
Aterosklerosis / Arteriosklerosis	Diet sehat, olahraga, berhenti merokok, pengendalian berat badan, kontrol tekanan	Statin dosis tinggi (target LDL agresif), antiplatelet (aspirin bila	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diabetes / CKD: statin intensif, ACEi/ARB</li> <li>- Riwayat PJK / stroke: kombinasi antiplatelet ± statin intensif</li> <li>- Hipertensi:</li> </ul>	ESC 2017 Cardiovascular Disease Prevention, ACC/A

<b>Kelompok Penyakit</b>	<b>Non-Farmakologis / Pencegahan</b>	<b>Terapi Farmakologis</b>	<b>Kondisi Klinis / Pemilihan Terapi Berdasarkan Komorbiditas</b>	<b>Guideline / Acuan Resmi</b>
	darah & gula darah	risiko tinggi), ACEi/ARB bila hipertensi atau diabetes	kombinasi ACEi/ARB & CCB	HA 2019 Primary Prevention
<b>Penyakit Jantung Koroner (PJK)</b>	Diet sehat, olahraga, berhenti merokok, rehabilitasi kardial	Aspirin ± P2Y12 inhibitor, statin dosis tinggi, beta-blocker, ACE inhibitor /ARB	- Diabetes: intensif statin - HF: beta-blocker dan ACEi - Riwayat infark: dual antiplatelet	ESC 2019 ACS Guidelines, ACC/AHA 2014/2019
<b>Acute Coronary Syndrome (ACS)</b>	Edukasi, modifikasi gaya hidup, rehabilitasi	Dual antiplatelet therapy, statin dosis	- CKD: hati-hati dosis obat - Diabetes: statin intensif,	ESC 2020 ACS Guidelines, ACC/A

<b>Kelompok Penyakit</b>	<b>Non-Farmakologis / Pencegahan</b>	<b>Terapi Farmakologis</b>	<b>Kondisi Klinis / Pemilihan Terapi Berdasarkan Komorbiditas</b>	<b>Guideline / Acuan Resmi</b>
		tinggi, beta-blocker, ACE inhibitor /ARB, nitrate	kontrol glukosa - HF: beta-blocker & ACEi	HA 2020
<b>Gagal Jantung (HFrEF / HFpEF)</b>	Diet rendah garam, kontrol cairan, olahraga sesuai toleransi, edukasi	ACE inhibitor / ARNI, beta-blocker, MRA, SGLT2 inhibitor, diuretik (simptomatik)	- Diabetes: pilih SGLT2i - CKD: monitor fungsi ginjal, dosis MRA - Hipotensi: pertimbangan titrasi lambat	ESC 2021 Heart Failure, ACC/AHA/HA/HFSA 2022
<b>Aritmia (mis. AF, VT/VF)</b>	Hindari alkohol & stimulan, manajemen stres	Beta-blocker / ND-CCB, antiaritmia	- CKD: pilih antikoagulan non-vit K (DOAC) dosis sesuai GFR	ESC 2020 AF, ACC/AHA

<b>Kelompok Penyakit</b>	<b>Non-Farmakologis / Pencegahan</b>	<b>Terapi Farmakologis</b>	<b>Kondisi Klinis / Pemilihan Terapi Berdasarkan Komorbiditas</b>	<b>Guideline / Acuan Resmi</b>
		kelas I-IV, antikoagulan sesuai CHA2DS2-VASc	<ul style="list-style-type: none"> <li>- HF: beta-blocker &amp; digoxin bila perlu</li> <li>- Diabetes: pertahankan kontrol glukosa</li> </ul>	2019 AF
<b>Dislipidemia</b>	Diet rendah lemak jenuh/kolesterol, olahraga, berat badan ideal	Statin, ezetimibe, PCSK9 inhibitor bila risiko tinggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diabetes: statin dosis tinggi</li> <li>- CKD: statin hati-hati</li> <li>- PJK/ACS: kombinasi statin ± ezetimibe</li> </ul>	ESC 2019 Dyslipidemia, ACC/AHA 2018 Cholesterol
<b>Penyakit Katup Jantung</b>	Edukasi, pantau gejala, kontrol faktor risiko	Diuretik (gejala kongesti), obat kontrol tekanan darah	<ul style="list-style-type: none"> <li>- HF: kombinasikan terapi HF sesuai guideline-</li> <li>Hipertensi:</li> </ul>	ESC 2021 Valvular Heart Disease, ACC/A

<b>Kelompok Penyakit</b>	<b>Non-Farmakologis / Pencegahan</b>	<b>Terapi Farmakologis</b>	<b>Kondisi Klinis / Pemilihan Terapi Berdasarkan Komorbiditas</b>	<b>Guideline / Acuan Resmi</b>
			ACEi/ARB, diuretik - Fibrilasi atrium: antikoagulan bila AF	HA 2020
<b>Penyakit Jantung Bawaan</b>	Edukasi, pengawasan rutin	Obat simptomatik (diuretik, beta-blocker)	- HF: kombinasi obat gagal jantung - Hipertensi: ACEi/ARB jika ada tekanan tinggi - Cyanotic defect: penyesuaian terapi	ESC 2020 Adult Congenital Heart Disease, ACC/AHA 2018
<b>Penyakit Pembuluh Darah (Aneurisma, PAD)</b>	Olahraga, kontrol tekanan darah, berhenti merokok	Antiplatelet, statin, kontrol tekanan darah	- Diabetes: intensif statin & kontrol glukosa - CKD: pantau fungsi ginjal,	ESC 2017 PAD, ACC/AHA

<b>Kelompok Penyakit</b>	<b>Non-Farmakologis / Pencegahan</b>	<b>Terapi Farmakologis</b>	<b>Kondisi Klinis / Pemilihan Terapi Berdasarkan Komorbiditas</b>	<b>Guideline / Acuan Resmi</b>
			dosis obat hati-hati - PJK: kombinasikan terapi antiplatelet & statin	2016 PAD
<b>Endokarditis / Perikarditis</b>	Edukasi risiko infeksi, pantau gejala	Antibiotik sesuai kultur, antiinflamasi (perikarditis)	- Prosthetic valve: antibiotic prophylaxis sesuai kultur - HF: kontrol gagal jantung bila ada komplikasi - CKD: sesuaikan dosis antibiotik	ESC 2015 Endocarditis, ESC 2015 Pericardial Diseases

### **J. Peran Apoteker Dalam Terapi Penyakit Kardiovaskuler**

Penyakit kardiovaskular merupakan salah satu penyebab utama morbiditas dan mortalitas di

seluruh dunia. Penatalaksanaan yang efektif tidak hanya bergantung pada terapi medis dan intervensi klinis, tetapi juga membutuhkan dukungan dari tenaga farmasi, khususnya apoteker. Apoteker memiliki peran strategis dalam memastikan terapi penyakit kardiovaskular dilakukan secara aman, efektif, dan berbasis bukti, mulai dari pencegahan, pemilihan obat yang sesuai dengan kondisi pasien, pemantauan terapi, hingga edukasi pasien untuk meningkatkan kepatuhan. Selain itu, apoteker juga berperan penting dalam menangani interaksi obat, efek samping, dan penyesuaian terapi berdasarkan komorbiditas seperti diabetes, hipertensi, gagal ginjal, atau gagal jantung.

Tabel 1.4 Peran Apoteker Dalam Terapi Penyakit Kardiovaskuler

<b>Fungsi Utama</b>	<b>Contoh Tindakan</b>
Edukasi & Pencegahan	Konseling gaya hidup, faktor risiko, program pencegahan
Optimalisasi Terapi	Pemilihan obat sesuai guideline & komorbiditas, dosis aman, kombinasi terapi
Pemantauan & Follow-Up	Efikasi obat, efek samping, interaksi, laporan ke tim medis
Kepatuhan Pasien	Jadwal obat, pengingat, strategi mengatasi efek samping
Farmakovigilans	Laporan efek samping serius, kontrol kualitas obat

<b>Fungsi Utama</b>	<b>Contoh Tindakan</b>
Tim Multidisiplin	Diskusi kasus, rekomendasi farmakoterapi berbasis bukti
Telefarmasi	Konseling digital, monitoring jarak jauh

### **K. Latihan Soal**

1. Faktor risiko utama penyakit kardiovaskular adalah...
  - A. Hipotensi
  - B. Malnutrisi
  - C. Hipertensi, diabetes, merokok, dislipidemia
  - D. Hipotermia
  - E. Anemia
2. Obat pertama yang direkomendasikan untuk pasien hipertensi dengan penyakit ginjal kronis adalah...
  - A. Beta-blocker
  - B. ACE inhibitor
  - C. Calcium channel blocker non-dihidropiridin
  - D. Diuretik tiazid
  - E. Nitrate
3. Terapi farmakologis utama pada pasien gagal jantung HF<sub>r</sub>EF yang stabil adalah...
  - A. Beta-blocker, ACE inhibitor/ARNI, MRA, SGLT2 inhibitor
  - B. CCB non-dihidropiridin saja
  - C. Hanya diuretic
  - D. Aspirin dosis tinggi
  - E. Statin dosis rendah

4. Antikoagulan direkomendasikan pada pasien fibrilasi atrium berdasarkan...
  - A. Tekanan darah pasien
  - B. CHA2DS2-VASc score
  - C. Usia pasien saja
  - D. Kadar kolesterol LDL
  - E. Tingkat aktivitas fisik
5. Peran apoteker dalam terapi penyakit kardiovaskular mencakup...
  - A. Memberikan resep obat tanpa rekomendasi dokter
  - B. Pemilihan obat, edukasi pasien, pemantauan efek samping
  - C. Melakukan operasi katup jantung
  - D. Menentukan diagnosis klinis sendiri
  - E. Menyuntikkan vaksin hepatitis
6. Terapi non-farmakologis yang direkomendasikan untuk pencegahan primer penyakit kardiovaskular adalah...
  - A. Diet tinggi garam dan lemak
  - B. Aktivitas fisik teratur, diet sehat, berhenti merokok
  - C. Minum obat hipertensi setiap hari tanpa kontrol tekanan darah
  - D. Menghindari tidur siang
  - E. Mengonsumsi suplemen vitamin C saja
7. Statin digunakan pada pasien aterosklerosis untuk tujuan...
  - A. Menurunkan tekanan darah
  - B. Menurunkan kadar LDL dan mengurangi risiko kardiovaskular

- C. Mengencerkan darah
  - D. Mengontrol frekuensi jantung
  - E. Meningkatkan volume urin
8. Pilihan obat antihipertensi yang sebaiknya dihindari pada pasien gagal jantung HFrEF adalah...
- A. ACE inhibitor
  - B. Beta-blocker
  - C. Diuretik
  - D. Calcium channel blocker non-dihidropiridin
  - E. ARNI
9. Faktor yang harus dipertimbangkan apoteker saat menyesuaikan dosis obat kardiovaskular adalah...
- A. Warna obat
  - B. Fungsi ginjal dan hati, usia, komorbiditas
  - C. Jumlah pasien di rumah sakit
  - D. Preferensi dokter saja
  - E. Lokasi rumah pasien
10. Pedoman internasional yang dijadikan acuan untuk terapi penyakit jantung dan gagal jantung adalah...
- A. WHO TB Guidelines
  - B. ESC Guidelines, ACC/AHA Guidelines
  - C. FAO Nutrition Guidelines
  - D. CDC Immunization Schedule
  - E. AHA Diabetes Guidelines