

STIKes PRIMA INDONESIA

Program Studi D3 Teknologi Laboratorium Medis



GANGGUAN SISTEM PEREDARAN DARAH

Hipertensi • Hipotensi • Iskemia • Hipoksia • Trombus • Embolus

Mata Kuliah: **Patofisiologi** | Semester: Genap 2025/2026

Program: **D3 TLM** | Pertemuan ke-2 dan 3

Oleh: neike octary



CAPAIAN PEMBELAJARAN (Sub-CPMK)

01

Menjelaskan konsep dasar

Konsep dan mekanisme gangguan sistem peredaran darah secara komprehensif

02

Memahami hipertensi & hipotensi

Pengertian, faktor risiko, mekanisme, dan dampak terhadap perfusi jaringan

03

Menganalisis iskemia & hipoksia

Mekanisme terjadinya, dampak sel dan jaringan akibat kekurangan oksigen

04

Interpretasi laboratorium

Menghubungkan parameter laboratorium dengan gangguan sirkulasi darah



OUTLINE

Materi Perkuliahan

- 1 Konsep Dasar Gangguan Sirkulasi
- 2 Hipertensi
- 3 Hipotensi
- 4 Iskemia & Hipoksia
- 5 Trombus & Embolus (Pengantar)
- 6 Studi Kasus & Praktikum
- 7 Parameter Laboratorium

FOKUS MATERI

Patofisiologi Gangguan Sistem Peredaran Darah

Konsep

Fisiologi normal → Patologi

Mekanisme

Hipertensi & Hipotensi

Sel & Jaringan

Iskemia & Hipoksia

Lab

Interpretasi parameter klinik



KONSEP DASAR SISTEM PEREDARAN DARAH

Fisiologi Sirkulasi Normal

✓ Tekanan darah sistolik: 100–139 mmHg

✓ Tekanan darah diastolik: 60–89 mmHg

✓ Curah jantung (CO): 4–8 L/menit

✓ Frekuensi nadi: 60–100 x/menit

✓ Saturasi oksigen (SpO₂): 95–100%

Komponen Utama

Jantung

Pompa utama sirkulasi

Pembuluh Darah

Arteri, vena, kapiler

Darah

Media transport O₂ & nutrisi

Regulasi

Saraf otonom, hormonal, lokal

PATOGENESIS GANGGUAN SIRKULASI

1

Faktor Risiko

Genetik, gaya hidup,
penyakit dasar

2

Disfungsi Endotel

Kerusakan lapisan
pembuluh darah

3

Gangguan Hemodinamik

Perubahan tekanan
& aliran darah

4

Hipoperfusi Jaringan

O₂ & nutrien tidak
mencukupi

5

Kerusakan Sel

Nekrosis / Apoptosis

Klasifikasi Gangguan Sirkulasi

Tekanan

Hipertensi
Hipotensi

Aliran

Iskemia
Trombus
Embolus

Oksigenasi

Hipoksia
Anemia

Organ

Jantung Koroner
Stroke
Syok

HIPERTENSI

Pengertian & Klasifikasi

Definisi (WHO, 2023)

Kondisi di mana tekanan darah sistolik ≥ 140 mmHg dan/atau tekanan diastolik ≥ 90 mmHg secara persisten pada dua atau lebih pengukuran terpisah.

Prevalensi Global & Indonesia

Global (WHO, 2023)
1,28 miliar penderita

Indonesia (Riskesdas, 2023)
34,1% penduduk dewasa

Peringkat dunia
Penyebab kematian ke-2 global

Klasifikasi Tekanan Darah (JNC 8 / ACC/AHA 2017)

Kategori	Sistolik	Diastolik
Normal	< 120	< 80
Elevated	120–129	< 80
Hipertensi Std 1	130–139	80–89
Hipertensi Std 2	≥ 140	≥ 90
Krisis Hipertensi	> 180	> 120

FAKTOR RISIKO HIPERTENSI

Tidak Dapat Dimodifikasi

- Usia > 55 tahun (pria) / > 65 tahun (wanita)
- Riwayat keluarga hipertensi
- Ras/etnis (Afrika > Asia)
- Jenis kelamin (pria lebih berisiko muda)

Dapat Dimodifikasi

- Obesitas (BMI > 30 kg/m²)
- Diet tinggi natrium (> 5 g/hari)
- Kurang aktivitas fisik
- Merokok & alkohol berlebih
- Stres psikologis kronis

Komorbiditas

- Diabetes mellitus tipe 2
- Penyakit ginjal kronik
- Dislipidemia
- Sleep apnea obstruktif

MEKANISME PATOFISIOLOGI HIPERTENSI

Sistem Renin-Angiotensin-Aldosteron (RAAS)



↑ Retensi Na⁺ & Air → Peningkatan Volume Darah → Peningkatan Curah Jantung → HIPERTENSI

Mekanisme Lainnya

Sistem Saraf Simpatis:

Aktivasi berlebihan → peningkatan HR dan resistensi perifer

Disfungsi Endotel:

↓ NO (nitric oxide) → vasokonstriksi kronik

Kekakuan Arteri:

Arteriosklerosis → peningkatan afterload ventrikel

Hiperaktivasi Imun:

Inflamasi vaskular → remodeling pembuluh darah

TARGET ORGAN DAMAGE — Hipertensi

Otak

- Stroke iskemik/hemoragik
- Ensefalopati hipertensi
- Demensia vaskular

Jantung

- LVH (Left Ventricular Hypertrophy)
- Gagal jantung
- Penyakit arteri koroner

Mata

- Retinopati hipertensi
- Edema papil
- Perdarahan retina

Ginjal

- Nefropati hipertensi
- CKD (Chronic Kidney Disease)
- Proteinuria

HIPOTENSI

Pengertian, Penyebab & Dampak Perfusi

Definisi

Tekanan darah sistolik < 90 mmHg dan/atau diastolik < 60 mmHg. Dapat bersifat akut (syok) maupun kronis (ortostatik).

Dampak Terhadap Perfusi Jaringan

Otak

Sinkop, dizziness, gangguan kognitif, stroke iskemik

Ginjal

Azotemia prerenal, AKI (Acute Kidney Injury)

Paru

Hipoksemia akibat shunting dan rendahnya perfusi

Jantung

Iskemia miokard, infark saat hipotensi berat

Klasifikasi Hipotensi

Ortostatik:

TD ↓ >20/10 mmHg saat berdiri; akibat disfungsi barorefleks

Postprandial:

TD ↓ 1–2 jam setelah makan; umumnya pada lansia

Neurally Mediated:

Vasovagal syncope; refleks vagal berlebihan

Syok:

Hipotensi berat dengan hipoperfusi organ; emergency medis

ISKEMIA

Pengertian & Mekanisme Terjadinya

Definisi Iskemia

Iskemia adalah berkurangnya suplai darah ke jaringan sehingga kebutuhan O_2 dan nutrisi metabolik tidak terpenuhi, menyebabkan disfungsi reversibel hingga kematian sel.

Mekanisme Kerusakan Seluler Akibat Iskemia

- 1 $\downarrow O_2 \rightarrow$ Glikolisis anaerob aktif \rightarrow Laktat $\uparrow \rightarrow$ Asidosis
- 2 Kegagalan pompa Na^+/K^+ -ATPase \rightarrow Sel membengkak
- 3 Masuknya Ca^{2+} berlebihan \rightarrow Aktivasi enzim merusak (protease, fosfolipase)
- 4 Kerusakan mitokondria \rightarrow Pelepasan sitokrom-C \rightarrow Apoptosis

Penyebab Iskemia

Aterosklerosis:

Plak mempersempit lumen arteri

Trombus/Embolus:

Penyumbatan mendadak aliran darah

Hipotensi berat:

Perfusi sistemik tidak mencukupi

Vasospasme:

Kontraksi arteri berlebihan (e.g. Prinzmetal)

HIPOKSIA

Pengertian, Klasifikasi & Dampak Sel/Jaringan

Definisi Hipoksia

Kondisi kekurangan oksigen pada tingkat jaringan/sel, yang dapat terjadi meski aliran darah masih normal. Berbeda dengan iskemia yang melibatkan gangguan perfusi.

Dampak Hipoksia pada Sel & Jaringan

Reversibel (< 20–30 menit)

- ✓ Pengembungan sel (cellular swelling)
- ✓ Pelepasan enzim lisosom
- ✓ Glikogen ↓, glikolisis anaerob ↑

4 Tipe Hipoksia (Barcroft Classification)

Hipoksik Hipoksia:

PaO₂ ↓: Altitude tinggi, penyakit paru

Anemik Hipoksia:

Hb ↓: Anemia, keracunan CO

Stagnan/Iskemik Hipoksia:

Aliran darah ↓: Gagal jantung, syok

Histotoksik Hipoksia:

Sel tidak bisa pakai O₂: Keracunan sianida

Ireversibel (> 30 menit)

- ✓ Kerusakan membran mitokondria permanen
- ✓ Nekrosis koagulatif/likuefaktif
- ✓ Pelepasan DAMP → inflamasi

ISKEMIA vs HIPOKSIA — Perbandingan Klinis

Aspek	ISKEMIA	HIPOKSIA
Definisi	Berkurangnya aliran darah	Berkurangnya O ₂ di jaringan
Penyebab utama	Oklusi pembuluh darah	Kadar O ₂ rendah, anemia, keracunan
Suplai nutrisi	Terganggu (nutrisi & O ₂)	Nutrisi normal, O ₂ ↓
Akumulasi metabolit	Ada (CO ₂ , laktat terakumulasi)	Metabolit dapat dieliminasi
Dampak lebih cepat	Ya — metabolit terakumulasi lokal	Lebih lambat (metabolit dibersihkan)
Contoh klinis	Infark miokard, stroke	PPOK, anemia, altitude sickness
Penanda lab utama	Troponin, LDH, CK-MB ↑	PaO ₂ ↓, SaO ₂ ↓, Hb ↓

PARAMETER LABORATORIUM GANGGUAN SIRKULASI — Bagian 1

Pemeriksaan Hematologi & Biokimia Dasar

Parameter	Nilai Normal	Hipertensi	Hipotensi/Syok	Iskemia/Hipoksia
Hb (g/dL)	P: 13,5–17,5 W: 12–15,5	Normal/↑ sedikit	↓ (jika berdarah)	↓ (anemia sebab hipoksia)
Hematokrit (%)	P: 40–52 W: 36–48	Normal/↑	↓	↓
Leukosit ($10^3/\mu\text{L}$)	4,5–11,0	↑ (inflamasi)	↑↑ (stres/infeksi)	↑ (infark)
Trombosit ($10^3/\mu\text{L}$)	150–400	Normal/↑	↓ (DIC)	↑ atau ↓
Glukosa Darah (mg/dL)	70–100 (puasa)	↑ (resistensi insulin)	↓ (hipoperfusi hati)	↑ (stres)
Kreatinin (mg/dL)	P: 0,7–1,3 W: 0,5–1,1	↑ (nefropati)	↑↑ (AKI prerenal)	↑ (hipoperfusi ginjal)

PARAMETER LABORATORIUM — Bagian 2: Enzim & Gas Darah

Biomarker Jantung (Cardiac Enzymes)

Marker	Normal	Puncak Kenaikan	Makna Klinis
Troponin I/T	< 0,04 ng/mL	12–24 jam	Spesifik kerusakan miokard; gold standard infark
CK-MB	< 6% total CK	10–24 jam	Kerusakan miokard; lebih awal dari troponin
LDH	100–190 U/L	24–48 jam	Necrosis selular umum; kurang spesifik
Mioglobin	< 90 ng/mL	2–4 jam	Paling awal naik; tidak spesifik jantung
BNP/NT-proBNP	< 100 pg/mL	Kronik	Tanda gagal jantung; stres dinding ventrikel

Analisis Gas Darah (AGD/ABG)

Parameter	Normal	Hipoksia	Iskemia
pH	7,35–7,45	< 7,35 (asidosis)	< 7,35 (asidosis laktat)
PaO ₂ (mmHg)	75–100	< 60	↓ (bervariasi)
PaCO ₂ (mmHg)	35–45	↓ (hiperventilasi)	↑ (hipoventilasi)
HCO ₃ ⁻ (mEq/L)	22–26	↓	↓ (buffering laktat)
Laktat (mmol/L)	0,5–2,0	↑ > 2	↑↑ > 4 (syok)

STUDI KASUS PRAKTIKUM

KASUS: Tn. A, 58 tahun

Keluhan Utama: Nyeri dada kiri menjalar ke lengan, sesak napas, keringat dingin selama 45 menit.

Riwayat Penyakit: Hipertensi 10 tahun (tidak rutin kontrol), DM tipe 2, perokok aktif.

Pemeriksaan Fisik: TD 170/105 mmHg, HR 110 x/mnt, RR 24 x/mnt, SpO₂ 91%, suhu 36,8°C

Hasil Laboratorium

Parameter	Hasil	Normal	Interpretasi
Troponin I	2,8 ng/mL	< 0,04	↑↑↑ Kerusakan miokard
CK-MB	78 U/L (14%)	< 6%	↑↑ Infark akut
Hb	11,2 g/dL	13,5–17,5	↓ Anemia
Kreatinin	1,8 mg/dL	0,7–1,3	↑ Gangguan ginjal

Pertanyaan Diskusi

- 1 Apa diagnosis kerja berdasarkan gejala & lab?
- 2 Mekanisme hipertensi → iskemia miokard?
- 3 Mengapa SpO₂ turun? Tipe hipoksia apa?
- 4 Parameter lab apa yang perlu dipantau selanjutnya?

ANALISIS & PEMBAHASAN KASUS

1. Diagnosis Kerja

STEMI (ST-Elevation Myocardial Infarction) + Hipertensi Emergensi + Hipoksia

2. Mekanisme Hipertensi → Iskemia

Hipertensi kronik → aterosklerosis koroner → lumen menyempit → plak ruptur → trombus → oklusi arteri koroner → iskemia miokard → nekrosis → infark

3. Penurunan SpO₂ (91%) — Tipe Hipoksia

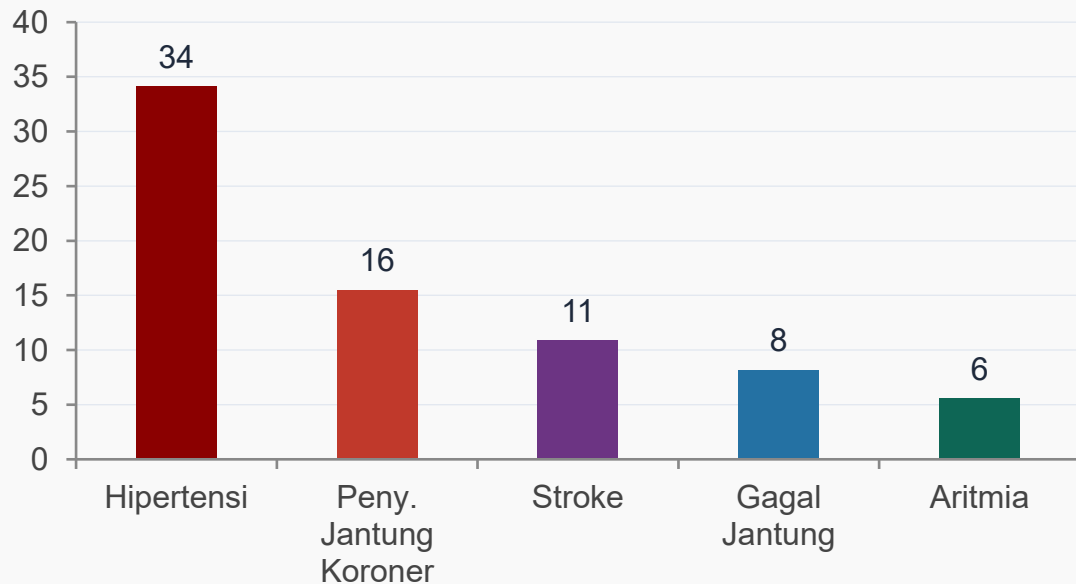
Stagnan/Iskemik: pompa jantung melemah → cardiac output ↓ → perfusi paru ↓ + Anemik: Hb 11,2 g/dL tidak cukup membawa O₂

4. Parameter Lab Selanjutnya

Serial troponin T (0, 3, 6 jam) | LDH | Profil lipid | BNP | PT/APTT | Elektrolit | AGD/ABG

DATA EPIDEMIOLOGI — Gangguan Sirkulasi Indonesia

Prevalensi Penyakit Kardiovaskular di Indonesia (%)



Fakta Kunci

34,1%

Penduduk dewasa Indonesia dengan hipertensi (Riskesdas 2023)

No. 1

Penyebab kematian: Penyakit jantung koroner di Indonesia

1 dari 4

Penderita hipertensi tidak mengetahui penyakitnya

60%

Kasus hipertensi tidak terkontrol dengan baik

TROMBUS & EMBOLUS — Pengantar

TROMBUS

Definisi:

Bekuan darah yang terbentuk di dalam pembuluh darah atau jantung

Virchow's Triad:

- 1) Stasis aliran darah
- 2) Kerusakan endotel
- 3) Hiperkoagulabilitas darah

Lokasi:

Arteri (trombus putih), Vena (trombus merah), Jantung (mural thrombus)

Akibat:

Oklusi lokal → Iskemia → Infark

EMBOLUS

Definisi:

Massa yang mengalir dalam sirkulasi, tidak dapat larut, hingga menyebabkan oklusi pada pembuluh darah yang lebih kecil

Jenis Embolus:

- Tromboemboli (paling umum)
- Emboli lemak (fraktur tulang panjang)
- Emboli udara (prosedur medis)

Lokasi Tersering:

Paru (emboli pulmoner), Otak (emboli serebral), Kaki (DVT)

Akibat:

Emboli Pulmoner → Cor pulmonale
Emboli Serebral → Stroke

PENYAKIT JANTUNG KORONER & STROKE

PENYAKIT JANTUNG KORONER

Definisi:

Penyempitan/penyumbatan arteri koronaria akibat aterosklerosis → iskemia miokard

Manifestasi:

Angina pektoris stabil, Angina tak stabil (UAP), NSTEMI, STEMI

Faktor Risiko Utama:

Hipertensi, DM, dislipidemia, merokok, obesitas, riwayat keluarga

Biomarker Lab Utama:

Troponin I/T ↑↑, CK-MB ↑, LDH ↑, PT/APTT, Profil lipid

Tatalaksana Prinsip:

Revaskularisasi (PCI/CABG), antikoagulan, antiplatelet, statin

STROKE

Definisi:

Defisit neurologis mendadak akibat gangguan aliran darah otak (iskemik/hemoragik)

Jenis:

Stroke Iskemik (85%): trombus/emboli | Stroke Hemoragik (15%): perdarahan intrakranial

Tanda FAST:

Face drooping, Arm weakness, Speech difficulty, Time to call emergency

Biomarker Lab:

CT-scan (diagnosis), Koagulasi (PT/INR), Gula darah, lipid, CBC

Window Therapy:

tPA (alteplase) diberikan < 4,5 jam dari onset iskemia

SYOK (SHOCK) — Gangguan Perfusi Sistemik

Definisi: Keadaan darurat medis dengan hipoperfusi sistemik → kegagalan multi-organ. Ditandai: TD sistolik < 90 mmHg + tanda hipoperfusi organ.

Klasifikasi Syok

Kardiogenik

Penyebab:

Gagal pompa jantung
(MI massif, aritmia berat)

CO: ↓↓ | SVR: ↑

Hipovolemik

Penyebab:

Kehilangan volume
(perdarahan, dehidrasi berat)

CO: ↓↓ | SVR: ↑

Distributif

Penyebab:

Maldistribusi aliran
(sepsis, anafilaksis, neurogenik)

CO: ↑ atau N | SVR:
↓↓

Obstruktif

Penyebab:

Hambatan aliran
(emboli pulmoner, tamponade jantung)

CO: ↓ | SVR: ↑

ALGORITMA PENDEKATAN DIAGNOSIS LABORATORIUM

Pasien dengan gejala gangguan sirkulasi

Anamnesis & Pemeriksaan Fisik (TD, HR, SpO₂)

Pemeriksaan Lab Awal:
Darah lengkap, kimia dasar

Pemeriksaan Khusus:
Biomarker jantung, AGD, lipid

Interpretasi & Diagnosis Kerja

Panduan Pemilihan Pemeriksaan Lab

Dicurigai Hipertensi

- Urinalisis + protein urin
- Kreatinin & eGFR
- Profil lipid
- Gula darah puasa
- Elektrolit (Na, K)
- EKG (LVH)

Dicurigai Infark Miokard

- Troponin serial (0-3-6 jam)
- CK-MB
- ECG 12 lead
- BNP/NT-proBNP
- CBC, PT/APTT
- Profil lipid

Dicurigai Hipoksia/Syok

- Analisis Gas Darah (AGD)
- Laktat serum
- ScvO₂ atau SvO₂
- Hb & hematokrit
- Kultur darah (jika sepsis)
- Elektrolit & fungsi ginjal

PETA KONSEP — Hubungan Gangguan Sistem Peredaran Darah

HIPERTENSI

*Hipertensi kronis → aterosklerosis
→ iskemia koroner/serebral*

TROMBUS EMBOLUS

*Trombus/Embolus → oklusi
→ iskemia akut*

HIPO TENSI

*Hipotensi berat → hipoperfusi →
hipoksia*

GANGGUAN SIRKULASI

*Iskemia berat → kematian sel →
infark → syok kardiogenik*

ISKEMIA

SYOK

*Syok → organ failure → kematian jika
tidak tertangani*

*Hipoksia → gagal napas →
kegagalan multi-organ*

HIPOKSIA

DAFTAR REFERENSI

BUKU

Guyton AC, Hall JE. (2021). Medical Physiology, 14th ed. Elsevier Saunders.

Kumar V, Abbas AK, Aster JC. (2023). Robbins Basic Pathology, 10th ed. Elsevier.

Kasper DL, et al. (2022). Harrison's Principles of Internal Medicine, 21st ed. McGraw-Hill.

Murray JF, et al. (2022). Murray & Nadel's Textbook of Respiratory Medicine, 7th ed. Elsevier.

Fischbach FT, Dunning MB. (2022). Manual of Laboratory & Diagnostic Tests, 10th ed. LWW.

JURNAL & PANDUAN

Oparil S, et al. (2018). Hypertension. Nature Reviews Disease Primers, 4, 18014.

Thygesen K, et al. (2023). Fourth Universal Definition of MI. JACC/ESC.

Williams B, et al. (2023). ESC/ESH Guidelines for Hypertension. Eur Heart J.

Powers WJ, et al. (2023). AHA/ASA Stroke Guidelines. Stroke.

Singer M, et al. (2023). The Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock. JAMA.

Kemenkes RI. (2023). Riskesdas. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan.



KESIMPULAN & PENUTUP

Gangguan sistem peredaran darah

merupakan kontinum patologis yang saling terkait

Pemahaman patofisiologi → Dasar Interpretasi Lab yang Tepat