

BUKU AJAR

HEMATOLOGI DAN PEMERIKSAAN DARAH

Editor :
Jumriah Nur



Penulis:

Tri Ade Saputro; Nelma; Muhammad Arsyad; Kartika Ikawati;
Endang Widhiyastuti; F. Pramonodjati; Annisa Nur Hasanah

BUKU AJAR HEMATOLOGI DAN PEMERIKSAAN DARAH

Penulis:

**Tri Ade Saputro; Nelma; Muhammad Arsyad;
Kartika Ikawati; Endang Widhiyastuti;
F. Pramonodjati; Annisa Nur Hasanah**

Editor:

Jumriah Nur



PT. Mustika Sri Rosadi

Perpustakaan Nasional RI : Katalog Dalam Terbitan (KDT)

JENIS BAHAN	Sumber Elektronik
PENANGGUNG JAWAB	Tri Ade Saputro (penulis); Nelma (penulis); Muhammad Arsyad (penulis); Kartika Ikawati (penulis); Endang Widhiyastuti (penulis); Jumriah Nur (editor)
JUDUL DAN PENANGGUNG JAWAB	Hematologi dan pemeriksaan darah : buku ajar / penulis, Tri Ade Saputro, Nelma, Muhammad Arsyad, Kartika Ikawati, Endang Widhiyastuti [dan 2 lainnya] ; editor, Jumriah Nur
EDISI	Cetakan pertama, Oktober 2025
PUBLIKASI	Bogor : PT. Mustika Sri Rosadi, 2025
DESKRIPSI FISIK	176 halaman : ilustrasi ; 23 cm
SINOPSIS	Buku ajar "Hematologi dan Pemeriksaan Darah" ini disusun untuk memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai konsep dasar dan aplikasi praktis pemeriksaan hematologi di laboratorium medis. Materi dalam buku ini disusun secara sistematis mulai dari Konsep dasar hematologi serta struktur dan fungsi komponen darah. Selanjutnya dibahas berbagai metode pemeriksaan darah rutin dan interpretasi hasilnya, seperti pemeriksaan hemoglobin, hematokrit, hitung eritrosit, leukosit, dan trombosit. Buku ini juga membahas teknik dan prosedur pemeriksaan laboratorium hematologi, serta gangguan hematologi dan pemeriksaan penunjang. Selain itu, buku ini dilengkapi dengan pembahasan terkait Peran Teknologi dan Otomatisasi dalam Pemeriksaan Hematologi, serta Inovasi dan Tren Masa Depan dalam Hematologi Klinis. Dengan penyajian yang sederhana, ilmiah, dan aplikatif, buku ajar ini diharapkan dapat menjadi referensi utama dalam proses pembelajaran hematologi serta meningkatkan kemampuan analisis dan interpretasi hasil pemeriksaan darah di lingkungan laboratorium klinik.
IDENTIFIKASI	ISBN 978-634-96481-3-4 (PDF)
SUBJEK	Hematologi
KLASIFIKASI	616.029 [23]
LINK BUKU	https://mustikamars.com/buku/hematologi-dan-pemeriksaan-darah

BUKU AJAR HEMATOLOGI DAN PEMERIKSAAN DARAH

Penulis:

**Tri Ade Saputro; Nelma; Muhammad Arsyad;
Kartika Ikawati; Endang Widhiyastuti;
F. Pramonodjati; Annisa Nur Hasanah**

Editor: Jumriah Nur

Layout: Tim PT. Mustika Sri Rosadi

Desain Sampul: Tim PT. Mustika Sri Rosadi

ISBN: 978-634-96481-3-4 (PDF)

Cetakan Pertama: 08 Oktober 2025

Hak Cipta 2025

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 penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga buku ajar yang berjudul **“Hematologi dan Pemeriksaan Darah”** ini dapat terselesaikan dengan baik. Ilmu Hematologi merupakan cabang ilmu laboratorium medis yang mempelajari tentang darah dan komponennya, serta berbagai kelainan yang dapat terjadi akibat gangguan sistem hematopoietik. Pemeriksaan hematologi memiliki peran penting dalam diagnosis berbagai penyakit, pemantauan terapi, serta evaluasi kondisi fisiologis pasien. Oleh karena itu, pemahaman yang baik mengenai prinsip dasar, metode pemeriksaan, serta interpretasi hasil laboratorium sangat diperlukan bagi tenaga laboratorium medis.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan buku ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan masukan dari pembaca demi penyempurnaan edisi berikutnya. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi selama proses penyusunan buku ini. Harapan penulis, semoga buku ajar ini dapat menjadi referensi yang bermanfaat dalam mendukung proses pembelajaran dan meningkatkan kompetensi mahasiswa di bidang Hematologi.

Bogor, 08 Oktober 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
BAB 1. KONSEP DASAR HEMATOLOGI.....	1
A. Hematologi.....	1
B. Darah.....	2
C. Latihan Soal	14
BAB 2. STRUKTUR DAN FUNGSI KOMPONEN	
DARAH.....	17
A. Pendahuluan	17
B. Fungsi Darah	19
C. Proses Hematopoiesis.....	20
D. Pengaturan keseimbangan darah oleh sistem tubuh.	23
E. Homeostasis dan Pengaturan Umpan Balik	24
F. Peraturan Umpan balik	26
G. Latihan Soal	27
BAB 3. PEMERIKSAAN DARAH RUTIN DAN	
INTERPRETASI HASIL.....	31
A. Pendahuluan	31
B. Jenis Pemeriksaan Darah Rutin dan Interpretasi Hasil.....	32
C. Latihan Soal	44
BAB 4. TEKNIK DAN PROSEDUR PEMERIKSAAN	

LABORATORIUM HEMATOLOGI	47
A. Pendahuluan	47
B. Teknik Pengambilan Darah Vena dan Kapiler.....	48
C. Prosedur Pembuatan Apusan Darah, Pewarnaan dan Pemeriksaan Mikroskopis	63
D. Latihan Soal	76
BAB 5. GANGGUAN HEMATOLOGI DAN PEMERIKSAAN PENUNJANG	81
A. Pendahuluan	81
B. Anemia	82
C. Leukemia	83
D. Gangguan Trombosit	85
E. Gangguan Koagulasi	86
F. Kesimpulan	87
G. Latihan Soal	88
BAB 6. PERAN TEKNOLOGI DAN OTOMATISASI DALAM PEMERIKSAAN HEMATOLOGI. 91	
A. Pendahuluan	91
B. Perkembangan Instrumen Otomatis dalam Pemeriksaan Hematologi.....	93
C. Sistem Digital dalam Pemeriksaan Hematologi Otomatis.....	99
D. Teknologi Molekuler dalam Pemeriksaan Hematologi Modern	104
E. Teknologi Hematology Analyzer	114
F. Teknologi Flow Cytometry Dalam Hematology Analyzer.....	121

G. Latihan Soal	127
BAB 7. INOVASI DAN TREN MASA DEPAN	
DALAM HEMATOLOGI KLINIS.....	134
A. Pendahuluan	134
B. Teknologi Diagnostik Modern dalam Hematologi.....	136
C. Terapi Terkini dan Masa Depan dalam Hematologi.....	139
D. Big Data dan Tranformasi Digital dalam Hematologi.....	141
E. Tren Global dalam Penelitian Hematologi	143
F. Tantangan dan Etika dalam Inovasi Hematologi.....	145
G. Latihan Soal	148
DAFTAR PUSTAKA	152
BIOGRAFI PENULIS.....	166
LAMPIRAN	174
SINOPSIS	176

BAB 1 KONSEP DASAR HEMATOLOGI

A. Hematologi

Hematologi adalah ilmu yang mempelajari aspek normal maupun patologis dari darah dan elemen-elemen penyusunnya. Darah merupakan cairan yang sangat unik karena tersusun atas berbagai komponen seluler serta bagian cair yang mengandung protein, asam amino, karbohidrat, lipid, makromolekul lain, dan prekursor bermolekul kecil. Sistem hematopoietik memiliki ciri khas berupa pergantian dan pembaruan sel yang sangat tinggi sepanjang kehidupan. Sel punca hematopoietik pluripoten (HSC) merupakan sel asal bagi seluruh sel yang terbentuk dalam darah.

Sel-sel yang dihasilkan dari HSC meliputi sel darah merah, sel darah putih, dan trombosit. Sel darah putih normal yang terdapat dalam sirkulasi perifer antara lain neutrofil, monosit, eosinofil, basofil, dan limfosit. Karena HSC juga menghasilkan sel-sel dari sistem limfoid, maka hematologi turut mempelajari kelenjar getah bening dan jaringan limfoid. Tidak ada organ tunggal yang secara khusus menjadi tempat timbulnya kelainan hematologi, melainkan penyakitnya dapat muncul di sumsum tulang, kelenjar getah bening, atau kompartemen intravaskular. Kompartemen intravaskular ini mencakup sel endotel yang melapisi pembuluh darah serta protein dalam plasma. Interaksi antara sel yang beredar dengan sel

endotel, serta sifat teologi darah yang mengalir melalui pembuluh darah, juga menjadi bagian penting dalam cakupan ilmu hematologi (Witt *et al.*, 2018).

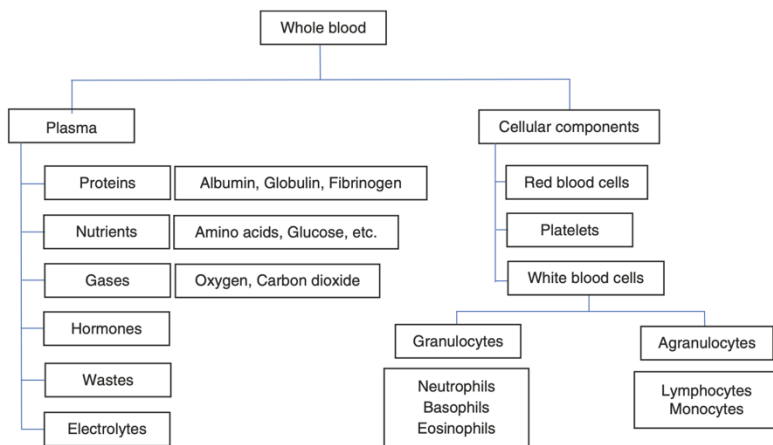
B. Darah

Darah merupakan jaringan cair yang sangat penting bagi makhluk hidup dalam sistem peredaran darah, karena berfungsi sebagai media komunikasi antar sel di seluruh tubuh maupun dengan lingkungan luar. Peran utamanya meliputi mengangkut oksigen dari paru-paru ke jaringan serta membawa karbondioksida dari jaringan kembali ke paru-paru, mendistribusikan nutrisi dari saluran pencernaan ke seluruh jaringan, serta menyalurkan hormon dan faktor-faktor yang berperan dalam proses pembekuan darah (Feldschuh & Enson, 1977). Darah juga memiliki peran vital dalam berbagai proses fisiologis yang berlangsung di tubuh makhluk hidup. Sebagai cairan utama, darah berfungsi mengedarkan nutrisi ke seluruh jaringan tubuh, sekaligus mengangkut sisa hasil metabolisme untuk selanjutnya dikeluarkan melalui proses ekskresi dengan bantuan organ-organ seperti paru-paru, ginjal, dan kulit (Iqbal *et al.*, 2019; Poletaev, 2018).

Warna darah mencerminkan kadar oksigen yang dibawanya, di mana darah yang kaya oksigen tampak merah cerah, sedangkan darah dengan kadar oksigen rendah terlihat merah gelap. Stabilitas pH darah yang

berada pada kisaran 7,35–7,45 berperan penting dalam menjaga keseimbangan asam-basa sehingga proses fisiologis tubuh dapat berlangsung dengan baik. Suhu darah normal sekitar 38°C juga mendukung berbagai aktivitas metabolisme dalam tubuh. Keseluruhan darah ini, yang jumlahnya sekitar 7–8% dari berat tubuh manusia, terus bersirkulasi melalui arteri dan vena dengan bantuan pompa dari jantung (Marks, 2019).

Darah manusia tersusun atas dua komponen utama, yaitu bagian cair berupa plasma darah dan bagian padat yang terdiri dari eritrosit (sel darah merah), leukosit (sel darah putih), serta trombosit (keping darah) yang berperan dalam mekanisme pembekuan (Witt *et al.*, 2018). Keseluruhan komponen ini disebut *whole blood*, dengan proporsi sekitar 55% plasma darah dan 45% sisanya adalah sel-sel darah. Volume darah pada setiap individu tidak sama, melainkan dipengaruhi oleh jenis kelamin dan ukuran tubuh. Pada pria dewasa, volume darah biasanya berkisar 5–6 liter, sedangkan pada wanita dewasa berkisar 4–5 liter (Iveson-Iveson, 1979; Rosita *et al.*, 2019; Sitanggang *et al.*, 2024)



Gambar 1.1. Gambaran umum mengenai komponen darah
(Rosita *et al.*, 2019)

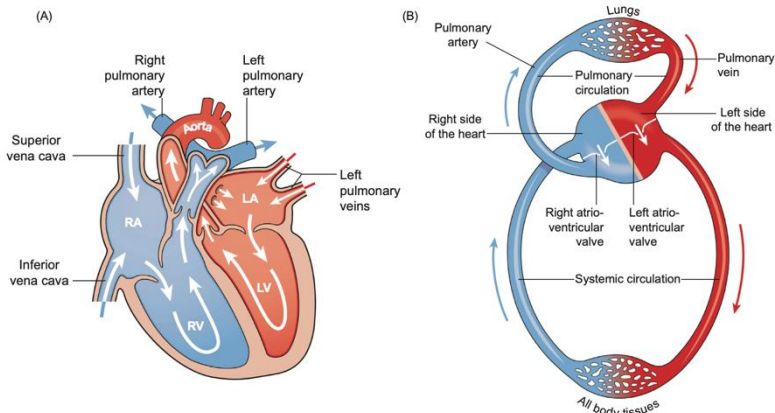
Organ tubuh tidak dapat bekerja secara sendiri-sendiri. Hal ini dikarenakan adanya saling keterkaitan antara satu sistem dengan system tubuh yang lainnya. Pada sub-bab selanjutnya, kita akan membahas tentang darah pada organ vital tubuh (Mertz, 2010; Rosita *et al.*, 2019; Sitanggang *et al.*, 2024).

1. Aliran Darah Pada Jantung

Jantung merupakan organ yang sangat menakjubkan. Dengan berat sekitar 0,3 kg (0,5% dari berat tubuh), jantung harus bekerja memompa darah secara terus-menerus siang dan malam agar manusia dapat bertahan hidup. Dengan denyut rata-rata 72 kali per menit, berarti jantung berdetak hampir 104.000 kali per hari atau sekitar tiga miliar kali sepanjang hidup manusia. Saat istirahat, jantung memompa sekitar 5 liter

darah per menit, tetapi ketika melakukan aktivitas fisik berat, kapasitas ini dapat meningkat hingga enam kali lipat. Jumlah darah yang dipompa diatur oleh berbagai mekanisme, sebagian besar berasal dari luar jantung itu sendiri. Hal yang luar biasa adalah sel otot jantung jarang sekali diperbarui, sehingga sel yang sama harus mampu menjalankan fungsinya seumur hidup, berbeda dengan sel epitel kulit atau usus yang hanya bertahan beberapa hari sebelum digantikan.

Meskipun hanya satu organ, jantung pada dasarnya terdiri dari dua pompa yang bekerja berurutan. Darah vena yang miskin oksigen masuk ke atrium kanan lalu diteruskan ke ventrikel kanan. Dari ventrikel kanan, darah dipompa melalui arteri pulmonalis, satu-satunya arteri yang membawa darah miskin oksigen menuju paru-paru. Di paru-paru, darah mendapatkan oksigen lalu kembali ke atrium kiri melalui vena pulmonalis, satu-satunya vena yang membawa darah kaya oksigen. Dari atrium kiri, darah diteruskan ke ventrikel kiri yang kemudian memompanya ke aorta untuk disalurkan ke seluruh tubuh. Selanjutnya, vena-vena membawa darah yang mengandung karbon dioksida dan sisa metabolisme kembali ke atrium kanan, sehingga siklus peredaran darah kembali berulang (Mertz, 2010; Rosita *et al.*, 2019).



Gambar 1.2. Aliran Darah Pada Jantung (Mertz, 2010)

Agar berfungsi dengan baik, jantung setidaknya harus memiliki dua kemampuan utama, yaitu memompa darah dan memastikan darah selalu mengalir ke arah yang benar. Kemampuan memompa diperoleh melalui kontraksi sel otot jantung (kardiomiosit) serta bantuan katup jantung. Kardiomiosit memiliki sistem kontraksi yang mirip dengan otot rangka, namun berbeda karena tidak dikendalikan oleh ujung saraf motorik, melainkan saling terhubung secara fungsional melalui *gap junction*. Karena harus bekerja terus-menerus, kardiomiosit kaya akan mitokondria dan dikelilingi jaringan kapiler padat yang memasok oksigen serta membuang sisa metabolisme. Walaupun sel kardiomiosit jarang diperbarui, komponen internalnya senantiasa diregenerasi agar tetap berfungsi optimal.

Ketebalan dinding keempat ruang jantung disesuaikan dengan fungsi masing-masing. Dinding

atrium lebih tipis dibanding ventrikel karena hanya memindahkan darah ke ruang bawahnya. Ventrikel kiri memiliki dinding yang sangat tebal karena harus memompa darah dengan tekanan tinggi (~95 mmHg) ke seluruh tubuh, sedangkan ventrikel kanan berdinding lebih tipis karena hanya perlu mengalirkan darah ke paru-paru dengan tekanan lebih rendah (~15 mmHg). Struktur jantung dari dalam ke luar terdiri dari tiga lapisan, yaitu endokardium (lapisan dalam), miokardium (lapisan otot), dan epikardium (lapisan luar). Epikardium dilapisi epitel sederhana yang berhubungan dengan perikardium, kantung pelindung jantung. Ruang di antara epikardium dan perikardium berisi cairan tipis yang berfungsi sebagai pelumas. Gangguan seperti peradangan atau kebocoran darah ke rongga ini dapat menimbulkan rasa nyeri.

Supaya dapat memompa secara efektif, jantung harus mampu mengecilkan volumenya untuk mengeluarkan darah dan memastikan aliran tetap satu arah. Sebagian besar kardiomyosit tersusun memanjang dan saling berhubungan melalui diskus interkalar (untuk kekuatan) serta *gap junction* (untuk konduksi listrik). Serabut otot jantung tersusun spiral menuju apeks jantung, sehingga kontraksi terkoordinasi dapat mengecilkan rongga ventrikel. Menariknya, hanya sekitar 6–10% pemendekan serabut otot sudah cukup untuk memompa rata-rata 70 ml darah per detak saat istirahat.

Arah aliran darah dijaga oleh sistem katup baik di jantung maupun vena. Jantung memiliki empat katup, yaitu katup aorta, katup pulmonalis, katup trikuspid, dan katup mitral. Katup semilunaris (aorta dan pulmonalis) terbuka saat darah dipompa keluar ventrikel dan menutup ketika ventrikel relaksasi. Katup trikuspid (antara atrium kanan dan ventrikel kanan) serta katup mitral (antara atrium kiri dan ventrikel kiri) mencegah darah kembali ke atrium saat ventrikel berkontraksi. Katup ini diperkuat oleh korda tendinea, serabut jaringan ikat yang menghubungkan daun katup dengan otot papilaris di dalam ventrikel. Tanpa struktur ini, katup bisa terdorong balik ke atrium saat kontraksi.

Jantung dengan empat ruang dan sistem katup merupakan hasil evolusi vertebrata tingkat lanjut. Pada ikan, jantung hanya memiliki satu atrium dan satu ventrikel. Darah vena masuk ke atrium, diteruskan ke ventrikel, lalu dipompa ke insang melalui aorta ventralis. Di insang, darah teroksigenasi kemudian dialirkan ke seluruh tubuh melalui aorta dorsalis. Seiring munculnya paru-paru pada amfibi, sirkulasi menjadi lebih kompleks dengan adanya sekat tidak sempurna yang memisahkan sisi kiri dan kanan jantung. Meskipun tidak sempurna secara anatomis, sekat ini cukup efektif memisahkan aliran darah paru dan sistemik. Perkembangan embrio jantung manusia, terutama di daerah faring, mencerminkan asal-usul evolusi dari pola sederhana

SINOPSIS

Buku ajar **“Hematologi dan Pemeriksaan Darah”** ini disusun untuk memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai konsep dasar dan aplikasi praktis pemeriksaan hematologi di laboratorium medis.

Materi dalam buku ini disusun secara sistematis mulai dari Konsep dasar hematologi serta struktur dan fungsi komponen darah. Selanjutnya dibahas berbagai metode pemeriksaan darah rutin dan interpretasi hasilnya, seperti pemeriksaan hemoglobin, hematokrit, hitung eritrosit, leukosit, dan trombosit. Buku ini juga membahas teknik dan prosedur pemeriksaan laboratorium hematologi, serta gangguan hematologi dan pemeriksaan penunjang. Selain itu, buku ini dilengkapi dengan pembahasan terkait Peran Teknologi dan Otomatisasi dalam Pemeriksaan Hematologi, serta Inovasi dan Tren Masa Depan dalam Hematologi Klinis.

Dengan penyajian yang sederhana, ilmiah, dan aplikatif, buku ajar ini diharapkan dapat menjadi referensi utama dalam proses pembelajaran hematologi serta meningkatkan kemampuan analisis dan interpretasi hasil pemeriksaan darah di lingkungan laboratorium klinik.

Buku ajar “Hematologi dan Pemeriksaan Darah” ini disusun untuk memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai konsep dasar dan aplikasi praktis pemeriksaan hematologi di laboratorium medis.

Materi dalam buku ini disusun secara sistematis mulai dari Konsep dasar hematologi serta struktur dan fungsi komponen darah. Selanjutnya dibahas berbagai metode pemeriksaan darah rutin dan interpretasi hasilnya, seperti pemeriksaan hemoglobin, hematokrit, hitung eritrosit, leukosit, dan trombosit. Buku ini juga membahas teknik dan prosedur pemeriksaan laboratorium hematologi, serta gangguan hematologi dan pemeriksaan penunjang.

Selain itu, buku ini dilengkapi dengan pembahasan terkait Peran Teknologi dan Otomatisasi dalam Pemeriksaan Hematologi, serta Inovasi dan Tren Masa Depan dalam Hematologi Klinis.

Dengan penyajian yang sederhana, ilmiah, dan aplikatif, buku ajar ini diharapkan dapat menjadi referensi utama dalam proses pembelajaran hematologi serta meningkatkan kemampuan analisis dan interpretasi hasil pemeriksaan darah di lingkungan laboratorium klinik.



PENERBIT
PT. Mustika Sri Rosadi

Citra Indah City, Bukit Heliconia AG 23/32, Desa Singajaya,
Kecamatan Jonggol, Kabupaten Bogor

ISBN 978-634-96481-3-4 (PDF)



9

786349

648134