



Dasar-Dasar HEMATOLOGI

Firdayanti | Ani Umar | Susanti | Emma Ismawatie | Atika Indah Sari
Bambang Supriyanta | Yulia Ratna Dewi | Muhammad Yashir | Chairani
Fika Tri Anggraini | Muji Rahayu | Lucia Sincu Gunawan | Maria Tuntun
Subur Wibowo | Thaslifa | Darmayanita Wenty

EDITOR:

Reni Yunus, S.Si., M.Sc
Tuty Yuniarty S.Si., M.Kes

Dasar-Dasar HEMATOLOGI

Buku Dasar-dasar hematologi yang berada ditangan pembaca ini disusun dengan bahasa yang sederhana dengan harapan untuk memudahkan para pembaca memahaminya. Buku ini terdiri dari 16 Bab yaitu :

- Bab 1 Kadar Haemoglobin
- Bab 2 Jumlah dan Morfologi Eritrosit
- Bab 3 Jumlah dan Fungsi Trombosit
- Bab 4 Jumlah Retikulosit
- Bab 5 Nilai Hematokrit
- Bab 6 Indeks Eritrosit
- Bab 7 Laju Endap Darah/LED
- Bab 8 Morfologi dan Fungsi Sel Darah
- Bab 9 Sel LE
- Bab 10 Hemostasis dan Sistem Koagulasi
- Bab 11 Kelainan Haemoglobin
- Bab 12 Kelainan Eritrosit
- Bab 13 Kelainan Leukosit
- Bab 14 Kelainan Trombosit
- Bab 15 Kelainan Sistem Koagulasi/Hemostasis
- Bab 16 Jaminan Mutu Pemeriksaan Hematologi

DASAR-DASAR HEMATOLOGI

Firdayanti, S.Si., M.Sc.
Ani Umar, S.ST., M.Kes.
Susanti, S.ST., M.Kes.
Emma Ismawatie, S.ST., M.Kes.
dr. Atika Indah Sari
Bambang Supriyanta, S.Si., M.Sc.
Yulia Ratna Dewi, S.Tr.A.K., M.Biomed.
Muhammad Yashir, S.E.,M.KM.
Chairani, S.SiT., M.Biomed.
dr. Fika Tri Anggraini, M.Sc, PhD.
Muji Rahayu, M. Sc.
dr. Lucia Sincu Gunawan, M.Kes.
Maria Tuntun, M. Biomed.
Subur Wibowo, S.SiT., M.Biomed.
Thaslifa, S.Si., M.Sc.
Darmayanita Wenty, S.Si., MARS.



eureka
media aksara

PENERBIT CV.EUREKA MEDIA AKSARA

DASAR-DASAR HEMATOLOGI

Penulis : Firdayanti, S.Si., M.Sc. | Ani Umar, S.ST., M.Kes. | Susanti, S.ST., M.Kes. | Emma Ismawatie, S.ST., M.Kes. | dr. Atika Indah Sari | Bambang Supriyanta, S.Si., M.Sc. | Yulia Ratna Dewi, S.Tr.A.K., M.Biomed. | Muhammad Yashir, S.E., M.KM. | Chairani, S.SiT., M.Biomed. | dr. Fika Tri Anngraini, M.Sc, PhD. | Muji Rahayu, M. Sc. | dr. Lucia Sincu Gunawan, M.Kes. | Maria Tuntun, M. Biomed. | Subur Wibowo, S.SiT., M.Biomed. | Thaslifa, S.Si., M.Sc. | Darmayanita Wenty, S.Si., MARS.

Editor : Reni Yunus, S.Si., M.Sc.
Tuty Yuniarty S.Si., M.Kes.

Desain Sampul : Eri Setiawan

Tata Letak : Husnun Nur Afifah

ISBN : 978-623-120-078-5

Diterbitkan oleh : **EUREKA MEDIA AKSARA, JANUARI 2024**
ANGGOTA IKAPI JAWA TENGAH
NO. 225/JTE/2021

Redaksi:

Jalan Banjaran, Desa Banjaran RT 20 RW 10 Kecamatan Bojongsari
Kabupaten Purbalingga Telp. 0858-5343-1992
Surel : eurekamediaaksara@gmail.com
Cetakan Pertama : 2024

All right reserved

Hak Cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun dan dengan cara apapun, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman lainnya tanpa seizin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah, Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga Tim Penulis mampu menyelesaikan **Buku Dasar-dasar Hematologi**. Tak lupa pula mengucapkan shalawat serta salam senantiasa tercurahkan pada Nabi Besar Muhammad SAW yang telah menunjukkan kepada kita semua jalan yang lurus dan menjadi anugerah terbesar bagi seluruh alam semesta. Kami ucapkan pula rasa terima kasih kepada pihak-pihak yang mendukung penulisan buku ini mulai dari proses penulisan hingga proses cetak, yakni rekan-rekan penulis, penerbit, dan masih banyak lagi yang tak bisa disebutkan satu per satu.

Dalam buku ini, tertulis bagaimana pentingnya Dasar-dasar Hematologi dan metode pemeriksaan laboratorium bidang Hematologi & pula bagaimana materi yang disajikan berkaitan dengan pengetahuan, informasi dan pemahaman terkait Dasar-dasar Hematologi yang dapat menjadi sumber ilmu dan pengetahuan baik bagi akademisi, praktisi dan mahasiswa.

Buku Dasar-dasar hematologi yang berada ditangan pembaca ini disusun dengan bahasa yang sederhana dengan harapan untuk memudahkan para pembaca memahaminya. Buku ini terdiri dari 16 bab yaitu :

- BAB 1 Kadar Haemoglobin
- BAB 2 Jumlah dan Morfologi Eritrosit
- BAB 3 Jumlah dan Fungsi Trombosit
- BAB 4 Jumlah Retikulosit
- BAB 5 Nilai Hematokrit
- BAB 6 Indeks Eritrosit
- BAB 7 Laju Endap Darah/LED
- BAB 8 Morfologi dan Fungsi Sel Darah
- BAB 9 Sel LE
- BAB 10 Hemostasis dan Sistem Koagulasi
- BAB 11 Kelainan Haemoglobin
- BAB 12 Kelainan Eritrosit
- BAB 13 Kelainan Leukosit
- BAB 14 Kelainan Trombosit

BAB 15 Kelainan Sistem Koagulasi/Hemostasis

BAB 16 Jaminan Mutu Pemeriksaan Hematologi

Tim penulis sadar, masih terdapat banyak kekurangan & kekeliruan dalam penulisan buku ini. Oleh sebab itu, kami mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan dan kesempurnaan buku ini. Demikian buku Dasar-dasar Hematologi ini dibuat, Semoga buku ini dapat memberikan manfaat dalam edukasi dan pemahaman terkait Dasar-dasar Hematologi. Terima Kasih.

Kendari, November 2023

Tim Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB 1 KADAR HEMOGLOBIN	1
A. Pendahuluan	1
B. Kegunaan Klinis Pengukuran Kadar Hemoglobin.....	3
C. Pengukuran Kadar Hemoglobin	4
D. Daftar Pustaka.....	16
BAB 2 JUMLAH DAN MORFOLOGI ERITROSIT.....	19
A. Pendahuluan	19
B. Jumlah Eritrosit.....	20
C. Persiapan dan Pewarnaan Apusan Darah.....	25
D. Morfologi Eritrosit	26
E. Daftar Pustaka.....	29
BAB 3 JUMLAH DAN FUNGSI TROMBOSITERITROSIT	31
A. Pendahuluan	31
B. Fungsi Trombosit.....	32
C. Jumlah Trombosit	37
D. Hitung Jumlah Trombosit.....	38
E. Gangguan Fungsi Trombosit	40
F. Daftar Pustaka.....	43
BAB 4 JUMLAH RETIKULOSIT.....	44
A. Pendahuluan	44
B. Alat dan Reagen.....	46
C. Cara Kerja	47
D. Kelainan Retikulosit.....	50
E. Daftar Pustaka	53
BAB 5 NILAI HEMATOKRIT	54
A. Pengertian Hematokrit	54
B. Tujuan Pemeriksaan Hematokrit.....	54
C. Teknik Pemeriksaan Hematokrit.....	55
D. Interpretasi Hasil dan Rentang Nilai Normal Hematokrit	61

E. Daftar Pustaka	63
BAB 6 INDEKS ERITROSIT	65
A. Pendahuluan.....	65
B. MCV.....	65
C. MCH	72
D. MCHC	73
E. Daftar Pustaka	75
BAB 7 LAJU ENDAP DARAH ATAU LED	77
A. Pendahuluan.....	77
B. Komponen Darah	80
C. Prinsip Dasar Laju Endap Darah	81
D. Metode Pengukuran Laju Endap Darah.....	83
E. Perbandingan antara Metode Westergren dan Metode Witrope dalam Pengukuran Laju Endap Darah.....	85
F. Mekanisme Eritrosit dalam Laju Endap Darah	86
G. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Laju Endap Darah	87
H. Nilai Rujukan Laju Endap Darah.....	88
I. Teknik dan Prosedur Pengukuran LED	88
J. Penggunaan Laju Endap Darah (Led) dalam Diagnosa dan Monitoring Penyakit.....	89
K. Daftar Pustaka	89
BAB 8 MORFOLOGI DAN FUNGSI SEL DARAH.....	92
A. Pendahuluan.....	92
B. Daftar Pustaka	103
BAB 9 SYSTEMIC LUPUS ERYTHEMATOSUS (SLE)	104
A. Pendahuluan.....	104
B. Etiologi	109
C. Diagnosis Sel Lupus Erythematosus	110
D. Pemeriksaan Laboratorium	111
E. Daftar Pustaka	113
BAB 10 HEMOSTASIS DAN SISTEM KOAGULASI	116
A. Pendahuluan.....	116
B. Deskripsi Umum Hemostasis.....	116
C. Vasokonstriksi	118

D. Mekanisme Pembentukan Sumbat Trombosit (Trombosit Plug) pada Hemostasis	121
E. Sistem Koagulasi	126
F. Regulasi dan Resolusi Koagulasi.....	132
G. Daftar Pustaka	136
BAB 11 KELAINAN HEMOGLOBIN	140
A. Pendahuluan	140
B. Klasifikasi Gangguan Hemoglobin	141
C. Thalasemia.....	142
D. Kelainan Struktur Globin Kualitatif	150
E. Daftar Pustaka	157
BAB 12 KELAINAN ERITROSIT	158
A. Pendahuluan	158
B. Kelainan Morfologi Eritrosit	159
C. Kelainan Fungsi Eritrosit.....	165
D. Pendekatan Anemia Secara Umum.....	166
E. Anemia Defisiensi Besi	168
F. Anemia Megaloblastik.....	170
G. Anemia Penyakit Kronik.....	172
H. Anemia Aplastik	172
I. Anemia Hemolitik	173
J. Polisitemia	174
K. Daftar Pustaka	175
BAB 13 KELAINAN LEUKOSIT.....	177
A. Pendahuluan	177
B. Kelainan Jumlah Sel Leukosit	178
C. Kelainan Jenis - Jenis Sel Leukosit	179
D. Kelainan Morfologi Leukosit	183
E. Daftar Pustaka	189
BAB 14 KELAINAN TROMBOSIT	191
A. Pendahuluan	191
B. Morfologi Trombosit Normal	194
C. Kelainan Trombosit	196
D. Gangguan Perdarahan dan Pembekuan Darah	199
E. Penyakit Darah dan Kelainan.....	201
F. Peran Diagnostik dan Pengujian Trombosit.....	202

G. Daftar Pustaka	205
BAB 15 KELAINAN SISTEM KOAGULASI/ HEMOSTASIS .	207
A. Pendahuluan.....	207
B. Kelainan Komponen Hemostasis.....	207
C. Penyakit-Penyakit Gangguan Hemostasis.....	210
D. <i>Disseminated Intravascular Coagulation (DIC)</i>	213
E. Hemofilia.....	216
F. <i>Von Willebrand Factor (VWF)</i>	219
G. Daftar Pustaka	223
BAB 16 JAMINAN MUTU PEMERIKSAAN HEMATOLOGI .	227
A. Pendahuluan.....	227
B. Pemantapan Mutu Internal Bidang Hematologi	228
C. Bahan Kontrol Hematologi.....	231
D. Menetapkan Batas Pengendalian Mutu (QC)	232
E. Aturan Westgard/ <i>Westgard Multirule System</i>	233
F. Uji Ketelitian dan Ketepatan	238
G. Daftar Pustaka	244
TENTANG PENULIS.....	246

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1.	Perangkat alat Metode HiCN	7
Gambar 1. 2.	Hemoglobinometer Portable.....	10
Gambar 1. 3.	Alat CO-oksimer	12
Gambar 1. 4.	Perangkat Set Sahli	15
Gambar 2. 1.	Ilustrasi Menunjukkan Bagian-Bagian Berbeda dari Ruang Hitung	21
Gambar 2. 2.	Eritrosit pada Ruang Hitung di Bawah Mikroskop	22
Gambar 2. 3.	Gambar Menunjukkan Apusan Darah Tebal (Atas)dan Tipis (Bawah).....	25
Gambar 2. 4.	Eritrosit Berbentuk Bulat, Normositik, dan Normokromik	27
Gambar 2. 5.	Sel Makrositik.....	27
Gambar 2. 6.	Sel Mikrositik	28
Gambar 3. 1.	Proses Pembentukan Sumbat Trombosit.....	33
Gambar 4. 1.	Sediaan Hapusan Darah Tepi Retikulosit.....	48
Gambar 4. 2.	Proses Retikulosit.....	49
Gambar 4. 3.	Retikulositosis pada Sediaan	51
Gambar 4. 4.	Retikulositopenia pada Sediaan Retikulosit.....	52
Gambar 5. 1.	Tabung Wintrobe Setelah Sentrifugasi	57
Gambar 5. 2.	Alat Pembaca Mikrohematokrit	59
Gambar 5. 3.	Gambaran Komponen Darah pada Tabung Kapiler Setelah Sentrifugasi	59
Gambar 5. 4.	<i>I-STAT</i> : Alat Pengukur Hematokrit	61
Gambar 5. 5.	<i>Epoc</i> Alat Pengukur Hematokrit.....	61
Gambar 6. 1.	Prinsip Impedans Listrik (Tahanan) pada Instrumen Analisis Hematologi Otomatik	67
Gambar 6. 2.	Histogram Eritrosit pada Instrumen Analisis Hematologi Otomatik Metode Impedansi Listrik	68
Gambar 6. 3.	Histogram Eritrosit, RDW-CV dan RDW-SD pada Instrumen Analisis Hematologi Otomatik	69
Gambar 6. 4.	Jenis Anemia dengan Menggabungkan Nilai MCV, dan MCHC	75
Gambar 7. 1.	Komponen Darah dan Pengendapan Darah	81

Gambar 7. 2.	Metode Westergren.....	84
Gambar 7. 3.	Metode Westergren.....	85
Gambar 8. 1.	Sel Darah.....	94
Gambar 8. 2.	Morfologi Abnormal Sel Darah Merah	97
Gambar 8. 3.	Macam Tipe Sel Darah Putih.....	100
Gambar 9. 1.	Systemic Lupus Erythmatosus.....	108
Gambar 10. 1.	Gambaran Umum Hemostasis	118
Gambar 10. 2.	Mekanisme Pembentukan Sumbat Trombosit (<i>Trombosit Plug</i>).....	122
Gambar 10. 3.	Mekanisme Dasar Sistem Koagulasi.....	132
Gambar 10. 4.	Sistem Fibrinolisis Melalui Aktivasi Protein C...	136
Gambar 11. 1.	Sel dengan Badan Inklusi pada Pewarnaan BCB147	
Gambar 11. 2.	Eritrosit Sel Sabit	151
Gambar 12. 1.	Gambaran Eritrosit Normal.....	159
Gambar 12. 2.	Megalosit pada Anemia Megaloblastik.....	160
Gambar 12. 3.	Eliptositosis.....	160
Gambar 12. 4.	Sel Target pada Thalasemia.....	161
Gambar 12. 5.	Poikilositosis dengan Berbagai Bentuk Eritrosit	161
Gambar 12. 6.	Eritrosit Hipokromik dengan Berbagai Ukuran.	161
Gambar 12. 7.	Sferosit dengan Gambaran Hiperkromik.....	162
Gambar 12. 8.	<i>Howel Jolly Body</i>	162
Gambar 12. 9.	Badan Pappenheimer	163
Gambar 12. 10.	Basophilic Stippling	163
Gambar 12. 11.	Heinz Bodies.....	163
Gambar 12. 12.	Cincin Cabot	164
Gambar 12. 13.	Aglutinasia pada Penyakit <i>Cold Agglutinin</i>	164
Gambar 12. 14.	Rouleaux pada <i>Multiple Myeloma</i>	165
Gambar 12. 15.	Siderosit dengan Badan Pappenheimer	166
Gambar 12. 16.	Makrosit Oval dengan Neutrofil Hipersegmen..	170
Gambar 12. 17.	Sumsum Tulang Hiposeluler	173
Gambar 12. 18.	SADT Anemia Hemolitik	173
Gambar 13. 1.	Proses Pembentukan Leukosit, (A2-7:Neutrofil, A8 13:Eosinofil, A14-18: Basofil, B1-4:Monosit, C1- 4:Limfosit)	178
Gambar 13. 2.	Jenis –Jenis Sel Lekosit dalam Darah.....	180
Gambar 13. 3.	Neutrofil Granula Toksik	184

Gambar 13. 4.	Neutrofil Agranulositosis.....	185
Gambar 13. 5.	Neutrofil Hipersegmentasi	185
Gambar 13. 6.	Neutrofil Vakuolisasi.....	186
Gambar 13. 7.	Neutrofil Dohle's Bodies	186
Gambar 13. 8.	Neutrofil Pelger Huet.....	187
Gambar 13. 9.	Chediak-Higashi	188
Gambar 13. 10.	May Hegglin.....	188
Gambar 13. 11.	Limfosit Atipik.....	189
Gambar 14. 1.	Trombosit dan Megakariosit.....	194
Gambar 15. 1.	Risiko Anak Mendapatkan Bernard Soulier Syndrome dari Orang Tua Carrier	210
Gambar 15. 2.	Defisiensi GPIb-IX-V pada Bernard Soulier Syndrome.....	212
Gambar 15. 3.	Gangguan Hemostasis pada DIC	214
Gambar 15. 4.	Struktur Gen Faktor VIII pada Kromosom X	216
Gambar 15. 5.	Risiko Anak Mendapatkan Hemofilia dari Seorang Ayah yang Mengidap Hemofilia.....	217
Gambar 15. 6.	Risiko Anak Mendapatkan Hemofilia dari Seorang Ayah yang Mengidap Hemofilia.....	217
Gambar 15. 7.	Bagian Struktur Gen Faktor VIII yang Berikatan pada Faktor IX dan vWF	219
Gambar 15. 8.	Lokasi Von Willebrand Fator pada Kromosom 12 220	
Gambar 15. 9.	Faktor VIII pada Hemostasis Normal dan Penyakit Von Willebrand	221
Gambar 15. 10.	Penyakit <i>Von Willebrand Factor</i>	221
Gambar 16. 1.	Grafik Levey Jennin.....	232
Gambar 16. 2.	Grafik Level Jennings's 13s.....	235
Gambar 16. 3.	Grafik Level Jennings's 12s.....	235
Gambar 16. 4.	Grafik Level Jennings's 13s.....	236
Gambar 16. 5.	Grafik Level Jennings's R4s	236
Gambar 16. 6.	Grafik Level Jennings's 13s.....	236
Gambar 16. 7.	Grafik Level Jennings's 13s.....	237
Gambar 16. 8.	Westgard Multirule System	238
Gambar 16. 9.	Formulir Periode Pendahuluan.....	239
Gambar 16. 10.	Formulir Periode Kontrol	241

Gambar 16. 11. Formulir Grafik Levey Jenning242

DAFTAR TABEL

Tabel 5. 1.	Rentang Nilai Normal Hematokrit	62
Tabel 5. 2.	Rentang Nilai Normal Hematokrit Penduduk Indonesia.....	62
Tabel 6. 1.	Klasifikasi Ukuran Eritrosit Berdasarkan MCV	66
Tabel 6. 2.	Klasifikasi Anemia berdasarkan MCV dan RDW	71
Tabel 6. 3.	Klasifikasi Eritrosit Berdasarkan MCHC	74
Tabel 10. 1.	Faktor-Faktor Koagulasi	127
Tabel 12. 1.	Kategori Anemia Berdasarkan Mekanisme Penyebab.....	167
Tabel 12. 2.	Nilai Ambang Bawah Hb untuk Diagnosis Anemia	167
Tabel 12. 3.	Klasifikasi Derajat Anemia	168
Tabel 12. 4.	Kriteria Diagnosis untuk Anemia Defisiensi Besi ...	169
Tabel 15. 1.	Penyebab Plateletopenia.....	208
Tabel 15. 2.	Penyebab Plateletosis	209
Tabel 15. 3.	Penyebab Gangguan Fungsi Platelet	209



DASAR-DASAR HEMATOLOGI

Firdayanti, S.Si., M.Sc.
Ani Umar, S.ST., M.Kes.
Susanti, S.ST., M.Kes.
Emma Ismawatie, S.ST., M.Kes.
dr. Atika Indah Sari
Bambang Supriyanta, S.Si., M.Sc.
Yulia Ratna Dewi, S.Tr.A.K., M.Biomed.
Muhammad Yashir, S.E.,M.KM.
Chairani, S.SiT., M.Biomed.
dr. Fika Tri Anggraini, M.Sc, PhD.
Muji Rahayu, M. Sc.
dr. Lucia Sincu Gunawan, M.Kes.
Maria Tuntun, M. Biomed.
Subur Wibowo, S.SiT., M.Biomed.
Thaslifa, S.Si., M.Sc.
Darmayanita Wenty, S.Si., MARS.



BAB

1

KADAR HEMOGLOBIN

Firdayanti, S.Si., M.Sc.

A. Pendahuluan

Hemoglobin adalah molekul protein yang mengandung zat besi yang ditemukan dalam sel darah merah yang mengangkut oksigen paru-paru ke jaringan tubuh (Fielding & Langley, 1958; Beutler, 1981). Empat rantai polipeptida (globin), masing-masing dibungkus dengan cara tertentu pada gugus heme, membentuk molekul hemoglobin. Gugus heme terdiri dari atom besi (Fe^{2+}) dan cincin porfirin. Ada tiga jenis molekul hemoglobin normal: hemoglobin A ($\alpha_2 \beta_2$), hemoglobin A2 ($\alpha_2 \delta_2$) dan hemoglobin F ($\alpha_2 \gamma_2$). Hemoglobin yang terdapat pada orang dewasa sehat adalah: Hb A (96-98%), Hb A2 (1,5-3,2%) dan Hb F (0,5 -0,8%). Pada janin, Hb utama adalah Hemoglobin F (Beutler, 1981; Khan, 2016).

Untuk memastikan oksigenasi jaringan yang adekuat, kadar hemoglobin (Hb) yang cukup harus dipertahankan. Jumlah hemoglobin dalam darah lengkap dinyatakan dalam gram per desiliter (g/dl). Kadar Hb normal pada pria adalah 14 hingga 18 g/dl; dan kadar Hb untuk perempuan adalah 12 hingga 16 g/dl. Ketika kadar hemoglobin rendah, pasien menderita anemia. Kondisi eritrositosis terlalu banyak sel darah merah juga mengakibatkan kadar hemoglobin di atas normal (Higgins, 2005; Khan, 2016).

(Al Dabbagh and Al-Dabbagh, no date)

Sumber Kesalahan

- 1) Zat non hemoglobin yang normalnya terdapat dalam plasma, seperti protein dan lipid.
- 2) Biasanya sulit untuk mencocokkan warna sampel secara akurat dengan warna coklat standar.
- 3) Variasi kemampuan masing-masing operator dalam mencocokkan warna adalah hal yang umum sumber kesalahan.
- 4) Beberapa bentuk Hb tidak aktif yang ada dalam darah, seperti methemoglobin, sulfhemoglobin, dan karboksihemoglobin, yang tidak diubah dalam larutan asam menjadi hematin, tidak diubah termasuk dalam nilai yang diperoleh dengan teknik ini.
- 5) Pencampuran darah yang tidak tepat pada komparator.
- 6) Kesalahan pemipetan saat penghisapan darah (Al Dabbagh and Al-Dabbagh, no date).

D. Daftar Pustaka

- Beutler, E. (1981) 'Hematology', *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, 245(21), pp. 2193–2194. Available at: <https://doi.org/10.1001/jama.1981.03310460045019>.
- Billett, H.H. (no date) 'Hemoglobin and Hematocrit'.
- Conway, A.M. et al. (1998) 'Measurement of Hemoglobin Using Single Drops Of Skin Puncture Blood: Is Precision Acceptable?', *Journal of clinical pathology*, 51(3), pp. 248–250.
- Al Dabbagh, D. and Al-Dabbagh, D. (no date) 'CLS 241 Practical Haematology Haematology Lab Manual CLS 241 (Level Four)'.
- Fielding, H.E. and Langley, P.E. (1958) 'A Simple Method For Measurement Of Hemoglobin In Serum And Urine.', *American journal of clinical pathology*, 30(6), pp. 528–529. Available at: <https://doi.org/10.1093/ajcp/30.6.528>.

- Hematology, P. (no date) '*Modified Principles of Haematology Lab Manual-Fall2016*'.
- Higgins, C. (2005) 'Hemoglobin and its measurement', *Acutecaretesting.Org*, (July), pp. 1-10. Available at: <https://acutecaretesting.org/~/media/acutecaretesting/files/pdf/hemoglobin-and-its-measurement.pdf>.
- Hoffbrand, V. and Steensma, D.P. (2019) *Hoffbrand's essential haematology*. John Wiley & Sons.
- Van Kampen, E.J. and Zijlstra, W.G. (1961) '*Standardization of Hemoglobinometry II. The Hemiglobincyanide Method*', *Clinica chimica acta*, 6(4), pp. 538-544.
- Karsan, A. et al. (1993) '*An Evaluation Of Hemoglobin Determination Using Sodium Lauryl Sulfate*', *American journal of clinical pathology*, 100(2), pp. 123-126.
- Khan, S. (2016) '*Estimation of Hemoglobin*', *Practical Physiology: A New Approach*, (January), pp. 23-23. Available at: https://doi.org/10.5005/jp/books/12925_6.
- Munoz, M. et al. (2005) '*Utility of Point-Of-Care Hemoglobin Measurement In The Hemocue-B Hemoglobin For The Initial Diagnosis Of Anemia*', *Clinical & Laboratory Haematology*, 27(2), pp. 99-104.
- Paddle, J.J. (2002) '*Evaluation Of The Haemoglobin Colour Scale And Comparison With The Hemocue Hemoglobin Assay*', *Bulletin of the World Health Organization*, 80(10), pp. 813-816.
- Ray, J.G., Post, J.R. and Hamielec, C. (2001) '*Use Of A Rapid Arterial Blood Gas Analyzer To Estimate Blood Hemoglobin Concentration Among Critically Ill Adults*', *Critical Care*, 6(1), pp. 1-4.
- Timan, I.S. et al. (2004) '*Comparison of Hemoglobinometry By Who Haemoglobin Colour Scale And Copper Sulphate Against Hemiglobincyanide Reference Method*', *Clinical & Laboratory Haematology*, 26(4), pp. 253-258.
- 'UNIT 1 : HEMATOLOGY EXERCISE' (no date).

Zwart, A. et al. (1996) '*Recommendations For Reference Method For Hemoglobinometry In Human Blood (Icsh Standard 1995) And Specifications For International Hemiglobincyanide Standard* ', Journal Of Clinical Pathology, 49(4), p. 271.

BAB 2 | JUMLAH DAN MORFOLOGI ERITROSIT

Ani Umar, S.ST., M.Kes.

A. Pendahuluan

Eritrosit adalah sel yang matang dengan cepat dan mengalami beberapa pembelahan mitosis selama proses pematangan (Hamid 2013). Jumlah Eritrosit biasanya diperoleh sebagai bagian dari hitung darah lengkap (CBC), Ini digunakan sebagai tes skrining untuk anemia dan polisitemia. Indeks Eritrosit (Sel darah merah) merupakan parameter yang berguna ketika menganalisis dugaan anemia (Villatoro V and Michelle To 2018). Mereka membantu menyediakan gambaran umum tentang gambaran klinis, memprediksi penampakan sel darah merah, dan membantu klasifikasi anemia. Indeks ini dapat dihitung menggunakan jumlah sel darah merah, hematokrit, dan nilai hemoglobin dengan menggunakan hematologi otomatis, atau diukur secara langsung dalam kasus MCV, tergantung pada model instrumen yang digunakan (Deemah 2011).

Morfologi sel darah pada Pewarnaan apusan adalah dasar diagnosis laboratorium kelainan hematologi (Ghosh *et al.* 2016). Pemeriksaan yang cermat terhadap pewarnaan yang benar dan penyebaran yang baik pada apusan oleh pengamat yang berpengalaman bisa lebih informatif daripada serangkaian penelitian. Morfologi eritrosit semakin penting sebagai indeks patologis yang kuat dalam identifikasi tingkat keparahan

- 4) Sferosit: sel berbentuk bola dengan warna yang dalam dan tidak ada pucat di bagian tengah.
 - 5) Stomatosit: disebut juga sel mulut ikan. Sel darah merah unik cekung, area pucat seperti celah (Deemah 2011).
- d. Kelainan Lainnya
- 1) Normoblas akhir: sel darah merah berinti belum matang dengan inti basofilik.
 - 2) Polikromasia: sel dengan warna hijau pucat atau biru, yang merupakan tanda ketidakdewasaan.
 - 3) Badan Howel Jolly: sisa inti yang tampak sebagai benda kecil (1 mm), bulat, padat, berwarna ungu pada sel darah merah.
 - 4) Bintik-bintik basofilik : Butiran biru halus, sedang, atau kasar yang tersebar merata di seluruh sel darah merah.
 - 5) Badan Pappenheimer: inklusi basofilik kecil yang terletak di perifer.
 - 6) Parasit malaria: tahapan spesies malaria yang berbeda.
 - 7) Badan Heinz: Hb teroksidasi dan terdenaturasi. Diwarnai oleh pewarnaan supravital (metilen biru, kresil biru terang) (Deemah 2011).

E. Daftar Pustaka

- Alemu, H.Y., Atomsa, A., and Sahlemariam, Z. (2006) *LECTURE NOTES For Medical Laboratory Students*.
- Ardina R and Rosalinda S (2018) '258697-morfologi-eosinofil-pada-apusan-darah-te-9b4f7719', *Jurnal Surya Medika*, 3(2).
- Deemah, A.-D. (2011) *CLS 241 Practical Haematology Haematology Lab Manual CLS 241 (Level Four)*.
- Ghosh, S., Chakraborty, I., Chakraborty, M., Mukhopadhyay, A., Mishra, R., and Sarkar, D. (2016) 'Evaluating the morphology of erythrocyte population: An approach based on atomic force microscopy and flow cytometry', *Biochimica et Biophysica Acta - Biomembranes*, 1858(4), 671–

- 681, available:
<https://doi.org/10.1016/j.bbamem.2016.01.021>.
- Hamid, G.A. (2013) 'CLINICAL HEMATOLOGY', available:
<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1477.1683>.
- Tian, Y., Tian, Z., Dong, Y., Wang, X., and Zhan, L. (2021) 'Current advances in nanomaterials affecting morphology, structure, and function of erythrocytes', *RSC Advances*, available: <https://doi.org/10.1039/d0ra10124a>.
- Tyas, D.A., Hartati, S., Harjoko, A., and Ratnaningsih, T. (2020) 'Morphological, Texture, and Color Feature Analysis for Erythrocyte Classification in Thalassemia Cases', *IEEE Access*, 8, 69849–69860, available: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2983155>.
- Villatoro V and Michelle To (2018) *A Laboratory Guide to Clinical Hematology*.

BAB 3

JUMLAH DAN FUNGSI TROMBOSIT

Susanti, S.ST., M.Kes.

A. Pendahuluan

Trombosit pertama kali dideskripsikan melalui pengamatan awal Bizzozero pada akhir tahun 1800-an. Bizzozero tidak hanya mengidentifikasi trombosit sebagai sel darah berbeda dalam darah manusia, namun dia juga mengamati trombosit membentuk trombus di area rusak pada dinding pembuluh darah menggunakan mikroskop real-time. Saat ini, metode modern digunakan untuk mempelajari secara rinci interaksi trombosit dengan dinding pembuluh darah dan dinamika pembentukan trombus secara real-time (Moore, Knight and Blann, 2016).

Trombosit manusia merupakan sel darah terkecil dan terbanyak kedua yang bersirkulasi, berjumlah $150-400 \times 10^9/L$. Trombosit merupakan fragmen kecil sitoplasma yang berasal dari megakariosit. Rata-rata diameternya 1,5-3,5 mikron. Bentuk dan ukurannya yang kecil memungkinkan trombosit didorong ke tepi pembuluh darah, menempatkannya di lokasi optimal yang diperlukan untuk terus memantau integritas pembuluh darah. Trombosit juga sangat multifungsi dan terlibat dalam banyak proses patofisiologis termasuk hemostasis dan trombosis, retraksi bekuan darah, penyempitan dan perbaikan pembuluh darah, inflamasi termasuk peningkatan

F. Daftar Pustaka

- Ciesla, B. (2018) *Hematology in practice*. Fa Davis.
- Haley, K. M. (2020) 'Platelet disorders', *Pediatrics in review*. American Academy of Pediatrics, 41(5), pp. 224–235.
- Harrison, P. (2005) 'Platelet function analysis', *Blood reviews*. Elsevier, 19(2), pp. 111–123.
- Holinstat, M. (2017) 'Normal platelet function', *Cancer and Metastasis Reviews*. Springer, 36, pp. 195–198.
- Huebsch, L. B. and Harker, L. A. (1981) 'Disorders of platelet function: mechanisms, diagnosis and management', *Western Journal of Medicine*. BMJ Publishing Group, 134(2), p. 109.
- Krishnegowda, M. and Rajashekaraiah, V. (2015) 'Platelet disorders: an overview', *Blood Coagulation & Fibrinolysis*. LWW, 26(5), pp. 479–491.
- Lassila, R. (2016) 'Platelet function tests in bleeding disorders', in *Seminars in Thrombosis and Hemostasis*. Thieme Medical Publishers, pp. 185–190.
- Moore, G., Knight, G. and Blann, A. D. (2016) *Haematology*. Oxford University Press.
- Nurden, A. T., Freson, K. and Seligsohn, U. (2012) 'Inherited platelet disorders', *Haemophilia*. Wiley Online Library, 18, pp. 154–160.
- Rand, M. L., Leung, R. and Packham, M. A. (2003) 'Platelet function assays', *Transfusion and Apheresis Science*. Elsevier, 28(3), pp. 307–317.
- Repsold, L. and Joubert, A. M. (2021) 'Platelet function, role in thrombosis, inflammation, and consequences in chronic myeloproliferative disorders', *Cells*. MDPI, 10(11), p. 3034.
- Vinholt, P. J. (2019) 'The role of platelets in bleeding in patients with thrombocytopenia and hematological disease', *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*. De Gruyter, 57(12), pp. 1808–1817.

BAB

4

JUMLAH RETIKULOSIT

Emma Ismawatie, S.ST., M.Kes.

A. Pendahuluan

Anemia yang sering disebut kurang darah, dimana keadaan kadar hemoglobin (Hb) didapatkan hasil yang kurang dari nilai normal, banyak faktor yang mempengaruhinya status gizi makanan, asupan minuman, sosial ekonomi, lingkungan juga status kesehatan. Bisa juga karena suatu infeksi ataupun keadaan wanita menstruasi, ada infeksi parasit dan lainnya (Masrizal, 2017). Klasifikasi suatu anemia dipastikan dengan kadar hemoglobin, jumlah eritrosit, indeks eritrosit, morfologi sel pada hapusan darah dan hitung jumlah retikulosit. Retikulosit merupakan sel darah merah yang kondisi muda tidak mempunyai inti, mempunyai diameter berkisar 6-9 mikron, retikulosit didapat dari proses pematangan sel normoblast di dalam sumsum tulang, mempunyai suatu jaringan organela basofilik yang ada protoporfirin dan RNA, yang bisa berupa endapan berwarna biru jika dilakukan pengecatan supravital atau cat *methylene blue* yang bisa membantu sel terlihat jelas bentuk dan membantu untuk spesimen yang diamati. Retikulosit berproses masuk dalam sirkulasi darah tepi dan bisa bertahan selama kurang lebih 24 jam sebelum akhirnya matang menjadi sel eritrosit, nilai rentang jumlah retikulosit bukan kondisi anemia berkisar antara 1- 1,5 %. (Suega, 2010)

E. Daftar Pustaka

- Kurniawan, F. B. (2016). *Hematologi Praktikum Analisis Kesehatan*. Jakarta : EGC.
- Maharani, E (2020) *Hematologi Teknologi Laboratorium Medik*. ECG Jakarta.
- Masrizal. 2017. Anemia Defisiensi Besi. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 140-145.
- Oktavia, Oni. 2015. Retikulosit dan Cara Pemeriksaannya. <https://onioktavia.wordpress.com/2015/03/04/retikulosit-dan-carapemeriksaannya/>. Diakses 28 Januari 2020
- Phn, D.F., & Chevalier Phn, C. A. (2016). *Hematology*. *Revue Francophone Des Laboratoires*, 2016 (479), 83-84. [https://doi.org/10.1016/S1773-035X\(16\)30053-3](https://doi.org/10.1016/S1773-035X(16)30053-3)
- Setyawati, Endah, P. & Rosita, R (2016) Hubungan antara Indeks Produksi Retikulosit (IPR) dengan Red Blood Cell Distribution Width (RDW) Pada Klasifikasi Anemia berdasarkan Defek Fungsional.
- Soega K. 2010. *Aplikasi Klinis Retikulosit*. Fakultas Kedokteran UNUD [http:// download. portalgaruda.org](http://download.portalgaruda.org).
- Winarno AA, Setyawati, 2002, IPR (Indeks Produksi Retikulosit) pada Berbagai Klasifikasi Anemia, dalam Prosiding Makalah Bebas Nasional Pertemuan Ilmiah Tahunan (PIT) PPDS Patologi Klinik.
- Wirawan R. 2011. *Evaluasi Sumsum Tulang*. Balai Penerbit Fakultas Kedokteran Indonesia. Jakarta

BAB 5

NILAI HEMATOKRIT

dr. Atika Indah Sari

A. Pengertian Hematokrit

Hematokrit berasal dari bahasa Yunani yaitu “hema” yang berarti darah dan “krites” yang berarti hakim atau pengadilan, secara makna hematokrit berarti “memisahkan darah” (Mondal and Lotfollahzadeh, 2023).

Hematokrit adalah rasio volume sel darah merah dengan volume darah utuh. Hematokrit juga disebut *packed cell volume* (PCV). *The packed cells* merujuk kepada sel darah merah (Keohane, 2020).

Nilai hematokrit menunjukkan volume persentase sel darah merah dalam volume darah total yang ditunjukkan dalam persentase (konvensional) atau sebagai pecahan desimal (SI). (Vajpayee *et al.*, 2022) Nilai hematokrit merupakan salah satu parameter pemeriksaan yang termasuk dalam pemeriksaan darah lengkap. Nilai hematokrit dapat memberikan informasi mengenai kesehatan seseorang, khususnya dalam menilai anemia (jumlah sel darah merah rendah) atau polisitemia (jumlah sel darah merah tinggi). Kadar hematokrit normal bisa berbeda-beda tergantung usia, jenis kelamin, dan faktor lainnya.

B. Tujuan Pemeriksaan Hematokrit

Nilai hematokrit merupakan salah satu hasil pemeriksaan laboratorium darah untuk menghitung indeks sel darah merah. Tenaga profesional laboratorium medis dapat menggunakan

Nilai hematokrit juga membantu dalam menghitung parameter/indeks hematologi lainnya yang berguna dalam menegakkan diagnosis penyakit terkait kelainan sel darah merah. hematokrit bersama dengan jumlah sel darah merah dan konsentrasi hemoglobin (Hb), digunakan untuk melaporkan indeks darah lainnya secara manual sebagai berikut: (Mondal and Lotfollahzadeh, 2023)

1. *Mean Corpuscular Volume* (MCV) menggunakan penghitungan hematokrit dan RBC.

$$\text{MCV (fL)} = \text{HCT (\%)} \times 10 / \text{jumlah sel darah merah (10}^{12}\text{/L)}$$

2. *Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration* (MCHC) dihitung dengan konsentrasi Hb dan hematokrit.

$$\text{MCHC (\%)} = \text{Konsentrasi Hb (g/dL)} / \text{HCT (\%)} \times 100$$

Secara klinis, nilai hematokrit digunakan untuk mengidentifikasi anemia dan polisitemia serta parameter lainnya (misalnya, jumlah sel darah merah, konsentrasi Hb). Pada anemia, ketika jumlah sel darah merah dalam sirkulasi darah lebih sedikit dibandingkan dengan total volume darah, hematokrit menurun. Pada polisitemia, jumlah sel darah merah dalam darah lebih tinggi; hematokrit meningkat. Perokok dan pasien penyakit paru obstruktif kronik (PPOK) juga memiliki hematokrit yang tinggi akibat hipoksia kronis. Peningkatan hematokrit meningkatkan kekentalan darah, begitu pula resistensi perifer. Oleh karena itu, pasien dengan hematokrit yang lebih tinggi mungkin memiliki tekanan darah yang lebih tinggi. (Mondal and Lotfollahzadeh, 2023)

E. Daftar Pustaka

- Clark, K.S., Hippel, T.G., Whitfield, D.B., 2020. Manual, Semi Automated, and Point-of-Care Testing in Hematology, in: Keohane, E.M., Otto, C.N., Walenga, J.M. (Eds.), *Rodak's Hematology Clinical Principles and Applications*. Elsevier Inc, Philadelphia, pp. 161-164.
- Keohane, E.M., 2020. An Overview of Clinical Laboratory Hematology, in: Keohane, E.M., Otto, C.N., Walenga, J.M.

- (Eds.), Rodak's Hematology Clinical Principles and Applications. Elsevier, Canada, pp. 1-7.
- Keohane, E.M., Otto, C.N., Walenga, Jeanine M, 2020. Rodak's Hematology Clinical Principles and Applications.
- Mondal, H., Lotfollahzadeh, S., 2023. Hematocrit. StatPearl's Publishing.
- Prihatni, D., Kosasih, A., Parwati, I., Louisa, Ludong, M., Rudianto, 2019. RENTANG NILAI NORMAL HEMATOLOGI PENDUDUK INDONESIA DEWASA. Perhimpunan Dokter Spesialis Patologi Klinik dan Kedokteran Laboratorium Indonesia.
- Shankar S, V., 2017. Wintrobe Tube [WWW Document]. I love pathology. URL <https://ilovepathology.com/wintrobe-tube/> (accessed 12.2.23).
- Vajpayee, N., Graham, S.S., Bem, S., 2022. Basic Examination of Blood and Bone Marrow, in: McPherson, R.A., Pincus, M.R. (Eds.), Henry's Clinical Diagnosis and Managements by Laboratory Methods. Elsevier inc., Philadelphia, pp. 540-569.

BAB 6

INDEKS ERITROSIT

Bambang Supriyanta, S.Si., M.Sc.

A. Pendahuluan

Indeks eritrosit yang meliputi MCV (*Mean Corpuscular Volume*) atau VER (*Volume Eritrosit Rerata*), MCH (*Mean Corpuscular Hemoglobin*) atau HER (*Hemoglobin Eritrosit Rerata*) dan MCHC (*Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration*) atau KHER (*Konsentrasi Hemoglobin Eritrosit Rerata*) diperkenalkan pertama kali oleh Wintrobe pada tahun 1929. Indeks eritrosit dapat memberikan petunjuk tentang bentuk eritrosit pada sediaan darah yang diwarnai, berdasarkan ukuran dan kandungan hemoglobinnnya. Morfologi eritrosit yang abnormal merupakan gambaran berbagai jenis anemia. Indeks eritrosit dihitung dari jumlah eritrosit, konsentrasi hemoglobin, dan hematokrit. Indeks Eritrosit secara lebih lengkap diuraikan sebagai berikut (Weksler, Schechter and Ely, 2018) (Mckenzie, Landis-Piwowar and Williams, 2020).

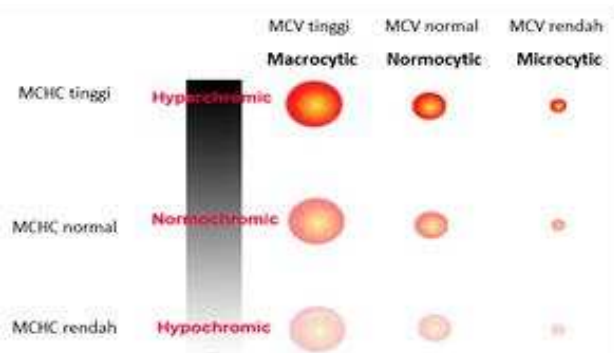
B. MCV

MCV (*Mean Corpuscular Volume*) atau VER (*Volume Eritrosit Rerata*) menunjukkan ukuran eritrosit adalah volume rerata eritrosit yang dinyatakan dengan satuan femtoliter (fl). Rumus perhitungannya (Cavaliere, 2004)

$$\text{MCV} = \frac{\text{Nilai Hematokrit (\%)}}{\text{Jumlah Eritrosit } \left(\frac{\text{juta}}{\mu\text{L}}\right)} \times 10$$

mendefinisikan anemia normositik, mikrositik, dan makrositik dengan MCV.

Menentukan jenis anemia dengan menggabungkan hasil pemeriksaan Jumlah Eritrosit ($\text{sel}/\mu\text{L}$), Hematokrit (%) dan kadar Hemoglobin (g%) untuk menghitung nilai MCV, MCH dan MCHC dapat digambarkan pada Gambar 6.4. sebagai berikut:



Gambar 6. 4. Jenis Anemia dengan Menggabungkan Nilai MCV, dan MCHC (The McGill Physiology Virtual Lab, 2023)

E. Daftar Pustaka

- Cavaliere, T. A. (2004) 'Red blood cell indices: Implications for practice', *Newborn and Infant Nursing Reviews*, 4(4 SPEC.ISS.), pp. 231-239. doi: 10.1053/j.nainr.2004.09.006.
- Frewin, R., Henson, A. and Provan, D. (1997) *Haematological emergencies*, *British Medical Journal*. doi: 10.1007/978-3-030-70034-8_44.
- Greek, G. (2022) 'Introduction To Histograms on the VETSCAN HM5'.
- Kliscic, A. *et al.* (2023) 'Red cell distribution width is inversely associated with body mass index in late adolescents', *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 27(15), pp. 7148-7154. doi: 10.26355/eurrev_202308_33288.

- Leach, M., Drummond, M. and Doig, A. (2013) *Practical Flow Cytometry in Haematology Diagnosis, Practical Flow Cytometry in Haematology Diagnosis*. doi: 10.1002/9781118487969.
- Lewis, S. M., Barbara, J. B. and Bates, I. (2006) *Dacie and Lewis Practical Haematology, Dacie and Lewis Practical Haematology*. Elsevier. doi: 10.1016/B0-443-06660-4/X5001-6.
- Lichtman, M. A. et al. (2022) *Williams Manual of Hematology*. 10th edn, *Williams Manual of Hematology*. 10th edn. McGraw Hill.
- Marcogliese, A. N. and Yee, D. L. (2023) *Hematology: Basic Principles and Practice*. 8th edn, *Hematology: Basic Principles and Practice*. 8th edn. doi: 10.1016/C2013-0-23355-9.
- Mckenzie, S., Landis-Piwowar, K. and Williams, J. L. (2020) *Clinical Laboratory Hematology*. 4th edn. Pearson.
- Project, T. B. (2023) 'Red Cell Distribution Width'. <https://www.thebloodproject.com/cases-archive/unknown-cbc-3/unknown-cbc-3/>
- The McGill Physiologi Virtual Lab (2023). https://www.medicine.mcgill.ca/physio/vlab/bloodlab/mcv-mchc_n.htm
- Theodoridis, T. and Kraemer, J. (2010) *Fundamentals of Biomedical Science Haematology*. Second edi. Oxford University Press.
- Wahyuni, N. and Aliviameita, A. (2021) 'Comparison of Erythrocyte Index Values of Venous and Capillary Blood', *Medicra (Journal of Medical Laboratory Science/Technology)*, 4(1), pp. 13–16. doi: 10.21070/medicra.v4i1.895.
- Walenga, E. M. K. & C. N. O. & J. M. (2019) *Rodak's Hematology Clinical Principles and Applications*. Elsevier.
- Weksler, B., Schechter, G. P. and Ely, S. A. (2018) *Wintrobe's Atlas of Clinical Hematology*. Wolters Kluwer.

BAB 7 | LAJU ENDAP DARAH ATAU LED

Yulia Ratna Dewi, S.Tr.A.K., M.Biomed.

A. Pendahuluan

Laju sedimentasi eritrosit (ESR), yaitu kecepatan dimana eritrosit mengendap dari darah non-koagulasi dalam waktu satu jam, telah menjadi salah satu tes laboratorium yang paling umum dilakukan selama 75 tahun terakhir. Laju Endap Darah (LED), juga dikenal sebagai Erythrocyte Sedimentation Rate (ESR), merupakan salah satu tes hematologi yang umum digunakan untuk mengindikasikan dan memantau peningkatan aktivitas peradangan dalam tubuh akibat kondisi seperti penyakit autoimun, infeksi, atau tumor. LED bukan tes yang spesifik untuk suatu penyakit tertentu, namun digunakan bersamaan dengan tes lain untuk menentukan adanya peningkatan aktivitas peradangan. Berkat reproduksibilitas dan biaya yang rendah, ESR telah lama menjadi alat diagnostik yang andal. Seiring berjalannya waktu, berbagai metode telah dikembangkan untuk melakukan tes ini. Namun, metode referensi untuk mengukur ESR yang diusulkan oleh Komite Internasional untuk Standardisasi dalam Hematologi (ICSH) didasarkan pada temuan yang dijelaskan oleh Westergren satu abad yang lalu (Kevin Tishkowski and Gupta, 2023). Penggunaan sistem otomatis terbaru dengan tabung pengambilan darah tertutup dan pembaca otomatis telah diperkenalkan ke dalam laboratorium untuk mengurangi risiko

terdapat peningkatan LED yang cukup besar. Metode Westergren cenderung memberikan nilai yang lebih tinggi, ini terjadi karena panjang pipet Westergren dua kali panjang tabung Wintrobe. Hal ini perlu dipertimbangkan ketika menganalisis hasil tes LED menggunakan salah satu dari kedua metode ini, terutama dalam situasi di mana peningkatan LED perlu dipahami lebih detail (Susiyanti, Mawarti and Ilmi, 2021).

J. Penggunaan Laju Endap Darah (Led) dalam Diagnosa dan Monitoring Penyakit

Laju endap darah digunakan untuk mendiagnosis penyakit dan memantau perkembangan penyakit kronis seperti tuberkulosis (tbc), menentukan terapi yang tepat, serta mengevaluasi kondisi kesehatan pasien secara keseluruhan. Sebagai indikator penyakit non-spesifik atau alat pemantauan, led adalah salah satu tes tertua dan paling ekonomis dalam kedokteran klinis. Led mengukur kecepatan di mana sel darah merah mengendap dalam tabung vertikal selama periode waktu tertentu, biasanya satu jam. Semakin tinggi nilai led, semakin cepat sel darah merah mengendap, menunjukkan adanya peradangan atau infeksi dalam tubuh. Selain digunakan untuk mendiagnosis penyakit, led juga berguna dalam mendeteksi dan memantau kerusakan jaringan serta peradangan, baik yang bersifat akut maupun kronis. Tes ini juga sering digunakan bersama dengan tes laboratorium lainnya untuk mendiagnosis dan memantau penyakit seperti rematoid arthritis, lupus, dan kanker (Risa Fitri Awaliah and Apriani Apriani, 2022) dan (Hikmah and Tarigan, 2022).

K. Daftar Pustaka

- Bull, B. S. *et al.* (1993) 'ICSH recommendations for measurement of erythrocyte sedimentation rate', *Journal of Clinical Pathology*, 46(3), pp. 198–203. doi: 10.1136/jcp.46.3.198.
- Hikmah, A. M. and Tarigan, W. M. (2022) 'Perbedaan Nilai Laju Endap Darah (Led) dengan Metode Westergreen Manual dan Automatic Convergys Esr 10s di Puskesmas Pasar

- Minggu', *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi*, 1(5), pp. 669–675. doi: 10.55123/insologi.v1i5.1004.
- Horsti, J. (2010) 'A Comparison Between the StaRRsed Auto-Compact Erythrocyte Sedimentation Rate Instrument and the Westergren Method', *Journal of Clinical Medicine Research*, 2(6), pp. 261–265. doi: 10.4021/jocmr476w.
- Juleha, D. S., Utami, D. and Detty, A. U. (2021) 'Perbandingan Nilai Laju Endap Darah Antara Pengukuran Metode Manual Westergren Dan Alat Otomatik Pada Sampel Darah Sitrat Penderita Tb Paru Di Rsud. Dr. Dradjat Prawiranegara Serang', *Malahayati Nursing Journal*, 3(3), pp. 426–431. doi: 10.33024/mnj.v3i3.4372.
- Kahar, M. A. (2022) 'Erythrocyte Sedimentation Rate (with its inherent limitations) Remains a Useful Investigation in Contemporary Clinical Practice', *Annals of Pathology and Laboratory Medicine*, 9(6), pp. R9-17. doi: 10.21276/apalm.3155.
- Kevin Tishkowski and Gupta, V. (2023) 'Erythrocyte Sedimentation Rate', in *n: StatPearls [Internet]*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing.
- Micheal T. Murray, N. (2020) 'Erythrocyte Sedimentation Rate', in *Textbook of Natural Medicine (Fifth Edition)*, pp. 121–124. doi: 10.1136/bmj.1.5062.102-b.
- Mondal, H. and Saran, L. (2023) 'Hematocrit', in *In: StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK542276/>.
- Pricilia Yelana Mallo *et al.* (2021) 'Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Hemoglobin dan Oksigen Dalam Darah dengan Sensor Oximeter Secara Non-Invasive', *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 25(1), pp. 181–188. doi: 10.1109/JBHI.2020.2984954.
- Pritanti, R. and Notopuro, P. B. (2019) 'Perbedaan Nilai Led Pada Penderita Demam Berdarah Dengan Hemokonsentrasi Dan Tidak Hemokonsentrasi', *Journal of Vovational Health*

Studies, 03, pp. 63–66. doi: 10.20473/jvhs.V3I2.2019.63.

- Rahmawati, C., Aini and Ramadanti (2019) 'Pengaruh Dosis Antikoagulan EDTA 10% Dan Natrium Sitrat 3,8% Pada Pemeriksaan Laju Endap Darah', *Penelitian dan Kajian Ilmiah Kesehatan*, 5(1), pp. 79–85. Available at: www.lppm-mfh.com.
- Risa Fitri Awaliah and Apriani Apriani (2022) 'Pemeriksaan Rheumatoid Factor (Rf) Dengan Laju Endap Darah (Led) Yang Meningkatkan Pada Pasien Suspect Rheumatoid Arthritis (Ra)', *Jurnal Medical Laboratory*, 1(1), pp. 10–14. doi: 10.57213/medlab.v1i1.3.
- Susiyanti, Mawarti, L. and Ilmi, K. A. (2021) 'Gambaran Hasil Pemeriksaan Laju Endap Darah (LED) Menggunakan Metode Westergen Pada Pasien Rawat Jalan', *Jurnal Kesehatan Terapan*, 8, pp. 44–48.
- Vennapusa, B. *et al.* (2011) 'Erythrocyte sedimentation rate (ESR) measured by the Streck ESR-Auto Plus is higher than with the Sediplast Westergren method a validation study', *American Journal of Clinical Pathology*, 135(3), pp. 386–390. doi: 10.1309/AJCP48YXBDGTGXEV.

BAB 8

MORFOLOGI DAN FUNGSI SEL DARAH

Muhammad Yashir, S.E., M.KM.

A. Pendahuluan

1. Pengertian Darah

Darah adalah cairan yang terdapat pada semua makhluk hidup (kecuali tumbuhan) tingkat tinggi yang berfungsi mengirimkan zat-zat dan oksigen yang dibutuhkan oleh jaringan tubuh, mengangkut bahan-bahan kimia hasil metabolisme dan juga sebagai pertahanan tubuh terhadap virus atau bakteri (Desmawati, 2013).

Darah merupakan komponen esensial makhluk hidup yang berada dalam ruang vaskuler, karena perannya sebagai media komunikasi antar sel ke berbagai bagian tubuh dengan dunia luar karena fungsinya membawa oksigen dari paru-paru ke jaringan dan karbondioksida dari jaringan ke paru-paru untuk dikeluarkan, membawa zat nutrisi dari saluran cerna ke jaringan kemudian menghantarkan hormon dan materi-materi pembekuan darah (Desmawati, 2013).

Darah manusia adalah cairan jaringan tubuh dimana fungsi utamanya adalah mengangkut oksigen yang diperlukan oleh sel-sel di seluruh tubuh. Darah juga mensuplai tubuh dengan nutrisi, mengangkut zat-zat sisa metabolisme, dan mengandung berbagai bahan penyusun sistem imun yang bertujuan mempertahankan tubuh dari berbagai penyakit (Mallo, 2014).

b) Fosfolipid

Fungsi dari fosfolipid antara lain sebagai bahan penyusun membran sel. Membran-membran sel tersusun dari protein yang tertanam dan menyatu dengan suatu lapisan rangkap dari molekul fosfolipid.

Lesitin dan sefalin merupakan jenis fosfolipid yang ditemukan pada beberapa bagian tubuh, seperti otak, sel saraf, dan hati. Zat tersebut juga ditemukan pada kecambah gandum, ragi, dan kedelai. Beberapa fungsi biologis fosfolipid antara lain adalah sebagai surfaktan paru-paru yang mencegah perlekatan dinding alveolus paru-paru sewaktu ekspirasi. Fosfolipid merupakan salah satu zat pengemulsi yang baik. Pada industri makanan, contohnya mayonnaise, suatu fosfolipid dari kuning telur berfungsi menjaga agar minyak nabati tetap teremulsi dengan cuka. Fosfolipid alami maupun sintetis juga digunakan pada pembuatan obat-obatan, pelumas, penstabil liposom, serta pada bahan dari kosmetik (Estiasih, 2010).

B. Daftar Pustaka

- Desmawati (2013) *Sistem Hematologi dan Imunologi*. Jakarta: In Media.
- Estiasih, T., Ahmadi, K., Nisa, F. C., & Khuluq, A. D. (2010). "Ekstraksi Dan Fraksinasi Fosfolipid Dari Limbah Pengolahan Minyak Sawit". *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*. **21** (2): 151-159.
- Gaol,R.L., (2015) *Komponen Darah*. (6), pp.7019
- Mallo, Pricilia Yelana.Sompie, Sherwin R.V.A., Narasiang, Benefit S. (2014) *Rancang bangun alat ukur kadar hemoglobin dan oksigen dalam darah dengan sensor Oximeter secara Non Invasive*. FT.UNSRAT Manado. e-journal unsrat.ac.id

BAB 9

SYSTEMIC LUPUS ERYTHEMATOSUS (SLE)

Chairani, S.SiT., M.Biomed.

A. Pendahuluan

Systemic Lupus Erythematosus (SLE), atau yang lebih dikenal sebagai lupus, adalah suatu penyakit autoimun kronis yang dapat menyerang berbagai sistem dalam tubuh (Komalig *et al.*, 2008). Penyakit ini ditandai dengan peradangan kronis yang memburuk secara bertahap, kemudian berhenti dan dapat terjadi di berbagai sistem tubuh. SLE dapat terjadi di berbagai bagian sistem tubuh, seperti kulit, persendian, ginjal, paru-paru, sistem saraf, atau organ lain di dalam tubuh. Gejala yang muncul saat menderita lupus bisa ringan atau berat, tiba-tiba atau bertahap, dan sementara atau permanen.

SLE adalah penyakit autoimun yang kompleks, di mana sistem kekebalan tubuh menyerang sel, jaringan, dan organ tubuh yang sehat. Faktor genetik, termasuk polimorfisme gen tertentu, terkait erat dengan kerentanan terhadap SLE. Dalam konteks genetik, haplotip HLA (Human Leukocyte Antigen) tertentu, seperti HLA-DR2, HLA-DR3, HLA-DR4, dan HLA-DR5, telah diidentifikasi sebagai berkontribusi pada predisposisi genetik terhadap SLE (Putri & Setiawan, 2020).

1. Predisposisi Genetik dan HLA

Orang dengan gen HLA-DR2, HLA-DR3, HLA-DR4, dan HLA-DR5 secara genetik diketahui memiliki predisposisi yang lebih tinggi terhadap SLE. HLA adalah suatu kompleks

5. Pemeriksaan Imunologi

a. Komplemen (C3 dan C4)

Kadar rendah dapat mengindikasikan aktivitas penyakit lupus dan dapat membantu dalam pemantauan respons terhadap pengobatan.

b. Uji Antikoagulan Lupus (Lupus Anticoagulant)

Melibatkan pemeriksaan koagulasi darah dan dapat membantu dalam menemukan gangguan koagulasi yang dapat terjadi pada SLE.

6. Uji Fungsi Hati

a. Enzim Hati (ALT, AST)

Untuk menilai fungsi hati, terutama jika ada kekhawatiran tentang efek obat atau adanya komplikasi hati.

7. Pemeriksaan Kolesterol dan Trigliserida

Pasien SLE dapat memiliki risiko peningkatan penyakit kardiovaskular, sehingga pemeriksaan profil lipid dapat diperlukan.

8. Pemeriksaan Urutan Genetik

Pada beberapa kasus, terutama jika ada riwayat keluarga SLE, pemeriksaan urutan genetik tertentu dapat membantu dalam penilaian risiko genetik.

Penting untuk diingat bahwa pemeriksaan laboratorium harus diinterpretasikan bersamaan dengan gejala klinis dan temuan pemeriksaan fisik lainnya. Pengelolaan SLE sering melibatkan tim multidisiplin yang melibatkan dokter reumatologi, nefrologi, dan spesialis lainnya untuk memastikan pendekatan holistik terhadap perawatan pasien.

E. Daftar Pustaka

An'nurihza Zidhan Azhara, I Gusti Bagus Indro Nugroho, & Bulan Kakanita Hermasari. (2023). Hubungan Resiliensi Diri dengan Tingkat Kecemasan Pasien Systemic Lupus Erythematosus (SLE). *Plexus Medical Journal*, 2(1), 26-31. <https://doi.org/10.20961/plexus.v2i1.456>

- Anindito, B., Hidayat, R., Koesnoe, S., & Dewiasty, E. (2018). Validity And Reliability Of Lupus Quality Of Life Questionnaire In Patients With Systemic Lupus Erythematosus In Indonesia. *Indonesian Journal of Rheumatology*, 8(2), 38-44. <https://doi.org/10.37275/ijr.v8i2.60>
- Gaya, L. L., & Sayuti, M. (2017). Sistemik Lupus Eritematosus pada Kehamilan Systemic Lupus Erythematosus in Pregnancy. *Majority*, 6(3), 115-118.
- Hamiki Juliansyah, & Eni Nuraeni Nugrahawati. (2022). Pengaruh Resiliensi terhadap Kualitas Hidup pada Penderita Systemic Lupus Erythematosus. *Bandung Conference Series: Psychology Science*, 2(1), 380-386. <https://doi.org/10.29313/bcps.v2i1.1121>
- Komalig, F. M., Hananto, M., Sukana, B., & Pardosi, J. F. (2008). Faktor lingkungan yang dapat meningkatkan risiko penyakit lupus eritematosus sistemik. In *Indonesian Journal of Health Ecology* (Vol. 7, Issue 2, pp. 747-757).
- N Agmon-Levin 1, M Mosca, M Petri, Y. S. (2012). Systemic lupus erythematosus one disease or many? *Elsevier*, 11(8), 593-595.
- Putri, R. N., & Setiawan, D. (2020). Optimasi Prediksi Penyakit Systemic Lupus Erythematosus Menggunakan Algoritma Particle Swarm Optimization. *Techno.Com*, 19(1), 67-75. <https://doi.org/10.33633/tc.v19i1.3152>
- Radhiani, F. A. (2012). Regulasi Emosi Odapus (Orang dengan Lupus atau Systemic Lupus Erythematosus). *Jurnal Psikologi*, 8, 1-8.
- Rasyida, Z. M., & Slviani, N. E. (2023). Self-Management Pasien Systemic Lupus Erythematosus (SLE). *Aisyiyah Surakarta Journal of Nursing*, 4(1), 28-34.
- Roviati, E. (2012). Systemic Lupus Eritematosus (SLE): Kelainan Autoimun Bawaan Yang Langka dan Mekanisme Biokimiawinya. *Jurnal Scientiae Educatia*, 1, 1-6.

<https://doi.org/10.1044/leader.ppl.17142012.36>

- Setiawati, M., Nyoman, K., Ikawati, Z., Melani, F., & Meika, W. (2014). Evaluasi Penggunaan Obat, Pengukuran Aktivitas Penyakit, dan Pemberian Konseling Pasien Systemic Lupus Erythematosus (SLE). *Media Farmasi Indonesia*, 9(2), 710-722. <https://mfi.stifar.ac.id/MFI/article/view/59>
- Suparman, E. (2021). Lupus Eritematosus Sistemik Pada Kehamilan. *E-CliniC*, 9(2), 497-503.
- Trisnaramawati, F., Satiadarma, M. P., & Soetikno, N. (2019). Gambaran Kecemasan Dan Depresi Pada Orang Dengan Systemic Lupus Erythematosus (Sle) Di Rumah Sakit X. *Jurnal Muara Ilmu Sosial, Humaniora, Dan Seni*, 3(2), 457. <https://doi.org/10.24912/jmishumsen.v3i2.3471.2019>

BAB 10 | HEMOSTASIS DAN SISTEM KOAGULASI

dr. Fika Tri Anggraini, M.Sc, PhD.

A. Pendahuluan

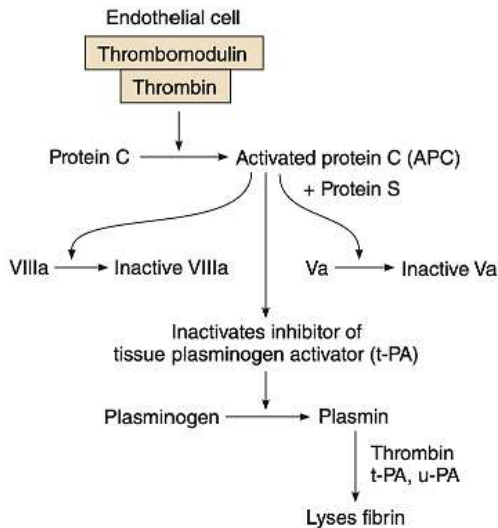
Hemostasis merupakan proses fisiologis penting yang menjaga aliran darah dalam keadaan normal dan mencegah kehilangan darah yang berlebihan ketika terjadi cedera pada pembuluh darah. Hemostasis merupakan proses vital dalam tubuh manusia yang mencegah kehilangan darah setelah cedera pembuluh darah. Proses ini terdiri dari beberapa langkah yang saling berhubungan, termasuk vasokonstriksi, pembentukan trombosit *plug* (sumbat trombosit), dan koagulasi darah. Sistem koagulasi, bagian penting dari hemostasis, melibatkan kaskade reaksi yang kompleks untuk membentuk bekuan darah yang stabil (Furie and Furie, 2008).

Proses ini merupakan contoh sempurna dari bagaimana sistem tubuh bekerja dengan cara yang terkoordinasi dan kompleks untuk menjaga homeostasis. Pada subbab ini akan dijelaskan kedua proses di atas secara rinci.

B. Deskripsi Umum Hemostasis

Hemostasis adalah proses fisiologis yang penting dalam tubuh yang bertujuan untuk mencegah dan menghentikan pendarahan setelah cedera pada pembuluh darah. Proses ini melibatkan serangkaian reaksi yang kompleks dan terkoordinasi untuk memastikan bahwa kerusakan pada pembuluh darah

- c. Umpan Balik Negatif oleh Trombin: Trombin juga berperan dalam mekanisme umpan balik negatif yang mengatur proses koagulasi. Pada konsentrasi tinggi, trombin dapat memicu jalur protein C dan juga mengaktifkan faktor antikoagulan lain, sehingga menghambat pembentukan lebih lanjut trombin. Mekanisme ini memastikan bahwa aktivitas koagulasi tidak berlebihan dan terbatas pada lokasi cedera (Hoffman and Monroe, 2001).



Gambar 10. 4. Sistem Fibrinolisis Melalui Aktivasi Protein C (Ganong *et al.*, 2016)

G. Daftar Pustaka

- Bauer, K.A., 2001. New anticoagulants. *Curr Opin Hematol* 8, 282–288.
- Broze, G.J.Jr., 1995. Tissue factor pathway inhibitor and the current concept of blood coagulation. *Blood Coagulation & Fibrinolysis* 6, S7–S13.
- Collen, D., 1980. On the regulation and control of fibrinolysis. *Thromb Haemost* 43, 77–89.

- Dahlbäck, B., 2000. Blood coagulation. *Lancet* 355, 1627–1632.
- Davie, E.W., Ratnoff, O.D., 1964. Waterfall sequence for intrinsic blood clotting. *Science* (1979) 145, 1310–1312.
- Doolittle, R.F., 2011. Fibrinogen and fibrin. *Annu Rev Biochem* 53, 195–229.
- Esmon, C.T., 2003. The anticoagulant and anti-inflammatory roles of the protein C anticoagulant pathway. *J Autoimmun* 21, 221–227.
- Furie, B., Furie, B.C., 2008. Mechanisms of thrombus formation. *New England Journal of Medicine* 359, 938–949.
- Ganong, W.F., Barrett, K.E., McGraw-Hill, E., 2016. Ganong's review of medical physiology.
- Hall, J.E., 2016. Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology, Jordanian Edition E-Book. Elsevier Health Sciences.
- Hoffman, M., Monroe, D.M., 2001. A cell-based model of hemostasis. *Thromb Haemost* 85, 958–965.
- Huang, A.L., Vita, J.A., Venema, R.C., Keaney, J.F., 2010. The role of nitric oxide in endothelial function. *Curr Opin Nephrol Hypertens* 9, 77–82.
- Jackson, S.P., 2007. The growing complexity of platelet aggregation. *Blood* 109, 5087–5095.
- Kawabori, M., Yuge, O., 2005. Neurotransmitter changes in the pathophysiology of spinal cord injury. *J Neurotrauma* 22, 845–860.
- Li, Z., Delaney, M.K., O'Brien, K.A., Du, X., 2016. Signaling during platelet adhesion and activation. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 30, 2341–2349.
- Lopez, J.A., Andrews, R.K., Afshar-Kharghan, V., Berndt, M.C., 2005. Bernard-Soulier syndrome. *Blood* 106, 3695–3701.
- Mackman, N., 2009. The role of tissue factor and factor VIIa in hemostasis. *Annu. Rev. Med.* 60, 25–34.

- Mann, K.G., 2003. Thrombin formation. *Chest* 124, 4S-10S.
- Metharom, P., Berndt, M.C., Baker, R.I., Andrews, R.K., 2015. Current state and novel approaches of antiplatelet therapy. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 35, 1327-1338.
- Michiels, C., 2003. Physiological and pathological responses to hypoxia. *American Journal of Pathology* 164, 1875-1882.
- Moncada, S., Gryglewski, R., Bunting, S., Vane, J.R., 1976. An enzyme isolated from arteries transforms prostaglandin endoperoxides to an unstable substance that inhibits platelet aggregation. *Nature* 263, 663-665.
- Mosesson, M.W., 2005. Fibrinogen and fibrin structure and functions. *Journal of Thrombosis and Haemostasis* 3, 1894-1904.
- Ratnoff, O.D., Davie, E.W., 1962. The activation of Christmas factor (factor IX) by activated Hageman factor (factor XIIa). *Biochemistry* 1, 967-973.
- Ruggeri, Z.M., 2002. Platelets in atherothrombosis. *Nat Med* 8, 1227-1234.
- Sadler, J.E., 1998. Biochemistry and genetics of von Willebrand factor. *Annu Rev Biochem* 67, 395-424.
- Vanhoutte, P.M., 2009. Endothelial dysfunction: the first step toward coronary arteriosclerosis. *Circulation Journal* 73, 595-601.
- Weisel, J.W., Litvinov, R.I., 2013. Mechanisms of fibrin polymerization and clinical implications. *Blood* 121, 1712-1719.
- Yanagisawa, M., Kurihara, H., Kimura, S., Tomobe, Y., Kobayashi, M., Mitsui, Y., Yazaki, Y., Goto, K., Masaki, T., 1988. A novel potent vasoconstrictor peptide produced by vascular endothelial cells. *Nature* 332, 411-415.

Zimmermann, N., Wenk, A., Kim, U., 2008. Neurotransmitter-induced activation of human platelets. *Thromb Res* 122, 581-589.

BAB 11 | KELAINAN HEMOGLOBIN

Muji Rahayu, M. Sc.

A. Pendahuluan

Hemoglobin adalah protein utama yang bertanggung jawab untuk transportasi oksigen dalam tubuh manusia dan komponen utama sel darah merah. Hemoglobin adalah protein tetramerik yang terdiri dari dua rantai globin α dan dua rantai globin β . Gen α - dan β -globin terletak di dua kelompok terpisah pada kromosom yang berbeda. Gen α -globin yang diduplikasi (HBA1 dan HBA2) terletak pada kromosom 16p dalam cluster gen α -globin bersama dengan HBZ1 yang diekspresikan secara embrionik. Cluster gen β -globin, yang terletak pada kromosom 11p, menampung gen HBE, HBG1 dan HBG2 yang diekspresikan sebelum lahir dan gen HBD dan HBB yang diekspresikan setelah lahir. (Harteveld *et al.*, 2022)

Penyakit yang mempengaruhi sintesis dan fungsi hemoglobin sangat umum terjadi di seluruh dunia. Sampai saat ini, lebih dari 1000 gangguan sintesis dan/atau struktur hemoglobin manusia telah diidentifikasi dan dikarakterisasi, dengan substitusi asam amino tunggal di seluruh molekul telah ditemukan, terutama melalui manifestasi klinis dan/atau laboratorium. Varian ini mengubah struktur hemoglobin dan sifat biokimia dengan efek fisiologis mulai dari ringan hingga berat. (Thom *et al.*, 2013)

E. Daftar Pustaka

- Forget, B. G. and Franklin Bunn, H. (2013) 'Classification of the disorders of hemoglobin', *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 3(2), pp. 1-12. doi: 10.1101/cshperspect.a011684.
- Fucharoen, S. and Weatherall, D. J. (2012) 'The hemoglobin E thalassemias', *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 2(8). doi: 10.1101/cshperspect.a011734.
- Harteveld, C. L. *et al.* (2022) 'The hemoglobinopathies, molecular disease mechanisms and diagnostics', *International Journal of Laboratory Hematology*, 44(S1), pp. 28-36. doi: 10.1111/ijlh.13885.
- Harteveld, C. L. and Higgs, D. R. (2010) 'α-thalassaemia', *Orphanet Journal of Rare Diseases*, 5(13), pp. 1-21. Available at: <http://www.ajrd.com/content/5/1/13>.
- Inusa, B. P. D. *et al.* (2019) 'Sickle Cell Disease – Genetics , Pathophysiology , Clinical Presentation and Treatment', *International Journal of Neonatal Screening*, 5(20), pp. 1-15. Available at: <https://www.mdpi.com/2409-515X/5/2/20>.
- Kohne, E. (2011) 'Hemoglobinopathies', *Medicine*, 108(31-32), pp. 532-540. doi: 10.3238/arztebl.2011.0532.
- Nienhuis, A. W. and Nathan, D. G. (2012) 'Pathophysiology and Clinical Manifestations of the β-Thalassemias', pp. 1-13.
- Sundd, P., Gladwin, M. T. and Novelli, E. M. (2020) 'Pathophysiology of Sickle Cell Disease', *Annu Rev Pathol*, 24(14), pp. 1-39. doi: 10.1146/annurev-pathmechdis-012418-012838.Pathophysiology.
- Thein, S. L. (2013) 'The Molecular Basis of β-Thalassemia', pp. 1-24.
- Thom, C. S. *et al.* (2013) 'Hemoglobin Variants : Biochemical Properties and Clinical Correlates'.

BAB 12 | KELAINAN ERITROSIT

dr. Lucia Sincu Gunawan, M.Kes.

A. Pendahuluan

Eritrosit atau sel darah merah merupakan sel darah yang paling banyak dibandingkan dengan sel darah lainnya di dalam darah manusia. Terdapat kira-kira 4,5-6 juta eritrosit per milimeter darah, sehingga darah berwarna merah. Mengukur kadar hemoglobin adalah pemeriksaan laboratorium yang pertama kali dikerjakan dalam menilai kondisi eritrosit pasien, selain pemeriksaan hematokrit dan hitung jumlah eritrosit (Kiswari, 2014).

Anemia adalah kelainan eritrosit yang paling banyak dijumpai pada layanan kesehatan. Anemia merupakan masalah kesehatan masyarakat Indonesia yang dapat dialami oleh semua kelompok umur mulai dari balita sampai usia lanjut (Kemenkes, 2018). Anemia sering dianggap sebagai sebuah penyakit, sedangkan anemia kadang timbul pada beberapa penyakit yang mendasarinya (Turgeon, 2012). Anemia adalah kondisi sel darah merah atau hemoglobin yang rendah. Kekurangan zat besi adalah penyebab paling umum dari anemia (Sari *et al.*, 2022). Sebaliknya penyakit polisitemia yang ditandai dengan jumlah eritrosit yang sangat tinggi dengan kadar hemoglobin di atas batas normal, lebih jarang terjadi dan terkadang dikaitkan dengan keganasan hematologi.

K. Daftar Pustaka

- Abdulsalam, M. and Daniel, A. (2016) 'Diagnosis, Pengobatan dan Pencegahan Anemia Defisiensi Besi', *Sari Pediatri*, 4(2), p. 74. Available at: <https://doi.org/10.14238/sp4.2.2002.74-7>.
- Bain, B.J. (2014) *Buku Hematologi Kurikulum Inti*. 1st edn. Edited by J. Suyono, F. Sandra, and A. Sekartiwi. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Fitriany, J. and Saputri, A.I. (2018) 'Anemia Defisiensi Besi', *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4(1202005126), pp. 1-30.
- Jayawardhana, I.K.W. and Kresnapati, I.N.B.A. (2022) 'Anemia Megaloblastik: Sebuah Tinjauan Pustaka', *Biocity Journal of Pharmacy Bioscience and Clinical Community*, 1(1), pp. 25-35. Available at: <https://doi.org/10.30812/biocity.v1i1.2422>.
- Kemendes (2018) *Pedoman Pencegahan dan Penanggulangan Anemia pada Remaja Putri dan Wanita Usia Subur*.
- Kiswari, R. (2014) *Hematologi & Transfusi*. 1st edn. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Kumar, A. *et al.* (2022) 'Iron deficiency anemia: Pathophysiology, assessment, practical management', *BMJ Open Gastroenterology*, 9(1). Available at: <https://doi.org/10.1136/bmjgast-2021-000759>.
- Lumbar, S. *et al.* (2015) *Buku Saku Hematologi: Eritrosit dan Kelainannya*. 1st edn. Jakarta: Penerbit Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya.
- Nayak, R.R.S.G.A. (2012) *Essentials in hematology and clinical pathology*. 1st edn. New Delhi, India: Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd. Headquarter.
- Onoforio, Giuseppe; Zini, G. (2015) *Morphology of blood disorders*. 2nd edn. Edited by B. j Bain. UK: John Wiley & Sons, Ltd.
- Pradiyadnya, I.A.M.S.& I.W.R. (2017) 'Respondensi Anemia Defisiensi Besi', *Fakultas Kedokteran Universitas Udayana*, (1202005126), pp. 1-30.

- Rodak, B.F. and Carr, J.H. (2017) *Clinical Hematology Atlas*. 5th edn. Indiana: Elsevier.
- Sari, P. *et al.* (2022) 'Anemia among Adolescent Girls in West Java, Indonesia: Related Factors and Consequences on the Quality of Life', *Nutrients*, 14(18), pp. 1–13. Available at: <https://doi.org/10.3390/nu14183777>.
- Turgeon, M.L. (2012) *Clinical Hematology Turgeon*. 5th edn. China: SPi Technologies.
- Wahdah, R. and Sulistyarningsih, S. (2021) 'Anemia Prevention Program for Adolescent Girls in Indonesia During the Covid-19 Pandemic', *Journal of Midwifery*, 6(2), p. 117. Available at: <https://doi.org/10.25077/jom.6.2.117-125.2021>.
- WHO (2018) 'Technical Handbook on Anaemia in Adolescents', pp. 1–14.

BAB 13 | KELAINAN LEUKOSIT

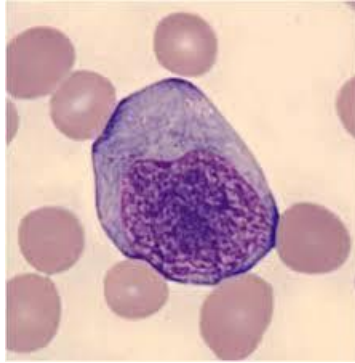
Maria Tuntun, S. Pd., M. Biomed.

A. Pendahuluan

Sel leukosit merupakan sel darah putih yang berfungsi sebagai pertahanan tubuh. Ketika benda asing masuk ke dalam tubuh, maka sel leukosit bergerak menuju benda asing untuk dihancurkan dengan mekanisme tertentu. Leukosit dapat bergerak dengan kaki palsu (pseudopodia). Dalam sel leukosit terdapat inti dan sitoplasma, dan sel ini tidak berwarna (bening) sehingga dapat diwarnai dengan pengecatan Giemsa atau Wright (Hoffbrand, 2016).

Sel leukosit dapat mengalami kelainan, baik kelainan jumlah maupun kelainan morfologi atau kelainan bentuk. Sehingga penting untuk mengetahui apakah jumlah sel leukosit dalam darah pada keadaan normal atau tidak, yaitu dengan melakukan pemeriksaan darah menggunakan alat hematology analyzer. Jika sel leukosit mengalami kelainan morfologi, dapat diketahui dengan pemeriksaan SAD (sediaan apus darah) yang diwarnai dengan Giemsa atau Wright (Firani, 2018).

Produksi sel leukosit di dalam sumsum tulang, dan sebagian limfosit diproduksi dalam kelenjar thymus. Dari sel muda berproliferasi dan berdiferensiasi serta mengalami pematangan sel. Secara normal dalam aliran darah hanya ada sel leukosit yang matang/matur. Jika dalam darah perifer ditemukan sel-sel muda, maka hal tersebut menunjukkan abnormalitas (Ciesla, 2007).



Gambar 13. 11. Limfosit Atipik

Sumber: Hays, 2008

E. Daftar Pustaka

- Anderson S. (2014). Atlas of hematology. Edisi ke-2nd. Philadelphia: Lippincott williams & Wilkins.
- Bain, Barbara J. 2017. A Beginner's Guide to Blood Cells, Third Edition. John Wiley & Sons Ltd.
- Bain, Barbara J. 2011. Blood Cell Morphology in Health and Disease in Hematology Practice, Eleventh Edition. Elsevier Limited.
- Ciesla, B (2007). Hematology in Practice. F.A. Davis Company. Philadelphia.
- Freund, M (2012) *Atlas Hematologi Heckner: praktikum hematologi dengan mikroskop Edisi 11*. Jakarta: EGC.
- Firani, NK (2018). *Mengenal Sel-Sel Darah Dan Kelainan Darah*. Malang: UB Press
- Hall R. (1989) Medical laboratory Haematology. London: Butterworth & co;1984. hlm. 461-289.
- Hays T. (2008). Atlas of pediatric peripheral blood smears. Colorado: Abbott
- Lewandowski, K. (2008) Atlas Hematology. Medical University of Gdansk. Poland
- Longo, DL. (2017). Harrison's: Hematology and Oncology. 3rd Edition. McGraw-Hill Education .

- Munker, R. 2007. Leukocytosis, leukopenia, and other reactive changes of Myelopoiesis, dalam *Modern Hematology, Biology and Clinical Management* Second Edition. Humana Press Inc.
- Saki, N and Eftekhar, Z (2023). *Laboratory Hematology*. American Society Hematology: Image Bank.
- Naeim, F;P. Nagesh Rao,Sophie X. Song;Ryan T.Phan (2018) *Atlas of Hematopathology Morphology, Immunophenotype, Cytogenetics 2nd Edition*. Imprint: Academic Press.
- Wallach, J. (2007). *Interpretation of Diagnostic Test*. Eighth edition. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins

BAB 14 | KELAINAN TROMBOSIT

Subur Wibowo, S.SiT., M.Biomed.

A. Pendahuluan

Trombosit atau yang sering disebut sebagai platelet adalah jenis sel darah yang memiliki peran sangat penting dalam sistem pembekuan darah. Meskipun ukurannya sangat kecil, yaitu 1 - 4 μm atau sekitar satu persepuluh hingga satu perduapuluh dari diameter sel darah merah, trombosit memiliki fungsi yang besar dalam menjaga integritas pembuluh darah dan menghentikan perdarahan ketika terjadi luka atau cedera. (Michelson, 2013; Fitri, 2017)

Trombosit diproduksi di sumsum tulang dan merupakan bagian penting dari sistem hemostasis, yaitu mekanisme tubuh untuk mengontrol perdarahan. Ketika terjadi kerusakan pada pembuluh darah, trombosit bereaksi dengan cepat. Mereka menempel pada area luka dan secara bersama-sama dengan faktor-faktor pembekuan darah lainnya, seperti fibrin, membentuk bekuan darah atau bekuan trombus. Proses ini membantu menghentikan perdarahan dan mencegah hilangnya terlalu banyak darah. (Durachim and Astuti, 2018)

Selain itu, trombosit juga memiliki kemampuan untuk melepaskan faktor pertumbuhan yang mendukung penyembuhan luka dan perbaikan pembuluh darah yang rusak. Kekurangan trombosit atau kelainan dalam fungsinya dapat menyebabkan masalah perdarahan yang serius, sementara

Penyakit/Kelainan Trombosit	Deskripsi Singkat
Sindrom Wiskott-Aldrich	Gangguan genetik langka yang memengaruhi trombosit, sel darah putih, dan sel darah merah, mengakibatkan risiko perdarahan dan infeksi.
Sindrom Bernard-Soulier	Kelainan genetik yang mengakibatkan ketidaknormalan dalam fungsi trombosit dan menghasilkan gejala seperti perdarahan berat.

G. Daftar Pustaka

- Cines, D. B. (2005) 'How I Treat Idiopathic Thrombocytopenic Purpura (ITP)', *Blood*, 106(7), pp. 2244-2251. doi: <https://doi.org/10.1182/blood-2004-12-4598>.
- Durachim, A. and Astuti, D. (2018) *Bahan Ajar Teknologi Laboratorium Medik (TLM) Hemostasis*. Edisi Pert. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Fitri, Z. E. (2017) *Klasifikasi Trombosit pada Citra Hapusan Darah Tepi Berdasarkan Gray Level Co-Occurrence Matrix Menggunakan Backpropagation*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Gresele, P. et al. (eds) (2017) *Platelets in Thrombotic and Non-Thrombotic Disorders: Pathophysiology, Pharmacology, and Therapeutics: an Update*. Springer. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-47462-5>.
- Kaushansky, K. (2009) 'Determinants of Platelet Number and Regulation of Thrombopoiesis', *Hematology Am Soc Hematol Educ Program*, pp. 147-152. doi: <https://doi.org/10.1182/asheducation-2009.1.147>. PMID:20008193.
- Michelson, A. D. (2013) *Platelets*. Third Edit. Academic Press. doi:<https://doi.org/10.1016/C2010-0-64795-X>.

Thöml, H., Diem, H. and Haferlach, T. (2004) *Color Atlas Hematology*. Second Rev. New York: Thieme.

BAB 15

KELAINAN SISTEM KOAGULASI/ HEMOSTASIS

Thaslifa, S.Si., M.Sc.

A. Pendahuluan

Hemostasis adalah proses penghentian perdarahan secara fisiologis akibat terjadinya cedera pembuluh darah. Proses hemostasis melibatkan empat komponen utama yaitu pembuluh darah, platelet, faktor-faktor koagulasi, dan fibrinolitik. Kelainan salah satu komponen hemostasis menyebabkan masa pembekuan dan perdarahan memanjang ataupun memendek.

B. Kelainan Komponen Hemostasis

1. Pembuluh Darah

Pembuluh darah memiliki lebih dari satu lapisan otot polos yang mengelilingi sel endotel yang menutupi permukaan lumen. Jika pembuluh darah mengalami kerusakan, maka pembuluh darah akan meningkatkan permeabilitasnya. Otot polos yang ada pada pembuluh darah mengalami vasodilatasi sehingga mempersempit jalur yang dilalui oleh darah. Platelet dan benang-benang fibrin melakukan sumbatan pada dinding pembuluh darah. Pembekuan darah (koagulasi) adalah suatu proses kimiawi protein-protein plasma darah berinteraksi untuk mengubah molekul protein plasma besar yang larut yaitu fibrinogen menjadi gel stabil yang tidak larut (disebut juga fibrin) (Victor J. Marder *et al.*, 2013).

kanker, serta efek samping setelah minum obat-obatan tertentu.

Pemeriksaan Laboratorium dalam menganalisis VWF membutuhkan uji kuantitatif dan fungsional tes. Pemeriksaan laboratorium yang dapat dilakukan untuk deteksi VWF antara lain deteksi antigen Von Willebrand Factor (VWF-Ag), uji kofaktor VWF ristocetin (VWF: RCo), deteksi antibodi monoklonal untuk epitop VWF aktif metode ELISA atau LIA, uji aktivitas faktor koagulasi VIII, uji agregasi platelet yang diinduksi ristocetin (RIPA), uji ikatan GpIb, deteksi *VWF Multimers*, deteksi propeptida VWF, *sequencing DNA*, deteksi penghambat VWF, uji VWF berikatan dengan platelet, uji faktor VIII berikatan dengan VWF (Miller, 2019; Fritsma, 2020).

G. Daftar Pustaka

- Almomani, M.H. and Mangla, A. (2022) 'Bernard Soulier Syndrome', in *StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557671/> (Accessed: 7 May 2023).
- Asghar, S.P. *et al.* (2019) 'Bernard Soulier Syndrome: Presenting As High-grade Fever In A Young Male', *Journal of Bahria University Medical and Dental College*, 09(03), pp. 247-249. Available at: <https://doi.org/10.51985/JBUMDC2019005>.
- Association of Surgical Technologists (2018) 'Guidelines for Best Practices for Treatment of Disseminated Intravascular Coagulation', pp. 1-14.
- Bhagavan, N.V. and Ha, C.-E. (2015) 'Biochemistry of Hemostasis', in *Essentials of Medical Biochemistry*. Elsevier, pp. 637-660. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416687-5.00034-8>.
- Bissonnette, B., Luginbuehl, I. and Engelhardt, T. (2019) 'Bernard-Soulier Syndrome (BSS)', in *Syndromes: Rapid Recognition and Perioperative Implications, 2e*. New York, NY: McGraw-Hill Education. Available at:

accesspediatrics.mhmedical.com/content.aspx?aid=1164063093 (Accessed: 7 May 2023).

- CDC (2022) 'Treatment of Hemophilia'. Available at: <https://www.cdc.gov/>.
- Dhaneswara, I.P.R.I. (2022) 'Von Willebrand Disease', *Jurnal Syntax Fusion*, 2(02), pp. 243–251. Available at: <https://doi.org/10.54543/fusion.v2i02.151>.
- Dinneen, D. (2014) 'Hemophilia A: Pathophysiology and Treatment Strategies', *Otterbein University* [Preprint].
- East Carolina University (2023) 'Hemophilia Treatment Center', *von Willebrand Disease*. Available at: <https://ecuphysicians.ecu.edu/hemophilia-treatment-center/von-willebrand-disease/>.
- Fitridge, R. and Thompson, M. (2006) 'Mechanisms of Vascular Disease: A Textbook for Vascular Surgeons'.
- Fritsma, G.A. (2020) 'Laboratory evaluation of hemostasis', in *Rodak's Hematology*. Elsevier, pp. 765–792. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-53045-3.00050-7>.
- Gando, S., Levi, M. and Toh, C.-H. (2016) 'Disseminated intravascular coagulation', *Nature Reviews Disease Primers*, 2(1), p. 16037. Available at: <https://doi.org/10.1038/nrdp.2016.37>.
- Haemophilia Foundation Australia (2013) 'Haemophili', *Haemophilia Foundation Australia*, July.
- He, R. and Chen, D. (2019) 'Confirmatory Testing for Diagnosis of Platelet Disorders', in *Transfusion Medicine and Hemostasis*. Elsevier, pp. 841–848. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813726-0.00142-2>.
- Hernández-Zamora, E. *et al.* (2015) 'von Willebrand disease, molecular biology and diagnosis', *Cirugía y Cirujanos (English Edition)*, 83(3), pp. 255–264. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.circen.2015.09.024>.

- Jobe, S.M. (2019) 'Bernard-Soulier Syndrome and Other GPIb-IX-Related Receptor Defects', in *Transfusion Medicine and Hemostasis*. Elsevier, pp. 595-597. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813726-0.00096-9>.
- Lissauer, Tom. and Clayden, Graham. (2011) 'Illustrated Textbook of Paediatrics: with Studentconsult'. 4th Edition. Mosby Ltd. ISBN: 978-0723435655.
- Miller, C.H. (2019) 'Laboratory Diagnosis of Inherited von Willebrand Disease', in *Transfusion Medicine and Hemostasis*. Elsevier, pp. 799-805. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813726-0.00134-3>.
- Papageorgiou, C. *et al.* (2018) 'Disseminated Intravascular Coagulation: An Update on Pathogenesis, Diagnosis, and Therapeutic Strategies', *Clinical and Applied Thrombosis/Hemostasis*, 24(9_suppl), pp. 8S-28S. Available at: <https://doi.org/10.1177/1076029618806424>.
- Reyes Gil, M. (2019) 'von Willebrand Disease', in *Transfusion Medicine and Hemostasis*. Elsevier, pp. 669-676. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813726-0.00109-4>.
- Rick, M.E. and Konkle, B.A. (2013) 'von Willebrand Disease', in *Consultative Hemostasis and Thrombosis*. Elsevier, pp. 90-102. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-1-4557-2296-9.000075>.
- Rose, M.J. and Jacobson-Kelly, A. (2020) 'Care of a Toddler with Epistaxis and Bernard-Soulier Syndrome', in A.L. Dunn *et al.* (eds) *Pediatric Bleeding Disorders: A Clinical Casebook*. Cham: Springer International Publishing, pp. 171-182. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-030-31661-7_16.
- Sabih, A. and Babiker, H.M. (2023) *Von Willebrand Disease*. StatPearls Publishing, Treasure Island (FL).
- Sarmiento Doncel, S. *et al.* (2023) 'Hemophilia A: A Review of Clinical Manifestations, Treatment, Mutations, and the Development of Inhibitors', *Hematology Reports*, 15(1), pp.

- 130-150. Available at:
<https://doi.org/10.3390/hematolrep15010014>.
- Savoia, A. *et al.* (2011) 'Clinical and genetic aspects of Bernard-Soulier syndrome: searching for genotype/phenotype correlations', *Haematologica*, 96(3), pp. 417-423. Available at: <https://doi.org/10.3324/haematol.2010.032631>.
- Stockschlaeder, M., Schneppenheim, R. and Budde, U. (2014) 'Update on von Willebrand factor multimers: focus on high-molecular-weight multimers and their role in hemostasis', *Blood Coagulation & Fibrinolysis*, 25(3), pp. 206-216. Available at:
<https://doi.org/10.1097/MBC.0000000000000065>.
- Umar, I. and Sujud, R.W. (2020) 'Hemostasis dan Disseminated Intravascular Coagulation (DIC)', *Journal of Anaesthesia and Pain*, 1(2), pp. 19-32.
- Victor J. Marder *et al.* (2013) *Hemostasis and Thrombosis Basic Principles and Clinical Practice*. Sixth Edition. China: Lippincott Williams & Wilkins, A Wolters Kluwer.
- Wada, H., Matsumoto, T. and Yamashita, Y. (2014) 'Diagnosis and treatment of disseminated intravascular coagulation (DIC) according to four DIC guidelines', *Journal of Intensive Care*, 2(1), p. 15. Available at:
<https://doi.org/10.1186/2052-0492-2-15>.
- Wahed, A. and Dasgupta, A. (2015) *Hematology and coagulation: a comprehensive review for board preparation, certification, and clinical practice*. Amsterdam Boston: Elsevier.
- Zimmerman, B. and Valentino, L.A. (2013) 'Hemophilia: In Review', *Pediatrics in Review*, 34(7), pp. 289-295. Available at: <https://doi.org/10.1542/pir.34-7-289>.

BAB 16 | JAMINAN MUTU PEMERIKSAAN HEMATOLOGI

Darmayanita Wenty, S.Si., MARS.

A. Pendahuluan

Pelayanan laboratorium klinis sangat berperan penting dalam membantu dan menyelamatkan nyawa pasien dan juga untuk meningkatkan kesejahteraan pasien serta efisiensi perawatan rawat inap. Tes yang tepat harus dipilih, sehingga hasil tes akan dapat dipercaya dan kita dapat menafsirkan hasil dengan tepat untuk meningkatkan efisiensi pada perawatan pasien dan meningkatkan kesejahteraan pasien. Oleh karena itu, kebijakan manajemen mutu harus diterapkan sebagai aspek rutin perawatan pasien, bukan hanya sebagai kebutuhan analitis (Nagaraj *et al.*, 2021). Pemeriksaan hematologi yang biasa dilakukan di suatu laboratorium rumah sakit maupun klinik merupakan pemeriksaan yang sering diminta oleh klinisi. Hasil pemeriksaan tersebut digunakan sebagai pedoman untuk terapi lebih lanjut (Kesuma, Syumarliyanty and Rudi Hartono, 2020)

Pemantapan mutu (*quality assurance*) laboratorium klinik adalah semua kegiatan yang ditujukan untuk menjamin ketelitian dan ketepatan hasil pemeriksaan Laboratorium Klinik. Kegiatan pemantapan mutu laboratorium dapat dibedakan menjadi dua yaitu Pemantapan Mutu Internal dan Pemantapan Mutu Eksternal (Permenkes, 2013).

bahan maupun penanganan bahan sebelum dilakukan pemeriksaan, obat-obat, penyakit tertentu (uremia, diabetes melitus dll) dan kesalahan pendataan (Permenkes, 2013).

G. Daftar Pustaka

Aldajeh, E.I.S. *et al.* (no date) 'Quality Control Approaches in Clinical Laboratories'.

'Clinical Laboratory Hematology (3rd Edition)' (no date).

Clinical Laboratory Management SECOND EDITION (no date).

Depkes (no date) 'Good Laboratory Practice (Pedoman Praktek Laboratorium Yang benar. Dirjen Bina Pelayanan Medik departemen Kesehatan RI'.

Kesuma, S., Syumarliyanty, M. and Rudi Hartono, A. (2020) 'Evaluasi Analitik Hematology Analyzer Diatron Abacus 3 Pada Parameter Hematologi Rutin Di Laboratorium Hematologi Poltekkes Kemenkes Kalimantan Timur', *Surabaya : The Journal of Muhammadiyah Medical Laboratory Technologist*, 1(4), pp. 1-20.

Nagaraj, B. *et al.* (2021) 'Evaluation of Quality Control in Clinical Hematology laboratory by using Six- Sigma', *Annals of R.S.C.B.*, 25(4), pp. 20354-20359. Available at: <https://www.annalsofrscb.ro/index.php/journal/article/view/9242/6751>.

Permenkes (2013) 'Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 43 Tahun 2013', *Integration of Climate Protection and Cultural Heritage: Aspects in Policy and Development Plans. Free and Hanseatic City of Hamburg*, 26(4), pp. 1-37.

Sukorini, U. *et al.* (2010) 'Pemantapan Mutu Internal Laboratorium Klinik', *Kanal Medika dan Alfa Media, Yogyakarta* [Preprint].

Teague, A.L., Eide, M.E. and American Industrial Hygiene Association. Sampling and Laboratory Analysis Committee. (no date) *Laboratory quality manual*.

Westgard, J.O. (2003) 'Internal quality control: planning and implementation strategies', *Annals of clinical biochemistry*, 40(6), pp. 593-611.

TENTANG PENULIS



Firdayanti, S.Si., M.Sc., lahir di Kendari, Provinsi Sulawesi Tenggara. Menekuni dunia pendidikan sejak tahun 2011 di kampus Politeknik Bina Husada Kendari. Gelar Sarjana diperolehnya dari Universitas Hasanuddin Makassar jurusan S1 Teknologi Laboratorium Kesehatan dan Magister diperolehnya dari Universitas Gadjah Mada jurusan ilmu Kedokteran Tropis. Sehari-hari menjadi dosen dan ketua program studi D3 Teknologi Laboratorium Medis Politeknik Bina Husada Kendari.



Ani Umar lahir di Kabaena pada 07 Juni 1988. Ia tercatat menyelesaikan Pendidikan D4 Teknologi Laboratorium Medis di Poltekkes Kemenkes Surabaya dan S2 pada Program Studi Kesehatan Masyarakat di Universitas Halu Oleo. Penulis adalah Dosen Tetap pada Program Studi Teknologi laboratorium Medis Politeknik Bina Husada Kendari. Selain itu, Penulis juga merupakan anggota Persatuan Ahli Teknologi Laboratorium Medis (PATELKI) DPW Sultra di bidang Pendidikan dan Pengembangan SDM.



Susanti, S.ST., M.Kes., lahir di Bonea, pada 27 Agustus 1988. Ia tercatat sebagai lulusan Universitas Indonesia Timur. Wanita yang kerap disapa Santi ini adalah anak dari pasangan Alm. La Ode Insafu, S.Pd (ayah) dan Almh. Wa Ode Nurnia (ibu). Susanti merupakan staf dosen di Prodi D3 Teknologi Laboratorium Medis Politeknik Bina Husada Kendari. Penulis menekuni bidang Kimia Klinik, Hematologi, dan Immunoserologi.



Emma Ismawatie, S.ST.,M.Kes, lahir di Klaten, pada 11 oktober 1970, emma tercatat lulusan dari Magister Ilmu Laboratorium Klinis perdana dan satu-satunya yang mempunyai Prodi Ilmu Laboratorium Klinis di Universitas Muhammadiyah Semarang. Wanita yang mempunyai panggilan nama Is bersuami dan mempunyai dua anak laki-laki. Saat ini aktif sebagai dosen dan sebagai Kaprodi Teknologi Laboratorium Medis di Politeknik Indonusa Surakarta. Emma bukan orang baru di dunia Laboratorium kesehatan, sudah berpengalaman sebagai praktisi medis dan manager di suatu laboratorium kesehatan swasta selama 33 tahun.



dr. Atika Indah Sari, lahir di Padang, pada 20 Juli 1994. Ia tercatat sebagai lulusan Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Andalas. Wanita yang kerap disapa Tika ini adalah anak dari pasangan dr. Asril Zahari, Sp.B-KBD alm. (ayah) dan Dra. Med. Chairani (ibu). Atika Indah Sari merupakan salah satu staf dosen Fakultas Kedokteran Universitas Andalas. Ia bergabung menjadi dosen pada Desember 2020. Ia merupakan staf Departemen Patologi Klinik dan Kedokteran Laboratorium Fakultas Kedokteran Universitas Andalas.



Bambang Supriyanta, S.Si., M.Sc, lahir di Yogyakarta, pada 10 April 1962, dengan pendidikan terakhir S2 Ilmu Kedokteran Tropis (Konsentrasi Imunologi dan Biologi Molekuler), Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat dan Keperawatan (FK-KMK) Universitas Gadjah Mada, merupakan putra dari pasangan Soemardi (ayah) dan Sri Sumiyatun (Ibu), aktif mengajar di Poltekkes Kemenkes Yogyakarta

sejak tahun 1984 sampai sekarang. Beberapa penelitian telah dilakukan dengan mendapatkan skema pendanaan antara lain Penelitian Pemula, Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi.



Yulia Ratna Dewi, S.Tr.A.K., M.Biomed, lahir di Ambarawa pada tanggal 16 Juli . Lulusan Program Studi Teknologi Laboratorium Medik Universitas Muhammadiyah Semarang tahun 2019 dan telah meraih gelar Magister Ilmu Biomedik dari Fakultas Kedokteran Universitas

Indonesia pada tahun 2023.



Muhammad Yashir, S.E.,M.KM, lahir di Jakarta, pada 10 Juli 1983.Ia tercatat sebagai lulusan Universitas Muhammadiyah Prof.Dr.Hamka Jakarta. Laki-laki yang kerap disapa Yasser ini adalah anak dari pasangan H. Sairih dan Hj. Naspiah. Muhammad Yashir adalah seorang yang gemar

berorganisasi, Yasser tercatat sebagai Asesor Kompetensi BNSP, Biosafety Officer lisensi KAN, Pengurus Organisasi Profesi PATELKI dan sampai sekarang berkecimpung di Lembaga Pendidikan Pelatihan Profesi Laboratorium Medik Utama (LPPP-LMU) PATELKI.



Chairani, S.SiT, M.Biomed lahir di Padang, pada 16 Desember 1984. Ia tercatat sebagai lulusan Magister Biomedik FK UNAND. Wanita yang kerap disapa Rani ini adalah anak dari pasangan Arizal (ayah) dan Delliana (ibu). Karir dosen yang dijalani semenjak tahun 2010 - sekarang, pada Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas

Perintis Indonesia pada Program Studi Teknologi Laboratorium Medis jenjang Diploma dan Sarjana.



dr. Fika Tri Anggraini, M.Sc, PhD lahir di Jakarta, pada tanggal 27 November 1984. dr. Fika tercatat sebagai lulusan S1-Profesi Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada Yogyakarta pada tahun 2009 dan melanjutkan program Magister (M.Sc in Physiology) serta Doktoral (Ph.D in Physiology) di Department of Physiology, Wayne State University, United States of America (2012-2017). dr. Fika merupakan staf pengajar di Departemen Fisiologi Fakultas Kedokteran Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat, Indonesia sejak tahun 2009.



Muji Rahayu, M. Sc, Dosen Program Studi D3 Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Yogyakarta. Penulis lahir di Gunungkidul tanggal 15 Juni 1966. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi D3 Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Yogyakarta, menyelesaikan pendidikan S1 pada Fakultas Farmasidan Pendidikan Profesi Apoteker pada Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta, dan menyelesaikan S2 pada Program Studi Ilmu Kedokteran Dasar dan BiomedisFK UGM pada peminatan Biokimia.



dr. Lucia Sincu Gunawan, M.Kes lahir di Surakarta, pada 12 Desember 1974. Penulis meraih gelar Sarjana Kedokteran UNS pada tahun 1997, serta lulus program Profesi Kedokteran di UNS tahun 1999 dan program Magister Kedokteran Keluarga di UNS tahun 2012. Penulis adalah seorang dokter yang yang berpengalaman di rumah sakit, laboratorium klinik dan masih menjalankan praktik mandiri, sekaligus seorang dosen tetap di

Program Studi D4 Analis Kesehatan, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Setia Budi sejak tahun 2015 hingga sekarang.



Maria Tuntun, S.Pd., M. Biomed, lahir di Jakarta, pada 18 Maret 1970. Menyelesaikan pendidikan Program Magister pada tahun 2011 di Universitas Indonesia Program Magister Ilmu Biomedik. Pendidikan Sarjana program Pendidikan Kimia diselesaikan pada Universitas Lampung tahun 2005. Program Diploma 3 Analis Kesehatan diselesaikan pada Kampus Akademi Analis Kesehatan Bandar Lampung tahun 2001. Buku yang sudah ditulis yaitu buku Kendali Mutu yang dapat diakses pada BPPSDMK Kemenkes.



Subur Wibowo, S.SiT., M.Biomed. lahir di Pekalongan, pada 1 Mei 1976. Beliau tercatat sebagai lulusan Universitas Muhammadiyah Semarang prodi D-IV Analis Kesehatan dan S2 Ilmu Biomedik di Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Laki-laki yang kerap disapa Subur ini adalah anak dari pasangan A. Chaeri (Ayah) dan Nur Amanah (Ibu). Saat ini, beliau aktif mengajar di Akademi Analis Kesehatan Pekalongan dan menjadi pengurus di organisasi profesi baik DPC PATELKI Kota Pekalongan maupun DPW PATELKI Jawa Tengah. Di DPC PATELKI Kota Pekalongan, beliau menjabat sebagai ketua, sedangkan di DPW PATELKI Jawa Tengah sebagai ketua bidang pendidikan.



Thaslifa, S.Si., M.Sc lahir di Watansoppeng, pada tgl 04 November 1989 dari pasangan Bapak Jamaluddin dan Ibu St. Nursiah Akhas. Ivha (sapaan akrabnya) merupakan salah satu lulusan S1 Teknologi Laboratorium Kesehatan UNHAS dan S2 Imunologi Biologi Molekular Penyakit Tropis UGM. Saat ini, saya bekerja sebagai salah satu dosen Prodi DIII Teknologi Laboratorium Medis, Fakultas Teknologi Kesehatan Universitas Megarezky Makassar.



Darmayanita Wenty, S.Si., MARS, lahir di Raha, pada 5 Agustus 1988. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi D4 Teknologi Laboratorium Medis, Politeknik Bina Husada Kendari. Menyelesaikan pendidikan S1 (2006-2010) pada Jurusan Teknologi Laboratorium Kesehatan, Universitas Hasanuddin di Makassar dan melanjutkan jenjang S2 (2012-2014) pada Jurusan Magister Manajemen Rumah Sakit, Universitas Hasanuddin di Makassar. Penulis menekuni bidang ilmu Pengendalian Mutu dan Manajemen Laboratorium.