

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Darah

1. Definisi Darah

Terdiri dari serum dan sel darah, darah terdiri dari tiga jenis sel: eritrosit (RBC), leukosit (WBC), dan trombosit (PLT). Volume darah keseluruhan tubuh adalah satu per dua belas berat badan, atau sekitar lima liter. 55% dari plasma darah dan 45% sisanya adalah sel darah. Komponen darah melekat di ruang vaskuler dan berfungsi sebagai media komunikasi antar sel di dalam dan di luar tubuh. Fungsi darah meliputi transportasi oksigen dari paru-paru ke jaringan dan karbondioksida dari paru-paru ke jaringan, transportasi zat nutrisi dari saluran cerna ke jaringan, dan transportasi hormon dan zat-zat pembekuan darah (Desmawati, 2013).

Selain berfungsi sebagai transportasi dan mengontrol suhu dan menjaga keseimbangan, sel darah putih berfungsi sebagai sistem pertahanan tubuh dan diangkut oleh darah ke berbagai jaringan tempat sel-sel melakukan fungsi fisiologisnya. Trombosit mencegah kehilangan darah akibat perdarahan, dan protein plasma mengangkut semua zat gizi dan produk metabolik ke organ-organ yang dimaksud untuk disimpan atau dikeluarkan. Jaringan tubuh yang disebut darah melakukan berbagai tugas, termasuk mengangkut oksigen yang diperlukan sel-sel untuk berfungsi di seluruh tubuh, mengangkut sisa metabolisme, mensuplai tubuh dengan nutrisi, dan mengangkut berbagai zat yang membentuk sistem kekebalan tubuh yang melindungi tubuh dari berbagai penyakit (Mallo dkk, 2014).

Warna, viskositas, pH, volume, dan komposisinya adalah karakteristik umum darah (Desmawati, 2013). Darah biasanya berwarna merah. Darah arteri berwarna

merah muda karena mengandung banyak oksigen yang berikatan dengan hemoglobin, sedangkan darah vena berwarna merah tua atau gelap karena mengandung lebih sedikit oksigen daripada darah arteri. Viskositas $\frac{3}{4}$ darah lebih tinggi daripada viskositas air, yang berkisar antara 1.048 dan 1.066. pH darah bersifat alkali, berkisar antara 7.35 dan 7.45 (netral 7.00). Volume darah pada orang dewasa sekitar 4–5 liter, atau 70-75 ml/kg BB. Plasma darah dan sel-sel darah membentuk komposisi darah.

2. Komponen Darah

a. Plasma darah

Plasma darah, yang terdiri dari 99% air, berfungsi sebagai medium untuk mengangkut berbagai bahan dari tubuh, menyerap dan menyebarkan banyak panas yang dihasilkan oleh metabolisme tubuh, dan menyimpan banyak zat organik dan anorganik. Protein adalah konstituen organik yang paling banyak pada plasma, yang membentuk antara 6% dan 8% dari berat plasma secara keseluruhan. Protein plasma adalah kelompok konstituen plasma yang tidak hanya diangkat dalam keadaan normal, tetapi juga didistribusikan dalam bentuk koloid untuk melakukan fungsinya (Desmawati, 2013).

- 1) Menghambat pengeluaran berlebih plasma dari kapiler menuju cairan intertisium dan membantu mempertahankan volume plasma
- 2) Menyangga perubahan pH darah
- 3) Menentukan viskositas darah
- 4) Menghasilkan energi bagi sel

b. Sel darah Merah (eritrosit)

1) Definisi

Dengan persentase sekitar 99,9% dari seluruh elemen padat darah, eritrosit merupakan komponen darah yang paling banyak. Jumlah eritrosit sekitar 700 kali lebih besar daripada leukosit (sel-sel darah putih) dan 17 kali lebih besar daripada trombosit (sel-sel darah tahan). Ada sekitar 260 juta eritrosit dalam setetes darah, dengan rerata 25 triliun eritrosit dalam darah orang dewasa. Eritrosit merupakan sekitar sepertiga dari semua sel dalam tubuh manusia (Sa'adah, 2018).

2) Struktur Sel

Dengan diameter sekitar 7,5 meter, eritrosit adalah sel darah merah yang umumnya berbentuk cakram atau piringan dengan bagian tengah kedua sisinya mencekung, atau bikonkaf. Bentuk bikonkaf membuat eritrosit memiliki permukaan yang lebih luas untuk difusi oksigen dibandingkan dengan eritrosit berbentuk bulat datar dengan ukuran yang sama, yang mempercepat pergerakan gas ke dalam dan keluar sel. Sifat fleksibel eritrosit memungkinkan mereka melalui kapiler yang sempit dan berkelok-kelok untuk menyampaikan oksigen ke jaringan tanpa mengalami kerusakan. Dalam keadaan normal, eritrosit dengan diameter 7,5 hingga 8 meter dapat mengalami deformasi saat melalui kapiler dengan diameter bahkan 3 meter (Sa'adah, 2018).

Komponen lain sel eritrosit termasuk lipid, adenosine trifosfat (ATP), dan enzim karbonat anhidrase. Haemoglobin eritrosit, yang memiliki sekitar 280 juta molekul, adalah yang membuat sel berwarna merah. Dua fungsi utama yang dimiliki eritrosit yaitu mengangkut oksigen dari paru-paru dan mengedarkannya ke jaringan lain, mengangkut karbondioksida dari jaringan dibawa ke paru-paru.

Pengangkutan gas dalam eritrosit dilakukan oleh haemoglobin (Sa'adah, 2018).

3) Haemoglobin

Haemoglobin terdiri dari dua bagian: globin, yang merupakan peptide yang sangat berlipat-lipat. Semua gugus nitrogenosa non-protein terikat pada satu polipeptida oleh besi yang disebut heme. Karena sifat oksigen yang kurang larut dalam darah, 98,5% oksigen yang diangkut dalam darah terikat pada Hb. Ini berarti bahwa atom besi tersebut dapat berikatan secara reversibel dengan satu molekul oksigen, sehingga setiap molekul haemoglobin dapat mengangkut empat molekul oksigen (Sa'adah, 2018).

Hb dapat mengangkut oksigen dan juga dapat mengikat karbondioksida. bagian ion hydrogen asam (H^+) asam karbonat yang terionisasi dari CO_2 yang dihasilkan pada tingkat jaringan. Enzim karbonat anhidrase memainkan peran penting dalam mengangkut CO_2 . Enzim ini mengaktifkan reaksi penting yang mengubah CO_2 yang dihasilkan metabolisme menjadi ion bikarbonat (HCO_3^-) yang merupakan bentuk utama transportasi CO_2 dalam darah. Oleh karena itu, eritrosit mengangkut CO_2 melalui dua cara yang pertama melalui Hb dan kemudian dikonversi ke HCO_3^- oleh karbonat anhidrase. Selain itu, Hb memiliki kemampuan untuk mengikat karbon monoksida untuk membentuk karboksihemoglobin, yang dalam keadaan normal tidak terdapat dalam darah, tetapi jika terhirup menempati tempat pengikatan oksigen di Hb, yang dapat menyebabkan keracunan karbon monoksida (Sa'adah, 2018).

c. Sel Darah Putih (Leukosit)

Sel darah putih melindungi tubuh dari infeksi. Sel darah putih memiliki ukuran yang lebih besar daripada eritrosit, dan mereka dapat bergerak seperti

amoeba dan menembus dinding kapiler. Leukosit dibuat di kelenjar limfa, sumsum merah, dan limfa (kura). Ciri-ciri sel darah putih adalah lebih besar dari sel darah merah (eritrosit), tidak berwarna (bening), bentuk tidak tetap (ameboid), dan berinti. Tidak seperti sel darah merah, sel darah putih memiliki inti (nukleus) dan terdiri dari 6.000 hingga 9.000 sel darah putih dalam 1 mm³ darah orang dewasa (Desmawati, 2013).

Leukosit memiliki granula dan tidak memiliki granula, yaitu (Desmawati, 2013):

1) Granulosit

Granulosit adalah sel darah putih yang memiliki granula di dalam sitoplasmanya, adalah sel darah putih. Berdasarkan kemampuan mereka untuk mengikat warna, granulosit dibagi lagi menjadi tiga subgrup, seperti yang dapat dilihat melalui pemeriksaan mikroskopis.

a) Eosinofi

Eosinofil adalah sel darah putih dengan granula berwarna merah terang dalam sitoplasmanya, yang terdiri dari kira-kira 24% dari total sitoplasma. Eosinofil berfungsi sebagai tempat penyimpanan berbagai zat biologis yang sangat kuat, seperti histamin, serotonin, dan heparin. Pelepasan senyawa tersebut memengaruhi suplai darah ke jaringan, seperti yang terjadi selama peradangan, dan membantu mobilisasi sistem pertahanan tubuh. Jika ada alergi, ada lebih banyak eosinofil, yang menunjukkan bahwa sel ini berpartisipasi dalam reaksi hipersensitivitas.

b) Basofil

Basofil adalah sel darah putih dengan granula berwarna biru. Meskipun sel ini lebih kecil dari eosinofil, mereka memiliki inti dengan sepuluh bentuk teratur dan

protoplasmanya mengandung granula-granula besar. Basofil dan eosinofil, yang merupakan setengah dari sumsum merah, melakukan fungsi yang sama.

c) Neutrofil

Sel darah putih dengan granula berwarna ungu pucat dan banyak lobus (2–4) yang dihubungkan oleh filamen tipis material inti disebut neutrofil. Protoplasma neutrofil terdiri dari banyak titik-bintik halus atau granula, dengan konsentrasi 50%–60%.

2) Agranulosit (Leukosit Mononuklear)

Agranulosit adalah sel darah putih yang sitoplasmanya bebas granula dan hanya memiliki satu lobus inti, terdiri dari:

a) Limfosit

Limfosit adalah jenis sel darah putih (leukosit) yang dibuat dari jaringan RES dan kelenjar limfe. Limfosit memiliki bentuk yang besar dan kecil, tidak memiliki granula di dalam sitoplasmanya, dan intinya besar. Banyakannya antara 15 dan 20 persen, dan berfungsi untuk membunuh bakteri yang masuk ke dalam jaringan tubuh.

b) Monosit

Monosit, jenis sel darah putih (leukosit) yang banyak ditemukan di sumsum merah, memiliki protoplasma yang lebar dan berwarna biru abu-abu dengan bintik sedikit kemerahan di bawah mikroskop. Mereka juga lebih besar dari limfosit dan berfungsi sebagai fagosit. Banyaknya sekitar 34%. Inti sel panjang dan bulat dengan warna lembayung muda. Jumlah leukosit normal $5.0 - 13.0 \times 10^3/\mu\text{l}$ (Rsud Wangaya, 2024)

d. Trombosit

Frekwensi sitoplasma megakariosit yang tidak berinti yang terbentuk di sumsum tulang disebut trombosit. Selain disebut sebagai platelet atau keping darah, trombosit matang berukuran 2-4 μ m dan memiliki cakram bikonveks dengan volume 5-8 fl. Sel trombosit tidak dapat dipandang sebagai sel utuh karena berasal dari sel raksasa yang berada di sumsum tulang, yaitu megakariosit. Megakariosit di dalam pematangannya dipecah menjadi 3.000-40.000 serpihan sel, yang dinamai sebagai trombosit atau kepingan sel platelet tersebut. Trombosit berbentuk bulat dengan garis tengah 0,75–2,25 μ m dan tidak memiliki inti. Trombosit masih memiliki mitokondria, butir glikogen yang dapat berfungsi sebagai cadangan energi, dan dua jenis granula, yaitu granula dan granula lebih padat. Namun, bagian sel ini masih dapat membuat protein, meskipun sangat terbatas (Sadikin, 2013).

Salah satu fungsi utama trombosit adalah membentuk sumbat, yang merupakan respons hemostatic normal terhadap cedera vaskular yang dapat menyebabkan darah lepas secara spontan melalui pembuluh halus. Trombosit juga memiliki fungsi sebagai perlekatan (adhesi), pengumpulan (agregasi), dan reaksi pelepasan (Hoffbrand, 2016). Nilai Normal trombosit yaitu $150.0 - 400.0 \times 10^3/\mu\text{l}$ (Kemenkes, 2022).

B. Demam Berdarah Dengue

1. Definisi

DBD adalah penyakit yang disebabkan oleh Arbovirus (*arthropod born virus*) dan ditularkan melalui gigitan nyamuk Aedes (*Aedes Albopictus* dan *Aedes Aegypti*). DBD disebabkan oleh virus dengue, sejenis arbovirus, yang masuk ke dalam tubuh penderita melalui gigitan nyamuk *Aedes Aegypti* (Christantie, 2013).

DBD adalah infeksi arbovirus akut yang disebabkan oleh gigitan nyamuk aedes. Penyakit ini sering terjadi pada anak-anak, remaja, dan orang dewasa, dan ditandai dengan demam, nyeri otot, dan nyeri sendi. Demam Berdarah Dengue juga dikenal sebagai *Dengue Haemorrhagic Fever* (DHF). Demam berdarah dengue (DBD) atau *Dengue Haemorrhagic Fever* (DHF) adalah penyakit infeksi akut yang disebabkan oleh virus dengue dan ditularkan melalui vektor nyamuk *Aedes aegypti*. Ini masih menjadi masalah kesehatan di Indonesia dengan angka kematian yang cukup tinggi (Sutanto dkk, 2013).

Demam berdarah dengue (DBD), juga disebut sebagai demam berdarah dengue, adalah penyakit febris akut yang muncul di wilayah tropis dengan distribusi geografis yang mirip dengan malaria. Salah satu dari empat serotipe virus dari keluarga Flavivirus, Flaviviridae, yang menyebabkan penyakit ini adalah DEN-1, DEN-2, DEN-3, dan DEN-4. Serotipe DEN-3 menyebabkan infeksi paling parah di Indonesia. Setiap serotip sangat berbeda sehingga tidak ada proteksi-silang dan hiperendemisitas wabah yang disebabkan oleh beberapa serotype—dapat terjadi. Nyamuk *Aedes aegypti* membawa demam berdarah ke manusia. Empat gejala klinis utama yang ditunjukkan oleh DHF adalah demam tinggi, gejala hemoragik, hepatomegali yang sering terjadi, dan, dalam kasus berat, tanda-tanda kegagalan sirkulasi. Kebocoran plasma dapat menyebabkan syok hipovolemik pada pasien ini. Syok yang disebut sindrom syok dengue ini dapat fatal. Anak-anak dengan demam berdarah dan syok adalah masalah serius. Hadinegoro melaporkan bahwa di seluruh rumah sakit di Indonesia, prevalensi syok pada demam berdarah dengue mencapai 16% hingga 40%, dengan angka kematian 5,7%. Sebagian besar kematian akibat syok dan 7 syok berulang (Ugi and Damayanti, 2018).

2. Etiologi

Virus dengue (DEN) yang berasal dari genus flavivirus ditularkan oleh nyamuk yang mengandung virus RNA positif-strand dari keluarga flaviviridae. Empat jenis virus DEN berbeda dalam antigennya: virus dengue-1 (DEN 1), virus dengue-2 (DEN 2), virus dengue-3 (DEN 3), dan virus dengue-4 (DEN 4). Spesifikasi yang dibuat oleh Albert Sabin pada tahun 1994 menunjukkan bahwa masing-masing serotipe virus memiliki genotype yang berbeda antara serotipe tersebut (Malela dalam Umbor, 2016).

DBD disebabkan oleh dengue fever yang disebabkan oleh gigitan nyamuk *Aedes aegypti*. Genangan air bersih juga dapat menjadi tempat perkembangbiakan nyamuk *Aedes aegypti*, dan masyarakat tidak tahu banyak tentang epidemi *dengue fever* (Malela dalam Umbor, 2016).

3. Patofisiologi

Nyamuk *Aedes aegypti* dan nyamuk *albopictus* dapat menyebarkan virus dengue ke orang lain dan menyebabkan demam berdarah dengue dengan gejala seperti demam, sakit kepala, mual, nyeri otot, pegal, hiperemia di tenggorok, dan ruam di kulit akibat perdarahan. Nyamuk menggigit darah manusia dan menyalurkan zat protombin untuk mencegah pembekuan darah. Selain itu, virus dengue akan menyebar ke aliran darah yang digigit oleh nyamuk. Virus *dengue* menyerang leukosit terutama pada neutrofil dan monosit. Jika virus dengue mengeluarkan pirogen eksogen, tubuh akan merespon dengan mengeluarkan pirogen endogen. Salah satu pirogen endogen yang spesifik yang dilepaskan sebagai respons terhadap pirogen eksogen adalah sitokin pirogenik. Sitokin adalah protein kecil (BM 10-20.000 D) yang mengatur sistem kekebalan, inflamasi, dan

produksi darah (Kemenkes RI, 2013). Virus masuk ke dalam tubuh manusia melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti*, kemudian bereaksi dengan antibodi dan membentuk kompleks virus antibodi. Sirkulasi virus ini mengaktifkan sistem komplementer. Aktivasi C3 dan C5 menyebabkan pelepasan dua peptida C3a dan C5a, yang merupakan mediator kuat yang meningkatkan permeabilitas dinding pembuluh darah dan menghilangkan plasma melalui endotel di dalamnya (Kemenkes RI, 2013).

Salah satu parameter yang sangat diperhatikan dalam diagnosis DBD adalah trombositopenia. Hal ini dapat dikaitkan dengan perubahan megakaryocytopoiesis yang disebabkan oleh infeksi sel haematopoietik manusia dan pertumbuhan sel progenitor yang terganggu. Ini dapat menyebabkan trombosit tidak berfungsi (aktivasi dan agregasi trombosit), peningkatan penghancuran (penyerapan dan konsumsi perifer), atau disfungsi trombosit (aktivasi dan agregasi trombosit). Trombositopenia, disfungsi platelet yang terkait, atau koagulasi intravaskular diseminata dapat menyebabkan perdarahan. Singkatnya, demam berdarah berat menyebabkan ketidakseimbangan temporer dan dapat diperbaiki dari mediator inflamasi, sitokin dan kemokin. Ini mungkin disebabkan oleh beban viral awal yang tinggi, yang mengganggu sel endotel vaskular, mengganggu sistem hemolagulasi, dan akhirnya menyebabkan kebocoran plasma, syok, dan berdarah (WHO, 2018).

C. Pemeriksaan Penegakan Diagnosa Demam Berdarah Dengue

1. Pemeriksaan Hematologi

a. Hematologi darah lengkap

Pemeriksaan laboratorium hematologi adalah pemeriksaan cairan darah dan proses biokimiawi yang terkait dengan sel darah. Pemeriksaan ini digunakan untuk

mengkonfirmasi dugaan klinis atau menetapkan diagnosis penyakit, seperti pemeriksaan hemoglobin untuk anemia; menentukan terapi atau pengelolaan dan pengendalian penyakit; mengikuti perkembangan penyakit; menapis penyakit dan menentukan status kesejahteraan. Pemeriksaan hematologi berperan dalam kepentingan klinis, sehingga harus diperhatikan mengenai persiapan, jenis spesimen, antikoagulan (zat anti pembekuan darah) dan pengawasan mutu (Nadzifah, 2020).

Pemeriksaan darah lengkap adalah pemeriksaan darah yang dilakukan berdasarkan diagnosis dokter untuk mengidentifikasi sel darah pasien. Ada beberapa tujuan pemeriksaan darah lengkap, antara lain untuk mendukung diagnosa, menentukan respons tubuh terhadap suatu penyakit, dan mengevaluasi kemajuan atau respons terapi. Perhitungan jumlah eritrosit, leukosit, trombosit, hemoglobin (HB), dan hematokrit adalah bagian dari pemeriksaan darah lengkap, yang memerlukan darah EDTA (*ethylene diamine tetra acetic acid*). EDTA adalah antikoagulan yang memiliki keunggulan karena tidak mempengaruhi sel-sel darah dan memiliki pH yang hampir sama dengan pH darah (Ramadhani dkk, 2019).

Kriteria klinis dan laboratorium digunakan untuk menentukan diagnosis penyakit demam berdarah dengue. Kriteria klinis yang ditetapkan oleh WHO (2011) adalah demam tinggi yang mendadak tanpa sebab yang jelas dan berlangsung terus-menerus selama 2-7 hari. Tanda-tanda perdarahan mungkin termasuk uji bendung positif, petekie, purpura, ekimosis, epistaksis, perdarahan gusi, hematemesis dan/atau melena, pembesaran hati, syok, dan nadi yang cepat dan lemah serta tekanan nadi yang rendah (≤ 20 mmHg), hipotensi, kaki dan tangan dingin, kulit lembab, dan pasien tampak gelisah. Kriteria laboratorium termasuk

trombositopenia (tidak lebih dari 100.000/mikroliter) dan peningkatan hematokrit lebih dari 20% dari nilai dasar atau menurut standar umur dan jenis kelamin. Diagnosis DBD juga didasarkan pada dua kriteria klinis pertama, bersama dengan trombositopenia dan peningkatan hematokrit lebih dari 20%. Hepatomegali ditemukan sebelum perembesan plasma, tanda-tanda efusi pleura ditemukan (melalui foto toraks atau ultrasonografi), dan hipoalbuminemia.

b. Antikoagulan EDTA

Penambahan antikoagulan membantu mencegah pembekuan darah. Antikoagulan berfungsi untuk mencegah pembekuan darah dengan mengikat (khelasi) atau mengendapkan (presipitasi) kalsium atau mencegah pembentukan trombin, yang diperlukan untuk mengubah fibrinogen menjadi fibrin selama proses pembekuan. EDTA adalah jenis antikoagulan yang paling umum karena memiliki kemampuan untuk mengubah fungsi trombosit sehingga mencegah koagulasi. EDTA mengikat ion kalsium, menghasilkan garam kalsium yang tidak larut. 1 mg antikoagulan EDTA digunakan untuk 1 mL darah. Antikoagulan EDTA lebih baik daripada antikoagulan lainnya dalam mempertahankan morfologi sel dan mencegah agregasi trombosit. Untuk menghindari penggumpalan trombosit, spesimen EDTA harus digabungkan segera setelah pengumpulan. Cara homogen dengan mengubahnya sebanyak 8-10 kali (Nadzifah, 2020).

Na₂EDTA, K₂EDTA, dan K₃EDTA adalah tiga jenis EDTA yang digunakan dalam laboratorium. Na₂EDTA dan K₂EDTA digunakan dalam bentuk kering, sedangkan K₃EDTA digunakan dalam bentuk cair. Jenis antikoagulan K₂EDTA disarankan oleh IKSH (*International Council for Standardization in Hematology*) dan CLSI (*Clinical and Laboratory Standards Institute*). Tabung hampa udara atau

tabung vacutainer EDTA dengan tutup berwarna lavender atau pink (Nadzifah, 2020).

c. Hematology analyzer

1) Pengertian hematology analyzer

Pemeriksaan darah lengkap dapat ditentukan dengan menggunakan metode manual dan metode otomatis. Pemeriksaan dengan metode manual menggunakan perhitungan kamar hitung untuk memproses sampel darah. Hematology analyzer adalah alat yang umum digunakan di laboratorium klinik dan digunakan untuk mengukur bagian-bagian yang ada di dalam darah (Nadzifah, 2020).

2) Kelebihan dan kelemahan hematology analyzer

a) Kelebihan pemeriksaan dengan hematology analyzer yaitu (Nadzifah, 2020):

- (1) Waktu pemeriksaan lebih cepat karena dapat dikerjakan secara otomatis
- (2) Alat yang terhubung dengan Sistem Informasi Laboratorium (SIL) akan mengurangi kesalahan saat mengidentifikasi sampel dan memasukkan data hasil pemeriksaan.

(3) Berbagai parameter pemeriksaan dapat diukur sekaligus

b) Kelemahan alat hematology analyzer yaitu:

- (1) Gumpalan sel yang saling menempel melalui sensor secara bersamaan dianggap sebagai satu sel
- (2) Gelembung mikro udara atau partikel lainnya juga dapat dianggap sebagai sel.

b. Pemeliharaan dan Kalibrasi Hematology Analyzer

Hasil pemeriksaan dengan alat hematology analyzer dapat dipengaruhi oleh perawatan rutin dan kalibrasi, sehingga hasil yang buruk dapat menghasilkan hasil yang salah. Setiap laboratorium mendapatkan hasil yang lebih akurat dengan darah

kontrol. Jika darah tidak dicampur dengan antikoagulan segera, jika ada kelebihan antikoagulan, jika darah tidak diperiksa segera (dalam waktu satu jam lebih baik), jika darah tidak dikocok sebelum diperiksa, atau jika botolnya terbuat dari plastik atau polietilen, hasilnya akan berubah (Marpiah, 2017).

Melakukan pemeriksaan darah lengkap biasanya memerlukan penggunaan mesin penghitung otomatis yang dikenal sebagai analis hematologi. Mungkin ada hasil cepat dari pemeriksaan ini. Namun alat hitung otomatis gagal menghitung sel abnormal seperti leukemia, infeksi bakteri, sepsis, dan kondisi lain menyebabkan banyak sel yang tidak matang atau abnormal. Jika jumlah sel yang sangat besar terjadi, alat tidak dapat menghitung dan pemeriksaan harus dilakukan secara manual (Marpiah, 2017).

1) Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pemeriksaan Darah Lengkap

Menurut Marpiah (2017), terdapat tiga faktor yang mempengaruhi pemeriksaan darah lengkap yaitu faktor pra analitik, analitik, dan pasca analitik.

a) Faktor Pra Analitik

Faktor pra analitik berperan dalam penentuan kualitas sampel yang akan digunakan pada tahap-tahap selanjutnya. Tahap ini mencakup administrasi, persiapan pasien, pengumpulan dan penanganan sampel. Sekitar 62% dari semua pemeriksaan laboratorium disebabkan oleh kesalahan proses praanalitik.

(1) Persiapan pasien

Faktor-faktor seperti aktivitas fisik, puasa, diet, stres, posisi, menstruasi, kehamilan, gaya hidup (alkohol, rokok, kopi, obat-obatan), usia, jenis kelamin, setelah transfusi, donasi, atau operasi, dan lainnya dapat dipengaruhi oleh proses praanalitik yang tidak terkontrol. Karena ini dapat memengaruhi beberapa

pemeriksaan hematologi, pasien harus dipertimbangkan dan memperhatikan persiapan mereka sebelum pengambilan sampel.

(2) Persiapan Pengumpulan specimen

Spesimen yang akan diperiksa di laboratorium harus memenuhi persyaratan untuk jenis pemeriksaan, memiliki volume yang mencukupi, kondisi baik (tidak lisis, segar, atau kadaluarsa), disimpan dalam wadah yang tepat, menggunakan antikoagulan atau pengawet yang tepat, dan diidentifikasi dengan benar sesuai dengan data pasien.

(3) Pengambilan specimen

Metode atau teknik pengambilan spesimen harus diperhatikan. Spesimen harus diambil dengan benar dan disimpan dalam wadah atau penampung sesuai dengan *standar prosedur operasional* (SOP) yang ada. Hal-hal yang harus diperhatikan saat melakukan pengambilan spesimen adalah sebagai berikut:

- (a) Untuk menghindari bahaya infeksi, sampel harus dimasukkan secara keseluruhan ke dalam wadah, tanpa menempel di luar.
- (b) Agar spesimen tidak tumpah, wadah harus diposisikan berdiri dan ditutup rapat.
- (c) Setelah pengambilan sampel darah, sampel harus segera dimasukkan ke dalam tabung.
- (d) Lepaskan jarum, lalu alirkan darah perlahan-lahan melalui dinding tabung agar tidak terjadi hemolisis yang mengganggu pemeriksaan darah.
- (e) Pastikan jenis antikoagulan dan volume darah yang ditambahkan sesuai.
- (f) Homogenisasi segera darah dengan antikoagulan dengan lembut. Untuk mencegah hemolisis, hindari mengocok tabung terlalu keras.

Sumber-sumber kesalahan pada pengambilan spesimen darah:

- (a) Pemasangan tourniquet terlalu lama menyebabkan hemokonsentrasi.

- (b) Pengambilan darah yang terlalu lama dan penusukan lebih dari sekali dapat menyebabkan penurunan trombosit.
- (c) Pengambilan darah melalui jalur infus dapat menyebabkan penurunan eritrosit, leukosit, dan trombosit.
- (d) Bekuan darah terjadi karena darah dengan antikoagulan yang dihomogenisasi secara tidak sempurna atau karena keterlambatan homogenisasi.

b) Faktor Analitik

Proses analitik adalah tahap pengerjaan sampel sehingga diperoleh hasil pemeriksaan.

(1) Pemeriksaan laboratorium

Untuk melakukan pemeriksaan darah lengkap seperti jumlah eritrosit, leukosit, dan trombosit, baik darah kapiler maupun darah vena dapat digunakan. Pemeriksaan dengan darah kapiler memberikan hasil yang lebih baik daripada pemeriksaan dengan darah vena.

(2) Pemeliharaan dan kalibrasi alat

Alat pemeriksaan laboratorium yang biasa harus dirawat dan kalibrasi karena tidak melakukannya akan berdampak pada hasil pemeriksaan seperti peningkatan atau penurunan jumlah eritrosit, leukosit, dan trombosit.

c) Faktor pasca analitik

Untuk meyakinkan bahwa hasil pemeriksaan benar-benar sesuai, sah, dan dapat dipertanggung jawabkan, proses pasca analitik adalah tahap akhir dari proses pemeriksaan. Proses pencatatan dan pelaporan hasil laboratorium harus dilakukan dengan hati-hati dan teliti karena dapat mempengaruhi hasil pemeriksaan dan dapat menyebabkan kesalahan dalam penyampaian.

2. Pemeriksaan Imunoserologi

a. Pengertian Pemeriksaan Imunoserologi

Gambaran klinis dan pemeriksaan penunjang dapat digunakan untuk menetapkan diagnosis DBD. Pemeriksaan serologi adalah salah satu pemeriksaan penunjang yang dapat dilakukan. Pemeriksaan ini menentukan respons imun tubuh terhadap virus dengue, yang menghasilkan pembentukan antibodi IgM dan IgG, yang dapat menentukan jenis infeksi, seperti infeksi primer dan sekunder. Dengan menggunakan pemeriksaan serologi ini, jenis infeksi yang disebabkan oleh virus dengue dapat diidentifikasi. Setelah virus masuk ke tubuh, tubuh memproduksi antibodi yang menyebabkan infeksi (Trisnadewi & Wande, 2016).

Selain itu, ada metode pemeriksaan penunjang, seperti diagnosis laboratorium untuk mengkonfirmasi infeksi virus dengue. Ini dapat mencakup pengenalan virus dengue, asam nukleat virus, antigen, dan antibodi, atau gabungan dari metode-metode ini, seperti pemeriksaan NS1. Virus dapat ditemukan dalam serum, plasma, sel-sel darah, dan jaringan lain dalam waktu empat hingga lima hari setelah serangan penyakit. Selama tahap awal penyakit, isolasi virus, asam nukleat virus, atau penemuan antigen dapat digunakan untuk menentukan infeksi. Pada hari pertama setelah serangan demam, antigen NS1 muncul dan kemudian hilang setelah lima hingga enam hari. Serologi adalah metode pilihan untuk diagnosis ketika fase akut infeksi telah berakhir (Wowor, 2011).