

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

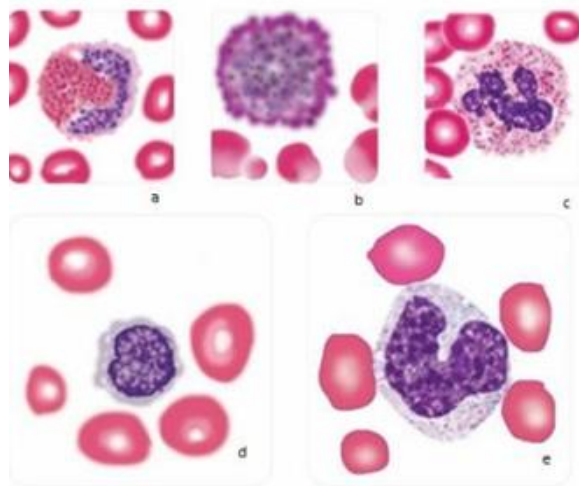
A. Lekosit

1. Definisi Lekosit

Lekosit (*leuko* = putih, *cyte* = sel) atau yang dikenal sebagai sel darah putih adalah jenis sel darah yang memiliki inti, berbeda dengan eritrosit. Selain itu, lekosit tidak mengandung hemoglobin dan tidak memiliki kemampuan untuk mengangkut oksigen. Nama lekosit juga diberikan karena sel-sel ini tampak lebih pucat dibandingkan dengan eritrosit. Umumnya, lekosit dibagi menjadi lima kelompok, yaitu neutrofil, basofil, eosinofil, monosit, dan limfosit. Setiap jenis lekosit ini memiliki ciri dan fungsi yang berbeda-beda (Rosita, Cahya & Arfira, 2019).

Kisaran jumlah normal sel darah putih adalah 4.000 hingga 11.000/mm³. Jika jumlah sel darah putih di bawah kisaran jumlah normal disebut leukopenia, dan jika jumlah sel darah putih di atas kisaran jumlah normal disebut leukositosis (Rosita, Cahya & Arfira, 2019).

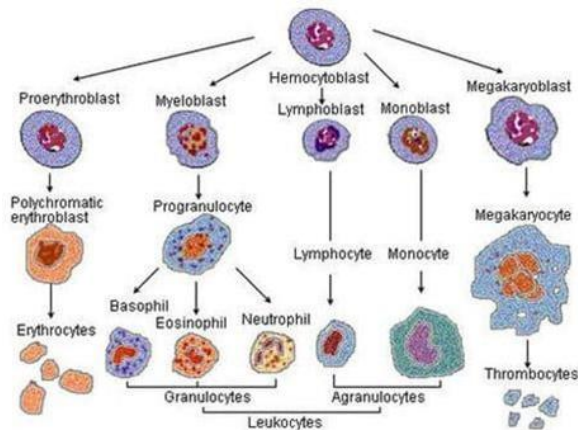
Dilihat melalui mikroskop cahaya, sel darah putih memiliki granula tertentu (granulosit) yang tampak seperti tetesan semi-cair dalam sitoplasmanya dan memiliki bentuk inti yang beragam. Sel-sel ini yang tidak memiliki granula, memiliki sitoplasma yang seragam dengan inti yang berbentuk bulat atau ginjal. Terdapat dua tipe lekosit yang tidak memiliki granula: limfosit, yang berukuran kecil dan memiliki sedikit sitoplasma; serta monosit, yang berukuran lebih besar dan memiliki lebih banyak sitoplasma. Ada tiga tipe lekosit granuler: Neutrofil, Basofil, dan Asidofil (atau eosinofil), yang dibedakan berdasarkan ketertarikan granula terhadap pewarna netral, basa, dan asam. Granula dianggap sebagai spesifik jika selalu ada dalam jenis lekosit tertentu dan sebagian besar prekursor (zat pendahulunya) (Dr. zukesti effendi, 2020).



Gambar 1 Lima jenis lekosit (a) eosinofil, (b) basofi. (c) neutrofil, (d) limfosit, dan (e) monosit (Rosita *et al.*, 2019)

2. Pembentukan Lekosit

Pembuatan sel darah putih adalah cara untuk menciptakan sel darah putih itu sendiri. Tindakan ini dimulai dengan *Colony Stimulating Factors* (CSF) yang berasal dari sel darah putih yang siap. Sel darah putih dibuat di sumsum tulang, terutama granulosit, dan mereka tinggal di sana sampai dibutuhkan dalam sistem darah. Granulosit masuk ke aliran darah ketika ada kebutuhan yang lebih tinggi untuk mereka. Pembuatan limfosit terjadi di bagian tubuh tertentu seperti sumsum tulang, timus, limpa, dan kelenjar getah bening. Pada saat yang sama, proses ini dipicu oleh timus dan kontak dengan antigen. Jumlah sel darah putih meningkat karena mitosis, yang merupakan proses pertumbuhan dan pembelahan sel langkah demi langkah. Sel-sel ini membelah dan menjadi seimbang sebagai sel darah putih matang sebelum meninggalkan sumsum tulang dan masuk ke dalam darah. Sel darah putih akan tinggal di aliran darah selama sekitar satu hari, dan kemudian masuk ke jaringan tubuh selama berminggu-minggu atau bahkan berbulan-bulan tergantung pada jenis sel darah putih (Puspitasari & Andika Aliviameita, 2019).



Gambar 2 Pembentukan lekosit

Sumber: <https://images.app.goo.gl/SquCFrS4GFo5GXxJ9>

Terdapat dua jenis lekosit, yaitu granulosit dan agranulosit. Kedua jenis lekosit ini terbentuk berdasarkan seri lekositnya. *Granulopoiesis*, atau pembentukan granulosit, dimulai dengan fase *mieloblast*. Dua jenis sel limfosit dan monosit membantu membentuk agranulosit. Pembentukan limfosit (*limfopoiesis*) dimulai dengan fase *limfoblas*, sedangkan pada monosit (*monopoiesis*) pembentukannya dimulai dengan fase *monoblast*.

Fase pertama yang mengarah ke mieloblast dan menghasilkan eosinofil, basofil, dan neutrofil sebagai produk akhir adalah granulopoiesis. Proses ini berlangsung selama tujuh hingga sebelas hari. Mieloblas, promielosit, atau progranulosit, dan mielosit dapat membelah dan mengembangkan zona aksi proliferasi atau mitosis. Sel memasuki proses pematangan setelah fase ini, yang meliputi metamielosit, tusukan neutrofil, dan segmen neutrofil, dan berhenti membelah. Sel-sel ini hidup di sumsum tulang selama sekitar sepuluh hari dan akan disalurkan ke sirkulasi darah jika diperlukan. Pematangan dan pemrosesan limfosit disebut limfopoiesis. Sekitar 20% sumsum tulang normal terdiri dari limfosit yang sedang berkembang. Setelah dimasak, limfosit akan memasuki pembuluh darah dan menyebar pada interval waktu tertentu, tergantung pada karakteristik sel. Kemudian, mereka akan berkumpul di kelenjar limfatik.

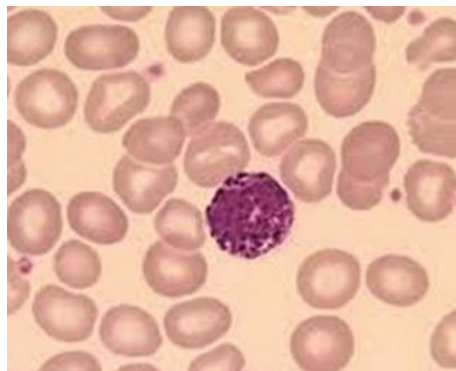
Monopoiesis berasal dari sel induk pluripotensial yang menghasilkan berbagai keturunan dengan potensi yang lebih terbatas, termasuk unit pembentuk koloni granulosit dua potensi. Keturunan sel ini dapat menjadi

granulosit atau monoblas. Monoblas selanjutnya dipisahkan menjadi promonosit, dengan beberapa berlipat ganda menjadi monosit yang beredar dalam darah dan yang lainnya berfungsi sebagai cadangan sel. dengan laju perkembangan yang sangat lambat. Dari sel induk hingga menjadi monosit, prosesnya memakan waktu sekitar 55 jam. Monosit akan berpindah ke sinus setelah perkembangan; mereka tidak terlalu prevalen di sumsum tulang. Monosit akan bertahan di dalam pembuluh darah selama kurang dari 36 jam sebelum memasuki jaringan. Enam jenis leukosit yang umum ditemukan dalam darah adalah: eosinofil, basofil neutrofil tusuk, neutrofil segmen, limfosit, dan monosit.

3. Jenis dan Karakteristik Leukosit

a. Basofil

Basofil mempunyai granula bulat dengan ukuran bervariasi. Sifat basofil adalah penyuka basa atau basofilik. Pengecatan dengan pewarna dasar menyebabkan basofil terlihat berwarna biru keunguan. Granula biasanya mengaburkan nukleus, yang memiliki dua lobus (Rosita, Cahya & Arfira, 2019).

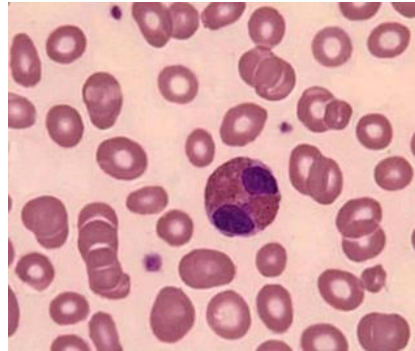


Gambar 3 Sel Basofil (Nurhayati, 2016)

b. Eosinofil

Eosinofil mempunyai granula berukuran besar dan seragam. Eosinofil tertarik kuat pada eosin, atau bersifat eosinofilik (menyukai eosin). Eosin berwarna merah-oranye dan bersifat asam, sehingga eosinofil akan terlihat kemerahan. Granula biasanya tidak menutupi atau mengaburkan nukleus, sehingga nukleus tetap akan tampak. Eosinofil paling sering memiliki dua

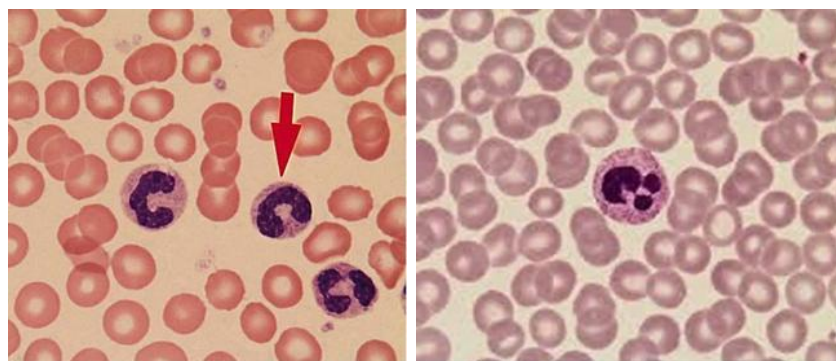
atau tiga lobus yang dihubungkan oleh untaian tipis material nukleus (Rosita, Cahya & Arfira, 2019).



Gambar 4 Sel Basofil (Nurhayati, 2016)

c. Neutrofil

Neutrofil mempunyai granula lebih kecil dibandingkan lekosit granuler lain, terdistribusi merata, dan berwarna lilac pucat. Karena granula tidak tertarik baik pada asam/eosin (merah) atau basa (biru), lekosit ini adalah neutrofilik (neutro = neutral, bersifat netral). Nukleus memiliki dua hingga lima lobus, dihubungkan oleh untaian material nukleus yang sangat tipis. Seiring bertambahnya umur sel, jumlah lobus nukleus meningkat (Rosita, Cahya & Arfira, 2019).



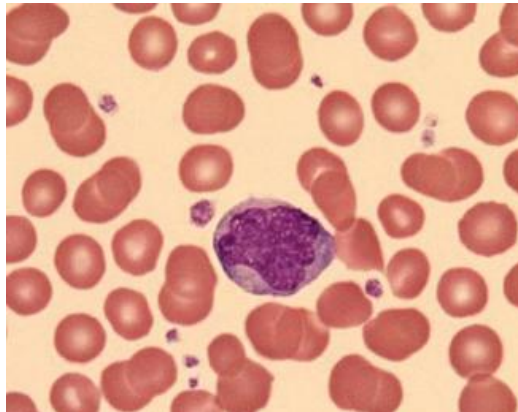
(a)

(b)

Gambar 5 (a) Sel Neutrofil batang; (b) Neutrofil segmen (Nurhayati, 2016)

d. Monosit

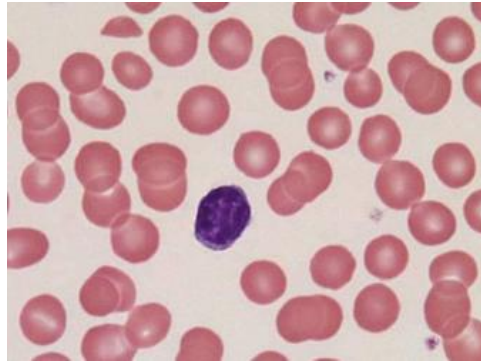
Monosit mempunyai nukleus berbentuk ginjal atau berbentuk tapal kuda, dan sitoplasma berwarna biru keabu-abuan. Monosit mempunyai granula azurophilic yang sangat halus, yang sesungguhnya adalah lisosom. Aliran darah hanyalah perantara bagi monosit, yang bermigrasi dari darah ke dalam jaringan. Monosit akan berdiferensiasi menjadi makrofag di dalam jaringan. Sebagian monosit menjadi makrofag yang tetap, yang berarti sel tersebut berada di jaringan tertentu; contoh makrofag alveolar di paru-paru atau makrofag di limpa. Sementara itu, monosit lainnya menjadi makrofag yang mengembara. Makrofag ini menjelajah jaringan dan berkumpul di tempat-tempat infeksi atau peradangan (Rosita, Cahya & Arfira, 2019).



Gambar 6 Sel Monosit (Nurhayati, 2016)

e. Limfosit

Limfosit mempunyai nukleus berwarna gelap dan bulat. Sitoplasma berwarna biru langit dan membentuk lingkaran di sekitar nukleus. Semakin besar sel, semakin banyak sitoplasma yang terlihat. Limfosit dapat berukuran tergolong kecil dengan diameter 6-9 μm atau besar dengan diameter 10-14 μm . Meskipun perbedaan ukuran antara limfosit kecil dan besar tidak begitu signifikan, perbedaannya masih bermanfaat secara klinis. Peningkatan ukuran limfosit mempunyai signifikansi diagnostik pada infeksi virus akut dan pada beberapa penyakit imunodefisiensi (Rosita, Cahya & Arfira, 2019).



Gambar 7 Sel Limfosit (Rosita *et al.*, 2019)

4. Fungsi Sel Lekosit

Lekosit, yang dikenal juga sebagai sel darah putih, adalah bagian penting dari sistem pertahanan tubuh yang berfungsi melawan infeksi, menjaga kestabilan internal, dan memperbaiki jaringan yang telah rusak. Sel-sel ini beroperasi dengan mengenali pola molekuler dari patogen atau jaringan yang mengalami kerusakan. Setelah menerima isyarat dari mediator inflamasi seperti sitokin, lekosit akan berpindah keluar dari pembuluh darah melalui proses diapedesis menuju lokasi infeksi atau cedera untuk menjalankan tugasnya.

Peran utama lekosit adalah melindungi tubuh dari mikroorganisme penyebab penyakit dengan melakukan mekanisme fagositosis, menghasilkan mediator inflamasi, melepaskan enzim, dan mengaktifkan respons imun yang bersifat adaptif. Selain itu, lekosit juga berperan penting dalam menghilangkan sisa-sisa seluler, mengatur tingkat peradangan agar tidak terlalu berlebihan, dan menjaga keseimbangan dalam respons imun.

Dengan demikian, lekosit tidak hanya berfungsi sebagai garis pertahanan awal, tetapi juga bertindak sebagai penghubung antara imunitas bawaan dan yang bersifat adaptif. Lebih dari itu, lekosit juga berkontribusi dalam membentuk memori imunologis yang memungkinkan tubuh untuk memberikan respons yang lebih cepat dan efektif terhadap paparan antigen yang sama di kemudian hari. Dalam konteks klinis, jumlah dan fungsi lekosit menjadi indikator penting dalam mengukur kondisi kesehatan seseorang. Penurunan jumlah lekosit (leukopenia) dapat menunjukkan kelemahan pada sistem imun, sementara peningkatan jumlah lekosit

(leukositosis) sering kali mengindikasikan adanya infeksi, peradangan, atau penyakit tertentu (Tigner & Ibrahim, 2020).

5. Kelainan Jumlah Lekosit

a. Peningkatan Jumlah Lekosit

Leukositosis adalah kondisi di mana jumlah lekosit melebihi jumlah normal, yang berarti lebih dari 11.000 sel/mm^3 , dan biasanya menunjukkan reaksi tubuh terhadap infeksi atau peradangan. Keadaan ini sering terlihat pada infeksi bakteri, tekanan fisik, kehamilan, cedera, atau penyakit tertentu seperti leukemia.

Leukositosis umumnya merupakan tanda respons inflamasi seperti infeksi, tetapi juga dapat terjadi selama infeksi parasit atau kanker seperti leukemia. Neutrofil juga dapat meningkat karena kondisi lain seperti stres (Tigner & Ibrahim, 2020).

b. Penurunan Jumlah Lekosit

Di sisi lain, Leukopenia merujuk pada situasi di mana jumlah lekosit (sel darah putih) dalam darah turun di bawah standar normal, yaitu kurang dari 4.000 sel/mm^3 . Kondisi ini menunjukkan bahwa tubuh mungkin kesulitan untuk melawan infeksi, karena lekosit berperan penting dalam mempertahankan tubuh dari mikroba penyebab penyakit.

Leukopenia dapat disebabkan oleh stress berkepanjangan, infeksi virus, penyakit atau kerusakan sumsum tulang, radiasi atau kemoterapi, penyakit sistemik parah seperti lupus eritematosus, penyakit tiroid, dan sindrom cushing. Pada leukopenia, semua atau salah satu jenis lekosit saja yang dapat terpengaruh. Jumlah eritrosit lekosit menurun pada penyakit infeksi usus, keracunan bakteri (septicemia), kehamilan, dan partus (Puspitasari & Andika Aliviameita, 2019).

6. Hubungan Jumlah Lekosit dengan DBD

Pada infeksi dengue, baik yang pertama kali maupun yang kedua, jumlah lekosit dan trombosit mengalami penurunan, yang merupakan ciri khas dari proses penyakit demam berdarah dengue (DBD). Leukopenia terjadi akibat depresi sumsum tulang yang disebabkan oleh infeksi virus serta pelepasan zat inflamasi. Pada penderita DBD dapat terjadi leukopenia

ringan hingga leukositosis sedang. Pada 50% kasus DBD ringan, leukopenia dapat terjadi pada hari demam pertama dan ketiga. Saat terjadinya demam, mulai terjadi penurunan jumlah lekosit dan netrofil. Puncak dari penurunan jumlah lekosit terjadi sesaat sebelum turun dan normal kembali pada 2-3 hari setelah turun demam (Syafutra, Almurdi & Syah, 2022).

Dalam perkembangan penyakit DBD, leukopenia menjadi salah satu hasil laboratorium yang signifikan selain ausensi trombosit. Penurunan jumlah lekosit sudah mulai terlihat pada tahap awal demam, yang disebabkan oleh penekanan sumsum tulang dan kerusakan pada sel progenitor, kemudian mencapai titik terendah pada fase kritis, sebelum kembali ke level normal saat fase pemulihan. Kejadian ini menunjukkan adanya gangguan pada proses pembentukan sel darah yang berkaitan dengan perkembangan infeksi dengue. Leukopenia juga sering muncul bersamaan dengan perubahan darah lainnya, seperti peningkatan jumlah monosit atau limfosit, yang mencerminkan respons sistem imun tubuh terhadap virus. Hasil ini menunjukkan bahwa leukopenia bukan hanya indikator laboratorium yang khas untuk DBD, tetapi juga bisa berfungsi sebagai tanda kemajuan penyakit, terutama saat dikombinasikan dengan trombositopenia dan tanda klinis lainnya (Ismail *et al.*, 2024).

B. Demam Berdarah Dengue (DBD)

1. Pengertian DBD

Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah penyakit yang dapat menular, disebabkan oleh virus Dengue dan disebarkan melalui nyamuk dari jenis *Aedes aegypti* atau *Aedes albopictus*. Keberadaan vektor dalam distribusi penyakit ini menyebabkan banyak kasus terjadi pada waktu musim hujan, ketika muncul genangan air yang menjadi lokasi tempat berkembang biak nyamuk. Selain faktor cuaca dan keadaan lingkungan, beberapa penelitian menunjukkan bahwa DBD berkaitan dengan mobilitas, kepadatan penduduk, serta perilaku masyarakat. Unsur-unsur yang memengaruhi aspek tersebut menjadi dasar dalam upaya pencegahan serta pengendalian DBD (Darmawan, 2019).

2. Etiologi DBD

Penyebab dari penyakit Dengue adalah virus yang ditularkan oleh arthropoda, yang termasuk dalam keluarga Flaviviridae dan genus flavivirus. Virus berukuran kecil ini, dengan diameter sekitar 50 nm, mengandung RNA berstandar tunggal. Virion terdiri dari nukleokapsid yang memiliki bentuk simetris kubus dan dilapisi oleh amplop lipoprotein. Genom virus Dengue memiliki panjang kira-kira 11.000 dan terdiri dari tiga gen yang bertanggung jawab atas protein struktural, yaitu protein nukleokapsid (C), protein yang terkait dengan membran (M), dan protein amplop (E) serta gen untuk protein non-struktural (NS). Terdapat empat tipe serologis virus yang diidentifikasi, yaitu DEN-1, DEN-2, DEN-3, dan DEN-4 (Kementerian Kesehatan RI, 2017).

3. Tanda dan Gejala Demam Berdarah Dengue

a. Demam

- 1) Demam yang muncul tiba-tiba dengan suhu tinggi dan berlangsung tanpa henti selama 2 hingga 7 hari.
- 2) Penurunan demam biasanya terjadi setelah hari ketiga, namun perlu diwaspadai karena fase ini bisa berisiko mengalami syok. Hari ketiga hingga keenam merupakan periode kritis untuk terjadinya syok.

b. Tanda-tanda perdarahan

- 1) Pada pasien dengan DBD, perdarahan disebabkan oleh vaskulopati, rendahnya jumlah trombosit, gangguan fungsi trombosit, serta masalah koagulasi dalam pembuluh darah. Perdarahan yang paling umum terjadi adalah perdarahan pada kulit, seperti hasil uji Tourniquet yang positif (uji Rumple Leed/ uji bendung), bercak merah, memar, dan perdarahan di konjungtiva. Bercak merah bisa muncul di awal demam atau setelah hari ketiga demam.
- 2) Terkadang, bercak merah sulit dibedakan dengan bekas gigitan nyamuk. Untuk membedakannya, tekanlah bercak merah yang dicurigai dengan menggunakan kaca objek atau penggaris plastik transparan, atau dengan menarik kulit. Jika bercak tersebut menghilang saat ditekan atau ditarik, berarti itu bukan bercak merah.

Terdapat pula jenis perdarahan lain seperti mimisan, perdarahan dari gusi, tinja berdarah, dan muntah darah. Pada anak yang belum pernah mengalami mimisan, kejadian ini menjadi indikator penting. Kadang-kadang juga muncul perdarahan di konjungtiva atau darah dalam urin.

c. Hepatomegali (Pembesaran hati)

- 1) Pembesaran hati biasanya dapat terdeteksi pada fase awal penyakit, dan variasinya bisa dari yang hanya bisa diraba (*just palpable*) hingga 2-4 cm di bawah lengkung iga kanan dan di bawah prosesus *Xifoideus*.
- 2) Proses pembesaran hati, dari yang tidak terasa menjadi terasa, dapat menggambarkan perjalanan penyakit DBD. Ukuran pembesaran hati tidak selalu berkorelasi dengan seberapa parah penyakit yang diderita, namun nyeri saat ditekan di area hipokondrium kanan bisa disebabkan oleh regangan pada kapsul hati. Nyeri perut biasanya lebih jelas terasa pada anak yang lebih besar dibandingkan dengan anak yang lebih kecil.

d. Syok

Teridentifikasi adanya tanda-tanda dan gejala syok hipovolemik, baik yang masih terkompensasi maupun yang sudah dekompensasi (Kementerian Kesehatan RI, 2017).

4. Faktor Resiko Penyakit Demam Berdarah Dengue

Secara epidemiologis, ada berbagai faktor yang berpengaruh terhadap timbulnya suatu penyakit, yang dapat dikelompokkan menjadi faktor inang, faktor penyebab, dan faktor lingkungan. Dalam konteks penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD), faktor inang mencakup usia, kekebalan tubuh, dan kondisi nutrisi seseorang. Anak-anak, terutama yang berada di usia sekolah, lebih mudah terpengaruh karena mereka lebih aktif di luar rumah dan sistem kekebalan tubuh mereka masih berkembang. Faktor penyebab untuk DBD adalah virus Dengue yang ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* sebagai penyebar. Di sisi lain, faktor lingkungan terdiri dari hal-hal seperti kondisi geografis termasuk ketinggian, curah hujan, kelembapan, angin, serta perubahan

musim, dan juga aspek demografis seperti tingginya kepadatan penduduk yang dapat mempengaruhi laju penyebaran penyakit (Zain & Cahyati, 2022).

Jumlah kasus DBD lebih sering meningkat pada bulan Juli dan Agustus, saat kondisi cuaca belum konsisten dan hujan yang melimpah menyebabkan banyak area tergenang. Selain itu, faktor-faktor seperti jumlah populasi nyamuk yang padat, pertumbuhan jumlah penduduk, urbanisasi yang tidak teratur, serta cara masyarakat dalam mengelola lingkungan juga berkontribusi pada percepatan penyebaran DBD.

5. Fase Perjalanan Penyakit DBD

Perjalanan penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) terdiri dari tiga fase, yaitu fase demam, fase kritis, dan fase penyembuhan. Fase demam berlangsung selama 2–7 hari dan ditandai dengan demam tinggi yang muncul secara mendadak. Pada fase ini pasien dapat mengalami nyeri kepala, nyeri otot dan sendi, nyeri punggung, mual, muntah, penurunan nafsu makan, serta nyeri perut. Selain itu, dapat ditemukan tanda perdarahan ringan seperti uji torniquet positif, petekie, atau mimisan. Pada kasus anak usia 6 tahun dalam jurnal tersebut, fase demam ditandai dengan demam tinggi selama tiga hari yang disertai nyeri kepala, mual, muntah, dan nyeri perut.

Fase kritis biasanya terjadi saat suhu tubuh mulai turun, yaitu pada hari ke-3 hingga ke-7 penyakit. Pada fase ini terjadi kebocoran plasma yang dapat menyebabkan peningkatan hematokrit, penurunan jumlah trombosit, hingga syok jika tidak segera ditangani. Tanda-tandanya meliputi tekanan darah menurun, nadi cepat dan lemah, akral dingin, pengisian kapiler memanjang, serta penurunan produksi urin. Setelah melewati fase kritis, pasien memasuki fase penyembuhan yang ditandai dengan kondisi tubuh yang semakin membaik, nafsu makan kembali meningkat, dan produksi urin kembali normal. Pada fase ini kebutuhan cairan juga mulai berkurang karena kebocoran plasma telah berhenti dan cairan tubuh kembali ke pembuluh darah (Hendroko, 2014).

6. Pemeriksaan Laboratorium DBD

Ada berbagai jenis pemeriksaan laboratorium untuk pasien dengan infeksi dengue, antara lain:

a. Hematologi

1) Lekosit

Umumnya jumlah lekosit normal, tetapi cenderung menurun dengan neutrofil yang mendominasi. Pada hari ketiga hingga ketujuh penyakit, sering kali terdapat peningkatan limfosit atipikal atau limfosit plasma biru (LPB) lebih dari 4% dalam darah perifer.

Tabel 1 Nilai Hitung Jenis Lekosit

Jenis Lekosit	Persentase/Jumlah ($\mu\text{l}/\text{mm}^3$)	Keterangan (Usia Dewasa & Anak)
Neutrofil (total)	- Dewasa: 50–70% (2500–7000) - Bayi baru lahir: 61% - Usia 1 tahun: 32%	Neutrofil meningkat pada dewasa, menurun pada anak usia 1 tahun
Segmen (Neutrofil matang)	50–65% (2500–6500)	Dewasa
Eosinofil	1–3% (100–300)	Dewasa
Basofil	0,4–1,0% (40–100)	Dewasa
Jenis Lekosit	Persentase/Jumlah ($\mu\text{l}/\text{mm}^3$)	Keterangan (Usia Dewasa & Anak)
Monosit	- Dewasa: 4–6% (200–600) - Anak 1–12 tahun: 4–9%	Rentang anak sedikit lebih tinggi
Limfosit	- Dewasa: 25–35% (1700–3500) - Bayi baru lahir: 34% - Usia 1 tahun: 60% - Usia 6 tahun: 42% - Usia 12 tahun: 38%	Limfosit tinggi pada anak kecil, menurun seiring usia

Sumber: (Rosita *et al.*, 2019)

2) Trombosit

Pemeriksaan dapat dilakukan dengan teknik semi kuantitatif, metode langsung (Rees-Ecker), atau cara lain sesuai kemajuan teknologi. Jumlah trombosit biasanya $\leq 100.000/\mu\text{l}$ pada hari ketiga hingga ketujuh penyakit. Maka, pemeriksaan harus diulang setiap 4–

6 jam hingga jumlah trombosit kembali normal atau keadaan klinis pasien membaik.

3) Hematokrit

Peningkatan nilai hematokrit menunjukkan terjadinya kebocoran pembuluh darah dan menjadi tanda perembesan plasma. Hemokonsetrasi dengan peningkatan lebih dari 20% menandakan peningkatan permeabilitas kapiler. Nilai hematokrit normal bervariasi antar kelompok yaitu 33–38% untuk anak-anak, 40–48% untuk pria dewasa, dan 37–43% untuk wanita dewasa. Jika tidak ada pemeriksaan laboratorium, nilai hematokrit dapat diestimasi dari tiga kali kadar hemoglobin.

Nilai normal hematokrit:

- Anak-anak : 33 - 38 vol%
- Dewasa laki-laki : 40 - 48 vol%
- Dewasa perempuan : 37 - 43 vol%

b. Radiologi

Pemeriksaan radiologi dapat membantu dalam mengidentifikasi komplikasi. Foto toraks dengan posisi Right Lateral Decubitus dapat menunjukkan adanya efusi pleura minimal pada paru-paru kanan. Selain itu, pemeriksaan USG dapat mendeteksi keberadaan asites, penebalan dinding kantong empedu, serta efusi pleura.

c. Serologis

Pemeriksaan serologis dilakukan berdasarkan adanya antibodi pada pasien dengue.

- 1) Uji Hemaglutinasi Inhibisi (HI): Ini dianggap sebagai gold standard, namun membutuhkan dua sampel darah yang diambil pada fase akut dan fase convalescent, sehingga hasilnya tidak segera tersedia.
- 2) ELISA (IgM/IgG): Digunakan untuk membedakan antara infeksi primer dan sekunder dengan melihat rasio antibodi IgM terhadap IgG. Tes ini lebih praktis karena hanya memerlukan satu sampel darah pada fase akut, dan hasil dapat diperoleh dengan lebih cepat. Saat ini, tes cepat juga tersedia dalam bentuk Dengue Rapid Test,

seperti Dengue Rapid Strip Test, yang menggunakan prinsip ELISA (Kementerian Kesehatan RI, 2017).

C. Metode Pemeriksaan Jumlah Lekosit

1. Metode Manual

Pemeriksaan jumlah lekosit secara manual dilakukan dengan menggunakan kamar hitung *Improved Neubauer* yang sudah bersih dan kering. Pasang deck glass di atas kamar hitung. Dalam prosedur ini, darah terlebih dahulu diencerkan dengan menggunakan larutan Turk. Dengan pipet thoma darah EDTA dihisap sampai batas 0,5 untuk pengenceran 20 kali. Sisa darah yang masih menempel di bagian ujung luar pipet dibersihkan. Reagen Turk dihisap sampai tanda batas 11, tidak boleh terdapat gelembung udara.

Pipet thoma dikocok selama 2-3 menit agar darah homogen. Buang 3-4 tetes pertama, tetesan selanjutnya masukkan kedalam kamar hitung dengan cara dialirkan dari pinggir deck glass. Sel lekosit dihitung menggunakan mikroskop dengan perbesaran 10x dan 40x. Lekosit dihitung pada 16 kotak sedang yang ada pada sudut kamar hitung (Neubauer, 2024).

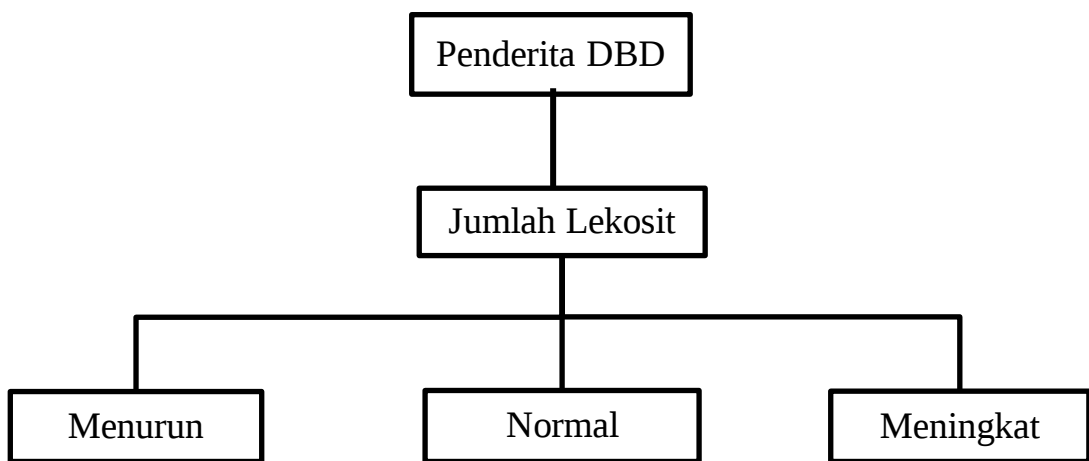
2. Metode Otomatis

Pemeriksaan jumlah lekosit dengan cara otomatis dilakukan menggunakan *Hematology analyzer*. Perangkat ini beroperasi berdasarkan prinsip impedansi atau sitometri aliran, di mana darah mengalir melewati celah sempit dan perubahan resistensi listrik yang terjadi saat sel darah melewati celah tersebut akan terdeteksi sebagai sinyal perhitungan. Proses ini memungkinkan ratusan ribu sel untuk diproses dengan cepat satu per satu, sehingga hasil yang diperoleh menjadi lebih tepat dan efisien. Jumlah lekosit ditampilkan secara instan pada hasil pemeriksaan sebagai nilai WBC (sel darah putih), dan dapat langsung digunakan oleh dokter untuk tujuan diagnosis atau penilaian terapi.

Keunggulan dari metode otomatis ini meliputi kecepatan, akurasi, serta kemampuan untuk memproses sejumlah besar sampel dengan kualitas yang terjaga. Namun, penggunaannya terbatas hanya di laboratorium yang memiliki peralatan lengkap, karena alat analisis hematologi tergolong

mahal dan memerlukan maintenance serta program pengendalian kualitas yang ketat. Penelitian menunjukkan bahwa metode otomatis menghasilkan rata-rata jumlah lekosit yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode manual, dengan perbedaan yang signifikan secara statistik, sehingga metode ini dianggap lebih baik dan direkomendasikan sebagai standar emas dalam pemeriksaan lekosit di laboratorium modern (Pandju, Rita Amini Warastuti & Srikit Nurkamiden, 2023).

D. Kerangka Konsep



Gambar 8 Kerangka Konsep