

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Hemoglobin

1. Definisi Hemoglobin

Hemoglobin merupakan protein kompleks yang berada di dalam sel darah merah (eritrosit) dan memiliki fungsi utama untuk membawa oksigen dari paru-paru ke berbagai jaringan tubuh, serta mengembalikan karbondioksida dari jaringan ke paru-paru untuk diekskresikan. Molekul ini terbentuk dari empat rantai polipeptida globin, masing-masing dengan satu gugus heme yang memiliki atom besi (Fe^{2+}) sebagai inti mengikat oksigen. Interaksi oksigen dengan atom besi ini yang memberikan warna merah khas pada darah manusia (StatPearls Publishing, 2024).

Hemoglobin (Hb) adalah protein tetramerik dalam sel darah merah (eritrosit) yang berikatan dengan senyawa non-protein porfirin berisi besi, disebut heme. Protein ini memiliki dua peran utama dalam transportasi tubuh, yakni mengantarkan oksigen dari paru-paru ke jaringan tubuh dan membawa karbondioksida serta ion hidrogen (proton) dari jaringan perifer kembali ke organ pernapasan untuk dikeluarkan (Gunadi, Mewo and Tiho, 2016).

2. Struktur Hemoglobin

Hemoglobin terbentuk dari protein globin yang terdiri atas empat rantai polipeptida, yaitu dua rantai alfa (α) dan dua rantai beta (β), membentuk struktur tetramerik. Setiap rantai globin terikat dengan satu gugus heme, pigmen non-protein yang memiliki atom besi (Fe^{2+}) di tengahnya. Atom besi ini krusial untuk mengikat dan melepaskan oksigen serta karbondioksida, memungkinkan hemoglobin berfungsi sebagai pembawa gas pernapasan (Rosita, Cahya and Arfira, 2019).

3. Fungsi Hemoglobin

Hemoglobin adalah protein utama dalam sel darah merah (eritrosit) yang memiliki peran penting dalam sistem transportasi gas tubuh. Strukturnya memungkinkan fungsi ganda, yaitu membawa oksigen dari paru-paru ke jaringan tubuh dan mengembalikan karbondioksida serta ion hidrogen dari jaringan perifer ke organ pernapasan untuk diekskresikan. Fungsi ini membuat komponen

hemoglobin menjadi penting untuk menjaga keseimbangan pertukaran gas dan stabilitas fisiologis manusia (Gunadi, Mewo and Tiho, 2016).

4. Jenis-Jenis Metode Pemeriksaan Hemoglobin

a. Metode Sahli

Metode Sahli adalah teknik tradisional yang masih banyak digunakan di laboratorium klinik untuk mengukur kadar hemoglobin. Prinsipnya berdasarkan reaksi hemoglobin dengan asam klorida (HCl) 0,1 N, menghasilkan ferrihematin (hemin) berwarna coklat. Intensitas warna dibandingkan dengan standar pada hematinometer untuk memperkirakan kadar hemoglobin. Meski sederhana dan tidak membutuhkan alat canggih, akurasinya rendah karena subjektivitas pengamatan visual dibandingkan spektrofotometri modern (Karakochuk *et al.*, 2019).

1. Alat dan Bahan:

- a. Hemoglobinometer Sahli
- b. Pipet Sahli
- c. HCl 0,1 N
- d. Air suling/aquadest
- e. Lancet / jarum
- f. Kapas alkohol
- g. Darah kapiler (Kurniawan, 2019).

2. Prosedur Kerja:

- a. Isi tabung hemoglobinometer dengan larutan HCl 0,1 N menggunakan pipet sampai tanda paling rendah atau angka 2, kemudian diletakkan pada komparator hemoglobinometer.
- b. Sampel darah diambil dari darah kapiler atau darah vena dengan antikoagulan EDTA.
- c. Darah dipipet menggunakan pipet Sahli sebanyak 20 μ L, kemudian darah yang berlebih pada ujung pipet dibersihkan.
- d. Masukkan darah ke dalam tabung hemoglobinometer yang berisi HCl, kemudian diaduk menggunakan batang pengaduk.
- e. Diamkan ± 10 menit hingga terbentuk warna coklat (asam hematin).

- f. Tambahkan aquadest sedikit demi sedikit sambil diaduk sampai warna sama dengan standar.
 - g. Larutan dicocokkan dengan warna pembanding menggunakan cahaya alami.
 - h. Baca kadar hemoglobin pada skala satuan g/dL (Kurniawan, 2019).
3. Interpretasi Hasil:
- a. Nilai dibaca dalam g/dL.
 - b. Normal:
 - Laki-laki: 13–17 g/dL.
 - Perempuan: 12–15 g/dL.
 - Bayi: 14–24 g/dL (Kurniawan, 2019).

b. Metode Tallquist

Metode Tallquist beroperasi dengan membandingkan warna darah terhadap skala warna standar. Setetes darah Ditempatkan pada kertas saring khusus, lalu dibandingkan dengan kartu skala warna yang menunjukkan gradasi dari merah muda hingga merah tua, mewakili konsentrasi hemoglobin berbeda. Intensitas sampel warna yang digunakan untuk mencerminkan kadar hemoglobin. Walaupun cepat dan mudah, akurasi tergantung pada interpretasi visual pengamat, sehingga rentan terhadap kesalahan (A'Tourrohman, 2020).

1. Alat dan Bahan
 - a. Buku Tallquist (skala warna standar)
 - b. Kertas saring
 - c. Lancet
 - d. Alkohol swab
 - e. Jam/timer (DPW Patelki Banten, 2024).
2. Prosedur Kerja
 - a. Bersihkan ujung jari menggunakan alcohol swab, kemudian lakukan penusukan dengan lancet steril
 - b. Teteskan darah pada kertas Tallquist.
 - c. Tunggu selama 10-15 detik hingga warna darah stabil.
 - d. Bandingkan warna darah pada kertas dengan skala warna standar pada buku Tallquist.

- e. Catat nilai hemoglobin sesuai kecocokan warna (DPW Patelki Banten, 2024).

3. Interpretasi Hasil

- a. Hasil dibaca dalam bentuk persentase (%) dan dapat dikonversi ke satuan g/dL.
- b. Pemeriksaan bersifat semikuantitatif.
- c. Metode ini digunakan sebagai screening awal dan memiliki tingkat kesalahan sekitar 25-50%, sehingga tidak digunakan sebagai diagnosis definitif (DPW Patelki Banten, 2024).

c. Metode Cu-Sulfat

Metode Cu-sulfat adalah cara pemeriksaan hemoglobin yang digunakan untuk menilai kelayakan donor darah berdasarkan kadar hemoglobin. Pemeriksaan ini biasanya dilakukan sebelum transfusi darah untuk memastikan darah donor memenuhi standar kadar hemoglobin normal (Wahyuni and Aliviameita, 2021).

1. Alat dan Bahan

- a. Larutan CuSO_4 dengan berat jenis tertentu
- b. Tabung glass jar
- c. Lancet/jarum
- d. Darah kapiler
- e. Jam/timer (Firdayanti, Susanti and S.A. Idris, 2024).

2. Prosedur Kerja

- a. Teteskan darah ke permukaan larutan CuSO_4 .
- b. Amati perilaku tetesan darah selama ± 15 detik:
- c. Jika tenggelam $\rightarrow \text{Hb} \geq$ standar larutan
- d. Jika mengapung / turun lambat $\rightarrow \text{Hb} <$ standar (Firdayanti, Susanti and S.A. Idris, 2024).

3. Interpretasi Hasil

- a. Hasil kualitatif (layak / tidak layak).
- b. Banyak digunakan pada skrining calon donor darah.
- c. Tidak memberikan angka pasti Hb, hanya cut-off (Firdayanti, Susanti and S.A. Idris, 2024).

d. Metode Sianmethemoglobin

Dalam metode sianmethemoglobin, reagen yang digunakan adalah larutan Drabkin, yang berisi kalium ferisianida dan kalium sianida. Saat sampel darah ditambahkan, kalium ferisianida mengoksidasi ion besi (Fe^{2+}) pada hemoglobin menjadi Fe^{3+} , membentuk methemoglobin. Kalium sianida kemudian bereaksi dengan methemoglobin, menghasilkan sianmethemoglobin berwarna stabil. Intensitas warna diukur dengan fotometer atau spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm untuk menentukan kadar hemoglobin secara kuantitatif (Aini, 2021).

1. Alat dan Bahan

- a. Reagen Drabkin
- b. Kuvet fotometer
- c. Spektrofotometer (540 nm)
- d. Pipet mikro
- e. Sampel darah (kapiler / vena)
- f. Tabung reaksi
- g. Kontrol standar Hb (Aini, 2021).

2. Prosedur Kerja

- a. Campurkan 20 μL darah dengan 5 mL reagen Drabkin.
- b. Tunggu 5–10 menit untuk pembentukan sianmethemoglobin.
- c. Masukkan ke kuvet.
- d. Ukur absorbansi dengan spektrofotometer pada λ 540 nm.
- e. Hitung kadar Hb berdasarkan kurva standar (Aini, 2021).

3. Interpretasi Hasil

- a. Hasil sangat akurat dan kuantitatif.
- b. Rentang normal sama seperti metode Sahli.
- c. Digunakan sebagai metode referensi WHO.
- d. Absorbansi berbanding lurus dengan kadar Hb (Aini, 2021).

e. Metode Hematology Analyzer

Teknologi laboratorium modern menghasilkan sistem otomatis penuh melalui hematology analyser, yang mengukur hemoglobin dengan kolorimetri optik dan impedansi listrik. Alat ini mengintegrasikan impedansi listrik,

konduktivitas frekuensi radio, hamburan sinar laser, dan analisis sitokimia, memungkinkan komponen darah cepat dan akurat. Sistem ini menawarkan efisiensi tinggi, namun memerlukan biaya operasional besar dan pemeliharaan rutin untuk menjaga stabilitas hasil (Chhabra, 2018).

1. Alat dan Bahan

- a. Hematology analyzer otomatis
- b. EDTA whole blood
- c. Reagen analyzer (larutan hemolisis, diluent, dll.)
- d. Printer atau komputer output (Chhabra, 2018).

2. Prosedur Kerja

- a. Homogenkan darah EDTA.
- b. Masukkan sampel ke Hematology analyzer.
- c. Mesin melakukan:
 - Hemolisis eritrosit
 - Pembacaan Hb dengan fotometri
 - Perhitungan hitung darah lengkap
- d. Hasil muncul otomatis dalam laporan digital (Chhabra, 2018).

3. Interpretasi Hasil

- a. Hb ditampilkan dalam g/dL.
- b. Analyzer juga menampilkan parameter lain:
 - RBC, HCT, MCV, MCH, MCHC, WBC, PLT, dsb.
- c. Hasil sangat akurat dan cepat.
- d. Memerlukan kontrol kualitas rutin (Chhabra, 2018).

5. Faktor Yang Mempengaruhi Kadar Hemoglobin

Kadar hemoglobin (Hb) dipengaruhi oleh interaksi kompleks faktor biologi, fisiologis, dan kesehatan individu. Usia adalah penentu utama, di mana anak-anak biasanya memiliki kadar Hb lebih rendah dari orang dewasa, terkait pertumbuhan cepat, kebutuhan besi tinggi, dan hematopoiesis yang belum optimal di sumsum tulang. Pada remaja, terutama perempuan, kadar Hb sering turun karena kehilangan darah menstruasi, meningkatkan risiko anemia besi. Studi menunjukkan prevalensi anemia lebih tinggi pada remaja perempuan

dibandingkan laki-laki, mengindikasikan hubungan hormonal dan kebutuhan nutrisi (Fadlilah, 2018)

Jenis kelamin juga berpengaruh, dengan laki-laki umumnya memiliki kadar Hb lebih tinggi daripada perempuan, karena hormon androgen seperti testosteron merangsang eritropoiesis di sumsum tulang dan meningkatkan produksi eritropoietin (Banyeh *et al.*, 2023)

Selain itu, kondisi kesehatan sistemik memainkan peran besar. Penyakit kronis seperti gagal ginjal, kanker, tuberkulosis, dan talasemia dapat mengganggu eritropoiesis atau meningkatkan hemolisis, menurunkan kadar Hb. Inflamasi kronis menghambat penyerapan besi dan sintesis hemoglobin. Kehilangan darah berlebih dari tukak lambung, hemoroid, atau menoragia juga menurunkan Hb. Secara hematologis, ini mencerminkan kekilatan produksi dan destruksi eritrosit, sebagai indikator evaluasi status hematologi pasien (Rai, Kawengian and Mayulu, 2016).

B. Demam Berdarah Dengue

1. Definisi Demam Berdarah Dengue

Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah penyakit yang disebabkan oleh virus dengue, yang tergolong dalam keluarga Flaviviridae dan genus Flavivirus. Penyakit ini ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* sebagai vektor utama, serta *Aedes albopictus* sebagai vektor tambahan. DBD dapat menjangkiti semua kelompok usia dan terjadi sepanjang tahun, namun kasusnya meningkat signifikan pada musim hujan. Hal ini karena genangan air yang melimpah menjadi habitat perkembangbiakan nyamuk *Aedes*, sehingga meningkatkan risiko infeksi (Kementerian Kesehatan RI, 2017).

Secara klinis, DBD ditandai oleh demam tinggi mendadak, nyeri otot dan sendi (mialgia dan artralgia), leukopenia, trombositopenia, serta manifestasi perdarahan akibat peningkatan fragilitas kapiler dan gangguan fungsi endotel. Pada fase berat, terjadi kebocoran plasma yang menyebabkan hemokonsentrasi ditunjukkan dengan peningkatan kadar hematokrit serta penimbunan cairan di rongga tubuh (efusi serosa). Kondisi ini menandakan adanya disfungsi vaskular signifikan, yang berperan penting dalam mekanisme terjadinya syok hipovolemik pada fase kritis penyakit (Dewi, Wiyono and Ahmad, 2019).

2. Etiologi Demam Berdarah Dengue

Penyakit Demam Berdarah Dengue disebabkan oleh virus dengue (DENV) yang ditransmisikan melalui gigitan nyamuk genus *Aedes*. Virus ini memiliki empat serotipe, yakni DEN-1, DEN-2, DEN-3, dan DEN-4, yang semuanya dapat menginfeksi manusia. Virus dengue termasuk dalam kategori Arthropod-Borne Virus (Arbovirus), yaitu virus yang disebarkan melalui gigitan serangga penghisap darah (Luthfiyah Putri Sahara, 2023).

Virus dengue menular ke manusia melalui gigitan nyamuk betina *Aedes aegypti* atau *Aedes albopictus* yang sudah terinfeksi. Setelah menggigit orang yang mengalami viremia (virus dalam darah), virus berkembang biak di saluran pencernaan nyamuk dan menyebar ke kelenjar ludah dalam waktu sekitar 8–12 hari, yang dikenal sebagai masa inkubasi ekstrinsik. Setelah itu, nyamuk dapat menularkan virus ke manusia lain saat menggigit kembali. Nyamuk *Aedes aegypti* adalah vektor primer karena aktif menggigit di siang hari dan umum di lingkungan pemukiman manusia. Sementara itu, *Aedes albopictus* berfungsi sebagai vektor sekunder yang biasanya ditemukan di area pedesaan dengan vegetasi lebat atau pepohonan (Ahmad *et al.*, 2023).

3. Epidemiologi Demam Berdarah Dengue

Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah penyakit endemis yang masih menjadi beban kesehatan masyarakat di lebih dari seratus negara, terutama di wilayah tropis dan subtropis. Setiap tahun diperkirakan ada sekitar 390 juta kasus infeksi dengue global, dengan Asia Tenggara sebagai daerah dengan prevalensi tertinggi (Messina *et al.*, 2019).

Indonesia memiliki kontribusi signifikan terhadap kasus global tersebut, disebabkan oleh kombinasi faktor lingkungan dan sosial yang mendukung penyebaran virus. Perubahan iklim, peningkatan curah hujan, urbanisasi pesat, serta kepadatan penduduk tinggi mempercepat pertumbuhan populasi *Aedes aegypti* sebagai vektor utama. Selain itu, ekspansi habitat nyamuk ke dataran tinggi dan permukiman perkotaan padat memperluas area transmisi virus dengue (Agus Riyanto *et al.*, 2020).

Kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) pertama kali diidentifikasi di Indonesia pada 1968, dan sejak itu menjadi endemis di semua provinsi.

Berdasarkan laporan Kementerian Kesehatan RI (2023), pada 2022 tercatat 143.266 kasus DBD dengan 1.236 kematian, menghasilkan case fatality rate (CFR) 0,86% (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2023).

Tren kasus menunjukkan pola fluktuatif yang naik pada musim hujan, seiring dengan aktivitas vektor *Aedes aegypti* yang tinggi. Secara regional, epidemi DBD bersifat siklik dengan peningkatan kasus signifikan setiap 6–8 tahun, terutama di daerah padat penduduk seperti Jawa Barat, Bali, dan Kalimantan Selatan. Fenomena ini menegaskan bahwa DBD tetap menjadi ancaman kesehatan masyarakat yang berkelanjutan, sehingga penguatan surveilans dan strategi pengendalian berbasis masyarakat perlu diperbaiki terus-menerus (Kaligis, Ratag and Langi, 2021).

4. Patogenesis Demam Berdarah Dengue

Proses patogenesis Demam Berdarah Dengue (DBD) dimulai ketika nyamuk betina *Aedes aegypti* atau *Aedes albopictus* yang terinfeksi virus dengue menggigit manusia dan menyuntikkan virus ke aliran darah. Setelah masuk tubuh, virus menginfeksi sel dendritik dan makrofag, lalu bereplikasi dan merangsang pelepasan sitokin proinflamasi seperti interleukin (IL-6, IL-8), interferon- γ , dan tumor necrosis factor- α (TNF- α). Aktivasi sistem imun yang berlebihan ini menyebabkan disfungsi endotel dan peningkatan permeabilitas pembuluh darah, sehingga menimbulkan kebocoran plasma yang berujung pada gejala awal seperti demam tinggi, nyeri otot, dan keluhan sistemik lainnya (Khanam *et al.*, 2022).

Pada infeksi sekunder yang disebabkan oleh serotipe virus dengue berbeda, antibodi dari infeksi sebelumnya justru memperburuk penyakit melalui mekanisme Antibody-Dependent Enhancement (ADE). Dalam proses ini, kompleks virus-antibodi membantu virus masuk ke sel mononuklear via reseptor Fc γ , sehingga meningkatkan replikasi virus dan memicu pelepasan mediator inflamasi dalam jumlah besar. Respons imun yang berlebihan ini menyebabkan kebocoran plasma, gangguan pembekuan darah, serta kondisi syok yang dikenal sebagai Dengue Shock Syndrome (DSS). Tingkat keparahan penyakit sangat dipengaruhi oleh keseimbangan antara respons imun protektif dan reaksi imunopatologis tubuh terhadap infeksi virus dengue (Dash *et al.*, 2024).

5. Manifestasi Klinis Demam Berdarah Dengue

Menurut (Nugraheni, Rizqoh and Sundari, 2023), manifestasi klinis infeksi virus dengue bervariasi, dari tanpa gejala hingga bentuk berat yang fatal. Infeksi dengan gejala (symptomatic dengue) umumnya diklasifikasikan menjadi lima kategori, yaitu undifferentiated febrile illness (UF), demam dengue (DD), demam berdarah dengue (DBD), sindrom renjatan dengue (SRD), dan unusual dengue (UD). Secara umum, perjalanan penyakit dengue dibagi menjadi tiga fase utama, yakni fase febris, fase kritis, dan fase pemulihan.

1. Fase Febris (Fase Demam)

- a. Fase ini biasanya terjadi pada hari ke-1 hingga ke-7 setelah infeksi.
- b. Ditandai dengan demam tinggi mendadak disertai sakit kepala hebat, nyeri otot dan sendi, mual, muntah, serta perdarahan ringan berupa bintik merah kecil di kulit (petekie).
- c. Gejala tambahan yang sering muncul meliputi nyeri retroorbital (di belakang bola mata), fotofobia, dan ruam kulit.
- d. Kadang ditemukan pembesaran hati (hepatomegali).
- e. Pemeriksaan laboratorium biasanya menunjukkan leukopenia dan hasil uji tourniquet positif, menandakan adanya peningkatan kerapuhan kapiler akibat infeksi virus dengue (Nugraheni, Rizqoh and Sundari, 2023).

2. Fase Kritis

- a. Muncul ketika suhu tubuh penderita mulai menurun dari fase febris, namun secara klinis kondisi pasien dapat memburuk.
- b. Terjadi peningkatan permeabilitas kapiler sehingga cairan plasma keluar ke ruang ekstrasvaskuler dan menyebabkan penurunan volume darah (hipovolemia).
- c. Gejala klinis khas pada fase ini meliputi hematokrit meningkat, trombosit menurun drastis, tekanan darah menurun, nadi lemah, serta rasa dingin pada ekstremitas.
- d. Pada kasus berat dapat timbul efusi pleura, asites, bahkan syok sirkulasi (Dengue Shock Syndrome).

- e. Jika tidak segera mendapat penanganan cairan yang tepat, fase ini berisiko menyebabkan kegagalan organ multipel dan kematian (Nugraheni, Rizqoh and Sundari, 2023).

3. Fase Pemulihan

- a. Fase ini berlangsung selama 48–72 jam setelah fase kritis, ditandai dengan penyerapan kembali cairan plasma ke dalam pembuluh darah.
- b. Kondisi klinis pasien mulai stabil, tekanan darah kembali normal, dan nafsu makan meningkat.
- c. Walaupun pasien tampak membaik, pemberian cairan berlebihan pada fase ini harus dihindari karena dapat memicu hipervolemia, edema paru, atau gagal jantung.
- d. Selain kebocoran plasma, infeksi dengue juga dapat menyebabkan komplikasi organik seperti ensefalopati, hepatitis, pankreatitis, miokarditis, gagal ginjal akut, dan kelainan hematologis (Nugraheni, Rizqoh and Sundari, 2023).

6. Diagnosis Demam Berdarah Dengue

Menurut (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2020), diagnosis DBD dapat ditegakkan bila semua hal dibawah ini terpenuhi yakni:

1. Demam mendadak tinggi berdurasi 2–7 hari
2. Manifestasi perdarahan dapat berupa salah satu dari gejala berikut: tes tourniquet positif, petekie, ekimosis atau purpura, atau perdarahan mukosa, saluran pencernaan, tempat injeksi, atau perdarahan dari tempat lain
3. Trombosit ≤ 100000 sel/mm³
4. Terdapat minimal satu tanda-tanda kebocoran plasma sebagai berikut:
 - a. Peningkatan hematokrit $\geq 20\%$ dibandingkan standar sesuai dengan umur dan jenis kelamin
 - b. Penurunan hematokrit $>20\%$ setelah mendapat terapi cairan, dibandingkan dengan nilai hematokrit sebelumnya

Tanda kebocoran plasma seperti efusi pleura, asites atau hipoproteinemia/hypoalbuminemia.

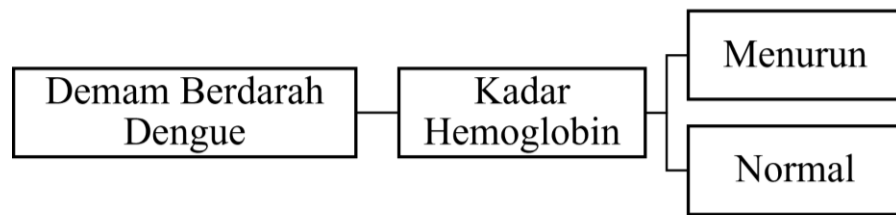
7. Faktor Resiko Demam Berdarah Dengue

Faktor-faktor yang mempengaruhi kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) memiliki hubungan erat dengan aspek lingkungan, kondisi iklim, serta kebiasaan masyarakat yang mendukung perkembangbiakan nyamuk *Aedes aegypti*. Variasi suhu, kelembapan, dan intensitas curah hujan memengaruhi populasi nyamuk dan laju penularan virus dengue. Penelitian terkini menunjukkan bahwa peningkatan suhu rata-rata dan curah hujan tinggi dapat mempercepat siklus hidup vektor serta memperluas wilayah penyebaran penyakit dengue, khususnya di kawasan tropis seperti Asia Tenggara. Pertumbuhan perkotaan yang cepat tanpa sistem sanitasi dan drainase yang baik turut memicu pembentukan genangan air yang ideal untuk perkembangbiakan nyamuk. Selain itu, perilaku masyarakat yang kurang peduli dalam menutup tempat penampungan air dan menjaga kebersihan lingkungan menjadi faktor tambahan yang meningkatkan potensi penularan DBD (Sugeno *et al.*, 2023).

C. Hubungan Hemoglobin dengan Demam Berdarah Dengue

Pada pasien Demam Berdarah Dengue (DBD), kadar hemoglobin (Hb) merupakan parameter penting untuk menilai kebocoran plasma dan derajat keparahan penyakit. Infeksi virus dengue meningkatkan permeabilitas kapiler, menyebabkan transudasi plasma dan hemokonsentrasi, yang tercermin dari peningkatan Hb dan hematokrit. Besarnya kenaikan Hb sejalan dengan intensitas kebocoran plasma dan dapat menjadi indikator awal risiko Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) maupun Dengue Shock Syndrome (DSS) (Wisanuvej *et al.*, 2021).

Selain itu, kadar Hb juga berguna dalam evaluasi efektivitas terapi cairan. Penurunan Hb setelah rehidrasi menunjukkan pemulihan volume plasma, sedangkan Hb yang tetap tinggi atau meningkat mengindikasikan kebocoran plasma yang berlanjut dan risiko syok hipovolemik. Pemantauan Hb dan hematokrit secara paralel membantu menentukan waktu intervensi cairan dan memprediksi komplikasi berat selama perjalanan penyakit DBD (Riaz *et al.*, 2024).

D. Kerangka Konsep**Gambar 2. 1** Kerangka Konsep