

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Anemia

Anemia merupakan kondisi fisiologis yang ditandai oleh menurunnya kadar hemoglobin (Hb) di dalam darah hingga berada di bawah nilai normal yaitu kurang dari 12 g/dL pada wanita dan 13 g/dL pada pria. Penurunan ini mencerminkan berkurangnya kemampuan darah dalam mengangkut oksigen ke seluruh jaringan tubuh (Utami & Farida, 2022). Secara klinis, anemia dapat dikenali melalui serangkaian gejala khas seperti rasa lemah, cepat lelah, lesu, sakit kepala, pusing, hingga pandangan berkunang-kunang. Gejala-gejala tersebut mencerminkan gangguan sistemik akibat terbatasnya suplai oksigen ke jaringan, menjadikan anemia bukan sekadar masalah hematologi, tetapi juga indikator penting terhadap keseimbangan metabolik tubuh (Kusnadi, 2021).

Penilaian anemia umumnya dilakukan dengan mengukur kadar hemoglobin (Hb) dalam darah. Nilai hemoglobin menjadi indikator utama untuk menentukan apakah seseorang berada dalam kondisi normal atau mengalami gangguan hematologis. Apabila kadar Hb berada di bawah ambang batas normal, hal ini menunjukkan adanya penurunan kapasitas darah dalam mengangkut oksigen, yang menandakan individu tersebut mengalami anemia (Kusnadi, 2021).

1. Hemoglobin

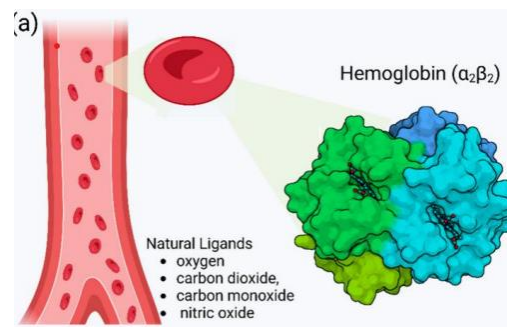
Hemoglobin adalah biomolekul yang berperan penting dalam pengangkutan oksigen, mengandung unsur besi (Fe) yang memungkinkan proses ikatan oksigen berlangsung secara optimal. Saat hemoglobin mengambil oksigen dari paru-paru, molekul tersebut akan melepaskannya ketika eritrosit melewati kapiler darah, sehingga oksigen dapat digunakan oleh jaringan tubuh. Dalam seluruh proses distribusi oksigen ini, hemoglobin dan eritrosit memegang peran utama, memastikan setiap sel memperoleh suplai oksigen yang cukup untuk menjalankan fungsinya dengan baik (Arifin, 2022). Peran utama hemoglobin tidak hanya sebatas mengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh, tetapi juga mengembalikan karbon dioksida dari jaringan ke paru-paru untuk dikeluarkan. Kombinasi struktur dan fungsinya yang kompleks menjadikan hemoglobin salah satu molekul paling penting dalam menjaga homeostasis dan efisiensi

metabolisme seluler manusia (Kusnadi, 2021). Berikut kadar normal hemoglobin pada WUS:

- Pada perempuan :12.0 - 15.0 g/dL
- Pada ibu hamil :>10.0 g/dL

2. Struktur Hemoglobin

Hemoglobin merupakan komponen utama penyusun eritrosit yang berperan vital dalam sistem transportasi oksigen tubuh. Proses sintesis hemoglobin terjadi sepanjang tahap perkembangan sel darah merah, dimulai dari eritroblas hingga retikulosit. Secara struktur, hemoglobin tersusun atas empat rantai polipeptida globin terdiri dari dua rantai alfa dan dua rantai non-alfa yang bersama-sama membentuk kompleks heterotetramer fungsional (Kusnadi, 2021). Rantai alfa (α) dan rantai beta (β). Masing-masing rantai memiliki jumlah asam amino yang spesifik rantai alfa mengandung sekitar 141 residu asam amino, sedangkan rantai beta, serta rantai lain seperti gama (γ) dan delta (δ), terdiri atas 146 residu asam amino (Hasanan, 2018).

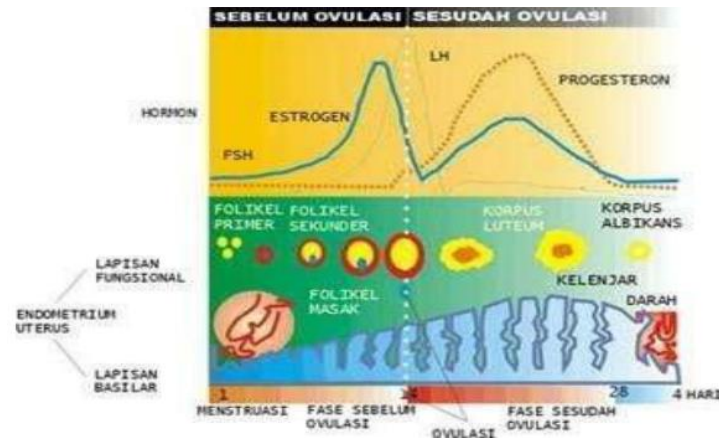


Gambar 1 Struktur kimia Hemoglobin (Žoldáková & Novotný, 2025)

B. Menstruasi

Menstruasi merupakan suatu proses biologis alami yang ditandai dengan perdarahan secara periodik dan teratur dari rahim akibat peluruhan lapisan endometrium pada dinding uterus. Proses ini bukan sekadar pendarahan rutin, melainkan hasil dari mekanisme hormonal yang sangat kompleks yang melibatkan kerja sama antara hipotalamus, kelenjar hipofisis, ovarium, dan uterus, sehingga keseimbangan sistem reproduksi perempuan dapat terjaga secara harmonis. Adapun siklus menstruasi merupakan rentang waktu yang dihitung sejak hari pertama menstruasi hingga hari pertama menstruasi berikutnya. Panjang siklus ini

menunjukkan pola keteraturan fungsi hormonal dalam tubuh perempuan. Secara umum, siklus menstruasi normal berlangsung antara 21 hingga 35 hari, dan hanya sekitar 10–15% perempuan yang memiliki siklus tepat 28 hari. Durasi perdarahan biasanya berlangsung 3 hingga 5 hari, meskipun pada sebagian perempuan dapat mencapai 7 hingga 8 hari (Prayuni *et al.*, 2018).



Gambar 2 Fase-fase menstruasi (Villasari, 2021)

Menurut Prawirohardjo (2014), setiap siklus menstruasi memiliki tiga fase utama yang berlangsung secara berurutan dan saling berkaitan yaitu:

1. Fase menstruasi yang berlangsung sekitar 2 hingga 8 hari. Pada tahap ini, lapisan dinding rahim (endometrium) yang menebal akan meluruh karena tidak terjadi pembuahan. Selama fase ini, kadar hormon ovarium terutama estrogen dan progesterone berada pada titik terendah, sehingga menyebabkan pelepasan jaringan endometrium bersama darah keluar dari tubuh.
2. Fase proliferasi yang berlangsung hingga sekitar hari ke-14. Pada periode ini, lapisan endometrium mulai tumbuh kembali di bawah pengaruh hormon estrogen. Sel-sel endometrium memperbanyak diri untuk mempersiapkan rahim menerima kemungkinan hasil pembuahan. Sekitar hari ke-12 hingga ke-14, terjadi proses penting yaitu ovulasi, yakni pelepasan sel telur (ovum) dari ovarium menuju tuba falopi.
3. Fase sekresi yang dimulai setelah ovulasi. Pada tahap ini, sisa folikel yang telah melepaskan sel telur berubah menjadi corpus luteum, yang kemudian menghasilkan hormon progesteron. Hormon ini memicu kelenjar endometrium untuk menghasilkan glikogen dan lemak sebagai cadangan nutrisi bagi embrio jika terjadi pembuahan.

1. Wanita Usia Subur (WUS)

Wanita Usia Subur (WUS) didefinisikan sebagai kelompok wanita yang berada dalam rentang usia 15 hingga 49 tahun, yaitu masa ketika organ reproduksi masih aktif dan berfungsi optimal tanpa memandang status perkawinan. Pada periode ini, sistem reproduksi wanita termasuk ovarium, rahim, dan hormon-hormon pengatur bekerja secara seimbang untuk mendukung proses ovulasi, menstruasi, hingga kehamilan. Secara fisiologis, fungsi reproduksi wanita mencapai tingkat optimal pada usia 20 hingga 45 tahun, dengan puncak kesuburan terjadi antara usia 20–29 tahun. Pada rentang usia ini, kualitas sel telur berada pada kondisi terbaik, aktivitas hormonal berlangsung stabil, dan peluang untuk terjadinya konsepsi paling tinggi. Setelah melewati usia tersebut, kemampuan reproduksi cenderung menurun secara bertahap akibat perubahan hormonal yang mengarah pada proses penuaan organ reproduksi (Baka *et al.*, 2023).

2. Indeks Massa Tubuh (IMT)

Pengukuran status gizi seseorang dapat ditentukan melalui perhitungan Indeks Massa Tubuh (IMT), yang menjadi indikator sederhana namun cukup akurat untuk menilai keseimbangan antara berat dan tinggi badan. IMT diperoleh dengan cara membagi berat badan dalam kilogram dengan kuadrat tinggi badan dalam meter (kg/m^2). Melalui metode ini, peneliti dapat mengidentifikasi apakah seseorang berada pada kategori gizi kurang, normal, berlebih, atau obesitas. Perhitungan IMT bukan hanya memberikan gambaran umum tentang komposisi tubuh, tetapi juga dapat digunakan untuk memprediksi risiko terhadap berbagai gangguan kesehatan seperti anemia, penyakit kardiovaskular, maupun gangguan metabolik (Nurhasanah *et al.*, 2023).

Klasifikasi status gizi menurut IMT untuk Asia Pasifik yaitu:

$$\text{IMT} = \frac{\text{Berat Badan (kg)}}{\text{Tinggi Badan (m)}^2}$$

- Underweight (IMT <18,5)
- Normal (IMT 18,5 – 22,9)
- Overweight (IMT 23 – 24,9)
- Obesitas (IMT 25 – 29,9)

Normal Weight Obesity (NWO) menggambarkan kondisi ketika seseorang tampak memiliki berat badan normal berdasarkan indeks massa tubuh, namun

sebenarnya menyimpan kadar lemak tubuh yang melebihi ambang batas fisiologis. Kondisi ini memperlihatkan bahwa angka ideal pada timbangan tidak selalu sejalan dengan status kesehatan metabolik yang sesungguhnya. Meskipun secara kasat mata terlihat sehat. Peningkatan kasus NWO banyak ditemukan pada kelompok usia produktif, seiring dengan perubahan gaya hidup modern yang ditandai oleh aktivitas fisik yang rendah dan pola konsumsi tinggi kalori tetapi rendah zat gizi. Ketidakseimbangan antara massa otot dan lemak tubuh tidak hanya memengaruhi metabolisme energi, tetapi juga dapat berimplikasi pada gangguan hematologis seperti penurunan kadar hemoglobin akibat terganggunya proses metabolisme zat besi (David Limanan *et al.*, 2025).

C. Metode Pemeriksaan Kadar Hemoglobin

1. Metode Sahli



Gambar 3 Alat Sahli (Faatih *et al.*, 2017)

Metode Sahli merupakan teknik paling sederhana dalam pemeriksaan hemoglobin, di mana hemoglobin direaksikan dengan HCl hingga terbentuk asam hematin berwarna coklat. Warna yang muncul kemudian dibandingkan dengan standar warna melalui proses pengenceran hingga menyerupai intensitas warna acuan. Namun, metode ini memiliki keterbatasan karena tidak semua bentuk hemoglobin seperti karboksihemoglobin, methemoglobin, dan sulfhemoglobin dapat diubah menjadi asam hematin. Selain itu, hasilnya sangat dipengaruhi oleh faktor subjektivitas pengamat, pudarnya warna standar, dan pencahayaan saat pengukuran, sehingga kemungkinan terjadi kesalahan hasil sekitar 5–10% (Dan *et al.*, 2015).

2. Metode Cyanmethemoglobin



Gambar 4 Alat Photometer (Jain, 2020)

Metode Cyanmethemoglobin dilakukan dengan menambahkan reagen Drabkin, sampel darah ditambahkan ke dalam larutan Drabkin untuk mengubah hemoglobin menjadi cyanmethemoglobin yang stabil. Campuran ini kemudian dihomogenkan dan didiamkan selama beberapa menit sebelum dilakukan pembacaan absorbansi diukur menggunakan fotometer pada panjang gelombang 546 nm (Siswara, H. N., Erwanto, Y., & Suryanto, 2020).

3. Metode Hematology Analyzer



Gambar 5 Alat Hematology Analyzer (Chi, 2015)

Metode Hematology Analyzer merupakan alat otomatis *in vitro* yang digunakan untuk pemeriksaan parameter hematologi dengan bantuan reagen dan pembersih khusus sesuai petunjuk penggunaan. Pada proses pengukuran hemoglobin, sampel darah yang mengandung EDTA diolah oleh reagen khusus sehingga hemoglobin terlarut dan berubah menjadi bentuk yang stabil. Melalui penyinaran khusus, kadar hemoglobin diukur berdasarkan intensitas cahaya yang diserap, dan hasil akhirnya ditampilkan secara digital pada layar alat (Ilmu *et al.*, 2023).

4. Metode POCT (Point of Care Testing)



Gambar 6 Alat POCT Hemoglobin (Levels, n.d.)

Metode POCT (Point of Care Testing) merupakan teknik pemeriksaan kadar hemoglobin yang dirancang khusus untuk menggunakan sampel darah utuh (*whole blood*), bukan serum maupun plasma. Metode ini banyak diterapkan karena mampu memberikan hasil yang cepat, praktis, dan ekonomis, sehingga sangat mendukung kegiatan skrining hemoglobin di lapangan atau fasilitas kesehatan dengan sumber daya terbatas. Selain efisien dalam waktu, penggunaan Hb meter juga meminimalkan kebutuhan alat laboratorium yang kompleks, menjadikannya solusi ideal untuk pemeriksaan hemoglobin secara langsung dan real-time pada berbagai populasi penelitian maupun pelayanan kesehatan dasar (Ilmu *et al.*, 2023).

D. Kerangka Konsep

