

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Hemoglobin

1. Definisi Hemoglobin

Hemoglobin (Hb) adalah protein kompleks yang terdapat dalam sel darah merah. Fungsi utamanya adalah mengikat dan mengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh, serta mengembalikan karbon dioksida ke paru-paru untuk dikeluarkan. Protein ini terdiri dari empat rantai globin, masing-masing mengandung gugus heme yang berpusat pada atom besi. Kandungan besi ini memungkinkan hemoglobin untuk mengikat oksigen secara reversibel, sehingga darah berwarna merah. Hemoglobin yang cukup sangat penting untuk menjaga keseimbangan oksigenasi tubuh. (Sari, Ekowati, and Sulistyawati 2024).

Kadar hemoglobin sering digunakan sebagai indikator status gizi, anemia, dan kondisi fisiologis seseorang. Kadar hemoglobin dalam rentang normal menunjukkan asupan zat besi yang memadai dan fungsi sel darah merah yang optimal. Di sisi lain, kadar hemoglobin yang rendah dapat mengindikasikan masalah pembentukan sel darah merah atau kehilangan darah yang berkepanjangan. Oleh karena itu, pengukuran kadar hemoglobin merupakan komponen krusial dalam diagnosis klinis berbagai penyakit, termasuk tuberkulosis. Kadar hemoglobin mencerminkan jumlah hemoglobin dalam darah, diukur dalam gram per desiliter (g/dL). Angka ini berfungsi sebagai penanda kunci untuk menilai tingkat oksigenasi dan kesehatan seseorang. Kadar hemoglobin normal bervariasi tergantung jenis kelamin dan usia. (Muchtar, Romanti, 2023).

Tabel 1 Nilai Normal Kadar Hemoglobin

Laki-Laki Dewasa	13,0-17,0 g/dl
Wanita Dewasa	12,0-16,0 g/dl
Wanita Hamil	11,0-14,0 g/dl
Balita	11,0-13,0 g/dl
Bayi	11,5-12,5 g/dl

Sumber:(Atik & Susilowati 2022).

Tingkat nilai normal kadar hemoglobin dipengaruhi oleh usia, di mana bayi dan anak balita biasanya memiliki kadar Hb yang lebih rendah dibandingkan dengan orang dewasa, sedangkan orang lanjut usia mungkin mengalami penurunan Hb akibat perubahan fisiologis dan kondisi penyakit kronis.

2. Fungsi Hemoglobin

Peran utama hemoglobin adalah mengangkut oksigen (O_2) dari paru-paru ke jaringan tubuh dan mengangkut karbon dioksida (CO_2) dari jaringan kembali ke paru-paru untuk dikeluarkan. Oksigen yang terikat pada sel darah merah (eritrosit) memberikan warna merah pada darah, dan kadar yang rendah dapat berdampak negatif bagi tubuh. Ketika kadar hemoglobin menurun, seseorang dapat mengalami gejala seperti lemas, pusing, kelelahan, sesak napas, atau kondisi seperti anemia atau gangguan hematologic lainnya (Rasmiati & Sudrajat 2025).

3. Struktur Hemoglobin

Struktur hemoglobin terdiri dari dua rantai alfa dan dua rantai beta, yang masing-masing terhubung ke satu gugus heme. masing-masing terikat pada satu gugus heme, Gugus heme berisi cincin porfirin dengan atom besi di bagian tengah yang memungkinkan hemoglobin berikatan dengan oksigen. Struktur kompleks ini menjadikan hemoglobin efektif dalam fungsi transportasi gas (Andiyani dkk. 2022).

B. Tuberkulosis (TB)

1. Definisi Tuberkulosis

Tuberkulosis (TB) adalah infeksi menular melalui udara yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Penularan terjadi saat penderita batuk, bersin, atau berbicara, mengeluarkan droplet kecil yang terhirup orang lain dan menginfeksi saluran pernapasan. Bakteri ini bisa dorman di paru-paru dan aktif kembali saat imunitas menurun, memicu infeksi ulang atau kambuh. Sistem imun membatasi penyebarannya, tetapi jika lemah, bakteri berkembang biak, menyebabkan peradangan dan kerusakan jaringan paru. Dinding sel bakteri yang tebal dan kaya lipid membuatnya tahan terhadap fagositosis dan banyak

antibiotik. Gejala umum meliputi batuk kronis, demam ringan, dan penurunan berat badan.(Han *et al.*, 2024).

Tuberkulosis merupakan salah satu penyebab utama kematian akibat penyakit menular di dunia, terutama di negara berkembang dengan kondisi sosial ekonomi rendah dan lingkungan padat penduduk. Berdasarkan laporan World Health Organization (2023), Indonesia menempati urutan ketiga sebagai negara dengan jumlah kasus TB tertinggi di dunia setelah India dan Cina. Tingginya angka kejadian ini menunjukkan bahwa tuberkulosis masih menjadi masalah kesehatan masyarakat yang signifikan dan memerlukan penanganan yang komprehensif (World Health Organization 2023).

Selain menyerang sistem pernapasan, tuberkulosis juga dapat memengaruhi sistem hematologi, khususnya kadar hemoglobin (Hb). Infeksi kronis yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis* memicu respon inflamasi berkepanjangan yang dapat mengganggu proses pembentukan sel darah merah (eritropoiesis). Kondisi ini menyebabkan terjadinya anemia pada pasien TB yang dikenal sebagai anemia penyakit kronis (anemia of chronic disease). Peradangan kronis tersebut meningkatkan produksi sitokin proinflamasi yang dapat menghambat produksi eritropoietin serta mengganggu metabolisme zat besi dalam tubuh, sehingga menyebabkan penurunan kadar hemoglobin (Rasmiati & Sudrajat 2025).

Penelitian nasional oleh Purba (2021) serta Sembiring dkk. (2024) menunjukkan bahwa pasien tuberkulosis sering mengalami komplikasi seperti anemia akibat proses peradangan kronik. Peradangan ini menyebabkan gangguan produksi eritrosit dan penurunan kadar hemoglobin dalam darah. (Rasmiati & Sudrajat 2025).

2. Penyebab Teberkulosis

Tuberkulosis (TB) disebabkan oleh infeksi bakteri *Mycobacterium tuberculosis*, yang menyebar melalui udara saat penderita batuk, bersin, atau berbicara, sehingga partikel infeksius yang mengandung bakteri dapat terhirup oleh individu lain dan masuk ke dalam paru-paru, Faktor risiko

yang meningkatkan kejadian tuberkulosis antara lain sistem imun yang lemah, malnutrisi, penyakit kronis, kepadatan penduduk, serta ketidakpatuhan dalam pengobatan. Gejala utama tuberkulosis meliputi batuk berdahak lebih dari dua minggu, nyeri dada, keringat malam, penurunan berat badan, serta demam ringan. (Kementerian Kesehatan 2025).

3. Faktor-faktor Resiko

- a. Pasien dengan kelainan yang melemahkan system kekebalan.
- b. Orang yang memiliki kontak dengan penderita tuberculosis aktif.
- c. Orang yang hidup atau bekerja di daerah padat penduduk.
- d. Pengguna obat-obatan terlarang.
- e. Orang yang bepergian ke daerah dimana kasus tuberkulosis mewabah.

4. Gejala Utama

- a. Gejala bentuk batuk (berdahak atau tidak berdahak)
- b. Gejala nafsu makan menurun
- c. Berat badan menurun
- d. Kelelahan, letih, lesu.
- e. Berkeringat malam hari tanpa kegiatan fisik.
- f. Demam meriang hilang timbul tanpa sebab
- g. Batuk darah dan sesak nafas.

5. Pencegahan Tuberkulosis

Pencegahan Tuberkulosis dilakukan dengan vaksinasi BCG (Bacillus Calmette-Guerin) pada anak. Di Indonesia, vaksin ini termasuk dalam daftar imunisasi wajib dan diberikan sebelum bayi berusia 2 bulan, Pencegahan tuberculosis dengan penggunaan masker, etika batuk yang benar, perbaikan ventilasi, istirahat cukup, nutrisi seimbang, dan tidak meludah sembarangan (Kementerian Kesehatan 2025)

6. Resiko Komplikasi Tuberkulosis

Apabila tidak diobati, bakteri Tuberkulosis dapat menyebar kebagian tubuh lain dan berpotensi mengancam jiwa pengidap. Beberapa komplikasi yang mungkin terjadi adalah :

- a. Nyeri tulang punggung.

- b. Meningitis.
- c. Kerusakan sendi.
- d. Gangguan hati, ginjal, atau jantung.

7. Diagnosis

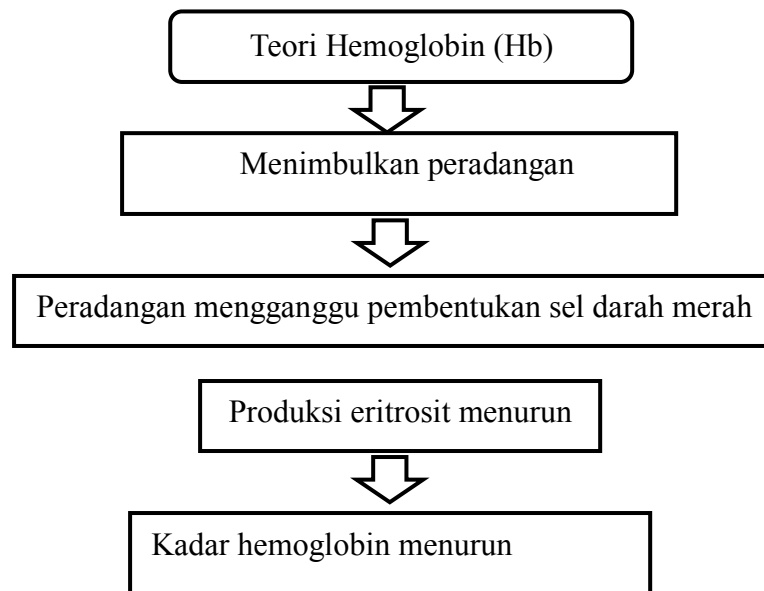
Pemeriksaan dahak berfungsi untuk menegakkan diagnosis, menilai keberhasilan pengobatan dan menentukan potensi penularan. Pemeriksaan dahak juga untuk menegakan diagnosis pada semua tersangka Tuberkulosis dengan mengumpulkan 3 spesimen yang dikumpulkan dalam dua hari kunjungan yang berurutan berupa dahak sewaktu-pagi-sewaktu (SPS). (Kementerian Kesehatan 2025).

Penelitian yang dilakukan oleh Nurhayati, Mulyanto, dan Wijaya (2023) yang membandingkan kadar hemoglobin (Hb) sebelum dan sesudah fase intensif pengobatan obat anti-tuberkulosis (anti-TB) pada pasien tuberkulosis paru di Puskesmas Petanahan, Kebumen, pada tahun 2021 mengungkapkan adanya perbedaan kadar hemoglobin antara kondisi sebelum pengobatan dan fase pasca pengobatan intensif. Studi tersebut menjelaskan bahwa infeksi tuberkulosis kronis dapat memicu anemia melalui proses peradangan yang mengganggu pembentukan eritrosit dan metabolisme zat besi. Setelah pengobatan, peradangan cenderung mereda, yang berujung pada perbaikan kadar hemoglobin pasien. Temuan ini menegaskan pentingnya pemantauan kadar hemoglobin selama pengobatan tuberkulosis untuk menilai status hematologis pasien.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Wikandari dkk. (2024) mengenai profil hematologis pasien tuberkulosis paru sebelum dan sesudah satu bulan pengobatan anti TB melaporkan adanya perubahan pada parameter hematologis termasuk kadar hemoglobin setelah satu bulan terapi anti-TB. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengobatan tuberkulosis dapat memengaruhi profil hematologis pasien, baik melalui penyembuhan infeksi maupun sebagai efek samping dari terapi yang diberikan. Oleh karena itu, pemantauan kadar hemoglobin secara berkala sangat penting untuk memantau kondisi pasien sepanjang periode pengobatan.

Selain itu, mengenai perbedaan kadar hemoglobin sebelum dan sesudah pengobatan pada pasien tuberkulosis resistan obat menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada kadar hemoglobin antara tahap sebelum dan sesudah pengobatan. Rata-rata kadar hemoglobin sebelum pengobatan adalah 12,2 g/dL, yang kemudian menurun menjadi 10,5 g/dL setelah tiga bulan terapi. Penurunan ini dikaitkan dengan efek samping obat anti-tuberkulosis tertentu yang diketahui berpotensi memengaruhi sistem hematopoietik. Studi tersebut menekankan bahwa pemantauan kadar hemoglobin sangat krusial selama terapi tuberkulosis, khususnya bagi pasien dengan tuberkulosis resistan obat. (Septira, Foekh, and Aisy 2025).

8. Kerangka Teori



9. Kerangka Konsep

