

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Hemoglobin(HB)**

##### **2.1.1 Defenisi Hemoglobin**

Hemoglobin adalah komponen utama sel darah merah. Sintesis hemoglobin dalam sel darah merah berlangsung dari eritrosit sampai perkembangan retikulosit. Fungsi dari hemoglobin adalah transport oksigen keseluruh tubuh. Konsentrasi Hb dalam darah dapat diukur berdasarkan intensitas warna menggunakan fotometer dan dinyatakan dalam gram hemoglobin/seratus millimeter darah (g/100ml) atau gram/desiliter(g/dl) (Mutaqqin, 2019).

Hemoglobin berperan penting dalam mengikat oksigen sehingga akan membentuk oksihemoglobin, hemoglobin tersusun dua komponen utama yaitu Heme dan globin. Heme adalah suatu pigmen yang mengandung besi (Fe) dan heme juga yang menyebabkan warna merah pada darah, sedangkan globin adalah protein yang tersusun atas dua pasang rantai alfa dan beta. Setiap sel darah merah mengandung sekitar 200 juta molekul hemoglobin. Hemoglobin memiliki daya ikat (daya afinitas) terhadap oksigen dan karbondioksida. Namun, terdapat perbedaan antara daya afinitas yang dimiliki oleh hemoglobin untuk mengikat oksigen dengan daya afinitas yang dimiliki oleh hemoglobin untuk mengikat karbondioksida (Khasanah, 2018).

##### **2.1.2 Struktur Hemoglobin**

Molekul hemoglobin terdiri dari 2 struktur utama ialah heme serta globin, dan terdapat struktur tambahan, yaitu :

a. Heme

Struktur ini melibatkan 4 atom besi dalam wujud  $Fe^{3+}$  dikelilingi oleh cincin protoporfirin IX, sebab zat besi dalam wujud  $Fe^{3+}$  tidak bisa mengikat oksigen. Protoporfirin IX merupakan produk akhir dalam sintesis molekul heme. Besi bergabung dengan protoporfirin untuk membentuk heme molekul yang lengkap (Kiswari, 2014).

b. Globin

Terdiri dari asam amino yang menghubungkan serta membentuk rantai polipeptida. Hemoglobin berusia/dewasa terdiri atas alfa serta rantai beta. Rantai alfa mempunyai 141 asam amino, sebaliknya rantai beta mempunyai 146 rantai asam amino. Heme serta globin dari molekul hemoglobin dihubungkan oleh ikatan kimia (Kiswari, 2014).

c. Struktur tambahan

Struktur tambahan yang menunjang molekul hemoglobin merupakan 2, 3-difosfoglisarat (2,3-DPG), sesuatu zat yang dihasilkan lewat jalan Embden- Meyerhof yang anaerob sepanjang proses glikolisis. Struktur ini berhubungan erat dengan afinitas oksigen dari hemoglobin (Kiswari, 2014).

### 2.1.3 Pembentukan Hemoglobin

Pembentukan hemoglobin dimulai dalam eritroblas sampai berlangsung pada tingkat normoblas dan retikulosit bagian dari darah. Hemoglobin terutama disintesis dari asam asetat dan gliserin. Sebagian besar sintesis ini terjadi dalam mitokondria langkah awal pembentukan pirol selanjutnya, empat senyawa pirol bergabung menjadi satu membentuk senyawa protoproferin berikatan dengan besi

yang membentuk molekul heme atau bagian darah. Empat molekul heme tersebut berikatan dengan satu molekul globulin suatu molekul globulin di sintesis dalam ribosom retikulum endoplasma membentuk hemoglobin (Syarifuddin, 2016).

#### 2.1.4 Fungsi Hemoglobin

Hemoglobin berfungsi sebagai pembawa oksigen (O<sub>2</sub>) dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dalam jaringan jaringan tubuh dengan cara mengambil oksigen dari paru-paru untuk di bawa keseluruh tubuh, kemudian mengambil karbon di oksida dari jaringan sebagai hasil metabolisme untuk di bawa ke paru-paru untuk di buang. Jika jumlah hemoglobin berkurang, tentu saja fungsi-fungsi tersebut akan terganggu (Riswanto, 2013).

Menurut Depkes RI adapun fungsi hemoglobin antar lain :

1. Mengatur pertukaran oksigen dengan karbondioksida di dalam jaringan-jaringan tubuh.
2. Mengambil oksigen dari paru-paru kemudian di bawa ke seluruh jaringan-jaringan tubuh untuk dipakai sebagai bahan bakar.
3. Membawa karbondioksida dari jaringan-jaringan tubuh sebagai hasil metabolisme paru-paru untuk dibuang. Untuk mengetahui apakah seseorang itu kekurangan darah atau tidak, dapat diketahui dengan pengukuran kadar hemoglobin. Penurunan kadar hemoglobin dari normal berarti kekurangan darah yang disebut anemia (Brier & Lia Dwi Jayanti, 2020).

#### 2.1.5 Normal hemoglobin

Menurut Nugraha (2017) rentang normal hemoglobin yaitu :

1. Pria dewasa :13,5-17,0g/dL

2. Wanita dewasa :12-15g/dL
3. Bayi baru lahir :14-24g/dL
4. Bayi :10-17g/dL
5. Anak :11-16g/dL

### **2.1.6 Faktor yang dapat mempengaruhi Hemoglobin**

#### **1. Aktivitas Fisik**

Menurut Tiara, et al. (2016) aktivitas fisik seseorang dapat berpengaruh atas terjadinya penurunan ataupun peningkatan kadar hemoglobin pada darah manusia. Aktivitas fisik terurai dalam tiga jenis yaitu aktivitas fisik ringan, aktivitas fisik sedang, serta aktivitas berat. Aktivitas fisik sedang dan aktivitas fisik berat merupakan kegiatan gerak tubuh yang berpengaruh terhadap kadar hemoglobin. Perubahan yang terjadi pada kadar hemoglobin melalui aktivitas fisik sedang sampai berat terjadi akibat perubahan volume plasma, perubahan pada keseimbangan pH, dan hemolisis intravaskular.

#### **2. Pola makan**

Untuk menjaga kadar hemoglobin normal, diperlukan asupan yang dapat memenuhi kebutuhan zat besi. Zat besi merupakan elemen utama dalam pembentukan hemoglobin. Zat besi terdapat pada makanan baik yang bersumber dari hewan maupun tumbuhan (Luju M 2016).

#### **3. Usia**

Bayi yang baru lahir memiliki kadar hemoglobin lebih tinggi dibandingkan dengan anak-anak dan orang dewasa. Kadar hemoglobin menurun berdasarkan peningkatan usia. Kadar hemoglobin terlihat

menurun mulai dari usia 50 tahun ke atas, namun dibebberapa kondisi kadar hemoglobin pada anak-anak menurun drastis diakibatkan kebutuhan zat besi yang lebih banyak untuk pertumbuhannya. Penambahan usia juga mempengaruhi terhadap perubahan degenerative fungsi tubuh, sehingga adanya polutan yang masuk kedalam tubuh lebih sulit untuk mentoleransinya (Sacher dkk, dalam Adiwijayanti, 2015).

#### 4. Jenis kelamin

Dalam keadaan normal, laki-laki memiliki kadar hemoglobin lebih tinggi dari pada perempuan. Hal ini dipengaruhi oleh fungsi fisiologis dan metabolisme laki-laki yang lebih aktif dari pada perempuan. Kadar hemoglobin perempuan lebih mudah turun, karena mengalami siklus menstruasi yang rutin setiap bulannya. Ketika perempuan mengalami menstruasi banyak terjadi kehilangan zat besi, oleh karena itu kebutuhan zat besi pada perempuan lebih banyak daripada laki-laki (Estridge dkk, dalam Adiwijayanti, 2015).

#### 5. Merokok

Kebiasaan merokok terdapat beberapa teori yang membahas tentang hubungan antara kebiasaan merokok dengan kadar hemoglobin. Merokok dapat menyebabkan rusaknya sel silia pada saluran pernapasan yang menyaring zat-zat yang masuk kedalam saluran pernapasan. Merokok dapat merusak mekanisme tersebut dan menyebabkan aliran udara terhambat, alveoli rusak dan kapasitas paru-paru menurun, merokok dapat mengiritasi sel mukus dan menyebabkan peningkatan mukus. Mukus yang berkumpul menyebabkan infeksi dan kerusakan pada paru.

Kerusakan pada paru dapat mengakibatkan semakin banyak jumlah zat kimia yang terdapat dalam rokok seperti logam berat masuk kedalam tubuh sehingga berpengaruh pada penurunan kadar hemoglobin dalam darah (Tasalim dkk, 2021).

#### 6. Nutrisi

Nutrisi yang terdapat pada makanan dapat mempengaruhi kadar hemoglobin seseorang. Kecepatan produksi serta pematangan sel darah merah oleh sumsum tulang belakang dipengaruhi oleh nutrisi yang dikonsumsi seseorang. Vitamin yang khusus berperan penting dalam pematangan sel darah merah adalah vitamin B12 dan asam folat. Selain itu zat besi juga diperlukan dalam pembentukan hemoglobin dan merupakan unsure yang sangat penting bagi tubuh (Tasalim dkk, 2021).

#### 7. Penggunaan obat

Beberapa jenis penggunaan dari obat seperti obat untuk kemoterapi bahkan prosedur radiasi yang menggunakan sinar X juga memiliki efek terhadap penurunan kadar hemoglobin di dalam darah. Penggunaan obat tersebut mengganggu hematopoiesis termasuk sintesis prekursor eritrosit di sumsum tulang (Febriani dan Rahmawati, 2019).

### 2.1.7 Pemeriksaan Hemoglobin

Kadar hemoglobin darah dapat ditentukan dengan berbagai metode :

#### 1. Metode Sahli

Prinsip pemeriksaan hemoglobin dengan cara sahli hemoglobin dalam darah akan diubah menjadi hematin asam, kemudian warna yang terjadi dibandingkan dengan standar warna dalam alat sahli. Metode

Hb Sahli dapat dilakukan oleh petugas puskesmas yang telah terlatih. Prinsip kerjanya adalah hemoglobin oleh HCl 0,1 N diubah menjadi hematin asam, warna yang terjadi dibandingkan dengan warna standar. warna yang ada secara visual. Peralatan pengukuran sahli adalah metode yang mudah dibawa, ringan dan alat serta bahannya masih dapat dijumpai ditoko peralatan medis, sehingga praktis untuk dipergunakan. Kekurangan metode ini adalah banyaknya kesalahan yang sering dilakukan selama prosedur pemeriksaan tersebut yang berakibat pada sulitnya memperoleh data hasil pengukuran yang akurat tentang kadar dari hemoglobin (Laila & Fitri, 2021).

Kelebihan Metode Sahli :

- a. Alat (Hemoglobinometer) praktis dan tidak membutuhkan listrik.
- b. Harga alat(Hemoglobinometer) murah.

Kekurangan Metode Sahli :

- a. Pembacaan secara visual kurang teliti.
- b. Alat (Hemoglobinometer) tidak dapat distandarkan.
- c. Tidak semua bentuk hemoglobin dapat diubah menjadi hematin asam.

## 2. Metode Analyzer



**Gambar2.1** Alat Hematology Analyzer

Prinsip kerja *Hematology Analyzer* ialah pengukuran dan penyerapan sinar akibat interaksi sinar yang mempunyai panjang gelombang tertentu dengan larutan atau sampel yang dilewatinya. Alat ini bekerja berdasarkan prinsip flow cytometer. Flow cytometer adalah metode pengukuran (=metri) jumlah dan sifat sel-sel (=cyto) yang dibungkus oleh aliran cairan (=flow) melalui celah sempit ribuan sel dialirkan melalui celah tersebut sedemikian rupa, sehingga sel dapat lewat satu persatu, kemudian dilakukan penghitungan jumlah sel dan ukurannya.

Kelebihan atau keuntungan alat *Hematology Analyzer* yaitu :

1. Efisiensi waktu

Lebih cepat dalam pemeriksaan hanya membutuhkan waktu sekitar 2-3 menit dibandingkan dilakukan secara manual dan lebih tanggap dalam melayani pasien.

2. Sampel

Pemeriksaan hematologi rutin secara manual misalnya, sampel yang dibutuhkan lebih banyak. Misalnya, manual prosedur yang dilakukan dalam pemeriksaan leukosit membutuhkan sampel 10 mikron, juga belum pemeriksaan lainnya. Namun pemeriksaan *Hematology Analyzer* ini hanya perlu menggunakan sampel sedikit saja.

3. Ketepatan hasil

Hasil yang dikeluarkan oleh alat *Hematology Analyzer* ini biasanya sudah melalui quality control yang dilakukan oleh intern laboratorium tersebut, baik di institusi Rumah Sakit, Puskesmas, Laboratorium Klinik, dll.

Kelemahan *Hematology Analyzer* :

Pemeriksaan *Hematology Analyzer* ini tidak selamanya mulus, karena pada



kenyataannya alat ini juga memiliki beberapa kekurangan, seperti dalam hal menghitung sel-sel abnormal. Seperti dalam pemeriksaan hitung jumlah sel, ini bisa saja nilai dari hasil hitung semisal leukosit atau trombosit bisa saja rendah karena ada beberapa sel yang tidak terhitung dikarenakan sel tersebut memiliki bentuk abnormal.

## **2.2 Tuberkolosis**

### **2.2.1 Defenisi Tuberkolosis**

Tuberkulosis (TB) atau yang lebih dikenal dimasyarakat dengan sebutan penyakit TB merupakan penyakit menular yang disebabkan oleh bakteri patogen yang bernama *Mycobacterium Tuberculosis*. Penyakit TB dapat menyerang organ paru-paru manusia. Penyakit ini dapat menyebabkan penderitanya mengalami batuk yang berlangsung sangat lama yaitu lebih dari 3 minggu, batuk mengandung lendir dahak, terkadang juga dapat mengeluarkan darah. Penyakit TB tidak hanya menyerang organ paru-paru tetapi juga dapat menyerang organ-organ lainnya seperti usus, tulang ataupun kelenjar dalam tubuh. Penularan penyakit TB dapat menyebar melalui udara ketika penderita batuk maka akan mengeluarkan basil lebih dari 5000 dari paru-paru, cairan liur penderita. (Toresa, 2020).

### **2.2.2 Etiologi**

Mikrobakterium adalah kuman yang berbentuk batang lurus atau agak bengkok, panjang 1-4 mikron, lebar antara 0,3-0,6 mikron, obligat, tidak membentuk spora, tidak motil, tidak berkapsul dan bersifat tahan terhadap penghilangan zat warna dengan asam alkohol. Pertumbuhan kuman mikobakterium sangat lambat, koloni baru terlihat 3 hari sampai 8 minggu setelah proses pengeraman pada suhu optimal. *Mycobacterium tuberculosis* tumbuh

optimal pada suhu sekitar 37°C dengan pH optimal 6,4-7,0. *Mycobacterium tuberculosis* dapat tumbuh pada media yang mengandung gliserol, garam ammonium, asparagin, dan asam lemak. Pada media biakan bentuk koloninya bulat, berukuran 1-3 mm, permukaan rata *Mycobacterium tuberculosis* merupakan aerob obligat yang tumbuh pada media sintesis yang mengandung gliserol sebagai sumber karbon dan garam ammonium sebagai sumber nitrogen. Mikobakteria ini tumbuh paling baik pada suhu 37-41 °C, menghasilkan niasin dan tidak ada pigmentasi. Dinding sel kaya lipid menimbulkan resistensi terhadap daya bakteri antibodi dan komplemen. *Mycobacterium tuberculosis* mampu bertahan hidup lama dilingkungan karena tahan terhadap kekeringan (Sari, 2016).



**Gambar 2.2 Hasil Pemeriksaan BTA positif pewarnaan ziehl – Nielsen pada pembesaran 100x**  
Sumber : (Herawati, 2016)

### 2.2.3 Penularan

*Mycobacterium tuberculosis* menyebar melalui udara, dimulai ketika pasien TB batuk dan air liur mereka yang mengandung banyak bakterinya dihirup orang lain. *Mycobacterium tuberculosis* dikeluarkan kemudian dihirup oleh paru-paru orang yang sehat. Setelah *mycobacterium tuberculosis* menyerang tubuh manusia melalui pernapasan, *mycobacterium tuberculosis* ini mulai menyebar dari paru-paru ke bagian tubuh lainnya, baik dari system peredaran darah, system

limfatik, saluran udara, hingga ke bagian tubuh lainnya. Sumber penularan yang paling tinggi adalah pasien positif TBC. Semakin tinggi tes dahak positif, maka akan semakin cepat menular ke pasien lainnya. Jika hasilnya negatif, pasien dianggap tidak menular (Herawati, V. 2016).

#### **2.2.4 Gejala**

Manifestasi klinis terkait tanda dan gejala klinis yang dialami oleh penderita tuberculosis berbeda-beda, tergantung dari system organ tubuh mana saja yang mengenai bakteri *mycobacterium tuberculosis*. Pada penderita tuberculosis paru tanda dan gejala dapat berupa batuk yang berlangsung selama selama 3 minggu, batuk darah, batuk kronis, nyeri dada, dan sesak napas (Herlina, 2017). Tanda dan gejala klinis batuk darah pada penderita tuberculosis memiliki keterkaitan dengan lesi pada organ yang diakibatkan oleh penyebaran tuberculosis milier yang melewati aliran darah manusia. Dan pada stadium dini dari penyakit tuberculosis tidak menimbulkan tanda dan gejala klinis ( Febrina, 2019)

#### **2.2.5 Pengobatan Tuberkulosis**

Pengobatan penderita Tuberkulosis Paru bertujuan untuk menyembuhkan atau mengobati penderita, mencegah kematian, mencegah kekambuhan atau resistensi terhadap Obat Anti Tuberkulosis (OAT) serta untuk memutus rantai penularan Tuberkulosis Paru (Wahid dan Suprpto, 2013).

Menurut Wahid dan Suprpto (2013) pengobatan tuberculosis paru diberikan dalam 2 tahapan, yaitu :

- a. Tahap intensif (2-3 bulan)

Pada tahap intensif (awal) penderita tuberculosis paru mendapat obat

setiap hari dan diawasi langsung untuk mencegah terjadinya kekebalan terhadap semua OAT, terutama rifampisin. Apabila pengobatan tahap intensif diberikan dengan tepat, biasanya penderita menular menjadi tidak menular dalam kurun waktu 2 minggu. Sebagian besar penderita tuberkulosis paru BTA positif menjadi BTA negatif (konversi) pada akhir pengobatan tahap intensif (Wahid dan Suprpto, 2013).

b. Tahap lanjutan (4-7bulan)

Penderita tuberkulosis paru pada tahap lanjutan mendapat jenis obat yang lebih sedikit namun dalam jangka waktu yang lebih panjang. Tahap lanjutan penting untuk membunuh kuman persisten (dormant) sehingga mencegah terjadinya kekambuhan (Wahid dan Suprpto, 2013). Panduan obat yang digunakan terdiri dari obat utama dan obat tambahan. Jenis obat utama yang digunakan sesuai dengan rekomendasi WHO (World Health Organization) yaitu Rifampisin, INH, Pirasinamid, Streptomisin, dan Etambutol. Sedangkan jenis obat tambahan yaitu Kanamisin, Kuinolon, Makrolide dan Amoksisilin + Asam Klavulanat, devirat Rifampisin/INH (Wahid dan Suprpto, 2013).

### **2.2.6 Hubungan Hemoglobin dengan TB Paru**

Anemia merupakan abnormalitas hematologi yang biasa terjadi pada pasien tb paru. Secara garis besar patogenesis anemia penyakit kronis di titik beratkan pada 3 abnormalitas utama, yaitu ketahanan hidup eritrosit yang memendek akibat terjadinya lisis eritrosit lebih dini, adanya respon sumsum tulang akibat respon eritropoetin yang terganggu atau menurun, gangguan metabolisme berupa gangguan reutilisasi besi.

Seluruh infeksi kronik termasuk TB dapat menyebabkan anemia keadaan ini diduga akibat adanya respon dari sistem imun, dimana sel-sel nya melepaskan sitokin yang akan membantu dalam hal pemulihan atau mekanisme pertahanan tubuh terhadap infeksi. Akan tetapi, produksi dari sitokin ini juga dapat mempengaruhi fungsi normal dari tubuh (Sadewo dkk, 2016).

