

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Hemoglobin (Hb)**

#### **2.1.1 Defenisi hemoglobin**

Hemoglobin (Hb) adalah protein yang mengandung heme dan berfungsi utama untuk mengikat oksigen, proton, serta karbon dioksida. Protein ini terdapat dalam eritrosit, yang berperan penting dalam mengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh sekaligus memberikan warna merah pada sel darah merah. Penurunan kadar hemoglobin menjadi salah satu masalah kesehatan yang dihadapi secara global (Petronela et al., 2019).

Hemoglobin terdiri dari empat rantai yang masing-masing mengandung senyawa heme, yaitu molekul yang memiliki atom zat besi. Heme terbentuk dari mineral alami yang banyak ditemukan dalam eritrosit, sedangkan globin adalah protein yang diproduksi oleh tubuh melalui proses pembentukan protein. Hemoglobin berfungsi aktif sebagai pengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh dan mengembalikan karbon dioksida dari jaringan tubuh ke paru-paru untuk dikeluarkan ke lingkungan. Hemoglobin terdiri atas empat gugus heme dengan atom besi, apoprotein, dan globin. Mutasi genetik dalam pembentukan protein hemoglobin dapat menyebabkan hemoglobinopati, yaitu kelompok penyakit yang berkaitan dengan gangguan atau kelainan kadar hemoglobin dalam eritrosit (Laila et al., 2021).

#### **2.1.2 Fungsi hemoglobin**

Hemoglobin berperan sebagai protein utama dalam sel darah merah, dengan fungsi penting mengangkut oksigen dan karbon dioksida antara paru-paru dan seluruh jaringan tubuh manusia. Proses transportasi ini mencakup pengiriman karbon dioksida serta proton dari jaringan perifer menuju organ pernapasan (WidiaAstuti, Cantika, Satrianugraha, 2019).

### **2.1.3 Struktur hemoglobin**

Hemoglobin adalah protein yang memberikan warna merah pada eritrosit darah. Molekul ini terdiri dari empat rantai protein, yaitu dua rantai alfa dengan 141 asam amino dan dua rantai beta dengan 146 asam amino. Setiap rantai memiliki cincin heme yang mengandung zat besi. Oksigen berikatan secara reversibel dengan atom besi ini, sehingga memungkinkan hemoglobin mengangkut oksigen melalui sistem peredaran darah. Struktur hemoglobin mirip dengan myoglobin, yaitu protein yang berfungsi menyimpan oksigen di jaringan dan otot. Namun, dengan empat rantai proteinnya, hemoglobin memiliki keunggulan fungsional tambahan. Setiap rantai globin memiliki struktur sekunder dan tersier berbentuk segmen heliks serta mengandung satu molekul heme. Molekul heme ini terdiri dari cincin porfirin yang terbentuk dari empat molekul pirol yang terhubung dengan ion besi di pusatnya. Heme terletak di antara heliks E dan heliks F dari rantai globin. Sub unit rantai globin ini saling berikatan membentuk dua dimer yang terhubung satu sama lain (Tenrisila, 2019).

### **2.1.4 Faktor-faktor yang mempengaruhi kadar hemoglobin**

Berbagai faktor dapat memberikan pengaruh besar terhadap kadar hemoglobin dalam darah, seperti usia, jenis kelamin, pola makan, ketinggian tempat tinggal, kebiasaan merokok, konsumsi obat-obatan tertentu, serta jenis alat dan metode yang digunakan dalam pemeriksaan hemoglobin. Pola makan yang baik dan kebiasaan merokok turut berkontribusi terhadap kadar hemoglobin dalam darah, yang pada akhirnya memengaruhi daya tahan fisik dan menyebabkan kelelahan yang signifikan. Kurangnya pemahaman mengenai dampak asap rokok pada perokok aktif dapat memengaruhi lingkungan keluarga, mengakibatkan perubahan kadar hemoglobin pada anggota keluarga yang terpapar. Sikap bijaksana atau etika dalam merokok juga dapat berdampak pada kadar hemoglobin, khususnya pada perokok itu sendiri (Nugroho, 2022).

### **2.1.5 Kadar hemoglobin**

Kadar hemoglobin adalah jumlah pigmen respiratorik yang terdapat dalam eritrosit. Pada orang dewasa, kadar hemoglobin normal berkisar sekitar 15 gram per

10 mililiter darah, yang sering disebut sebagai seratus persen. Nilai hemoglobin bervariasi sesuai dengan usia. Pada anak-anak, kadar normal adalah 11 g/dl untuk usia 6 bulan hingga 4 tahun, 11,5 g/dl untuk usia 5-11 tahun, dan 12 g/dl untuk usia 12-14 tahun. Pada pria dewasa, kadar hemoglobin normal adalah 13 g/dl, sementara pada wanita dewasa normalnya adalah 12 g/dl. Sedangkan untuk ibu hamil, kadar normal hemoglobin adalah 11 g/dl (Arifin et al., 2021).

### **2.1.6 Pemeriksaan hemoglobin**

#### **1. Metode skala warna bertingkat (tallquist)**

Metode Tallquist bekerja dengan cara membandingkan warna darah secara visual dengan skala warna yang bergradasi dari merah muda atau cerah hingga merah tua atau gelap. Skala tersebut memiliki lubang di tengahnya, sehingga memungkinkan pengguna untuk dengan mudah membandingkan warna darah sampel dengan warna pada skala. Namun, metode ini memiliki tingkat kesalahan atau ketidakakuratan yang cukup tinggi, yaitu sekitar 25-50% (Yusuf, 2023).

#### **2. Metode sahli**

Metode Sahli termasuk dalam kategori metode pemeriksaan hemoglobin secara visual. Dalam metode ini, darah diencerkan menggunakan pelarut asam klorida, yang menyebabkan hemoglobin berubah bentuk menjadi asam hematin (Chalisa, 2021).

#### **3. Metode point of care testing (POCT)**

Point of Care Testing (POCT) merupakan salah satu metode pemeriksaan paling sederhana untuk mengukur kadar hemoglobin. Kelebihan metode ini terletak pada kemudahannya, memungkinkan proses pemeriksaan dilakukan dengan cepat dan efisien. Selain itu, POCT dapat dilakukan oleh siapa saja dan memiliki biaya yang relatif terjangkau, sehingga cocok digunakan baik oleh institusi kesehatan maupun masyarakat luas (Chalisa, 2021).

#### 4. Metode hematolgi analyzer

Metode hematologi analyzer adalah teknik pemeriksaan laboratorium yang menggunakan alat otomatis untuk menganalisis berbagai parameter darah, seperti jumlah sel darah merah, sel darah putih, trombosit, hemoglobin, hematokrit, dan indeks eritrosit. Alat ini bekerja dengan prinsip-prinsip seperti impedansi listrik (Coulter principle), pengukuran optik (flow cytometry), dan reaksi kimia untuk menghasilkan data hematologi yang akurat dan efisien. Penggunaan hematologi analyzer mempercepat proses pemeriksaan, meningkatkan keandalan hasil, dan mengurangi kemungkinan kesalahan manual (Medik, 2025).

## **2.2 Rokok dan Perokok**

### **2.2.1 Defenisi Rokok**

Rokok adalah produk akhir yang berasal dari tembakau yang telah melalui proses pengolahan dan dibungkus menggunakan kertas atau bahan lainnya untuk dikonsumsi dengan cara dihisap. Dalam pembuatannya, daun tembakau kering dicacah dan dicampur dengan bahan tambahan, seperti perekat, untuk membentuk batang rokok. Berdasarkan Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), rokok merupakan hasil olahan utama dari tembakau yang dikonsumsi dengan cara dihirup, terdiri dari campuran tembakau yang dibungkus dalam kertas atau bahan lainnya. Rokok mengandung berbagai zat berbahaya, termasuk nikotin yang bersifat adiktif, serta senyawa kimia yang dapat merugikan kesehatan konsumennya. Professor Michael Fiore, seorang pakar penghentian kebiasaan merokok, menyatakan bahwa rokok adalah gulungan tembakau kering yang dihisap melalui mulut, mengandung zat adiktif yang memiliki dampak buruk terhadap kesehatan perokok (Tivany Ramadhani et al., 2023).

### 2.2.2 Kandungan rokok

Berikut ini adalah zat-zat berbahaya yang terkandung dalam rokok, diantaranya:

#### 1. Nikotin

Nikotin merupakan senyawa alkaloid yang terdapat dalam tanaman tembakau dan memiliki sifat adiktif, yang dapat menyebabkan ketergantungan serta kecanduan. Saat nikotin diserap ke dalam darah, senyawa ini dibawa ke otak dan berikatan dengan reseptor nikotin, sehingga memicu pelepasan dopamine zat yang menimbulkan perasaan nyaman. Namun, ketika kadar nikotin menurun, produksi dopamine juga berkurang, menyebabkan hilangnya rasa nyaman dan memicu keinginan untuk merokok kembali. Hal ini menciptakan efek kecanduan, yang tanpa disadari dapat berlangsung dalam jangka waktu lama dan berisiko membahayakan kesehatan perokok (Prianto et al., 2024).

#### 2. Timah hitam/timbal (Pb)

Rokok mengandung lebih dari 200 zat yang sangat berbahaya bagi tubuh, termasuk timbal (Pb) yang berasal dari proses penanaman tembakau. Paparan timbal dapat menyebabkan keracunan yang berdampak pada kesehatan, seperti memperpendek usia eritrosit dan mengurangi jumlahnya dalam darah. Perokok memiliki risiko lebih tinggi terpapar timbal, baik dari rokok itu sendiri maupun dari lingkungan yang telah terkontaminasi timbal (Restuaji, 2023).

#### 3. Gas karbon monoksida (CO)

Karbon monoksida dihasilkan dari pembakaran yang tidak sempurna dan tergolong sebagai gas beracun yang tidak berbau atau bersifat netral. Gas ini memiliki kecenderungan kuat untuk berikatan dengan hemoglobin dalam darah, sehingga dapat menghambat proses pengangkutan oksigen. Salah satu faktor utama yang dapat meningkatkan kadar karbon monoksida dalam tubuh manusia adalah kebiasaan merokok (Tubagus Muhammad Sya'bani & Rita Khairani, 2024)

#### 4. Tar

Tar merupakan kumpulan ribuan zat kimia dalam komponen padat dari asap rokok yang bersifat karsinogenik. Saat rokok dihisap, tar masuk ke dalam rongga mulut dalam bentuk uap padat. Ketika mendingin, tar mengeras dan membentuk endapan berwarna cokelat pada gigi, saluran pernapasan, dan paru-paru. Jumlah tar yang mengendap bervariasi antara 3 hingga 40 mg per batang rokok, sedangkan kadar tar dalam rokok berkisar antara 24 hingga 45 mg (Herawati, 2023).

### **2.2.3 Definisi merokok dan perokok**

Merokok adalah kebiasaan sehari-hari yang dilakukan dengan bersantai sambil menghirup asap dari pembakaran tembakau, yang mengandung zat berbahaya dan dapat menyebabkan ketergantungan serta merusak kesehatan fisik. Berdasarkan indeks Brikman, perokok diklasifikasikan sebagai perokok ringan, sedang, atau berat, tergantung pada jumlah rokok yang dikonsumsi. Semakin sering seseorang merokok, semakin banyak polutan yang terhirup, yang pada akhirnya berdampak pada tingkat saturasi oksigen dalam darah (Sudaryanto, 2020).

Perokok aktif adalah individu yang secara rutin mengonsumsi atau menghisap rokok, meskipun hanya satu batang per hari. Selain itu, seseorang yang merokok secara tidak teratur atau sekadar mencoba juga termasuk dalam kategori perokok aktif (Ningrum, 2021).

Berdasarkan jumlah rokok yang dikonsumsi setiap hari, perokok aktif dapat diklasifikasikan ke dalam tiga kategori, yaitu perokok ringan yang mengonsumsi kurang dari 20 batang per tahun, perokok sedang dengan konsumsi antara 200 hingga 600 batang per tahun, serta perokok berat yang mengisap lebih dari 600 batang per tahun (Sayekti, 2020).

### **2.2.4 Bahaya merokok**

Merokok membawa dampak negatif yang signifikan terhadap kesehatan tubuh akibat zat-zat yang terkandung di dalamnya, baik bagi perokok aktif maupun pasif. Hal ini disebabkan oleh kandungan berbahaya seperti nikotin yang berasal

dari daun tembakau. Saat asap rokok terhirup, nikotin masuk ke dalam tubuh dan mencemari paru-paru. Nikotin bersifat adiktif dan dalam jumlah kecil dapat mengganggu fungsi sistem pernapasan, sedangkan dalam kadar yang lebih tinggi dapat menghambat sirkulasi darah, sehingga meningkatkan risiko penyakit serius seperti serangan jantung, stroke, kanker, serta komplikasi kehamilan. Selain itu, berbagai zat beracun lain dalam rokok juga dapat menghambat proses regenerasi sel dalam tubuh (Nitami & Situngkir, 2024).

### **2.2.5 Dampak merokok terhadap kadar hemoglobin (Hb)**

Merokok merupakan salah satu faktor risiko yang berpengaruh terhadap peningkatan atau penurunan kadar hemoglobin dalam darah. Kurangnya pemahaman mengenai dampak asap rokok dapat memengaruhi lingkungan sekitar, termasuk keluarga, yang berpotensi menyebabkan ketidakseimbangan kadar hemoglobin dalam darah, baik pada perokok aktif maupun anggota keluarga yang tinggal bersamanya. Selain itu, etika dan kebijaksanaan dalam merokok juga dapat berperan dalam memengaruhi kadar hemoglobin perokok (Nugroho, 2022).

Rokok mengandung sekitar 4.000 jenis zat beracun yang berbahaya bagi tubuh dan kesehatan, termasuk nikotin serta karbon monoksida, yang dapat memengaruhi ikatan hemoglobin dengan oksigen. Asap rokok yang terhirup oleh perokok aktif maupun pasif berpotensi meningkatkan kadar karbon monoksida dalam darah, yang kemudian tersebar ke seluruh tubuh melalui sistem peredaran darah. Hal ini dapat menyebabkan gangguan fungsi hemoglobin dan berkontribusi terhadap kadar hemoglobin yang tidak normal dalam darah. Ketika seseorang mengonsumsi atau menghisap asap rokok baik secara aktif maupun pasif, gas karbon monoksida yang terkandung dalam rokok akan turut serta masuk ke dalam peredaran darah melalui eritrosit. Karbon monoksida kemudian berikatan secara kuat dengan hemoglobin yang ada dalam darah. Ikatan antara karbon monoksida dan hemoglobin memiliki afinitas yang jauh lebih besar, yakni 250 kali lipat lebih kuat dibandingkan dengan ikatan antara oksigen dengan hemoglobin. Berdasarkan penelitian Adamson dan Longo, apabila kondisi seperti ini berkelanjutan secara terus-menerus, maka lambat laun tubuh menjadi segera memulai mekanisme jaminan kompensasi dengan meningkatkan tahapan eritropoiesis yaitu produksi

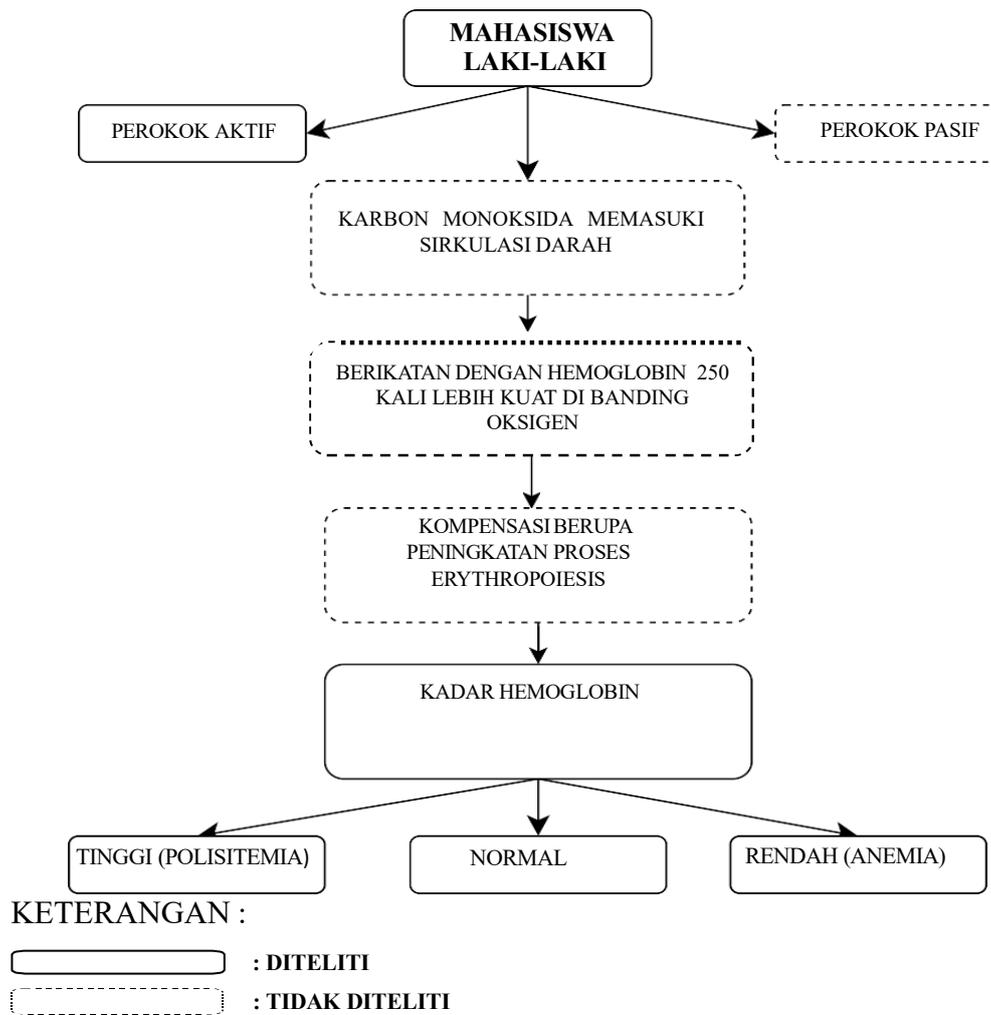
eritrosit guna meningkatkan kapasitas pengangkutan oksigen ke jaringan. Jika mekanisme kompensasi ini berhasil kadar hemoglobin akan meningkat diatas rentang nilai yang normal. Sebaliknya, jika proses kompensasi gagal karbon monoksida dalam darah akan lebih tinggi dibandingkan dengan oksigen yang akhirnya, menyebabkan pada kondisi anemia atau penurunan kadar hemoglobin (Sayekti, 2020).

#### **2.2.6 Kadar hemoglobin (Hb) pada perokok**

Penelitian yang dilakukan oleh Rahmawati (2022) mengenai perbedaan kadar hemoglobin antara perokok aktif dan perokok pasif di Desa Cicadas, Kecamatan Gunung Putri, Kabupaten Bogor, menunjukkan bahwa perokok aktif cenderung memiliki kadar hemoglobin yang lebih tinggi dibandingkan perokok pasif. Rata-rata kadar hemoglobin pada perokok aktif, yang secara langsung menghisap rokok, adalah 15,77 mg/dl, sedangkan pada perokok pasif, yang hanya menghirup asap rokok secara tidak langsung, sebesar 15,67 mg/dl. Hasil analisis statistik menggunakan uji independent t-test menghasilkan nilai  $p = 0,711$ , yang menunjukkan tidak adanya perbedaan signifikan antara kadar hemoglobin darah perokok aktif dan perokok pasif, sehingga dapat disimpulkan bahwa keduanya memiliki kadar hemoglobin yang hampir sama.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Permatasari (2017) di Kabupaten Jombang, ditemukan bahwa dari 15 responden yang merupakan perokok aktif, sebanyak 10 responden (66,67%) memiliki kadar hemoglobin yang mengalami polisitemia atau peningkatan abnormal, sedangkan 5 responden lainnya (33,33%) memiliki kadar hemoglobin dalam batas normal. Sementara itu, dari 10 responden yang termasuk perokok pasif, sebanyak 6 responden (60%) mengalami polisitemia atau peningkatan hemoglobin secara abnormal, sementara 4 responden lainnya (40%) memiliki kadar hemoglobin dalam kondisi anemia atau mengalami penurunan abnormal.

## 2.3 Kerangka Teori



**Gambar 2.3** Skema Kerangka Teori