

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Hemoglobin (Hb)

1. Definisi Hemoglobin

Hemoglobin merupakan protein sel darah merah yang berfungsi mengikat oksigen (O_2) dari paru-paru dan mengedarkannya ke jaringan tubuh. Molekul ini tersusun atas empat rantai polipeptida dengan gugus heme beratom besi (Fe^{2+}) di pusatnya. Tak hanya mengangkut (O_2) dan mengembalikan (CO_2) ke paru-paru, hemoglobin turut berfungsi sebagai sistem penyangga (buffer) yang menstabilkan derajat keasaman (pH) darah. Kadar hemoglobin yang normal sangat penting untuk memastikan proses oksigenasi jaringan berlangsung optimal, karena penurunan atau peningkatan kadar hemoglobin dapat menjadi indikator adanya gangguan fisiologis atau patologis, seperti anemia, polisitemia, maupun gangguan fungsi pernapasan (Kadar *et al.*, 2022).

Protein yang mendominasi isi eritrosit ini bertindak sebagai pengangkut utama oksigen dari paru-paru ke jaringan tubuh. Struktur molekulnya tersusun atas empat rantai polipeptida (dua rantai alfa dan dua beta) yang masing-masing mengikat gugus heme berinti ion besi (Fe^{2+}). Ion besi tersebut berperan vital dalam pembentukan ikatan reversibel dengan molekul oksigen. Ketika hemoglobin mengikat oksigen di paru-paru, terbentuklah senyawa yang disebut oksihemoglobin. Senyawa ini

kemudian diedarkan melalui aliran darah dan melepaskan oksigen ke jaringan tubuh yang membutuhkan, terutama di area dengan tekanan oksigen rendah (Dela *et al.*, 2024).

Tidak hanya mengangkut oksigen, hemoglobin juga memiliki kemampuan untuk berperan dalam transportasi karbon dioksida (CO_2), yaitu produk sisa dari metabolisme sel. Sekitar 20–25% karbon dioksida dalam darah diangkut oleh hemoglobin, membentuk senyawa karbominohemoglobin, sedangkan sisanya larut dalam plasma darah atau diubah menjadi bikarbonat oleh enzim karbonat anhidrase. Selain itu, hemoglobin juga mampu berikatan dengan ion hidrogen (H^+), yang membantu menjaga keseimbangan pH darah melalui sistem penyangga buffer (Dwika Tifanni Arifin, 2021).

2. Fungsi Hemoglobin (Hb)

Hemoglobin (Hb) merupakan elemen inti dalam sel darah merah yang vital bagi transportasi gas darah. Peran utamanya meliputi pendistribusian oksigen (O_2) dari paru-paru ke seluruh organ, serta pengangkutan karbon dioksida (CO_2) dari jaringan ke paru-paru untuk dibuang. Selain perannya dalam pertukaran gas, hemoglobin juga berfungsi untuk membantu memelihara kestabilan pH darah (buffer), sehingga metabolisme sel dapat berjalan dengan baik. Unsur utama dalam hemoglobin terdiri dari protein (globin), zat besi (Fe), mineral, dan zat pewarna merah (heme). Zat besi dalam heme berikatan langsung dengan oksigen, yang memungkinkan hemoglobin untuk mengikat dan melepaskan oksigen sesuai dengan

kebutuhan tubuh. Dengan demikian, hemoglobin tidak hanya berfungsi sebagai pengangkut oksigen, tetapi juga memegang peranan vital dalam pengaturan keseimbangan fisiologis tubuh dan mendukung proses metabolisme sel dengan optimal (Saraswati, 2021).

3. Kadar Hemoglobin (Hb)

Indikator utama kesehatan darah dapat dinilai melalui kadar hemoglobin, dengan standar normal 13–17 g/dL pada pria dan 12–15 g/dL pada wanita. Penurunan kadar Hb mengindikasikan melemahnya distribusi oksigen ke seluruh sel tubuh, yang berpotensi menurunkan sistem kekebalan tubuh serta memicu disfungsi organ. Apabila kadar hemoglobin menurun hingga kisaran 10–12 g/dL, kondisi tersebut dikategorikan sebagai anemia ringan, sedangkan kadar 8–10 g/dL termasuk dalam anemia sedang hingga berat yang memerlukan perhatian medis lebih lanjut (Mulasari & Suryani, 2024).

4. Faktor-faktor yang mempengaruhi kadar hemoglobin (Hb)

Beberapa faktor dapat memengaruhi kadar hemoglobin dalam darah, seperti umur, jenis kelamin, tingkat aktivitas, tinggal di area pegunungan, kebiasaan merokok, dan asupan gizi. Faktor-faktor ini penting karena masing-masing memberi pengaruh berbeda terhadap produksi dan kestabilan hemoglobin. Usia berkaitan dengan perubahan fisiologis yang memengaruhi jumlah sel darah merah, sedangkan jenis kelamin berhubungan dengan hormon seperti testosteron yang dapat meningkatkan kadar hemoglobin. Aktivitas fisik juga berpengaruh karena kebutuhan

oksigen meningkat pada orang yang aktif. Tinggal di daerah pegunungan membuat tubuh beradaptasi terhadap kadar oksigen rendah dengan meningkatkan produksi hemoglobin. Kebiasaan merokok menurunkan kemampuan darah mengikat oksigen, dan asupan gizi yang tidak seimbang terutama kekurangan zat besi, asam folat, dan vitamin B12 dapat menghambat pembentukan hemoglobin (Budi Sungkawa & Wahdaniah, 2020).

5. Pemeriksaan Hemoglobin (Hb)

1. Metode Sahli

Pengukuran hemoglobin melalui metode Sahli dilakukan secara visual dengan mencampurkan darah ke dalam larutan HCl. Penambahan asam klorida ini bertujuan untuk mengubah hemoglobin secara kimiawi menjadi asam hematin. Proses ini kemudian dilanjutkan dengan membandingkan warna larutan yang terbentuk dengan standar warna pada alat hemometer sahli untuk menentukan kadar hemoglobin dalam darah. Metode ini sering digunakan karena prosedurnya sederhana, peralatannya mudah diperoleh, serta dapat memberikan hasil dengan cepat meskipun ketelitiannya sangat bergantung pada kemampuan pengamat dalam menilai perubahan warna secara visual (Khusuwati, 2021).

2. Metode *Point of Care Testing* (POCT)

Pemeriksaan kadar hemoglobin (Hb) dapat dilakukan secara langsung dengan memanfaatkan alat kesehatan praktis seperti POCT (*Point of Care Test*). Spesimen yang digunakan dalam pemeriksaan ini adalah darah kapiler. Proses pengambilan sampel diawali dengan membersihkan ujung jari menggunakan alkohol swab sebagai langkah desinfeksi, kemudian jari ditusuk menggunakan lancet untuk mengeluarkan darah. Tetesan darah pertama dibersihkan menggunakan kapas kering, sedangkan tetesan berikutnya digunakan dengan meneteskannya pada strip uji POCT. Setelah itu, alat akan memproses sampel dan menampilkan hasil kadar hemoglobin dengan cepat serta akurat (Hidayani *et al.*, 2025).

3. Metode Hematologi Analyzer

Hematologi Analyzer merupakan perangkat medis digital modern yang baru diluncurkan dan dirancang untuk mempermudah proses analisis darah secara otomatis. Alat ini berfungsi untuk melakukan analisis darah lengkap atau *complete blood count* (CBC) dengan tingkat kecepatan, ketepatan, serta efisiensi yang sangat tinggi dibandingkan metode manual. Melalui sistem kerja berbasis teknologi canggih, Hematologi Analyzer mampu memproses sampel darah dengan hasil yang akurat hanya dalam waktu sekitar 15 detik, jauh lebih cepat

dibandingkan metode konvensional yang membutuhkan waktu hingga 30 menit. Selain mempercepat proses pemeriksaan, alat ini juga dapat mengurangi potensi kesalahan manusia dalam pembacaan hasil laboratorium, sehingga meningkatkan kualitas dan keandalan diagnosis medis. Perangkat ini menjadi inovasi penting dalam bidang laboratorium klinik karena mampu mendukung tenaga medis dalam memberikan pelayanan yang cepat, tepat, dan efisien kepada pasien (Hermawati *et al.*, 2021).

4. Metode *Cyanmethemoglobin*

Hematologi dengan metode *Cyanmethemoglobin* (*Autoanalyzer*) merupakan teknik pemeriksaan laboratorium yang digunakan untuk menghitung kadar hemoglobin dalam sel darah merah secara otomatis menggunakan alat analisis canggih. Metode ini bekerja berdasarkan prinsip pembentukan senyawa *cyanmethemoglobin* ketika hemoglobin dalam darah bereaksi dengan larutan *Drabkin's reagent*, sehingga menghasilkan warna yang dapat diukur secara fotometrik oleh alat. Hasil pengukuran tersebut kemudian dikonversi menjadi nilai konsentrasi hemoglobin dalam darah. Metode ini banyak diterapkan di laboratorium karena memiliki tingkat keakuratan yang tinggi, presisi yang baik, serta risiko kesalahan yang sangat rendah (Meimi Lailla, 2021).

B. Rokok dan Perokok

1. Definisi Rokok

Rokok merupakan barang hasil olahan dari tanaman tembakau yang dibungkus menggunakan kertas atau material lain dengan tujuan agar dapat dihisap oleh penggunanya. Proses pembuatan rokok diawali dengan pemilihan dan pengeringan daun tembakau yang kemudian dicacah halus hingga mencapai ukuran tertentu. Setelah itu, tembakau kering tersebut dicampur dengan berbagai bahan tambahan seperti lem, perasa, dan kadang bahan kimia tertentu yang berfungsi mengikat aroma maupun cita rasa. Campuran tersebut kemudian digulung dan dibungkus dengan kertas khusus pembungkus rokok untuk membentuk batang rokok yang siap digunakan. Proses ini dilakukan secara manual maupun menggunakan media modern, tergantung pada jenis dan skala produksi rokok yang dihasilkan. (Ramadhani Tivany, Usna Aulia, 2023).

Tembakau adalah salah satu tanaman yang sangat dikenal oleh masyarakat Indonesia. Tanaman ini dapat ditemukan di berbagai wilayah nusantara dan memiliki banyak kegunaan, terutama sebagai bahan utama pembuatan rokok. Tembakau telah menjadi bagian penting dalam kehidupan sehari-hari masyarakat, baik sebagai komoditas pertanian yang bernilai ekonomi maupun sebagai bahan konsumsi tradisional. Proses pengolahannya dilakukan dengan berbagai cara, mulai dari pengeringan, perajangan, hingga pencampuran sesuai preferensi masing-masing pengguna. Di beberapa daerah, penggunaan tembakau bahkan

memiliki nilai budaya tersendiri karena sudah diwariskan dari generasi ke generasi. Selain menjadi sumber mata pencaharian bagi petani, keberadaan tembakau juga berperan dalam menjaga tradisi merokok lintingan yang masih banyak dilakukan oleh masyarakat pedesaan hingga saat ini (Surayana, 2022).

2. Kandungan Rokok

Berikut merupakan bahan-bahan berbahaya yang terdapat dalam rokok, antara lain:

1. Nikotin

Nikotin merupakan senyawa pirrolidin yang dapat ditemukan ditanaman, terutama pada tembakau yang memiliki sifat adiktif dan dapat menyebabkan ketergantungan serta efek kecanduan yang signifikan. Prosesnya dimulai saat nikotin masuk ke dalam aliran darah dan bergerak menuju otak. Reseptor yang berada di otak akan menyerap nikotin tersebut. Selanjutnya, reseptor ini akan memicu pelepasan dopamine. Dopamin inilah yang menghasilkan perasaan nyaman. Namun, saat nikotin tidak lagi digunakan kadar dopamine akan menurun mengakibatkan hilangnya perasaan nyaman tersebut. Inilah yang memicu keinginan untuk Kembali merokok (Prianto *et al.*, 2024).

2. Gas Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida CO merupakan gas beracun tanpa warna, bau, atau rasa yang dihasilkan dari pembakaran tidak sempurna,

termasuk pada rokok. Potensi bahayanya terletak pada pembentukan karboksihemoglobin (HbCO) akibat kuatnya ikatan antara CO dan hemoglobin. Karena daya ikat CO jauh lebih dominan dibanding oksigen, mekanisme distribusi oksigen ke seluruh sel tubuh pun menjadi terhambat (Tubagus Muhammad Sya'bani & Rita Khairani, 2024).

3. Tar

Tar kaya akan zat karsinogenik pemicu kanker yang mengendap menjadi lapisan lengket di paru-paru saat asap rokok terhirup.

Residu ini merusak sel-sel paru-paru dan merintangi distribusi oksigen, sehingga memicu penyakit berat seperti emfisema dan kanker paru-paru. Selain dampak organ dalam, zat berwarna coklat ini juga meninggalkan noda pada gigi dan kuku serta menyebabkan bau tak sedap pada mulut dan jari (Florentika & Kurniawan, 2022).

3. Perokok

Rokok adalah ancaman global utama yang memicu jutaan kematian per tahun, merenggut 5 juta lebih perokok aktif dan 600.000 perokok pasif. Dengan estimasi satu kematian setiap enam detik, tembakau menyumbang 10% dari total mortalitas dunia. Fakta ini memperlihatkan bahwa dampak buruk paparan rokok tidak hanya dialami pengguna langsung, tetapi juga orang di sekelilingnya. Toksisitas nikotin, tar, serta karbon monoksida dalam rokok menjadi dalang utama kerusakan organ

vital, terutama sistem pernapasan dan pembuluh darah (Putri *et al.*, 2022).

Perokok aktif adalah pengguna yang mengonsumsi rokok secara langsung, sedangkan perokok pasif adalah individu yang menghirup udara terkontaminasi asap rokok di sekitarnya. Keduanya sama-sama terpapar bahaya racun asap rokok melalui cara dan jalur paparan yang berbeda (A'yunin Lathifah *et al.*, 2020).

Berdasarkan seberapa sering seseorang merokok dalam kehidupan sehari-hari, perokok yang aktif dikelompokkan menjadi tiga kategori berdasarkan jumlah rokok yang dihisap. Perokok aktif ringan adalah mereka yang mengonsumsi kurang dari 20 batang rokok dalam setahun. Perokok aktif sedang menghisap antara 200 sampai 600 batang rokok per tahun. Sementara itu, perokok aktif berat menghisap lebih dari 600 batang rokok dalam setahun (Sri Sayekti, 2020).

4. Jenis-jenis Rokok Tembakau

Produk rokok di Indonesia umumnya dikelompokkan menjadi tiga jenis: kretek, rokok putih, dan cerutu. Kretek menggunakan campuran cengkih pada rajangan tembakau yang berbunyi khas saat dibakar, sedangkan rokok putih dilapisi kertas sigaret tanpa tambahan cengkih mengacu pada standar SNI 01-0765-1999. Di sisi lain, cerutu tersusun dari isian potongan tembakau murni yang dibungkus oleh lembaran daun tembakau utuh (Suharyanto, 2023).

5. Bahaya Merokok

Kandungan nikotin dari daun tembakau menjadikan rokok bahaya nyata bagi perokok aktif maupun pasif. Saat asap diisap, nikotin merusak organ paru-paru sekaligus terserap cepat ke aliran darah hingga mencapai otak dalam waktu singkat. Di otak, nikotin menstimulasi pelepasan dopamin yang menimbulkan rasa senang dan tenang sesaat. Efek ini hanya sementara, sehingga tubuh akan menuntut asupan nikotin berikutnya untuk mendapatkan sensasi yang sama. Nikotin adalah zat yang dapat menyebabkan ketergantungan pada perokok, sehingga membuat seseorang sulit untuk berhenti merokok meskipun mengetahui bahaya yang ditimbulkannya bagi kesehatan tubuh, terutama pada sistem pernapasan dan jantung (Nitami & Situngkir, 2024).

6. Efek Rokok Tembakau (Linting)

Tingwe merupakan jenis rokok lintingan yang dibuat oleh penggunanya sendiri. Kebiasaan ini umumnya dilakukan oleh perokok yang ingin menyesuaikan rasa, ketebalan rokok, atau jumlah tembakau sesuai preferensi pribadi. Rokok tingwe dianggap memiliki risiko kesehatan yang lebih tinggi dibandingkan rokok pabrikan. Hal ini karena jumlah tembakau yang digunakan tidak terukur, sehingga kadar nikotin di dalamnya tidak diketahui secara pasti. Tidak adanya standar produksi membuat komposisi zat kimia berbahaya seperti tar dan karbon monoksida dalam rokok tingwe berpotensi lebih besar atau bervariasi antara satu lintingan dengan yang lain. Akibatnya, para

pengguna tidak dapat mengetahui seberapa besar nikotin yang mereka konsumsi dalam setiap batang rokok lintingan tersebut. Selain itu, proses pembakaran tembakau linting menghasilkan asap yang mengandung ribuan senyawa toksik yang dapat memengaruhi sistem pernapasan, serta kadar komponen darah, termasuk hemoglobin. Dengan demikian, konsumsi rokok tingwe tidak hanya meningkatkan risiko gangguan kesehatan secara umum, tetapi juga dapat mempengaruhi fungsi fisiologis tubuh secara spesifik, termasuk kadar hemoglobin (Surayana, 2022).

C. Dampak Merokok Tembakau Terhadap Kadar Hemoglobin (Hb)

Merokok meningkatkan kadar hemoglobin dan leukosit dalam darah melalui mekanisme kompensasi dan respon imun. Paparan karbon monoksida menekan ikatan oksigen sehingga tubuh memproduksi hemoglobin tambahan, sementara sifat toksik asap rokok memicu inflamasi yang mendongkrak jumlah leukosit. Lamanya durasi merokok memperbesar derajat perubahan pada kedua indikator darah ini (Septini, 2022).

Rokok memiliki sekitar 4000 jenis bahan berbahaya seperti nikotin yang dapat menimbulkan ketergantungan dan karbon monoksida yang dapat memengaruhi peningkatan daya tarik ikatan pada hemoglobin. Zat-zat berbahaya tersebut tidak hanya berdampak langsung terhadap sistem pernapasan, tetapi juga dapat mengganggu fungsi darah dalam mengedarkan oksigen ke seluruh tubuh. Nikotin, misalnya bekerja dengan

merangsang system saraf pusat yang menyebabkan efek adiktif, sehingga perokok sulit untuk berhenti. Semenetera itu, karbon monoksida memiliki kemampuan berkaitan dengan hemoglobin jauh lebih kuat dibandingkan oksigen, sehingga mengurangi kemampuan darah dalam mengangkut oksigen ke jaringan tubuh. Akibatnya, tubuh akan mengalami kekurangan oksigen dan secara kompensasi akan meningkatkan kadar hemoglobin untuk memnuhi kebutuhan tersebut. Kondisi ini dalam jangka Panjang dapat mengganggu keseimbangan fisiologis tubuh dan meningkatkan risiko berbagi penyakit, terutama gangguan pada jantung dan paru (Sri Sayekti, 2020).

Temuan Ramadhanti (2020) pada 31 perokok aktif mencatat rata-rata Hb 14,5 g/dL (SD 1,0942 g/dL; rentang 12,3–16,9 g/dL). Hasil ini memperlihatkan kadar hemoglobin perokok aktif masih dalam batas kisaran normal pria, walau terdapat variasi antar-responden yang terbilang signifikan. Variasi ini disebabkan oleh berbagai faktor seperti intensitas merokok, durasi kebiasaan merokok, kondisi kesehatan umum, serta tingkat paparan zat berbahaya dalam asap rokok. Nilai rata-rata yang cenderung tinggi pada kelompok perokok aktif ini juga dapat dihubungkan dengan respons fisiologis tubuh terhadap kekurangan oksigen akibat paparan karbon monoksida, Dimana tubuh berusaha mengimbangnya dengan meningkatkan produksi hemoglobin. Dengan demikian, hasil ini mengindikasikan adanya pengaruh kebiasaan merokok

terhadap peningkatan kadar hemoglobin dalam darah, meskipun masih dalam rentang normal (Ramadhanti *et al.*, 2020).

Penelitian Rizka (2024) Menunjukkan bahwa sebagian besar perokok aktif memilih rokok pabrik, yang berjumlah 28 orang (51,9%), diikuti oleh rokok kretek sebanyak 23 orang (42,6%) dan rokok elektrik sebesar 3 orang (5,5%). Rerata kadar hemoglobin dalam kelompok perokok aktif tercatat pada angka 16,475 g/dL, sedangkan untuk perokok pasif berada pada 15,140 g/dL. Data tersebut menggambarkan bahwa mayoritas perokok aktif lebih cenderung menggunakan rokok pabrik dibandingkan jenis rokok lainnya, kemungkinan karena faktor ketersediaan, dan kemudahan akses. Sementara itu, perbedaan nilai rata-rata kadar hemoglobin antara perokok aktif dan pasif menunjukkan adanya pengaruh signifikan dari kebiasaan merokok terhadap peningkatan kadar hemoglobin dalam darah (Rizka *et al.*, 2024).