

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kadar Hemoglobin

1. Definisi Hemoglobin

Salah satu bagian sel darah merah atau eritrosit yang disebut hemoglobin memiliki kemampuan untuk mengikat oksigen dan mengirimkannya ke seluruh sel jaringan tubuh. Jaringan tubuh membutuhkan oksigen untuk berfungsi. Jika jaringan otot dan otak kekurangan oksigen, itu akan menyebabkan konsentrasi yang rendah dan kurang bugar saat melakukan aktivitas. Hemoglobin adalah gabungan protein dan zat besi yang terdiri dari sel darah merah dan eritrosit. Jika anemia adalah gejala, penyebabnya harus dicari dan pencegahan dilakukan sesuai dengan penyebabnya (Sari dkk., 2020).

Hemoglobin, protein yang kaya akan zat besi, terangsang oleh oksigen untuk membentuk hemoglobin dalam sel darah merah. Fungsi ini membawa oksigen dari paru-paru ke jaringan. Hemoglobin terbentuk dari suatu molekul-molekul Hem yaitu gugus nitrogenosa non protein yang mengandung besi dan Globin yaitu suatu protein terbentuk dari empat rantai polipeptida yang sangat berlipat-lipat (Hasanan, 2018).

2. Struktur Hemoglobin

Struktur Hb terdiri dari empat rantai polipeptida dan empat grup heme, masing-masing terdiri dari dua rantai alfa dan dua rantai beta, yang masing-masing terikat dengan satu grup heme. Setiap rantai alfa memiliki 141 asam amino, dan setiap rantai beta memiliki empat belas asam amino (Andiyani dkk., 2020).

Cincin heterosiklik yang disebut porfirin terletak di pusat molekul. Cincin ini terdiri dari empat cincin pirol yang dihubungkan oleh jembatan untuk membentuk cincin tetrapirrol, yang terdiri dari dua sisi rantai propionol dan empat gugus mitral dan vinil. Nama heme mengacu pada porfirin yang menahan satu atom besi. Molekul heme ini memiliki kemampuan untuk melekat pada besi dan mengirimkan oksigen dan karbon dioksida melalui darah (Rohmania, 2019).

3. Nilai Normal Hemoglobin

Jumlah hemoglobin normal adalah kira-kira lima belas gram per 100 mililiter darah, yang disebut sebagai "100 persen". Ini adalah ukuran pigmen respiratorik dalam sel darah merah. Batas normal nilai hemoglobin untuk seseorang sukar ditentukan karena kadar hemoglobin bervariasi diantara setiap suku bangsa. WHO telah menetapkan batas kadar hemoglobin normal berdasarkan umur dan jenis kelamin (Hasanan, 2018).

- Kadar hemoglobin normal pada bayi baru lahir: 10-14 gram/dL.
- Kadar hemoglobin normal pada anak: 9-14 gram/dL.
- Kadar hemoglobin normal pada remaja: 10-15 gram/dL.
- Kadar hemoglobin normal pada pria dewasa: 13-17 gram/dL.
- Kadar hemoglobin normal pada wanita dewasa: 12-15 gram/dL.
- Kadar hemoglobin normal pada wanita hamil: di atas 11 gram/dL.

4. Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Hemoglobin

Salah satu bagian darah adalah hemoglobin, yang memainkan peran penting dalam pembentukan eritrosit, atau sel darah merah. Faktor-faktor yang mempengaruhi kadar hemoglobin dan sel darah merah (eritrosit) pada seseorang

adalah usia, jenis kelamin, lamanya merokok, dan Frekuensi merokok (Mirza, 2013).

a. Usia

Usia adalah jumlah waktu yang telah berlalu sejak lahir dan dapat dihitung dengan menggunakan satuan waktu yang disusun secara kronologis. Seseorang yang dianggap normal akan memiliki tingkat perkembangan anatomis dan fisiologis yang sama. Usia juga disebut sebagai berapa lama seseorang hidup dari tahun lahirnya sampai ulang tahunnya yang terakhir. Ada beberapa definisi usia yang berbeda, tetapi usia dapat didefinisikan sebagai berapa lama seseorang hidup dari tahun lahirnya sampai ulang tahunnya yang terakhir. Klasifikasi kelompok umur manusia yaitu sebagai berikut (Iramona dkk., 2023):

- 12 - 25 tahun
- 26 – 45 tahun
- 46 – 65 tahun

b. Jenis Kelamin

Jenis kelamin adalah pensifatan atau pembagian dua jenis kelamin manusia yang ditentukan secara biologis pada jenis kelamin tertentu. Jenis kelamin tidak dapat berubah dan merupakan ketentuan biologis, biasanya disebut sebagai "kodrat" (Harahap, 2019).

c. Lamanya Merokok

Lama merokok adalah jumlah waktu yang dihabiskan responden untuk merokok, dihitung dari saat responden merokok untuk pertama kalinya hingga saat pengukuran. Lamanya seseorang merokok akan berdampak pada

keterpaparan zat- zat kimia berbahaya yang terdapat pada rokok (Rosita dkk., 2013).

- < 10 Tahun
- > 10 Tahun

d. Frekuensi Merokok

Frekuensi, yang berasal dari kata Inggris "frekuensi", yang berarti kekerapan, keseimbangan, keseringan, atau jarang-kerap, adalah jumlah putaran ulang setiap peristiwa dalam satuan waktu tertentu. Merokok adalah proses membakar tembakau, menghisap asapnya, dan mengeluarkannya, sehingga menimbulkan asap yang dapat dihisap oleh orang lain di sekitarnya (Siringo-ringi, 2022). Jumlah rokok yang dihisap dalam satuan batang setiap hari disebut frekuensi merokok, dan dengan melihat frekuensi ini, kita dapat mengetahui perilaku merokok seseorang yang sebenarnya. Perilaku merokok dalam 3 (tiga) tipe, yaitu (Sulastiningsih, 2016) :

- Perokok berat : menghisap >15 batang/hari
- Perokok sedang : menghisap 5 – 14 batang/hari
- Perokok ringan : menghisap 1-4 batang/hari

5. Fungsi Hemoglobin

Salah satu fungsi penting hemoglobin di dalam tubuh adalah mengatur pertukaran oksigen (O₂) dengan karbondioksida (CO₂) di dalam jaringan tubuh. Kandungan oksigen yang terikat pada sel darah merah (eritrosit) membuat darah menjadi berwarna merah dan mengalami penurunan akan berdampak buruk bagi tubuh. Jika kadar hemoglobin turun, dapat terjadi gangguan seperti lemah, pusing, lelah, sesak nafas, atau anemia atau polisitemia. Untuk kondisi ini,

diperlukan perawatan yang baik dan pemeriksaan untuk mengetahui penyebabnya. Hemoglobin sangat membantu memperlancar aliran darah sekaligus memiliki banyak manfaat, diantaranya. Menurut Departemen Kesehatan Republik Indonesia (2019) fungsi Hb antara lain (Lestari, 2019) :

- 1) Mengatur pertukaran oksigen dengan karbondioksida di dalam jaringan - jaringan tubuh.
- 2) Mengambil oksigen dari paru – paru kemudian di bawah ke seluruh jaringan – jaringan tubuh untuk dipakai sebagai bahan bakar.
- 3) Membawa karbondioksida dari jaringan-jaringan tubuh sebagai hasil metabolisme ke paru-paru.

6. Metode Pemeriksaan Kadar Hemoglobin

Terdapat berbagai macam metode atau cara yang bisa dipakai untuk menentukan kadar Hb dalam darah, di antaranya adalah (Agistin, 2021).

a) Metode *Talquist*

Karena Hb bertanggung jawab untuk memberikan warna merah pada eritrosit, pemeriksaan ini didasarkan pada warna darah. Karena konsentrasi Hb dalam darah sebanding dengan warna merah 30 darah, pemeriksaan ini dilakukan dengan membandingkan warna merah darah dengan warna standar yang sudah diketahui konsentrasi hemoglobin dalam satuan persen. Metode ini tidak banyak digunakan lagi karena tingkat kesalahan pemeriksaan mencapai 30-50%, dan salah satu faktor kesalahannya adalah standar warna yang tidak stabil (tidak dapat mempertahankan warna asalnya) dan mudah memudar karena standar berupa warna dalam kertas (Puspitasari dan Kusmiyati, 2020).

b) Metode Tembaga Sulfat (CuSO₄)

Pemeriksaan ini didasarkan pada berat jenis, dan larutan CuSO₄ yang digunakan memiliki berat jenis (BJ) 1,053. Pemetapan kadar Hb dengan teknik ini dilakukan dengan meneteskan darah pada wadah atau gelas yang berisi larutan CuSO₄ BJ 1,053, yang mencegah perubahan BJ dalam 15 detik. Bila darah tenggelam dalam waktu 15 detik, maka kadar Hb lebih dari 12,5 gram/dL. Apabila darah menetap di tengah-tengah atau muncul kembali ke permukaan, maka kadar Hb kurang dari 12,5 gram/dL. Kadar hemoglobin pada metode ini tidak diketahui dengan tepat. Test ini tidak dapat digunakan untuk pemeriksaan klinik karena hanya dilakukan untuk individu yang menyumbangkan darah (donor) (Sirait, 2019).

c) Metode /Sahli

merupakan pemeriksaan Hb yang menggunakan pembentukan warna (kolorimetri atau visualisasi). Setelah direaksikan dengan HCL, darah akan menghasilkan asam hematin berwarna coklat. Dengan menggunakan aquadest, warna yang dihasilkan akan disesuaikan dengan standar. Karena memerlukan peralatan sederhana, pemeriksaan ini masih dilakukan pada beberapa laboratorium kecil dan puskesmas, tetapi kesalahan atau penyimpangan hasil mencapai 15% hingga 30% (Nuraini dkk, 2020).

d) Metode *Cyanmethemoglobin*

merupakan pemeriksaan yang didasarkan pada kolorimetri dengan menggunakan reagen drabkins dan menggunakan alat spektrofometer atau fotometer, sama dengan pemeriksaan kadar Hb menggunakan metode oksihemoglobin dan alkaliematin. Karena kesalahannya hanya 2%, metode ini

direkomendasikan untuk menentukan kadar Hb. Faktor kesalahan yang paling umum dari metode ini berasal dari alat pengukur, reagen, dan teknik analisis (Puspita dan Kusmiyati).

e) Metode Hemoglobinometer Digital

Hemoglobinometer digital adalah alat sebagai tanggapan terhadap kebutuhan akan "alat yang sederhana, murah, dan akurat untuk mengukur hemoglobin oleh petugas kesehatan di luar laboratorium." Hemoglobinometer digital adalah perangkat nanobioelektronik seukuran telapak tangan dengan sensor kalibrasi mandiri yang membutuhkan waktu kurang dari 60 detik untuk setiap perhitungan hemoglobin. Prinsip fotometri reflektansi adalah dasar dari sistem hemoglobinometer digital. Dengan hanya 8 mililiter sampel darah, kadar hemoglobin dapat diukur dengan sampel darah lengkap kapiler, perifer, vena, atau arteri. Alat ini memiliki baterai yang dapat diisi ulang 3,6 V, sehingga dapat digunakan di tempat-tempat yang tidak memiliki listrik (Duwi, 2023).

Hemoglobinometer digital terdiri dari strip plastik tipis yang mengandung reagen kimia dan dapat digunakan dalam kisaran suhu dari 5 hingga 45° Celcius. Ferrosianida adalah reaktan kimia yang ditemukan pada strip. Setiap kali strip digunakan, kode khusus strip harus dimasukkan ke dalam perangkat (Duwi, 2023).

f) Metode *Hematology Analyzer*

Pemeriksaan Hematology Analyzer adalah standar emas untuk diagnosis dalam berbagai pemeriksaan hematologi, seperti pengukuran kadar hemoglobin (Gressilia dkk.,2022)

Alat ini mengukur sampel darah dengan mengumpulkan 2 mililiter darah yang disimpan pada tabung EDTA, menghisapnya menggunakan selang cuvet, dan kemudian memasukkannya ke dalam alat untuk menghitung jumlah sel darah. Pemeriksaan darah yang dilakukan oleh alat ini mencakup pemeriksaan haemoglobin dalam volume dan jumlah, jenis sel leukosit, dan jumlah sel trombosit (Islami, 2019).

Salah satu kelebihan alat hematologi analiser ini adalah lebih cepat dalam melakukan pemeriksaan karena membutuhkan waktu sekitar 2-3 menit dibandingkan dengan melakukannya secara manual. Selanjutnya, hasil yang dikeluarkan oleh alat ini biasanya telah dikontrol kualitas oleh intern laboratorium di fasilitas kesehatan (Suryani, 2018).

B. Anemia

1. Definisi Anemia

Menurut Kemenkes RI (2018), anemia adalah keadaan tubuh di mana konsentrasi hemoglobin atau sel darah merah lebih rendah dari normal atau tidak mencukupi kebutuhan tubuh. Anemia terjadi ketika sel darah merah tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan fisiologis tubuh.

Penurunan kadar hemoglobin dan eritrosit di bawah normal dikenal sebagai anemia. Perdarahan kronik atau malnutrisi biasanya menyebabkan anemia karena kadar hemoglobin atau eritrosit lebih rendah daripada nilai normal (Fajriyah dan Fitriyanto, 2016).

2. Jenis Anemia (Kurang Darah)

Menurut Sudargo dkk., (2018) Anemia terbagi menjadi beberapa jenis berdasarkan penyebabnya, berikut masing-masing penjelasannya.

a. Thalassemia

Thalassemia adalah kondisi bawaan lahir di mana produksi hemoglobin terganggu karena mutasi pada DNA yang bertanggung jawab untuk memproduksi hemoglobin. Produksi hemoglobin yang tidak normal menyebabkan sel darah merah lebih pendek dan lebih mudah rusak daripada normal. Seseorang yang memiliki riwayat atau kondisi keluarga yang sama dengan thalassemia dapat mengembangkan kelainan ini.

b. Anemia Sel Sabit

Anemia sel sabit adalah kelainan darah yang diturunkan (bawaan lahir) di mana terjadi kelainan hemoglobin yang membuat sel darah merah berbentuk tidak normal seperti bulan sabit, menjadi tidak fleksibel dan mudah lengket. Bentuk sel darah merah ini membuatnya mudah rusak dan dihancurkan. Apabila mutasi genetik tersebut ditemukan pada kedua orang tua seseorang, mereka berisiko mengalami anemia ini.

c. Anemia Akibat Masalah Kesehatan Kronis

Beberapa masalah kesehatan kronis, seperti HIV/AIDS, kanker, penyakit ginjal, dan lain-lain, juga dapat mempengaruhi pembentukan sel darah merah dan menyebabkan anemia pada pengidapnya.

d. Anemia Hemolitik

Apabila sel darah merah seseorang hancur lebih cepat daripada proses pembentukannya, mereka mengalami anemia hemolitik. Kondisi ini dapat berasal dari keturunan, atau dapat menjadi akibat dari sejumlah masalah kesehatan seperti kanker darah, infeksi virus atau bakteri, efek samping obat-obatan, atau sistem kekebalan autoimun.

e. **Anemia Aplastik**

Anemia aplastik adalah jenis anemia di mana kerusakan pada sumsum tulang menyebabkan tubuh tidak dapat menghasilkan sel darah merah dengan baik. Ini dapat terjadi karena infeksi, paparan zat kimia beracun, penyakit autoimun, atau efek samping dari penggunaan antibiotik.

f. **Anemia Akibat Pendarahan**

Cedera, wasir, menstruasi, peradangan pada lambung, efek samping obat, atau kanker usus adalah beberapa penyebab anemia akibat perdarahan yang cukup umum.

g. **Anemia pada Masa Kehamilan**

Saat hamil, lebih banyak zat pembentuk hemoglobin, seperti zat besi, asam folat, dan vitamin B12, diperlukan. Kekurangan nutrisi ini dapat menyebabkan anemia, yang dapat membahayakan ibu dan janin.

h. **Anemia Akibat Kekurangan Zat Besi**

Tubuh memerlukan zat besi untuk memproduksi hemoglobin dan sel darah merah. Kekurangan zat besi dapat menyebabkan berbagai masalah dan gangguan. Kurang asupan zat besi dari makanan yang dikonsumsi atau ketidakmampuan tubuh untuk menyerap zat besi karena masalah kesehatan tertentu dapat menyebabkan anemia ini.

C. Karboksi Hemoglobin (HbCO)

Setelah hemoglobin berinteraksi dengan karbon monoksida (CO) dan hemoglobin (Hb), karboksihemoglobin (HbCO) terbentuk di sel darah merah. Jika seseorang terpapar dengan karbon monoksida dalam jumlah yang rendah, kemampuan hemoglobin untuk mengangkut oksigen sudah terhambat karena

karboksihemoglobin lebih mudah terbentuk daripada oksihemoglobin (HbO₂) (Agustina, 2021).

Menghirup terlalu banyak karbon monoksida (CO) biasanya menyebabkan keracunan karbon monoksida (CO), yang ditandai dengan sakit kepala, pusing, rasa letih, muntah, sakit dada, dan kebingungan. Jika dosis terlalu tinggi dihirup, korban dapat kehilangan kesadaran, mengalami aritmia, kejang-kejang, atau bahkan meninggal dunia (Widodo dkk., 2017).

Karena sifatnya yang beracun, karbon monoksida dapat menyatu dengan hemoglobin untuk membentuk karboksihemoglobin (HbCO), yang menyebabkan darah tidak dapat mengangkut oksigen. Selain itu, Selain itu, sitokrom oksidase mitokondrial dan mioglobin juga terkena dampak. Kadar HbCO yang lebih tinggi dari 3% untuk orang yang tidak merokok dan 10% untuk orang yang merokok adalah dasar untuk diagnosis keracunan. Risiko kematian seseorang yang terkena keracunan berkisar antara 1 hingga 30 persen (Wahyudi, 2019).

D. Rokok

1. Definisi Rokok

Rokok adalah gulungan tembakau sebesar kelingking yang dibungkus dengan daun nipah, kertas, atau bahan lainnya. Rokok adalah salah satu jenis tembakau yang dibuat dengan atau tanpa bahan tambahan. Rokok mengandung zat adiktif, yang jika dikonsumsi dapat membahayakan masyarakat dan individu (Jakaria, 2022).

Menurut Budiantoro dari Ikatan Ahli Kesehatan Masyarakat Indonesia (IAKMI) (2016), racun yang terkandung dalam rokok masuk ke dalam tubuh perokok aktif (perokok aktif) sebanyak 25%, dan 75% lainnya beredar di udara

bebas, berpotensi masuk ke tubuh perokok pasif (perokok pasif). Ini karena racun yang terhisap melalui asap rokok perokok aktif tidak terfilter, sedangkan racun yang terhisap melalui asap rokok perokok aktif dapat dihisap melalui udara (Asmalia & Waspodo, 2016).

2. Kandungan Rokok

Rokok mengandung zat yang berbahaya yang dapat menyebabkan kecanduan. Gejala yang tidak menyenangkan seperti mabuk, lelah, bergetar pada tangan, dan kepala pening dapat muncul pada orang yang merokok jika mereka tidak merokok. Beberapa bahan kimia yang paling berbahaya yang ditemukan dalam rokok termasuk tar, nikotin, radikal bebas, timbal (Pb), dan karbon monoksida (CO) (Septiani, 2022).

Menurut Ramadhanti *et al.* (2019), kondisi hipoksia dapat disebabkan oleh ikatan karbon monoksida dengan hemoglobin. Ini lebih mudah dilakukan daripada ikatan oksigen dan karbondioksida. Asap rokok yang terlalu lama mengandung tar yang dapat merusak sumsum tulang, yang bertanggung jawab untuk produksi eritrosit. Nikotin juga dapat menyempitkan pembuluh darah, meningkatkan tekanan darah dan viskositas darah, dan karbon dioksida dapat menyebabkan hipoksia jaringan, yang dapat menyebabkan kematian. Asap rokok utama (mainstream smoke) adalah asap rokok yang dihisap oleh perokok ke paru-paru mereka, dan asap rokok sampingan (sidestream smoke) adalah asap rokok yang dihembuskan dari ujung rokok yang terbakar. Asap rokok lingkungan (ARL/environmental tobacco smoke (ETS) adalah polusi udara yang dihasilkan oleh kedua jenis asap rokok ini (Safitri & Syahrul, 2015).

E. Perokok Aktif

1. Definisi Perokok

Orang yang benar-benar merokok disebut perokok aktif. Karena merokok sudah menjadi bagian dari hidupnya, dia tidak bisa bertahan hidup tanpa merokok. Menghirup asap rokok, baik perokok aktif maupun pasif, meningkatkan kadar karbonmonoksida dalam tubuh. Kadar karbon monoksida yang tinggi dalam tubuh dapat mempengaruhi ikatan hemoglobin dengan oksigen dan initasnya, yang dapat menyebabkan kadar hemoglobin yang tidak normal dalam darah (Timor, 2020).

2. Jenis Perokok

Jenis perokok dibagi menjadi 4 yaitu :

- a) *Regular smoker* adalah seseorang yang merokok dan masih merokok paling tidak satu batang perhari
- b) *Occasional smoker* adalah seorang yang merokok kurang dari 7 batang perhari
- c) *Non-smoker* adalah seseorang yang tidak merokok sama sekali, pernah mencoba tapi tidak merokok, merokok kurang dari 100 rokok selama hidupnya

Ex-smoker adalah *regular smoker* dan *occasional smoker* yang sudah berhenti paling tidak 1 tahun setelah dilakukan survei (Timor, 2020).

3. Lamanya Merokok

Ada korelasi antara lamanya merokok dan kadar Hb pada perokok aktif: semakin lama waktu yang dihabiskan untuk merokok, semakin besar

kemungkinan mengalami penurunan kadar hemoglobin dalam darah (Septiani, 2022). Lamanya merokok di bagi menjadi :

- < 10 Tahun
- > 10 Tahun

4. Frekuensi Merokok

Ada hubungan antara frekuensi merokok dan kadar Hb, yang berarti bahwa semakin banyak rokok yang dikonsumsi setiap hari menunjukkan kadar hemoglobin yang lebih rendah karena peningkatan kadar CO yang dibawa dalam darah (Sudaryanto, 2017) dimana frekuensi merokok yaitu dibagi menjadi :

- Perokok ringan (1-4 btg/hari)
- Perokok sedang (5-15 btg/hari)
- Perokok berat (>15btg/hari)

5. Hubungan Merokok Dengan Kadar Hemoglobin

Asap rokok mengandung sekitar empat ribu senyawa kimia, termasuk karbon monoksida, karbon dioksida, fenol, amonia, formal-dehid, piren, nitrosamin, nikotin, dan tar. Selain itu, ada banyak radikal bebas dan oksidan yang dapat merusak lipid, protein, deoxyribo-nucleic acid (DNA), karbohidrat, dan berbagai biomolekul lainnya (Jiwantaro dan Jannah, 2020).

Merokok meningkatkan risiko penyakit keganasan seperti paru-paru, pankreas, payudara, hati, dan ginjal. Selain itu, merokok merupakan faktor risiko hipertensi, inflamasi, stroke, kelainan pembekuan darah, dan juga penyakit jantung. Dalam beberapa tahun terakhir, penelitian telah menemukan bahwa merokok juga dapat berdampak pada berbagai bagian darah. Misalnya, pengaruh rokok pada jumlah sel darah putih (leukosit), yang menunjukkan bahwa perokok

memiliki sel darah putih lebih banyak daripada orang yang tidak merokok. Merokok juga diduga dapat berdampak pada bagian darah lainnya, seperti trombosit, eritrosit, hemoglobin, dan lainnya (Wibowo dkk.,2017).

Suatu protein tetrametrik yang terdapat dalam eritrosit yang terikat dengan oksigen dan berfungsi untuk melepaskan oksigen ke dalam jaringan disebut hemoglobin. Selain itu, hemoglobin juga akan berikatan dengan karbon dioksida pada titik yang sama untuk mengembalikannya ke paru-paru. Karbon monoksida yang terkandung dalam rokok memiliki afinitas yang kuat terhadap hemoglobin, memungkinkan keduanya berikatan untuk membentuk karboksihemoglobin, bentuk inaktif dari hemoglobin. Hal ini menyebabkan hemoglobin tidak dapat mengikat oksigen, yang memungkinkan pelepasan oksigen ke berbagai jaringan. Akibatnya, hipoksia jaringan terjadi. Meningkatkan kadar hemoglobin adalah cara tubuh manusia mengimbangi penurunan kadar oksigen (Badarab dkk., 2023).