

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Hemoglobin

1. Pengertian Hemoglobin

Pigmen heme dan globin protein sederhana, yang membentuk hemoglobin atau ferrohemoglobin, bergabung untuk membentuk pigmen yang ditemukan dalam sel darah merah (histon). Heme, kompleks logam yang terdiri dari 5% pigmen Hb dan memiliki atom besi di jantung molekul porfirin (ferrousprophyrin), inilah yang memberi hemoglobin warna merahnya (Siswanto, 2017).

Komponen utama sel darah merah yaitu hemoglobin sangat penting untuk pergerakan karbon dioksida dan oksigen (Yartireh dan Hashemian, 2013). Hemoglobin adalah biomolekul pengikat oksigen yang membawa oksigen ke sel dan mengikat karbon dioksida selama peredaran darah (Maharani dan Noviar, 2018).

2. Fungsi Hemoglobin

Tugas utama hemoglobin adalah bekerja sama mengikat dan melepaskan oksigen (O₂) saat bergerak dari paru-paru ke jaringan (Ahmed et al., 2020). Karena hemoglobin, seperti semua protein, adalah protein berbasis asam, ia bertanggung jawab atas sebagian besar transportasi darah. Seperti disebutkan sebelumnya, tugas utama hemoglobin adalah membawa oksigen dan karbon dioksida ke jaringan dan paru-paru (Anamisa, 2015).

3. Kadar Hemoglobin

Kadar hemoglobin adalah ukuran dari pigmen respiratorik dalam butiran darah merah. Berdasarkan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Tahun 2011 nilai rujukan kadar hemoglobin adalah sebagai berikut:

Tabel 1
Nilai Rujukan Hemoglobin

Nilai Rujukan	Kadar Hemoglobin
Pria	13-18 g/dl
Wanita	12-16 /dl

Sumber: (Kementrian Kesehatan Republik Indonesia Tahun 2011)

Kadar hemoglobin di bawah 13 g / dL biasanya menandakan anemia. Menurut Hamid (2013), anemia didefinisikan sebagai penurunan massa sel darah merah atau penurunan konsentrasi hemoglobin. Dalam istilah praktis, ini berarti bahwa kemampuan darah guna mengantarkan oksigen menuju jaringan terganggu, yang terjadinya hipoksia penurunan oksigen. Tingkat gangguan dalam kemampuan darah untuk mengangkut oksigen, volume darah secara keseluruhan berubah yang dimana perubahan ini terjadi dikarenakan adanya tingkat keparahan penyakit yang mendasari terjadinya penurunan sel darah merah dan kemampuan sistem hematopoietik serta kardiovaskular agar pulih dan mengkompensasi adalah semua faktor yang mempengaruhi gejala anemia (Hamid, 2013).

Hemoglobin tinggi (Hb) juga dapat menyebabkan masalah kesehatan, mulai dari penyakit ringan hingga penyakit serius yang memerlukan perhatian medis, selain hemoglobin rendah. Banyak hal yang dapat berkontribusi pada Hb tinggi. Kadar hemoglobin yang tinggi biasanya disebabkan oleh kondisi di mana tubuh membutuhkan lebih banyak oksigen untuk dibawa oleh darah; Kondisi ini termasuk

gangguan paru-paru, hidup di ketinggian, penggunaan narkoba, dan merokok. (Nuramdani, 2022).

4. Faktor yang Mempengaruhi Hemoglobin

Karena kadar hemoglobin bervariasi di antara kelompok etnis, sulit untuk mengidentifikasi nilai normal untuk kadar hemoglobin. Selain itu, berbagai faktor dapat memengaruhi kadar hemoglobin, seperti usia, jenis kelamin, demografi, asupan zat besi (status gizi), gas berbahaya, aktivitas fisik, pilihan gaya hidup (merokok, alkohol, kafein), dan penyakit kronis (Nurdiana, 2015).

a. Usia

Kadar hemoglobin umumnya lebih rendah pada orang tua daripada pada usia muda. Orang tua biasanya menyerap nutrisi penting tertentu dengan kurang baik dan lebih cepat terserang penyakit (Prasetya et al., 2014). Usia dikelompokkan dalam beberapa fase yaitu remaja awal 12 – 16 tahun, remaja akhir 17 – 25 tahun, dewasa awal 26 - 35 tahun, dewasa akhir 36 – 45 tahun, lansia awal 46 – 55 tahun dan lansia akhir 56 – 65 tahun (Windri dkk., 2019).

b. Asupan zat besi (status gizi)

Karena kekurangan nutrisi yang dibutuhkan untuk membentuk eritrosit, sel darah merah, anemia dapat terjadi akibat kekurangan makanan, termasuk kekurangan zat besi (Sari et al., 2020). Daging yaitu sumber zat besi, protein, dan nutrisi lain yang sangat baik, dan tubuh membutuhkannya untuk berfungsi secara fisiologis. Remaja, terutama wanita, lebih rentan mengalami anemia gizi karena ketidakseimbangan antara asupan dan kebutuhan zat besi yang disebabkan oleh tubuh yang mengalami pertumbuhan yang sangat cepat, ekspansi volume darah, dan massa otot (Paracha et al., 2016).

c. Lama bekerja

Jumlah waktu yang dihabiskan karyawan di tempat kerja disebut lama kerja. Jam kerja dapat mempengaruhi kinerja karena seorang individu dengan jam kerja yang lebih lama lebih berpengalaman dalam melakukan pekerjaan mereka; namun, jam kerja juga dapat memberikan efek negatif jika seorang karyawan memiliki masalah kesehatan atau menjadi bosan dengan pekerjaannya (Uyun dan Indriawati, 2013).

Jumlah waktu karyawan terpapar gas CO tergantung pada jam kerja mereka. Efek paparan karbon monoksida pada kematian akibat penyakit jantung di antara 5529 jembatan dan pekerja terowongan New York City pada periode 1952-1981 menemukan bahwa ada peningkatan risiko yang signifikan di antara pekerja terowongan dalam lebih dari lima tahun paparan. Keluhan kesehatan pada seseorang akan muncul pada paparan jangka panjang terhadap gas CO yaitu lebih dari lima tahun (ATSDR, 2012).

d. Aktivitas fisik

Setiap aktivitas yang dilakukan oleh otot-otot tubuh untuk menuntut penggunaan energi dianggap latihan fisik. Peningkatan metabolisme yang disebabkan oleh aktivitas fisik dapat mengakibatkan peningkatan asam (asam laktat dan ion hidrogen), yang menurunkan tingkat pH. Hemoglobin dan oksigen kurang tertarik satu sama lain pada nilai pH rendah. Karena itu, hemoglobin melepaskan lebih banyak oksigen dapat menaikkan akses otot ke oksigen (Rosita et al., 2019).

e. Kebiasaan minuman alkohol, kafein.

Kadar hemoglobin dipengaruhi oleh faktor gaya hidup seperti merokok dan penggunaan obat-obatan yang mencegah penyerapan zat besi. Kopi, teh, dan barang-barang yang terbuat dari kedelai mengandung zat seperti kafein, tanin, oksalat, dan fitat yang dapat mencegah penyerapan zat besi (Rosita et al., 2019).

f. Penyakit kronis APK (Anemia Penyakit Kronis)

disebabkan oleh penggunaan zat besi yang tidak efisien, yang mengganggu fungsi sel darah merah (Hadiyanto et al., 2018).

g. Kebiasaan merokok

Merokok adalah faktor yang dapat mempengaruhi hemoglobin, yang dimana rokok berisi banyak zat beracun yaitu (nikotin, karbon monoksida, hidrogenianida, radikal bebas) serta zat beracun hingga dapat membahayakan tubuh. CO membentuk HbCO, yang mengikat Hb 245 kali lebih mudah daripada Hb. Tingkat Hb tubuh turun ketika tingkat CO meningkat. Individu tanpa kebiasaan merokok memiliki kadar hemoglobin normal, tetapi perokok memiliki kadar hemoglobin yang tinggi. Radikal bebas yang terdapat pada asap rokok dapat merusak dinding eritrosit dan menyebabkan kerapuhan eritrosit, yang membuat eritrosit lebih rentan pecah (Savitri Dewi et al, 2020).

Kategori perokok dipaparkan menjadi 3 (WHO, 2013), sebagai berikut:

- 1) Perokok ringan menghisap rokok sebanyak 1-10 batang per hari.
- 2) Perokok sedang menghisap rokok sebanyak 11-20 batang per hari.
- 3) Perokok berat menghisap rokok sebanyak lebih dari 20 batang per hari.

h. Gagal Ginjal

Ginjal (ren) adalah organ ekskresi yang paling signifikan di antara beberapa jenis perangkat ekskresi manusia. Selain melakukan peran organ ekskresi, ginjal juga mengatur keseimbangan pH darah, konsentrasi garam darah, dan keseimbangan cairan tubuh. Selain itu, ginjal memainkan peran penting dalam produksi eritrosit, atau sel darah merah. Dalam hal ini, erythropoeitin, hormon yang digunakan untuk mempromosikan perkembangan eritrosit, diproduksi oleh ginjal. Hanya ginjal yang dapat memproduksi hormon. Jumlah eritropoeitin yang dihasilkan akan menurun pada seseorang dengan gagal ginjal kronis. Akibatnya, tubuh akan memproduksi eritrosit lebih sedikit (Hendra R. Akhdiyat, 2019).

i. Faktor paparan CO

Karbon Monoksida adalah gas beracun yang tidak memiliki warna atau bau dan membunuh secara diam-diam. Ketika sesuatu terbakar, gas karbon monoksida biasanya diproduksi. Dibandingkan dengan udara, gas lebih ringan, tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau (Saleh, 2018). Polutan emisi kendaraan bermotor utama yang berdampak negatif terhadap kesehatan manusia adalah karbon monoksida (CO). CO memiliki potensi untuk mengikat hemoglobin dalam darah, yang menurunkan kemampuan darah untuk mengikat oksigen (Faradilla et al., 2016).

5. Pemeriksaan Hemoglobin

Berikut beberapa cara metode pemeriksaan menentukan Hemoglobin menurut Fairyo & Wahyuningsih (2018) sebagai berikut:

a. Metode tallquist

Ide di balik evaluasi semacam ini adalah untuk melihat perbandingan warna darah serta warna standar yang konsentrasi Hb-nya diketahui dalam persentase (%). Sepuluh warna, mulai terbentuk warna merah muda hingga berwarna merah tua, dengan kisaran 10% hingga 100% dan perbedaan 10% antara masing-masing gradasi membentuk standar warna Tallquist. Karena standar warna didasarkan pada warna di atas kertas, itu tidak stabil dan rentan memudar, yang merupakan salah satu alasan metode ini sudah lama tidak lagi dipakai dikarenakan Tingkat kesalahan inspeksi bisa mencapai 30-50%

b. Metode Tembaga Sulfat (CuSO_4)

Ide di balik teknik ini adalah mengalirkan darah di atas gelas kimia atau wadah berisi larutan CuSO_4 mempunyai berat jenis 1,053. Hal ini memungkinkan darah untuk bersentuhan dengan tembaga proteinase serta menghentikan perubahan berat jenis dalam kurun waktu kurang dari 15 menit. Tingkat Hb kurang dari 12,5 g / dL jika darah tetap di tengah atau muncul ke permukaan lagi, dan lebih besar dari 12,5 g / dL jika darah tenggelam dalam waktu kurang dari 15 detik. Pemeriksaan ulang diperlukan jika tetesan darah meresap perlahan karena hasilnya tampak goyah. Pendekatan kualitatif ini biasanya digunakan untuk menentukan kadar Hb donor atau untuk pengujian skala besar.

c. Metode Sahli

Prinsip pemeriksaan metode ini merupakan bahwa HCl 0,1 N dirubah hingga menjadi asam hematin, warna dapat dibandingkan secara visual menggunakan standar warna saat ini (Faatih, 2017). Meskipun prosedur ini

memiliki kesalahan hasil pemeriksaan 15-30%, namun sering digunakan di beberapa laboratorium klinik kecil dan puskesmas karena instrumen dasarnya. Pendekatan ini memiliki manfaat praktis untuk digunakan karena bahannya masih tersedia di toko peralatan medis, alatnya ringan, dan mudah diangkut. Kerugiannya adalah bahwa banyak kesalahan sering dilakukan selama proses pengujian, yang membuatnya sulit untuk mendapatkan data pengukuran yang tepat.

d. Metode Sianmethemoglobin

Komite Internasional untuk Standardisasi Hematologi merekomendasikan penggunaan teknik ini. Menurut Savitri Dewi et al. (2020), teknik ini berfungsi sebagai standar untuk estimasi hemoglobin, dengan faktor kesalahan pengukuran sekitar $\pm 2\%$. Gagasan di balik pemeriksaan ini adalah untuk menggunakan larutan reagen siap pakai dalam kit untuk secara kuantitatif mengubah semua turunan hemoglobin dalam darah, dengan pengecualian verdoglobin, menjadi hemoglobinsianida. Dalam waktu tiga menit, proses reaksi sempurna berlangsung, warna akan stabil, dan fotometer dapat digunakan untuk mengukurnya (Mukhlissul Faatih, et al, 2017). Reagen Drabkins digunakan. Ini adalah campuran bahan kimia yang bila dikombinasikan dengan darah, dapat menghasilkan rona yang mirip dengan jumlah hemoglobin yang ada dalam darah yang sama sesuai hemoglobin dalam darah.

e. Metode Tes Strip

pemeriksaan uji strip adalah prosedur sederhana, cepat serta berguna untuk digunakan. Zona reaksi strip tes diisi dengan darah, dan berdasarkan jumlah

Hb yang ada dalam darah, katalis Hb akan mengurangi jumlah Hb dalam darah dan jumlah listrik yang terbentuk di strip. Ini adalah ide dasar di balik metode pengujian ini.

f. Metode Hematology Analyzer

Alat Hematology analyzer digunakan untuk pemeriksaan darah lengkap dengan Memeriksa leukosit, trombosit, hemoglobin, hematokrit, indeks eritrosit, dan jenis sel leukosit adalah beberapa parameter. Sebelum melakukan pemeriksaan dengan bahan sampel pasien, kontrol kualitas harus dilakukan. Karena alat analisis hematologi dan pengukur hemoglobin digunakan untuk menentukan apakah suatu instrumen praktis untuk digunakan dalam pengaturan laboratorium, sangat penting untuk memahami akurasi dan presisi. (Anik handayati, Dkk. 2024).

B. Karbon Monoksida

1. Pengertian Karbon Monoksida

(CO) Karbon Monoksida merupakan cemaran udara berbentuk senyawa gas yang tidak dapat dilihat, tidak memiliki berwarna, tidak berbau, dan tidak bisa dirasakan. Pembakaran disebabkan oleh karbon, arang dan bahan organik yang berasal dari industri dan rumah tangga, dimana pembakaran tidak terjadi secara sempurna tersebut adalah karbon dioksida (CO₂) (Wulandari, 2021). Karbon monoksida (CO) yang berbentuk gas pada suhu atau titik didih tinggi dapat menggabungkan senyawa oksigen dan karbon sehingga membentuk senyawa karbon monoksida (CO), dimana karbon monoksida (CO) merupakan hasil proses pembakaran tidak sempurna. Contoh lainnya adalah karbon monoksida (CO) yang berasal dari sumber buatan manusia sebesar 78,5%, hasil pembakaran fosil sebesar

55,3%, dan hasil pembakaran fosil sebesar 55,3% bensin pada mesin mobil. Menurut (Wulandari, 2021) karbon monoksida (CO) bersifat racun dan berbahaya bagi kesehatan tubuh karena dapat membentuk pigmen dalam darah manusia. Menurut (Agustina, 2020).

Gas yang sangat beracun, tidak berwarna, tidak berbau, dan mudah terbakar adalah karbon monoksida. Knalpot kendaraan bermotor adalah sumber karbon monoksida (CO). Ketika suhu naik di atas -192°C , karbon monoksida (CO), zat tidak berwarna dan tidak berasa, berbentuk gas dan beratnya 96,5 gram (Muzayyid, 2014). Karbon dan oksigen dapat membentuk senyawa karbon monoksida (CO) akibat pembakaran yang tidak sempurna. Karbon monoksida (CO) adalah senyawa yang tidak berbau, tidak berasa dan, pada suhu udara normal, berupa gas tidak berwarna. Senyawa CO ini berpotensi menjadi racun yang berbahaya karena mempunyai kemampuan membentuk ikatan yang sangat kuat dengan pigmen darah, khususnya hemoglobin (Muzayyid, 2014).

2. Sumber Karbon Monoksida

Karbon Monoksida (CO) di lingkungan terbentuk secara alami namun sebagian besar berasal dari aktivitas manusia. Karbon monoksida (CO) berasal dari alam, khususnya lautan, oksidasi logam di atmosfer, pegunungan, kebakaran hutan, dan badai listrik alami. Sumber karbon monoksida (CO) buatan manusia berasal dari kendaraan bermotor, konsentrasinya sangat dipengaruhi oleh kendaraan bermotor. Namun separuh dari seluruh kendaraan bermotor menggunakan bensin, kendaraan tersebut merupakan sumber utama pencemaran CO sekitar $59,2^{\circ}$ (Muzayyid, 2014). Kemudian yang ketiga berasal dari sumber real estate seperti pembakaran batu bara, minyak bumi dari industri, dan pembakaran limbah rumah tangga. Di perkotaan,

konsentrasi CO sangat bervariasi tergantung kepadatan kendaraan bermotor berbahan bakar bensin, dan umumnya konsentrasi CO tertinggi dapat ditemukan pada waktu yang sama dengan jam sibuk pagi dan sore hari. Beberapa orang mungkin juga terpapar CO karena lingkungan kerjanya. Kelompok masyarakat yang juga paling terpapar CO antara lain polisi lalu lintas atau juru parkir, mekanik mobil, pekerja di industri logam, industri minyak bumi, industri gas kimia dan juga petugas pemadam kebakaran (Muzayyid, 2014)

Menurut (Karina, 2019) karbon monoksida dibedakan menjadi 2 yaitu sumber alami dan sumber buatan, dimana CO dihasilkan secara alami dari aktivitas gunung berapi dan juga kebakaran hutan. Selain itu, karbon monoksida (CO) juga menghasilkan produk sampingan dari aktivitas manusia, termasuk kendaraan bermotor. Konsentrasi tertinggi di kota-kota besar adalah CO di udara ambien, dimana CO ini berasal dari kendaraan bermotor. Peningkatan emisi CO umumnya terjadi akibat kemacetan lalu lintas di jalan raya, pembakaran kayu, pembakaran bahan bakar dan limbah, serta aktivitas industri.

3. Dampak Karbon Monoksida

Menurut (Abdullah, 2018), karbon monoksida (CO) berdampak pada kesehatan penderita penyakit jantung, keracunan darah, dan stres fisiologis. Karbon monoksida juga mengurangi kemampuan darah untuk mengoksidasi. (Abdullah, 2018).

Karbon monoksida dalam konsentrasi tinggi juga dapat menyebabkan gangguan kesehatan dan berujung pada kematian. Jika karbon monoksida terhirup melalui paru-paru, ia akan berpindah bersama darah dan menghalangi masuknya oksigen (O₂) yang dibutuhkan tubuh. Hal ini dapat terjadi karena karbon monoksida

(CO) bersifat metabolik, dimana secara metabolik bereaksi dengan darah menjadi karboksihemoglobin (COHb). Ikatan ini jauh lebih stabil dibandingkan ikatan oksihemoglobin. Dalam keadaan seperti ini, darah akan lebih mudah menyerap CO dan mengganggu fungsi penting darah dalam mengangkut oksigen (Abdullah, 2018).

Bahaya bagi manusia jika menghirup karbon monoksida (CO) adalah mengikat oksigen yang terikat pada hemoglobin dalam darah. jika tubuh kekurangan oksigen, dapat menyebabkan kesulitan bernapas bahkan berujung pada kematian. (Agustina, 2020). Semakin tinggi konsentrasi karbon monoksida (CO) yang dihirup manusia, maka semakin besar pula risiko manusia menyerapnya (Agustina, 2020).

C. Gangguan Hemoglobin

1. Anemia

Anemia adalah kondisi darah yang umum terjadi ketika jumlah sel darah merah tubuh terlalu rendah. Hal ini dapat berbahaya bagi kesehatan seseorang karena sel darah merah mengandung hemoglobin, yang mengangkut oksigen ke jaringan tubuh. Anemia terjadi ketika jumlah sel darah merah atau konsentrasi pembawa oksigen dalam darah (Hemoglobin) tidak mencukupi untuk memenuhi kebutuhan fisiologis tubuh (Lain, 2021).

Anemia terjadi ketika kadar hemoglobin seseorang kurang dari 10 g/dl, sedangkan kadar normal hemoglobin berdasarkan acuan WHO untuk perempuan dewasa adalah 12 g/dl. Hal ini mengindikasikan bahwa seorang wanita akan didiagnosis dengan anemia jika kadar hemoglobinnya kurang dari 12 g/dl, baik saat hamil maupun tidak. Namun, munculnya gejala anemia bervariasi pada setiap

orang, misalnya, seseorang dengan hemoglobin 10g/dl mungkin dapat melakukan aktivitas rutin dan bersemangat, sementara yang lain mungkin tampak lelah dan lesu (Yulianti, 2019).

2. Definisi polisitemia

Polisitemia adalah peningkatan konsentrasi sel darah merah (jumlah sel darah merah melebihi 6 juta/mm³ atau hemoglobin melebihi 18 g/dl), dapat primer atau sekunder (Handayani, 2008). Polisitemia adalah penyakit yang disebabkan oleh produksi daging tanpa lemak terlalu banyak, yang menghasilkan lebih banyak daging kental di dalam tubuh manusia. Dengan demikian, penderita polisitemia akan mengalami pusing, kesemutan, telinga berdenging, stroke, sakit jantung, dan bahkan mungkin gejala lain yang dapat menyebabkan seseorang meninggal dunia (Iriyanto, 2015).

D. Hubungan kadar HB dengan pekerja bengkel

Jumlah bengkel yang menawarkan layanan pemeliharaan telah banyak seiring dengan peningkatan yang cukup besar dalam jumlah mobil roda dua (Basri et al., 2017). Gas karbon monoksida di udara merupakan salah satu kontaminan yang mungkin meningkat jumlahnya di bengkel dengan tingkat aktivitas tinggi (Seprianto & Sainab, 2015). Aktivitas pekerja mekanik yang terbiasa menghidupkan mesin di area bengkel agar emisi gas kendaraan terkumpul di dalam ruangan menjadi sumber gas karbon monoksida. Sistem pertukaran udara yang tidak memadai atau kurangnya ventilasi di ruang memberikan kepercayaan untuk ini (Dewanti, 2018). Polusi udara dengan konsentrasi karbon monoksida yang tinggi dapat berbahaya bagi kesehatan masyarakat. Jumlah sel darah merah meningkat sebagai akibat dari reaksi antara karbon monoksida dan hemoglobin untuk

menghasilkan karboksihemoglobin, atau HbCO, ketika karbon monoksida memasuki tubuh.