

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

A. Darah

Darah adalah komponen vital dari semua organisme hidup, termasuk manusia dan binatang primitif. Dalam keadaan fisiologik, Pembuluh darah adalah tempat darah melakukan perannya sebagai (a) pengangkut oksigen; (b) sistem pencegahan infeksi tubuh dan (c) proses hemostasis (Bakta, 2017). Darah adalah cairan berwarna merah dan merupakan salah satu jaringan didalam tubuh. Darah dapat berpindah ke berbagai tempat, karena memiliki jenis yang berbeda dari jaringan lain, sehingga dapat menyebar ke berbagai bagian tubuh. Cairan biologis yang dikenal sebagai darah dapat ditemukan di pembuluh darah arteri dan vena, yang diperlukan untuk kelangsungan hidup manusia. Volume darah total wanita pada orang dewasa adalah 3,6 liter, sedangkan volume darah total pada pria adalah 4,5 liter (Firani, 2018).

Pembuluh darah membawa darah dari jantung ke seluruh tubuh dan kemudian kembali ke jantung. Sistem ini dapat memenuhi kebutuhan makanan dan oksigen sel atau jaringan serta mentransport sisa metabolisme sel atau jaringan keluar dari tubuh. Sel darah merah, sel darah putih, dan trombosit adalah darah sirkulasi yang tersuspensi dalam plasma. Sumsum tulang adalah tempat dimana sel darah diproduksi (Bakta, 2017).

1. Komponen Darah

Terdapat dua komponen penyusun darah yaitu komponen seluler dan komponen non seluler. Komponen seluler, dikenal sebagai sel darah yang tersusun

sekitar 45% dan terdiri dari tiga jenis sel yang berbeda: eritrosit, leukosit, dan trombosit. Sel darah merah atau dikenal sebagai eritrosit merupakan komponen paling banyak yang membentuk 41% sel darah. Sementara itu, sekitar 55% darah terdiri dari cairan yang disebut plasma, yang merupakan komponen non seluler (Nugraha, 2017).

Plasma darah adalah komponen cair yang mengandung berbagai nutrisi dan komponen penting lainnya yang dibutuhkan oleh tubuh manusia, antara lain globulin, protein albumin, faktor-faktor pembekuan darah, dan berbagai macam elektrolit natrium, klorida, kalium, magnesium, hormon dan sebagainya. Plasma terdiri dari berbagai macam molekul makro dan mikro, baik yang bersifat larut air (hidrofilik), berupa organik maupun anorganik, serta atom-atom maupun ionik. Plasma yang tidak mengandung faktor-faktor pembekuan darah disebut serum (Nugraha, 2017).

B. Hemoglobin

Hemoglobin terdiri dari Kata "haem" dan "globin", di mana "globin" merujuk pada rantai asam amino dan "haem" merujuk pada unsur Fe. Hemoglobin merupakan protein tetrametrik eritrosit yang mengikat molekul bukan protein, yaitu senyawa porifirin besi yang disebut *heme*. Istilah "hemoglobin" mengacu pada sekelompok komponen yang berfungsi dalam pembentukan sel darah merah dan berfungsi untuk membawa oksigen (Made dan Saraswati, 2021). Komponen yang terdapat pada hemoglobin diantaranya adalah protein, garam besi, dan zat warna. Konsentrasi Hemoglobin dapat diukur secara kimia dan dapat digunakan sebagai indeks kapasitas pembawa oksigen dalam darah. Kadar hemoglobin

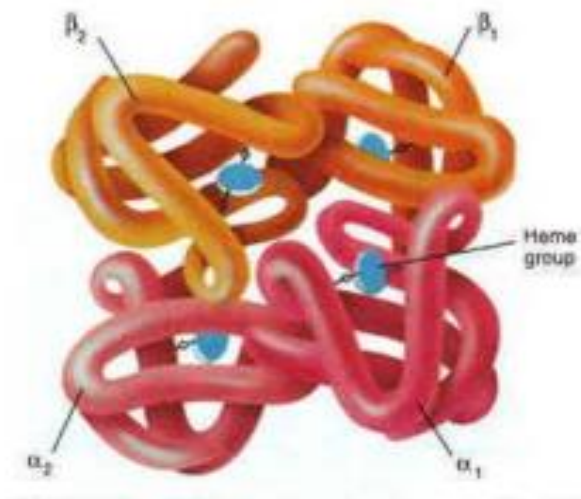
adalah ukuran pigmen respiratorik dalam butiran-butiran darah merah (Purwoko dan Prastiwi, 2019).

Nilai normal hemoglobin seseorang sulit ditentukan dikarenakan setiap orang memiliki kadar hemoglobin yang bervariasi (Zulfachri, 2019). Namun, oleh *World Health Organization* (WHO) kadar hemoglobin ditetapkan berdasarkan jenis kelamin dan usia (Sungkawa dan Wahdaniah, 2020). Menurut Syafar dan Irsan, 2016 Kadar hemoglobin pria lebih tinggi daripada kadar hemoglobin wanita.

1. Struktur Hemoglobin

Hemoglobin terdiri atas empat molekul protein (*globulin chain*) yang memiliki hubungan dan memiliki empat rantai polipeptida dengan jumlah asam amino sebanyak 574 buah. Dua rantai α dan dua rantai β , masing-masing terhubung ke gugus heme, membentuk rantai polipeptida. Terdapat 141 asam amino di setiap rantai α dan 146 asam amino di setiap rantai β . Pada hemoglobin normal orang dewasa atau *adult hemoglobin* (HbA) terdiri dari dua *alpha-globulin chains* dan dua *beta-globulin chains*. Hemoglobin adalah tetramer (empat subunit protein) pada manusia dewasa dan masing-masing terdiri dari dua subunit alfa dan beta yang terhubung secara nonkovalen. Subunit-subunitnya memiliki kesamaan secara struktural dan ukuran hampir sama (Sari dan Priyanto, 2018).

Setiap rantai polipeptida memiliki struktur tiga dimensi yang terdiri dari delapan heliks yang bergantian dengan tujuh segmen non-heliks. Gugus prostetik atau heme berada di setiap rantai dan berfungsi memberi warna merah pada darah. Molekul *heme* mengandung cincin *porphirin* dan dapat digabungkan secara reversibel dengan satu molekul oksigen atau karbon dioksida. (Bakta, 2017).



Sumber : Bakta, 2017

Gambar 1. Struktur Hemoglobin

2. Fungsi Hemoglobin

Hemoglobin bertanggung jawab untuk sebagian besar daya transportasi seluruh darah karena hemoglobin merupakan dapur asam-basa (Anamisa, 2015). Semua jaringan tubuh menerima oksigen dari paru-paru yang dilakukan oleh hemoglobin dalam darah, yang juga mengangkut karbon dioksida dari semua sel kembali ke paru-paru untuk dikeluarkan dari tubuh (Hasanan, 2018). Darah yang mengandung hemoglobin mengandung kira-kira 300 molekul hemoglobin. Fungsi terakhir hemoglobin adalah menyerap ion hidrogen dan karbon dioksida dan membawanya ke paru-paru, tempat mereka dibebaskan dari hemoglobin.

Hemoglobin adalah protein yang mengikat besi yang merupakan penyusun utama dalam eritrosit dan memberi warna merah pada darah dan berfungsi untuk memudahkan karbon dioksida diangkut dari jaringan ke paru-paru untuk dihembuskan (Sungkawa dan Wahdaniah, 2020). Jika oksigen dilepaskan, hemoglobin dapat berikatan langsung pada karbon dioksida, sekitar 15% dari karbon dioksida yang diangkut oleh darah dibawa langsung oleh molekul

hemoglobin. Setiap *heme* dalam hemoglobin berikatan dengan oksigen maka hemoglobin disebut oksihemoglobin. Dalam keadaan jenuh, satu gram hemoglobin dapat mengikat 1,34 mL oksigen (Bakta, 2017).

3. Sintesis Hemoglobin

Sintesis heme dan sintesis rantai globin adalah dua jalur sintesis yang berkontribusi pada produksi hemoglobin. Di mitokondria, produksi heme dimulai dengan kondensasi glisin dan suksinil koenzim A untuk menghasilkan *asam aminolevulinat* (ALA), dengan bantuan enzim ALA sintase. Vitamin B6 (*pyridoxal phosphate*) berfungsi sebagai koenzim dalam proses pembuatan ALA yang dipicu oleh hormon *erythropoietin*. Untuk menghasilkan *co-protoporphyrinogen*, ALA akan ditransfer dari mitokondria ke sitosol melalui proses biokimia (Nugraha, 2017). Molekul tersebut akan berubah menjadi protoporphyrin saat kembali memasuki mitokondria. Dengan bantuan enzim, ferro di mitokondria akan bereaksi dengan *protoporphyrin* untuk membuat *heme*. Di tempat berbeda, di sel yang sama, poliribosom menghasilkan dua rantai globin yang berbeda, globin α dan globin β . Globin yang tersusun dari dua rantai globin akan bercampur dengan heme membentuk hemoglobin. (Nugraha, 2017).

4. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kadar Hemoglobin Pada Juru

Parkir

a) Usia

Semua fisiologi fungsi organ akan menurun seiring bertambahnya usia pada manusia, termasuk sumsum tulang yang bertanggung jawab untuk menghasilkan sel darah merah. Selain itu, saluran pencernaan menjadi lebih sulit dalam menyerap nutrisi yang dibutuhkan tubuh, terutama zat besi. Sehingga orang yang

sudah lanjut usia dapat dengan mudah mengalami penurunan kadar hemoglobin jika terjadi perdarahan atau sering melakukan aktivitas berat (Ardillah, 2016).

Tabel 1
Kategori usia Menurut DEPKES RI (2009)

Usia	Keterangan
Masa balita	0 – 5 tahun
Masa kanak-kanak	5 - 11 tahun
Masa remaja awal	12 - 16 tahun
Masa remaja akhir	17 - 25 tahun
Masa dewasa awal	26 - 35 tahun
Masa dewasa akhir	36 – 45 tahun
Masa lansia awal	46 – 55 tahun

b) Jenis kelamin

Kadar hemoglobin pria lebih tinggi daripada wanita karena pria memiliki proses fisiologis dan metabolisme yang lebih aktif daripada wanita. Jenis kelamin wanita lebih rentan mengalami penurunan dari pada pria, terutama pada saat menstruasi. Akibat kehilangan zat besi yang signifikan selama menstruasi, maka wanita membutuhkan lebih banyak zat besi daripada pria (Ardillah, 2016).

Menurut penelitian terdahulu oleh Hasan dkk, 2012 menjelaskan bahwa kadar timbal dalam darah dapat dipengaruhi oleh jenis kelamin. Paparan logam berat timbal pada laki-laki akan memberikan efek toksik yang berbeda dengan perempuan. Karena perbedaan ukuran tubuh atau parameter fisiologis, keseimbangan hormonal, dan perubahan metabolisme, perempuan lebih mudah terpapar daripada laki-laki (Ardillah, 2016).

c) Lama kerja

Kesehatan seseorang dapat terpengaruh jika mereka bekerja di lingkungan yang mengandung timbal atau logam berat lainnya. Penumpukan logam berat dalam darah adalah penyebabnya. Semakin lama seseorang bekerja, maka semakin banyak eksposur yang mereka dapatkan.

Timbal memiliki waktu kurang dari 25 hari dalam darah, 40 hari dalam jaringan lunak, dan 25 tahun dalam tulang. Timbal dapat dengan mudah menumpuk di dalam tubuh ketika terpapar baik pada saat bekerja atau tidak karena ekskresinya yang sangat lambat (Kustiningsi dkk., 2017). Paparan timbal dalam jangka panjang akan menyebabkan mengendapnya timbal dalam darah sehingga kemampuan hemoglobin untuk mengangkut oksigen terganggu. Timbal dalam darah akan terus terakumulasi dalam jumlah yang banyak dan akhirnya akan mengendap menjadi racun (Kustiningsih dkk, 2017).

d) Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD)

Untuk mencegah paparan asap kendaraan bermotor yang salah satu kandungannya adalah timbal dapat menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) seperti baju lengan panjang, masker dan lain-lain. Sekitar 30–40% paparan timbal yang masuk melalui udara akan terserap ke dalam darah. Pengaruh timbal sebenarnya dapat dilihat pada proses sintesis hemoglobin. Timbal dapat menghalangi kerja enzim yang bertanggung jawab untuk memproduksi hemoglobin jika diserap ke dalam darah dan logam akan saling menempel pada gugus tiol dalam protein (Umar dkk., 2021). Meskipun APD tidak dapat sepenuhnya melindungi tubuh. Namun, penggunaan APD dapat mengurangi tingkat keparahan yang mungkin bisa terjadi (Sari dkk., 2016).

e) Konsumsi zat besi

Kadar hemoglobin akan semakin baik apabila pola makan yang dikonsumsi cukup, seperti mengonsumsi makanan dengan kandungan zat besi yang tinggi, baik yang berasal dari hewani maupun nabati, akan memenuhi kebutuhan zat besi yang diperlukan (Nurdiana, 2015). Untuk menghindari resiko anemia zat besi, maka setiap individu dapat menyediakan secara cukup makanan zat besi dengan jumlah minimum (Saputro dan Junaidi, 2015).

f) Aktivitas fisik

Hubungan antara aktivitas fisik seseorang dan kadar hemoglobin, dalam sebuah penelitian menunjukkan bahwa ketika seseorang melakukan aktivitas fisik, seperti berolahraga, dapat meningkatkan aktivitas metabolisme yang signifikan dan jumlah asam diproduksi (ion hidrogen, asam laktat) dapat mengalami peningkatan dan menyebabkan terjadinya penurunan pH. Daya tarik antara oksigen dan hemoglobin akan menyebabkan pH rendah. Hal ini, dapat meningkatkan jumlah oksigen yang dilepaskan hemoglobin, yang pada akhirnya meningkatnya jumlah oksigen yang dikirim ke otot (Kosasi dkk., 2016).

g) Merokok

Timbal, kadmium, dan logam berat beracun lainnya dapat ditemukan dalam rokok dan berbahaya untuk kesehatan. Bahayanya menghirup timbal akibat asap rokok akan meningkat apabila merokok setiap hari (Ardillah, 2016). Asap dari rokok mengandung radikal bebas, yang interaksinya dapat melemahkan eritrosit dan menyebabkan kerusakan pada dindingnya, sehingga membuatnya lebih mudah pecah (Rizkiawati, 2012) .

5. Anemia

Pengertian anemia menurut Bakta, 2009 anemia secara laboratorik merupakan suatu kondisi terjadinya penurunan kadar hemoglobin kurang dari nilai normal. Anemia biasanya disebut juga kurang darah (Taufiq, 2020). Anemia dapat menyebabkan tubuh lebih rentan terkena infeksi karena terjadi penurunan sistem kekebalan tubuh yang melemah (Basith dkk., 2017).

Penelitian Mairita, 2018 menjelaskan bahwa anemia memiliki dua jenis penyebab. Penyebab pertama, terganggunya produksi sel darah merah atau kurangnya kadar hemoglobin dalam darah, hal ini merupakan penyebab utama anemia. Penyebab kedua, pendarahan yang berlebihan dan penghancuran sel darah merah dapat menyebabkan penurunan sel darah merah yang signifikan. Selain itu, dampak keganasan yang meluas seperti kanker, radiasi, obat-obatan, dan bahan kimia beracun, serta penyakit kronis termasuk gangguan ginjal dan hati, infeksi, dan kekurangan hormon endokrin, semuanya dapat berdampak pada produksi hemoglobin dalam darah (Vidayati dkk., 2020). Anemia adalah kondisi patologis yang menggambarkan pola makan dan status kesehatan yang buruk dan bukan suatu penyakit (Nurbaya, 2018).

Tabel 2
Kadar Hemoglobin (Hb) dari Kategori Anemia

Kelompok Umur	Nilai (gr/dl)
Anak umur 6-59 bulan	11 gr/dl
Anak 5-11 tahun	11,5 gr/dl
Anak 12-14 tahun	12 gr/dl
Wanita umur > 15 tahun	12 gr/dl
Wanita hamil	11 gr/dl
Laki-laki umur > 15 tahun	13 gr/dl

Sumber : Departemen Gizi dan Kesehatan Masyarakat, 2014

Gejala-gejala seperti lesu, mudah letih, kulit pucat, pusing, bahkan sakit kepala merupakan tanda kurangnya kadar hemoglobin yang menyebabkan tubuh mengalami kekurangan oksigen (Zulfachri, 2019). Hemoglobin dapat ditemukan dalam sel darah merah, yang bertanggung jawab untuk mengangkut oksigen dan nutrisi lain seperti mineral dan vitamin ke otak dan jaringan tubuh (Muhayari dan Ratnawati, 2015).

6. Metode Pemeriksaan Hemoglobin

a. Point Off Care Test (POCT)

Prinsip kerja dari metode POCT yaitu menghitung kadar hemoglobin pada sampel berdasarkan variasi potensial listrik yang terbentuk dimana elektroda pada strip reagen dipengaruhi oleh interaksi kimia antara sampel yang diukur. (Enmayasari dkk., 2017). *Easy Touch* GCHb adalah alat yang digunakan untuk mengetahui kadar hemoglobin dengan teknik POCT. Dalam penggunaannya alat ini cukup mudah digunakan dan hasil yang dikeluarkan cukup cepat dan akurat. Jika dibandingkan dengan metode lain, hasil pengukuran kadar hemoglobin pada alat ini cukup mendekati hasil sebenarnya (Puspitasari dkk., 2020).

b. Sahli

Metode Sahli merupakan penetapan hemoglobin secara visual. Darah diencerkan dengan larutan HCN 0,1 N sehingga hemoglobin berubah menjadi hematin asam dengan mengencerkan campuran larutan tersebut dengan aquadest sampai warnanya sama dengan warna standar. Metode Sahli merupakan metode yang kurang teliti, karena alat hemoglobinometer tidak dapat distandarkan dan

pemeriksaan dilakukan dengan melakukan perbandingan warna secara visual (Purba dan Nurazizah, 2019).

c. Cyanmethemoglobin

Pemeriksaan hemoglobin dengan metode cyanmeth dapat menggunakan alat fotometer atau spektrofotometer berdasarkan kolorimetri. Metode Cyanmethemoglobin merupakan metode *gold* standar jika dibandingkan dengan tingkat keakuratan Metode Sahli. Metode Cyanmethemoglobin merupakan metode yang paling akurat untuk mengetahui kadar hemoglobin dalam darah (Purba dan Nurazizah, 2019).

d. Tallquist

Membandingkan darah asli dengan suatu skala warna yang bergradasi mulai dari warna merah muda sampai merah tua (mulai 10-100%). Ada 10 gradasi warna dan setiap tahapan berbeda 10%. Pada bagian tengah skala warna, terdapat lubang untuk memudahkan dalam membandingkan warna. Standar menunjukkan kadar Hemoglobin dalam presentase (Nugraha, 2017).

e. Tembaga sulfat (CuSO_4)

Metode tembaga sulfat didasarkan pada berat jenis, tembaga sulfat yang digunakan memiliki BJ 1,053. Metode tembaga sulfat dilakukan dengan menestekan darah ke dalam gelas atau wadah yang berisi larutan biru untuk mengukur kadar hemoglobin. Kadar hemoglobin akan dikatakan normal atau lebih dari 12.5 jika darah turun dalam waktu 15 detik. Jika kadar hemoglobin kurang dari 12.5 g/dL maka akan darah tetap berada di tengah atau kembali ke permukaan (Nugraha, 2017).

C. Juru Parkir

Juru parkir adalah orang yang ditempatkan di suatu tempat di jalan umum berdasarkan surat tugas. Salah satu pekerjaan yang terancam paparan polusi kendaraan bermotor dalam jangka panjang adalah petugas parkir (Wong dan Lontoh, 2020). Anemia merupakan kejadian yang sering terjadi pada mereka yang menyebabkan kadar hemoglobin rendah, hal ini terjadi karena mereka sering berada di lingkungan yang terpapar langsung oleh adanya gas buang kendaraan bermotor yang mengandung timbal (Laila dan Shofwati, 2013). Timbal dapat di temukan di berbagai media lingkungan yaitu udara, debu, tanah, dan air. Menurut Sembel, 2015 timbal berbentuk logam lunak dan stabil dengan kepadatan tinggi, dan konduktivitas rendah, timbal dapat ditemukan di bumi dengan empat isotop (Suryatini dan Rai, 2018).

Timbal menghambat pembentukan *heme* melalui hambatan enzim *coproporphyrinogen*, δ -ALAD dan *ferrochelatase*. Karena penghambatan enzim ini menurunkan kadar hemoglobin dalam darah, kadar timbal dalam darah petugas parkir perlu diperhatikan. Dalam tubuh, timbal menghambat enzim porfobilinogen dan mengikatnya besi ke protoporphin IX, yang merupakan tahap terakhir pembentukan molekul *heme*. Untuk membentuk hemoglobin dengan jalan menghambat enzim *delta aminolevulinik asid dehidrase* (delta-ALAD) dan *feroketalase*, hal ini mengakibatkan meningkatnya ekskresi koproporfirin dalam urin dan delta-ALA serta menghambat sintesis hemoglobin. Menurut *US Department of Health and Human Services* konsentrasi timbal darah 50 g/dL atau 0,5 mg/L dapat mengganggu fungsi hemoglobin.