

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Darah

Darah merupakan jaringan ikat berbentuk cair yang tersusun atas plasma berwarna kuning pucat serta berbagai komponen seluler, yaitu eritrosit, leukosit, dan trombosit. Warna merah pada darah manusia disebabkan oleh kandungan hemoglobin yang berperan dalam pengikatan oksigen dan karbon dioksida. Darah berfungsi sebagai media transportasi oksigen dan karbon dioksida yang sangat penting bagi kelangsungan hidup, khususnya pada manusia. Kekurangan darah dapat menyebabkan tubuh mengalami kelemahan akibat tidak terpenuhinya kebutuhan oksigen ke seluruh jaringan tubuh secara optimal (Fauzi & Bahagia, 2019).

1. Fungsi dan komposisi darah

a. Fungsi darah

Dalam kondisi fisiologis normal, darah berada di dalam pembuluh darah sehingga mampu menjalankan fungsinya, antara lain sebagai pengangkut oksigen, komponen sistem pertahanan tubuh terhadap infeksi, serta berperan dalam proses hemostasis. Selain itu, darah berfungsi menyalurkan zat gizi dari saluran pencernaan ke jaringan, mendistribusikan cairan ke seluruh tubuh, dan mempertahankan keseimbangan cairan. Kekurangan darah dapat menimbulkan berbagai gangguan kesehatan, mulai dari tekanan darah rendah hingga penyakit jantung. Penurunan jumlah eritrosit juga dapat menyebabkan terjadinya anemia. Secara rata-rata, jumlah eritrosit pada pria dewasa sekitar 5 juta sel per cc darah, sedangkan pada wanita dewasa sekitar 4 juta sel per cc darah (Rahmita & Basri,

2023).

b. Komposisi darah

Dalam konteks biologi, darah merupakan jaringan khusus yang terdiri dari sel-sel dan fragmen sel. Secara kolektif, komponen-komponen ini dianggap sebagai padat darah. Sel-sel dan fragmen sel ini terdistribusi di dalam cairan yang disebut plasma. Oleh karena itu, darah diklasifikasikan sebagai jaringan ikat cair (Sa'adah, 2018)

2. Komponen darah

Komponen darah terdiri dari plasma (bagian cair) yang mengandung berbagai substansi terlarut dan sel-sel darah dan sel-sel darah yang terdiri dari eritrosit (sel darah merah), leukosit (sel darah putih) dan trombosit (keping darah)

a. Plasma darah

Plasma darah merupakan bagian cair dari darah yang mengandung berbagai zat gizi serta substansi penting yang dibutuhkan oleh tubuh, antara lain protein plasma seperti albumin dan globulin, faktor-faktor pembekuan darah, serta berbagai elektrolit, hormon, dan komponen lainnya. Plasma berperan sebagai sistem penyangga (buffer) yang penting dalam menjaga keseimbangan asam basa tubuh melalui kandungan elektrolitnya, seperti ion hidrogen dan ion bikarbonat. Selain itu, plasma berfungsi sebagai media transportasi untuk menyalurkan zat gizi, mineral, lemak, glukosa, dan asam amino ke seluruh jaringan tubuh. Plasma juga berperan dalam pengangkutan sisa metabolisme, seperti urea, asam urat, dan zat buangan lainnya (Sari, 2019).

b. Sel darah

1) Sel darah merah (Eritrosit)

Sel darah merah atau eritrosit merupakan sel berwarna merah berukuran kecil dengan bentuk bikonkaf, sehingga apabila diamati dari samping tampak menyerupai dua bulan sabit yang saling berhadapan. Dalam setiap milimeter kubik darah terdapat sekitar 5.000.000 eritrosit. Eritrosit berfungsi dalam proses transportasi zat, serta mengandung hemoglobin yang berperan membawa oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh. Proses pembentukan eritrosit terjadi di dalam sumsum tulang melalui tahapan pematangan sel. Pembentukan eritrosit ini dirangsang oleh hormon eritropoietin, yaitu hormon yang diproduksi oleh ginjal dan berfungsi menstimulasi produksi sel darah merah di sumsum tulang(Sari, 2019).

2) Sel darah putih (Leukosit)

Sel darah putih atau leukosit merupakan komponen darah yang jumlahnya lebih sedikit dibandingkan dengan eritrosit. Secara morfologis, leukosit memiliki bentuk bervariasi, mulai dari bulat hingga lonjong. Leukosit dikelompokkan menjadi dua golongan utama, yaitu granulosit yang terdiri atas neutrofil, eosinofil, dan basofil, serta agranulosit yang meliputi limfosit dan monosit. Pada darah perifer, proporsi masing-masing jenis leukosit yaitu eosinofil sebesar 1–2%, basofil 0–1%, neutrofil sekitar 55%, limfosit sekitar 36%, dan monosit sekitar 6%. Nilai normal jumlah leukosit berkisar antara 4.000 hingga 10.000 sel per milimeter kubik darah. Leukosit memiliki berbagai fungsi yang berkaitan dengan mekanisme pertahanan tubuh, terutama dalam melawan dan mengeliminasi benda asing termasuk mikroorganisme patogen. Fungsi tersebut meliputi aktivitas fagositosis, kemampuan menghancurkan bakteri yang masuk ke dalam sirkulasi darah, serta

peran dalam proses penyembuhan luka (Sari, 2019).

3) Keping darah (Trombosit)

Keping darah atau trombosit merupakan komponen darah yang memiliki peran penting dalam proses hemostasis. Trombosit berfungsi melekat pada lapisan endotel pembuluh darah yang mengalami kerusakan dengan membentuk sumbat trombosit (platelet plug). Secara morfologis, trombosit tidak memiliki inti sel, berukuran sekitar 1–4 μm , serta memiliki sitoplasma berwarna biru dengan granula berwarna ungu kemerahan. Trombosit berasal dari fragmen sitoplasma megakariosit yang terdapat di sumsum tulang. Jumlah trombosit normal berkisar antara 150.000 hingga 350.000 per mililiter darah. Granula trombosit mengandung berbagai faktor pembekuan darah, dan masa hidup trombosit rata-rata sekitar 10 hari (Sari, 2019).

B. Hemoglobin

1. Pengertian hemoglobin

Hemoglobin adalah molekul darah yang ditemukan dalam sel darah merah yang memasok sekitar dua pertiga kebutuhan zat besi tubuh. Hemoglobin berperan dalam mengangkut oksigen (O_2) dari paru-paru ke jaringan tubuh dan mengembalikan karbon dioksida. Selain itu, hemoglobin berinteraksi dengan gas lain yaitu karbon monoksida (CO) dan nitrogen oksida (NO)² (Rinawati dkk., 2022).

2. Struktur hemoglobin

Metalloprotein pembawa oksigen yang disebut hemoglobin membawa oksigen dari paru-paru ke jaringan tubuh dan mengembalikan karbon dioksida dari jaringan tersebut ke paru-paru untuk dihembuskan ke atmosfer. Globin,

apoprotein, dan empat kelompok heme membentuk sebagian besar molekul hemoglobin (Hasanan, 2018).

Heme adalah elemen kedua dan membantu mengikat atom oksigen. Heme terdiri dari empat atom besi Fe^{2+} yang dikelilingi oleh cincin protoporphin IX. Hasil akhir dari produksi molekul heme adalah protoporphin IX. Protoporphin dan besi bersatu untuk membuat struktur heme yang lengkap. Sangat penting untuk diingat bahwa setiap produk yang digunakan dalam pembuatan molekul heme mungkin memiliki cacat, yang dapat merusak kemampuan hemoglobin untuk berfungsi (Ramadhanti dkk., 2019).

Globin, yang terdiri dari rantai polipeptida yang terbentuk dari asam amino, merupakan komponen awal. Rantai globin alfa, gamma, beta, dan delta adalah beberapa jenis rantai globin berbeda yang ditemukan dalam hemoglobin. Rantai (gamma, beta, dan delta) memiliki 146 asam amino, dibandingkan dengan 141 rantai alfa. Dalam molekul hemoglobin, rantai globin ini bersatu membentuk struktur globin (Ramadhanti dkk., 2019).

3. Fungsi hemoglobin

Darah mengandung zat besi, yang merupakan mineral penting bagi tubuh. Protein yang mengandung besi yang disebut hemoglobin, yang terdapat dalam sel darah merah, mengangkut oksigen dari paru-paru ke jaringan tubuh dan mengikat karbon dioksida dalam darah (Indira Suari dkk., 2022).

Tingkat Hb (hemoglobin) adalah pengukuran pigmen pernapasan sel darah merah. Istilah “100%” sering digunakan untuk merujuk pada kadar normal hemoglobin dalam darah, yaitu sekitar 15 gram per 100 ml darah. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) telah menetapkan batas kadar Hb normal, tetapi kisaran

ini dapat berubah berdasarkan usia dan jenis kelamin seseorang. Sebagai aturan umum, WHO telah menetapkan pedoman kadar Hb normal berdasarkan usia dan jenis kelamin.

Hemoglobin, sebagaimana protein lainnya, memiliki fungsi sebagai penyangga asam-basa yang berperan penting dalam kapasitas transportasi darah. Fungsi utama hemoglobin adalah mengangkut gas respirasi, yaitu oksigen (O_2) dan karbon dioksida (CO_2), antara paru-paru dan jaringan tubuh. Sebagai protein utama dalam sel darah merah, kadar hemoglobin memegang peranan krusial dalam proses transportasi gas. Hemoglobin berfungsi membawa oksigen dari paru-paru ke jaringan tubuh serta mengangkut karbon dioksida dari jaringan kembali ke paru-paru untuk dikeluarkan. Setelah melepaskan oksigen, hemoglobin dapat berikatan secara langsung dengan karbon dioksida, di mana sekitar 15% karbon dioksida dalam darah diangkut melalui ikatan langsung dengan hemoglobin (Anamisa, 2015).

4. Kadar hemoglobin

Kadar hemoglobin normal ditentukan berdasarkan kelompok usia dan jenis kelamin. Pada anak dengan rentang usia 5–11 tahun, kadar hemoglobin normal ditetapkan minimal sebesar 11,5 g/dL. Pada kelompok usia 12–14 tahun, kadar hemoglobin normal berada pada batas minimal 12,0 g/dL. Selanjutnya, pada perempuan berusia di atas 15 tahun, kadar hemoglobin normal adalah lebih dari 12,0 g/dL, sedangkan pada laki-laki berusia di atas 15 tahun, kadar hemoglobin normal ditetapkan lebih dari 13,0 g/dL. Perbedaan nilai rujukan tersebut dipengaruhi oleh faktor fisiologis serta perbedaan kebutuhan oksigen pada masing-masing kelompok usia dan jenis kelamin (Imas, 2021).

5. Pemeriksaan hemoglobin

Pemeriksaan hemoglobin merupakan suatu pemeriksaan laboratorium yang bertujuan untuk menentukan kadar hemoglobin dalam darah. Pemeriksaan ini termasuk salah satu analisis yang paling sering dilakukan di rumah sakit maupun fasilitas pelayanan kesehatan lainnya, karena memiliki peran penting dalam menilai status hematologis seseorang, khususnya dalam mendeteksi anemia serta gangguan darah lainnya. Dalam penentuan konsentrasi hemoglobin, terdapat beberapa metode pemeriksaan yang dapat digunakan, antara lain:

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

Metode POCT merupakan teknik pemeriksaan yang sederhana dan efisien, menggunakan sedikit sampel, serta memberikan hasil yang cepat dan mudah. Metode ini sangat cocok diterapkan di wilayah dengan fasilitas kesehatan terbatas, seperti puskesmas atau rumah sakit kecil. Pengukuran kadar hemoglobin (Hb) dengan metode POCT dilakukan menggunakan strip test. Sampel darah responden diletakkan pada strip Hb, yang kemudian dimasukkan ke alat cek Hb. Alat ini secara otomatis akan mendeteksi dan menampilkan kadar Hb (Nidianti dkk., 2019).

b. Metode Sahli

Metode pengukuran hemoglobin sahli bekerja dengan cara membentuk hematin asam sesudah menambahkan larutan asam klorida dengan konsentrasi 0,1 N ke dalam sampel darah yang kemudian diencerkan menggunakan air suling. Proses pengukurannya dilakukan secara visual dengan cara membandingkan warna larutan sampel dengan warna batang kaca yang telah distandarkan (Hasri, 2018).

c. Metode *Cyanmethemoglobin*

Metode *cyanmethemoglobin* merupakan *gold standart* pengukuran kadar hemoglobin. Hemoglobin dalam sampel darah utuh dilepaskan dari sel darah merah dan dioksidasi menjadi methemoglobin dengan bantuan ferisianida. Selanjutnya, methemoglobin ini diubah menjadi sianmethemoglobin yang stabil dengan penambahan sianida. Absorbansi sianmethemoglobin ini diukur pada panjang gelombang 540 nm. Pembacaan hasil dapat dilakukan dalam rentang waktu 24 jam pada suhu 15-25 °C. Sementara itu, pengukuran tidak langsung umumnya digunakan untuk keperluan penelitian kesehatan masyarakat, terutama ketika lokasi pengambilan sampel jauh dari laboratorium. Prosesnya melibatkan penetesan darah pada kertas saring yang kemudian dikeringkan. Kertas saring tersebut kemudian direndam dalam larutan drabkin selama 24 jam dan dianalisis menggunakan spektrofotometer (Hasri, 2018).

d. Metoded *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 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 (S. Puspitasari, 2019)

e. Metode *hematologi analyzer*

Hematology Analyzer merupakan alat laboratorium yang digunakan untuk melakukan pemeriksaan darah lengkap secara otomatis dengan tingkat kecepatan dan akurasi yang tinggi. Penggunaan alat ini mampu mempercepat waktu pemeriksaan yang sebelumnya memerlukan waktu sekitar 30 menit apabila dilakukan dengan metode manual, menjadi sekitar 15 detik. Selain meningkatkan efisiensi waktu, penggunaan *Hematology Analyzer* juga dapat meminimalkan kesalahan pemeriksaan yang berpotensi terjadi akibat faktor manusia, sehingga menghasilkan hasil pemeriksaan yang lebih konsisten dan reliabel (Hermawati dkk., 2021).

C. Faktor-Faktor Hemoglobin Dengan Pekerja Buruh Bangunan

1. Aktivitas fisik

Gerakan otot yang diperlukan untuk aktivitas fisik adalah output energi. Olahraga mempercepat metabolisme, yang menyebabkan peningkatan keasaman (ion hidrogen dan asam laktat), yang menurunkan pH. Oleh karena itu Hb melepaskan banyak oksigen, meningkatkan jumlah oksigen yang mencapai otot. Overexertion dapat mengakibatkan hemolisis dan menurunkan kadar Hb (Dewi, 2020).

Aktivitas fisik ringan, sedang, dan berat adalah kategori aktivitas fisik yang berbeda. Latihan fisik mulai dari yang ringan hingga yang berat dapat berdampak pada kadar Hb. Aktivitas fisik tergolong berat jika tubuh mengeluarkan banyak keringat saat aktivitas, detak jantung, dan laju pernapasan meningkat secara signifikan hingga Anda kehabisan napas. Untuk aktivitas dalam kategori ini, energi yang dikeluarkan > 7 Kkal/menit. Contohnya

termasuk aktivitas pekerja konstruksi seperti mengangkut beban berat, menyekop pasir, memindahkan batu bata, menggali parit, dan menyalangi. Penurunan kadar Hb dapat menimbulkan gejala awal anemia, seperti lemas, mudah lelah, kurang tenaga, kehilangan nafsu makan, sulit berkonsentrasi, sakit kepala yang mudah dikenali, berkurangnya aktivitas dan pusing terutama saat duduk dan berdiri (Gunadi dkk., 2016).

2. Usia

Seiring berjalannya waktu dan bertambahnya usia, tubuh manusia mengalami berbagai perubahan yang sifatnya permanen (tidak bisa kembali seperti semula). Proses penuaan ini sering kali mengarah pada kerusakan pada sumsum tulang, yang pada gilirannya menyebabkan penurunan dalam produksi sel darah merah (eritrosit). Hal ini dapat memicu kekurangan hemoglobin pada tubuh lansia. Nilai Hb semakin menurun seiring bertambahnya usia, nilai Hb menurun mulai dari usia 50 tahun. Hemoglobin sendiri memiliki kemampuan atau afinitas untuk mengikat oksigen, dan dalam sel darah merah, hemoglobin akan terikat dengan oksigen, membentuk senyawa yang dikenal dengan oksihemoglobin (Erfan dkk., 2020).

3. Jenis kelamin

Pria seringkali memiliki kadar Hb lebih tinggi daripada wanita, yang dipengaruhi oleh proses fisiologis dan metabolisme pria serta aktivitas yang dilakukan pria. Siklus menstruasi bulanan wanita, yang menghasilkan kehilangan zat besi yang signifikan, mempermudah penurunan kadar Hb pada Wanita (Dewi, 2020).

4. Kebiasaan merokok

Merokok membuat tubuh terpapar berbagai racun, termasuk nikotin, karbon monoksida, sianida, dan radikal bebas. Akibatnya, merokok menjadi salah satu faktor yang memengaruhi kadar Hb. CO harus terhubung ke Hb, yang 245 kali lebih sederhana, untuk membuat HbCO. Kadar CO yang tinggi menyebabkan kadar Hb tubuh turun. Kadar Hb pada perokok lebih tinggi dibandingkan pada bukan perokok. Asap rokok mengandung radikal bebas yang dapat melemahkan membran sel darah merah dan menyebabkannya lebih mudah pecah (Dewi, 2020).

5. Kurang tidur

Proses pembaruan sel tubuh, khususnya pembentukan hemoglobin, dapat dipengaruhi oleh kualitas tidur yang buruk. Dalam hal ini, suplai hemoglobin tubuh tidak mencukupi. Karena fungsi hemoglobin sebagai pengangkut oksigen dalam darah, kadar hemoglobin yang rendah dapat menyebabkan anemia jika tidak diproduksi sesuai dengan kebutuhan tubuh (Ariani Lukita Nia dkk., 2022).

6. Masa kerja

Masa kerja adalah lamanya waktu seseorang bekerja sejak pertama kali masuk kerja hingga dilakukan penelitian. Pada buruh bangunan, aktivitas kerja yang dilakukan secara terus-menerus dalam jangka waktu lama, seperti pekerjaan fisik berat, posisi kerja tidak ergonomis, serta paparan panas dan debu, dapat menimbulkan tekanan fisik yang terakumulasi dari hari ke hari. Kondisi ini menyebabkan penurunan kinerja otot dan kelelahan, terutama pada masa kerja panjang (>5 tahun), yang dapat berkembang menjadi kelelahan klinis atau kronis. Kelelahan berkepanjangan tersebut berisiko menurunkan daya tahan tubuh, mengganggu asupan dan metabolisme zat gizi, serta meningkatkan kebutuhan

oksigen, sehingga buruh bangunan dengan masa kerja lama lebih rentan mengalami anemia (Pratama, 2021).

Masa kerja dikategorikan menjadi dua, yaitu masa kerja baru ≤ 5 tahun dan masa kerja lama > 5 tahun. Pekerja buruh bangunan dengan masa kerja > 5 tahun lebih cepat mengalami kelelahan dibandingkan pekerja dengan masa kerja ≤ 5 tahun akibat beban kerja fisik yang terus-menerus. Pada buruh bangunan, kelelahan berkepanjangan dapat menurunkan daya tahan tubuh dan mengganggu pemenuhan zat besi, sehingga meningkatkan risiko terjadinya anemia (Firmansyah, 2024).

D. Anemia

Anemia adalah penurunan kadar hemoglobin, dengan jumlah sel darah merah dan hematokrit, dimana jumlah sel darah merah dalam aliran darah dan kadar hemoglobin tidak mampu mengantarkan oksigen ke jaringan tubuh. Anemia biasanya ditahu dengan penurunan kadar hemoglobin di bawah 13 g/dL di pria dewasa dan di bawah 12 g/dL pada wanita dewasa. Penyebab anemia adalah : Penyerapan yang tidak memadai, kehilangan sel darah merah karena trauma, infeksi, perdarahan kronis, menstruasi, penurunan atau pembentukan sel yang tidak normal, dll. Secara morfologi anemia dapat dikelompokkan menurut ukuran sel dan hemoglobin yang dikandungnya (Atikah dkk., 2019)

1. Makrositik

Ukuran sel darah merah dan jumlah hemoglobin per sel meningkat pada anemia makrositik. Anemia makrositik datang dalam dua varietas berbeda:

- a. Anemia megaloblastik disebabkan oleh defisiensi vitamin B12 dan asam folat serta sintesis DNA yang buruk.

b. Anemia non-megaloblastik ditandai dengan peningkatan luas permukaan membran dan eritropoiesis.

2. Mikrositik

Berkurangnya, ukuran sel darah merah, yang disebabkan oleh kekurangan zat besi,, serta masalah tambahan dengan metabolisme zat besi dan pembentukan globin, porfirin, dan heme.

3. Normositik

Pada anemia normositik, ukuran sel darah merah tidak berubah. Ini disebabkan oleh kehilangan darah yang berlebihan, peningkatan volume plasma yang berlebihan,, penyakit hemolitik, serta kelainan endokrin, ginjal, dan hati.

E. Pekerja Buruh Bangunan

Pekerja buruh bangunan adalah kelompok pekerja yang bekerja di lingkungan terbuka dengan risiko bahaya yang tinggi. Mereka sering menghadapi jam-jam, kerja yang cukup panjang dan terpapar sinar matahari, debu dengan jangka waktu yang cukup lama. Keadaan ini dapat menyebabkan tumpahan cairan yang berlebihan dan memberikan dampak negatif bagi kesehatan mereka. Selain itu, kondisi pekerjaan yang tidak aman dan penggunaan peralatan yang membahayakan juga menjadi masalah serius (Pustisari dkk., 2020). Alat dan bahan kimia yang dipakai dalam pekerjaan konstruksi, dapat membahayakan. Kesehatan para pekerja dan menyebabkan risiko yang serius. Jika bahan kimia atau logam berat masuk ke dalam tubuh secara terus-menerus, hal ini dapat menyebabkan berbagai reaksi negatif seperti iritasi ringan, penyakit ginjal, dan gangguan pada sistem saraf pusat. Penurunan kadar hemoglobin (Hb) dalam tubuh juga dapat menyebabkan anemia.

Aktivitas fisik yang dilakukan oleh para pekerja konstruksi adalah aktivitas yang berat, dan hal ini tentu berdampak pada kadar Hb dalam tubuh mereka. Ketika pH dalam tubuh menurun, daya tarik antara oksigen (O₂) dan Hb juga menurun. Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Dewi, 2020), kelelahan akibat aktivitas fisik juga dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan kerja, seperti cuaca dan kebisingan. Selain itu, bekerja di ketinggian dan terpapar sinar matahari secara langsung juga dapat menyebabkan tubuh membutuhkan lebih banyak O₂ untuk menjaga keseimbangan dan menghindari dehidrasi (Dewi, 2020).