

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Darah

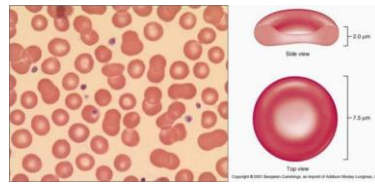
1. Pengertian darah

Darah merupakan komponen cair vital dalam tubuh yang memainkan peran sentral dalam sistem sirkulasi, dengan fungsi utama mengangkut berbagai zat penting seperti oksigen (O_2), nutrien, dan hormon ke seluruh tubuh (Jabar dkk., 2023). Selain itu, darah memiliki fungsi penting lainnya, yakni mengangkut karbon dioksida produk sisa dari proses metabolisme sel dari seluruh jaringan tubuh menuju organ pernapasan. Di paru-paru, gas tersebut kemudian dipindahkan ke alveolus untuk dikeluarkan dari tubuh melalui proses pernapasan. Dari segi struktur, darah termasuk dalam kategori jaringan ikat berbentuk cairan yang terdiri atas empat elemen utama: plasma darah, eritrosit (sel darah merah), leukosit (sel darah putih), dan trombosit (keping darah). Darah manusia tampak berwarna merah karena mengandung hemoglobin, yaitu protein penting yang berperan utama dalam proses pernapasan. Hemoglobin mengikat oksigen di paru-paru, lalu mengedarkannya ke seluruh tubuh agar sel-sel bisa berfungsi dengan baik. Selain itu, protein ini juga membantu membawa karbon dioksida hasil sisa metabolisme kembali ke paru-paru untuk dikeluarkan dari tubuh. (Fauzi dan Bahagia, 2019).

2. Komponen penyusun darah

Dalam sistem peredaran darah, darah tersusun atas beberapa elemen utama, yaitu eritrosit atau sel darah merah, leukosit atau sel darah putih, trombosit yang dikenal sebagai keping darah, serta plasma darah sebagai bagian cair yang menjadi medium bagi komponen-komponen tersebut. (Fajarna dan Sari, 2023).

a. Sel Darah Merah (Eritrosit)



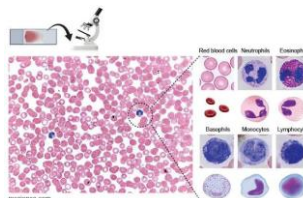
Sumber:

<https://www.infolabmed.com/2022/12/komponen-darah.html>

Gambar 1 Sel Eritrosit

Eritrosit atau sel darah merah memiliki bentuk oval dan cekung ganda (bikonkaf), yang berfungsi dalam proses pertukaran oksigen. Pada individu dewasa yang sehat, jumlah eritrosit umumnya berkisar sekitar 5,2 juta sel per mikroliter darah pada laki-laki, dan sekitar 4,7 juta sel per mikroliter pada perempuan. Sel darah merah ini memegang peranan krusial dalam mendukung proses metabolisme serta fungsi tubuh secara keseluruhan, dengan cara mengantarkan oksigen ke seluruh sel dan jaringan. Distribusi oksigen tersebut penting untuk menunjang pertumbuhan, aktivitas fisiologis, dan proses regenerasi sel (Aliviameita dan Puspitasari, 2019). Sel darah merah yang sehat berbentuk cakram bikonkaf tanpa inti sel. Bentuk ini memberikan luas permukaan yang lebih besar, sehingga memungkinkan hemoglobin mengikat lebih banyak oksigen. Selain itu, struktur eritrosit yang fleksibel memungkinkan sel ini melewati pembuluh kapiler yang kecil dengan mudah.

b. Sel Darah Putih (Leukosit)



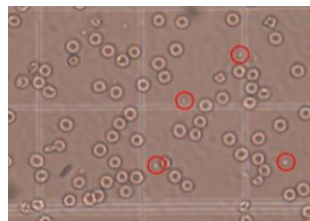
Sumber:

<https://www.infolabmed.com/2024/04/pentingnya-sel-darah-putih-jenis-biologi-dan-pengamatan-di-bawah-mikroskop.html>

Gambar 2 Sel Leukosit

Sel darah putih, yang secara ilmiah disebut leukosit, merupakan komponen penting dalam sistem kekebalan tubuh. Sel-sel ini memiliki inti dan berperan utama dalam melindungi tubuh dari berbagai ancaman, seperti infeksi bakteri, virus, maupun zat asing lainnya. Sel ini berperan penting dalam menjaga sistem pertahanan tubuh dengan cara mengidentifikasi dan menanggapi keberadaan zat asing atau antigen yang dapat memicu timbulnya penyakit. Mekanisme perlindungan yang dilakukan mencakup dua proses utama, yaitu penyerapan dan penghancuran partikel asing melalui fagositosis, serta pemicu aktivasi sistem kekebalan tubuh. Leukosit memiliki kemampuan untuk mengenali dan melawan antigen tertentu yang telah diketahui sebelumnya, termasuk mikroorganisme patogen seperti virus HIV (Human Immunodeficiency Virus), bakteri penyebab penyakit tuberkulosis (TBC), hingga sel-sel abnormal seperti sel kanker. Selain berfungsi melawan infeksi, sel darah putih juga berperan dalam membersihkan sel-sel tubuh yang telah mati. Kadar normal leukosit, atau yang dikenal sebagai sel darah putih, berada dalam rentang antara 5.000 hingga 10.000 sel per mikroliter darah pada individu sehat. Salah satu kemampuan leukosit adalah menembus pori-pori dinding kapiler dan bergerak menuju jaringan tubuh, dalam proses yang disebut diapedesis. Jenis-jenis leukosit meliputi, eosinofil, basofil, neutrofil, limfosit, dan monosit (Aliviameita dan Puspitasari, 2019)

c. Keping Darah (Trombosit)

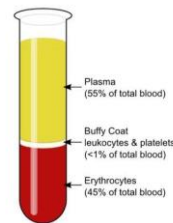


Sumber: <http://medlab.id/hitung-jumlah-trombosit-metode-pipet/hitung-trombosit/>

Gambar 3 Sel Trombosit

Trombosit berasal dari pecahan sitoplasma megakariosit yang terbentuk dalam sumsum tulang. Trombopoietin (TPO) adalah hormon utama yang berperan dalam mengatur proses produksi trombosit, yang disintesis terutama oleh organ hati dan ginjal. Dalam sistem hemostasis, trombosit berperan penting untuk menghentikan perdarahan akibat kerusakan pembuluh darah (Aliviameita dan Puspitasari, 2019).

d. Plasma Darah



Sumber: <https://www.infolabmed.com/2022/12/komponen-darah.html?m=1>

Gambar 4 Plasma Darah

Plasma darah adalah bagian cair dari darah yang tidak mengandung unsur seluler, berfungsi sebagai medium pengangkut bagi berbagai zat penting. Komponen ini tersusun atas beragam substansi, dengan air sebagai komponen utamanya, serta dilengkapi oleh protein-protein vital, karbohidrat, lemak (lipid), asam amino, vitamin, mineral, dan berbagai molekul lain yang berperan dalam menjaga keseimbangan fisiologis tubuh serta mendukung fungsi metabolisme secara keseluruhan. Plasma menyumbang sekitar 55% dari total volume darah dan memiliki peran penting dalam mengangkut sel-sel darah ke berbagai bagian tubuh yang membutuhkan. Selain sebagai medium cair dalam darah, plasma juga memainkan peran penting dalam mengangkut berbagai nutrisi serta senyawa kimia vital, termasuk hormon dan protein. Zat-zat ini sangat krusial dalam mendukung fungsi tubuh yang stabil, karena berperan aktif dalam

mempertahankan kondisi homeostasis yakni keseimbangan internal yang memungkinkan organ-organ tubuh bekerja secara optimal dalam menghadapi perubahan lingkungan atau aktivitas fisiologis.(Fajarna dan Sari, 2023).

3. Karakteristik darah

Ciri-ciri umum darah mencakup berbagai aspek, seperti warna, viskositas, pH, volume, serta komposisi penyusunnya.

a. Warna

Warna merah terang pada darah manusia muncul saat darah mengikat oksigen. Warna darah yang khas ini disebabkan oleh adanya hemoglobin, yaitu protein yang berperan dalam proses pernapasan dan mengandung zat besi dalam bentuk heme, yang menjadi tempat ikatan molekul oksigen (Malo dkk., 2021). Darah yang tampak berwarna merah cerah umumnya berasal dari pembuluh arteri, karena mengandung konsentrasi tinggi oksigen yang telah berikatan dengan hemoglobin (protein pembawa oksigen) di dalam eritrosit atau sel darah merah. Keberadaan oksigen inilah yang memberi rona khas pada darah arteri, menandakan peran vitalnya dalam menyuplai oksigen segar ke jaringan dan organ tubuh. Sebaliknya, darah yang mengalir melalui vena cenderung berwarna merah gelap atau merah tua, karena kandungan oksigennya lebih rendah dibandingkan dengan darah arteri (Fajarna dan Sari, 2023).

b. Viskositas

Viskositas darah sekitar $\frac{3}{4}$ kali lebih besar dibandingkan viskositas air, yaitu berkisar antara 1,006 hingga 1,048.

c. pH

pH darah nilai normalnya adalah 7,40. Dapat diidentifikasi untuk menentukan asidosis atau alkalosis apabila nilai dari pH kurang dari 7,40 yang menunjukkan asidosis atau asam lalu apabila sebaliknya pH yang hasilnya lebih dari 7,40 disebut dengan alkalosis atau basa (Santika *dkk.*, 2023).

d. Volume

Volume darah merujuk pada total cairan yang mengalir melalui arteri, kapiler, vena, venula, dan ruang-ruang jantung dalam satu waktu. Volume darah ini terbagi menjadi dua jenis, yaitu (Listiana *dkk.*, 2019):

- 1) *Stressed volume*, atau yang dikenal sebagai volume yang memberi tekanan, merupakan bagian dari darah yang berfungsi memberikan tekanan pada dinding pembuluh darah dan menyebabkan pembuluh darah tersebut meregang. Volume ini mencakup sekitar 30% dari total volume darah.
- 2) *Unstressed volume*, merujuk pada volume darah yang mengisi pembuluh darah tanpa menimbulkan peregangan pada dinding pembuluh. Volume ini mencakup sekitar 70% dari total volume darah.

Pada individu dengan total volume darah sekitar 5,5 liter, hanya sekitar 1,3 hingga 1,4 liter yang termasuk dalam *stressed volume*, sementara sisanya merupakan *unstressed volume*.

B. Hemoglobin

Hemoglobin dibentuk oleh dua bagian, yaitu *heme* dan *globin*. "*Heme*" mengandung atom besi sebagai bagian prostetikanya, sementara "*globin*" adalah protein yang terbentuk dari susunan asam amino. Hemoglobin terdiri dari feroproteporfirin dan protein globin. Eritrosit memiliki peran penting dalam

proses pertukaran gas, yaitu oksigen (O_2) dan karbon dioksida (CO_2). Hemoglobin memiliki fungsi vital dalam sistem pernapasan, yaitu sebagai pembawa utama gas-gas pernapasan. Tugas utamanya adalah membawa oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh agar sel-sel dapat menjalankan fungsinya dengan baik. Selain itu, ia juga berperan dalam mengangkut karbon dioksida zat sisa hasil metabolisme sel kembali ke paru-paru, untuk kemudian dikeluarkan dari tubuh saat kita bernapas. Kadar hemoglobin yang dianggap normal berbeda antara pria dan wanita karena faktor fisiologis alami. Pada pria, nilai normal hemoglobin berkisar antara 13,0 hingga 17,5 gram per desiliter (gr/dl), sementara pada wanita, kadarnya berada dalam rentang 12,0 hingga 15,5 gram per desiliter (gr/dl). (Aliviameita dan Puspitasari, 2019).

1. Fungsi hemoglobin

Hemoglobin merupakan protein berpigmen yang bertanggung jawab memberikan warna merah khas pada sel darah merah. Peran utamanya adalah sebagai pengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh. Oksigen ini sangat dibutuhkan dalam proses metabolisme sel, yaitu rangkaian reaksi kimia yang menghasilkan energi untuk menunjang berbagai aktivitas dan fungsi vital tubuh. Di samping tugas utamanya dalam mendistribusikan oksigen ke seluruh tubuh, hemoglobin juga memiliki fungsi penting lainnya, yaitu mengangkut karbon dioksida—produk limbah dari aktivitas metabolisme seluler—dari berbagai jaringan tubuh menuju paru-paru. Di sana, gas tersebut akan dikeluarkan dari tubuh melalui proses pernapasan, sebagai bagian dari mekanisme pembuangan zat sisa yang menjaga keseimbangan kimiawi dalam darah (Ningsih dkk., 2019).

2. Sintesis hemoglobin

Hemoglobin diproduksi di sumsum tulang melalui serangkaian tahapan pematangan sel darah. Dalam proses ini, unsur zat besi yang sebelumnya terikat pada komponen hem akan dilepaskan. Sebagian besar dari zat besi tersebut kemudian dibawa oleh protein pengangkut bernama transferrin yang terdapat dalam plasma darah. Zat besi ini selanjutnya dikirim ke sumsum tulang, yaitu lokasi utama pembentukan sel darah merah baru dalam tubuh. Proses ini memakan waktu sekitar 5 hingga 9 hari. Adapun pembentukan hemoglobin itu sendiri memerlukan waktu sekitar 7 hingga 10 hari untuk mencapai kematangan, setelah itu hemoglobin siap beredar bersama sel darah merah ke semua bagian tubuh. Karena hemoglobin berada di dalam sel darah merah, keberadaannya pun bergantung pada siklus hidup sel tersebut. Artinya, hemoglobin akan mengalami daur hidup yang sama dengan sel darah merah, yang umumnya berlangsung selama kurang lebih 120 hari sebelum akhirnya dihancurkan dan didaur ulang oleh tubuh. (Yusrin *dkk.*, 2023).

3. Peningkatan dan penurunan hemoglobin

Peningkatan kadar hemoglobin umumnya terjadi ketika tubuh memerlukan kapasitas lebih besar dalam mengangkut oksigen. Kondisi ini bisa disebabkan oleh kebiasaan merokok, penyakit paru, penggunaan obat-obatan tertentu, dan tinggal di wilayah dataran tinggi. Ketinggian tempat dapat memengaruhi kadar hemoglobin seseorang karena dataran tinggi. Tinggal atau berada pada ketinggian dapat menyebabkan hipoksia akibat penurunan tekanan parsial oksigen di atmosfer. Sebagai respons terhadap kondisi ini, tubuh akan melalui proses aklimatisasi, yaitu serangkaian penyesuaian fisiologis yang dilakukan untuk

menyesuaikan diri dengan kadar oksigen yang lebih rendah di lingkungan tersebut. Hasil dari proses ini adalah meningkatnya kadar hemoglobin agar tubuh tetap mendapatkan suplai oksigen yang cukup (Atik *dkk.*, 2022).

Kadar hemoglobin dalam tubuh dapat menurun akibat kekurangan konsumsi makanan yang kaya zat besi, aktivitas fisik yang berlebihan, atau infeksi cacing. Menurunnya kadar hemoglobin dalam darah dapat berdampak serius terhadap distribusi oksigen ke organ-organ penting, seperti otak dan jantung, yang sangat bergantung pada pasokan oksigen untuk menjalankan fungsi vitalnya. Kekurangan oksigen ini berpotensi menurunkan kinerja organ dan memicu berbagai gangguan kesehatan yang berisiko tinggi. Apabila kadar hemoglobin dalam tubuh berada di bawah ambang normal, kondisi ini kerap kali menjadi tanda kuat bahwa seseorang mungkin mengalami anemia. Anemia adalah gangguan kesehatan yang ditandai oleh kekurangan sel darah merah yang sehat dan cukup, sehingga tubuh tidak mampu mengangkut oksigen secara efisien ke seluruh jaringan dan organ. Akibatnya, penderita dapat mengalami gejala seperti kelelahan, lemas, dan penurunan daya tahan tubuh (Muzayyaroh dan Suyati, 2018).

4. Ikatan hemoglobin dengan oksigen (O₂)

Hemoglobin merupakan protein kompleks yang kaya akan zat besi dan secara eksklusif ditemukan di dalam sel darah merah. Kehadiran unsur besi inilah yang memungkinkan hemoglobin menjalankan fungsinya dalam mengikat serta mengangkut oksigen ke seluruh tubuh, menjadikannya komponen vital dalam sistem peredaran darah. Komponen ini memiliki kemampuan khas dan sangat penting, yaitu mengikat molekul oksigen secara efisien, sehingga memungkinkan darah membawa oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh dengan optimal.

Ketika oksigen terikat pada hemoglobin, terbentuklah senyawa yang dikenal sebagai oksihemoglobin (HbO_2). Salah satu fungsi utama dari sel darah merah adalah mendistribusikan oksigen ke seluruh jaringan tubuh, sebuah proses krusial yang mendukung kelangsungan berbagai aktivitas fisiologis, seperti produksi energi, metabolisme seluler, dan fungsi organ vital. Tanpa pasokan oksigen yang memadai, efisiensi kerja tubuh akan menurun secara signifikan. Saat berada di paru-paru, oksigen masuk ke dalam tubuh dengan cara berdifusi melewati dinding tipis alveolus. Setelah itu, sebagian besar oksigen akan berikatan dengan hemoglobin yang terdapat dalam sel darah merah, membentuk senyawa yang disebut oksigen-hemoglobin (oxy-Hb) melalui suatu proses yang dikenal sebagai oksigenasi. Oxy-Hb ini kemudian diangkut oleh sel darah merah melalui sistem kardiovaskular untuk didistribusikan ke seluruh jaringan tubuh. Ketika tiba di jaringan, oksigen akan dilepaskan dari hemoglobin dalam proses yang disebut deoksigenasi, sehingga oksigen dapat dimanfaatkan oleh sel-sel tubuh untuk menjalankan fungsi metaboliknya. (Adriani dan Fadilah, 2023).

5. Ikatan hemoglobin dengan karbon monoksida (CO)

Karbon monoksida (CO), yang terkandung dalam asap rokok, asap dari pembakaran bahan bakar untuk memasak, serta asap dari pemanas ruangan, merupakan gas yang dapat berbahaya dan berpotensi fatal. Gas ini memiliki kemampuan untuk mengikat hemoglobin, membentuk senyawa yang dikenal sebagai karbon monoksida hemoglobin (COHb). Saat gas karbon monoksida (CO) terhirup melalui saluran pernapasan, gas ini akan berdifusi melewati membran alveolus bersama oksigen (O_2) dan memasuki aliran darah. Begitu berada dalam darah, karbon monoksida akan mengikat hemoglobin, membentuk senyawa yang

disebut karbon monoksida hemoglobin (COHb). Proses ini dapat mengganggu kemampuan darah dalam mengangkut oksigen, sehingga berpotensi membahayakan kesehatan tubuh. Ikatan antara karbon monoksida dan hemoglobin terjadi dengan kecepatan yang serupa dengan ikatan oksigen, namun ikatan karbon monoksida lebih kuat, yakni 245 kali lebih kuat daripada oksigen. Akibatnya, karbon monoksida dan oksigen saling bersaing untuk mengikat hemoglobin dalam darah. Namun, meskipun oksigen dapat dengan mudah terlepas dari ikatan dengan hemoglobin untuk disalurkan ke jaringan tubuh, ikatan antara karbon monoksida dan hemoglobin jauh lebih kuat dan sulit untuk terurai. Hal ini menghambat kemampuan darah untuk melepaskan oksigen dengan efektif, sehingga mengganggu proses pernapasan dan membawa dampak berbahaya bagi kesehatan tubuh. Apabila paparan terhadap karbon monoksida berlangsung terus-menerus, jumlah hemoglobin yang berikatan dengan CO akan semakin meningkat. Hal ini menyebabkan penurunan jumlah hemoglobin yang masih tersedia untuk mengikat oksigen. Akibatnya, pasokan oksigen yang dapat diangkut ke seluruh tubuh akan berkurang, mengganggu fungsi organ vital dan menyebabkan kondisi kekurangan oksigen yang berbahaya bagi tubuh. Peningkatan kadar paparan karbon monoksida ini akan berpengaruh langsung pada tingginya konsentrasi COHb dalam darah. (Rizaldi *dkk.*, 2022).

Hemoglobin memiliki afinitas yang jauh lebih tinggi terhadap karbon monoksida (CO) dibandingkan dengan oksigen—sekitar 200 hingga 300 kali lipat lebih kuat. Akibatnya, ketika CO masuk ke dalam tubuh, gas ini cenderung lebih mudah dan cepat berikatan dengan hemoglobin, membentuk senyawa yang disebut karboksihemoglobin. Pembentukan senyawa ini menghambat kemampuan

hemoglobin untuk mengikat oksigen, karena CO dan oksigen bersaing untuk menempati lokasi pengikatan yang sama pada molekul hemoglobin, sehingga mengganggu distribusi oksigen ke jaringan tubuh. Pengikatan satu molekul CO ke hemoglobin meningkatkan afinitas tempat pengikatan lainnya terhadap oksigen, yang menyebabkan pergeseran ke kiri pada kurva disosiasi.

6. Kadar hemoglobin

Pada kondisi normal, kadar hemoglobin dalam darah pria umumnya berkisar antara 13 hingga 18 gram per desiliter (g/dl), sedangkan pada wanita, kadar hemoglobin biasanya berada dalam rentang 12 hingga 16 g/dl. Kadar hemoglobin ini memengaruhi kualitas darah serta warna darah itu sendiri. Tingkat hemoglobin dalam tubuh seseorang dapat berada di bawah atau melebihi batas normal, tergantung pada sejumlah faktor yang memengaruhi keseimbangan tersebut. Faktor-faktor ini bisa mencakup kondisi medis tertentu, pola makan, kesehatan umum, atau bahkan faktor genetik, yang semuanya dapat memengaruhi produksi dan kadar hemoglobin dalam darah. Berbagai faktor dapat memengaruhi kadar hemoglobin dan jumlah sel darah merah (eritrosit) dalam tubuh. Faktor-faktor ini mencakup pola makan yang diterapkan seseorang, usia, jenis kelamin, serta tingkat aktivitas fisik yang dilakukan. Selain itu, kebiasaan merokok juga dapat berkontribusi pada perubahan kadar hemoglobin, begitu pula dengan sejumlah kondisi medis tertentu seperti leukemia, thalassemia, dan tuberkulosis, yang masing-masing dapat mengganggu produksi atau fungsi sel darah merah. Penurunan kadar hemoglobin sering kali disertai dengan penurunan jumlah eritrosit dan hematokrit dalam darah. (Dwi Aridya dkk., 2023). Setiap sel darah merah memiliki jumlah hemoglobin yang luar biasa banyak, dengan sekitar 640

juta molekul hemoglobin terkandung di dalamnya. Jumlah yang sangat besar ini memungkinkan sel darah merah untuk mengangkut oksigen secara efisien ke seluruh tubuh, mendukung berbagai proses fisiologis yang esensial bagi kelangsungan hidup.

7. Dampak gas karbon monoksida (CO) terhadap manusia

Gas karbon monoksida (CO) yang terdapat di udara dapat terhirup oleh manusia melalui saluran pernapasan. Setelah terhirup, gas ini berdifusi bersama dengan oksigen (O_2) melalui membran alveolus, masuk ke dalam aliran darah. Proses ini memungkinkan CO untuk bersaing dengan oksigen dalam mengikat hemoglobin dalam darah, yang dapat menimbulkan dampak negatif bagi tubuh. Begitu karbon monoksida mencapai aliran darah, gas ini akan segera mengikat hemoglobin, membentuk senyawa kompleks yang dikenal sebagai karboksihemoglobin (COHb). Ikatan ini menghalangi hemoglobin untuk mengikat oksigen dengan efektif, yang pada akhirnya dapat mengurangi kapasitas darah dalam mengangkut oksigen ke jaringan dan organ tubuh. Pengikatan antara CO dan hemoglobin terjadi dengan kecepatan yang hampir serupa dengan pengikatan oksigen, namun kekuatan ikatan CO dengan hemoglobin jauh lebih besar, sekitar 245 kali lipat dibandingkan dengan O_2 . Hal ini menyebabkan karbon monoksida dan oksigen bersaing untuk berikatan dengan hemoglobin. Berbeda dengan oksigen yang mudah terlepas, ikatan CO dengan hemoglobin cenderung lebih stabil dan bertahan lebih lama. Jika tubuh terus-menerus terpapar karbon monoksida, semakin banyak hemoglobin yang terikat dengan CO, sehingga kapasitas hemoglobin untuk mengangkut oksigen berkurang secara signifikan. Paparan gas CO yang berkelanjutan dapat meningkatkan konsentrasi

karboksihemoglobin dalam darah. Ketika kadar karboksihemoglobin (COHb) dalam darah berada pada kisaran 2,1 hingga 2,9%, tubuh mulai menunjukkan berbagai gejala gangguan kesehatan. Beberapa keluhan umum yang bisa dirasakan meliputi rasa perih dan berair pada mata, napas terasa sesak, sakit kepala atau pusing, kesulitan untuk fokus, kelelahan yang tidak biasa, gangguan pada penglihatan, mual, hingga muntah. Peningkatan konsentrasi COHb dalam darah secara signifikan dapat menjadi pemicu timbulnya masalah kesehatan yang serius, karena terganggunya suplai oksigen ke jaringan tubuh akibat terhambatnya fungsi normal hemoglobin. Berbagai penelitian mengungkapkan bahwa tingginya kadar COHb dapat mengakibatkan peningkatan signifikan dalam tekanan darah, baik pada fase sistolik maupun diastolik. Kondisi ini dapat membebani sistem kardiovaskular, meningkatkan risiko gangguan jantung, serta menurunkan efektivitas sirkulasi darah yang sehat (Rizaldi dkk., 2022).

Menurut laporan yang diterbitkan oleh Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), paparan jangka panjang terhadap polusi udara, meskipun dengan tingkat konsentrasi yang tergolong rendah, dapat memicu berbagai masalah kesehatan, salah satunya adalah anemia. Paparan berkelanjutan terhadap zat berbahaya dalam udara dapat mengganggu produksi sel darah merah yang sehat, sehingga meningkatkan risiko terjadinya defisiensi oksigen dalam tubuh. Hal ini disebabkan oleh gangguan pada mekanisme biologis tubuh, terutama yang berkaitan dengan proses produksi sel darah merah (eritrosit), yang mempengaruhi sintesis heme serta pembentukan eritrosit itu sendiri (Nurlina, 2019). Kadar hemoglobin (Hb) dianggap berada dalam batas normal apabila mencapai 12 g/dl atau lebih, dengan angka yang dianggap optimal sekitar 13 g/dl atau lebih. Jika

kadar Hb turun hingga berada dalam kisaran 10-12 g/dl, hal ini dapat mengindikasikan adanya anemia ringan. Sementara itu, kadar Hb antara 8-10 g/dl menunjukkan adanya anemia dengan tingkat keparahan sedang. Di sisi lain, kadar Hb yang berada di bawah 8 g/dl, yaitu antara 6-8 g/dl, menandakan kondisi anemia yang cukup serius dan memerlukan penanganan lebih lanjut (Yuvita *dkk.*, 2024).

8. Hubungan paparan asap pembakaran ikan bakar terhadap pemeriksaan hemoglobin

Aktivitas pembakaran ikan dapat menghasilkan asap yang sarat dengan berbagai jenis polutan berbahaya yang dapat mengancam kesehatan manusia. Di dalam asap tersebut terkandung partikel-partikel mikroskopis, gas karbon monoksida (CO), senyawa hidrokarbon aromatik polisiklik (PAH), senyawa organik volatil (VOC), logam-logam berat, serta sejumlah zat toksik lainnya. Kombinasi zat-zat tersebut berpotensi menyebabkan gangguan pernapasan, kerusakan sel, dan paparan jangka panjangnya dapat meningkatkan risiko penyakit kronis. (Purbayanti dan Hildayanti, 2016). Dalam hal ini, gas karbon monoksida (CO) menjadi salah satu komponen asap yang dapat memengaruhi hasil pemeriksaan kadar hemoglobin dalam tubuh. Secara patofisiologis, keracunan karbon monoksida (CO) menyebabkan hipoksia pada tingkat sel karena oksihemoglobin dalam darah tergantikan oleh karboksihemoglobin, sehingga menimbulkan kondisi anemia relatif. Karbon monoksida (CO) memiliki kemampuan untuk berikatan dengan hemoglobin yang jauh lebih kuat dibandingkan dengan oksigen. Bahkan, daya ikat CO terhadap hemoglobin mencapai sekitar 200 hingga 250 kali lebih besar daripada oksigen, yang

menjadikannya sangat berbahaya bagi tubuh. Karena afinitasnya yang begitu besar, CO dengan mudah menggantikan oksigen dalam hemoglobin, sehingga secara signifikan menghambat kemampuan hemoglobin untuk mengikat dan mengedarkan oksigen ke seluruh tubuh. Akibatnya, jaringan tubuh dapat mengalami kekurangan oksigen, yang berpotensi menimbulkan dampak serius bagi kesehatan. Ketika hemoglobin berikatan dengan karbon monoksida mengakibatkan terbentuknya karboksihemoglobin, kemampuan hemoglobin untuk membawa oksigen akan menurun karena keduanya bersaing pada lokasi pengikatan yang sama (Purbayanti dan Hildayanti, 2016).

Jumlah oksigen yang dapat diikat oleh hemoglobin akan berkurang seiring dengan berkurangnya jumlah oksigen yang terhirup ke dalam tubuh. Karbon monoksida memiliki efek toksik dengan menggantikan oksigen pada hemoglobin dan membentuk karboksihemoglobin. Akibatnya, kemampuan hemoglobin untuk mengangkut oksigen terganggu, sehingga terjadi hipoksia seluler. CO berikatan secara reversible dengan hemoglobin, dan karena afinitasnya sekitar 200 kali lebih tinggi dibandingkan oksigen, hal ini menyebabkan kondisi anemia relatif. (Dengo dkk., 2018).

Semakin lama seseorang terpapar karbon monoksida (CO), semakin besar risiko penurunan kadar hemoglobin dalam tubuh, bahkan paparan tersebut bisa merusak fungsi hemoglobin secara langsung. Oleh karena itu, penting bagi masyarakat khususnya pekerja yang bekerja di lingkungan dengan potensi paparan CO, untuk memperhatikan sistem perlindungan diri. Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) secara teratur merupakan salah satu langkah penting yang dapat

efektif mengurangi risiko paparan karbon monoksida (CO), sekaligus berperan dalam menjaga agar kadar hemoglobin dalam tubuh tetap stabil.

C. Karbon Monoksida

Karbon monoksida (CO) adalah gas yang tidak terlihat dan tidak memiliki bau, menjadikannya sangat sulit untuk dideteksi oleh indra manusia tanpa menggunakan alat pengukur khusus. Keberadaannya yang tersembunyi ini membuat CO sangat berbahaya karena seringkali tidak terdeteksi hingga menimbulkan dampak serius. Meskipun tampak tidak berbahaya karena tidak memiliki ciri fisik yang mencolok, gas ini sangat beracun dan dapat menimbulkan risiko kesehatan serius apabila terhirup dalam jumlah besar, terutama karena kemampuannya mengganggu pasokan oksigen dalam tubuh. Gas ini terbentuk sebagai hasil dari proses pembakaran. Di atmosfer, salah satu kontributor terbesar terhadap emisi gas karbon monoksida (CO) adalah aktivitas transportasi, khususnya kendaraan bermotor seperti mobil, truk, dan mesin bermotor lainnya yang beroperasi dengan bahan bakar fosil. Proses pembakaran tidak sempurna pada mesin-mesin tersebut menghasilkan pelepasan CO dalam jumlah signifikan, yang kemudian mencemari udara dan berpotensi membahayakan kesehatan manusia serta kualitas lingkungan. Selain itu, sejumlah perangkat rumah tangga, seperti pemanas berbahan bakar minyak tanah, cerobong asap, serta tungku yang mengalami kebocoran, juga dapat menjadi sumber pelepasan gas CO ke dalam ruangan, bahkan kompos gas pun dapat berkontribusi terhadap peningkatan kadar gas berbahaya ini di dalam lingkungan. (Rizaldi dkk., 2022). Karbon monoksida sering disebut sebagai "pembunuh tanpa suara" (*the silent killer*) karena gas ini tidak tampak oleh mata dan tidak memiliki bau, meskipun sifatnya sangat

berbahaya dan dapat menimbulkan keracunan pada tubuh. (Rambing *dkk.*, 2022). Gas ini umumnya terbentuk dari proses pembakaran yang tidak sempurna. Karbon monoksida tidak memiliki aroma, gas tidak berwarna, tidak memiliki rasa dan massanya lebih ringan dibandingkan udara, sehingga sulit terdeteksi secara cepat.

D. Faktor-Faktor yang Memengaruhi Kadar Hemoglobin

1. Usia

Usia manusia dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa rentang atau kelompok dimana setiap kelompok mencerminkan tahapan pertumbuhan dan perkembangan manusia tersebut. Adapun pembagian kelompok usia yaitu (Hakim, 2020) :

- a. Usia Balita : 0-5 Tahun
- b. Usia Kanak-Kanak: 5–11 Tahun;
- c. Usia Remaja Awal: 12–16 Tahun;
- d. Usia Remaja Akhir: 17–25 Tahun;
- e. Usia Dewasa Awal: 26–35 Tahun;
- f. Usia Dewasa Akhir: 36–45 Tahun;
- g. Usia Lansia Awal: 46–55 Tahun;
- h. Usia Lansia Akhir: 56–65 Tahun;
- i. Usia Manula: > 65 Tahun.

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. 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 (Mardiyansyah dkk., 2022).

2. Jenis kelamin

Faktor jenis kelamin memainkan peran penting dalam mempengaruhi tingkat hemoglobin yang ada dalam tubuh seseorang. Selain itu, usia juga berperan penting dalam menentukan kadar hemoglobin seseorang. Secara umum, kadar hemoglobin pada wanita biasanya lebih rendah dibandingkan dengan pria. Salah satu penyebab utama perbedaan ini adalah kehilangan zat besi yang lebih signifikan pada tubuh perempuan, terutama akibat proses menstruasi yang terjadi secara rutin setiap bulan. Kehilangan darah dapat mempengaruhi secara langsung kadar zat besi dalam tubuh, yang berperan vital dalam proses pembentukan hemoglobin. Karena zat besi adalah komponen esensial bagi produksi hemoglobin, penurunan kadarnya dapat mengganggu kemampuan tubuh untuk memproduksi sel darah merah yang sehat. Walaupun secara umum tidak ditemukan perbedaan yang sangat mencolok dalam konsentrasi hemoglobin antara laki-laki dan perempuan, perempuan lebih rentan mengalami penurunan kadar hemoglobin. Hal ini terutama disebabkan oleh kehilangan zat besi yang terjadi secara berkala selama siklus menstruasi. Kehilangan zat besi ini berperan penting dalam menurunnya kemampuan tubuh untuk memproduksi hemoglobin dalam jumlah optimal. (Estri dan Cahyaningtyas, 2021).

3. Lama bekerja

Masa kerja, yang juga dikenal sebagai durasi seseorang bekerja di sebuah lembaga atau perusahaan, merupakan indikator penting dalam dunia profesional. Jangka waktu individu berada dalam suatu lingkungan kerja tidak hanya

mencerminkan loyalitas dan ketekunan, tetapi juga dapat memberikan dampak terhadap performa kerja yang ditunjukkan. Dalam banyak situasi, lamanya masa kerja seseorang sering kali berbanding lurus dengan jumlah pengalaman yang dimilikinya. Semakin lama seseorang berkecimpung dalam dunia kerja, semakin luas pula wawasan dan keterampilannya baik dalam hal kemampuan teknis yang berkaitan langsung dengan pekerjaannya, maupun dalam aspek interpersonal seperti komunikasi, kerja tim, dan kepemimpinan. Hal ini bisa menjadi faktor pendukung peningkatan produktivitas serta efisiensi kerja. Dengan akumulasi pengalaman tersebut, individu cenderung lebih terampil dalam menghadapi tantangan, mengambil keputusan yang tepat, dan memberikan kontribusi yang lebih berarti bagi organisasi tempatnya bekerja. Namun demikian, durasi masa kerja juga bisa memberikan pengaruh sebaliknya jika tidak disertai dengan motivasi dan pengembangan diri secara berkelanjutan. (Pusparini dkk., 2016).

4. Lama terpapar asap

OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*) menetapkan standar maksimum paparan karbon monoksida yang diizinkan sebesar 35 bagian per juta (ppm) untuk setiap periode kerja selama 8 jam dalam sehari. Aturan ini dirancang untuk melindungi kesehatan pekerja dari efek negatif gas berbahaya tersebut, yang dapat menimbulkan risiko kesehatan serius apabila terpapar dalam jumlah yang lebih tinggi atau dalam jangka waktu yang lebih lama. (Yazidah dkk., 2019). Duraasi paparan terhadap asap berbanding lurus dengan lamanya jam kerja seseorang. Jam kerja mengacu pada total waktu yang dihabiskan seseorang untuk bekerja di suatu tempat, yang bervariasi tergantung pada jenis pekerjaan yang dilakukan. Contohnya pedagang ikan bakar yang rata-rata bekerja selama 5 hingga

7 jam per hari. Waktu kerja yang cukup panjang ini berpotensi meningkatkan durasi paparan asap hasil pembakaran.

5. Penggunaan Alat Pelindung Pernapasan

Berdasarkan Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor PER.08/MEN/VII/2010, Alat Pelindung Diri (APD) adalah peralatan yang dirancang dengan tujuan utama untuk melindungi individu dari potensi bahaya yang ada di tempat kerja. Alat ini berfungsi dengan membatasi kontak langsung antara tubuh pekerja dan risiko atau ancaman yang mungkin ada di lingkungan kerjanya, sehingga mengurangi kemungkinan terjadinya cedera atau masalah kesehatan akibat paparan bahaya tersebut. Alat Pelindung Diri (APD) dirancang untuk mengurangi atau bahkan mencegah kemungkinan terjadinya kecelakaan atau cedera. APD ini bekerja dengan cara melindungi sebagian atau seluruh tubuh pekerja dari potensi bahaya yang dapat muncul selama aktivitas di lingkungan kerja.

Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) merupakan keharusan di berbagai lingkungan kerja, terutama di area yang memiliki potensi bahaya tertentu, seperti suhu ekstrem, tingkat kelembaban yang tinggi, keberadaan debu, kotoran, api, asap, gas, angin kencang, perubahan cuaca, paparan sinar atau radiasi, serta kebisingan atau getaran. Sebagai contoh, para pedagang ikan bakar yang bekerja setiap hari sangat rentan terhadap paparan asap yang dihasilkan dari proses pembakaran. Oleh karena itu, penggunaan alat pelindung pernapasan, seperti masker, menjadi sangat krusial. Fungsi dari alat pelindung pernapasan dan aksesoris terkait adalah untuk melindungi sistem pernapasan pekerja dengan menyaring udara, memastikan hanya udara bersih yang terhirup, serta menyaring

berbagai kontaminan berbahaya seperti bahan kimia, mikroorganisme, serta partikel-partikel berbahaya seperti debu, kabut, uap, asap, gas, dan fume yang dapat mengancam kesehatan.

E. Metode Menetapkan Kadar Hemoglobin

1. Metode tallquist

Terdapat berbagai teknik manual yang dapat diterapkan untuk menentukan kadar hemoglobin dalam darah. Beberapa di antaranya termasuk metode Tallquist, yang menggunakan pencocokan warna pada kertas saring, metode yang memanfaatkan larutan CuSO_4 (tembaga sulfat) untuk mengukur kadar hemoglobin, serta metode Sahli, yang melibatkan pengukuran intensitas warna larutan dalam tabung reaksi untuk menentukan konsentrasi hemoglobin. Masing-masing metode ini memiliki cara dan prinsip kerja yang berbeda, tetapi semuanya bertujuan untuk memberikan hasil yang akurat dalam menentukan tingkat hemoglobin yang ada di dalam tubuh seseorang. Metode Tallquist dan CuSO_4 merupakan teknik yang sederhana dan memiliki biaya rendah untuk mengukur kadar hemoglobin. Meskipun mudah digunakan, kedua metode ini memiliki tingkat akurasi yang relative rendah. Khususnya metode Tallquist, hasil pengukurannya sangat dipengaruhi oleh intensitas pencahayaan (Riki Rinaldi dan dkk, 2023).

2. Metode sahli

Salah satu teknik yang mudah dan dapat dilakukan secara manual untuk mengukur kadar hemoglobin adalah dengan menerapkan metode Sahli. Metode ini cukup populer karena kesederhanaannya, memungkinkan pengukuran kadar hemoglobin secara efisien tanpa memerlukan peralatan yang rumit.. Dalam

metode ini, hemoglobin diubah menjadi asam hematin berwarna coklat melalui reaksi dengan larutan HCl 0,1 N. Warna asam hematin yang terbentuk kemudian dibandingkan dengan standar warna. Penyesuaian warna dilakukan dengan cara pengenceran hingga warna larutan uji menyerupai warna standar. Namun, metode ini memiliki tingkat margin kesalahan yang cukup besar, yaitu antara 15 hingga 30%. Asam hematin sendiri adalah senyawa ferroheme yang, ketika terkena oksigen dari udara, akan mengalami proses oksidasi menjadi ferriheme. Kemudian, ferriheme ini akan berinteraksi dengan ion klorida (Cl) dan membentuk senyawa ferrihemeklorida, yang lebih dikenal dengan sebutan hematin atau hemin, yang memiliki warna coklat khas yang mudah dikenali.(Ardina dan Putri, 2019).

3. Metode sianmethemoglobin

Menurut International Committee for Standardization in Hematology (ICSH), metode yang diakui sebagai standar utama dalam pemeriksaan kadar hemoglobin adalah teknik sianmethemoglobin yang menggunakan pendekatan spektrofotometrik. Dalam metode ini, sampel darah akan dicampurkan dengan larutan yang mengandung potassium ferricyanide dan potassium cyanide, yang kemudian menghasilkan warna spesifik yang dapat diukur untuk menentukan konsentrasi hemoglobin secara akurat. Potassium ferricyanide bertugas untuk mengubah bentuk zat besi yang terdapat dalam hemoglobin, mengkonversinya dari bentuk ferri (Fe^{2+}) menjadi methemoglobin. Setelah itu, methemoglobin akan bereaksi dengan potassium cyanide, menghasilkan senyawa yang dikenal sebagai sianmethemoglobin. Senyawa ini menghasilkan warna yang tetap konsisten, sehingga memungkinkan untuk dilakukan pengukuran yang presisi

menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm. Pendekatan ini memastikan bahwa hasil pengukuran yang diperoleh sangat akurat, memberikan data yang dapat diandalkan dalam menentukan kadar hemoglobin. Konsentrasi hemoglobin di dalam sampel dihitung berdasarkan hukum Beer-Lambert, yang menyatakan bahwa nilai absorbansi sebanding dengan konsentrasi hemoglobin. (Ardina dan Putri, 2019).

4. Metode hematology analyzer

Terdapat beragam alat yang dapat digunakan untuk mengukur kadar hemoglobin, mulai dari teknik manual hingga perangkat otomatis yang canggih. Beberapa contohnya termasuk metode Hemoglobin Sahli, fotometer, hemoglobin meter, dan hematology analyzer. Hematology analyzer adalah perangkat digital otomatis yang dirancang untuk memberikan hasil pengukuran dengan cepat dan efisien. Alat ini tidak hanya dapat mengukur kadar hemoglobin, tetapi juga mampu menganalisis berbagai parameter penting dalam darah, seperti jumlah eritrosit, indeks eritrosit, jumlah leukosit, trombosit, serta tingkat hematokrit. Salah satu keunggulan utama dari alat ini adalah kebutuhan sampel yang sangat sedikit, proses penggunaannya yang relatif mudah, serta kemampuan untuk menampilkan hasil pemeriksaan dalam waktu singkat. (Arini dkk., 2023).

5. Metode POCT

Metode POCT (*Point of Care Testing*) adalah metode sederhana untuk memeriksa kadar hemoglobin, yang membutuhkan sampel dalam jumlah sedikit dan memberikan hasil dengan cepat serta efisien. Teknik ini sangat cocok diterapkan di daerah yang memiliki keterbatasan fasilitas medis, seperti di puskesmas atau rumah sakit dengan sumber daya yang terbatas. Teknik ini

memungkinkan layanan kesehatan tetap berjalan efektif meski dalam kondisi fasilitas yang terbatas. Dengan pendekatan yang sederhana dan efisien, metode ini dapat memberikan solusi yang efektif untuk daerah-daerah yang belum memiliki akses lengkap terhadap peralatan medis canggih. Beberapa alasan utama penggunaan POCT antara lain adalah jarak laboratorium yang jauh, kebutuhan untuk tindakan medis segera setelah hasil diperoleh, percepatan waktu pemeriksaan, pengurangan kesalahan pada tahap pra-analitik dan pasca-analitik, serta peningkatan efisiensi dan efektivitas dalam proses pemeriksaan. (Widianto dkk., 2021).

Untuk pengukuran kadar hemoglobin (Hb) dengan metode POCT, umumnya digunakan *strip test*. Pemeriksaan ini biasanya menggunakan darah kapiler, karena hanya membutuhkan sedikit spesimen darah. Prosedurnya cukup sederhana : spesimen darah diambil dari responden dan ditempatkan beberapa tetes pada strip pengukur Hb. Setelah itu, strip yang telah terkontaminasi darah tersebut dimasukkan ke dalam alat pengukur kadar hemoglobin. Alat ini kemudian secara otomatis mengukur dan menampilkan hasil kadar hemoglobin dengan akurat.. (Nidianti dkk., 2019).

F. Anemia

1. Pengertian anemia

Anemia adalah salah satu kondisi kesehatan yang dapat menimbulkan dampak serius di berbagai negara, memengaruhi individu dari segala usia, latar belakang etnis, maupun status sosial. Masalah ini tidak mengenal batasan sosial atau geografis, sehingga menjadi perhatian utama dalam upaya peningkatan kesehatan global. Dalam konteks ini, laboratorium klinis memegang peranan yang sangat

vital dalam menyediakan informasi medis yang diperlukan untuk mengidentifikasi penyebab kondisi tersebut serta menentukan pengobatan yang paling tepat. Secara umum, seseorang dianggap menderita anemia ketika sel darah merahnya tidak lagi mampu mengangkut oksigen dengan efektif ke seluruh jaringan tubuh. Anemia sendiri dapat dikelompokkan berdasarkan faktor fisiologis maupun morfologisnya. Klasifikasi morfologi didasarkan pada indeks eritrosit, sementara klasifikasi fisiologis ditentukan oleh gejala yang muncul serta respons sumsum tulang terhadap kondisi tersebut. (Aliviamaita dan Puspitasari, 2019).

Anemia merujuk pada keadaan di mana kadar hemoglobin dalam darah berada di bawah tingkat normal yang seharusnya. Selain itu, kondisi ini juga sering kali disertai dengan penurunan kadar hematokrit di bawah ambang batas yang seharusnya. Ada berbagai faktor yang dapat berkontribusi terhadap terjadinya anemia, di antaranya adalah:

- a. Kondisi di mana jumlah sel darah merah dalam tubuh mengalami penurunan atau ketika produksi sel darah merah tidak berjalan dengan optimal,
- b. Peningkatan proses penghancuran sel darah merah yang melebihi normal,
- c. Kekurangan gizi yang berkaitan dengan pola makan, kualitas makanan, kondisi sanitasi, serta kebiasaan hidup yang berkaitan dengan kesehatan,
- d. Keterbatasan akses terhadap layanan kesehatan yang memadai, dan
- e. Kemiskinan yang membatasi kemampuan individu untuk memperoleh kebutuhan dasar kesehatan.

Anemia dapat diklasifikasikan berdasarkan morfologi dan etiologinya (terjadinya). Dari segi morfologi, anemia dibedakan menjadi 3 jenis yaitu, anemia makrositik, anemia normositik normokrom, dan mikrositik hipokrom. Di sisi lain,

jika dilihat dari faktor penyebabnya (etiologi), anemia mikrositik hipokrom dapat timbul akibat berbagai faktor, seperti kekurangan zat besi, kelainan pada hemoglobin, penyakit jangka panjang, serta anemia sideroblastik. (Adriani dan Fadilah, 2023).

2. Klasifikasi anemia

Klasifikasi anemia berdasarkan tingkat kadar hemoglobin, terutama pada kasus anemia yang disebabkan oleh defisiensi zat besi, dapat dijabarkan sebagai berikut (Helmyati *dkk.*, 2023):

- a. Ringan : 10-10,9 g/dL(hamil) dan 11-11,9 g/dL (tidak hamil)
- b. Sedang : 7-9,9 g/dL(hamil) dan 8-10,9 g/dL (tidak hamil)
- c. Berat : <7 g/dL (hamil) dan <8 g/dL (tidak hamil).

3. Tanda dan gejala anemia

Anemia dapat menimbulkan gejala awal berupa (Adriani dan Fadilah, 2023) :

- a. Tubuh terasa lemas
- b. Merasa cepat lelah
- c. Nafsu makan berkurang
- d. Kekurangan energi
- e. Kesulitan dalam berkonsentrasi
- f. Mengalami sakit kepala
- g. Rentan terhadap infeksi penyakit
- h. Penurunan stamina tubuh
- i. Tampilan wajah, selaput lendir pada kelopak mata, bibir, serta kuku penderita terlihat sangat pucat.

4. Penyebab terjadinya anemia

Anemia lebih sering dialami oleh remaja perempuan dibandingkan remaja laki-laki. Kondisi ini mencerminkan adanya perbedaan tingkat kejadian anemia antara jenis kelamin pada masa remaja, yang bisa dipengaruhi oleh berbagai faktor biologis maupun gaya hidup. Salah satu penyebab utama kondisi ini adalah hilangnya zat besi (Fe) yang terjadi selama periode menstruasi. Proses ini memaksa remaja perempuan untuk memperoleh asupan zat besi yang lebih banyak, guna menggantikan zat besi yang hilang dan mencegah defisiensi yang dapat berdampak buruk pada kesehatan mereka. Namun, pola makan remaja perempuan yang cenderung didominasi oleh makanan nabati yang memiliki kandungan zat besi lebih rendah dan lebih sulit diserap oleh tubuh seringkali membuat kebutuhan zat besi harian mereka tidak dapat tercukupi dengan baik. Selain itu, keinginan untuk menjaga penampilan agar tetap langsing juga mendorong sebagian remaja untuk membatasi asupan makanannya. (Vidayati dkk., 2020). Kebiasaan ini akan berdampak pada kurangnya asupan nutrisi penting, termasuk zat besi, sehingga meningkatkan risiko terkena anemia.