

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Hemoglobin

1. Definisi hemoglobin

Hemoglobin (Hb) merupakan protein yang terdiri dari empat subunit dan ditemukan di dalam sel darah merah. Protein ini memiliki ikatan dengan molekul besi yang disebut heme, yang memungkinkan hemoglobin menjalankan fungsinya secara vital. Hemoglobin memiliki fungsi utama sebagai pengangkut oksigen dari organ paru-paru menuju ke berbagai jaringan tubuh, sehingga mendukung proses metabolisme sel, sehingga penting dalam menjaga kelangsungan hidup. Selain itu, hemoglobin juga berperan dalam mengangkut karbon dioksida dari jaringan tubuh menuju paru-paru untuk dikeluarkan, serta mengangkut ion hidrogen dari jaringan tubuh menuju paru-paru untuk dibuang melalui proses pernapasan. Zat ini tersusun dari protein, zat besi, garam, dan pigmen. Ketika kadar Hb seseorang menurun, mereka bisa mengalami anemia, kondisi yang memunculkan gejala seperti kelelahan, lemas, pusing, detak jantung yang tidak teratur, atau bahkan bunyi berdenging di telinga (Saraswati, 2021).

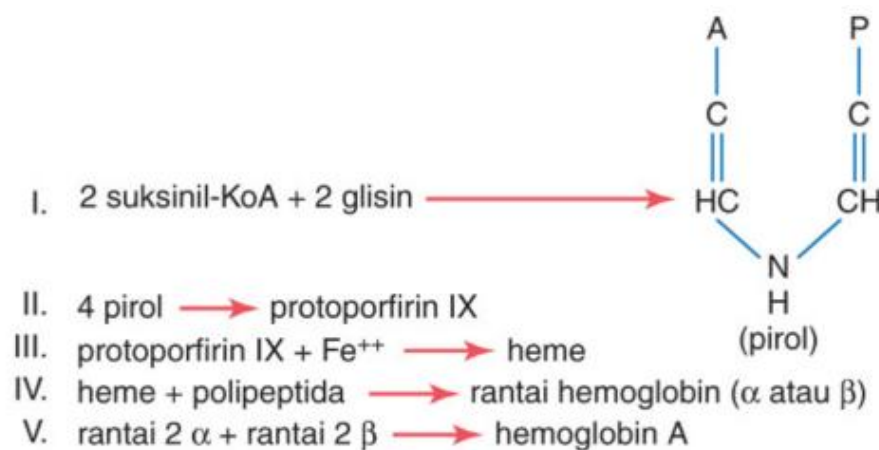
2. Fungsi hemoglobin

Hemoglobin adalah protein berwarna merah dalam darah yang memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan hidup. Hemoglobin (Hb) merupakan salah satu komponen penting dalam sistem peredaran darah manusia, yang berfungsi utama untuk membawa oksigen dari paru-paru dan mendistribusikannya ke seluruh jaringan tubuh agar proses metabolisme dapat

berjalan optimal, serta membawa karbon dioksida dan ion hidrogen (proton) dari jaringan tubuh kembali ke organ pernapasan untuk dikeluarkan dari tubuh (Atik, Susilowati and Kristinawati, 2022).

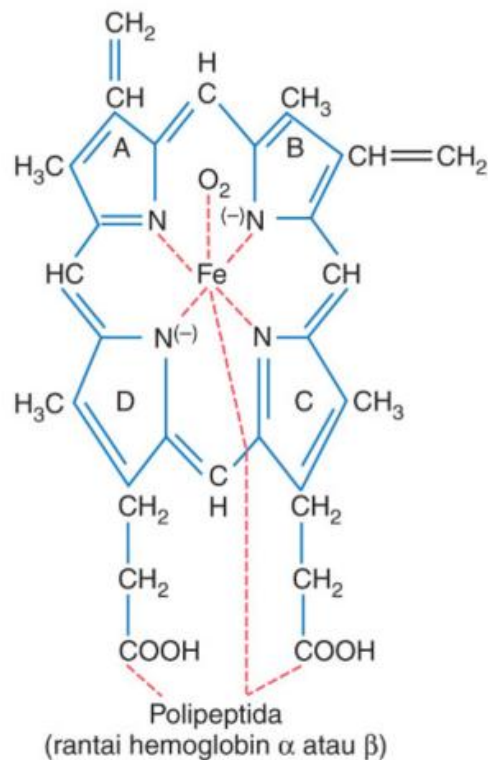
3. Proses pembentukan hemoglobin

Sel darah merah mulai mensintesis hemoglobin sejak tahap proeritroblas dan melanjutkannya hingga fase retikulosit. Pada tahap ini, retikulosit masih memproduksi hemoglobin dalam jumlah kecil selama sekitar satu hari atau lebih, hingga akhirnya berkembang menjadi eritrosit dewasa (I *et al.*, 2018).



Gambar 1. Pembentukan Hemoglobin

Proses pembentukan hemoglobin dimulai dari pembentukan suksinil-CoA dalam siklus Krebs. Senyawa ini akan berikatan dengan glisin sehingga membentuk molekul pirol. Selanjutnya, empat molekul pirol akan bergabung membentuk senyawa yang dikenal sebagai protoporfirin IX. Protoporfirin IX kemudian berikatan dengan ion besi (Fe) dan menghasilkan molekul heme. Tahapan terakhir, molekul heme ini berinteraksi dengan rantai polipeptida panjang yang disintesis oleh ribosom, yang disebut globin, sehingga membentuk subunit hemoglobin, yaitu rantai hemoglobin itu sendiri (I *et al.*, 2018).



Gambar 2. Struktur Dasar Bagian Heme

Setiap rantai hemoglobin beratnya sekitar 16.000 dalton, dan empat dari rantai ini terhubung untuk membentuk molekul hemoglobin yang lengkap. Meskipun rantai-rantai tersebut serupa, terdapat perbedaan-perbedaan kecil di antara mereka, terutama karena susunan asam amino yang spesifik dalam struktur polipeptida mereka. Rantai-rantai ini terbagi dalam beberapa kategori alfa, beta, gamma, dan delta. Pada orang dewasa, jenis hemoglobin yang paling umum dijumpai adalah hemoglobin A, yang tersusun atas dua rantai alfa dan dua rantai beta. Secara keseluruhan, berat molekul hemoglobin A sekitar 64.458 dalton (I *et al.*, 2018)

Pada setiap rantai hemoglobin, terdapat satu unit heme yang mengandung satu atom besi sebagai bagian penting dalam struktur molekul tersebut. Karena satu molekul hemoglobin terdiri dari empat rantai, maka ada empat atom besi

dalam satu molekul hemoglobin. Setiap atom besi pada hemoglobin memiliki kemampuan untuk mengikat secara lemah satu molekul oksigen. Oleh karena itu, satu molekul hemoglobin dapat membawa hingga empat molekul oksigen, yang secara total setara dengan delapan atom oksigen (I *et al.*, 2018).

Jenis rantai hemoglobin yang ditemukan di setiap molekul hemoglobin berperan penting dalam seberapa erat ikatannya dengan oksigen. Ketika terjadi kelainan pada salah satu rantai ini, hal itu dapat mengubah karakteristik fisik rantai tersebut. Contoh anemia sel sabit, kondisi ini muncul dari substitusi asam amino tunggal di mana valin menggantikan glutamat pada kedua rantai beta. Perubahan yang tampaknya kecil ini menyebabkan dampak yang besar dalam kondisi oksigen rendah, hemoglobin yang berubah membentuk kristal yang panjang dan kaku di dalam sel darah merah, terkadang membentang hingga 15 mikrometer. Struktur seperti jarum ini menyulitkan sel untuk masuk melalui kapiler kecil, dan ujungnya yang tajam bahkan dapat merusak membran sel, yang menyebabkan gejala anemia sel sabit (I *et al.*, 2018).

4. Derivat hemoglobin

Beberapa turunan dari hemoglobin yang umum dijumpai meliputi oksihemoglobin, karboksihemoglobin, methemoglobin, sulfohemoglobin, mioglobin, haptoglobin, homofuksin, serta methemoglobin (Wahyuni, 2018).

a. Oksihemoglobin

Hemoglobin yang tidak mengandung oksigen (hemoglobin yang sudah direduksi) berwarna ungu cerah. Sedangkan hemoglobin yang sudah sepenuhnya teroksidasi, dengan setiap pasangan heme + globin mengikat dua

atom oksigen, berwarna kuning-merah. Sementara itu, setiap gram hemoglobin mampu mengangkut sekitar 1,34 mL oksigen (Wahyuni, 2018).

b. Karboksihemoglobin

Karbon monoksida (CO) yang terbentuk sebagai akibat dari proses pembakaran yang tidak berlangsung secara sempurna memiliki daya ikat terhadap hemoglobin yang sangat kuat, bahkan sekitar 200 kali lebih besar dibandingkan oksigen. Hal ini menyebabkan CO lebih mudah berikatan dengan hemoglobin di dalam darah (Wahyuni, 2018).

c. Methemoglobin

Methemoglobin adalah bentuk hemoglobin yang mengandung zat besi dalam bentuk Fe^{3+}OH , yang membuatnya tidak dapat membawa oksigen. Dalam kondisi normal, tubuh memproduksi sejumlah kecil methemoglobin hingga kurang dari 1%, sebagai hasil dari proses autooksidasi dan reduksi yang sedang berlangsung selama metabolisme hemoglobin (Wahyuni, 2018).

d. Sulphemoglobin

Sulfemoglobin merupakan struktur yang rapuh, terkait dengan methemoglobin, dan tidak dapat membawa oksigen untuk bernapas. Sulfemoglobin juga berwarna coklat, dan untuk mengidentifikasi keberadaannya diperlukan spektroskopi dan uji kimia. (Wahyuni, 2018).

e. Hemoglobin terglisosilasi

Glukosa yang terikat pada hemoglobin membentuk turunan stabil yang bertahan selama hidup eritrosit. Proses ini terjadi di dalam eritrosit yang terpapar sekitar dua bulan terakhir, dan pada individu yang sehat, kadar

hemoglobin yang terikat glukosa ini tidak melebihi sekitar 8,5% (Wahyuni, 2018).

f. Mioglobin

Hemoglobin yang sudah disederhanakan ini tersusun dari satu molekul heme dan satu atom besi (Fe), dengan berat molekul sekitar 17.000. Myoglobin berfungsi sebagai cadangan oksigen kecil, sehingga myoglobin ditemukan di otot rangka dan otot jantung (Wahyuni, 2018).

g. Haptoglobin

Haptoglobin berperan penting dalam mengelola zat besi setelah hemolisis intravaskular. Haptoglobin mengikat hemoglobin bebas dalam aliran darah, hingga kadar plasma sekitar 1,25 g/dL. Ketika ambang batas ini terlampaui, kelebihan hemoglobin akan dikeluarkan melalui urin atau diserap oleh protein lain yang disebut hemopeksin. Dengan cara ini, haptoglobin membantu mengatur seberapa banyak hemoglobin yang terpapar pada ginjal. Setelah terikat pada hemoglobin, kompleks haptoglobin-hemoglobin diangkut ke hati, tempat zat besi dipecah, haptoglobin digunakan kembali, dan zat besi dipulihkan dan didaur ulang. Karena proses daur ulang ini, kadar haptoglobin plasma cenderung turun setelah episode hemolisis berulang (Wahyuni, 2018).

h. Hemoglobinemia dan hemoglobinuria

Hemolisis intravaskular yang disebabkan oleh berbagai faktor melepaskan hemoglobin ke dalam aliran darah dan berperan dalam sekitar 10% penghancuran eritrosit. Hemoglobin ini disaring melalui glomerulus dalam bentuk dimmer dan dapat diserap kembali serta dimetabolisme di dalam tubulus ginjal (Wahyuni, 2018).

5. Nilai normal hemoglobin

Mengacu pada WHO, kadar hemoglobin normal pada anak-anak di rentang usia 5-11 tahun yakni <11,5 g/dl, umur 12-14 tahun yakni <12,0g/dl, sedangkan untuk wanita dengan usia diatas 15 tahun yakni >12,0 g/dl, dan laki-laki dengan usia diatas 15 tahun yakni >13,0 g/dl (Imas Saraswati, 2021).

Kadar Hemoglobin		
No.	Kadar Hemoglobin	Umur
1.	16-23 g/dL,	bayi baru lahir
2.	10-14 g/dL	Anak-anak
3.	13-17 g/dL,	laki-laki dewasa
4.	12-16 g/dL,	wanita dewasa tidak hamil
5.	11-13 g/dL	wanita dewasa yang hamil

Sumber : Saraswati, 2021

Gambar 3. Nilai Normal Hemoglobin

B. Remaja Putri

Remaja umumnya dikenal sebagai “*adolescent*” mendapatkan namanya dari kata Latin *adolescere*, yang berarti “tumbuh” atau “dewasa”. Tahap kehidupan ini menandai transisi penting dari masa kanak-kanak ke masa dewasa, ditandai dengan perkembangan fisik yang pesat, munculnya ciri-ciri seksual sekunder, permulaan kemampuan reproduksi, dan kematangan psikologis dan kognitif yang terus berkembang. Sebagai bagian dari perjalanan pertumbuhan alami ini, remaja mengalami perubahan signifikan tidak hanya pada tubuh mereka tetapi juga pada pikiran dan emosi mereka. Hal ini membuat mereka sangat peka terhadap tantangan psikososial, terutama saat mereka menghadapi lingkungan sosial yang berubah. Masa remaja sering

kali didefinisikan oleh pusaran perubahan fisik, emosional, dan mental. Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), periode ini biasanya berlangsung dari usia 10 hingga 19 tahun dan mencakup masa pubertas merupakan fase utama pematangan reproduksi. Masa pubertas membawa perubahan nyata pada penampilan fisik, seperti perubahan bentuk dan ukuran tubuh, serta perkembangan internal seperti pematangan organ reproduksi (Rahayu *et al.*, 2017).

Masa remaja merupakan periode pertumbuhan yang ditandai oleh perubahan yang cepat dan signifikan, baik dari segi fisik, emosional, maupun kognitif. Pada masa ini, terjadi pematangan seksual dan perkembangan fisik, yang menyebabkan perubahan fokus terhadap penampilan fisik seseorang. Dari sisi psikologis, remaja mulai merasakan keinginan untuk diakui oleh teman sebayanya serta memiliki dorongan untuk menjadi yang terbaik di antara mereka (Admin *et al.*, 2020). Masa remaja merupakan masa krusial bagi perkembangan fisik dan mental, karena kebutuhan zat besi pada wanita umumnya lebih tinggi, maka penting untuk meningkatkan asupan zat besi melalui pola makan sehari-hari untuk mendukung pertumbuhan dan memenuhi peningkatan kebutuhan zat besi akibat menstruasi. Anemia pada anak perempuan dapat menghambat perkembangan fisik dan mental, membuat mereka lebih rentan terhadap infeksi, menurunkan kemampuan berkonsentrasi, dan bahkan memengaruhi kehamilan dan persalinan di masa mendatang. Anak perempuan juga memainkan peran penting dalam Gerakan 1000 Hari Pertama Kehidupan, sebuah inisiatif global yang berfokus pada peningkatan gizi

dengan memprioritaskan 1000 hari pertama, dari hari pertama kehamilan hingga kelahiran (Mangalik, Wijayanti and Tampubolon, 2023).

Anemia merupakan kondisi yang sangat umum ditemukan pada anak-anak dan perempuan usia subur (WUS). Diperkirakan sekitar 47% anak berusia 15-49 tahun mengalami anemia, sementara prevalensi pada ibu hamil mencapai 42%, dan pada perempuan yang tidak sedang hamil sekitar 30%. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) bertujuan untuk mengurangi prevalensi anemia pada WUS hingga 50% pada tahun 2024. Menstruasi adalah proses alami di mana endometrium, yang mengandung banyak pembuluh darah yang kemudian dilepaskan serta terjadi sebulan sekali. Siklus menstruasi diartikan sebagai rentang waktu yang dimulai dari hari pertama menstruasi hingga hari pertama menstruasi berikutnya. Karena awal menstruasi yang tepat dapat bervariasi, menentukan waktu pasti dimulainya menstruasi merupakan tantangan. Rata-rata siklus menstruasi berlangsung sekitar 25,1 hari, namun seiring bertambahnya usia, siklus ini dapat mengalami perubahan. Pada usia 43 tahun, siklus menstruasi cenderung memanjang menjadi sekitar 27,1 hari, dan pada usia 55 tahun, durasinya bisa meningkat hingga mencapai 51,9 hari. Bagi sebagian besar perempuan, Siklus menstruasi yang dianggap normal biasanya berlangsung antara 25 hingga 32 hari. Sebagian besar perempuan yang mengalami ovulasi (sekitar 97%) memiliki siklus menstruasi yang berlangsung antara 18 hingga 42 hari. Pada masa remaja, siklus menstruasi cenderung mengalami ketidakteraturan. Siklus menstruasi dikatakan tidak normal apabila durasinya kurang dari 18 hari atau lebih dari 42 hari, maka siklus tersebut dianggap tidak teratur. Selain itu, remaja dengan siklus

menstruasi lebih dari 42 hari umumnya tidak mengalami ovulasi (Admin *et al.*, 2020).

Pemerintah berupaya mengatasi masalah anemia pada remaja putri dengan menyediakan suplemen zat besi yang mengandung ferrous sulfate (60 mg) dan asam folat (0,25 mg). Berdasarkan data Riskesdas tahun 2018, sekitar 80,9% remaja putri yang bersekolah menerima suplemen zat besi tersebut (TTD), sementara sisanya sebesar 19,1% tidak mendapatkan suplemen zat besi selama di sekolah. Dari data tersebut, remaja putri yang mengonsumsi 52 tablet TTD mencakup 1,4% dari total remaja putri yang mendapatkan TTD. Remaja perempuan yang memiliki pola makan kurang sehat cenderung memiliki risiko anemia yang lebih tinggi, bahkan dua kali lipat dibandingkan dengan remaja perempuan yang mengonsumsi makanan bergizi. Pada umumnya, banyak remaja perempuan mengalami kebiasaan makan yang kurang baik bagi kesehatan, seperti sering mengonsumsi camilan dan makanan cepat saji yang rendah nutrisi, sehingga kebutuhan gizi tubuh untuk sintesis hemoglobin (Hb) tidak terpenuhi. Jika kebiasaan seperti ini terus berlanjut, kadar hemoglobin dalam tubuh akan semakin menurun sehingga berisiko mengalami anemia. Oleh karena itu, penting bagi kita untuk terbiasa mengonsumsi makanan yang mampu memenuhi kebutuhan gizi tubuh secara optimal (Mangalik, Wijayanti and Tampubolon, 2023).

C. Anemia

1. Pengertian anemia

Anemia merupakan suatu keadaan ketika jumlah sel darah merah atau kadar hemoglobin berada di bawah batas normal. Kadar hemoglobin pada pria

dan wanita berbeda, dengan rentang normal hemoglobin pada pria sebesar 13g/dL dan pada wanita sebesar 12 g/dL. Kondisi ini, yang umumnya dikaitkan dengan berkurangnya jumlah sel darah merah, dapat menyebabkan masalah kesehatan karena kekurangan hemoglobin menghambat kemampuan tubuh untuk mengangkut oksigen secara efisien (Rahayu *et al.*, 2019). Pada masa remaja, remaja putri memiliki risiko yang lebih tinggi mengalami anemia dibandingkan dengan remaja putra. Hal ini dikarenakan saat usia 14 hingga 15 tahun, kebutuhan tubuh akan zat besi meningkat secara signifikan. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menetapkan batasan kadar hemoglobin untuk mendiagnosis anemia pada remaja perempuan di angka 12g/dL, sedangkan untuk remaja laki-laki, batasnya sedikit lebih tinggi, yaitu 13g/dL (Yulita *et al.*, 2020).

2. Jenis anemia

a. Anemia defisiensi zat besi

Salah satu jenis anemia yang paling umum dialami oleh banyak orang umumnya disebabkan oleh kekurangan zat besi dalam tubuh, dan kondisi ini sering kali muncul pada remaja perempuan. Zat besi memiliki peran penting dalam pembentukan hemoglobin, yang merupakan komponen utama dalam darah yang mengangkut oksigen. Jika tubuh mengalami kekurangan zat besi, kemampuan untuk memproduksi hemoglobin akan menurun. Namun, penurunan kadar hemoglobin biasanya baru terlihat setelah simpanan zat besi dalam tubuh benar-benar habis (Rahayu *et al.*, 2019).

b. Anemia defisiensi vitamin C

Anemia akibat kekurangan vitamin C termasuk jenis anemia yang tergolong jarang ditemukan. Kondisi ini biasanya muncul ketika tubuh mengalami defisiensi vitamin C dalam jangka waktu yang cukup lama. Penyebab utamanya sering kali berkaitan dengan asupan makanan yang tidak memadai, khususnya makanan yang mengandung vitamin C. Salah satu peran penting dari vitamin ini adalah membantu tubuh dalam proses penyerapan zat besi secara lebih optimal, yang sangat berperan dalam mencegah terjadinya anemia. Akibatnya, saat vitamin ini kekurangan, penyerapan zat besi pun ikut menurun sehingga meningkatkan risiko anemia. (Rahayu *et al.*, 2019).

c. Anemia makrositik

Jenis anemia ini umumnya terjadi ketika tubuh mengalami kekurangan vitamin B12 atau asam folat. Ciri khas dari kondisi ini adalah ukuran sel darah merah yang lebih besar dibandingkan ukuran normal (makrositik) dan mengandung kadar hemoglobin yang normal atau lebih tinggi (hiperkromik), serta peningkatan MCV (*Mean Corpuscular Volume*) yang digunakan untuk mengukur ukuran sel darah merah. Sekitar 90% kasus anemia makrositik memiliki kaitan yang erat dengan anemia pernisiiosa. Kekurangan vitamin B12 tidak hanya menghambat proses pembentukan eritrosit, tetapi juga berdampak signifikan terhadap fungsi hematopoiesis secara keseluruhan, tetapi juga dapat memberikan dampak serius pada sistem saraf. Akibatnya, individu yang mengalami kondisi ini bisa merasakan keluhan berupa rasa kesemutan hingga mati rasa yang dirasakan pada bagian tangan maupun kaki. Selain itu, gejala lain yang mungkin muncul meliputi kesulitan membedakan warna kuning dan

biru (sejenis buta warna parsial), nyeri atau sensasi terbakar pada lidah, penurunan berat badan yang tidak disengaja, perubahan warna kulit menjadi lebih gelap, hingga penurunan fungsi kognitif (Rahayu *et al.*, 2019).

d. Anemia hemolitik

Anemia hemolitik merupakan suatu kondisi ketika sel darah merah mengalami penghancuran lebih cepat dibandingkan kondisi normal. Pada umumnya, sel darah merah memiliki masa hidup hingga sekitar 120 hari. Namun, pada kasus anemia hemolitik, umur sel darah merah menjadi lebih pendek, sehingga sumsum tulang kesulitan memproduksi sel darah merah baru dalam jumlah yang cukup untuk memenuhi kebutuhan tubuh (Rahayu *et al.*, 2019).

e. Anemia sel sabit

Anemia sel sabit merupakan salah satu kelainan genetik yang menyebabkan sel darah merah menjadi kaku dan tidak fleksibel sebagaimana mestinya serta berubah bentuk menyerupai sabit, sehingga memicu anemia hemolitik kronis yang berdampak pada kualitas hidup penderitanya. Di dalam eritrosit terdapat hemoglobin dengan struktur yang tidak normal, yakni protein yang berfungsi utama untuk membawa oksigen ke jaringan tubuh, yang mengurangi kemampuannya untuk mendistribusikan oksigen ke seluruh tubuh dan mengubah bentuk sel menjadi sabit. Sel-sel yang mengalami kerusakan dapat menyumbat pembuluh darah kecil pada organ-organ vital seperti limpa, ginjal, otak, dan tulang, sehingga mengganggu aliran oksigen yang menuju ke area tersebut. Selain itu, sel darah merah berbentuk sabit yang lemah cenderung mudah mengalami kerusakan saat melewati aliran darah, yang bisa

menyebabkan kerusakan organ yang parah bahkan berpotensi mengancam jiwa (Rahayu *et al.*, 2019).

f. **Anemia aplastik**

Anemia jenis ini merupakan salah satu bentuk anemia yang sangat serius dan berpotensi mengancam jiwa. Kondisi ini muncul ketika sumsum tulang, yang berperan penting dalam produksi sel darah merah, mengalami kerusakan atau tidak berfungsi dengan baik. Akibat proses ini, berbagai jenis sel darah seperti sel darah merah, sel darah putih, dan trombosit dapat terbentuk mengalami penurunan. Beberapa faktor yang dapat memicu kondisi ini antara lain paparan bahan kimia, obat-obatan, infeksi virus, atau gangguan kesehatan lainnya yang mendasari (Rahayu *et al.*, 2019).

3. Penyebab anemia

Anemia pada wanita sering kali disebabkan oleh kurangnya asupan makanan kaya zat besi. Selama kehamilan, menyusui, dan masa pertumbuhan, kebutuhan zat besi tubuh meningkat, yang memperburuk masalah ini. Perdarahan menstruasi yang banyak dan aktivitas fisik yang intens tanpa nutrisi yang tepat juga dapat menyebabkan anemia. Selain itu, kurangnya pengetahuan tentang nutrisi dapat memengaruhi pilihan makanan, yang selanjutnya meningkatkan risiko (Yulita *et al.*, 2020).

4. Gejala anemia

Anemia dapat menyebabkan berbagai tanda dan gejala pada tubuh. Gejala tersebut meliputi perasaan lesu, lemah, lelah, kelelahan, dan lemas, yang umumnya disebut sebagai "5L." Penderita anemia mungkin sering mengeluh pusing atau melihat bintang. Gejala lain yang bisa terlihat secara kasat mata

meliputi perubahan warna pada kelopak mata, bibir, lidah, kulit, serta telapak tangan yang menjadi lebih pucat. Secara klinis, pasien dengan anemia biasanya mengalami gejala seperti kelelahan, kulit yang tampak pucat, rasa pusing hingga pingsan, serta penglihatan seperti melihat bintang-bintang, meskipun tekanan darah mereka umumnya tetap dalam batas normal. Jika gejala-gejala ini muncul, dapat diindikasikan anemia defisiensi besi (Yulita *et al.*, 2020).

5. Anemia pada remaja putri

Sebagian besar remaja perempuan mengalami menstruasi setiap bulan, sehingga mereka rentan mengalami anemia. Kondisi ini menyebabkan kebutuhan akan asupan zat besi menjadi lebih tinggi. Faktor-faktor seperti stres, jenis makanan yang dikonsumsi, aktivitas fisik, gaya hidup tidak sehat, hingga faktor genetik bisa menyebabkan menstruasi menjadi tidak teratur. Pola menstruasi yang tidak normal ini seringkali membuat perdarahan menjadi lebih banyak. Kekurangan asupan zat besi dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti kurangnya pengetahuan, keterbatasan akses pada makanan bergizi, serta pola makan yang kurang sehat. Meskipun banyak remaja perempuan sudah memiliki pemahaman tentang anemia, sayangnya pengetahuan tersebut belum sepenuhnya diterapkan dalam kehidupan sehari-hari mereka. Selain itu, banyak perempuan muda yang jarang mengonsumsi makanan yang mengandung zat besi heme, seperti daging, ikan, dan hati (Astuti, 2023). Anemia merupakan kondisi di mana kadar hemoglobin (Hb) dan/atau jumlah sel darah merah dalam tubuh berada di bawah tingkat normal. Seseorang dianggap anemia jika kadar Hb seorang pria turun di bawah 15 g/dl

dan hematokrit (Ht) turun di bawah 41%, sedangkan pada wanita, anemia didefinisikan sebagai kadar Hb di bawah 12 g/dl dan Ht di bawah 37%. Anemia pada wanita muda bisa sangat berbahaya, terutama jika terjadi pada usia yang masih muda dan saat hamil. Kondisi ini meningkatkan risiko kelahiran bayi dengan berat lahir rendah (BBLR), serta memperbesar kemungkinan ibu dan bayi mengalami penyakit atau bahkan kematian. Selain itu, anemia juga dapat menghambat perkembangan fisik dan kemampuan kognitif pada remaja (Yulita *et al.*, 2020).

6. Hubungan anemia dengan kadar hemoglobin

Anemia merupakan kondisi di mana jumlah sel darah merah atau kadar hemoglobin (Hb) dalam darah berada di bawah batas normal yang telah ditentukan berdasarkan usia dan jenis kelamin seseorang. Dalam tubuh yang sehat, sel darah merah berperan penting sebagai pengangkut hemoglobin, suatu protein esensial yang berfungsi membawa oksigen serta nutrisi penting seperti vitamin dan mineral menuju otak dan organ-organ vital lainnya. Perlu diperhatikan bahwa kadar hemoglobin yang dianggap normal bisa berbeda antara laki-laki dan perempuan. Pada pria, kadar hemoglobin di bawah 13,5 g/dL biasanya dikategorikan sebagai anemia, sedangkan pada wanita, anemia didiagnosis jika kadar hemoglobinnya kurang dari 12 g/dL (Astuti, 2023).

D. Siklus Menstruasi

1. Definisi menstruasi

Menstruasi merupakan proses alami pada tubuh wanita di mana lapisan dalam rahim terlepas dan dikeluarkan melalui vagina. Perubahan fisiologis

berkala ini diatur oleh hormon reproduksi. Siklus menstruasi biasanya terjadi setiap bulan dari masa pubertas hingga *menopause* (Astuti and Kulsum, 2020).

2. Pola menstruasi

Siklus menstruasi yang normal biasanya berlangsung antara 21 hingga 35 hari, dengan durasi menstruasi sekitar 2 sampai 8 hari dan volume darah yang keluar dalam sehari berkisar antara 20 hingga 80 mL. Jika siklus menstruasi menunjukkan perbedaan dari rentang normal dalam hal durasi, frekuensi, atau jumlah perdarahan, kondisi ini disebut sebagai gangguan menstruasi. Meskipun rata-rata siklus menstruasi adalah sekitar 28 hari, periode yang dianggap normal sebenarnya cukup beragam, yaitu antara 21 hingga 35 hari. Setiap individu memiliki pola siklus yang berbeda-beda. Sekitar 90% perempuan mengalami siklus menstruasi antara 25 hingga 35 hari, sedangkan yang tepat 28 hari hanya sekitar 10 hingga 15%. Namun, ada juga banyak perempuan yang merasakan ketidakaturan dalam siklusnya. Untuk menghitung lama siklus menstruasi, secara umum dilakukan mulai dari hari pertama haid hingga sehari sebelum haid berikutnya dimulai (Astuti and Kulsum, 2020).

Pola menstruasi mencakup seluruh proses yang terjadi selama siklus menstruasi, termasuk durasi pendarahan dan timbulnya nyeri menstruasi. Siklus menstruasi didefinisikan sebagai rentang waktu dari hari pertama menstruasi hingga hari pertama menstruasi berikutnya. Dengan kata lain, siklus menstruasi adalah interval waktu yang menghubungkan satu siklus menstruasi dengan siklus menstruasi selanjutnya. Umumnya, durasi siklus haid pada perempuan berkisar antara 21 hingga 35 hari. Menariknya, hanya

sekitar 10 hingga 15 persen perempuan saja yang mengalami siklus menstruasi teratur setiap 28 hari. Umumnya, masa perdarahan berlangsung selama 3 sampai 5 hari, tetapi ada pula yang mengalaminya hingga 7 atau 8 hari. Durasi siklus menstruasi ini bisa berbeda-beda tergantung pada beberapa faktor, seperti usia, berat badan, tingkat aktivitas fisik, tingkat stres, faktor genetik, serta pola makan yang dijalani (Astuti and Kulsum, 2020).

Lama waktu keluarnya darah menstruasi bisa berbeda-beda pada setiap wanita, umumnya berlangsung antara empat hingga enam hari. Namun, durasi antara dua hingga delapan hari dianggap normal. Darah menstruasi terdiri atas campuran potongan jaringan endometrium yang luruh bersama darah, dengan jumlah yang bervariasi. Biasanya darah yang keluar berbentuk cairan, tetapi jika alirannya sangat deras, bisa terbentuk gumpalan-gumpalan darah dengan berbagai ukuran. Proses pembekuan darah seperti ini sebenarnya merupakan fenomena yang normal, yang terjadi karena adanya sistem fibrinolisis lokal yang aktif di jaringan endometrium. Berdasarkan penelitian dari beberapa kelompok ilmuwan, rata-rata pada siklus menstruasi yang normal, jumlah darah yang hilang biasanya berkisar antara 20 hingga 80 mL. Dalam kondisi normal, konsentrasi hemoglobin (Hb) dalam darah sekitar 14 gram per desiliter, dengan kandungan zat besi dalam Hb sekitar 3,4 mg per gram. Artinya, darah yang hilang selama satu periode menstruasi membawa sekitar 12 hingga 29 mg zat besi, atau setara dengan kehilangan 0,4 hingga 1,0 mg zat besi per hari, dan sekitar 150 hingga 400 mg per tahun (Astuti and Kulsum, 2020).

3. Fase menstruasi

Tiga tahap utama yang memengaruhi struktur jaringan endometrium diatur oleh hormon ovarium, sebagai berikut. (Astuti and Kulsum, 2020)

a. Fase menstruasi

Selama fase ini, pendarahan vagina biasanya terjadi dan berlangsung sekitar 3 hingga 5 hari. Ini menandai tahap akhir dari siklus menstruasi, ketika lapisan endometrium mengelupas dan terlepas dari lapisan basal, melepaskan darah dari kapiler bersama dengan sel telur yang tidak dibuahi (Astuti and Kulsum, 2020).

b. Fase proliferative

Tahap ini dimulai setelah menstruasi selesai dan berlangsung hingga proses ovulasi terjadi. Pada awalnya, saraf-saraf di lapisan endometrium diperbaiki, yang dikenal sebagai fase regenerasi. Selama periode ini, estrogen berperan penting dalam membantu proses pertumbuhan ulang dan penebalan lapisan endometrium. Pada tahap ini, lapisan dinding rahim terbagi menjadi tiga lapisan utama.

- 1) Lapisan dasar terletak tepat di atas lapisan otot rahim, dengan ketebalan sekitar 1 mm. Lapisan ini tetap konsisten selama siklus menstruasi. Meskipun memiliki struktur sederhana, lapisan ini sangat penting untuk perkembangan jaringan endometrium baru.
- 2) Lapisan fungsional yang terdiri dari sel-sel granulosanya memiliki ketebalan sekitar 2,5 mm. Lapisan ini terus mengalami perubahan dinamis akibat pengaruh hormon yang diproduksi oleh ovarium.

3) Lapisan sel epitel kubus yang dilapisi oleh silia menutupi lapisan fungsi dan memperluas diri menutupi kelenjar tubular.

Tahap ini berlangsung setelah ovulasi dan dipengaruhi oleh hormon progesteron serta estrogen yang diproduksi oleh korpus luteum. Lapisan fungsi terus menebal hingga mencapai ketebalan sekitar 3,5 mm, di mana kelenjar-kelenjar di dalamnya mulai membulat dan tampak berongga seperti memiliki ruang kosong di tengahnya.

4. Gangguan atau kelainan siklus haid

Gangguan siklus menstruasi biasanya disebabkan oleh ketidakseimbangan hormon FSH atau LH, yang pada akhirnya memengaruhi kadar estrogen dan progesteron dalam tubuh. Beberapa masalah yang paling umum terjadi meliputi siklus menstruasi yang tidak teratur, perdarahan yang berlangsung lama, serta pola perdarahan yang tidak normal. Gejala-gejala ini sering disertai dengan rasa sakit di perut, pusing, mual, dan muntah (Astuti and Kulsum, 2020).

a. Menurut jumlah perdarahan

1) Hipomenorea

Hipomenorea adalah suatu kondisi di mana siklus menstruasi lebih pendek atau lebih ringan dari biasanya. Di sisi lain, mengacu pada gejala perdarahan menstruasi berlangsung lebih lama dari biasanya atau jumlah perdarahan meningkat secara signifikan, biasanya berlangsung lebih dari 8 hari.

b. Menurut siklus atau durasi perdarahan

1) Polimenore

Menstruasi yang muncul dengan frekuensi lebih tinggi dari siklus menstruasi yang biasanya dan lamanya kurang dari 21 hari.

2) Oligomenorea

Terjadi jarak lebih dari 35 hari antara satu siklus menstruasi dengan siklus menstruasi berikutnya.

3) Amenorea

Amenore adalah suatu kondisi di mana menstruasi wanita tidak terjadi setidaknya selama tiga bulan berturut-turut.

c. Gangguan lain yang berhubungan dengan menstruasi, diantaranya:

1) *Premenstrual tension*

Gejala ini ditandai oleh munculnya stres emosional sebelum menstruasi, yang disertai dengan gangguan tidur, mudah tersinggung, rasa cemas, serta sakit kepala.

2) Mastadinia

Rasa sakit dan pembengkakan pada payudara yang biasanya terjadi menjelang masa haid.

3) Mittelschmerz

Nyeri yang muncul saat ovulasi biasanya disebabkan oleh pecahnya folikel de graf, yang sering kali disertai dengan perdarahan ringan dan terbentuknya bekuan darah kecil.

4) Dismenorea

Menstruasi sering disertai rasa nyeri berupa kram ringan di area reproduksi, yang dapat mengganggu aktivitas sehari-hari.

E. Indeks Masa Tubuh (IMT)

Indeks massa tubuh (IMT) digunakan sebagai metode untuk mengevaluasi kondisi nutrisi individu berdasarkan rasio antara berat badan dan tinggi badan dengan satuan kg/m^2 . IMT yang sehat menunjukkan bahwa kebutuhan gizi seseorang telah terpenuhi dengan baik. Nilai indeks massa tubuh (IMT) dapat dipengaruhi oleh berbagai aspek, salah satunya adalah kebiasaan diet atau pola makan, aktivitas fisik, gaya hidup, status sosial ekonomi, tingkat pendidikan, kondisi lingkungan, riwayat penyakit kronis, serta persentase lemak tubuh. Secara umum, semakin tinggi asupan gizi, semakin besar kemungkinan IMT akan semakin tinggi, tetapi asupan gizi ini sendiri dapat bervariasi tergantung pada pilihan makanan, latar belakang pendidikan, dan status sosial ekonomi individu. Selain itu, pendidikan dan pengetahuan berperan penting dalam menentukan pilihan jenis makanan. Kondisi sosial ekonomi juga turut menentukan kemampuan seseorang dalam memenuhi kebutuhan gizinya. Secara keseluruhan, pendidikan, pengetahuan, dan status ekonomi akan membentuk gaya hidup serta aktivitas sehari-hari seseorang, yang pada akhirnya berdampak pada nilai IMT (Hasibuan and A, 2021).

Adapun unsur-unsur dalam menetapkan indeks massa tubuh ialah sebagai berikut (Hasibuan and A, 2021).

1. Tinggi Badan

Untuk mengukur tinggi badan, harus dalam posisi berdiri tegak tanpa memakai sepatu, menjaga tangan mereka tetap rileks di samping tubuh, punggung mereka bersandar lembut ke dinding, dan pandangan mereka diarahkan lurus ke depan (Hasibuan and A, 2021).

2. Berat Badan

Waktu yang paling tepat untuk mengukur berat badan adalah sebelum makan pagi, setelah Anda tidak makan selama 10-12 jam. Disarankan untuk memakai pakaian ringan dan berdiri di tengah timbangan saat menimbang berat badan (Hasibuan and A, 2021).

F. Tablet Tambah Darah (TTD)

Salah satu program pemerintah yang bertujuan mengurangi kejadian anemia adalah dengan memberikan suplemen zat besi kepada perempuan, yang bisa didapatkan secara gratis. Meskipun tersedia tanpa biaya, masih ada remaja putri yang tidak mengonsumsi tablet tersebut secara teratur. Kepatuhan responden dipengaruhi oleh sejauh mana pengetahuan yang mereka miliki. Pengetahuan seperti ini menjadi salah satu faktor yang memengaruhi perilaku seseorang dalam mengonsumsi suplemen zat besi, karena pengetahuan merupakan faktor utama dalam pengambilan keputusan tindakan individu (Suaib, Rowa and Adwiah, 2024).

Notoatmodjo menjelaskan bahwa informasi yang diperoleh individu dapat membentuk landasan kognitifnya. Selain itu, faktor situasional, seperti lingkungan tempat tinggal seseorang, dapat memengaruhi perilakunya secara signifikan. Berdasarkan studi, tindakan yang didorong oleh pengetahuan

cenderung bertahan lebih lama dibandingkan tindakan yang dilakukan tanpa didasari pemahaman yang mendalam. Bagi individu yang ingin mengonsumsi secara konsisten, pengendalian diri merupakan kunci untuk mempertahankan kebiasaan yang berkelanjutan. Penelitian oleh Agustina pada tahun 2019 menemukan bahwa remaja perempuan memiliki tingkat pengetahuan yang kuat dan 5,947 kali lebih mungkin untuk mengikuti anjuran mengonsumsi suplemen zat besi (TTD) dibandingkan dengan mereka yang hanya memiliki pengetahuan yang cukup. Studi lain oleh Nuradhiani pada tahun 2017 mengungkapkan bahwa kepatuhan tertinggi dalam mengonsumsi TTD diamati pada responden yang menerima kartu pemantauan, termasuk brosur, tanda tangan guru, dan informasi tambahan tentang anemia dan TTD. Hal ini menunjukkan bahwa kepatuhan mengonsumsi suplemen zat besi juga dipengaruhi oleh dukungan perawatan kesehatan dari para profesional, serta dorongan dari guru dan orang tua, sejalan dengan temuan Widiastuti dan Rusmini pada tahun 2019 (Suaib, Rowa and Adwiah, 2024).

Penelitian yang dilakukan oleh Putra, Munir, dan Siam pada tahun 2020, menyoroti hubungan antara suplemen zat besi dan tingkat kejadian anemia pada remaja perempuan. Demikian pula, penelitian yang dilakukan oleh Pramardika dan Fitriana (2019) menunjukkan bahwa konsumsi suplemen zat besi (TTD) secara rutin memiliki peran penting dalam mengurangi prevalensi anemia. Temuan mereka menunjukkan bahwa semakin teratur remaja putri mengikuti rutinitas suplementasi, kadar hemoglobin (Hb) mereka cenderung semakin baik. Lebih lanjut, program suplementasi zat besi yang dilaksanakan

di puskesmas setempat terbukti efektif, 71,1% dari 45 peserta mencatat kadar Hb 12 g/dL atau lebih tinggi (Suaib, Rowa and Adwiah, 2024).

G. Metode Pemeriksaan Hemoglobin

1. Metode sahli

Di Indonesia, pengukuran kadar hemoglobin umumnya dilakukan menggunakan metode Sahli yang sudah banyak diterapkan, meskipun memiliki margin kesalahan sekitar 10% hingga 15%. Oleh karena itu, metode berbasis lapangan yang sederhana seperti metode Sahli harus dievaluasi secara cermat dan dibandingkan dengan standar yang direkomendasikan WHO untuk memastikan akurasi dan keandalan (Lailla, Zainar and Fitri, 2021). Metode Sahli adalah teknik visual yang digunakan untuk mengukur kadar hemoglobin. Prosesnya dimulai dengan mencampur sampel darah bersama asam klorida, sehingga hemoglobin berubah menjadi senyawa coklat bernama hematin asam. Larutan tersebut kemudian disesuaikan dengan hati-hati hingga warnanya sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Asam klorida secara khusus dipilih untuk metode ini karena merupakan asam monoprotik yang tahan terhadap reaksi redoks dan dianggap lebih aman daripada banyak asam kuat lainnya. Ion kloridanya tidak beracun dan tidak reaktif, menjadikannya reagen yang ideal untuk proses kimia semacam ini. Saat dimasukkan ke dalam darah, asam klorida membantu memecah hemoglobin menjadi komponen ferochrome dan globin (Kusumawati *et al.*, 2018).

2. Metode cyanmeth

Metode sianmet hemoglobin (*Autoanalyzer*) merupakan salah satu cara yang digunakan untuk pemeriksaan kadar hemoglobin yang direkomendasikan

oleh Komite Internasional untuk Standardisasi Hematologi. Teknik ini bekerja dengan mengukur jumlah hemoglobin dalam sel darah merah secara otomatis dan banyak dipilih karena akurasinya yang tinggi dan margin kesalahan yang minimal. Chairlain menyoroti metode ini sebagai pendekatan yang paling dapat diandalkan untuk menilai kadar hemoglobin secara kuantitatif di laboratorium. Selain *Cyanmethemoglobin*, metode lain yang umum digunakan adalah Hemocue. Sementara metode *Cyanmethemoglobin* biasanya menggunakan sampel darah vena, metode Hemocue mengandalkan darah kapiler (Lailla, Zainar and Fitri, 2021).

3. Metode POCT

Metode digital yang dikenal sebagai POCT, yang menggunakan perangkat *Easy Touch GCHb* bekerja dengan mendeteksi perubahan cepat pada potensial listrik yang terjadi akibat reaksi kimia antara darah dan elektroda strip. Alat ini bisa mengukur kadar hemoglobin dalam sampel darah dengan akurat. Alat ini mudah digunakan dan menghasilkan hasil yang sangat mirip dengan metode yang lebih tradisional, seperti metode Sahli (Lailla, Zainar and Fitri, 2021). Cara sederhana dan efektif untuk mengukur kadar hemoglobin dengan menggunakan alat *Easy Touch GCHb*. Alat ini mudah digunakan, memberikan hasil yang cepat, hemat biaya, dan memenuhi standar pengujian yang ditetapkan, sehingga cocok untuk digunakan sendiri tanpa pengawasan medis. Meskipun demikian, penggunaannya masih terbatas, karena tidak semua orang memiliki akses atau mengenal alat ini, yang menyebabkan alat ini relatif kurang dikenal di masyarakat luas (Kusumawati *et al.*, 2018).