

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Anemia

1. Definisi anemia

Anemia merupakan suatu kondisi patologis kadar hemoglobin darah berada dibawah nilai normal. Disebabkan dari penurunan jumlah sel darah merah atau adanya sel darah merah yang jumlahnya cukup, tetapi kadar hemoglobin di dalamnya tidak mencukupi (Kemenkes RI, 2023). Hemoglobin berfungsi sebagai protein utama yang mengikat serta mengangkut oksigen ke seluruh jaringan tubuh. Kekurangan hemoglobin tersebut dapat mengakibatkan berkurangnya kemampuan tubuh dalam mendistribusikan oksigen, sehingga menyebabkan gejala kelelahan, penurunan daya tahan fisik (Chasanah, Basuki dan Dewi, 2019).

Terdapat tiga mekanisme utama yang berperan dalam timbulnya anemia, yaitu penurunan volume darah, gangguan pada proses produksi sel darah merah, serta peningkatan tingkat penghancuran sel darah merah (hemolisis) (Mentari dan Nugraha, 2023).

Anemia dapat pula timbul akibat defisiensi cadangan zat besi, yang berperan pada proses sintesis sel darah merah secara optimal. Kondisi ini ditandai dengan peningkatan penyerapan zat besi, yang tercermin dari bertambahnya kapasitas pengikatannya zat besi. Tahapan yang terjadi meliputi habisnya cadangan zat besi, penurunan kejenuhan transferrin, serta berkurangnya jumlah protoporfirin yang seharusnya dikonversi menjadi darah. Selain itu, kadar feritin serum juga ikut menurun. Pada akhirnya, kondisi ini berkembang menjadi anemia dengan ciri khas berupa rendahnya kadar hemoglobin (Rahayu dkk., 2019).

Kadar hemoglobin normal dapat berbeda-beda, tergantung pada jenis kelamin, etnis, usia, serta kondisi fisiologis seseorang. World Health Organization (WHO) menetapkan kadar hemoglobin sebagai parameter utama dalam menilai tingkat keparahan anemia. Tingkat anemia diklasifikasikan menjadi ringan, sedang, dan berat didasarkan nilai hemoglobin. Klasifikasi ini mempertimbangkan sejumlah faktor seperti usia, jenis kelamin, status kehamilan, predisposisi genetik, kondisi lingkungan, serta ras (Mentari dan Nugraha, 2023).

Tabel 1
Klasifikasi Anemia Menurut Kelompok Umur

Populasi	Tidak Anemia (g/dL)	Anemia (g/dL)		
		Ringan	Sedang	Berat
Anak 6-59 bulan	11	10.0-10.9	7.0-9.9	<7.0
Anak 5-11 tahun	11,5	11.0-11.4	8.0-10.9	<8.0
Anak 12-14 tahun	12	11.0-11.9	8.0-10.9	<8.0
Perempuan tidak hamil ($\geq$ 15 tahun)	12	11.0-11.9	8.0-10.9	<8.0
Ibu hamil	11	10.0-10.9	7.0-9.9	<7.0
Laki-laki $\geq$ 15 tahun	13	11.0-12.9	8.0-10.9	<8.0

(Sumber: WHO 2011 dalam (Damajanti dan Izwardy, 2016))

2. Penyebab anemia

Menurut (Rahayu dkk., 2019) tiga penyebab utama terjadinya anemia, yaitu:

a. Penghancuran sel darah merah yang berlebihan

Anemia hemolitik merupakan terjadi peningkatan penghancuran sel darah merah secara berlebihan, yang melebihi laju penghancuran pada siklus hidup normal sel darah merah. Secara fisiologis, umur sel darah merah pada manusia adalah sekitar 120 hari sebelum mengalami destruksi secara alami. Pada anemia hemolitik, percepatan penghancuran ini menyebabkan sumsum tulang tidak bisa membuat sel darah merah baru dengan kadar yang memadai untuk menggantikan

sel yang hilang, sehingga mengakibatkan defisiensi sel darah merah dalam sirkulasi darah.

b. Kehilangan darah

Anemia akibat kehilangan darah dapat terjadi sebagai konsekuensi dari perdarahan hebat, prosedur pembedahan, atau gangguan pada mekanisme hemostasis. Pada perempuan, kehilangan darah dalam jumlah besar selama periode menstruasi dapat menjadikan faktor yang berkontribusi terjadinya anemia. Kondisi tersebut, jika disertai dengan faktor penyerta lainnya, akan meningkatkan kebutuhan tubuh terhadap zat besi, mengingat peran esensialnya dalam proses eritropoiesis atau pembentukan sel darah merah baru.

c. Produksi sel darah merah yang tidak optimal

Anemia juga dapat terjadi akibat kegagalan sum-sum tulang dalam memproduksi sel darah merah dalam kadar mencukupi. Gangguan pada fungsi hematopoietik disebabkan dari berbagai faktor yaitu termasuk infeksi virus, paparan bahan kimia toksik, serta penggunaan obat-obatan tertentu seperti antibiotik, agen anti kejang, dan kemoterapi.

3. Tanda dan gejala anemia

Menurut (Kemenkes RI, 2023) tanda serta gejala anemia umumnya muncul secara perlahan, sehingga seringkali gejala anemia sering tidak disadari. Apabila gejala sudah terasa, kemungkinan kondisi anemia sudah cukup berat. Berdasarkan gejala, anemia dapat dikategorikan sebagai berikut adalah :

a. Anemia ringan

Pada kategori anemia ringan, penderita umumnya tidak menunjukkan gejala yang jelas. Ketika otot mengalami kekurangan oksigen didalam tubuh, gejala yang

akan muncul meliputi rasa lesu, lemah, lelah, dan cepat letih setelah beraktivitas atau berolahraga. Dan apabila kadar oksigen berkurang ke otak, akan muncul gejala seperti mudah lupa dan kurangnya konsentrasi.

b. Anemia sedang

Kategori anemia sedang, gejala yang dirasakan oleh penderita mulai terasa lebih jelas, misalnya jantung yang berdebar, terasa lelah lebih cepat meskipun hanya melakukan aktivitas yang ringan, nafas terasa sesak serta kulit tampak lebih pucat.

c. Anemia berat

Gejala anemia seringkali disertai dengan kelelahan yang terus-menerus, rasa menggigil, jantung yang sering berdebar dan lebih cepat, kulit terlihat sangat pucat, nyeri pada dada, sesak nafas, dan gangguan pada fungsi organ lainnya.

4. Klasifikasi anemia

Ditinjau dari (Chasanah, Basuki dan Dewi, 2019) klasifikasi anemia dapat dibagi menjadi dua:

a. Anemia yang disebabkan oleh penurunan produksi sel eritrosit

1) Anemia defisiensi besi

Kondisi ini disebabkan oleh penurunan kadar hemoglobin dalam tubuh yang diakibatkan oleh penurunan zat besi. Hal ini bisa memperlambat proses produksi hemoglobin didalam tubuh, oleh karena itu, berkurangnya kemampuan darah untuk pengangkutan oksigen ke seluruh jaringan tubuh.

2) Anemia *megaloblastic*

Jenis anemia yang disebabkan oleh defisiensi vitamin B12 serta asam folat, yang berperan penting dalam proses sintesis DNA. Kekurangan kedua nutrisi tersebut dapat mengganggu proses pematangan sel darah merah dalam sumsum

tulang, sehingga menghasilkan eritrosit yang lebih besar dibandingkan normal dan mengalami abnormalitas morfologis. Sel darah merah belum sempurna ini dikenal sebagai megaloblast, dan umumnya ditemukan baik di sirkulasi darah maupun di sumsum tulang penderita.

3) Anemia defisiensi vitamin B12

Anemia defisiensi vitamin B12, kelainan autoimun yang disebabkan oleh kosongnya faktor intrinsik yang diproduksi oleh sel parietal di lambung, sehingga penyerapan vitamin B12 menjadi terhambat.

4) Anemia defisiensi asam folat

Anemia akibat dari penurunannya kadar asam folat ini terjadi ketika kekurangan mengkonsumsi sayur dan buah serta terjadi gangguan pada pencernaan. Kondisi ini juga dapat disebabkan oleh sindrom malabsorpsi yang menghambat penyerapan asam folat di dalam tubuh.

5) Anemia aplastic

Anemia aplastik merupakan kondisi hematologis serius yang ditandai oleh gagalnya sum-sum tulang dalam membuat sel darah, termasuk eritrosit, secara adekuat. Gangguan ini terjadi akibat kerusakan langsung pada sel-sel induk hematopoietik di sumsum tulang, yang berperan penting dalam proses pembentukan darah. Hal ini berimplikasi pada terjadinya anemia, leukopenia, dan trombositopenia, yang dikenal sebagai pansitopenia. Leukopenia menyebabkan menurunnya kemampuan tubuh untuk melawan infeksi, sedangkan trombositopenia mengakibatkan gangguan pada proses pembekuan darah, yang mengakibatkan darah tidak dapat membeku dengan normal.

b. Anemia yang disebabkan oleh meningkatnya kerusakan eritrosit

1) Anemia hemolitik

Suatu kondisi ketika terjadinya peningkatan hemolisis pada eritrosit yang menyebabkan umur sel tersebut menjadi lebih pendek dari normal, yang seharusnya sekitar 120 hari.

2) Anemia sel sabit

Salah satu anemia hemolitik berat yang ditandai oleh adanya kelainan morfologi pada eritrosit, di mana sel darah merah mengalami perubahan bentuk menjadi menyerupai sabit. Penyebabnya adalah mutasi pada molekul hemoglobin, yang mengubah sifat sel darah merah menjadi kaku dan rentan terhadap penghancuran. Serta dapat menyebabkan pembesaran limpa akibat penumpukan sel darah merah yang rusak.

5. Pencegahan anemia

Pencegahan anemia dapat dicegah dengan beberapa cara, menurut (Chasanah, Basuki dan Dewi, 2019) yaitu:

a. Pedoman gizi seimbang

Keseimbangan zat gizi dapat diukur dengan membandingkan jumlah zat gizi yang diserap tubuh dengan jumlah zat gizi yang dikeluarkan. Cara yang dapat dilakukan secara sederhana adalah mengontrol berat badan secara rutin. Untuk mencapai pola gizi yang seimbang, diperlukan dengan menerapkan pedoman pada prinsip gizi yang seimbang mencakup:

- 1) Mengonsumsi berbagai jenis makanan
- 2) Menjaga kebersihan melalui perilaku hidup yang bersih
- 3) Melakukan kegiatan fisik yang cukup

4) Memantau berat dalam badan secara rutin, mempertahankan angka yang sehat

b. Fortifikasi makanan

Fortifikasi pangan memiliki upaya untuk penambahan satu dan lebih zat gizi mikro dalam bahan pangan tertentu dengan tujuan meningkatkan kandungan gizinya. Strategi ini bertujuan untuk mengatasi kekurangan mikronutrien dalam tubuh, khususnya zat besi serta asam folat, yang memiliki peran penting dalam berbagai proses fisiologis dan metabolisme tubuh.

c. Suplemen Tablet Tambah Darah (TTD)

Suplemen TTD diperlukan ketika asupan zat besi dari makanan tidak mencukupi kebutuhan tubuh. Pemberian suplementasi zat besi secara teratur dalam jangka waktu yang tepat tujuannya untuk meningkatkan kadar hemoglobin secara efektif serta memperbaiki cadangan zat besi dalam tubuh. Pada remaja putri, TTD yang direkomendasikan umumnya mengandung sekitar 60 mg zat besi dan 400 mcg asam folat untuk memenuhi kebutuhan nutrisi dalam pencegahan dan pengobatan anemia. Konsumsi TTD sebaiknya dilakukan secara konsisten dan dihindari bersamaan dengan konsumsi zat atau makanan tertentu yang dapat menghambat penyerapan zat besi seperti:

- 1) Teh serta kopi yang mengandung senyawa fitat dan tanin, yang dapat membentuk senyawa kompleks dengan zat besi, sehingga menghambat penyerapan zat besi dalam tubuh.
- 2) Tablet kalsium dengan dosis tinggi dapat mengganggu penyerapan zat besi.
- 3) Obat untuk sakit maag fungsi melapisi permukaan lambung, yang dapat menghalangi penyerapan zat besi.

6. Hubungan anemia dengan kadar hemoglobin

Anemia merupakan kondisi ditandai dengan rendahnya hemoglobin dalam darah. Hemoglobin berfungsi sebagai protein utama dalam eritrosit yang bertanggung jawab mengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh. Penurunan kadar hemoglobin mengakibatkan berkurangnya pasokan oksigen ke jaringan, yang pada gilirannya dapat menimbulkan gejala seperti mudah lelah, penurunan konsentrasi, serta menurunnya kemampuan dalam aktivitas sehari-hari. Oleh karena itu, kadar hemoglobin yang rendah menjadi salah satu indikator dalam anemia (Kemenkes, 2018).

B. Hemoglobin

1. Definisi hemoglobin

Hemoglobin merupakan molekul kompleks yang terdiri atas komponen utama, yaitu heme serta globin. Heme disebut gugus prostetik yang mengandung atom besi (Fe) yang berperan penting dalam pengikatan dan pengangkutan oksigen. Sementara itu, globin adalah bagian protein dari hemoglobin yang, setelah proses degradasi, akan dipecah menjadi asam-asam amino yang diperlukan untuk berbagai fungsi metabolisme dan pertumbuhan tubuh. Penurunan kadar hemoglobin dalam tubuh dapat meningkatkan risiko terjadinya anemia (Nurjanah dan Melisa, 2023).

Hemoglobin adalah protein utama yang terkandung dalam eritrosit (sel darah merah) dan berfungsi dalam proses transportasi gas. Hemoglobin berperan penting dalam mengikat serta mengangkut oksigen dari paru-paru ke jaringan tubuh, serta membawa karbondioksida dari jaringan kembali ke paru-paru untuk dikeluarkan melalui proses respirasi. Hemoglobin memiliki dua komponen utama, yaitu gugus heme yang mengandung unsur besi (Fe) dan rantai polipeptida globin

yang terdiri dari rantai alfa, beta, gamma, dan delta. Besi dalam gugus heme memiliki afinitas tinggi terhadap oksigen, sehingga memungkinkan terbentuknya oksihemoglobin ketika oksigen berikatan dengan hemoglobin. Hemoglobin berperan penting dalam sistem transportasi gas dalam tubuh, yaitu dengan mengangkut oksigen dari paru-paru ke jaringan tubuh dan mengangkut karbondioksida dari jaringan kembali ke paru-paru untuk dikeluarkan melalui proses respirasi (Nurjanah dan Melisa, 2023).

Kadar hemoglobin berada dibawah nilai normal umumnya menunjukkan adanya kondisi anemia dan dapat digunakan sebagai indikator untuk menilai tingkat keparahan anemia. Selain itu, pengukuran kadar hemoglobin juga berfungsi untuk mengevaluasi respon pada terapi anemia serta memantau perkembangan penyakit yang berkaitan dengan gangguan hematologis. Nilai normal hemoglobin untuk perempuan yaitu 12-16 g/dl dan untuk laki-laki 13-18 g/dl. Kadar hemoglobin dikategorikan menjadi kadar hemoglobin yang rendah yaitu dibawah 12 g/dl, kadar normal di antara 12-16 g/dl dan tinggi di atas 16 g/dl untuk perempuan. Sedangkan untuk laki-laki kadar hemoglobin rendah yaitu dibawah 13 g/dl, kadar normal diantara 13-18 g/dl dan kadar tinggi di atas 18 g/dl (Kemenkes RI, 2011).

2. Fungsi hemoglobin

Hemoglobin memiliki peran penting dalam sistem respirasi manusia yang berfungsi dalam proses pertukaran gas. Senyawa ini berikatan dengan oksigen di paru-paru dan kemudian mengedarkannya ke seluruh jaringan tubuh untuk menunjang proses metabolisme. Sebaliknya, hemoglobin juga berperan dalam membawa kembali karbondioksida yang dihasilkan dari aktivitas metabolik sel

menuju paru-paru, agar dapat dikeluarkan melalui mekanisme pernapasan (Gunadi, Mewo dan Tiho, 2016).

3. Faktor yang mempengaruhi kadar hemoglobin

a. Usia

Usia merupakan lamanya seseorang hidup, umur dapat diukur dengan menghitung selisih tanggal kelahiran hingga tanggal saat ini (Iswandari, Murwati dan Handayani, 2023). Jika dilihat dari usia, kadar hemoglobin di dalam darah akan berbeda, terutama pada neonates. Perbedaan ini disebabkan oleh pengaruh kadar dan aktivitas zat yang terdapat pada darah, di mana dalam tubuh anak-anak dan orang dewasa berbeda (Adriani dan Fadilah, 2023). Perbedaan usia mempengaruhi jumlah produksi sel eritrosit di dalam tubuh, karena setiap tingkatan usia memiliki rentang normal produksi eritrosit yang berbeda beda (Febriyanto, Sahidan dan Windy, 2023).

b. Status gizi

Kebiasaan makan yang tidak sehat dapat menyebabkan ketidaksesuaian antara cadangan zat besi dengan zat besi yang dibutuhkan untuk proses sintesis hemoglobin. Jika kondisi ini berlanjut dalam waktu yang lama, penurunan kadar hemoglobin dapat menyebabkan masalah gizi lain, seperti anemia defisiensi zat besi (Ayuningtyas, Firiani dan Parmah, 2020).

Status gizi menggambarkan kecukupan keseluruhan cadangan zat gizi dalam tubuh, khususnya zat besi. Ketidakseimbangan atau kekurangan asupan gizi dapat secara langsung mempengaruhi kadar zat besi dalam sistem tubuh. Oleh karena itu, status gizi dianggap sebagai faktor penting yang mempengaruhi resiko terjadinya anemia (Ayuningtyas, Firiani dan Parmah, 2020).

Status gizi dapat diukur menggunakan berbagai metode, salah satunya adalah metode Z-score. Metode ini berfungsi untuk mengevaluasi status gizi dan pertumbuhan dengan membandingkan nilai antropometri individu dengan standar acuan rata-rata atau median. Z-score merupakan indeks antropometri yang diukur dalam satuan standar deviasi (SD) dari populasi. Dalam asesmen gizi, terdapat dua macam pengukuran utama yaitu tinggi badan (panjang badan) dan berat badan, serta informasi penting lainnya yang dibutuhkan seperti umur. Umur yang digunakan dalam standar ini dihitung berdasarkan jumlah bulan secara penuh (Fayasari, 2021).

Standar antropometri didasarkan parameter berat pada badan dan Panjang atau tinggi badan yang mencakup empat indeks, yaitu Indeks BB/U adalah Berat Badan menurut Umur, Indeks PB/U atau TB/U Panjang Badan menurut Umur atau Tinggi Badan menurut Umur, Indeks BB/PB atau BB/TB Berat Badan menurut Panjang Badan/Tinggi Badan serta Indeks IMT/U Massa Tubuh menurut Umur (Kementerian Kesehatan RI, 2020).

Tabel 2
Kategori dan Ambang Batas Status Gizi

Indeks	Kategori Status Gizi	Ambang Batas (Z-Score)
Berat Badan menurut Umur (BB/U) anak usia 0-60 bulan	Berat badan sangat kurang (<i>severely underweight</i>)	<-3 SD
	Berat badan kurang (<i>underweight</i>)	- 3 SD sd <- 2 SD
	Berat badan normal	-2 SD sd +1 SD
	Risiko Berat badan lebih	> +1 SD
Panjang Badan atau Tinggi Badan menurut Umur (PB/U atau TB/U) anak usia 0-60 bulan	Sangat pendek (<i>severely stunted</i>)	<-3 SD
	Pendek (<i>stunted</i>)	- 3 SD sd <- 2 SD
	Normal	-2 SD sd +3 SD
	Tinggi	> +3 SD
Berat Badan menurut Panjang Badan atau Tinggi Badan (BB/PB atau BB/TB) anak usia 0-60 bulan	Gizi buruk (<i>severely wasted</i>)	<-3 SD
	Gizi kurang (<i>wasted</i>)	- 3 SD sd <- 2 SD
	Gizi baik (normal)	-2 SD sd +1 SD
	Berisiko gizi lebih (<i>possible risk of overweight</i>)	> + 1 SD sd + 2 SD
	Gizi lebih (<i>overweight</i>)	> + 2 SD sd + 3 SD
	Obesitas (<i>obese</i>)	> + 3 SD

1	2	3
Indeks Massa Tubuh menurut Umur (IMT/U) anak usia 0-60 bulan	Gizi buruk (<i>severely wasted</i>)	<-3 SD
	Gizi kurang (<i>wasted</i>)	- 3 SD sd <- 2 SD
	Gizi baik (<i>normal</i>)	-2 SD sd +1 SD
	Berisiko gizi lebih (<i>possible risk of overweight</i>)	> + 1 SD sd + 2 SD
	Gizi lebih (<i>overweight</i>)	> + 2 SD sd +3 SD
	Obesitas (<i>obese</i>)	> + 3 SD
Indeks Massa Tubuh menurut Umur (IMT/U) anak usia 5-18 tahun	Gizi buruk (<i>severely thinness</i>)	<-3 SD
	Gizi kurang (<i>thinness</i>)	- 3 SD sd <- 2 SD
	Gizi baik (<i>normal</i>)	-2 SD sd +1 SD
	Gizi lebih (<i>overweight</i>)	+ 1 SD sd +2 SD
	Obesitas (<i>obese</i>)	> + 2 SD

(Sumber: (Kementerian Kesehatan RI, 2020))

Secara umum, rumus perhitungan Z-score adalah

$$\text{Z-Score} = \frac{\text{Nilai Individu Subjek} - \text{Nilai Median Baku Rujukan}}{\text{Nilai Simpang Baku Rujukan}}$$

Nilai median dan standar deviasi dapat dilihat pada tabel di Permenkes Nomor 2 Tahun 2020 Standar Antropometri Anak. Nilai simpang baku rujukan disini adalah nilai selisih kasus dengan standar +1 SD atau - 1 SD. Jadi jika BB/TB kasus lebih besar daripada median, maka nilai simpang baku rujukannya diperoleh dengan mengurangi +1 SD dengan median. Tetapi jika BB/TB kasus lebih kecil daripada median, maka nilai simpang baku rujukannya menjadi median dikurangi dengan - 1 SD. Pada penelitian ini menggunakan indeks IMT menurut Umur karena remaja putri SMP berusia 12-15 tahun (Kementerian Kesehatan RI, 2020).

c. Siklus menstruasi

Siklus menstruasi yang tidak teratur, menyebabkan jumlah darah berkurang secara bertahap, meningkatkan jumlah darah yang diproduksi dan kemungkinan terjadinya penipisan hemoglobin. Kondisi ini dapat menyebabkan seseorang menjadi lebih rentan terhadap anemia karena kadar hemoglobin akan turun secara signifikan akibat penipisan darah.

Menstruasi adalah proses fisiologis yang melibatkan peluruhan endometrium, yang terjadi setiap bulan sepanjang tahun. Siklus menstruasi normal umumnya berlangsung antara 25 hingga 32 hari, dengan sebagian besar perempuan mengalami siklus ovulasi dalam rentang 18 hingga 42 hari. Namun, pada remaja, siklus menstruasi seringkali belum sepenuhnya matang dan tidak teratur. Siklus menstruasi yang berlangsung singkat, yaitu antara 18 hingga 42 jam, serta ketidakteraturan yang terjadi umumnya menunjukkan bahwa ovulasi belum terjadi secara konsisten (Hadijah, Hasnawati dan Hafid, 2019).

d. Aktivitas fisik

Kadar hemoglobin dalam darah dapat mengalami perubahan akibat aktivitas fisik, terutama aktivitas dengan intensitas tinggi. Selama aktivitas fisik, terjadi perubahan volume plasma darah yang mempengaruhi konsentrasi hemoglobin. Selain itu, peningkatan metabolisme yang intens menghasilkan ion hidrogen dan asam laktat, yang menyebabkan penurunan pH darah. Penurunan pH ini dapat mengganggu afinitas hemoglobin terhadap oksigen, sehingga mengurangi kemampuannya untuk mengangkut oksigen ke jaringan, khususnya otot. Sebagai respons terhadap peningkatan kebutuhan oksigen selama aktivitas fisik berat, tubuh melakukan adaptasi dengan merangsang eritropoiesis, yang berkontribusi pada peningkatan produksi kadar sel darah merah serta hemoglobin dalam jangka panjang (Gunadi, Mewo dan Tiho, 2016).

e. Asupan Tablet Tambah Darah (TTD)

Zat besi memegang peranan krusial dalam proses pembentukan hemoglobin. Kekurangan akan zat besi akan berdampak untuk penurunan kadar hemoglobin, yang pada akhirnya dapat menyebabkan anemia. TTD merupakan

suplemen mengandung sekitar 60 mg zat besi dan 400 mcg asam folat, yang bertujuan untuk meningkatkan kadar hemoglobin secara efektif, terutama pada individu dengan defisiensi zat besi. Penggunaan suplemen ini diharapkan dapat memperbaiki status hematologis dan mendukung pemulihan kondisi kesehatan pasien secara optimal. Konsumsi TTD secara teratur selama periode waktu yang ditentukan tidak hanya berfungsi untuk meningkatkan kadar hemoglobin, tetapi juga meningkatkan simpanan zat besi tubuh, yang sangat penting untuk mencegah anemia dalam jangka waktu yang panjang (Kemenkes RI, 2018).

4. Metode pemeriksaan hemoglobin

Pemeriksaan hemoglobin bertujuan untuk mengukur kadar hemoglobin dalam sampel darah, dan merupakan salah satu tes rutin yang sering dilakukan di laboratorium. Hematology Analyzer, Sahli, *Point Of Care Testing* (POCT), dan *Cyanmethemoglobin* merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengukur kadar hemoglobin. POCT dan cyanmethemoglobin termasuk dua teknik analisis hemoglobin yang paling umum digunakan di laboratorium (Lailla, Zainar dan Fitri, 2021).

a. Metode *hematology analyzer*

Hematology analyzer bisa dibilang alat otomatis digunakan untuk melakukan analisis komprehensif terhadap sampel darah dengan cepat dan efisien. Alat ini mampu mengukur berbagai parameter hematologis, seperti kadar hemoglobin, jumlah eritrosit, leukosit, trombosit, serta indeks eritrosit dan hematokrit. Keunggulan utama dari *hematology analyzer* meliputi kebutuhan volume darah yang relatif kecil, prosedur pemeriksaan yang praktis tanpa memerlukan banyak tahap, serta waktu analisis yang singkat. Namun demikian,

terdapat beberapa keterbatasan, antara lain biaya pemeriksaan yang relatif tinggi, ketersediaan alat yang terbatas di beberapa fasilitas kesehatan, kebutuhan akan reagen atau prosedur khusus, serta ketidakmampuan alat ini dalam mendeteksi keberadaan sel darah yang abnormal secara spesifik (Arini dkk., 2024).

b. Metode sahli

Pemeriksaan kadar hemoglobin dapat dilakukan menggunakan metode Sahli atau alat hemoglobin meter, yang merupakan teknik visual berbasis colorimetric. Prosedur ini melibatkan perbandingan warna pada sampel darah dengan standar yang telah ditentukan pada alat, sehingga memungkinkan evaluasi kadar hemoglobin secara sederhana dan cepat. Metode Hb Sahli dikenal lebih sederhana dan ekonomis, namun masih bersifat subjektif karena hasil pemeriksaan bergantung pada pengamatan visual. Hal ini disebabkan oleh tidak seluruh hemoglobin yang berubah menjadi asam hematin serta keterbatasan kemampuan dalam membedakan variasi warna.

Pemeriksaan kadar hemoglobin dengan metode Sahli dilakukan melalui proses pengenceran darah menggunakan larutan asam klorida (HCl), yang berfungsi mengubah hemoglobin menjadi asam hematin. Selanjutnya, larutan tersebut ditambahkan dengan aquades hingga warna larutan mendekati standar warna yang terdapat pada alat ukur. Asam klorida dipilih sebagai reagen karena karakteristiknya yang sederhana, stabil, tidak reaktif, serta efektif dalam mengasamkan hemoglobin selama proses analisis (Kusumawati dkk., 2018).

c. Metode *cyanmethemoglobin*

Prinsip dasar di balik metode *cyanmethemoglobin* merupakan mengubah hemoglobin dalam darah menjadi sianmethemoglobin, yang juga dikenal sebagai

hemoglobin sianida, dalam larutan yang mengandung sianida dan ferri sianida kalium. Menganalisis hemoglobin dengan metode sianmethemoglobin menggunakan reaksi Drabkins, yang mengandung sianida dan ferri sianida. Jika digabungkan dengan darah, maka akan menimbulkan reaksi kimia yang akan menghasilkan perubahan yang dapat digunakan untuk menentukan kadar hemoglobin (Ginting dan Wahyu, 2021).

d. Metode POCT (*Point Of Care Testing*)

POCT mengukur kadar hemoglobin didalam sampel dengan mendeteksi perubahan potensial listrik dalam waktu singkat, dihasilkan dari interaksi kimia pada sampel darah dan elektroda pada strip reagen. *Easy Touch GCHb* merupakan alat yang digunakan untuk mengukur kadar hemoglobin menggunakan metode POCT. Alat ini memiliki keunggulan dalam kemudahan penggunaan serta mampu menghasilkan hasil pemeriksaan dengan cepat. Hasil analisis hemoglobin dengan menggunakan metode ini sebanding dengan hasil yang diperoleh dengan menggunakan metode lain. Alat ini mudah digunakan dan sangat cocok untuk penelitian yang melibatkan subjek lapangan. Hal ini disebabkan oleh kemudahan dan kecepatan pengambilan sampel darah dengan menggunakan metode kapiler. Penelitian ini menggunakan hemoglobinometer merek *Easy Touch GCHb* sebagai perangkat POCT untuk mengukur kadar hemoglobin (Puspitasari dkk., 2020).

Menurut (Gusmayani, Anggraini dan Nuroini, 2021) terdapat kekurangan dan kelebihan yang terdapat dalam metode POCT yaitu:

1) Kelebihan metode POCT

Beberapa kelebihan metode POCT antara lain adalah biaya reagen yang terjangkau, kemudahan dalam penggunaan, alat yang praktis, kebutuhan sampel

yang minimal, hasil yang cepat, serta kemampuan untuk menggunakan instrumen secara mandiri.

2) Kekurangan metode POCT

Kekurangan metode POCT antara lain adalah jenis pemeriksaan yang terbatas, akurasi serta presisi yang kurang optimal, serta belum adanya standar yang baku. Selain itu, proses kontrol kualitasnya juga belum memenuhi standar yang ditetapkan.

C. Remaja Putri

1. Definisi remaja putri

Remaja merupakan seseorang yang berada pada berusia 10 sampai 24 tahun. Pada masa ini dimulai ketika anak-anak mulai bertransisi menjadi individu dewasa dan memasuki tahap awal proses reproduksi, penting untuk melakukan pengamatan sejak dini. Remaja yang sedang menjalani pendidikan di Sekolah Menengah Pertama (SMP) umumnya berusia antara 12 hingga 15 tahun, yang termasuk dalam tahap awal masa remaja. Pada fase ini, mereka mengalami berbagai perubahan dalam aspek fisik, emosional, serta sosial. Tekanan yang muncul selama masa ini dapat memicu gangguan emosi serta perilaku, yang merupakan bentuk respons adaptasi terhadap perubahan dalam kehidupan pribadi maupun perubahan yang dipengaruhi oleh lingkungan sekitar (Fhadila, 2017).

Pada masa remaja, seseorang mengalami beragam perubahan yang meliputi aspek fisik dan psikologis. Salah satu perubahan yang paling jelas terlihat adalah pertumbuhan fisik yang pesat, di mana tubuh mulai berkembang menuju bentuk tubuh dewasa dan kemampuan reproduksi mulai mencapai kematangan. Selain itu,

pada tahap ini juga terjadi perkembangan ciri-ciri seksual sekunder, pencapaian kesuburan reproduktif, serta percepatan dalam proses pertumbuhan (Ajhuri, 2019).

2. Hubungan kadar hemoglobin rendah dengan remaja putri

Selama masa pubertas, remaja putri mengalami percepatan pertumbuhan fisik dan mulai mengalami menstruasi. Pada tahap ini, kebutuhan tubuh akan zat besi meningkat untuk mendukung proses pertumbuhan. Namun zat besi dari dalam tubuh dapat terpengaruh oleh kehilangan darah saat menstruasi. Jika jumlah zat besi dalam tubuh tidak mencukupi, maka akan menghambat produksi hemoglobin dalam tubuh. Penurunan produksi hemoglobin ini dapat menurunkan kadar hemoglobin dalam darah, yang pada akhirnya berisiko menyebabkan anemia (Chasanah, Basuki dan Dewi, 2019).

3. Risiko anemia pada remaja putri

Remaja putri akan kehilangan darah secara rutin selama siklus menstruasi, yang secara signifikan meningkatkan kebutuhan tubuh akan zat besi. Dan, pola konsumsi remaja putri yang cenderung lebih rendah dalam mengonsumsi sumber zat besi hewani contohnya daging merah, berkontribusi pada ketidakseimbangan asupan zat besi tidak mencukupi untuk menggantikan kehilangan tersebut (Lailiyana dan Hindratni, 2024).

Remaja putri memiliki kecenderungan lebih besar untuk mengalami anemia akibat kebutuhan zat besi yang meningkat, rendahnya asupan nutrisi penting untuk pembentukan darah, serta kurangnya konsumsi makanan yang membantu penyerapan zat besi. Jika tidak segera ditangani, kondisi ini bisa berlanjut hingga masa kehamilan di kemudian hari. Anemia pada ibu hamil dapat memberikan dampak negatif pada janin, meningkatkan risiko komplikasi selama kehamilan dan

persalinan, dan bahkan berpotensi menyebabkan kematian pada ibu serta bayi (Triana, 2023).