

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Remaja Putri

Menurut WHO (2020), remaja didefinisikan sebagai kelompok usia 10 hingga 19 tahun. Periode ini merupakan tahap peralihan menuju dewasa yang ditandai oleh perubahan biologis yang cukup kompleks, seperti penambahan tinggi dan berat badan, peningkatan komposisi lemak tubuh, serta mulai berfungsinya hormon reproduksi, yaitu estrogen dan progesteron. Salah satu ciri penting yang terjadi dalam fase ini adalah terjadinya *menarche* atau menstruasi pertama. Peristiwa tersebut menyebabkan adanya kehilangan darah secara berkala, sehingga kebutuhan zat besi dalam tubuh mengalami peningkatan.

Masa remaja memerlukan perhatian khusus karena merupakan masa penentuan kesehatan reproduksi di masa depan (Soetjiningsih, 2020). Proses ini membutuhkan energi dan zat gizi yang cukup termasuk asam folat, zat besi dan protein (Almatsier, 2020). Pemahaman mengenai perubahan ini penting untuk memastikan remaja putri memperoleh edukasi, perhatian nutrisi, dan intervensi kesehatan yang memadai.

B. Hemoglobin

1. Pengertian Hemoglobin

Hemoglobin (Hb) adalah komponen protein kompleks yang terkandung dalam sel darah merah yang berfungsi untuk mengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh dan membawa kembali karbon dioksida ke paru-paru untuk dikeluarkan (Hall, 2016). Hb tersusun dari globin sebagai komponen

protein dan heme yaitu senyawa yang mengandung zat besi. Kurangnya zat besi di dalam tubuh akan mengganggu pembentukan Hb, sehingga dapat menurunkan kadar Hb dalam darah (Almatsier, 2020).

Proses pembentukan Hb terjadi di dalam sumsum tulang merah bersamaan dengan proses eritropoiesis. Komponen utama yang dibutuhkan dalam pembentukan Hb adalah asam folat, zat besi, vitamin B12 dan protein. Kekurangan salah satu dari komponen tersebut dapat menghambat produksi Hb dan menyebabkan terjadinya anemia, terutama anemia defisiensi besi.

2. Fungsi Hb

Fungsi utama Hb adalah mengangkut oksigen secara reversibel dari alveolus paru menuju jaringan yang membutuhkan. Kemampuan Hb untuk berikatan dengan oksigen secara dinamis dipengaruhi oleh tekanan parsial oksigen, pH, suhu, serta keberadaan 2,3-DPG, sehingga Hb mampu menyesuaikan pelepasan oksigen sesuai kebutuhan metabolik jaringan. Hb juga berperan penting dalam mengatur homeostasis oksidatif sel darah merah serta menjadi mediator dalam sinyal nitrit oksida yang memengaruhi vasodilatasi pembuluh darah (Beale et al.2023).

Selain mengangkut oksigen, Hb juga berfungsi sebagai buffer fisiologis dalam mempertahankan keseimbangan asam-basa darah (Smith and Johnson, 2022). Dengan demikian, Hb berkontribusi dalam menjaga stabilitas pH darah agar tetap berada pada rentang normal yang diperlukan untuk fungsi enzimatik dan proses metabolisme tubuh. Ketika kadar Hb menurun, kemampuan tubuh mengangkut oksigen dan menjaga keseimbangan asam-basa juga akan

terganggu, sehingga dapat menurunkan kebugaran dan konsentrasi belajar (Wila dkk, 2023).

3. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kadar Hemoglobin

a. Siklus Menstruasi

Menstruasi adalah perubahan fisiologis yang dialami oleh remaja putri. Secara normal, rentang siklus menstruasi berkisar antara 21 –35 hari dengan rata-rata siklus 28 hari, dan berlangsung selama 3–5 hari (Prathita, Syahredi and Lipoeto, 2017) .

Penurunan kadar Hb saat menstruasi, terjadi ketika kehilangan darah yang berlebihan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa ketidakteraturan siklus menstruasi dan perdarahan menstruasi yang lama yaitu >7 hari (Anjali dkk., 2025), atau volume darah menstruasi yang banyak berisiko lebih tinggi mengalami anemia, kondisi ini disebabkan oleh adanya kehilangan darah saat menstruasi, sehingga volume darah dalam tubuh berkurang dan meningkatkan kemungkinan terjadinya anemia (Suandana dkk., 2023).

b. Pola Makan

Pola makan dapat diartikan sebagai kebiasaan seseorang dalam mengonsumsi makanan yang meliputi jenis serta jumlah makanan yang dikonsumsi setiap hari yang mencerminkan kebiasaan dan preferensi individu terhadap asupan pangan (Nutritional Guidelines Indonesia, 2020). Pada remaja, pola makan sering kali tidak seimbang karena kecenderungan memilih makanan cepat saji, melewati sarapan, serta rendahnya konsumsi buah, sayur, dan sumber protein hewani yang kaya zat besi (Fitriani dkk., 2021). Berdasarkan penelitian (Jauziyah dkk., 2021) bahwa sebagian besar (85,5 %) mahasiswa

memiliki kebiasaan makan tidak sehat. Pola makan memengaruhi kadar Hb karena peningkatan kadar Hb bergantung pada asupan makanan yang cukup untuk mendukung biosintesis sel-sel tubuh (John and Michael, 2020).

c. Aktivitas Fisik

Aktivitas fisik merupakan segala bentuk gerakan tubuh yang melibatkan otot rangka dan memerlukan energi. Ketika seseorang melakukan aktivitas tersebut, kebutuhan oksigen dalam tubuh akan meningkat. Kadar Hb yang mencukupi berperan penting dalam mendukung kinerja aerobik karena oksigen dapat didistribusikan secara lebih efisien ke jaringan otot. Sebaliknya, apabila kadar Hb rendah, kemampuan darah dalam membawa oksigen menjadi terbatas, sehingga tubuh lebih cepat mengalami kelelahan dan ketahanan fisik menurun (Pusparini dkk., 2020). Di sisi lain, aktivitas fisik juga berkontribusi terhadap perubahan kadar Hb. Aktivitas yang dilakukan secara teratur dengan intensitas sedang dapat merangsang peningkatan produksi eritropoietin, yaitu hormon yang berperan dalam menstimulasi sumsum tulang untuk menghasilkan lebih banyak sel darah merah dan hemoglobin (Prasetyo dan Rahmawati, 2021).

Aktivitas fisik dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori berdasarkan tingkat intensitas dan jumlah energi (kalori) yang dikeluarkan (Kemenkes RI, 2025). Selain itu, berdasarkan nilai *metabolic equivalents* (METs), aktivitas fisik juga dibedakan menjadi tiga tingkat intensitas (Wicaksono dan Handoko, 2020), yaitu:

- 1) Aktivitas fisik ringan (<3 METs). Aktivitas ini memerlukan energi yang relatif kecil dan umumnya tidak menimbulkan perubahan berarti pada pola

pernapasan. Contohnya meliputi berjalan santai di dalam rumah, mencuci piring, menyetraka, memasak, mengemudi, serta memancing.

- 2) Aktivitas fisik sedang (3–5,9 METs). Pada tingkat ini, tubuh mulai menunjukkan respons berupa peningkatan denyut jantung dan frekuensi pernapasan, disertai keringat ringan. Individu masih dapat berbicara tetapi tidak mampu bernyanyi. Contohnya antara lain berjalan cepat (sekitar 4,8–6,5 km/jam) di permukaan datar, melakukan pekerjaan rumah seperti mengepel atau mencuci mobil, serta aktivitas olahraga seperti bulu tangkis, bola basket, dan tenis meja.
- 3) Aktivitas fisik berat (>6 METs). Aktivitas ini membutuhkan energi yang tinggi, ditandai dengan produksi keringat yang banyak serta peningkatan signifikan pada denyut jantung dan frekuensi pernapasan hingga terasa sesak. Contohnya meliputi berjalan sangat cepat, jogging atau berlari (≥ 15 km/jam), berjalan di medan menanjak, serta pekerjaan yang melibatkan pengangkatan beban berat.

d. Zat Gizi

Proses pembentukan hemoglobin (Hb) sangat bergantung pada kecukupan nutrisi yang dikonsumsi, terutama zat gizi yang berperan dalam produksi sel darah merah, seperti vitamin B12, vitamin C, asam folat, zat besi, dan protein (Almatsier, 2019). Di antara berbagai zat tersebut, zat besi memiliki peran utama sebagai komponen pembentuk hemoglobin. Pada remaja putri, pemenuhan kebutuhan gizi menjadi penting untuk menunjang pertumbuhan dan aktivitas sehari-hari. Kebutuhan zat besi pada usia 13–18 tahun berkisar sekitar 15 mg per hari. Hal ini disebabkan oleh adanya kehilangan darah selama

menstruasi yang dapat mengurangi cadangan zat besi dalam tubuh (Kemenkes RI 2023).

Vitamin B12 dan asam folat berperan esensial dalam proses maturasi eritrosit di sumsum tulang. Apabila terjadi defisiensi pada salah satu atau kedua nutrien tersebut, proses pembentukan sel darah merah dapat terganggu sehingga tidak berlangsung secara optimal yang pada akhirnya dapat menyebabkan anemia megaloblastik (Hidayah dan Susilowati, 2020).

e. Konsumsi TTD

Tablet Tambah Darah (TTD) merupakan suplemen yang mengandung zat besi dan asam folat yang digunakan sebagai bentuk pencegahan sekaligus upaya pencegahan anemia, khususnya anemia akibat kekurangan zat besi. Remaja putri termasuk kelompok sasaran utama dalam pemberian TTD karena mengalami kehilangan darah secara periodik saat menstruasi, sehingga berisiko lebih tinggi mengalami anemia apabila kebutuhan zat besi tidak terpenuhi (Putri dkk., 2020). Berdasarkan data Riset Kesehatan Dasar, tingkat kepatuhan remaja putri dalam mengonsumsi TTD masih rendah, yakni sekitar 1,4% yang masih jauh dari target nasional sebesar 58% pada tahun 2024 (Kemenkes, 2018). Secara umum, TTD mengandung 60 mg zat besi elemental dan 400 µg asam folat dengan rekomendasi konsumsi minimal satu tablet setiap minggu (Kemenkes, 2020).

Konsumsi TTD terbukti dapat meningkatkan kadar Hb dalam darah. Suplementasi zat besi membantu memenuhi kebutuhan harian besi, sehingga mencegah defisiensi yang dapat menurunkan Hb. Kepatuhan dalam mengonsumsi TTD terbukti berhubungan signifikan dengan kadar Hb semakin

rutin dan sesuai dosis tablet dikonsumsi, semakin besar peningkatan kadar Hb yang dicapai (Putri, N., dan Suryani, D., 2022).

f. Indeks Massa Tubuh (IMT)

Menurut Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Indeks Massa Tubuh (IMT) merupakan indikator yang digunakan untuk menilai status gizi seseorang melalui perbandingan antara berat badan dalam kilogram dan kuadrat tinggi badan dalam meter. Status gizi yang menyimpang dari kondisi normal, baik kekurangan maupun kelebihan dapat menunjukkan adanya ketidakseimbangan asupan zat gizi yang berperan dalam pembentukan Hb (Kementerian Kesehatan RI, 2018). Berbagai penelitian di Indonesia juga melaporkan bahwa IMT memiliki hubungan yang signifikan dengan kadar Hb pada remaja putri. Remaja yang memiliki IMT di luar rentang normal cenderung menunjukkan kadar Hb yang lebih rendah dibandingkan dengan mereka yang berada pada kategori IMT normal (Astri dkk., 2026).

Menurut Wulandari (2018), remaja putri dengan IMT normal cenderung status gizi yang seimbang sehingga dapat mendukung proses pembentukan Hb secara optimal. Selain itu, IMT dapat digunakan sebagai indikator untuk mengidentifikasi individu yang mengalami kelebihan berat badan atau obesitas yang berisiko terhadap berbagai masalah kesehatan seperti diabetes, penyakit jantung, maupun gangguan metabolik lainnya. Oleh karena itu, IMT menjadi salah satu alat yang efektif dalam memantau dan menjaga kondisi kesehatan tubuh agar tetap optimal (Zamzami Hasibuan dkk., 2021). Adapun rumus dalam menghitung IMT yaitu:

$$IMT = \frac{Berat\ Badan(kg)}{(Tinggi\ badan(m) \times Tinggi\ badan(m))}$$

Tabel 1.
Batas normal Indeks Massa Tubuh (IMT)

No	Klasifikasi	IMT (kg/m)
1	Kurus	<18
2	Normal	18.5-25
3	Gemuk	25,1-27
4	Obesitas	≥27

(Zamzami Hasibuan dkk., 2021)

g. Pola tidur

Pola tidur merupakan kebiasaan tidur individu yang meliputi durasi dan kualitas tidur yang berperan penting dalam menjaga keseimbangan fisiologis tubuh, terutama pada masa remaja yang sedang mengalami pertumbuhan dan perkembangan. Remaja putri yang memiliki pola tidur tidak adekuat, seperti durasi tidur kurang dari kebutuhan normal, berisiko mengalami gangguan metabolisme tubuh yang dapat memengaruhi proses pembentukan sel darah merah dan Hb (Sari, Nugraheni dan Purbowati, 2019). Beberapa penelitian menyatakan bahwa pola tidur merupakan salah satu faktor perilaku yang berkontribusi terhadap status kesehatan dan kadar Hb pada remaja putri selain asupan gizi dan pola menstruasi.

C. Anemia

1. Pengertian Anemia

Anemia merupakan kondisi ketika konsentrasi Hb dalam darah berada di bawah nilai normal. Pada perempuan, kadar Hb diklasifikasikan sebagai rendah apabila <12 g/dL, normal pada rentang 12–16 g/dL, dan tinggi jika >16 g/dL (WHO, 2021). Pada remaja putri, kejadian anemia umumnya dipengaruhi oleh rendahnya asupan zat gizi, adanya kehilangan darah saat menstruasi, serta pola konsumsi makanan yang tidak seimbang (Sari dan Wulandari, 2021). Kondisi tersebut dapat berdampak pada berbagai aspek kesehatan, antara lain menurunnya kemampuan konsentrasi belajar, melemahnya daya tahan tubuh, berkurangnya kebugaran fisik, serta dapat memengaruhi kesiapan fungsi reproduksi di masa mendatang (Kemenkes RI, 2023).

2. Penyebab Anemia

Anemia dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk kekurangan zat besi, asam folat, vitamin B12, dan juga protein. Umumnya, kondisi ini berkaitan dengan menurunnya produksi atau kualitas eritrosit serta adanya kehilangan darah, baik yang terjadi secara akut maupun kronis. Berdasarkan Kemenkes (2018), penyebab anemia dapat dikelompokkan ke dalam tiga kategori utama, yaitu:

a. Defisiensi zat gizi

Kecukupan asupan zat gizi yang rendah, baik dari sumber hewani maupun nabati yang mengandung zat besi, dapat menghambat pembentukan Hb yang merupakan bagian penting dari sel darah merah. Selain zat besi, mikronutrien

lain seperti asam folat dan vitamin B12 juga memiliki peran yang esensial dalam mendukung proses pembentukan tersebut.

b. Perdarahan (*Loss of blood volume*)

Penurunan kadar Hb dapat terjadi akibat perdarahan, misalnya yang disebabkan oleh infeksi cacing, cedera atau luka, serta menstruasi yang berlangsung lama atau dengan volume darah berlebih.

c. Hemolitik

Anemia juga dapat muncul karena meningkatnya proses destruksi eritrosit. Pada kondisi malaria kronis, hemolisis yang terjadi dapat memicu akumulasi zat besi dalam bentuk hemosiderosis pada organ tertentu, seperti hati dan limpa. Sementara itu, pada penderita talasemia, adanya kelainan genetik menyebabkan sel darah merah lebih cepat mengalami kerusakan, sehingga tidak hanya menimbulkan anemia tetapi juga berkontribusi terhadap penumpukan zat besi di dalam tubuh.

3. Tanda dan Gejala Anemia

Gejala umum yang sering dialami oleh penderita anemia sering disebut sebagai 5L, yaitu rasa lesu, letih, lemah, lelah, dan lalai. Selain itu, kondisi ini juga dapat disertai keluhan seperti sakit kepala, pusing, penglihatan berkunang-kunang, mudah mengantuk, cepat mengalami kelelahan, serta menurunnya kemampuan berkonsentrasi. Secara klinis, anemia dapat dikenali melalui tampilan pucat di beberapa bagian tubuh, seperti wajah, kelopak mata, bibir, kulit, kuku, dan telapak tangan (Kemenkes RI, 2018).

D. Metode Pemeriksaan Hemoglobin

Kadar Hb adalah salah satu ukuran yang sering dipakai untuk menilai prevalensi anemia yang dinyatakan dalam satuan g/dL. Anemia ditandai dengan nilai Hb yang berada di bawah batas normal. Pengukuran kadar Hb dapat dilakukan melalui beberapa metode, di antaranya:

1. Metode Sahli

Pada metode ini, hemoglobin akan bereaksi dengan asam klorida (HCl) hingga berubah menjadi globin ferroheme. Selanjutnya, senyawa tersebut mengalami oksidasi oleh oksigen di udara menjadi ferriheme yang kemudian berikatan dengan ion klorida membentuk ferriheme klorida (hematin/hemin) yang berwarna coklat. Tingkat warna yang terbentuk kemudian dibandingkan dengan standar secara visual. Sebab proses penilaian dilakukan menggunakan pengamatan mata, hasil yang diperoleh cenderung dipengaruhi oleh faktor subjektivitas, seperti kondisi pencahayaan dan ketajaman penglihatan, sehingga tingkat akurasi dapat lebih rendah sekitar 2% dibandingkan metode lainnya (Muhammad, 2020).

2. Metode Cyanmethemoglobin

Pada metode ini, hemoglobin dioksidasi menggunakan *kalium ferrosianida* hingga berubah menjadi *methemoglobin* yang kemudian bereaksi dengan ion sianida membentuk *sianmethemoglobin* berwarna coklat kemerahan. Intensitas warna yang dihasilkan selanjutnya diukur menggunakan *spektrofotometer* pada panjang gelombang 540 nm dengan nilai absorbansi yang sebanding dengan kadar Hb dalam sampel. Sebab proses pengukuran

dilakukan menggunakan alat elektronik, metode ini memiliki tingkat objektivitas yang lebih tinggi (Muhammad, 2020).

Namun demikian, metode *cyanmethemoglobin* memiliki keterbatasan, terutama terkait penggunaan reagen yang bersifat toksik dan berpotensi karsinogenik. Selain itu, limbah hasil pemeriksaan tidak dapat dibuang secara sembarangan karena bersifat berbahaya, sehingga memerlukan pengelolaan limbah medis yang sesuai standar (Astuti, 2020).

3. *Point of Care Testing* (POCT)

Pengukuran kadar Hb dengan metode POCT dilakukan melalui pemeriksaan menggunakan strip test. Metode POCT untuk pemeriksaan hemoglobin umumnya menggunakan prinsip fotometri reflektif atau elektrokimia. Sampel darah kapiler dari ujung jari ditempatkan pada strip atau mikroküvet yang mengandung reagen khusus. Alat kemudian membaca perubahan optik yang terjadi akibat reaksi antara hemoglobin dengan reagen, menghasilkan nilai kadar Hb secara langsung dalam hitungan detik.

Untuk kebutuhan yang cepat di lapangan atau klinik kecil, POCT ini memiliki keunggulan dalam kecepatan dan kemudahan penggunaan. Keunggulan metode POCT yaitu cepat dan praktis, membutuhkan volume darah yang sedikit dapat digunakan di luar laboratorium, seperti di lapangan (Lippi et al., 2018). Metode POCT sangat bermanfaat untuk skrining anemia pada populasi berisiko tinggi seperti ibu hamil, anak-anak, atau pasien di daerah terpencil. WHO juga mendorong penggunaan alat POCT untuk mendukung program *early diagnosis dan community-based screening* karena efisiensi dan portabilitasnya (WHO, 2020).

4. Hematology Analyzer

Perkembangan teknologi laboratorium telah menghadirkan alat *hematology analyzer* yang bekerja secara otomatis untuk menghitung jumlah sel darah serta mengukur kadar Hb dengan akurasi tinggi dan waktu pemeriksaan yang lebih singkat. Hematology analyzer bekerja berdasarkan prinsip fotometrik/kolorimetrik. Hb diukur melalui metode Sodium Laury Sulfate-hemoglobin (SLS-Hb), di mana surfaktan SLS melisiskan membrane eritrosit sehingga Hb terlepas ke larutan dan membentuk kompleks SLS-Hb yang stabil dan dapat diukur secara fotometrik.

Metode *hematology analyzer* memiliki beberapa keunggulan karena alat ini mampu menganalisis sampel dalam jumlah besar dengan waktu singkat. Guna memastikan hasil pemeriksaan yang akurat, penggunaan *hematology analyzer* harus disertai dengan program pengendalian mutu internal yang internal dilakukan setiap hari menggunakan bahan kontrol dengan nilai target tertentu untuk mendeteksi adanya penyimpangan hasil alat. Pengendalian mutu eksternal dilakukan dengan mengikuti program nasional atau regional untuk membandingkan hasil antar laboratorium (Arini dkk., 2022).

E. Hubungan Penurunan Kadar Hb Pada Remaja Putri

Remaja putri merupakan kelompok usia 10-19 tahun yang berada pada transisi menuju dewasa, ditandai oleh peningkatan pertumbuhan fisik dan hormon (WHO, 2021). Masa remaja sangat rentan mengalami anemia karena tubuh mengalami pertumbuhan pesat (*growth spurt*) dan peningkatan volume darah. Maka dari itu, jika asupan gizi tidak seimbang, pola makan tidak teratur,

dan konsumsi TTD tidak rutin risiko terjadinya anemia menjadi lebih tinggi (Nugraheni dkk., 2020).

Selain faktor perilaku remaja putri, menstruasi merupakan faktor yang dapat memengaruhi kadar Hb. Kehilangan darah setiap bulan akan mengakibatkan kadar zat besi dalam tubuh menurun. Apabila asupan zat besi tidak sebanding dengan kehilangan tersebut, maka tubuh tidak mampu mengganti hemoglobin yang hilang sehingga memicu terjadinya anemia defisiensi besi (Putri dan Handayani, 2020).