

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Hemoglobin

1. Pengertian Hemoglobin

Hemoglobin adalah protein tetramer yang terdapat dalam eritrosit, berfungsi untuk mengikat molekul bukan protein, yaitu senyawa porfirin besi yang dikenal sebagai *heme*. Hemoglobin diartikan sebagai sekumpulan elemen yang membentuk sel darah merah (Saraswati., 2021). Mendistribusikan oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh merupakan fungsi utama dari hemoglobin dalam tubuh manusia. Hemoglobin juga berfungsi untuk mengangkut karbon dioksida kembali ke paru-paru untuk dikeluarkan melalui proses pernapasan. Beberapa zat gizi yang berperan dalam pembentukan dan fungsi hemoglobin antara lain besi, protein, serta vitamin B6, C dan E. Semua zat gizi ini memiliki peranan penting dalam menjaga fungsi hemoglobin serta memastikan transportasi oksigen yang efisien di dalam tubuh. Selain itu, hemoglobin juga berperan dalam mengatur pertukaran oksigen dengan karbon dioksida (Cakrawati dkk., 2024).

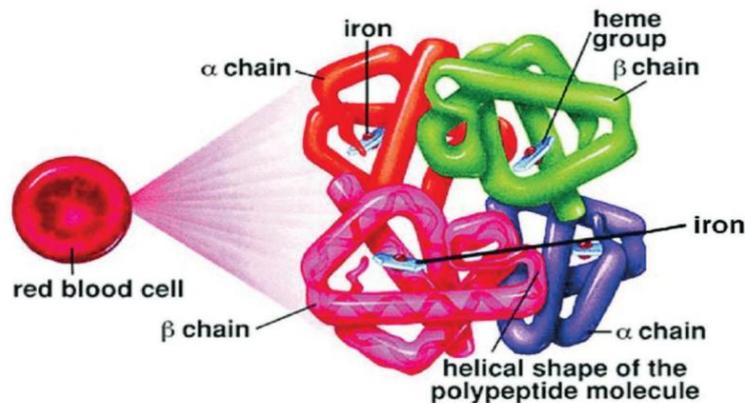
Ketika kadar hemoglobin seseorang mengalami penurunan, hal ini dapat menimbulkan gejala seperti kelemahan, pusing, kelelahan dan sesak napas. Dalam beberapa kasus, kondisi ini dapat berujung pada anemia. Kekurangan hemoglobin dan eritrosit dalam tubuh akan mengakibatkan berkurangnya jumlah oksigen yang dihantarkan ke jaringan. Dalam kondisi normal, kadar hemoglobin dalam darah

berkisar antara 14 hingga 16 g/dL untuk pria, sedangkan untuk wanita berkisar antara 12 hingga 14 g/dL (Lestari., 2019).

2. Struktur Hemoglobin

Hemoglobin terdiri dari gabungan empat molekul *heme* dan rantai *globin*, yang membentuk struktur tetramer yang berfungsi. Pada manusia yang sehat, rantai *globin* ini terutama terdiri dari dua jenis polipeptida, yaitu sepasang rantai *alfa* dan sepasang rantai *beta*. Rantai polipeptida tersebut kemudian menyusun struktur *globin* dan bergabung dengan protein *heme*. Di tengah protein *heme*, terdapat ion ferrous (*Fe*) yang mampu berikatan secara reversibel dengan molekul oksigen (O_2), karbon dioksida (CO_2), serta nitrogen monoksida (*NO*). Sementara itu, molekul CO_2 tidak berikatan langsung dengan ion besi, tetapi terhubung dengan ujung *asam amino* hemoglobin, membentuk ikatan lemah yang dikenal sebagai kompleks karbomino. Beberapa kondisi tertentu dapat mengubah struktur normal hemoglobin, baik pada komponen *globin* maupun *heme*. Abnormalitas dalam struktur hemoglobin ini bisa disebabkan oleh kelainan genetik yang bersifat *herediter* maupun yang didapat (*acquired*). Contohnya, pada penyakit thalassemia, terjadi perubahan pada gen yang menyusun subunit *globin*, sehingga menghasilkan perbedaan ekspresi *globin*, baik pada subunit *alfa* maupun *beta*. Sementara itu, pada kondisi yang bersifat *acquired*, seperti *methemoglobinemia*, ion Fe^{2+} teroksidasi menjadi Fe^{3+} , yang tidak dapat berikatan dengan oksigen. Abnormalitas dalam struktur

hemoglobin ini dapat mengakibatkan gangguan oksigenasi jaringan atau bahkan anemia akibat pecahnya sel darah merah yang abnormal, atau yang dikenal sebagai anemia hemolisis (Airlangga dkk., 2022).



Gambar 1. Struktur hemoglobin
(Airlangga dkk., 2022)

3. Proses Pembentukan Hemoglobin

Pembentukan hemoglobin berlangsung di sumsum tulang belakang sejalan dengan pembentukan sel darah merah atau eritrosit. Proses ini diawali dengan pembentukan senyawa pirol. Selanjutnya, empat senyawa pirol tersebut bergabung membentuk protoporfirin, yang kemudian mengikat besi untuk membentuk molekul *heme*. Kemudian, empat molekul *heme* berikatan dengan satu molekul *globin* yang disintesis di ribosom *retikulum endoplasma*, sehingga membentuk hemoglobin. Proses sintesis hemoglobin ini memakan waktu sekitar 7-10 hari hingga mencapai kematangan dan siap diedarkan ke seluruh tubuh bersamaan dengan sel darah merah. Karena hemoglobin terdapat

dalam sel darah merah, ia memiliki usia sekitar 120 hari (Sasmita dkk, 2022).

4. Metode Pengukuran Kadar Hemoglobin

a. Hb Sahli

Metode sahli adalah salah satu teknik untuk menentukan kadar hemoglobin secara visual dengan pendekatan warna. Proses pemeriksaan yang dilakukan melibatkan perbandingan warna dari sampel darah dengan warna merah yang telah ditetapkan sebagai standar. Pengukuran kadar hemoglobin dilakukan berdasarkan perubahan warna yang disebabkan oleh konversi Hb menjadi asam hematin akibat pengaruh HCl 0,1 N (Inayati, 2023)

Hasil pemeriksaan hemoglobin menggunakan metode sahli kurang efektif karena bergantung pada mengamatan visual, yang dapat bervariasi antara individu. Variasi dalam kemampuan penglihatan setiap orang menjadi faktor penyebab ketidakakuratan penglihatan setiap orang menjadi faktor penyebab ketidakakuratan tersebut. Faktor lain menurut Cakrawati dkk., (2024) diantaranya, karena hanya beberapa tipe hemoglobin yang bisa diubah menjadi asam hematin, seperti karboksihemoglobin, methemoglobin dan sulfhemoglobin. Di samping itu, metode Sahli memiliki Tingkat kesalahan sebesar kurang lebih 10% dan tidak memiliki standar untuk pengujian.

b. *Hematology Analyzer*

Alat analisis hematologi atau *hematology analyzer* adalah perangkat yang digunakan secara *in vitro* untuk melakukan pemeriksaan hematologi secara otomatis. Alat ini memanfaatkan reagen dan bahan pembersih sesuai dengan petunjuk yang tertera dalam buku manual. Proses kerjanya dipisahkan dari zat-zat lainnya menggunakan sianida. Selanjutnya, hemoglobin diukur berdasarkan nilai cahaya yang diserap. Hasil pengukuran ini ditampilkan dengan jelas pada layar (Rahmatullah dkk., 2023).

Kelemahan dari *hematology analyzer* adalah ketergantungannya pada pasokan listrik untuk beroperasi. Hal ini membuat alat ini tidak dapat digunakan di daerah-daerah yang memiliki keterbatasan sumber daya Listrik. Selain itu, Ketika jumlah eritrosit meningkat, alat ini juga mengalami kesulitan dalam melakukan perhitungan, dan apabila sampel yang diuji tidak homogen, hasil yang diperoleh menjadi kurang akurat (Fauzi dkk., 2024).

c. POCT

Pengukuran kadar hemoglobin dengan metode *Point of Care Testing* (POCT) dilakukan melalui pemeriksaan menggunakan strip tes. Dalam proses ini, sampel darah dari responden diletakkan pada strip Hb, yang selanjutnya ditempatkan ke dalam alat cek Hb. Dengan cara ini, nilai kadar hemoglobin akan terdeteksi secara otomatis oleh alat tersebut (Nidianti dkk., 2019).

Beberapa pertimbangan penggunaan POCT adalah waktu dan tempat pengambilan spesimen yang mungkin saja berbeda sesuai dengan siklus menstruasi dari mahasiswi program studi Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kupang, mudah untuk dibawa kemana-mana serta hasil yang di dapatkan lebih cepat sehingga peneliti menggunakan POCT sebagai metode pemeriksaan dalam penelitian ini.

B. Remaja

1. Pengertian

Menurut Diorarta & Mustikasari (2020) masa remaja adalah fase transisi yang terjadi antara masa kanak-kanak dan dewasa, dimana individu mengalami berbagai perubahan signifikan secara biologis, intelektual, psikososial dan ekonomi. Dalam periode ini, remaja telah mencapai Tingkat kedewasaan baik secara seksual maupun fisik, serta mengembangkan kemampuan berpikir dan membuat keputusan yang baik terkait pendidikan dan karier. Batasan usia remaja terbagi menjadi tiga fase, yaitu remaja awal (11-14 tahun), remaja menengah (15-17 tahun) dan remaja akhir (18-20 tahun).

2. Faktor yang mempengaruhi kadar Hb pada remaja putri

a. Lama menstruasi

Proses pengeluaran darah saat menstruasi mencerminkan hilangnya cadangan zat besi dengan cepat, bergantung pada durasi dan volume darah yang keluar. Semakin lama menstruasi

berlangsung, semakin banyak darah yang dikeluarkan, sehingga cadangan zat besi dalam tubuh juga semakin berkurang (Karamo dkk., 2024).

b. Pola makan

Remaja putri seringkali mengikuti program diet ketat demi mencapai tubuh ideal. Namun, pengurangan konsumsi makanan yang drastis dapat mengakibatkan kekurangan zat gizi penting bagi tubuh, termasuk zat besi. Zat besi adalah komponen penting dalam pembentukan *heme* yang terdapat dalam hemoglobin. Kekurangan zat besi dapat mengakibatkan gangguan serta menghambat pertumbuhan sel-sel otak dan tubuh. Selain itu, kekurangan zat besi juga dapat menurunkan kadar hemoglobin dalam darah (Hikmah dkk., 2023).

c. Kepatuhan konsumsi TTD

TTD adalah suplemen yang mengandung zat besi dan *asam folat*, yang secara gratis diberikan kepada remaja putri sebagai upaya pencegahan dan penanggulangan anemia (Helmyati dkk., 2023).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Abby dkk., (2023) memperlihatkan terdapat 37 responden (92,5%) yang patuh mengonsumsi TTD tidak mengalami anemia. Sementara itu, 9 responden (42,9%) dengan sikap tidak patuh mengonsumsi TTD, mengalami anemia.

C. Menstruasi

1. Pengertian menstruasi

Menstruasi, yang dalam Bahasa Inggris dikenal sebagai menses, berasal dari kata Yunani “*mensis*” yang berarti bulan. Dalam budaya tradisional Melayu, menstruasi dipahami sebagai keluarnya air mata dari rahim wanita. Menstruasi adalah proses keluarnya darah dan sel-sel tubuh dari vagina yang berasal dari dinding wanita secara teratur. Dalam pengertian lain, menstruasi dapat dipahami sebagai siklus alami yang berlangsung setiap bulan untuk mempersiapkan tubuh wanita. Umumnya, menstruasi dimulai pada remaja putri antara 9 hingga 12 tahun, meskipun ada juga yang mengalaminya lebih lambat, sekitar usia 13 hingga 15 tahun. Remaja yang sudah mengalami menstruasi seringkali menghadapi perubahan emosi yang tidak stabil. Beberapa individu dapat merasakan gejala seperti kaku pada paha, nyeri di dada, kelelahan, serta sikap yang mudah tersinggung. Mereka juga mungkin mengalami kehilangan fokus dan gangguan tidur. Di sisi lain, beberapa Wanita dapat mengalami nyeri saat menstruasi, yang dikenal sebagai *dismenore*. Rata-rata durasi menstruasi pada Wanita berlangsung antara 3 hingga 8 hari, dengan siklus bulanan yang biasanya berkisar sekitar 28 hari. Siklus menstruasi ini terbagi menjadi empat fase, yaitu fase menstruasi, fase folikular, fase ovulasi dan fase luteal (Pratiwi dkk, 2024).

a) Fase menstruasi

Fase menstruasi merupakan tahap pertama dalam siklus menstruasi. Fase ini terjadi ketika ovum tidak dibuahi oleh sperma, sehingga korpus *luteum* menghentikan produksi hormon *estrogen* dan *progesteron*. Penurunan kadar kedua hormon ini menyebabkan ovum terlepas dari *endometrium*, yang disertai dengan robeknya serta luruhnya lapisan *endometrium*, sehingga muncul perdarahan. Umumnya, fase menstruasi ini berlangsung sekitar 5 hari (Azzura dkk., 2023).

b) Fase folikular

Fase folikular berlangsung dari hari ke-6 hingga ke-14. Pada periode ini, kadar hormon *estrogen* meningkat, yang merangsang perkembangan dan penebalan lapisan rahim. Selama fase folikular, antara hari ke-10 dan ke-14, salah satu folikel akan memproduksi sel telur yang matang (Tim konten medis, 2024).

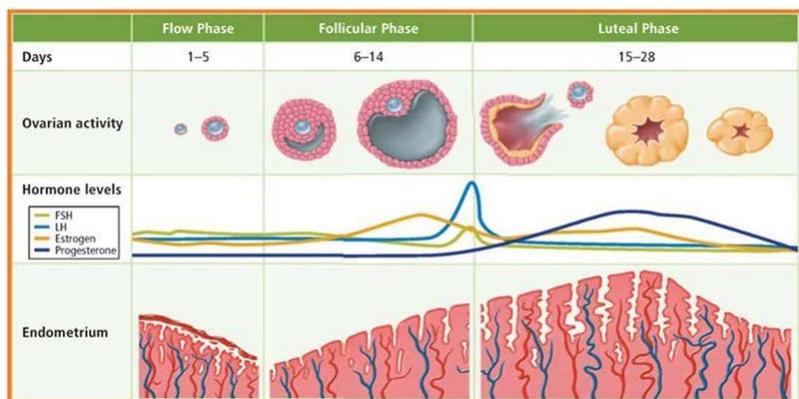
c) Fase ovulasi

Fase ovulasi, yang juga dikenal sebagai masa subur, adalah periode di mana ovarium melepaskan sel telur yang telah matang. Proses ini terjadi sebagai akibat dari tingginya kadar *estrogen* di ovarium yang menekan sekresi *Follicle Stimulating Hormone* (FSH). Selanjutnya, kelenjar *hipofisis* merespons dengan mensekresi *hormone luteinizing* (LH) yang bertugas merangsang pelepasan ovum dari folikel, yang kita sebut sebagai ovulasi

(Tinungki dkk., 2023). Sel telur yang dibuahi oleh sperma biasanya berada di saluran *tuba fallopi*, dan proses ini biasanya dimulai sekitar 14 hari setelah fase folikular. Fase ini menandai titik tengah dari siklus menstruasi (Holida & Maulani, 2019).

d) Fase luteal

Fase luteal berlangsung selama 14 hari sebelum menstruasi berikutnya. Pada fase ini folikel yang telah menjadi tempat matang sel telur akan berubah menjadi korpus luteum, yang kemudian melepaskan sejumlah besar *progesteron* dan sedikit *estrogen*. Kedua hormon ini berperan penting dalam menebalkan lapisan *endometrium* dan menjaga ketebalannya. Namun, jika pembuahan tidak terjadi, kadar *progesteron* akan menurun, menandai awal periode baru dalam siklus menstruasi (Ernawati dkk., 2023).



Gambar 2. Siklus menstruasi (Diniari, 2022)

2. Faktor-faktor yang mempengaruhi siklus menstruasi

a. Status gizi

Remaja putri yang mengalami kelebihan berat badan, baik dalam bentuk *overweight* maupun obesitas, sering kali menghadapi masalah pada siklus menstruasi mereka, seperti anovulasi kronis atau menstruasi yang tidak teratur. Hal ini disebabkan oleh kelebihan sel-sel lemak yang memproduksi *estrogen* dalam jumlah yang berlebihan. Sebaliknya, remaja yang memiliki status gizi kurang atau *underweight* mengalami kekurangan berat badan, yang mengakibatkan minimnya sel lemak untuk memproduksi *estrogen* yang diperlukan untuk ovulasi dan menstruasi. Akibatnya, siklus menstruasi mereka pun menjadi tidak teratur (Revi dkk., 2023).

b. Usia

Usia berhubungan erat dengan siklus menstruasi, karena seiring bertambahnya usia, seseorang terus mengalami berbagai perubahan dalam tubuh, termasuk pada organ reproduksinya. Dengan bertambahnya usia, organ reproduksi menjadi semakin matang, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi siklus menstruasi yang dialami (Novita, 2018).

c. Aktivitas yang berlebihan

Pola aktivitas fisik yang baik dan benar tentu akan memberikan banyak manfaat bagi tubuh manusia, salah satunya melalui olahraga. Olahraga yang dilakukan secara teratur bertujuan untuk

meningkatkan kesehatan. Namun, perlu diingat bahwa olahraga yang dilakukan secara berlebihan dapat berdampak negatif, termasuk pada siklus menstruasi (Fadila, 2024).

Aktivitas fisik yang berlebihan dapat mengganggu fungsi kelenjar *hipotalamus* yang pada gilirannya berpengaruh terhadap hormon menstruasi. Kondisi ini dapat menyebabkan gangguan menstruasi serta ketidakteraturan siklus. Ketika kegiatan fisik dilakukan secara berlebihan, dapat terjadi disfungsi *hipotalamus* yang berdampak pada sekresi *Genadotropin Releasing Hormone* (GnRH). Akibatnya, *menarche* bisa tertunda dan siklus menstruasi menjadi tidak teratur (Novita, 2018).

d. Stres

Stres adalah respons fisiologis, psikologis dan perilaku yang dialami manusia dalam upaya beradaptasi dan mengelola tekanan baik dari dalam maupun luar diri mereka. Stres juga memiliki kaitan erat dengan siklus menstruasi, karena hormon yang dihasilkan saat stres dapat mengganggu fungsi normal *hipotalamus*. Hal ini berpotensi menyebabkan ketidakseimbangan hormonal, termasuk pada hormon reproduksi, yang selanjutnya dapat mengakibatkan siklus menstruasi yang tidak teratur (Yudita dkk., 2017).

3. Hubungan siklus menstruasi dengan kadar hemoglobin pada remaja

Lama menstruasi merujuk pada periode yang dialami oleh wanita selama proses menstruasi berlangsung. Umumnya, durasi menstruasi yang dianggap normal adalah antara 3 hingga 8 hari. Semakin lama seorang wanita mengalami menstruasi, semakin banyak pula volume darah yang dikeluarkan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Puspitasari dkk., (2023), sebagian besar remaja putri yang mengalami anemia dikarenakan sebagian besar dari mereka memiliki lama menstruasi yang tidak normal. Sedangkan pada remaja putri yang tidak mengalami anemia memiliki lama menstruasi yang normal.

Selain itu, ada juga penelitian dari Hidayati dkk., (2021) tentang hubungan lama menstruasi dengan kejadian anemia didapatkan nilai taraf signifikan $0,006 < 0,05$ maka kesimpulannya ada hubungan lama menstruasi dengan kejadian anemia pada remaja putri kelas XI MTs Zainul Hasan Genggong.