

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Definisi Darah

Darah berperan penting sebagai zat cair yang membawa nutrisi ke seluruh bagian tubuh, kemudian mengembalikan hasil nutrisi yang akan diekskresikan. Hasil tersebut melibatkan bantuan organ ekskretoris seperti paru-paru, ginjal, dan kulit (Rosita, dkk., 2019).

Menurut Linda, dkk., (2019) darah dibagi menjadi dua bagian yaitu:

- a. Plasma darah yaitu: air, elektrolit, dan protein darah.
- b. Komponen darah yang terdiri atas:
 - 1) Eritrosit : sel darah merah
 - 2) Leukosit : sel darah putih
 - 3) Trombosit : keping darah

Darah merupakan 8% dari berat tubuh keseluruhan dan mempunyai volume sekitar 5 liter pada wanita serta 5,5 liter pada laki-laki. Darah pada manusia berwarna merah pucat apabila mengandung banyak oksigen dan merah gelap apabila kekurangan oksigen. Pigmen merah pada darah dipengaruhi oleh hemoglobin atau protein pernafasan (respiratory protein) yang berisi kandungan besi yang terbentuk dalam heme, yang menjadi tempat terikatnya molekul oksigen (Kesit, 2019).

2.1.2 Hemoglobin

A. Pengertian Hemoglobin

Hemoglobin adalah protein yang kaya akan zat besi. Memiliki afinitas (daya gabung) terhadap oksigen dan membentuk oxihemoglobin di dalam sel darah merah melalui fungsi ini maka oksigen dibawa dari paru- paru ke jaringan-jaringan (Anamisa, 2019).

B. Pengertian Kadar Hemoglobin

Kadar hemoglobin ialah ukuran pigmen respiratorik dalam butiranbutiran darah merah. Jumlah hemoglobin dalam darah normal adalah kirakira 15 gram setiap 100 ml darah dan jumlah ini biasanya disebut “100 persen” (Gita, 2019).

C. Fungsi Hemoglobin

Tugas utama hemoglobin adalah bekerja sama mengikat dan melepaskan oksigen (O_2) saat bergerak dari paru-paru ke jaringan (Ahmed et al., 2020). Karena hemoglobin, seperti semua protein, adalah protein berbasis asam, ia bertanggung jawab atas besar transportasi darah. Seperti disebutkan sebelumnya, tugas utama hemoglobin adalah membawa oksigen dan karbon dioksida ke jaringan dan paru-paru (Anamisa, 2015).

D. Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Kadar Hemoglobin

Beberapa faktor yang mempengaruhi kadar hemoglobin menurut (Anamisa, 2019) sebagai berikut:

1) Kecukupan Besi Dalam Tubuh

Menurut Parakkasi, besi dibutuhkan untuk produksi hemoglobin, sehingga anemia gizi besi akan menyebabkan terbentuknya sel darah merah yang lebih kecil dan kandungan hemoglobin yang rendah.

2) Metabolisme Besi Dalam Tubuh

Ada dua bagian besi dalam tubuh, yaitu 22 bagian fungsional yang dipakai untuk keperluan dan bagian yang merupakan. Metabolisme besi dalam tubuh terdiri dari proses absorpsi, pengangkutan, pemanfaatan, penyimpanan dan pengeluaran.

3) Asupan Makanan

Apabila asupan makan yang banyak mengandung zat besi maka akan meningkatkan kadar hemoglobin dalam darah namun apabila disertai dengan konsumsi makanan yang dapat menghambat penyerapan zat besi maka kadar hemoglobin tidak akan meningkat.

4) Menstruasi

Salah satu pemicu anemia adalah kondisi pola/siklus menstruasi yang tidak normal. Kehilangan banyak darah saat menstruasi diduga dapat menyebabkan anemia. Menstruasi atau haid merupakan perubahan fisiologis dalam tubuh yang terjadi secara berkala dan dipengaruhi oleh hormone reproduksi.

Biasanya hal ini terjadi setiap bulan antara usia remaja sampai menopause. Sehingga memiliki risiko lebih besar terkena anemia.

5) Kualitas Tidur

Gangguan tidur menyebabkan kualitas tidur seseorang menjadi buruk, hal ini merupakan pemicu terjadinya oksidatif yang apabila berlangsung lebih dari 12 jam dapat menyebabkan lisisnya eritrosit lebih cepat dari waktunya. Lisisnya eritrosit menyebabkan hemoglobin dalam darah rendah (Mawo dkk, 2019).

E. Sumber Makanan Yang Dapat Meningkatkan Hemoglobin Darah

Kadar hemoglobin darah yang menurun akan berpengaruh terhadap produktivitas tubuh. Jika hal tersebut terjadi, berikut beberapa sumber makanan yang direkomendasikan untuk meningkatkan kadar hemoglobin dalam darah menurut Navari (2015), antara lain:

1) Buah-Buahan

Buah-buahan yang mampu meningkatkan hemoglobin di antaranya adalah kismis, plum, apricot, apel, jeruk, jeruk limau, dan jeruk purut. Hal tersebut disebabkan oleh kandungan vitamin C yang terkandung di dalamnya dapat membantu penyerapan zat besi.

Vitamin C berperan penting dalam meningkatkan penyerapan zat besi non-heme (zat besi yang berasal dari sumber nabati) di dalam tubuh. Mekanisme utamanya adalah melalui proses reduksi, di mana vitamin C mengubah ion besi ferri (Fe^{3+}) yang kurang larut menjadi

ion besi ferro (Fe^{2+}) yang lebih mudah larut dan diserap oleh usus halus. Transformasi ini meningkatkan efisiensi penyerapan zat besi non-heme secara signifikan. (Alfiah & Dainy, 2023)

Selain itu, vitamin C dapat membentuk kompleks dengan zat besi yang larut dalam lingkungan asam lambung, sehingga mencegah pembentukan senyawa tidak larut yang dapat menghambat penyerapan zat besi. Dengan demikian, konsumsi makanan kaya vitamin C bersamaan dengan sumber zat besi non-heme dapat meningkatkan ketersediaan zat besi bagi tubuh, yang pada akhirnya membantu meningkatkan kadar hemoglobin. (Aini & Safitri, 2021)

2) Sayuran

Jenis sayuran yang paling cepat meningkatkan hemoglobin di antaranya adalah bayam, bit, kacang polong, kubis, brokoli, bunga kol. Sayuran bit dianggap yang terbaik karena memiliki kemampuan meregenerasi zat besi dan mengaktifkan sel darah merah dalam tubuh.

3) Daging Sapi

Selain mengandung zat besi, yang mampu meningkatkan jumlah hemoglobin dengan cepat, daging sapi merupakan protein hewani yang disebut heme yang mampu diserap tubuh dengan cepat. Selain itu terdapat juga hati, dada ayam, telur yang kaya akan vitamin B9 dan vitamin B12.

F. Pengukuran Kadar Hemoglobin

1) Metode POCT

POCT, singkatan dari *Point Of Care Testing*, adalah metode untuk menentukan kadar hemoglobin dalam sampel darah dengan mengamati perubahan potensial yang diinduksi oleh reaksi kimia antara sampel darah dan elektroda pada strip. POCT merupakan metode untuk mengukur kadar hemoglobin dalam sampel darah melalui perubahan potensial yang terjadi akibat reaksi kimia antara sampel darah yang sedang diukur pada elektroda di strip. Alat POCT ini tergolong alat pemeriksaan yang sederhana menggunakan sampel dalam jumlah yang sedikit serta memberikan hasil yang cukup akurat. Prinsip dari alat POCT yang digunakan untuk mengukur hemoglobin adalah metode deteksi amperometrik. Pengukuran ini didasarkan untuk perhitungan arus yang terjadi selama reaksi elektrokimia. Saat darah ditempatkan pada strip, reaksi kimia terjadi antara komponen dalam strip yang menghasilkan arus yang sebanding dengan kadar bahan kimia dalam darah (Nidianti, dkk, 2019).

2) Metode Sianmethemoglobin

International *Commite for Standardization in Hematology* (ICSH) merekomendasikan metode sebagai metode sianmethemoglobin untuk melakukan pengukuran kadar hemoglobin karena memiliki sifat yang stabil. Prinsipnya yaitu

perubahan hemoglobin menjadi cyanmethemoglobin dalam larutan ferrisianida ($K_3Fe(CN)_6$) dan kalium sianida (KCN) dengan menggunakan spektrofotometer, panjang gelombang 546 nm dan factor 36,77. Larutan drabkin yang digunakan dapat mengubah semua bentuk hemoglobin (oxyhemoglobin, metemoglobin, karbokihemoglobin, cyanmethemoglobin). (faatih dkk., 2020).

3) Metode Sahli

Prinsip pemeriksaan ini melibatkan perubahan hemoglobin menjadi hematin asam berwarna coklat dengan menggunakan asam klorida (0,1 N). Hematin asam kemudian diencerkan dengan air suling hingga mencapai warna yang serupa dengan standar pada haemometer, dan kadar hemoglobin dibaca dari tabung sahli. Metode sahli berguna dalam menentukan apakah seseorang mengalami anemia atau tidak (Faatih dkk., 2020).

4) Metode Tallquis

Metode Tallquis adalah suatu metode pemeriksaan hemoglobin yang sederhana, cepat serta murah. Dikatakan demikian karena metode ini tidak memerlukan reagen yang khusus, namun dalam metode ini diperlukan kertas saring (filter) khusus. Metode ini memiliki prinsip yaitu melakukan perbandingan warna antara darah asli dengan skala warna bertingkat-tingkat dari merah muda hingga merah tua atau dimulai dari 10% hingga 100%. Sebagai rujukan dalam perhitungan dasar, nilai 100% setara dengan

15.8 gram Hb per 100 ml darah. Namun kelemahan, metode ini yaitu tidak cukup teliti untuk menentukan kadar hemoglobin serta metode ini memiliki kesalahan diantara 25-50%.

Subyektivitas pengukur dan kekurangan kertas filter khusus merupakan kesalahan yang sering terjadi, kurangnya stok kertas filter khusus karena apabila menggunakan kertas biasa tidak bisa digunakan dikarenakan tidak terstandar. Faktor-faktor lain seperti pencahayaan, ukuran dan ketebalan tetesan darah, suhu, dan kelembaban mempengaruhi pembacaan, analisis hasil pembacaan juga sering menyebabkan kesalahan. Karena darah sangat cepat dan menyebabkan warna tetesan menjadi lebih gelap, tetesan darah harus dibaca dalam waktu yang cepat, sekitar sepuluh hingga lima belas menit. Karena kekurangannya, metode ini masih kurang dianggap sebagai salah satu metode untuk mengukur kadar Hb di Indonesia (Faatih, dkk., 2020).

5) Metode Hematology Analyzer

Hematology analyzer adalah alat yang dipakai secara in vitro untuk melakukan pemeriksaan secara otomatis (Saputra dan Aritoteles, 2022). Hematologi Analyzer adalah alat untuk pemeriksaan darah lengkap yang sangat cepat dan akurat. Alat ini dapat mempercepat waktu pemeriksaan dari yang awalnya 30 menit menggunakan metode manual menjadi 15 detik dan mengurangi kesalahan yang mungkin terjadi (Hermawati, dkk., 2021).

Hematology analyzer bekerja dengan menghitung dan mengukur perubahan hambatan yang dihasilkan oleh partikel. Dalam hal ini, sel darah tersuspensikan dalam pengencer konduktif ketiks melewati celah dimensi. Getaran yang dihasilkan oleh sel darah ini akan yang mengalami perubahan impedansi saat melewati celah di antara kedua sisi elektroda. Perubahan impedansi ini diukur dengan volume atau ukuran sel. (Saputra dan Aritoteles, 2022).

G. Nilai Normal Kadar Hemoglobin

Tabel. 1 Kadar Hemoglobin

No	Kadar Hemoglobin	Keterangan
1	16-23 g/Dl	Bayi baru lahir
2	10-14 g/dL	Anak-anak laki-laki
3	13-17 g/dL	Anak-anak laki-laki dewasa
4	12-16 g/dL	Wanita dewasa tidak hamil
5	11-13 g/Dl	Wanita dewasa yang hamil

Sumber. Estridge dan Reynolds, Basic Medical Laboratory Techniques, 2021.

H. Zat Besi (Fe)

1) Pengertian Zat Besi (Fe)

Zat besi adalah elemen penting bagi tubuh. Zat ini terutama dibutuhkan dalam *hemopoboesis* (pembentukan darah) yaitu dalam sintesis hemoglobin (Hb). Menurut (Almatsier, 2019) diperkirakan seseorang dengan pola makan yang baik menyerap 50% zat besi yang dikonsumsi, jika seseorang kekurangan zat besi hanya 3-15 %. Asupan zat besi harian diperlukan untuk

menggantikan zat besi yang hilang melalui feses, urin, dan kulit. Kehilangan besi ini, diperkirakan mencapai $14\mu\text{g/kg BB/hari}$.

2) Fungsi Zat Besi (Fe)

Dalam keadaan tereduksi, besi kehilangan dua ion dan karenanya memiliki dua muatan positif. Besi dalam bentuk dua ion bermuatan positif ini adalah bentuk fero (Fe^{2+}). Dalam keadaan teroksidasi, besi kehilangan tiga ion, sehingga mempunyai sisa tiga muatan positif yang dinamakan bentuk feri (Fe^{3+}). Karena besi dapat berada dalam dua bentuk feri ini, besi berperan dalam proses respirasi seluler, yaitu sebagai kofaktor enzim yang terlibat dalam reaksi oksidasi-reduksi.

Di semua sel, besi bekerja sama dengan rantai protein yang terlibat dalam fase akhir metabolisme energi. Protein ini membawa makanan penghasil energi ke oksigen untuk membentuk air. ATP diproduksi dalam proses ini. Sebagian besar besi terdapat dalam hemoglobin, molekul protein yang mengandung zat besi dalam sel darah merah dan myoglobin dalam otot. Hemoglobin dalam darah membawa oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan dalam tubuh dan membawa karbondioksida dari semua sel ke paru-paru untuk dikeluarkan dari tubuh. Myoglobin bertindak sebagai penyimpan oksigen: menerima, menyimpan, dan melepaskan oksigen dalam sel otot (Almatsier, 2019).

3) Kelebihan Dan Dekurangan Zat Besi (Fe)

Kehilangan zat besi dapat terjadi karena konsumsi makanan yang kurang seimbang atau gangguan absorpsi besi. Di samping itu kekurangan zat besi dapat terjadi karena perdarahan akibat cacingan atau luka, dan akibat penyakit-penyakit yang mengganggu absorpsi, seperti penyakit gastro intestinal. Kekurangan zat besi pada umumnya menyebabkan pucat, rasa lemah, letih, pusing, kurang nafsu makan, menurunnya kebugaran tubuh, menurunnya kemampuan kerja, menurunnya kekebalan tubuh dan gangguan penyembuhan luka. Sedangkan kelebihan zat besi jarang terjadi karena makanan, tetapi dapat disebabkan oleh suplemen besi. Gejalanya adalah rasa nek, muntah, diare, denyut jantung meningkat, sakit kepala, mengigau, dan pingsan (Almatsier, 2019).

4) Kebutuhan Zat Besi

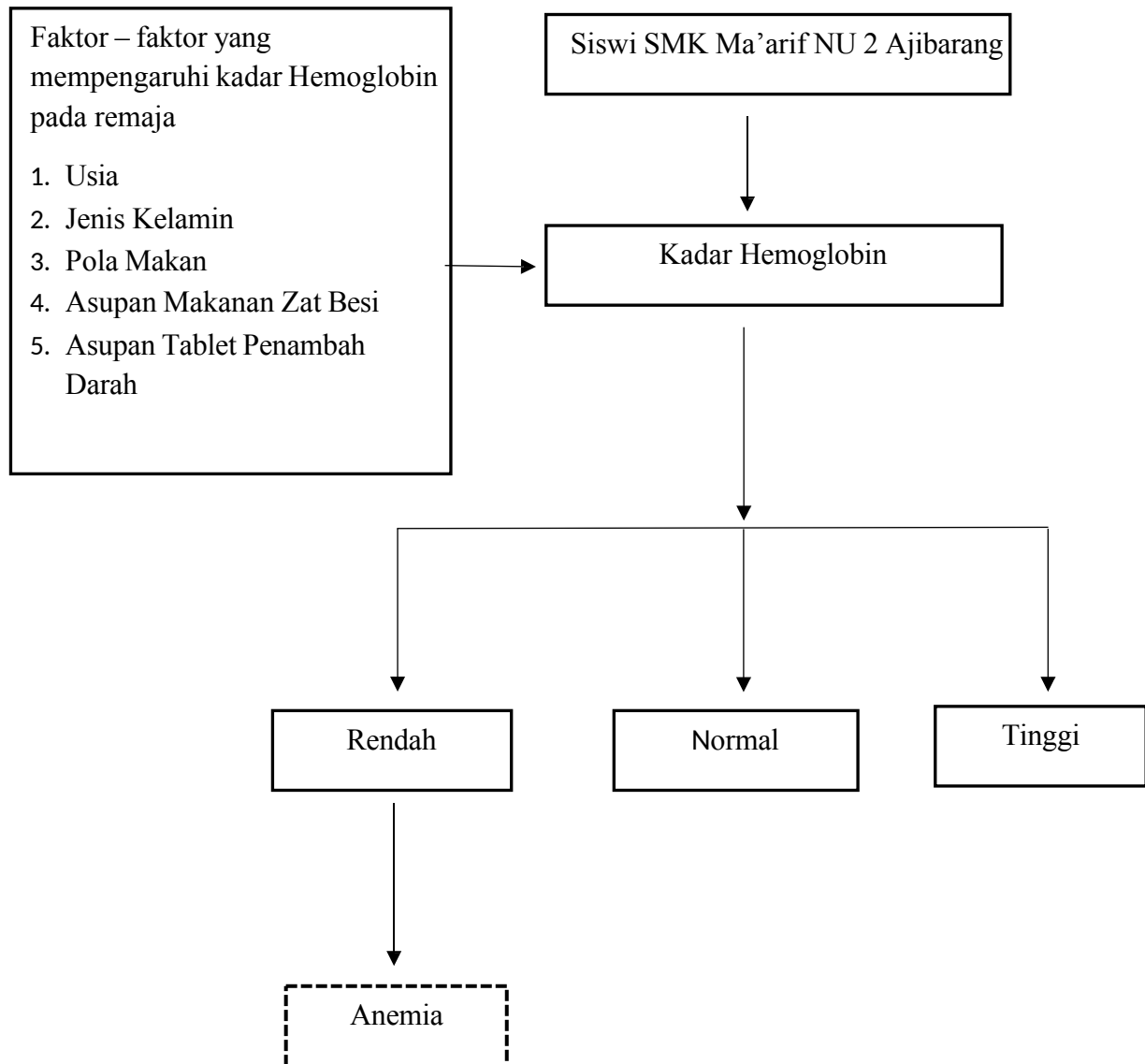
Pada usia 15-18 tahun membutuhkan zat besi 15 mg/hari (AKG, 2019).

5) Hubungan Asupan Zat Besi dengan Kadar Hemoglobin

Zat besi merupakan unsur penting dalam tubuh dan dibutuhkan untuk pembentukan sel darah merah (hemoglobin), zat besi merupakan komponen heme yang merupakan bagian dari hemoglobin. Di dalam tubuh, zat besi diserap di usus halus bagian atas (duodenum) oleh protein dalam bentuk. Transferin darah mengangkut besi terutama ke sumsum tulang yang selanjutnya

digunakan untuk membuat hemoglobin yang merupakan bagian dari sel darah merah. Kekurangan zat besi dapat menyebabkan simpanan zat besi tubuh digunakan untuk memenuhi kebutuhan zat besi dalam tubuh. Apabila simpanan zat besi habis maka tubuh akan kekurangan sel darah merah dan jumlah hemoglobin didalamnya akan berkurang pula sehingga mengakibatkan anemia (Lewa, 2016).

2.2 Kerangka pemikiran



Keterangan :

————— : Di teliti

----- : Tidak Diteliti

2.3 Hipotesis

H0: Tidak ada pengaruh kenaikan kadar hemoglobin bagi siswi yang tidak mengkonsumsi tablet penambah darah dan mengkonsumsi tablet penambah darah dengan buah-buahan.

H1: Adanya pengaruh kenaikan kadar hemoglobin bagi siswi yang tidak mengkonsumsi tablet penambah darah dan mengkonsumsi tablet penambah darah dengan buah-buahan.