BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kadar Hemoglobin

1. Definisi Kadar Hemoglobin

Hemoglobin merupakan zat warna yang terdapat dalam darah merah yang berguna untuk mengangkut oksigen dan CO_2 dalam tubuh (Adriani, M, Bambang W, 2012). Hemoglobin adalah ikatan antara protein, besi dan zat warna. Hemoglobin dapat diukur secara kimia dan jumlah Hb/100 ml darah dapat digunakan sebagai indeks kapasitas pembawa oksigen pada darah merah (Supariasa, Bakri dan Ibnu, 2012). Hemoglobin adalah protein yang kaya akan zat besi. Memiliki afinitas (daya gabung) terhadap oksigen dan dengan oksigen itu membentuk oxihemoglobin di dalam sel darah merah. Dengan melalui fungsi ini maka oksigen membawa dari paru-paru ke jaringan-jaringan (Evelyn, 2009). Rendahnya kadar hemoglobin dapat mempengaruhi berbagai fungsi hemoglobin dalam tubuh.

2. Fungsi Hemoglobin

Hemoglobin dalam darah berfungsi untuk membawa oksigen dari paru – paru ke seluruh tubuh dan membawa kembali karbondioksida dari seluruh sel – sel ke paru-paru untuk dikeluarkan dari tubuh. Sekitar 80% besi tubuh berada didalam hemoglobin (Sunita, 2001). Menurut Depkes RI dalam Almatsier (2005), fungsi hemoglobin antara lain :

a. Mengatur pertukaran oksigen dengan karbondioksida di dalam jaringan-jaringan tubuh.

b. Mengambil oksigen dari paru-paru kemudian dibawa ke seluruh jaringan - jaringan tubuh untuk dipakai sebagai bahan bakar.

c. Membawa karbondioksida dari jaringan-jaringan tubuh sebagai hasil metabolisme ke paru-paru untuk di buang, untuk mengetahui apakah seseorang itu kekurangan darah atau tidak, dapat diketahui dengan pengukuran kadar Hb. Penurunan kadar Hb dari normal berarti kekurangan darah yang disebut anemia (Widayanti, 2008).

3. Definisi Anemia

Anemia adalah kondisi ketika jumlah sel darah merah (yang berfungsi membawa oksigen) mengalami penurunan untuk memenuhi kebutuan fisiologis tubuh. Kebutuhan fisiologis spesifik bervariasi pada manusia dan bergantung pada usia, jenis kelamin, kebiasaan merokok, dan tahap kehamilan WHO, (2008).

Anemia adalah suatu konsentrasi apabila hemoglobin <105 g/L atau penurunan kapasitas darah dalam membawa oksigen, hal tersebut terjadi akibat penurunan produksi sel darah merah, dan/atau penuruanan Hb dalam darah. Anemia sering didefinisikan sebagai penurunan kada Hb darah sampai di bawah rentang normal.

4. Klasifikasi Anemia

a. Anemia berdasarkan penyebabnya

Klasifikasi anemia yang lain dibedakan berdasarkan faktor penyebab. Berdasarkan penyebabnya, anemia dapat dikelompokan menjadi tiga katogori, yaitu :

1) Anemia karena hilangnya sel darah merah

Anemia karena hilangnya sel darah merah dapat diakibatkan adanya pendarahan. Pendarahan yang dapat menyebabkan hilangnya sel darah merah di antaranya karena perlukaan, perdarahan gastrointestinal, perdarahan uterus, maupun perdarahan akibat operasi.

Kehilangan darah dalam jumlah beesar tentu saja akan menyebabkan kurangnya jumlah darah dalam tubuh, sehingga terjadinya anemia. Anemia karena perdarahan besar dan dalam waktu singkat ini jarang terjadi. Keadaan ini biasanya terjadi pada kecelakaan dan bahaya yang diakibatkannya. Pada laki – laki dewasa, sebagian besar kehilangan darah disebabkan oleh proses perdarahan akibat penyakit atau trauma, atau akibat pengobatan atau suatu penyakit. Sementara pada wanita, terjadi kehilangan darah secara alamiah setiap bulan. Jiak darah yang keluar selama menstruasi sangat banyak akan terjadi anemia defisiensi zat besi (Arisman, 2009)

2) Anemia karena meningkatnya destruksi/kerusakan sel darah merah

Anemia karena meningkatnya destruksi/kerusakan sel darah merah dapat terjadi karena overactive-nya *Recitu Leondothelial System* (RES). Meningkatnya destruksi sel darah merah dan tidak adekuatnya produksi sel darah merah biasanya karena faktor:

a) Kemampuan respon sumsum tulang terhadap penurunan sel darah merah kurang karena meningkatnya jumlah retikulosit dalam sirkulasi darah.

b) Meningkatnya sel darah merah yang masih muda dalam sumsum tulang dibandingkan yang matur/matang.

c) Ada atau tidaknya hasil destruksi sel darah merah dalam sirkulasi (seperti meningkatnya kadar bilirubin) (Tawoto, Wasnidar, 2007)

3) Anemia karena menurunnya produksi sel darah merah

Anemia karena menurunya produksi sel darah merah dapat disebabkan karena kekurangan unsur penyususn sel darah merah (Asam folat, vitamin B12 dan zat besi).

Hemoglobin merupakan parameter yang digunakan secara luas untuk menentukan status anemia pada sekala luas. Batas normal kadar hemoglobin berdasarkan usia dan jenis kelamin dapat dilihat pada Tabel berikut :

Tabel 1

Batas Normal Kadar Hemoglobin

Usia	Batas Nilai Hemoglobin (g/dL)
5 – 11 Tahun	<11,5
12 – 14 Tahun	≤12,0
Perempuan ≥15 Tahun	≥12,0
Laki – laki ≥15 Tahun	≥13,0

Sumber : WHO, 2001

5. Gejala anemia

Menurut *University of North Calorina* (2002) dalam Briawan (2014) gejala yang sering ditemui pada penderita anemia adalah 5 L (Lemah, Letih, Lesu, Lelah, Lalai) disetai sakit kepala dan pusing, mata berkunang – kunang, mudah mengantuk, sulit konsentrasi. Secara klinis menurut Pratiwi (2016) penderita anemia ditandai dengan pucat pada muka, kelopak mata, bibir, lidah, kulit dan telapak tangan menjadi pucat.

Remaja putri dan WUS lebih mudah menderita anemia, karena :

a. Remaja putri yang memasuki masa pubertas mengalami pertumbuhan pesat sehingga kebutuhan zat besi juga meningkat untuk meningkatkan pertumbuhannya (Permaisih, 2005).
b. Remaja putri seringkali melakukan diet yang keliru yang bertujuan untuk menurunkan berat badan, diantaranya mengurangi asupan protein hewani yang dibutuhkan untuk pembentukan hemoglobin darah (Permatasari, 2018)
c. Remaja putrid an WUS yang mengalami haid akan kehilangan darah setiap bulan sehingga menimbulkan zat besi dua kali lipat saat haid. Remaja putrid dan WUS juga terkadang mengalami gangguan haid seperti haid yang lebih panjang dari biasanya atau darah haid yang keluar lebih banyak dari biasanya (Briawan, 2014)

6. Metode Pengukuran Hemoglobin

Memeriksa kadar hemoglobin merupakan hal yang sering dilakukan oleh setiap laboratorium. Pemeriksaan hemoglobin dapat dilakukan melalui beberapa metode, yaitu metode Sahli, metode sianmethemoglobin dengan cara manual dan otomatis (Norsiah, 2015).

a. Metode Sahli

Metode sahli sudah tidak dianjurkan belakangan ini disebabkan karena memiliki rasio kesalahan yang cukup besar, seperti alat 28 yang tidak dapat distandarisasi dan tidak semua jenis hemoglobin dapat diubah menjadi asam hemetin seperti pada karboksi hemoglobin, met-hemoglobin, dan sulfhemoglobin(Faatih, *et al*., 2017).

1) Reagensia:

a) HCl 0,1 N

b) Aquadest

2) Bahan :

a) Darah kapiler atau darah vena dengan antikoagulan EDTA

3) Alat/sarana:

a) Pipet hemoglobin

b) Hemoalobinometer Sahli

c) Pipet pastur

d) Pengaduk

4) Prosedur kerja:

a) Masukkan HCl 0,1 N ke dalam tabung Sahli sampai angka dua.

b) Bersihkan ujung jari yang akan diambil darahnya dengan larutan desinfektan (alkohol 70%, betadin dan sebagainya), kemudian tusuk dengan lancet atau alat lain.

c) Isap dengan pipet hemoglobin sampai melewati batas, bersihkan ujung pipet, kemudian teteskan darah sampai ke tanda batas dengan cara menggeserkan ujung pipet ke kertas saring/kertas tisu.

d) Masukkan pipet yang berisi darah ke dalam tabung hemoglobin, sampai ujung pipet menempel pada dasar tabung, kemudian tiup pelan-pelan. Usahakan agar tidak timbul gelembung udara. Bilas sisa darah yang menempel pada dinding pipet dengan cara menghisap HCl dan meniupnya lagi sebanyak 3-4 kali

e) Campur sampai rata dan diamkan selama kurang lebih 10 menit.

f) Masukkan ke dalam alat pembanding, encerkan dengan aquadest tetes demi tetes sampai warna larutan (setelah diaduk sampai homogen) sama dengan warna gelas dari alat pembanding. Bila sudah sama, baca kadar hemoglobin pada skala tabung (Supariasa, et al., 2012).

b. Metode sianmethemoglobin

Metode sianmenthemoglobin merupakan gold standard yang dianjurkan oleh WHO. Prinsip kerja sianmenthemoglobin adalah turunan hemoglobin kecuali verdoglobin akan diubah secara kuantitatif menjadi hemoglobincyanide dengan larutan pereaksi yang berada di dalam kit. Dalam waktu 3 menit terjadi reaksi sempurna sehingga warna yang terbentuk akan stabil dan dapat diukur dengan fotometer (Faatih, et al., 2017).

1) *Reagnesia*:

Reagens Drabkins yang terdiri dari:

a) Kalium Sianida 0.1 mMol/I

b) Kalium Feri Sianida 0.6 mMol/I

c) Buffer fosfat (pH 7.2) 0.5 mMol/I

d) Natrium Chlorida 1.5 mMol/l

e) Detergent 0,05%

2) Bahan :

a) Darah kapiler atau darah vena dengan antikoagulan EDTA, oksalat atau sitrat

3) Alat/sarana:

a) Pipet darah

b) Tabung cuvet

c) Kalorimeter

4) Prosedur kerja:

a) Masukkan campuran reagen drabkin sebanyak 5 ml ke dalam cuvet.

b) Tambahkan 20 ul darah, bilas pipet beberapa kali dengan larutan Drabkin sampai bersih, kocok sampai kedua bahan tercampur homogen (bisa juga dengan menggunakan vortex mixer).

c) Biarkan pada suhu kamar selama 3 menit.

d) Baca absorbansinya pada fotometer dengan panjang gelombang 540 nm, bandingkan terhadap blanko reagens (reagens Drabkin 5 ml) (WHO, 2011).

Kelebihan metode ini adalah tingkat ketelitian yang tinggi, hanya ditemukan 2% kesalahan saat menggunakan metode sinamet. Biaya yang dibutuhkan relative murah meski memakan waktu yang cukup lama. Kekurangan metode ini adalah memerlukan tempat dan perlakuan yang khusus sehingga untuk fasilitas kesehatan yang lebih kecil dari rumah sakit, metode ini sulit untuk dilaksanakan karena menggunakan hemotology analyser. Perlu dicari instrument yang lebih mudah dalam hal pengambilan dan pengiriman sampel, pemeriksaan yang mudah, cara yang lebih sederhana, cepat dan akurat (Faatih, et al., 2017).

c. Metode hemoglobinometer digital portabel

Hemoglobinometer belakangan ini sering digunakan untuk mengukur kadar hemoglobin darah karena portabel sehingga tidak memerlukan pengaturan laboratorium, hanya membutuhkan sedikit darah kapiler, relatif murah dan mudah digunakan, tidak membutuhkan pendinginan sampel atau bahkan listrik, dan segera memberikan hasil dalam tampilan digital. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Zaimah di Deli Serdang, Sumatera Utara penggunaan portebel

hemoglobinometer memberikan hasil yang cukup akurat, nilai sensitivitas 0%, spesifitas 100%, dan negative value 95,8% (Tala, et al., 2017).

1) Alat/sarana:

a) *Nesco Multycheck*

b) Kode card

c) Test strip Hb

d) Jarum lancet

e) Pena lancet

f) Kapas alkohol

2) Prosedur kerja:

a) Nyalakan *Nesco* dengan menekan tombol ON, tetapkan tanggal dan waktu penggunaan.

b) Masukkan kode card.

c) Masukkan test strip, lihat kode test strip apakah sama dengan di layar dengan di kode kard.

d) Bersihkan ujung jari yang akan diambil darahnya dengan larutan kapas beralkohol.

e) Masukkan jarum lancet pada pena lancet letakkan ujung pena lancet pada jari yang akan ditusuk, kemudian tekan tombol pada pena lancet sehingga darah keluar, bersihkan dengan tisu

f) Ambil tes strip Hb lalu tempelkan pada jari yang ditusuk, tekan jari agar darah kembali keluar.

g) Tunggu 6 detik, setelah itu akan keluar hasil pemeriksaan pada monitor (Rahmawati, 2011).

7. Faktor yang mempengaruhi kadar hemoglobin

Dalam masyarakat yang diet sehari – harinya sebagian besar berasal dari sumber nabati, adanya penyakit infeksi maupun investasi parasite sangat berperan dalam terjadinya anemia gizi. Rendahnya kadar zat besi dalam diet sehari – hari maupun kurangnya tingkat absorpsi zat besi yang terkadung dalam sumber nabati hanya merupakan sebagian dari alasan tingginya angka prevalensi anemia gizi besi di Indonesia. Investasi cacing dalam usus, terutama cacing tambang dan penyakit infeksi yang lain banyak dijumpai dan menambah timbulnya anemia.

Ada tiga faktor terpenting yang menyebabkan seseorang menjadi anemia, yaitu kehilangan darah karena pendarahan akut/kronis, pengrusakan sel darah merah dan produsi sel darah merah yang tidak banyak.

Faktor – faktor yang mempengaruhi kadar hemoglobin pada usia remaja (health media Nutrition series) adalah :

a. Adanya penyakit infeksi yang kronis
b. Menstruasi yang berlebih pada remaja putri
c. Perdarahan yang mendadak seperti kecelakaan
d. Jumlah makanan atau penyerapan diet yang buruk dari Vitamin B12, Vitamin B6, Vitamin, tembaga dan Zat besi

B. Zat Besi

1. Pengertian

Zat besi merupakan unsur yang penting untuk memberntuk hemoglobin (Hb). Dalam tubuh, zat besi mempunyai fungsi yang berhubungan dengan pengangkutan, penyimpanan, dan pemanfaatan oksigen dan berada dalam bentuk hemoglobin, myoglobin, atau *cytochrome*. Untuk memenuhi kebutuhan guna

pembentukan hemoglobin, sebagian besar zat besi yang berasal dari pemecahan sel darah merah akan dimanfaatkan kembali baru kekurangannya harus dipenuhi dan diperoleh melalui makanan. Taraf gizi besi bagi seseorang dipengaruhi oleh jumlah konsumsinya melalu makanan, bagian yang diserap melalui saluran pencernaan, cadangan zat besi dalam jaringan, ekskresi dan kebutuhan tubuh.

Kadungan besi di dalam tubuh wanita sekitar 35 mg/kg BB dan pada laki – laki 50 mg/kg BB, dimana 70 % terdapat di dalam hemoglobin dan 25 % merupakan besi cadangan yang terdiri dari ferritin dan hemosiderin yang terdapat dalam hati, limpa, dan sumsum tulang. Jumlah besi yang dapat disimpan dalam tubuh 0,5-1,5 g pada laki – laki dewasa dan 0,3 – 1,0 g pada wanita dewasa, selain itu ferritin juga berfungsi sebagai tempat penyimpanan besi. Bila semua ferritin sudah ditempati, maka besi berkumpul dalam hati sebagai hemosiderin. Hemosiderin merupakan kumpalan molekul ferritin. Pembuangan besi ke luar tubuh terjadi melalui beberapa jalan di antaranya melali keringat 0,2 – 1,2 mg/ hari, air seni 0,1 mg/ hari, dan melalu feses dan menstruasi 0,5 – 1,4 mg/ hari (Adriani, Bambang, 2012)

Besi merupakan mineral mikro yang paling banyak terdapat didalam tubuh manusia dan hewan yaitu sebanyak 3 – 5 gram didalam tubuh manusia. Besi mempunyai beberapa fungsi ensensial didalam tubuh (Pipit Festi, 2018):

a. Sebagai alat angkut oksigen dari paru – paru ke jaringan tubuh
b. Sebagai alat angkut elektron didalam sel
c. Sebagai bagia terpadu berbagai reaksi enzim didalam jaringan tubuh (Pipit Festi, 2018)

2. Metabolisme dan absorpsi zat besi

Tubuh sangat efisen dalam penggunaan besi. Sebelum di absopsi, didalam lambung besi dibebaskan dari ikatan organic, seperti protein. Absorpsi terutama terjadi dibagian atas usus halus dengan bantuan alat angkut protein khusus. Ada du jenis alat angkut protein yaitu transferrin dan ferritin. (Pipit Festi, 2018).

Proses penyerapan zat besi ini meliputi tahap – tahap utama sebagai berikut.

a. Besi yang terdapat dalam pangan, baik dalam bentuk Ferri (Fe+++) atau Ferro (F++) mula – mula mengalami proses pencernaan.
b. Di dalam usus, Fe+++ larut dalam asam lambung kemudian diikat oleh gastroferin dan direduksi menjadi Fe++
c. Di dalam usus, Fe++ dioksidasi menjadi Fe+++. Fe++ selanjutnya berikatan dengan *apoferritin* yang kemudian ditransformasi menjadi ferritin, membebaskan Fe++ ke dalam plasma darah
d. Di dalam plasma F++ dioksidasi menjadi Fe+++, dan berikatan dengan transferin
e. Transferrin mengangkut Fe++ ke dalam sumsum tulang untuk begabung membentuk hemoglobin
f. Transferin mengangkut Fe++ ke dalam tempat penyimpanan besi di dalam tubuh (hati, tulang, limpa, sistem *reticuloendotelial*), kemudian dioksidasi menjadi Fe+++. Fe+++ ini bergabung dengan *apoferritin* membentuk ferritin yang kemudian disimpan. Besi yang terdapat dalam plasma seimbang dengan yang disimpan (Adriani, Bambang 2012).

3. Faktor yang mempengaruhi Absorpsi Besi :

Hasil dari suatu penelitian menujukan bahwa sebanyak 37% zat besi-hem dan 5 % zat besi-non hem yang ada dalam makanan dapat diabsorpsi. Zat besi-

non hem yang rendah absorpsinya dapat ditingkatkan apabila adanya peningkatan asupan vitamin C dan faktor – faktor lain yang mempermudah absorpsi seperti daging, ikan dan ayam (Adriani, Bambang, 2012).

Bentuk besi di dalam makanan berpengaruh terhadap penyerapan. Asam Organik seperti vitamin C sangat membentu penyerapannya. Asam Fitat dan faktor lain didalam serat serelia dan asam aksalat di dalam sayuran menghambat penyerapan besi. Tannin yang merupakan polifenol dan terdapat di dala teh, kopi, dan beberapa jenis sayuran dan buah juga menghambat absorpsi besi dengan cara mengikatnya. Kalsium dosis tinggi berupa supelmen menghambat absorpsi besi.

Tingkat keasaman lambung meningkatkan larut besi. Kekurangan asam klorida di dalam lambung atau penggunaan obat – obatan yang bersifat antasit menghalangi absorpsi besi. Faktor intrinsik di dalam lambung membantu penyerapan besi, diduga karena hem mempunyai struktur yang sama dengan vit B12.

Kebutuhan tubuh akan besi berpengaruh besar terhadap absorpsi besi. Bila tubuh kekurangan besi atau kebutuhan meningkat pada masa pertumbuhan, absorpsi besi- non hem dapat meningkat sampai sepuluh kali, sedangkan besi-hem dua kali. (Pipit Festi 2018)

4. Faktor – faktor yang membantu dan menghambat penyerapan zat besi

Ada tiga faktor utama yang mempengaruhi jumlah zat besi yang diserap oleh tubuh, yaitu ketersediaan zat besi di dalam tubuh, bioavailabilitas zat besi, dan adanya faktor penghambat penyerapan zat besi.

Apabila jumlah zat besi yang berada di dalam tubuh menurun maka penyerapan zat besi akan meningkat. Pada laki-laki, penyerapan zat besi akan

meningkat setelah pertumbuhan berhenti dan memasuki masa dewasa. Sebaliknya, pada wanita justru setelah masa menopause cadangan zat besi dalam tubuh meningkat dan penyerapannya justru menurun, karena tidak mengalami menstruasi lagi.

Tubuh yang kekurangan zat besi akan mengatur agar kebutuhan zat besi untuk pembentukkan sel-sel darah merah tetap dapat terpenuhi. Oleh karena itu, sumsum tulang bekerja lebih aktif serta semua kegiatan pencernaan dan absorbsi berlangsung lebuh efisien. Dengan demikian akan lebih banyak zat besi yang akan diserap oleh tubuh.

Zat besi yang terdapat dalam bahan makanan dapat berasal dari dari hewan maupun tumbuhan. Zat besi yang berasal dari tumbuh-tumbuhan memiliki daya serap antara 1 - 6 %, lebih rendah dibanding zat besi yang berasal dari hewan yang mempunyai daya serap 7 - 22 %

Bentuk zat besi yang terdapat di dalam makanan juga mempengaruhi penyerapan zat besi oleh tubuh. Ada dua macam bentuk zat besi dalam makanan, yaitu hem dan nonhem. Zat besi hem berasal dari hewan, penyerapannya tidak tergantung pada jenis kandungan makanan lain, dan lebih mudah diabsorbsi dibandingkan zat besi nonhem. Walaupun kandungan zat besi hem dalam makanan hanya antara 5 - 10 %, tetapi penyerapannya mencapai 25% (bandingkan dengan zat besi nonhem yang penyerapannya hanya 5%). Makanan hewani seperti daging, ikan, dan ayam merupakan sumber utama zat besi hem.

Pada umumnya zat besi nonhem terdapat pada pangan nabati, seperti sayur-sayuran, biji-bijian, kacang-kacangan, dan buah-buahan. Penyerapan zat besi nonhem termasuk rendah (hanya 5 %) dan sangat tergantung pada

jenis makanan lain atau menu yang bervariasi. Menu makanan yang merupakan kombinasi sumber nonhem dengan sumber zat besi hem, seperti daging atau ikan maka penyerapan zat besi nonhem akan meningkat.

Penyerapan zat besi nonhem sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor penghambat maupun pendorong, sedangkan zat besi hem tidak. Asam askorbat (vitamin C) dan daging adalah faktor utama yang mendorong penyerapan zat besi nonhem. Vitamin C dapat meningkatkan penyerapan zat besi nonhem sampai empat kali lipat. Selain itu, bahan-bahan seperti sitrat, malat, laktat, suksinat, dan asam tartrat ternyata juga dapat meningkatkan penyerapan zat besi nonhem pada kondisi tertentu.

Protein hewani, walaupun tidak semua, juga dapat mendorong penyerapan zat besi nonhem, protein seluler yang berasal dari daging sapi, kambing, domba, hati, dan ayam menunjang penyerapan zat besi nonhem. Namun, protein yang berasal dari susu sapi, keju, dan telur tidak dapat meningkatkan penyerapan zat besi nonhem. Faktor yang menyebabkan kenaikan penyerapan zat besi lebih dikenal sebagai MFP (*meat, fish, poultry*) faktor

Tingkat keasaman dalam lambung ikut mempengaruhi kelarutan dan penyerapan zat besi di dalam tubuh. Suplemen zat besi lebih baik dikonsumsi pada saat perut kosong atau sebelum makan, karena zat besi akan lebih efektif diserap apabila lambung dalam keadaan asam (pH rendah).

Di samping faktor yang mendorong penyerapan zat besi nonhem, terdapat pula faktor-faktor yang menghambat. Faktor-faktor tersebut diantaranya keadaan basa pada lambung karena kurangnya asam hidroklorat atau adanya antasid, complexing agents, seperti fitat (di dalam kacang-kacangan, biji-bijian, kedelai, dan produknya), oksalat (didalam sayuran), dan fosfat yang membentuk senyawa yang tidak mudah larut sehingga sulit untuk diserap oleh tubuh. Tannin yang terdapat di dalam teh, posfitin (fosfoprotein) di dalam kuning telur, beberapa jenis serat makanan, garam kalsium fosfat, dan protein kedelai turut menghambat absorbsi zat besi. Teh yang diminum bersama-sama dengan hidangan lain ketika makan akan menghambat penyerapan zat besi nonhem sampai 50%. Senyawa *Ethylenediamine Tetraacetic Acid* (EDTA) yang biasa digunakan sebagai pengawet makanan juga menyebabkan penurunan absorbsi zat besi nonhem sebesar 50%. Orange juice akan meningkatkan penyerapan zat besi dari telur dan roti, tetapi apabila telur dikonsumsi bersamaan dengan roti maka absorbsi zat besi dari roti akan semakin berkurang dan juga dalam penelitian Ni Made Dwantari, dkk, konsumsi buah dengan tablet fe dapat meningkatkan kadar hemoglobin dalam darah dibandingkan hanya diberikan makanan yang mengandung zat besi tanpa diberikan tablet fe.

5. Fungsi dan kecukupan Zat Besi

a. Fungsi Zat Besi

Besi memiliki banyak fungsi di dalam tubuh. Besi berfungsi sebagai kofaktor enzim-enzim yang dalam reaksi oksidasi- reduksi pada proses respirasi. Besi berperan dalam proses metabolisme energi sebagai pengangkut elektron. Sekitar 80% besi terdapat pada hemoglobin yang berfungsi untuk mengangkut oksigen dari paru ke seluruh tubuh dan membawa kembali karbondioksida dari jaringan ke paru-paru. Besi memiliki fungsi pada sistem neurotransmitter. Sistem imunitas tubuh dipengaruhi pula oleh besi, apabila kekurangan besi maka sel darah putih yang bertugas untuk menghancurkan bakteri tidak dapat bekerja secara efektif. Selain itu, enzim yang mengandung besi dapat melarutkan obat yang tidak larut dalam air sehingga mampu untuk keluar dari tubuh (Almatsier, 2010).

Sistem kekebalan. Besi memegang peranan dalam tubuh. Respon kekebalan sel oleh limfosit T tergantung karena berkurangnya sel – sel yang kemungkinan disebabkan oleh gangguan enzin reduktase (Pipit Festi, 2018)

Kemampuan belajar. Beberapa bagian dari otak mempunyai beberapa kadar besi tinggi yang diperoleh dari transport besi yang di pengaruhi oleh reseptor transferring. Kadar besi dalam darah meningkat selama pertumbuhan hingga remaja. Pada besi otak yang kurang pada masa masa pertumbuhan tidak dapat diganti setelah dewasa. Defisiensi berpengaruh negatif terhadap fungsi otak, terutama terhadap fungsi sistem neurotrans mitter (pengantar saraf). Akibatnya, kepekaan reseptor saraf dopamine berkurang yang dapat berakhir dengan hilangnya reseptor tersebut. Daya konsentrasi, ambang batas rasa sakit meningkat,

fungsi kelenjar tiroid dan kemampuan mengatur suhu tubuh menurun serta daya ingat dan kemampuan belajar terganggu. (Pipit Festi, 2018)

b. Kecukupan zat besi

Kecukupan besi dilihat dari pada AKG (2019) yang digolongkan berdasarkan kelompok umur. Kecukupan zat gizi besi perempuan per hari berdasarkan kelompok umur yaitu sebagai berikut

Tabel 2

Angka Kecukupan Zat Besi Perempuan yang Dianjurkan
Berdasarkan Kelompok Umur

Kelompok Umur (Tahun)	Kecukupan Zat Besi (mg)
10-12	8
13-15	15
16-18	15
19-29	18

Sumber: Permenkes RI No. 28, 2019

Selanjutnya untuk menentukan tingkat pencapaian AKG (tingkat konsumsi zat besi) untuk individu tersebut, digolongkan kedalam kategori sebagai berikut :

Kurang = ≤ 80%

Baik = 80 – 110%

Lebih = ≥ 110%(WNPG, 2004)

6. Cara menilai konsumsi makanan

a. Estimated Food Records

Metode ini disebut juga food records atau diary records, yang digunakan untuk mencatat jumlah yang dikonsumsi. Pada metode ini responden diminta untuk mencatat semua yang ia makan dan minuman setiap kali sebelum makan dalam Ukuran Rumah Tangga (URT) atau menimbang dalam ukuran berat (gram) dalam periode tertentu (2-4 hari berturut – turut), termasuk cara persiapan dan

pengolahan makanan tersebut. Metode ini dapat memberikan informasi konsumsi yang mendekati sebenarnya tentang jumlah energy dan zat gizi yang dikonsumsi oleh seseorang.

b. Penimbangan makanan (*Food Weighing*)

Pada metode ini, peneliti menimbang dan mencatat seluruh makanan yang dikonsumsi responden selama satu hari. Penimbangan makanan ini biasanya berlangsung beberapa hari tergantung dari tujuan dan tenaga yang tersedia. Perlu diperhatikan disini adalah apabila terdapat sisa makanan setelah makan, maka perlu juga dilakukan penimbangan sisa makanan tersebut untuk mengetahui jumlah sesungguhnya atas makanan yang dikonsumsi.

c. Metode frekuensi makan (*food frequency*)

Metode frekuensi makanan cocok digunakan untuk mengetahui makanan yang pernah dikonsumsi pada masa lalu sebelum gejala penyakit dirasakan oleh individu, yaitu dengan menggunakan FFQ (*Food Frequency Quistionaires*) (Supariasa, 2016). Metode ini digunakan untuk memperoleh data asupan energy dan zat gizi dengan menentukan frekuensi penggunaan sejumlah bahan makanan atau makanan jadi sebagai sumber utama dari zat gizi tertentu (6 bulan sampai 1 tahun terakhir) (Supariasa, 2016). Selain itu metode frekuensi makanan dapat memproleh gambaran pola konsumsi bahan makanan secara kualitataif (Supariasa, 2012).

d. Metode Food Recall

Metode food recall adalah metode penilaian konsumsi makanan yang dilakukan dengan mencatat jenis dan jumlah bahan makanan yang dikonsumsi responden pada periode 24 jam lalu. Hal penting yang perlu diketahui adalah

bahwa dengan recall 24 jam yang diperoleh cenderung bersifat kualitatif. Oleh karena itu, untuk mendapatkan data kuantitatif, maka jumlah konsumsi makanan individu ditanyakan teliti dengan menggunakan alat ukur URT (sendok, gelas, piring) atau ukuran lainnya yang biasa digunakan sehari – hari. Metode recall 24 jam mempunyai beberapa kelebihan dan kekurangan adalah sebagai berikut (Supariasa, 2016).

7. Kelebihan metode recall 24 jam

a. Mudah melaksanakannya serta tidak terlalu membebani responden.

b. Biaya relative murah karena tidak memerlukan peralatan khusus dan tempat yang luas untuk wawancara.

c. Cepat sehingga dapat mencakup banyaknya responden

d. Dapat digunakan untuk responden yang buta huruf

e. Dapat memberikan gambaran nyata yang benar – benar dikonsumsi individu sehingga dapat dihitung intake zat gizi sehari.

f. Kekurangan metode recall 24 jam

g. Tidak dapat menggambarkan asupan makanan sehari – hari, bila hanya dilakukan recall satu hari.

h. Ketepatan tergantung daya ingat responden

i. *The flat shope syndrome*, yaitu kecenderungan bagi reponden yang kurus untuk melaporkan konsumsinya lebih banyak (*over estimate*) dan bagi responden yang gemuk cenderung melaporkan lebih sedikit (*under estimate*)

j. Membutuhkan tenaga atau petugas yang terlatih dan terampil dalam menggunakan alat – alat bantu URT.