

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Hemoglobin

1. Pengertian hemoglobin

Hemoglobin adalah protein yang terkandung dalam sitoplasma yang berbentuk plasma sel darah merah yang berpadu dalam oksigen (O₂) dan membentuk oksihemoglobin. Hemoglobin suatu bahan yang penting sekali dalam eritrosit juga dibentuk dalam sumsum tulang, hemoglobin ini dibentuk dari *heme* dan *globin*. *Heme* adalah suatu *derivate porfirin* yang mengandung zat besi. Polipeptida itu secara kolektif disebut sebagai bagian globin dari molekul hemoglobin (Zulfachri, 2013).

Hemoglobin adalah molekul protein pada sel darah merah yang berfungsi sebagai media *transport* oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh dan membawa karbondioksida dari jaringan tubuh ke paru-paru. Kandungan zat besi yang terdapat dalam hemoglobin membuat darah berwarna merah. Hemoglobin terdiri dari 4 molekul zat besi (*heme*), 2 molekul rantai *globin alpha*, dan 2 molekul rantai *globin beta*. Rantai *globin alpha* dan *beta* adalah protein yang produksinya disandi oleh gen *globin alpha* dan *beta* (Saadah dan Santoso, 2010).

2. Fungsi hemoglobin

Hemoglobin merupakan suatu senyawa yang sangat penting keberadaannya di dalam tubuh, dikatakan penting karena hemoglobin memiliki beberapa fungsi sebagai berikut (Handayani dan Haribowo, 2008):

- a. Berfungsi mengikat oksigen untuk diedarkan ke seluruh tubuh

Menurut Handayani dan Haribowo dalam buku yang berjudul Buku Ajar Asuhan Keperawatan pada Klien dengan Gangguan Sistem Hematologi menyatakan bahwa 1 gram hemoglobin mampu mengikat 1,34 ml oksigen. Sedangkan setiap sel darah merah kita mengandung 300 molekul hemoglobin sehingga hemoglobin sangatlah penting keberadaannya sebagai pengikat oksigen untuk memenuhi kebutuhan tubuh.

- b. Berfungsi menyerap karbondioksida

Tugas akhir dari hemoglobin adalah menyerap karbondioksida dan ion hidrogen hasil metabolisme di seluruh tubuh. Karbondioksida dan ion hidrogen tersebut lalu dibawa menuju paru-paru yang merupakan tempat zat-zat tersebut dilepaskan dari hemoglobin.

3. Kadar hemoglobin

Kadar hemoglobin menggunakan satuan gr/dl yang artinya banyaknya gram hemoglobin dalam 100 mililiter darah. Oksigen yang diangkut dari paru-paru ke jaringan dilakukan dalam kombinasi kimia oleh hemoglobin dalam sel darah merah sekitar 97%. Sisanya 3% diangkut dalam keadaan terlarut dalam air plasma dan sel darah, dengan demikian dalam kondisi normal oksigen dibawa ke jaringan hampir seluruhnya oleh hemoglobin (Arthur, 2006). Apabila terdapat kekurangan hemoglobin, baik karena penurunan jumlah sel darah merah ataupun karena setiap sel darah merah mengandung sedikit hemoglobin, individu tersebut dapat dikatakan menderita anemia (Roger, 2002). Kadar hemoglobin darah normal berdasarkan umur dan jenis kelamin, seperti pada tabel 1.

Tabel 1
Batas Normal Kadar Hemoglobin menurut Umur dan Jenis Kelamin

Kelompok Umur	Kadar Hemoglobin (gr/dl)
6-59 bulan	11
5-11 tahun	11,5
12-14 tahun	12
Wanita >14 tahun	12
Wanita hamil	11
Laki-laki	13

(Sumber: WHO/UNICEF/UNU, Indicator for Assessing Iron Deficiency and Strategies for Its Prevention, 2012)

4. Faktor-faktor yang mempengaruhi kadar hemoglobin

Beberapa faktor-faktor yang mempengaruhi kadar hemoglobin adalah:

a. Konsumsi makanan

Konsumsi makanan berpengaruh dalam kadar hemoglobin. Makanan yang masuk ke dalam tubuh akan diproses dan dipecah menjadi zat-zat sesuai yang terkandung dalam makanan tersebut. Konsentrasi hemoglobin secara signifikan lebih tinggi dilaporkan pada siswa yang sering makan daging, sering mengonsumsi buah jeruk, dan sayuran berdaun hijau (Jamil, 2015).

1) Protein

Kekurangan protein dapat menyebabkan anemia yang merupakan perwujudan kekurangan dalam jangka waktu lama yang akan menyebabkan kekurangan berbagai bahan yang diperlukan untuk pembentukan sel darah merah (Sadikin, 2001). Protein dapat ditemukan baik dari makanan nabati maupun hewani. Protein nabati contohnya kacang-kacangan (*beans/nuts*), ercis, kecambah, padi-padian, biji-bijian. Sedangkan protein hewani seperti daging, ayam atau unggas, ikan, kerang-kerangan, telur, susu dan keju. Daging merah merupakan

protein kelas satu dan merupakan sumber yang baik dari asam amino esensial dan besi (Mitayani dan Sartika, 2010).

2) Zat besi (Fe)

Zat besi dibutuhkan untuk produksi hemoglobin. Kekurangan zat besi akan menyebabkan terbentuknya sel darah merah yang lebih kecil dan kandungan hemoglobin yang rendah sehingga menyebabkan anemia gizi besi. Zat besi juga merupakan mikronutrien esensial dalam memproduksi hemoglobin yang berfungsi mengantar oksigen dari paru-paru ke jaringan tubuh, untuk dieksresikan ke dalam udara pernafasan, sitokrom, dan komponen lain pada sistem enzim pernafasan seperti sitokrom oksidase, katalase, dan peroksidase. Zat besi berperan dalam sintesis hemoglobin dalam sel darah merah dan mioglobin dalam sel otot (Zarianis, 2006). Bentuk zat besi juga berpengaruh terhadap absorpsi zat besi. Zat besi *heme* yang terdapat dalam pangan hewani dapat diserap dua kali lipat daripada zat besi *nonheme* dalam pangan nabati (Almatsier, 2002).

3) Asam folat

Asam folat berfungsi sebagai koenzim untuk *transport* karbon dari satu komponen ke komponen lain pada metabolisme asam amino dan sintesis asam nukleat. Asam folat juga berfungsi untuk pencegahan anemia makrositik. Asam folat diperlukan untuk pembentukan sel darah merah dalam proses pembentukan kadar hemoglobin. Asam folat dapat diperoleh dengan mengonsumsi sayuran berdaun hijau dan hati (Almatsier, 2002).

4) Vitamin B₁₂

Fungsi utama vitamin B₁₂ adalah dalam pembentukan sel-sel darah merah dan pemeliharaan kesehatan sistem syaraf. Vitamin B₁₂ penting untuk sistesis

DNA dengan cepat selama pembelahan sel pada jaringan dimana pembelahan sel berlangsung cepat, terutama jaringan sumsum tulang yang bertanggung jawab untuk pembentukan sel darah merah. Jika terjadi defisiensi vitamin B₁₂, pembentukan DNA berkurang dan sel-sel darah merah tidak normal, disebut dengan kejadian megaloblas yang akhirnya menjadi anemia (Proverawati, 2011).

b. Dataran tinggi

Dataran tinggi mempunyai kadar oksigen yang lebih sedikit dari daerah dataran rendah. Hal ini menyebabkan seseorang mengalami kekurangan oksigen (hipoksia). Keadaan hipoksia akan mendapatkan respon dari tubuh. Tubuh akan mengompensasi keadaan hipoksia dengan cara memproduksi hemoglobin lebih banyak. Pada umumnya kadar hemoglobin akan naik 0,6 gr/dl pada wanita dan 0,9 gr/dl untuk laki-laki pada setiap 1000 m di atas permukaan laut. Keadaan hipoksia pada tubuh dapat menyebabkan *eritropoiesis*. *Eritropoiesis* adalah proses pembentukan hormon *eritropoietin*. *Eritropoietin* adalah hormon yang dapat menstimulasi pembentukan proeritroblast (bakal yang akan menjadi hemoglobin atau sel darah merah) (Brookhart, 2008).

c. Umur dan jenis kelamin

Umur dan jenis kelamin adalah faktor yang cukup menentukan kadar hemoglobin darah. Kadar hemoglobin pada orang dewasa lebih tinggi dibanding anak-anak. Nilai median hemoglobin naik selama 10 tahun pada masa anak-anak, selanjutnya akan meningkat pada masa pubertas (Gibson, 2005).

Kadar hemoglobin pada perempuan lebih rendah dari pada kadar hemoglobin laki-laki. Rendahnya kadar hemoglobin pada perempuan dikarenakan

mengalami kehilangan besi lebih banyak dibanding laki-laki akibat menstruasi setiap bulannya (Andriani dan Wirjatmadi, 2012).

d. Riwayat penyakit

Jenis penyakit kronis seperti AIDS, kanker, liver, dan inflamasi dapat menyebabkan gangguan produksi sel darah merah. Gagal ginjal atau efek samping kemoterapi juga dapat menyebabkan anemia, karena ginjal memproduksi hormon eritropoietin, yang berfungsi menstimulasi sumsum tulang untuk memproduksi sel darah merah (Briawan, 2014).

5. Gangguan akibat kadar hemoglobin rendah

Salah satu kelainan darah yang umum terjadi ketika kadar sel darah merah (eritrosit) dalam tubuh menjadi terlalu rendah yaitu anemia. Hal ini dapat menyebabkan masalah kesehatan karena sel darah merah mengandung hemoglobin, yang membawa oksigen ke jaringan tubuh. Kadar hemoglobin normal umumnya berbeda pada laki-laki dan perempuan. Untuk pria anemia biasanya didefinisikan sebagai kadar hemoglobin kurang dari 13,5 gram/100 ml dan pada wanita sebagai hemoglobin kurang dari 12 gram/100 ml. Anemia dapat menyebabkan berbagai komplikasi termasuk kelelahan dan stres pada organ tubuh (Proverawati, 2011).

a. Tanda dan gejala anemia

Gejala umum anemia disebut juga sebagai sindrom anemia atau *anemic syndrome*. Gejala umum anemia adalah gejala yang timbul pada semua jenis anemia pada kadar hemoglobin yang sudah menurun sedemikian rupa di bawah titik tertentu. Gejala ini timbul karena anoksia organ target dan mekanisme

kompensasi tubuh terhadap penurunan hemoglobin. Menurut Proverawati (2011), tanda-tanda anemia pada remaja putri adalah:

- 1) Lesu, lemah, letih, lelah, dan lunglai (5L).
- 2) Sering mengeluh pusing dan mata berkunang-kunang.
- 3) Gejala lebih lanjut adalah kelopak mata, bibir, lidah, kulit dan telapak tangan menjadi pucat.

b. Penyebab anemia

Menurut Proverawati (2011), penyebab anemia adalah:

- 1) Penghancuran sel darah merah yang berlebihan

Sel-sel darah normal yang dihasilkan oleh sumsum tulang akan beredar melalui darah ke seluruh tubuh. Pada saat sintesis, sel darah yang belum matur (muda) dapat juga disekresi ke dalam darah. Sel darah yang usianya muda biasanya gampang pecah sehingga terjadi anemia. Penghancuran sel darah merah yang berlebihan dapat disebabkan oleh:

- a) Masalah dengan sumsum tulang seperti limfoma, leukemia, atau multiple myeloma.
- b) Masalah dengan sistem kekebalan tubuh.
- c) Kemoterapi.
- d) Penyakit kronis seperti AIDS.

- 2) Kehilangan darah

Kehilangan darah dapat disebabkan oleh:

- a) Perdarahan: menstruasi, persalinan.
- b) Penyakit: malaria, cacingan, kanker, dan lain-lain.
- 3) Penurunan produksi sel darah merah

Jumlah sel darah yang diproduksi dapat menurun ketika terjadi kerusakan pada daerah sumsum tulang, atau bahan dasar produksi tidak tersedia. Penurunan produksi sel darah dapat terjadi akibat:

- a) Obat-obatan/racun.
- b) Diet yang rendah, vegetarian ketat.
- c) Gagal ginjal.
- d) Genetik, seperti talasemia.
- e) Kehamilan.

Penyebab anemia menurut Tarwato dkk, (2010) adalah:

- 1) Pada umumnya masyarakat Indonesia (termasuk remaja putri) lebih banyak mengkonsumsi makanan nabati yang kandungan zat besinya sedikit, dibandingkan makanan hewani, sehingga kebutuhan tubuh akan zat besi tidak terpenuhi.
- 2) Remaja putri biasanya ingin tampil langsing, sehingga membatasi asupan makanan.
- 3) Setiap hari manusia kehilangan zat besi 0,6 mg yang diekskresi, khususnya melalui feses (tinja).
- 4) Remaja putri mengalami haid setiap bulan, dimana kehilangan zat besi $\pm 1,3$ mg per hari, sehingga kebutuhan zat besi lebih banyak dari pada pria.

Beberapa faktor kebiasaan dan sosial budaya turut memperburuk kondisi anemia di kalangan perempuan yaitu (Hasmi dan Eddy, 2005):

- 1) Kurang mengkonsumsi bahan makanan hewani.
- 2) Kebiasaan diet untuk mengurangi berat badan.

- 3) Budaya atau kebiasaan di keluarga sering menomorduakan perempuan dalam hal makanan.
- 4) Pantangan tertentu yang tidak jelas kebenarannya seperti perempuan hamil jangan makan ikan karena bayinya akan bau amis.
- 5) Kemiskinan yang menyebabkan mereka tidak mampu mengonsumsi makanan yang bergizi.

c. Dampak anemia

Menurut Andriani dan Wirjatmadi (2012), dampak anemia bagi remaja putri adalah:

- 1) Menurunnya kesehatan reproduksi.
- 2) Terhambatnya perkembangan motorik, mental, dan kecerdasan.
- 3) Menurunkan kemampuan dan konsentrasi belajar.
- 4) Mengganggu pertumbuhan sehingga tinggi badan tidak mencapai optimal.
- 5) Menurunkan fisik olahraga serta tingkat kebugaran.
- 6) Mengakibatkan muka pucat.

d. Klasifikasi anemia

Secara umum ada tiga jenis utama anemia, diklasifikasikan menurut ukuran sel darah merah (Proverawati, 2011):

- 1) Jika sel darah merah lebih kecil dari biasanya, ini disebut anemia mikrositik. Penyebab utama dari jenis ini defisiensi besi (besi tingkat rendah) dan thalasemia (kelainan bawaan hemoglobin).
- 2) Jika ukuran sel darah merah normal dalam ukuran (tetapi rendah dalam jumlah), ini disebut anemia normositik, seperti anemia yang menyertai penyakit kronis atau anemia yang berhubungan dengan penyakit ginjal.

3) Jika sel darah merah lebih besar dari normal, maka disebut anemia makrositik. Penyebab utama dari jenis ini adalah defisiensi asam folat, anemia pernisiiosa, dan anemia yang berhubungan dengan alkoholisme.

e. Pencegahan anemia pada remaja

Upaya pencegahan dan penanggulangan anemia pada dasarnya mengatasi penyebabnya. Biasanya terdapat penyakit yang melatar belakangi yaitu antara lain penyakit TBC, infeksi cacing, dan malaria. Sehingga, selain penanggulangan anemia gizi dapat dilakukan pengobatan terhadap penyakit tersebut. Pencegahan dan penanggulanagan anemia dapat dilakukan antara lain sebagai berikut (Dewi, Pujiastuti, dan Fajar, 2013):

- 1) Meningkatkan konsumsi makanan yang bergizi:
 - a) Makan makanan yang banyak mengandung zat besi dari bahan makanan hewani (daging, ikan, ayam, hati, telur) dan bahan makanan nabati (sayuran berwarna hijau tua, kacang-kacangan, dan padi-padian) dapat mencegah anemia.
 - b) Makan sayur-sayuran dan buah-buahan yang banyak mengandung vitamin C (daun katuk, jambu, tomat, jeruk, dan nanas) sangat bermanfaat untuk meningkatkan penyerapan besi dalam usus.
- 2) Menambah pemasukan zat besi kedalam tubuh dengan minum Tablet Tambah Darah (TTD).
- 3) Mengobati penyakit yang menyebabkan atau memperberat anemia seperti: kecacingan, malaria, dan penyakit TBC. Bila penyakit tersebut dapat diatasi, maka kemungkinan terjadinya anemia lebih kecil.

B. Protein

1. Pengertian protein

Protein merupakan bagian dari semua sel hidup dan merupakan bagian terbesar tubuh sesudah air. Seperlima dari bagian tubuh adalah protein, separuh ada di dalam otot, seperlima ada di dalam tulang dan tulang rawan, sepersepuluh ada di dalam kulit, dan sebagian lainnya ada di dalam organ lain dan cairan tubuh. Protein adalah sumber asam-asam amino yang mengandung unsur karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), dan nitrogen (N) yang tidak dimiliki oleh lemak atau karbohidrat. Semua enzim, berbagai hormon, pengangkut zat-zat gizi darah, matriks intraselular dan sebagainya adalah protein, disamping itu asam amino yang membentuk protein bertindak sebagai prekursor besar koenzim hormon asam nukleat, dan molekul-molekul esensial untuk kehidupan (Budiyanto, 2009).

Protein dalam bahan makanan yang dikonsumsi manusia akan diserap oleh usus dalam bentuk asam amino. Kadang-kadang beberapa asam amino yang merupakan peptida dan molekul-molekul protein kecil dapat juga diserap melalui usus dan masuk ke dalam pembuluh darah (Budiyanto, 2009).

2. Fungsi protein

Protein mempunyai fungsi khas yang tidak dapat digantikan oleh zat gizi lain, yaitu membangun serta memelihara sel-sel dan jaringan tubuh. Disamping itu protein mempunyai fungsi sebagai berikut (Almatsier, 2009):

a. Pembentukan ikatan-ikatan esensial tubuh

Hormon-hormon seperti tiroid, insulin, dan epinefrin adalah protein, demikian juga berbagai enzim. Apabila tubuh berada dalam kekurangan protein,

maka tubuh akan memprioritaskan pembentukan ikatan-ikatan tubuh yang vital terlebih dahulu.

b. Mengatur keseimbangan air

Cairan tubuh terdapat di dalam tiga komponen yaitu intraseluler (di dalam sel), ekstraseluler/interseluler (di antara sel) dan intravaskular (di dalam pembuluh darah). Distribusi cairan di dalam kompartemen-kompartemen ini harus dijaga dalam keadaan seimbang atau homeostatis. Keseimbangan ini diperoleh melalui sistem kompleks yang melibatkan elektrolit dan protein.

c. Memelihara netralitas tubuh

Protein tubuh bertindak sebagai buffer, yaitu bereaksi dengan asam dan basa untuk menjaga pH pada taraf konstan.

d. Pembentukan antibodi

Kemampuan tubuh untuk melakukan detoksifikasi terhadap bahan-bahan racun dikontrol oleh enzim-enzim yang terutama terdapat di dalam hati. Apabila seseorang mengalami kekurangan protein akan lebih rentan terhadap bahan racun dan obat-obatan.

e. Mengangkut zat-zat gizi

Protein memegang peranan esensial dalam mengangkut zat-zat gizi dari saluran cerna melalui dinding saluran cerna ke dalam darah, dari darah ke jaringan-jaringan dan melalui membran-membran sel ke dalam sel-sel. Kekurangan protein menyebabkan gangguan pada absorpsi dan transportasi zat-zat gizi.

f. Sumber energi

Protein sejalan dengan karbohidrat untuk menghasilkan sumber energi, hal ini karena menghasilkan 4 kkal/gr protein. Namun, protein sebagai sumber energi relative lebih mahal, baik dalam harga maupun dalam jumlah energi yang dibutuhkan untuk metabolisme energi.

3. Sumber protein

Sumber protein di dalam makanan dapat dibedakan atas dua sumber yaitu protein hewani dan protein nabati. Oleh karena struktur fisik dan kimia protein hewani sama dengan yang dijumpai pada tubuh manusia, maka protein yang berasal dari hewan mengandung semua asam amino dalam jumlah yang cukup membentuk dan memperbaiki jaringan tubuh manusia. Mutu protein ditentukan oleh jenis dan proporsi asam amino yang dikandungnya. Protein komplit atau protein dengan nilai biologi tinggi atau bermutu tinggi adalah protein yang mengandung semua jenis asam amino essensial dalam proporsi yang sesuai untuk keperluan pertumbuhan. Semua protein hewani, kecuali gelatin, merupakan protein komplit (Almatsier, 2006).

Protein tidak komplit, atau protein bermutu rendah adalah protein yang tidak mengandung atau dalam jumlah kurang satu atau lebih asam amino essensial. Sebagian besar protein nabati merupakan protein tidak komplit (Almatsier, 2006). Kecuali pada kedelai, semua pangan nabati mempunyai protein dengan mutu yang lebih rendah dibandingkan hewani (Budiyanto, 2009).

Bahan makanan sumber protein hewani seperti telur, susu, keju, daging, unggas, ikan, dan kerang-kerangan. Sedangkan bahan makanan sumber protein

nabati seperti kacang kedelai dan hasilnya, seperti tempe, tahu, serta kacang-kacangan lainnya (Almatsier, 2006).

Tabel 2
 Nilai Protein berbagai Bahan Makanan (gram/100 gram)

Sumber Protein Hewani	Nilai Protein	Sumber Protein Nabati	Nilai Protein
Udang	21	Kacang kedelai	40,4
Hati ayam	19,7	Kacang tanah	27,9
Daging sapi	18,8	Kacang tolo	24,4
Daging ayam	18,2	Kacang ijo	22,2
Ikan segar	17	Tempe kedelai murni	18,3
Kerang	14,4	Kacang merah	13,9
Telur ayam	12,4	Tahu	10,9
Daging babi	11,9	Beras	8,4
Telur bebek	10,9	Daun singkong	6,8
Susu sapi	3,2	Susu kedelai	3,5

(Sumber: Mahmud dkk, *Daftar Komposisi Bahan Makanan (DKBM)*, 2005)

4. Kecukupan protein

Protein mempunyai peranan yang penting dalam transportasi zat besi di dalam tubuh. Kurangnya asupan protein akan menghambat transportasi zat besi sehingga mengakibatkan defisiensi zat besi dan mempercepat terjadinya anemia (Almatsier, 2009).

Asupan protein nabati dikategorikan menjadi kurang (<60% dari AKG), cukup (60-80% dari AKG) dan lebih (>80% dari AKG)). Sedangkan, asupan protein hewani dikategorikan menjadi kurang (<20% dari AKG), cukup (20-40% dari AKG), dan lebih (>40% dari AKG) (Sediaoetama, 2000).

Tabel 3
Angka Kecukupan Protein Remaja Putri

Golongan Umur (Tahun)	Protein (gram)
13-15 tahun	69
16-18 tahun	59

(Sumber: Kemenkes RI, Angka Kecukupan Gizi (AKG), 2013)

5. Peranan protein hewani terhadap pembentukan kadar hemoglobin

Protein dalam bahan makanan yang berasal dari hewan seperti protein daging dan ikan selain sebagai sumber protein juga sumber zat besi *heme* pembentuk hemoglobin darah. Protein dalam tubuh manusia berperan sebagai pembentuk butir-butir darah (*hemopoiesis*) yaitu pembentukan eritrosit dengan hemoglobin di dalamnya (Andarina dan Sumarmi, 2006).

Asupan protein hewani dapat meningkatkan penyerapan zat besi di dalam tubuh jika dibandingkan dengan protein nabati. Hal ini disebabkan zat besi di dalam makanan nabati berbentuk ikatan *ferric* yang harus dipecah terlebih dahulu menjadi *ferrous* oleh getah lambung sebelum diserap oleh tubuh. Sedangkan pada makanan hewani zat besi sudah dalam bentuk *ferrous* yang lebih mudah diserap oleh tubuh. Dengan rendahnya konsumsi asupan protein maka dapat menyebabkan rendahnya penyerapan zat besi oleh tubuh. Keadaan ini dapat mengakibatkan tubuh kekurangan zat besi dan dapat menyebabkan penurunan kadar hemoglobin (Nursin, 2012).

C. Zat Besi

1. Pengertian zat besi

Zat besi (Fe) merupakan mikromineral yang esensial bagi tubuh. Zat ini terutama diperlukan dalam *hemopoiesis* (pembentukan darah) yaitu dalam mensintesa hemoglobin (Hb). Hemoglobin terdiri dari Fe (zat besi), protoporfirin, dan globin ($\frac{1}{3}$ berat Hb terdiri dari Fe) (Depkes RI, 2001).

Zat besi bebas terdapat dalam dua bentuk yaitu *ferro* (Fe^{2+}) dan *ferri* (Fe^{3+}). Konversi kedua bentuk tersebut relatif mudah. Pada konsentrasi oksigen tinggi, umumnya besi dalam bentuk *ferri* karena terikat hemoglobin sedangkan pada proses transport transmembran, deposisi dalam bentuk *feritin* dan sintesis *heme* besi dalam bentuk *ferro*. Dalam tubuh, zat besi diperlukan untuk pembentukan kompleks besi sulfur dan *heme*. Kompleks zat besi sulfur diperlukan dalam kompleks enzim yang berperan dalam metabolisme energi. *Heme* tersusun atas cincin porfirin dengan atom besi di sentral cincin yang berperan mengangkut oksigen pada hemoglobin dalam eritrosit dan mioglobin dalam otot (Sukrat dan Sirichotiyakul, 2006).

2. Fungsi zat besi

Fungsi utama dari zat besi adalah mengangkut oksigen dari paru-paru ke jaringan dan mengangkut elektron di dalam proses pembentukan energi di dalam sel. Selain itu, mineral ini juga berperan sebagai komponen untuk membentuk mioglobin (protein yang membawa oksigen ke otot), kolagen (protein yang terdapat di tulang, tulang rawan, dan jaringan penyambung), serta enzim. Zat besi juga berfungsi dalam sistem pertahanan tubuh. Untuk mengangkut oksigen, zat besi harus bergabung dengan protein dan membentuk hemoglobin di dalam sel

darah merah dan myoglobin di dalam serabut otot. Bila bergabung dengan protein di dalam sel, zat besi membentuk enzim yang berperan di dalam pembentukan energi di dalam sel. Jadi, zat besi paling banyak ditemukan di dalam sel darah merah, zat inilah yang memberikan warna merah pada darah (Budiyanto, 2009).

Rata-rata kadar zat besi dalam tubuh sebesar 3-4 gram. Sebagian besar (\pm 2 gram) terdapat dalam bentuk hemoglobin dan sebagian kecil (\pm 130 mg) dalam bentuk mioglobin. Simpanan zat besi dalam tubuh terutama terdapat dalam hati dalam bentuk *feritin* dan *hemosiderin*. Dalam plasma, *transferrin* mengangkut 3 mg zat besi untuk dibawa ke sumsum tulang untuk *eritropoesis* dan mencapai 24 mg per hari. Sistem retikulo endoplasma akan mendegradasi zat besi dari eritrosit untuk dibawa kembali ke sumsum tulang untuk *eritropoesis* (Hinderaker, 2002).

3. Sumber zat besi

Sumber utama zat besi adalah bahan pangan hewani dan kacang-kacangan serta sayuran berwarna hijau tua. Sejauh ini, sumber yang terbaik untuk zat besi adalah hati, daging, dan ikan sebagai pilihan kedua. Zat besi dalam makanan dapat berbentuk *heme* dan *nonheme*. Zat besi *heme* adalah zat besi yang berikatan dengan protein berasal dari hemoglobin dan mioglobin, banyak terdapat dalam bahan makanan hewani misalnya daging, unggas, dan ikan. Zat besi *nonheme* adalah senyawa besi anorganik yang kompleks, zat besi *nonheme* ini umumnya terdapat dalam tumbuh-tumbuhan, seperti sereal, kacang-kacangan, buah-buahan, dan sayur-sayuran (Saifi, 2011).

Absorpsi zat besi *nonheme* sangat dipengaruhi oleh faktor yang mempermudah dan faktor yang menghambat, yang terdapat di dalam bahan makanan yang dikonsumsi. Sementara itu, zat besi *heme* tidak dipengaruhi oleh

faktor penghambat. Karena itu, jumlah zat besi *heme* yang dapat diabsorpsi lebih banyak dari pada zat besi dalam bentuk *nonheme* (Saifi, 2011).

Tabel 4
Nilai Zat Besi berbagai Bahan Makanan (mg/100 gram)

Bahan Makanan Hewani	Nilai Zat Besi	Bahan Makanan Nabati	Nilai Zat Besi
Hati ayam	9	Tempe	10
Udang segar	8	Kacang hijau	6,7
Daging babi	2,9	Tahu	5,4
Daging sapi	2,8	Kacang merah	5
Telur bebek	2,8	Bayam	3,9
Telur ayam	2,7	Sawi	2,9
Ikan segar	2	Kangkung	2,5
Susu sapi	1,7	Jagung	2,4
Daging ayam	1,5	Daun singkong	2
Keju	1,5	Beras giling	1,8

(Sumber: Mahmud dkk, Daftar Komposisi Bahan Makanan (DKBM), 2005)

4. Kecukupan zat besi

Taraf zat gizi besi bagi seseorang sangat dipengaruhi oleh jumlah konsumsinya melalui makanan, bagian yang diserap melalui saluran pencernaan, cadangan zat besi dalam jaringan, kebutuhan tubuh, dan ekskresi. Pembuangan zat besi keluar tubuh terjadi melalui beberapa jalan diantaranya melalui keringat 0,2-1,2 mg/hari, air seni 0,1 mg/hari, melalui feses dan menstruasi 0,5-1,4 mg/hari (Andriani dan Wirjatmadi, 2012). Klasifikasi tingkat asupan zat besi menurut Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi (2004), yaitu kurang (<80% AKG), baik (80-110% AKG), dan lebih (>110% AKG).

Tabel 5
Angka Kecukupan Zat Besi Remaja Putri

Golongan Umur (Tahun)	Zat Besi (mg)
13-15 tahun	26
16-18 tahun	26

(Sumber:Kemenkes RI, Angka Kecukupan Gizi (AKG), 2013)

5. Peranan zat besi terhadap pembentukan kadar hemoglobin

Zat besi ini diperlukan oleh tubuh dalam proses *hemopoesis* (pembentukan darah) yaitu dalam mensintesa hemoglobin. Defisiensi zat besi menyebabkan penurunan jumlah hemoglobin, rendahnya kadar hemoglobin pada gilirannya menyebabkan penurunan produksi sel darah merah normal. Kehilangan darah, diet rendah zat besi, rendahnya penyerapan zat besi akan menyebabkan anemia. Anemia defisiensi besi adalah penyebab paling umum dari anemia. Gejala terkait dengan penurunan keseluruhan jumlah sel darah merah dan tingkat hemoglobin. Jika zat besi tidak cukup didalam tubuh dibandingkan dengan apa yang dibutuhkan oleh tubuh, maka zat besi yang disimpan dalam tubuh (di dalam kompleks protein (*ferritin*), terdapat dalam hati, limpa, dan sumsum tulang) mulai akan digunakan. Pada keadaan ini, penyediaan zat besi untuk pembentukan sel-sel darah merah dalam sumsum tulang tidak cukup banyak sehingga sel-sel darah merah yang terbentuk menjadi kurang jumlahnya sehingga terjadi penurunan kadar hemoglobin, dan akhirnya terjadi anemia (Proverawati, 2011).

D. Asam Folat

1. Pengertian asam folat

Asam folat adalah bagian dari vitamin B kompleks yang bisa disebut juga dengan *folacin*, *liver lactobacillus cosil factor*, *factor U*, dan *factor R* atau vitamin B₁₁. Asam folat berbentuk kristal berwarna oranye kekuningan, tidak berasa dan berbau, larut di dalam air dan tidak larut di dalam minyak serta zat-zat pelarut lemak seperti alkohol dan ester. Struktur asam folat terdiri atas tiga komponen ialah inti *pteridine*, *para amino benzoat acid* (PABA), dan asam glutamat. Asam folat tahan terhadap pemanasan dalam larutan netral dan larutan alkali, tetapi tidak stabil di dalam suasana asam dan rusak oleh penyinaran cahaya (Sediaoetama, 2000).

Kekurangan asam folat dapat terjadi pada penyakit penyerta usus halus, karena pada keadaan ini absopsi asam folat terjadi gangguan khususnya asam folat yang bersumber dari makanan. Selain itu pada orang mengkonsumsi alkohol secara rutin juga akan mengalami gangguan absorpsi asam folat (Sudoyo dkk, 2007). Apabila kebutuhan asam folat tercukupi, tubuh dapat menyimpan sekitar 5-10 mg asam folat, dan hampir setengahnya disimpan di hati. Cadangan ini cukup untuk 2-3 bulan tanpa asupan folat dari makanan (Carmel, 2006).

2. Fungsi asam folat

Fungsi asam folat yaitu memindahkan atom karbon tunggal, mengubah antara serin dan glisin, oksidasi glisin, metilasi homosistein menjadi metionin, dan metilasi prekursor etanolamin menjadi vitamin koli, serta dibutuhkan untuk perubahan histidin menjadi glutamat. Asam folat juga berperan untuk

pembentukan sel darah merah dan sel darah putih di dalam sumsum tulang belakang (Almatsier, 2002).

Seseorang yang mengalami kekurangan asam folat akan mengalami gangguan metabolisme DNA (*Deoxyribo Nucleic Acid*), yang akan berakibat pada perubahan morfologi inti sel, terutama sel yang cepat pembelahannya, seperti sel darah merah, sel darah putih, dan sel epitel. Kekurangan asam folat dikarenakan kurangnya asupan, gangguan absorpsi, kebutuhan yang meningkat, dan pembelahan sel yang sangat cepat, serta pengaruh dari obat-obatan dan alkohol. Obat-obatan yang dapat mengganggu asam folat yakni aspirin, obat antikanker, antasid, dan kontrasepsi oral (Almatsier, 2002).

3. Sumber asam folat

Asam folat terdapat luas di dalam bahan makanan terutama dalam bentuk poliglutamat. Asam folat terutama terdapat di dalam sayuran hijau (istilah folat berasal dari kata latin *folium*, yang berarti daun hijau), hati, daging tanpa lemak, sereal utuh, biji-bijian, kacang-kacangan, dan jeruk. Sebanyak 75% asam folat di dalam makanan terdapat dalam bentuk poliglutamat dan sisanya sebagai monoglutamat. Karena asam folat mudah rusak pada pemanasan, dianjurkan tiap hari makan buah dan sayur mentah, atau sayur yang dimasak tidak terlalu matang (Almatsier, 2002).

Tabel 6
 Nilai Asam Folat berbagai Bahan Makanan (mcg/100 gram)

Bahan Makanan	mcg	Bahan Makanan	mcg
Hati ayam	1128	Daun kacang	109,8
Hati sapi	250	Kepiting	56
Kacang kedelai	210	Ubi jalar	52
Kacang merah	180	Gandum	49
Bayam	134	Ikan kembung	36,5
Kacang hijau	121	Jeruk mandarin	5,1

(Sumber: FAO, *Food Composition Table for Use in East Asia, 1972*)

4. Kecukupan asam folat

Kekurangan asam folat tentunya akan menyebabkan gangguan metabolisme DNA dan menghambat pertumbuhan, menyebabkan anemia megaloblastik, dan gangguan darah lainnya. Kebutuhan akan asam folat meningkat pada keadaan hamil, menyusui, dan leukimia (Almatsier, 2002). Klasifikasi tingkat asupan asam folat yaitu kurang (<80% AKG), baik (80-110% AKG), dan lebih (>110% AKG) (Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi, 2004).

Tabel 7
 Angka Kecukupan Asam Folat Remaja Putri

Golongan Umur (Tahun)	Asam Folat (mcg)
13-15 tahun	400
16-18 tahun	400

(Sumber: *Kemenkes RI, Angka Kecukupan Gizi (AKG), 2013*)

5. Peranan asam folat terhadap pembentukan kadar hemoglobin

Asam folat juga berperan untuk pembentukan sel darah merah dan sel darah putih di dalam sumsum tulang belakang (Almatsier, 2002). Asam folat

memiliki peranan dalam proses sintesis nukleoprotein dimana hal ini merupakan kunci pembentukan dan produksi butir-butir darah merah normal dalam susunan tulang. Asam folat diperlukan dalam berbagai reaksi biokimia dalam tubuh yang melibatkan pemindahan satu unit karbon dalam interkonversi asam amino misalnya konversi homosistein menjadi metionin dan serin menjadi glisin atau pada sintesis prekursor DNA purin (Besuni, Jafar, dan Indriasari, 2013).

Asam folat berperan dalam pemeliharaan *eritropoesis*, yang dapat membantu proses *eritropoesis* sel darah merah karena asam folat yaitu sebagai pemulihan dan pemeliharaan *hematopoesis* normal, sehingga dapat membantu meningkatkan kadar hemoglobin. Proses *hematopoesis* adalah proses sumsum tulang membuat sel darah merah sesuai dengan yang dibutuhkan oleh tubuh. Proses inilah yang akan membutuhkan asam folat (Herawati, 2009).

E. Remaja

1. Pengertian remaja

Remaja atau *adolescence* berasal dari bahasa Latin (*adolescere*) yang artinya tumbuh. Pada masa ini terjadi proses kehidupan menuju kematangan fisik dan perkembangan emosional antara anak-anak dan sebelum dewasa. Kategori periode usia remaja dari berbagai referensi berbeda-beda, namun WHO menetapkan remaja (*adolescent*) berusia antara 10-19 tahun. Pembagian kelompok remaja tersebut adalah remaja awal (*early adolescent*) usia 10-14 tahun atau 13-15 tahun, remaja menengah (*middle adolescent*) usia 14/15-17 tahun, dan remaja akhir (*late adolescent*) usia 17-21 tahun. Terdapat istilah lain yaitu *youth* untuk usia 17-24 tahun, atau *young people* untuk usia 10-24 tahun. Beberapa

permasalahan terkait gizi akan terjadi pada periode transisi kehidupan remaja ini (Briawan, 2014).

Selama masa remaja, seseorang akan mengalami pertumbuhan fisik yang sangat pesat. Selain perubahan fisik karena bertambahnya massa otot, bertambahnya jaringan lemak dalam tubuh, juga terjadi perubahan hormonal. Perubahan-perubahan itu mempengaruhi kebutuhan gizi dan makanan mereka. Sesungguhnya pada usia remaja tumbuh kembang tubuh berlangsung lambat bahkan akan terhenti menjelang usia 18 tahun (Moehji, 2017). Asupan zat gizi yang seimbang dan sesuai dengan kebutuhan remaja akan membantu remaja mencapai pertumbuhan dan perkembangan yang optimal (Sulistyoningsih, 2011).

2. Masalah gizi pada remaja

Perubahan komposisi tubuh pada usia remaja merupakan faktor penting yang mempengaruhi kebutuhan gizi pada usia remaja. Demikian juga pengaruh hormonal yaitu sekresi hormon progesteron pada wanita. Berbagai bentuk gangguan gizi pada usia remaja sering terjadi. Selain kekurangan energi dan protein, anemia gizi juga sering terjadi. Berbagai faktor yang memicu masalah gizi pada usia remaja antara lain (Moehji, 2017):

1) Kebiasaan makan yang buruk

Kebiasaan makan yang buruk yang berpangkal pada kebiasaan makan keluarga juga tidak baik sudah tertanam sejak kecil akan terus terjadi pada usia remaja. Mereka makan seadanya tanpa mengetahui kebutuhan akan berbagai zat gizi dan dampak tidak dipenuhinya kebutuhan zat gizi tersebut terhadap kesehatan mereka.

2) Pemahaman gizi yang keliru

Tubuh yang langsing sering menjadi idaman bagi para remaja terutama remaja putri. Hal itu sering menjadi penyebab masalah, karena untuk memelihara kelangsingan tubuh mereka menerapkan pembatasan makanan secara keliru. Hanya makan sekali sehari atau makan makanan seadanya, tidak makan nasi merupakan penerapan prinsip pemeliharaan gizi yang keliru dan mendorong terjadinya gangguan gizi.

3) Kesukaan yang berlebihan terhadap makanan tertentu

Kesukaan yang berlebihan terhadap makanan tertentu saja menyebabkan kebutuhann zat gizi tak terpenuhi. Keadaan tersebut terkait dengan “mode” yang tengah marak dikalangan remaja.

4) Promosi yang berlebihan melalui media masa

Usia remaja merupakan usia di mana mereka sangat mudah tertarik pada hal-hal yang baru. Kondisi itu dimanfaatkan oleh pengusaha makanan dengan mempromosikan produk makanan mereka, dengan cara yang sangat mempengaruhi para remaja.

Masalah gizi yang sering muncul pada usia remaja antara lain (Andriani dan Wirjatmadi, 2012):

- 1) Makan tidak teratur.
- 2) Kehamilan.
- 3) Gangguan makan.
- 4) Obesitas (kegemukan).
- 5) Alkohol dan penyalahgunaan obat.
- 6) Jerawat.

7) Anemia.

Datangnya menstruasi pada anak perempuan usia remaja sering penyebab terjadinya gangguan gizi seperti anemia. Hal tersebut berakibat pada gangguan fungsi kognitif, kemampuan akademik rendah, dan menurunnya kapasitas fisik. Pada remaja wanita yang sedang bekerja, anemia akan menurunkan produktivitas kerja, sedangkan pada remaja wanita yang masih sekolah akan menurunkan kemampuan akademis. Khususnya remaja wanita, masalah anemia akan terus berlanjut setelah remaja, karena akan mengalami menstruasi, dilanjutkan proses kehamilan dan menyusui (Briawan, 2014).