

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Pustaka

1. Hemoglobin

a. Definisi Hemoglobin

Hemoglobin adalah komponen utama sel darah merah atau eritrosit yang terdiri dari kandungan heme (zat besi) dan rantai polipeptida globin (alfa, beta, gama, dan delta). Heme adalah gugus prostetik yang terdiri dari atom zat besi, sedangkan globin adalah protein yang dipecah menjadi asam amino. Hemoglobin terdapat dalam sel-sel darah merah dan merupakan pigmen pemberi warna merah sekaligus pembawa oksigen dari paru-paru ke seluruh sel-sel tubuh (Fadlilah, 2018)

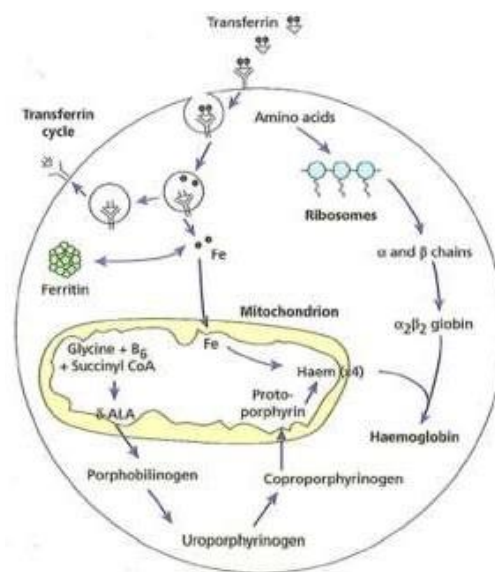
Hemoglobin memiliki dua fungsi pengangkutan penting dalam tubuh, yaitu pengangkutan oksigen ke jaringan dan pengangkutan karbondioksida dan proton dari jaringan perifer ke organ pernapasan. Jika jumlah hemoglobin dalam sel darah merah (eritrosit) rendah, maka kemampuan sel darah merah membawa oksigen ke seluruh jaringan tubuh juga menurun dan tubuh menjadi kekurangan oksigen, sehingga akan menyebabkan terjadinya anemia (L. A. Sari *et al.*, 2020). Kadar hemoglobin normal remaja putri yaitu 12-15 g/dL dan pada remaja putra yaitu 13-17 g/dL. Kadar hemoglobin yang rendah menandakan bahwa seseorang mengalami anemia (WHO, 2011).

b. Pembentukan Hemoglobin

Protoporfirin dibentuk oleh mitokondria. Protoporfirin bergabung dengan zat besi (Fe) dari luar masuk ke dalam berikatan dengan transferrin. Zat besi masuk kemudian bergabung dengan protoporfirin di dalam mitokondria, sedangkan transferinnya keluar. Zat besi masuk di eritrosit menuju ke mitokondria bergabung dengan protoporfirin. Makanan yang dikonsumsi mengandung zat besi. Zat besi juga disimpan di dalam tubuh dalam bentuk ferritin, jadi sumber zat besi bisa dari luar atau dari simpanan yang sudah ada, yaitu yang disimpan dalam bentuk ferritin. Zat besi bergabung dengan protoporfirin menghasilkan heme dan keluar dari mitokondria. Heme didalamnya ada zat besi. Heme satu kali produksi kurang lebih ada empat heme, kemudian heme akan dibentuk sintesis protein yang dilakukan oleh ribosom (Setyowatiningsih *et al.*, 2021).

Sintesis heme terjadi di mitokondria diawali dengan kondensasi glisin dan suksinil koenzim A menjadi asam δ -aminolevulinat (ALA) dengan menggunakan enzim ALA sintase. *Pyridoxal phosphate* (vitamin B6) berperan sebagai koenzim dalam pembentukan ALA yang distimulasi oleh hormon *erythropoietin*. ALA diangkut dari mitokondria ke sitoplasma, melalui serangkaian reaksi biokimia membentuk *coproporphyrinogen*. Molekul ini akan memasuki mitokondria dan menjadi *protoporphyrin*. Bantuan enzim, ferro (Fe^{2+}) dalam mitokondria akan bergabung dengan protoporfirin membentuk heme. Ribosom menghasilkan protein yang

disebut globin. Globin dibentuk dari 2α globin dan 2β globin bergabung dengan heme yang di dalamnya ada zat besi. Globin yang terbentuk dari dua rantai α globin dan dua rantai β globin akan bergabung dengan heme menjadi hemoglobin (Luciana *et al.*, 2019). Gambar 2.1 berikut menunjukkan proses pembentukan hemoglobin.



Gambar 2.1 Proses Pembentukan Hemoglobin
(Setyowatiningsih *et al.*, 2021)

Gangguan dalam pengikatan zat besi ke hemoglobin menyebabkan pembentukan sel darah merah dengan sitoplasma yang kecil (mikrositer) dan kurang mengandung hemoglobin di dalamnya (hipokromia). Kegagalan sitoplasma sel eritrosit berinti untuk mengikat zat besi membentuk hemoglobin. Rendahnya kadar zat besi dalam darah dapat terjadi karena kekurangan asupan zat gizi, berkurangnya penyerapan zat besi (terutama dari lambung), dan peningkatan kebutuhan zat besi (kehamilan dan

perdarahan). Ketidakmampuan sel darah merah untuk mengikat zat besi, disebabkan oleh rendahnya kadar transferin dalam darah. Sel eritrosit berinti maupun retikulosit hanya memiliki reseptor transferin dan tidak memiliki reseptor zat besi. Transferin hanya zat besi elemental dan membentuk 1 ml sel darah merah diperlukan 1 mg zat besi elemental (Rosita *et al.*, 2019).

c. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kadar Hemoglobin

1) Riwayat Penyakit Infeksi

Penyakit infeksi misalnya diare, kecacingan, HIV/AIDS, malaria, pneumonia adalah penyakit yang disebabkan oleh masuk dan berkembang biaknya mikroorganisme seperti bakteri, virus jamur, prion, dan protozoa ke dalam tubuh sehingga menyebabkan kerusakan organ (Hamidiyah *et al.*, 2019). Penyakit infeksi mempengaruhi asupan makanan, penyerapan zat gizi, penyimpanan, dan penggunaan berbagai zat gizi yang berkontribusi terhadap anemia. Anemia dapat menurunkan daya tahan tubuh sehingga mudah terkena infeksi. Telah diketahui secara luas bahwa infeksi merupakan salah satu faktor yang menyebabkan anemia (Nurrahman *et al.*, 2020).

2) Pola Makan

Pola makan adalah perilaku seseorang dalam memenuhi kebutuhan makanan yang meliputi sikap, kepercayaan dan pemilihan makanan (Y. D. Sari *et al.*, 2020). Pola makan sangat berpengaruh

terhadap kadar hemoglobin dimana remaja kebanyakan yang memiliki status zat besi yang rendah biasanya disebabkan oleh kualitas pola konsumsi makanan yang rendah. Penyerapan zat besi heme dilihat dari status zat besi dari orang yang mengkonsumsinya. Informasi tentang jenis dan jumlah makanan yang dikonsumsi setiap hari oleh seseorang disebut pola makan. Pola makan dapat dipengaruhi oleh faktor pendidikan dimana biasanya dikaitkan dengan pengetahuan memilih bahan makanan. Biasanya orang akan memilih porsi makanan yang mengandung karbohidrat yang lebih banyak dibandingkan dengan kelompok pangan lainnya (Chibriyah *et al.*, 2018).

3) Jenis kelamin

Jenis kelamin dapat mempengaruhi pemilihan menu makanan, dimana remaja putri mempunyai risiko yang lebih tinggi terkena anemia dari pada remaja putra. Hal tersebut disebabkan remaja putri seringkali menjaga penampilan, keinginan untuk tetap langsing atau kurus sehingga berdiet dan mengurangi makan. Diet yang tidak seimbang dengan kebutuhan zat gizi tubuh akan menyebabkan tubuh kekurangan zat besi dan bila hal ini terjadi secara terus menerus dalam jangka lama dapat menyebabkan kadar hemoglobin terus berkurang dan menimbulkan anemia (Fitriasnani *et al.*, 2020).

4) Tablet Tambah Darah (TTD)

Tablet tambah darah adalah suplemen yang mengandung zat besi. Zat besi adalah mineral yang dibutuhkan untuk membentuk sel darah merah (Ayupir, 2021). Tablet tambah darah bila diminum secara teratur dan sesuai aturan dapat mencegah dan menanggulangi anemia. Dosis dan cara pemberian tablet tambah darah pada wanita usia subur dianjurkan diminum secara rutin dengan dosis satu tablet tiap minggu dan satu tablet setiap hari pada masa haid atau menstruasi. Angka kecukupan zat besi untuk perempuan kelompok umur 13-15 tahun dan 15- 18 tahun adalah 26 mg/hari (Sab'ngatun *et al.*, 2021).

5) Usia

Salah satu unsur yang mempengaruhi kadar hemoglobin adalah usia, dan sangat umum bagi orang yang masih anak-anak, orang tua, atau ibu hamil mengalami penurunan kadar hemoglobin. Dimana kadar hemoglobin neonatus lebih tinggi daripada anak usia 1 tahun dan kadar hemoglobin pria dewasa lebih tinggi daripada wanita dewasa. Semakin bertambahnya usia maka semakin menurun fungsi fisiologis dari organ manusia, terutama pada sumsum tulang yang dimana fungsinya sebagai tempat pembentukan sel darah merah (Atik *et al.*, 2022).

d. Pengukuran Kadar Hemoglobin

Parameter yang digunakan untuk mengetahui seseorang mengalami anemia secara luas adalah hemoglobin. Kadar Hemoglobin darah ditentukan dengan bermacam-macam metode, sebagai berikut:

1) Metode Sahli

Metode Sahli adalah metode yang paling sederhana dimana hemoglobin dihidrolisis dengan HCl menjadi globin ferroheme, yang kemudian dioksidasi oleh oksigen menjadi ferriheme dan segera bereaksi dengan ion Cl membentuk *ferrihemechlorida* (hematin), yang berwarna coklat (Purba *et al.*, 2019).

2) Metode *Cyanmethemoglobin*

Metode *cyanmethemoglobin* merupakan metode yang lebih canggih dimana hemoglobin dioksidasi dengan kalium ferrosianida menjadi *methemoglobin*, yang kemudian bereaksi dengan ion sianida (CN²⁻) membentuk *cyanmethemoglobin* yang berwarna merah (Wigati *et al.*, 2021).

3) *Portable* hemoglobinometer

Hemoglobinometer adalah alat untuk mengukur konsentrasi hemoglobin dalam darah, dengan pengukuran spektrofotometri dari konsentrasi hemoglobin. *Portable* hemoglobinometer adalah alat noninvasif untuk menentukan konsentrasi oksigen di jaringan yang diambil dari permukaan kulit (Ningrum *et al.*, 2022).

2. Anemia

a. Pengertian Anemia

Anemia adalah suatu kondisi dimana jumlah sel darah merah dan kadar hemoglobin menurun, sehingga tidak dapat memenuhi dan menyediakan oksigen dan jaringan tubuh, akibatnya kekurangan zat besi dari konsumsi makanan, atau kehilangan darah yang berlebihan dan tidak mampu diganti dari konsumsi makanan (Mutiara *et al.*, 2021). Kebutuhan fisiologis bervariasi untuk setiap kelompok orang menurut usia, jenis kelamin, tempat tinggal, kebiasaan merokok dan tahap kehamilan (Sudarti *et al.*, 2023).

b. Gejala Anemia

Gejala anemia karena kekurangan zat besi bergantung pada kecepatan terjadinya anemia pada diri seseorang. Gejalanya dapat berkaitan dengan kecepatan penurunan kadar hemoglobin, karena penurunan kadar hemoglobin memengaruhi kapasitas membawa oksigen, maka setiap aktivitas fisik pada anemia kekurangan zat besi akan menimbulkan sesak napas. Gejala khas dari anemia kekurangan zat besi adalah lesu, lemah, letih, lelah dan lunglai (5L), sering mengeluh pusing dan mata berkunang-kunang. Gejala lebih lanjut adalah kelopak mata, bibir, lidah, kulit dan telapak tangan menjadi pucat kuku yang berubah menjadi rapuh dan bergaris-garis vertikal dan menjadi cekung sehingga mirip sendok, akan terjadi atropi lidah yang menyebabkan permukaan lidah tampak licin dan

mengkilap yang disebabkan oleh menghilangnya papil lidah. Adanya peradangan pada sudut mulut sehingga tampak sebagai bercak warna pucat keputihan (Fitriany *et al.*, 2018).

c. Dampak Anemia

Anemia dapat menyebabkan berkurangnya penyediaan oksigen untuk jaringan. Hal ini dapat mengakibatkan berbagai kelainan seperti gangguan kapasitas kerja, gangguan proses mental, gangguan imunitas dan ketahanan penyakit infeksi. Dampak anemia pada remaja putri dapat menyebabkan menurunnya prestasi belajar, menurunnya daya tahan tubuh sehingga mudah terkena penyakit infeksi, tingkat kebugaran menurun dan gangguan tumbuh kembang, perkembangan motorik, mental dan kecerdasan terhambat. Kekurangan zat besi pada remaja disebabkan remaja mengalami pertumbuhan yang sangat cepat sehingga membutuhkan nutrisi dalam jumlah banyak (Dameria *et al.*, 2022).

3. Remaja Putri

a. Pengertian Remaja Putri

Masa remaja merupakan masa pertumbuhan dan perkembangan, baik fisik, mental, dan aktivitas, dimana kebutuhan makanan yang mengandung zat-zat gizi menjadi cukup besar. Perubahan gaya hidup dan kebiasaan makan remaja juga dapat mempengaruhi tingkat asupan dan keadaan kebutuhan gizinya. Remaja putri berisiko tinggi terkena anemia, terutama anemia gizi besi, karena masa remaja memerlukan zat gizi yang

lebih tinggi termasuk zat besi untuk percepatan pertumbuhan, perkembangan dan menstruasi (Nababan *et al.*, 2022). Remaja putri seringkali melakukan diet yang keliru yang bertujuan untuk menurunkan berat badan, diantaranya mengurangi asupan hewani yang diperlukan untuk pembentukan hemoglobin dalam darah (Hidayati *et al.*, 2019).

4. Pengetahuan Gizi

a. Pengertian Pengetahuan Gizi

Pengetahuan gizi adalah kemampuan seseorang dalam mengingat kembali kandungan gizi makanan, sumber zat gizi tersebut serta penggunaannya dalam tubuh. Pengetahuan gizi meliputi proses kognitif yang diperlukan untuk menghubungkan informasi gizi dengan perilaku makan untuk mengembangkan struktur pengetahuan yang baik tentang gizi dan kesehatan. Tingkat pengetahuan gizi saat pemilihan makanan dan selanjutnya mempengaruhi status gizi individu (Nova *et al.*, 2018).

b. Cara Mengukur Pengetahuan

Pengetahuan merupakan resultan dari akibat proses penginderaan terhadap suatu objek. Penginderaan tersebut sebagian besar dari penglihatan dan pendengaran. Pengukuran atau penilaian pengetahuan pada umumnya dilakukan melalui tes atau wawancara dengan alat bantu kuesioner berisi materi yang ingin diukur dari responden. Pengetahuan secara umum dikelompokkan menjadi dua jenis yaitu pertanyaan subjektif, seperti pertanyaan *essay* dan pertanyaan objektif, seperti pilihan ganda (*multiple*

choice), benar-salah dan pertanyaan menjodohkan (sejenis). Skor nol jika responden menjawab salah dan satu jika pertanyaan dijawab dengan benar (Angka *et al.*, 2019).

5. Zat Besi

a. Pengertian Zat Besi

Zat besi merupakan mikro elemen penting bagi tubuh, yang dibutuhkan dalam pembentukan darah, terutama dalam sintesis hemoglobin. Kelebihan zat besi disimpan sebagai feritin dan hemosiderin di hati, sumsum tulang belakang, limfa dan otot. Kekurangan zat besi menyebabkan penurunan kadar feritin diikuti dengan penurunan kejenuhan transferin atau peningkatan protoforifin. Keadaan tersebut jika berlanjut, maka akan terjadi anemia defisiensi besi, dimana kadar hemoglobin turun di bawah nilai normal (Budiana *et al.*, 2020).

b. Fungsi Zat Besi

Zat besi mempunyai beberapa peran penting dalam tubuh, yaitu sebagai pengangkut oksigen dari paru-paru ke jaringan tubuh, sebagai pengangkut elektron di dalam sel, sebagai bagian dari enzim dalam jaringan tubuh. Kekurangan zat besi dapat menyebabkan daya tahan tubuh menurun, dan dapat menurunkan kadar hemoglobin (Thamrin *et al.*, 2021).

c. Penyerapan Zat Besi Heme dan Non Heme

Zat besi dalam makanan terbagi menjadi dua jenis, yaitu heme (bahan makanan hewani) dan non heme (bahan makanan nabati).

Penyerapan zat besi heme lebih baik daripada zat besi non heme. Zat besi heme diserap sebanyak 20-30%, sementara zat besi non heme hanya diserap 1-6% (Putri *et al.*, 2022).

Asupan zat besi non heme memiliki tingkat penyerapan dan bioavailabilitas yang rendah. Bioavailabilitas zat besi non heme dipengaruhi oleh berbagai komponen makanan yang dapat menghambat atau meningkatkan penyerapan. Penghambatan penyerapan zat besi (inhibitor) non heme yaitu bahan makanan yang mengandung polifenol, oksalat, zink, kalsium, fosfat dan asam fitat yang biasanya ditemukan dalam jagung, gandum, beras merah, sayur-sayuran, kacang-kacangan mengkonsumsi makanan dan minuman yang mengandung kafein, tanin seperti kopi, coklat, teh, susu dan buah-buahan beralkohol seperti durian, nanas, dan mangga kweni (Agustina, 2019).

Asupan zat besi heme memiliki tingkat penyerapan dan bioavailabilitas tinggi, dikarenakan zat besi heme tersedia dalam bentuk zat besi Fe^{2+} (ferro) yang langsung dapat diserap dan tidak dipengaruhi zat yang dapat menghambat penyerapan. Daftar bahan makanan yang mengandung tinggi zat besi, baik heme maupun non heme dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1
Daftar Bahan Makanan yang Mengandung Zat Besi

Bahan Makanan	Kandungan Zat Besi mg /100 g
Zat Besi Hewani	
Ikan Teri, Kering, Tawar	23,4
Ikan Peda	22,6
Hati Ayam (segar)	15,8
Kerang (segar)	15,6
Abon Sapi	12,3
Hati Sapi (segar)	4
Daging Sapi (segar)	2,9
Daging Ayam (segar)	1,5
Zat Besi Nabati	
Oncom	27
Kacang Merah	10,3
Kacang Kedelai	10
Kacang Hijau	7,5
Bayam Merah	7
Kacang Tanah	5,7
Daun Kelor	6
Tempe	4
Tahu	3,4

Sumber: Almatsier, (2010)

Peningkatan penyerapan zat besi (*enhancer*) dari sumber vitamin C seperti pada jeruk, papaya, mangga, jambu merah. Sumber protein hewani tertentu yang contohnya penyerapan, seperti: daging sapi, daging ayam telur dan ikan. Vitamin C membantu penyerapan zat besi non heme dengan merubah bentuk feri menjadi fero yang mudah diserap (Fitriyaa *et al.*, 2020).

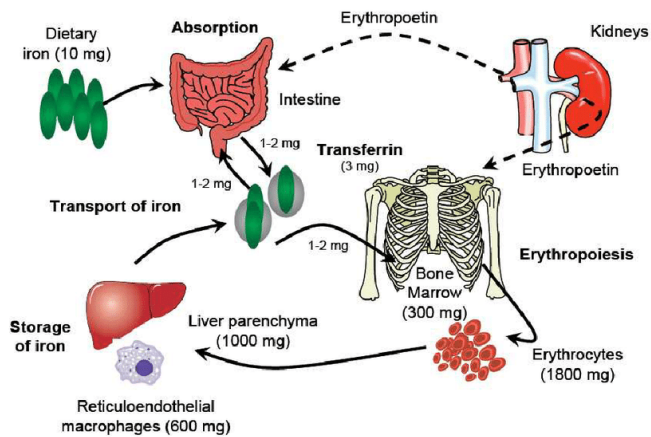
d. Penyerapan dan Metabolisme Zat Besi

Zat besi dari makanan akan diserap oleh usus, hanya ada sebagian zat besi yang masuk tidak semuanya terserap, hanya sekitar 1-2 mg besi

yang berhasil masuk. Zat besi yang berhasil masuk kemudian sebagian dibawa ke sumsum tulang untuk menjalani proses eritropoesis (proses pembentukan sel darah merah). Ketika pembentukan sel darah merah, kemudian akan masuk ke dalam aliran darah menuju ke liver (hati) dan sebagian akan disimpan dalam bentuk simpanan besi, di dalam liver terdapat makrofag yang berfungsi untuk memakan sel darah merah yang sudah rusak, lalu melepaskan zat besi didalamnya sehingga bisa didaur ulang. Proses ini merupakan proses yang pada akhirnya akan membantu liver melepaskan zat besi. Zat besi sebagian dibuang lagi melalui usus. Usus akan menuju sumsum tulang lalu sebagian 300 mg dan 10 mg digunakan untuk pembentukan sel darah merah, sebagian dibuat untuk tujuan lain (Handayani *et al.*, 2021). Bila cadangan zat besi dalam tubuh berkurang atau kebutuhan zat besi meningkat, maka penyerapan zat besi akan meningkat, sebaliknya bila cadangan zat besi meningkat maka penyerapan zat besi akan berkurang.

Zat besi bisa diserap ketika masuk ke dalam lambung dan usus. Zat besi yang masuk dalam bentuk Fe^{3+} untuk diubah menjadi Fe^{2+} . Vitamin C mempunyai manfaat untuk mempermudah proses ketika Fe^{2+} masuk, kemudian diubah lagi menjadi Fe^{3+} atau sebaliknya. Proses ini terjadi bolak-balik, kemudian Fe^{2+} akan masuk ke dalam aliran darah melalui transporter (ferroportin), kemudian di aliran darah bisa terikat dalam molekul lain yang disebut transferrin. Transferrin membawa Fe^{3+} untuk menunjukkan ionik

dari zat besi diedarkan, karena sistem pembawa dan sistem alirannya bisa saja berbeda. Fe^{3+} masuk ke jaringan hati, kemudian disimpan dalam bentuk ferritin, sebagian ferritin dipecah ketika dibutuhkan untuk dibawa lagi ke aliran darah dan ke sumsum tulang untuk membentuk sel darah merah (Rahmad, 2017). Gambar 2.2 berikut menunjukkan penyerapan dan metabolisme zat besi.



Gambar 2.2 Penyerapan dan Metabolisme Zat Besi
(Yutarti *et al.*, 2023 ; Kurniati, 2020)

6. Protein

a. Definisi Protein

Protein terdiri dari asam-asam amino. Protein berfungsi sebagai katalisator, pembawa, penggerak, pengatur, ekspresi genetika, dan untuk pertumbuhan. Protein juga mengatur keseimbangan air di dalam tubuh, memelihara netralisasi tubuh dan membantu antibodi dan mengangkut zat-

zat gizi. Protein memegang peran penting dalam mengangkut zat gizi dari saluran pencernaan ke dalam darah, dari darah ke jaringan, melalui membrane sel kedalam sel-sel (Alawiyah *et al.*, 2015).

Sumber protein makanan dibagi menjadi dua jenis yaitu protein hewani dan protein nabati. Sumber pangan hewani seperti susu, telur, unggas, ikan, udang, susu dan kerang. Sumber pangan nabati seperti tempe, tahu, dan kacang-kacangan (Mita, 2023).

b. Fungsi dan Peran Protein

Fungsi protein antara lain, sebagai berikut (Tania, 2018):

- 1) Zat pertumbuhan tubuh untuk membangun sel-sel dalam tubuh.
- 2) Sebagai sumber energi apabila karbohidrat dan protein tidak mencukupi.
- 3) Sebagai pembentuk hormon.
- 4) Sebagai enzim yang membuat beberapa reaksi kimia berlangsung lebih cepat.
- 5) Menetralkan keseimbangan asam dan basa dalam tubuh.
- 6) Membantu mengangkut zat-zat lain dalam darah seperti hemoglobin dan lipoprotein.
- 7) Sebagai sistem imun dengan membantu membentuk limfosit dan antibodi yang membantu mempertahankan keseimbangan cairan dan elektrolit dapat menetralkan kelebihan asam dan basa dalam tubuh sehingga dapat mempertahankan pH normal.

Protein berperan penting dalam mengangkut zat besi ke seluruh tubuh. Kurangnya asupan protein akan menyebabkan penghambatan transportasi zat besi, yang menyebabkan kekurangan zat besi dan kekurangan kadar hemoglobin. Transferin adalah suatu glikoprotein yang disintesis di hati. Protein ini berperan sentral dalam metabolisme zat besi tubuh, karena transferin membawa zat besi yang bersirkulasi ke tempat yang dibutuhkan, seperti dari usus ke sumsum tulang untuk membentuk hemoglobin baru. Feritin adalah protein lain yang penting dalam metabolisme zat besi. Kondisi normal, feritin menyimpan zat besi, yang dapat digunakan saat dibutuhkan (Gumilang *et al.*, 2021).

7. Hubungan Pengetahuan Gizi, Asupan Protein dan Asupan Zat Besi dengan Kadar Hemoglobin
 - a. Hubungan Pengetahuan Gizi dengan Kadar Hemoglobin

Pengetahuan gizi adalah sesuatu yang diketahui tentang makanan dalam hubungannya dengan kesehatan optimal. Pengetahuan menyangkut unsur konservatif dan progresif (perubahan). Unsur konservatif dari pengetahuan memberikan akibat atau sebagian akibat dari generasi sebelumnya ke generasi pewaris sesudahnya. Unsur progresif akan memberikan dampak positif dari perubahan sebagai akibat adanya pengetahuan. Pengetahuan gizi dan kesehatan yang dimiliki seseorang diharapkan akan membawa perubahan perilaku yang lebih baik (Samiatulmilah, 2018).

Tingkat pengetahuan gizi dan kesehatan tersebut diharapkan dapat berdampak positif dalam perilaku hidup sehat. Pengetahuan tersebut dapat diketahui melalui transfer dari orang lain. Pengetahuan yang tinggi cenderung memilih bahan makanan yang baik dibanding mereka yang berpengetahuan rendah. Pengetahuan tentang gizi sangat berperan penting dalam pemenuhan gizi remaja supaya terhindar dari berbagai gangguan gizi khususnya anemia (Sadrina *et al.*, 2021).

b. Hubungan Asupan Protein dengan Kadar Hemoglobin

Protein merupakan zat gizi yang sangat penting bagi tubuh karena selain berfungsi sebagai sumber energi dalam tubuh juga berfungsi sebagai zat pembangun dan pengatur (Rizal *et al.*, 2023). Protein berperan penting dalam transportasi zat besi dalam tubuh. Kurangnya asupan protein akan mengakibatkan transportasi zat besi terhambat sehingga akan terjadi kekurangan zat besi (Hardiansyah *et al.*, 2023).

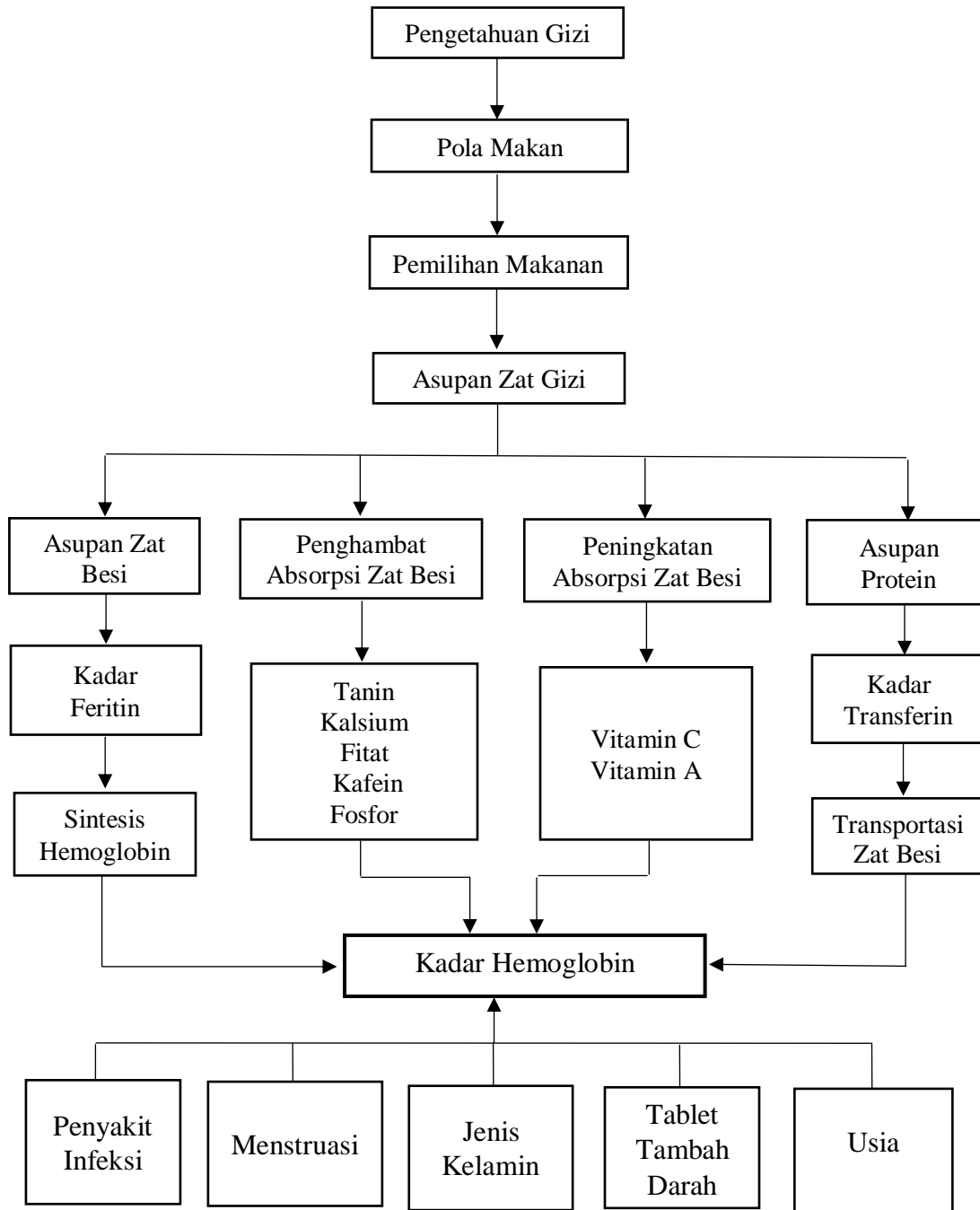
Sebagian zat besi di dalam tubuh dapat terkonjugasi dengan protein. Salah satu bentuk konjugasi itu adalah transferin yang merupakan konjugat zat besi yang berfungsi dalam pengangkutan ferritin dan berpindah ke tempat pembentukan sel darah baru. Ferritin adalah protein intraseluler yang dapat menyimpan zat besi dan melepaskan zat besi secara terkendali. Kondisi normal, ferritin menyimpan zat besi yang dapat diambil kembali untuk digunakan sesuai kebutuhan (Yulianti *et al.*, 2023). Asupan protein yang kurang akan mengakibatkan transportasi zat besi terhambat sehingga

akan terjadi defisiensi zat besi yang ditandai dengan penurunan kadar hemoglobin di bawah nilai normal (Yuliati *et al.*, 2017).

c. Hubungan Asupan Zat Besi dengan Kadar Hemoglobin

Zat besi merupakan unsur penting yang ada dalam tubuh dan dibutuhkan untuk membentuk sel darah. Zat besi merupakan komponen heme yang merupakan bagian dari hemoglobin. Absorpsi zat besi terjadi di bagian atas usus halus (duodenum) dengan bantuan protein dalam bentuk transferin. Transferin darah sebagian besar membawa besi ke sumsum tulang yang selanjutnya digunakan untuk membuat hemoglobin yang merupakan bagian dari sel darah merah (Sadrina *et al.*, 2021). Defisiensi zat besi dapat mengakibatkan simpanan zat besi dalam tubuh akan 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 (Riawan *et al.*, 2023).

B. Kerangka Teori



Gambar 2.3 Kerangka Teori

Sumber: Modifikasi dari: Nova *et al.*, (2018) , Budiana *et al.*, (2020) , Agustina, (2019) , Fitriyaa *et al.*, (2020) , Rahmad, (2017)