

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Pustaka

1. Remaja

Masa remaja merupakan fase transisi dari masa kanak-kanak menuju dewasa, dengan rentang usia 10 - 19 tahun (*World Health Organization*, 2020). Kementerian Kesehatan RI membagi periode usia remaja menjadi tiga, yaitu remaja awal (10-13 tahun), remaja menengah (14-16 tahun) dan remaja akhir (17-19 tahun) (KemenKes RI, 2021).

World Health Organization (WHO) mendefinisikan remaja sebagai fase yang sangat penting karena sedang mengalami puncak masa pertumbuhan (*World Health Organization*, 2020). Remaja merupakan aset bangsa untuk terciptanya generasi yang baik di masa yang akan datang. Masa remaja ditandai dengan perubahan yang cepat dalam pertumbuhan fisik, kognitif dan psikososial atau tingkah laku (Permatasari *et al.*, 2020).

Remaja putri termasuk ke dalam kategori yang rentan karena sedang terjadi percepatan pertumbuhan dan perkembangan yang memerlukan energi dan asupan gizi yang lebih banyak, serta perubahan gaya hidup dan kebiasaan makan yang kadang tidak sesuai (Rasmaniar *et al.*, 2023). Setiap bulannya remaja putri akan kehilangan darah melalui menstruasi, sehingga berpotensi menurunkan kadar zat besi dalam tubuh (Putriwati *et al.*, 2024).

2. Anemia

a. Pengertian Anemia

Anemia diketahui sebagai penyakit kurang darah yang ditandai dengan kadar hemoglobin (Hb) atau sel darah merah dalam darah berada di bawah normal (KemenKes RI, 2016). Anemia merupakan akibat ketidakmampuan jaringan pembentuk sel darah merah dalam produksinya guna mempertahankan kadar hemoglobin pada tingkat normal (Salma & Andriani, 2023).

Tabel 2. 1

Anemia menurut Kelompok Umur

Populasi	Tidak anemia (g/dL)	Anemia (g/dL)		
		Ringan	Sedang	Berat
Anak 6-59 bulan	≥ 11	10 – 10,9	7 – 9,9	< 7
Anak 5-11 tahun	$\geq 11,5$	11 – 11,4	8 – 10,9	< 8
Anak 12-14 tahun	≥ 12	11 – 11,9	8 – 10,9	< 8
Perempuan ≥ 15 tahun	≥ 12	11 – 11,9	8 – 10,9	< 8
Ibu hamil	≥ 11	10 – 10,9	7 – 9,9	< 7

Sumber : WHO, 2011

Anemia gizi adalah anemia yang timbul karena kekurangan zat besi, sehingga pembentukan sel-sel darah merah dan fungsi lain dalam tubuh akan terganggu (Betesh *et al.*, 2015). Anemia sangat umum dijumpai di Indonesia dan dapat terjadi pada semua golongan umur, dimana keadaan kadar hemoglobin dalam sel lebih rendah dari pada normal (Oktavia, 2020).

b. Klasifikasi Anemia

Jenis anemia berdasarkan penyebab fisiologisnya (Soebroto & Ikhsan, 2009):

1) Anemia Hemoragik

Anemia hemoragik disebabkan oleh pendarahan kronik pada ginjal dan akibat menstruasi berat pada wanita atau disebut juga dengan pendarahan akut, yaitu pendarahan akibat trauma atau kecelakaan pada ibu bersalin atau masa nifas.

2) Anemia Defisiensi Besi

Anemia jenis defisiensi besi ini disebabkan karena kurangnya asupan zat besi. Anemia ini merupakan tahap defisiensi paling parah, yang ditandai oleh penurunan cadangan besi, konsentrasi besi serum, dan konsentrasi hemoglobin/ hematokrit yang menurun. Akibat dari anemia besi dapat terjadi pengecilan ukuran hemoglobin, kandungan hemoglobin rendah, serta pengurangan jumlah sel darah merah.

3) Anemia Hemolitik

Anemia hemolitik terjadi apabila sel darah merah dihancurkan jauh lebih cepat dari normal. Penyebabnya kemungkinan karena keturunan atau karena salah satu dari beberapa penyakit, termasuk leukemia dan kanker lainnya, fungsi limpa yang tidak normal, gangguan kekebalan, hipertensi berat, penyakit infeksi dan obat-obatan.

4) Anemia Aplastik

Anemia aplastik terjadi bila sumsum tulang tempat pembuatan sel darah merah terganggu. Produksi sel darah merah yang tidak optimal, ini terjadi saat sumsum tulang tidak dapat membentuk sel darah merah dalam jumlah cukup sebagai akibat dari infeksi virus, paparan terhadap kimia beracun, radiasi atau obat-obatan.

c. Penyebab Anemia

World Health Organization (WHO) menjelaskan bahwa anemia pada remaja putri sering disebabkan oleh kekurangan zat besi yang dapat dipicu oleh berbagai faktor termasuk pola makan tidak seimbang dan kehilangan darah saat menstruasi (*World Health Organization*, 2021). Anemia defisiensi besi terjadi karena kurangnya kadar zat besi dalam tubuh sehingga tubuh tidak mampu mensintesis hemoglobin dan menyebabkan proses eritropoesis terganggu (Rohmah, 2023). Terdapat dua faktor yang menyebabkan kejadian anemia, yaitu faktor internal dan faktor eksternal.

1) Faktor internal (Lailiyana & Hindratni, 2024)

- a) Kehilangan darah yang berlebihan karena menstruasi
- b) Produksi sel darah merah yang tidak mencukupi
- c) Rendahnya asupan gizi, termasuk zat besi (baik dari proses hemolisis, cadangan besi, maupun asupan zat besi dari

makanan) dan meningkatnya kebutuhan zat besi pada usia dan kondisi tertentu (Warner & Kamran, 2023).

- d) Gangguan penyerapan nutrisi
 - e) Gangguan pada transfer zat besi dan pengenalan zat besi oleh reseptor menyebabkan terjadinya defisit zat besi.
 - f) Gangguan homeostasis besi terkait regulasi hepsidin (Warner & Kamran, 2023).
 - g) Gangguan penyakit infeksi
- 2) Faktor eksternal (Kumairoh & Putri, 2021)
- a) Konsumsi sumber inhibitor besi
 - b) Kurangnya informasi dan pengetahuan gizi
 - c) Keterbatasan akses makanan bergizi
 - d) Lingkungan pertemanan
 - e) Kebiasaan diet yang tidak tepat
- d. Penyakit Infeksi dan Kaitannya dengan Anemia

Penyakit infeksi berperan dalam terjadinya anemia. Penyakit infeksi dapat memengaruhi status anemia melalui mekanisme inflamasi yang mengganggu homeostasis zat besi. Selama infeksi, tubuh menghasilkan sitokin proinflamasi seperti interleukin-6 (IL-6) yang merangsang peningkatan produksi hepcidin di hati. Hepcidin akan menghambat pelepasan besi dari makrofag dan enterosit, sehingga ketersediaan besi untuk proses eritropoiesis menurun meskipun cadangan besi tubuh cukup (Nemeth & Ganz, 2021). Selain itu,

inflamasi dapat menekan produksi eritropoietin (EPO) di ginjal dan mengurangi respons sumsum tulang terhadap EPO, yang pada akhirnya menghambat pembentukan sel darah merah (Pasricha & Colman, 2020). Infeksi juga mengurangi masa hidup eritrosit akibat peningkatan hemolisis ringan dan fagositosis oleh makrofag (Weiss & Ganz, 2023a).

Beberapa penyakit infeksi terbukti berhubungan dengan peningkatan resiko anemia pada remaja, diantaranya malaria, yang menyebabkan hemolisis masif dan gangguan eritropoiesis; serta tuberkulosis, yang menimbulkan peradangan kronis dan anemia inflamasi (Muriuki *et al.*, 2021). Thalasemia merupakan kelainan genetik pada sintesis hemoglobin yang menyebabkan sel darah merah mudah pecah sehingga menimbulkan anemia hemolitik kronis (Dordevic *et al.*, 2025). Pada leukemia, proliferasi sel darah putih abnormal menekan produksi eritrosit di sumsum tulang sehingga menurunkan jumlah sel darah merah (Chi & Cuff, 2023). Infeksi HIV juga dapat mengakibatkan anemia melalui gangguan sumsum tulang, efek samping obat antiretroviral, serta inflamasi kronis yang meningkatkan kadar hepcidin dan menghambat penyerapan zat besi (Iqbal & Truman, 2021). Sementara itu, infeksi cacing terutama cacing tambang menyebabkan kehilangan darah kronis di saluran cerna dan malabsorpsi zat besi, yang akhirnya menimbulkan anemia defisiensi besi (Siagian & Maryanti, 2020).

Demam tifoid (*Salmonella typhi*) juga berperan dalam kejadian anemia. Respon inflamasi demam tifoid dapat meningkatkan produksi *hepcidin*, yaitu hormon yang menghambat penyerapan zat besi di usus serta pelepasan zat besi dari makrofag dan hati, sehingga ketersediaan zat besi untuk eritropoiesis berkurang (Wahba, 2020). Selain itu, gejala klinis tifoid seperti demam, mual, muntah, dan diare dapat menurunkan nafsu makan dan mengganggu penyerapan gizi, termasuk zat besi dan vitamin C, yang berperan penting dalam pembentukan hemoglobin (Rasel *et al.*, 2024). Pada kasus tifoid berat, dapat terjadi komplikasi berupa perdarahan saluran cerna yang menyebabkan kehilangan darah secara signifikan sehingga memperburuk kondisi anemia (Devita *et al.*, 2024). Hal ini menunjukkan bahwa infeksi tifoid, baik secara langsung melalui perdarahan maupun tidak langsung melalui mekanisme inflamasi dan penurunan asupan gizi, dapat berkontribusi terhadap kejadian anemia pada remaja putri.

e. Gejala Anemia (Syahrial, 2021)

Gejala yang sering muncul pada penderita anemia adalah 5L, yaitu lemah, letih, lesu, lelah, lunglai. Gejala lain yang akan dialami oleh penderita anemia adalah sering pusing, mata berkunang-kunang dan pingsan, wajah tampak pucat, nafsu makan berkurang, sering sulit berkonsentrasi, bibir dan bawah kuku tangan terlihat pucat dan kulit pucat atau rona merah pada wajah berkurang.

Gejala lainnya yaitu sering tidak tahan pada kondisi dingin dan gampang sakit. Jika anemia disebabkan penghancuran berlebihan pada sel darah merah, maka akan terdapat gejala penyakit kuning, pembesaran limpa dan warna urin seperti teh.

f. Patofisiologi Anemia

Anemia defisiensi besi terjadi ketika permintaan zat besi tubuh melebihi pasokannya sehingga tidak cukup untuk membentuk hemoglobin (Murniati *et al.*, 2024). Kondisi tersebut menyebabkan sel darah merah yang terbentuk berukuran lebih kecil (mikrositik) dengan konsentrasi lebih rendah (hipokromik) (*National Institutes of Health*, 2021). Patofisiologi anemia defisiensi besi terjadi dalam beberapa tahapan perkembangan mulai dari defisiensi ringan, defisiensi marginal, hingga Anemia Defisiensi Besi atau *Iron Deficiency Anemia* (IDA) (Rohmah, 2023).

Defisiensi ringan yaitu saat terjadinya penipisan kadar zat besi pada sumsum tulang, penurunan kadar serum feritin dan cadangan zat besi. Anemia defisiensi marginal (fungsional ringan) ditandai dengan penurunan proses eritropoiesis yang menyebabkan produksi eritrosit menurun. Kondisi ini terjadi saat cadangan besi habis, pasokan besi ke sel eritropoetik dan saturasi transferin menurun. Pada tahap ini kadar hemoglobin masih dalam kisaran normal. Tahapan terakhir patofisiologi anemia adalah anemia defisiensi besi yaitu saat zat besi habis, nilai hematokrit dan kadar Hb menurun, terbentuknya eritrosit

mikrositik (lebih kecil dari normal) dan hipokromik (konsentrasi hemoglobin yang rendah) (*National Institutes of Health*, 2021).

g. Dampak Anemia pada Remaja Putri

Anemia dapat menyebabkan tubuh mudah terinfeksi hingga kebugaran tubuh berkurang (Ulwaningtyas, 2022). Remaja putri yang mengalami anemia akan mengalami penurunan kemampuan dan konsentrasi belajar serta mengganggu pertumbuhan (Rahayu *et al.*, 2023). Dampak jangka pendek yang akan terjadi pada remaja putri yang mengalami anemia yaitu sering mengeluh pusing, mata berkunang-kunang, kelopak mata, bibir, lidah dan telapak tangan menjadi pucat, badan lemas dan lelah (Putriwati *et al.*, 2024).

Anemia pada remaja putri dapat menyebabkan terjadinya komplikasi yang berbahaya pada saat hamil dan melahirkan jika tidak segera ditangani. Dampaknya akan berdampak negatif bagi pertumbuhan dan perkembangan alat reproduksi. Komplikasi yang akan terjadi diantaranya resiko abortus, kelahiran prematur, resiko melahirkan bayi dengan berat badan lahir rendah (BBLR) yang berlanjut hingga anak mengalami stunting (Lailiyana & Hindratni, 2024). Anemia yang terjadi saat hamil dan melahirkan sangat berkorelasi dengan persalinan prematur, retardasi pertumbuhan intrauterin, asfiksia lahir dan anemia neonatal (Rieny *et al.*, 2021).

3. Zat Besi

a. Pengertian Zat Besi

Zat besi merupakan suatu mineral yang sangat dibutuhkan oleh tubuh. Sumber zat besi yang baik antara lain hati, daging, kacang-kacangan, padi-padian, sereal yang telah difortifikasi, tepung kedelai dan sayuran hijau gelap (Almatsier, 2002). Zat besi (Fe) merupakan mineral yang memiliki fungsi utama menyusun hemoglobin (Rohmah, 2023). Hemoglobin merupakan metaloprotein yang tersusun dari heme dan globin. Struktur heme membutuhkan zat besi untuk membentuk konformasi protein yang sempurna sebagai metaloprotein (Ayuningtyas *et al.*, 2022). Keberadaan zat besi di dalam tubuh serta pemenuhan kecukupan zat besi sangat berpengaruh pada patogenesis dari anemia defisiensi besi (Muchtar & Effendy, 2023).

b. Sumber Zat Besi

Zat besi dalam tubuh manusia berasal dari tiga sumber, yaitu (1) zat besi yang diperoleh dari makanan dan diserap melalui saluran pencernaan, (2) hasil perombakan sel-sel darah merah (hemolisis), dan (3) zat besi yang diambil dari penyimpanan dalam badan (Rohmah, 2023).

1) Sumber Zat Besi dari Makanan

Zat besi dapat bersumber dari makanan yang kita konsumsi sehari-hari. Sumber makanan yang memiliki kadar zat besi tinggi di dalam tubuh, seperti hati ayam, kuning telur, kacang-kacangan, dan buah-buahan kering (Almatsier, 2002). Makanan yang mengandung

zat besi dengan kadar sedang dapat diperoleh dari daging, ikan, unggas, sayuran hijau, dan biji-bijian (Almatsier, 2002).

Zat besi didapatkan dalam dua bentuk utama. Zat besi non heme berasal dari tumbuhan, sedangkan zat besi heme berasal dari daging, makanan laut, dan unggas. Zat besi heme memiliki bioavailabilitas yang lebih tinggi daripada zat besi non-heme. Hal inilah yang membuat penyerapan zat besi dari hewani lebih mudah daripada zat besi dari nabati (Ayuningtyas *et al.*, 2022). Data mengenai sumber makanan yang kaya akan zat besi dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2
Sumber Zat Besi

Jenis Makanan	Berat Makanan (g)	Kadar Zat Besi (mg)
Hati ayam	100 g	15,8 mg
Daging sapi	100 g	2,9 mg
Telur ayam	100 g	3 mg
Daging ayam	100 g	1,5 mg
Tahu	100 g	3,4 mg
Tempe	100 g	4 mg
Telur bebek	100 g	6 mg

Zat besi juga tersedia dalam banyak suplemen. Suplemen multimineral atau multivitamin dengan zat besi biasanya menyediakan 18 mg zat besi (Almatsier, 2002). Bentuk zat besi yang sering digunakan dalam suplemen termasuk besi dan garam besi, seperti sulfat besi, glukonat besi, sitrat besi, dan sulfat besi (Dhiemitra *et al.*, 2022). Karena kelarutannya yang lebih tinggi,

besi ferro (Fe^{2+}) dalam suplemen makanan lebih tersedia secara biologis daripada besi ferri (Fe^{3+}) (Krisnanda, 2020).

2) Zat Besi dari Hemolisis Eritrosit

Hemolisis merupakan proses perombakan eritrosit yang menyebabkan keluarnya hemoglobin ke plasma menjadi heme dan globin. Dalam proses hemolisis, zat besi akan dilepaskan dan menjadi sumber zat besi. Pada manusia normal kira-kira 20–25 mg zat besi per hari berasal dari besi hemolisis. Fe yang bersumber dari hemolisis merupakan salah satu cara tubuh manusia untuk memanfaatkan kembali zat besi yang dihasilkan dari katabolisme sel-sel dalam tubuh (Rohmah *et al.*, 2023).

Terdapat dua jenis hemolisis yaitu intravaskular dan ekstrasvaskular. Hemolisis intravaskular merupakan proses perombakan eritrosit yang terjadi di dalam pembuluh darah, sedangkan hemolisis ekstrasvaskular merupakan proses perombakan eritrosit yang terjadi di sel hepar, limpa, dan sumsum tulang. Proses hemolisis intravaskular terjadi ialah mula-mula hemoglobion (Hb) diikat oleh haptoglobin dan diambil oleh monosit dan makrofag. Ketika haptoglobin habis, heme dilepaskan dari Hb dan diikat oleh hemopexin. Kompleks heme-hemopexin kemudian akan dibersihkan oleh makrofag dan hepatosit. Jika hemolisis melampaui kapasitas haptoglobin dan hemopexin, heme tetap berada di dalam sirkulasi, mengikat albumin dan lipoprotein dengan lemah serta

dapat berinteraksi dengan jenis sel yang lain (Orf & Cunningham, 2015).

Pada hemolisis ekstravaskular, sel darah merah dikeluarkan oleh sel fagositik, terutama di limpa dan hati. Heme yang dilepaskan dari hemolisis intra dan ekstravaskular menginduksi ekspresi *heme oxygenase-1* (HO-1) yang mendegradasi heme menjadi besi, biliverdin, dan karbon monoksida. Melalui proses hemolisis, Fe yang didapatkan akan dimanfaatkan oleh tubuh untuk berbagai keperluan sesuai dengan fungsinya. Zat besi yang masuk ke saluran ekskresi dan masih dibutuhkan akan diserap kembali sebagai sumber zat besi tubuh. Dalam kondisi fisiologis, besi yang bersirkulasi dapat disaring oleh glomerulus dan hampir sepenuhnya diserap kembali oleh epitel tubulus untuk mencegah pembuangan besi melalui urine (Orf & Cunningham, 2015).

3) Zat Besi dari Cadangan dalam Tubuh

Tubuh manusia memiliki cadangan zat besi yang tersimpan dalam organ hati dengan jumlah sekitar 3-5 gram (Hentze *et al.*, 2004). Cadangan ini merupakan sumber daya yang penting untuk dimanfaatkan oleh tubuh. Walaupun tubuh memperoleh zat besi dari makanan dan hemolisis, kebutuhan zat besi tidak terpenuhi sepenuhnya. Maka tubuh memiliki mekanisme untuk menyesuaikan penyerapan, daur ulang dan penyimpanan zat besi (Wahyuni, 2024).

Zat besi yang telah diserap oleh tubuh melalui usus halus (1–2 mg zat besi per hari) kemudian akan didistribusikan ke berbagai organ sesuai dengan fungsinya masing-masing oleh protein pengangkut zat besi, yaitu transferin (Ulwaningtyas, 2022). Sebanyak 75% zat besi akan dikirim ke sumsum tulang untuk pembentukan hemoglobin melalui eritropoiesis. 5–15% akan digunakan untuk fungsi lain dan sisanya, yaitu 10–20% zat besi akan disimpan oleh feritin di organ hepar dan jantung. Pada kondisi tubuh kekurangan zat besi, simpanan zat besi ini akan dibongkar dan didistribusikan untuk digunakan pada kebutuhan utama zat besi di dalam tubuh (Rohmah, 2023).

c. Fungsi Zat Besi

Zat besi diperlukan dalam pembentukan kadar hemoglobin dan transportasi oksigen dalam darah, dimana kebutuhannya meningkat seiring dengan pertumbuhan dan siklus menstruasi (Putri & Fauzia, 2022). Hemoglobin yang aktif dalam mentransportasikan oksigen untuk proses metabolisme di dalam tubuh memerlukan Fe yang terkonjugasi pada heme sebagai bentuk konformasi hemoglobin yang sempurna. Tanpa Fe, molekul hemoglobin tidak dapat berfungsi dengan baik (Piskin *et al.*, 2022).

Fe juga berperan dalam proses fisiologi tubuh, yaitu sebagai kofaktor enzim pada proses metabolisme oksidatif, biogenesis micro-RNA, meningkatkan fungsi kelenjar tiroid, sistem saraf pusat, dan

sistem kekebalan (*National Institutes of Health*, 2021). Fe juga berperan penting pada sintesis dan degradasi protein, lipid (misalnya, β -oksidasi asam lemak), karbohidrat, DNA dan RNA. Fe sangat penting untuk sel, baik dalam permintaan energi tinggi (kardiomiosit, hepatosit, neuron, sel ginjal dan tulang) maupun aktivitas mitogenik tinggi (misalnya sel hematopoietik dan imun) yang menyebabkan sel-sel tersebut lebih sensitif terhadap defisiensi zat besi (Alnuwaysir *et al.*, 2022). Zat besi memiliki peranan vital dalam tubuh melalui keterlibatannya dalam mekanisme fisiologis di berbagai komponen biologis tubuh meliputi sel darah merah, sistem syaraf, liver, otot rangka, kelenjar tiroid, dan sistem imun (Ningsih, 2021).

d. Metabolisme Zat Besi

Proses metabolisme zat besi di dalam tubuh terdiri dari proses penyerapan, pengangkutan, pemanfaatan, penyimpanan, dan pengeluaran (Rohmah, 2023). Zat besi masuk ke dalam tubuh melalui makanan dalam dua bentuk, besi heme dan non-heme. Tidak banyak yang diketahui tentang penyerapan zat besi heme, yang sebagian besar dikonsumsi melalui makanan hewani. Besi non-heme memasuki bagian proksimal usus kecil, yang disebut duodenum, dan diserap oleh enterosit duodenum (Ayuningtyas *et al.*, 2022). Jika zat besi dibutuhkan segera, ia harus berpindah dari lumen usus ke dalam aliran darah dan ditransportasikan ke sejumlah organ seperti sumsum tulang, hepar, otot, dan sel-sel di seluruh tubuh. Jika zat besi tidak segera dibutuhkan oleh

tubuh, maka akan disimpan dalam sel oleh feritin, protein penyimpan besi utama (*National Institutes of Health*, 2021).

Penyerapan zat besi terjadi apabila Fe sudah terpisah dari bahan organik (Protein) dan Fe^{3+} (Ferri) sudah direduksi menjadi Fe^{2+} (Ferro) oleh HCl lambung dan vitamin C (Krisnanda, 2020). Penyerapan terjadi di bagian duodenum usus halus, yang pengaturannya tergantung kebutuhan tubuh (Ayuningtyas *et al.*, 2022). Setelah diserap usus, Fe diangkut oleh darah dan didistribusikan ke seluruh jaringan tubuh dalam keadaan terikat pada protein transferin. Zat besi tersebut digunakan dalam sintesis enzim-enzim pernafasan, Fe dalam plasma darah, produksi hemoglobin dan sel darah merah dalam tulang, hati, limfa dan bagian lainnya (Rohmah, 2023).

e. Kebutuhan Zat Besi pada Remaja Putri

Konsumsi makan yang mengandung zat besi terlalu sedikit dalam waktu lama dapat menyebabkan kekurangan zat besi dalam tubuh (Salim *et al.*, 2020). Kurang atau tidaknya asupan zat besi ke dalam tubuh tergantung dari kandungan zat besi yang di dapat dari makanan dan kebutuhan zat besi pada berbagai kondisi tubuh (Sandrina & Mulyani, 2021). Kebutuhan zat besi harian berbeda-beda tergantung dari usia, jenis kelamin, dan kondisi masing-masing subjek. Pada remaja putri usia 13-18 tahun, kebutuhan zat besi hariannya mencapai 15 mg/hari (Permenkes RI, 2016).

f. Hubungan Zat Besi dengan Anemia

Zat besi memiliki hubungan yang erat dengan anemia, karena zat besi merupakan komponen utama dalam pembentukan hemoglobin (Dhiemitra *et al.*, 2022). Hemoglobin mengandung zat besi dan berfungsi mengikat oksigen untuk diangkut ke seluruh tubuh (Widyaningrum *et al.*, 2023). Kekurangan zat besi dapat menyebabkan anemia defisiensi besi, akibatnya jaringan dan organ tubuh tidak mendapat pasokan oksigen yang cukup untuk berfungsi dengan baik (Widyaningrum *et al.*, 2023). Semakin rendah asupan zat besi, semakin rendah pula kadar hemoglobin dalam tubuh, yang berarti kejadian anemia akan semakin tinggi (Salim *et al.*, 2020).

Tubuh memiliki cadangan zat besi yang disimpan sebagai feritin dan hemosiderin dalam organ hati, limfa, sumsum tulang belakang dan otot (Salim *et al.*, 2020). Jika asupan zat besi kurang, tubuh akan mengaktifkan cadangan zat besi (Kristin *et al.*, 2022). Namun jika cadangan besi dalam tubuh tidak mencukupi, produksi sel darah merah akan terganggu sehingga akan menyebabkan penurunan kadar hemoglobin (Dineti *et al.*, 2022). Untuk mencegah anemia remaja putri, sangat penting untuk meningkatkan konsumsi makanan kaya akan zat besi (Budiana *et al.*, 2024).

4. Vitamin C

a. Pengertian Vitamin C

Vitamin C adalah kristal putih yang mudah larut dalam air (Almatsier, 2002). Vitamin C cukup stabil dalam keadaan kering, tetapi mudah rusak dalam keadaan larut karena bersentuhan dengan udara (oksidasi) terutama bila terkena panas (Pan *et al.*, 2024). Oksidasi dipercepat dengan kehadiran tembaga dan besi (Li *et al.*, 2020). Vitamin C atau yang lebih dikenal sebagai asam askorbat adalah zat yang sangat esensial bagi tubuh, terkhusus karena manusia tidak memiliki kemampuan untuk mensintesis vitamin C sehingga harus diperoleh dari konsumsi sehari-hari (Salsabil & Nadhiroh, 2023).

Berdasarkan Angka Kecukupan Gizi (2019), kebutuhan vitamin C pada remaja putri dibedakan berdasarkan rentang usia. Pada remaja putri usia 10-12 tahun kebutuhan vitamin C dalam satu hari adalah 50 mg/hari, usia 13-15 tahun 65 mg/hari, dan usia 16-18 tahun 75 mg/hari (Permenkes RI, 2019).

b. Sumber Vitamin C

Tabel 2. 3
Sumber Vitamin C

Bahan Makanan	Berat (g)	Kandungan Vitamin C
Jambu Biji	100 g	87 mg
Pepaya	100 g	78 mg
Kiwi	100 g	92,7 mg
Stroberi	100 g	58,8 mg
Jeruk	100 g	49 mg
Mangga	100 g	65 mg
Brokoli	100 g	80 mg
Bayam	100 g	41 mg

Sumber : Tabel Komposisi Pangan Indonesia, 2017

c. Fungsi Vitamin C

Fungsi vitamin C adalah untuk pembentukan sel jaringan tubuh, pembentukan kolagen, memperkuat pembuluh darah, diperlukan dalam penyerapan zat besi, berperan dalam metabolisme kolesterol untuk mengubah kolesterol menjadi asam empedu, mencegah infeksi, berperan dalam absorpsi kalsium, mencegah kanker dan penyakit jantung karena berperan sebagai antioksidan (Azkiyah *et al.*, 2021). Vitamin C mempunyai peran dalam pembentukan hemoglobin dalam darah, dimana vitamin C membantu proses penyerapan zat besi dan makanan sehingga dapat diproses menjadi sel darah merah (Rieny *et al.*, 2021).

d. Hubungan Vitamin C dengan Anemia

Vitamin C saling terkait dengan zat besi, bila kebutuhan zat besi tidak tercukupi maka vitamin C tidak mampu meningkatkan absorpsi zat besi dan sintesis hemoglobin terganggu (Utami & Farida, 2022). Mekanismenya adalah vitamin c akan membuat suasana asam sehingga memfasilitasi perubahan zat besi bentuk ferri (Fe^{3+}) menjadi ferro (Fe^{2+}) yang lebih mudah diserap tubuh, sekaligus melawan efek fitat dan tanin yang menghambat penyerapan zat besi (Krisnanda, 2020). Mengonsumsi makanan kaya vitamin C bersamaan dengan sumber zat besi sangat dianjurkan untuk memaksimalkan penyerapan zat besi dan mencegah resiko anemia (Ayuningtyas *et al.*, 2022).

5. Zat Inhibitor

a. Pengertian Zat Inhibitor

Zat inhibitor adalah suatu zat yang dapat menghambat penyerapan zat besi (Liliaprianty, 2020). Konsumsi makanan yang kaya akan zat inhibitor dapat berkontribusi pada risiko anemia, terutama jika tidak diimbangi dengan asupan zat besi dan vitamin C yang cukup (Fitripancari *et al.*, 2023). Zat gizi dalam makanan yang dapat berperan sebagai inhibitor zat besi yaitu fosfat, kalsium, tanin dan fitat (Nabila *et al.*, 2022). Konsumsi zat inhibitor bersamaan dengan makanan yang mengandung zat besi dapat mengurangi penyerapan zat besi hingga 60% (Wati *et al.*, 2023).

Minuman seperti teh dan kopi mengandung tanin yang dapat menghambat penyerapan zat besi (Fitripancari *et al.*, 2023). Jenis makanan yang mengandung fitat diantaranya sereal gandum, biji-bijian dan kacang-kacangan (Pratiwi & Widari, 2018). Kalsium pada susu dan produk olahannya juga berperan dalam menghambat penyerapan zat besi dalam tubuh (Rieny *et al.*, 2021).

b. Batasan Jumlah yang Dianjurkan

Faktor-faktor yang menghambat absorpsi zat besi adalah tanin yang terdapat dalam teh dan kopi. Tanin pada kopi dan teh dapat menurunkan absorpsi besi sebanyak 40-85%. Karena terdapat suatu zat polyphenol, jika mengkonsumsi teh setelah makan maka akan menurunkan absorpsi besi hingga 85% (Chen, Li, *et al.*, 2024). Untuk meminimalkan hambatan penyerapan zat besi oleh zat inhibitor, sangat

dianjurkan untuk memberikan jeda antara konsumsi makanan atau minuman yang mengandung zat inhibitor dengan waktu makan utama (Alifah & Sugiatmi, 2024). Untuk mencegah efek buruk dari mengkonsumsi tanin, maka dianjurkan untuk memberikan jarak 1-2 jam setelah makan (Wati *et al.*, 2023).

c. Hubungan Zat Inhibitor dengan Anemia

Zat inhibitor dapat menghambat penyerapan zat besi dan menyebabkan anemia dengan membentuk ikatan yang sulit dicerna oleh tubuh karena akan membentuk kompleks yang tidak larut (Kumairoh & Putri, 2021). Zat inhibitor seperti fitat, tanin, fosfat dan kalsium dapat mengganggu penyerapan zat besi dalam tubuh (Putriwati *et al.*, 2024). Inhibitor berkontribusi terhadap penurunan bioavailabilitas zat besi karena bersifat astringent dan dapat mengikat logam termasuk zat besi sehingga mengurangi penyerapan zat besi dalam pencernaan (Royani *et al.*, 2019) dalam (Monika, 2023).

Zat inhibitor juga akan bersaing dengan zat besi untuk tempat pengikatan pada reseptor di permukaan sel usus (Fitripancari *et al.*, 2023). Mereka dapat mengikat reseptor sehingga mengurangi jumlah reseptor yang tersedia untuk zat besi. Akibatnya, meskipun terdapat jumlah zat besi yang cukup, penyerapannya akan terhambat karena tidak dapat mengikat reseptor yang diperlukan untuk masuk ke dalam aliran darah (Alifah & Sugiatmi, 2024).

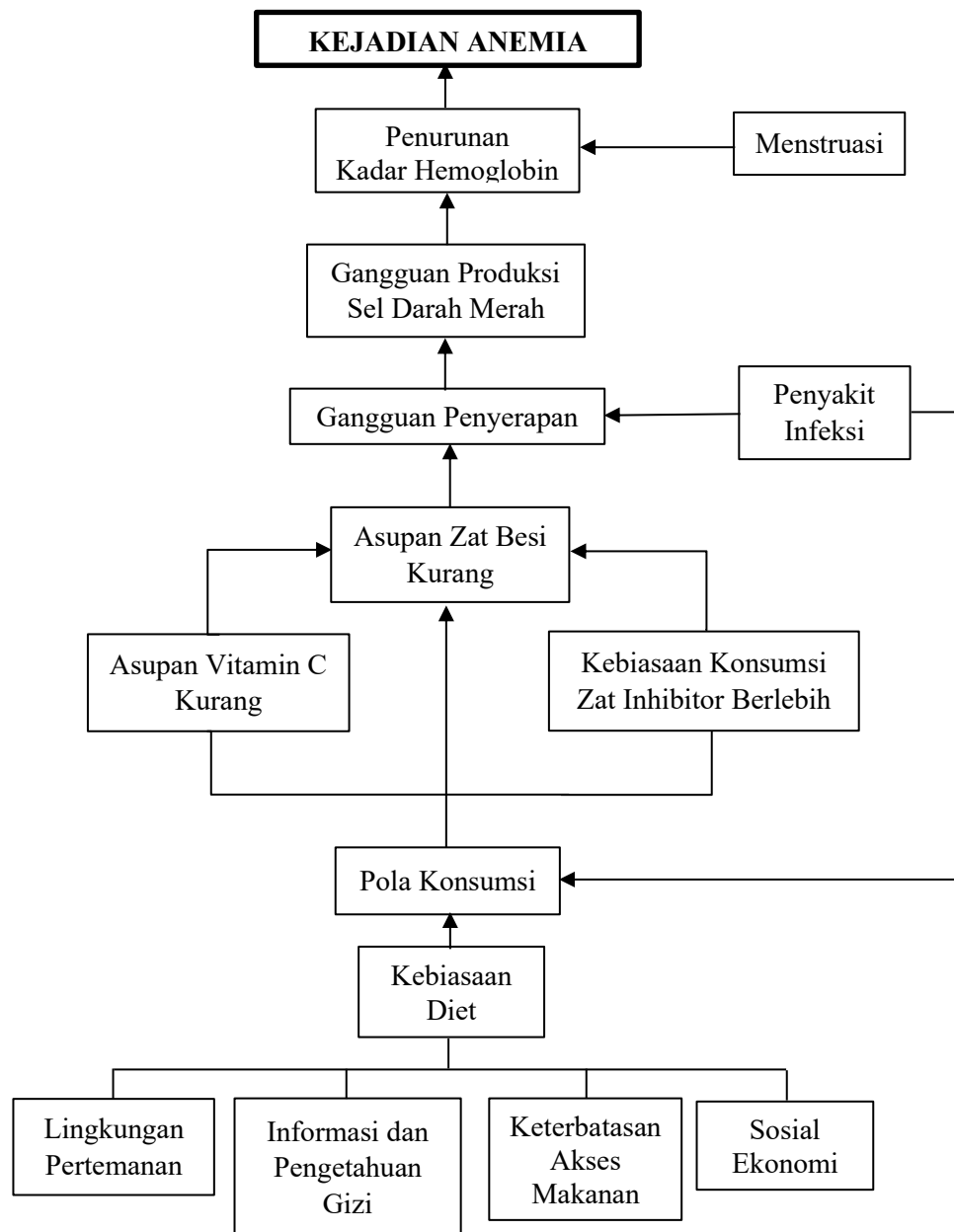
6. *Semi Quantitative – Food Frequency Quisioner (SQ-FFQ)*

Metode *Semi Quantitative-Food Frequency Quisioner (SQ-FFQ)* merupakan metode pengukuran makanan gabungan metode kualitatif dan kuantitatif. Perbedaannya dengan metode *food frequency* adalah setelah enumerator menanyakan tingkat keseringan penggunaan bahan makanan dari responden, kemudian dilanjutkan dengan menanyakan jumlah ukuran rumah tangga (URT) dan diterjemahkan dalam ukuran berat (gram) dari tiap bahan makanan. Maka akan didapatkan data tingkat keseringan penggunaan bahan makanan serta jumlah atau berat bahan makanan dalam setiap penggunaan, sehingga dapat dihitung rata-rata asupan makanan/hari.

7. *Alat Ukur Hemoglobin (EasyTouch GCHb)*

Alat ukur hemoglobin merk *EasyTouch GCHb* adalah perangkat medis yang dirancang untuk membantu pengguna mengukur kadar hemoglobin dalam darah. Alat ukur *EasyTouch GCHb* menggunakan metode *Point of Care Testing (POCT)* atau pemeriksaan kesehatan yang dilakukan secara sederhana di dekat pasien tanpa memerlukan peralatan canggih laboratorium. Pengukuran hemoglobin dengan alat *EasyTouch GCHb* menggunakan darah kapiler dari jari tangan.

A. Kerangka Teori



Gambar 2. 1 Kerangka Teori

Sumber: Modifikasi dari; Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2019), Eha Pratiwi Ningsih (2021), (Dineti *et al.*, 2022), (Rohmah *et al.*, 2023)