

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum

1. Remaja

a. Definisi Remaja

Remaja merupakan individu yang berusia 10-19 tahun. Masa remaja adalah masa transisi dari masa kanak-kanak ke dewasa yang mengalami percepatan fisik, mental, emosional dan sosial (WHO, 2015).

b. Tahapan Remaja

Menurut WHO (2020), terdapat tiga tahapan dalam perkembangan pada usia remaja yaitu:

1) Remaja Awal

Masa remaja awal berlangsung pada rentang usia 10 hingga 12 tahun. Di usia ini, remaja mengalami pertumbuhan fisik yang cepat. Pada tahap ini, remaja akan mulai memperhatikan penampilan dan penilaian dari teman sebaya serta mudah terpengaruh oleh kelompok sosial (Best & Ban, 2021).

2) Remaja Pertengahan

Masa remaja pertengahan berlangsung pada rentang usia 13 hingga 15 tahun. Pada tahap ini, sifat remaja tetap menyerupai anak-anak, namun terdapat elemen baru yaitu

kesadaran terhadap identitas dan kondisi fisiknya sendiri. Pada masa ini, kestabilan dan pencarian identitas mulai berkembang (Izzani *et al.*, 2024)

3) Remaja Akhir

Masa remaja akhir berlangsung antara umur 18 hingga 21 tahun. Pada tahap ini, remaja berada dalam keadaan yang stabil serta telah menemukan identitas mereka dan ingin menjalani gaya hidup yang mereka pilih sendiri serta mengembangkan sikap tertentu berdasarkan pola jelas yang baru saja mereka buat (Palenzuela-Luis *et al.*, 2022).

c. Perkembangan pada Remaja

Perkembangan remaja menurut Wulandari (2021) terdiri dari:

1) Perkembangan fisik

Pertumbuhan meningkat cepat dan mencapai puncak perkembangan. Pada fase remaja awal, karakteristik seks sekunder mulai tampak seperti penonjolan payudara pada remaja putri, pertumbuhan rambut ketiak atau rambut pubis. Karakteristik seks sekunder ini tercapai dengan baik pada tahap remaja pertengahan dan pada tahap remaja akhir, struktur dan pertumbuhan reproduksi hampir lengkap dan remaja telah matang secara fisik.

2) Kemampuan berpikir

Pada tahap awal remaja mencari nilai-nilai dan energi baru serta membandingkan normalitas dengan teman sebaya yang jenis kelaminnya sama. Pada remaja tahap akhir, mereka telah mampu memandang masalah secara komprehensif dengan identitas intelektual sudah terbentuk.

3) Identitas

Pada tahap awal, ketertarikan terhadap teman sebaya ditunjukkan dengan penerimaan atau penolakan. Remaja mencoba berbagai peran, mengubah citra diri, kecintaan pada diri sendiri meningkat, mempunyai banyak fantasi kehidupan. Pada tahap akhir, stabilitas harga diri dan definisi terhadap citra tubuh serta peran gender hampir menetap.

4) Hubungan dengan orang tua

Keinginan yang kuat untuk tetap bergantung pada orangtua adalah ciri yang dimiliki oleh remaja pada tahap awal dan tidak terjadi konflik utama terhadap kontrol orang tua. Pada remaja pertengahan konflik utama dialami terhadap kemandirian dan kontrol serta terjadi dorongan besar untuk emansipasi dan pelepasan diri. Perpisahan emosional dan fisik dari orangtua dapat dilalui dengan sedikit konflik ketika remaja akhir.

5) Hubungan dengan teman sebaya

Remaja pada tahap awal dan pertengahan sedang mencari afiliasi dengan teman sebaya untuk menghadapi ketidakstabilan

yang diakibatkan oleh perubahan yang cepat, pertemanan lebih dekat dengan jenis kelamin yang sama, namun mereka mulai mengeksplorasi kemampuan untuk menarik lawan jenis. Mereka berjuang untuk mengambil tempat di dalam kelompok, standar perilaku dibentuk oleh kelompok sebaya hingga penerimaan oleh sebaya adalah hal yang sangat penting. Pada tahap akhir, kelompok sebaya mulai berkurang dalam hal kepentingan yang berbentuk pertemanan individu. Mereka mulai menguji hubungan antara pria dan wanita terhadap kemungkinan hubungan yang permanen.

d. Zat Gizi yang Mempengaruhi Pembentukan Hemoglobin

Masa remaja memerlukan asupan zat gizi yang tinggi untuk menunjang pertumbuhan, perkembangan serta membantu pembentukan hemoglobin yang lebih optimal. Berikut merupakan kebutuhan zat gizi yang diperlukan untuk pembentukan hemoglobin antara lain :

1) Protein

Protein merupakan salah satu dari tiga zat gizi makro yang dibutuhkan dalam jumlah banyak, selain lemak dan karbohidrat. Protein terdiri dari 20 asam amino yaitu alamin, arginin, asparagin, asam aspartat, sistein, asam glutamat, glutamin, glisin, histidin, isoleusin, lisin, metionin, fenilalanin, prolin, serin, treonin, triptofan, tirosin dan valin (Lopez &

Mohiuddin, 2020). Tubuh memerlukan protein untuk proses pembekuan darah, keseimbangan cairan, respon imun tubuh, pembentukan hormon, pembentukan enzim dan memperbaiki kemampuan penglihatan (Morris *et al.*, 2022).

Sumber protein terdiri dari 2 jenis, yaitu protein yang berasal dari hewani berupa daging, ayam, makanan laut, telur dan daging merah. Protein yang berasal dari nabati berupa kacang-kacangan, biji-bijian, tempe, tahu dan sayuran. Remaja putri membutuhkan protein sekitar 10-15% dari kalori harinnya (Rasmantar *et al.*, 2023). Tabel 2.1 menunjukkan angka kecukupan protein remaja putri berdasarkan kelompok umur.

Tabel 2. 1
Angka Kecukupan Protein Remaja Putri

Usia	Protein (g)
10-12	55
13-15	66
16-18	65

Sumber : Kemenkes RI (2019)

2) Vitamin

Tubuh memerlukan asupan zat gizi tambahan untuk menunjang pembentukan hemoglobin, zat gizi tambahan dapat berupa vitamin. Vitamin dapat berasal dari makanan dan buah-buahan yang bersifat organik dan suplementasi. Terdapat beberapa jenis vitamin yang penting untuk dipenuhi remaja putri untuk membantu dalam pembentukan hemoglobin antara lain vitamin A, vitamin C dan asam folat (Sabran *et al.*, 2025).

Vitamin A merupakan vitamin yang larut dalam lemak dan diperlukan tubuh untuk pertumbuhan, reproduksi dan fungsi imunologi (Ngaisyah, R & Mindarsih, 2021). Vitamin A dapat membantu mobilisasi zat besi dari simpanan tubuh untuk digunakan dalam pembentukan sel darah merah (eritropoiesis). Vitamin A membantu pelepasan zat besi yang tersimpan dalam bentuk feritin dan hemosiderin di hati, limpa, dan sumsum tulang agar dapat dialirkan ke sirkulasi darah untuk digunakan dalam sintesis hemoglobin (Mejia & Erdman, 2025). Sumber vitamin A dapat berasal dari berbagai produk buah dan sayur yang berwarna kuning atau oranye, atau dari sayuran hijau (Nuredin *et al.*, 2024).

Vitamin C membantu proses penyerapan zat besi dengan cara melakukan reduksi terhadap Fe^{3+} sehingga menjadi Fe^{2+} didalam usus halus sehingga zat besi menjadi lebih mudah diabsorpsi oleh tubuh serta keasaman dari vitamin C dapat meningkatkan penyerapan zat besi hingga mencapai 30% (Elisa & Oktarlina, 2023). Vitamin C dapat ditemukan pada berbagai macam buah dan sayuran.

Folat berperan dalam proses sintesis DNA, RNA, dan protein sehingga sangat dibutuhkan saat remaja. Asam folat dapat mencegah kekurangan sel darah merah, membantu proses pembentukan sel, menjaga daya tahan tubuh dan mencegah

terjadinya kelainan bawaan lahir pada janin (Sari *et al.*, 2020). Asam folat dapat ditemukan pada berbagai jenis makanan yaitu, sayuran berwarna hijau, kacang-kacangan dan buah-buahan (Festi, 2018). Pada Tabel 2.2 disajikan angka kecukupan vitamin A,C dan folat remaja putri berdasarkan kelompok umur.

Tabel 2. 2
Angka Kecukupan Vitamin A, C dan Folat Remaja Putri

Usia (tahun)	Vitamin A (RE)	Vitamin C (mg)	Folat (mcg)
10-12	600	50	400
13-15	600	65	400
16-18	600	75	400

Sumber : Kemenkes RI (2019)

3) Mineral

Mineral merupakan zat gizi mikro yang dibutuhkan tubuh dalam jumlah relatif kecil. Mineral tidak dapat diproduksi oleh tubuh sehingga harus diperoleh melalui asupan makanan sehari-hari. Salah satu mineral yang penting dalam sistem hematologi adalah zat besi atau Fe (Hurrell & Zimmerman, 2022). Fe sangat dibutuhkan oleh remaja seiring dengan cepatnya pertumbuhan dan bertambahnya massa otot serta volume darah terutama pada remaja putri yang telah mengalami menstruasi sehingga membutuhkan Fe yang lebih banyak dibandingkan remaja pria (Kemenkes, 2018). Dampak dari kekurangan Fe yaitu pembentukan energi yang kurang optimal sehingga mengakibatkan rendahnya produktivitas. Fe dalam

bentuk heme dari sumber hewani lebih mudah diserap dibandingkan Fe *non heme* dari biji-bijian atau sayuran (Marcus *et al.*, 2021). Berikut disajikan pada Tabel 2.3 angka kecukupan Fe berdasarkan kelompok umur

Tabel 2. 3
Angka Kecukupan Fe Remaja Putri

Usia	Fe (mg)
10-12	8
13-15	15
16-18	15

Sumber: Kemenkes RI (2019)

2. Hemoglobin

a. Pengertian Hemoglobin

Hemoglobin (Hb) adalah protein yang kaya akan zat besi. Memiliki afinitas (daya gabung) terhadap oksigen dan dengan oksigen itu membentuk oxihemoglobin di dalam sel darah merah, melalui fungsi ini maka oksigen dibawa dari paru-paru ke jaringan-jaringan. Hemoglobin merupakan senyawa pembawa oksigen pada sel darah merah. Hemoglobin dapat diukur secara kimia dan jumlah Hb/100 ml darah dapat digunakan sebagai indeks kapasitas pembawa oksigen pada darah (Evelyn, 2009).

b. Fungsi Hemoglobin

Menurut fungsinya, hemoglobin merupakan media transport oksigen dari paru-paru ke jaringan tubuh. Oksigen merupakan bagian terpenting dari metabolisme tubuh untuk menghasilkan energi. Hemoglobin juga berfungsi membawa karbon dioksida hasil

metabolisme dan jaringan tubuh ke paru paru untuk selanjutnya dikeluarkan saat bernafas. Orang dengan kadar hemoglobin yang rendah disebut dengan istilah anemia. Saat kadar hemoglobin rendah maka jumlah sel darah merah pun akan rendah (Ningsih *et al.*, 2019).

c. Batas Kadar Hemoglobin

Batas normal nilai hemoglobin untuk seseorang sukar ditentukan karena kadar hemoglobin bervariasi diantara setiap suku bangsa. Namun WHO telah menetapkan batas kadar hemoglobin normal berdasarkan umur dan jenis kelamin seperti pada Tabel 2.4 berikut.

Tabel 2. 4
Kadar Hemoglobin pada Kelompok Umur

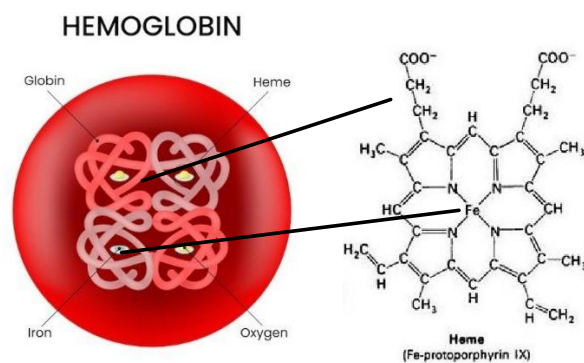
Kelompok Umur	Batas Kadar Hemoglobin (gr/dl)
Anak 6 bulan – 6 tahun	11,0
Anak 6 tahun – 14 tahun	12,0
Remaja 15 tahun – 19 tahun	12,0
Wanita dewasa	12,0
Ibu hamil	11,0

Sumber : Kemenkes, 2018

Batas kadar hemoglobin dalam tubuh menurut Kementerian Kesehatan RI (2018) darah seseorang yang normal mengandung sekitar 15 gram hemoglobin dalam 100 ml darah, dan tiap gram hemoglobin dapat berikatan maksimal dengan 1,34 ml oksigen yang berarti bahwa rata-rata 15 gram hemoglobin dalam 100 ml darah dapat bergabung dengan hampir 20 ml oksigen bila saturasi hemoglobin 100%.

d. Pembentukan Hemoglobin

Proses sintesis hemoglobin dimulai di sumsum tulang, tempat produksi sel darah merah. Pada tahap ini, prekursor hemoglobin yang disebut *globin* dan porfirin besi yang disebut *heme* diproduksi. *Globin* adalah bagian protein dari hemoglobin sedangkan *heme* adalah bagian yang mengandung atom besi dalam struktur hemoglobin. Berikut untuk gambar struktur kimia hemoglobin disajikan dalam Gambar 2.1.

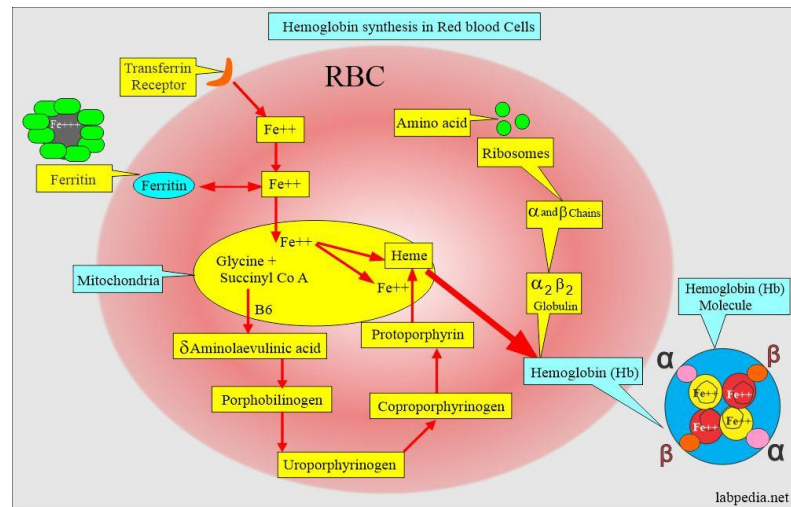


Gambar 2. 1. Struktur Kimia Hemoglobin

(Sumber : Rosevo, 2024)

Hemoglobin berada didalam eritrosit yang berfungsi untuk mengikat oksigen di paru-paru dan melepaskan oksigen tersebut ke seluruh tubuh (Rosevo, 2024). Bagian dalam eritrosit terdiri dari hemoglobin, sebuah biomolekul yang dapat mengikat oksigen. Warna merah sel darah merah sendiri berasal dari warna hemoglobin yang unsur pembuatnya adalah zat besi. Pada manusia, sel darah merah dibuat di sumsum tulang belakang lalu membentuk kepingan

bikonkaf (Rosevo, 2024). Berikut untuk gambar sintesis hemoglobin disajikan pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Sintesis Hemoglobin

(Sumber : Medlock & Dailey, 2022)

Hemoglobin disintesis pada stadium eritroblast sebanyak 65% dan pada stadium retikulosit sebanyak 35%. Sintesis hemoglobin banyak terjadi dalam mitokondria oleh sederet reaksi biokimia yang dimulai dengan kondensasi glisin dan suksinil koenzim A di bawah aksi enzim amino laevulinic acid (ALA) - sintetase. Vitamin B6 adalah kofaktor untuk reaksi ini yang dirangsang oleh eritropoetin dan dihambat oleh *heme*. Akhirnya protoporphyrin bergabung dengan besi untuk membentuk *heme* yang masing-masing molekulnya bergabung dengan rantai *globin*. Tetramer dengan masing-masing gugus hemnya sendiri terbentuk dalam kantong untuk membangun molekul hemoglobin (Medlock & Dailey, 2022).

Pembentukan *heme* dimulai di mitokondria melalui reaksi antara Glycine dan succinyl-CoA membentuk senyawa aminolevulinic acid (ALA). Enzim ALA yang terbentuk kemudian keluar ke sitosol dan dengan perantara enzim ALA dehydratase membentuk porphobilinogen yang merupakan prazat pertama pirol (Kiening & Lange, 2022).

Empat porphobilinogen (PBG) berkondensasi membentuk tetrapirrol linier yaitu hidroksi metil bilana yang dikatalisis oleh enzim PBG deaminase. Hidroksi metil bilana selanjutnya mengalami siklisasi spontan membentuk uroporfirinogen I yang simetris atau diubah menjadi uroporfirinogen III yang asimetris dan membutuhkan enzim tambahan yaitu uroporfirinogen III kosintase pada kondisi normal hampir selalu terbentuk uroporfirinogen III. Uroporfirinogen III selanjutnya mengalami dekarboksilasi membentuk Corproporfirin yang dikatalisis oleh enzim uroporfirinogen dekarboksilase (Kiening & Lange, 2022).

Corproporfirin masuk ke dalam mitokondria serta mengalami dekarboksilasi dan oksidasi. Reaksi ini dikatalisis oleh Corproporfirin oksidase dan membentuk protoporphyrinogen. Protoporphyrinogen selanjutnya mengalami proses penyatuan dengan Fe^{++} melalui suatu reaksi yang dikatalisis oleh ferrochelatase membentuk *heme*. *Heme* bereaksi dengan globin membentuk hemoglobin (Kiening & Lange, 2022).

e. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kadar Hemoglobin

a) Usia

Usia merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi kadar hemoglobin karena adanya perubahan fisiologis, hormonal, dan fungsi organ sepanjang siklus kehidupan (Ghosh *et al.*, 2025). Pada bayi, kadar hemoglobin awalnya tinggi saat lahir lalu menurun secara fisiologis dalam beberapa bulan pertama akibat penurunan produksi eritropoietin dan peralihan hemoglobin janin ke hemoglobin dewasa. Pada masa anak-anak, kadar hemoglobin perlahan meningkat seiring pertumbuhan dan perkembangan sumsum tulang (Bruserud *et al.*, 2022).

Memasuki usia remaja, kebutuhan zat besi meningkat akibat pertumbuhan pesat dan peningkatan volume darah sehingga remaja putri lebih berisiko mengalami penurunan kadar hemoglobin karena kehilangan darah saat menstruasi (Su *et al.*, 2023). Pada usia dewasa, kadar hemoglobin relatif stabil karena fungsi organ dan hormon berada pada kondisi optimal meskipun terdapat perbedaan antara pria dan wanita yang dipengaruhi oleh hormon. Sementara itu, pada usia lanjut kadar hemoglobin cenderung menurun akibat penurunan fungsi sumsum tulang, berkurangnya respons eritropoietin, adanya penyakit kronik,

serta asupan zat gizi yang kurang sehingga lansia lebih rentan mengalami anemia (Ghosh *et al.*, 2025).

b) Menstruasi

Menstruasi memengaruhi kadar hemoglobin melalui mekanisme kehilangan darah yang dipengaruhi oleh lama dan volume menstruasi. Lama menstruasi berpengaruh terhadap kadar hemoglobin karena semakin panjang durasi menstruasi, semakin lama tubuh kehilangan darah. Menstruasi normal berlangsung sekitar 3–7 hari sedangkan menstruasi yang berlangsung lebih dari 7 hari dapat menyebabkan kehilangan darah yang lebih besar secara kumulatif. Kehilangan darah yang berkepanjangan akan mengurangi jumlah eritrosit dan cadangan zat besi tubuh yang berperan penting dalam pembentukan hemoglobin (Habiba, 2023).

Volume menstruasi secara langsung memengaruhi kadar hemoglobin karena berkaitan dengan jumlah darah yang hilang setiap siklus menstruasi. Volume darah menstruasi normal berkisar antara 25–80 ml per siklus, sedangkan volume yang melebihi 80 ml dikategorikan sebagai perdarahan menstruasi berlebih (*heavy menstrual bleeding*) (Mansour & Hofmann, 2021). Kehilangan darah dalam jumlah besar menyebabkan hilangnya zat besi dalam jumlah signifikan sehingga cadangan

zat besi menurun dan proses eritropoiesis terhambat (Kumalasari *et al.*, 2019).

c) Aktivitas fisik

Aktivitas fisik yang berat dapat meningkatkan kebutuhan zat besi. Aktivitas fisik berat yang terus menerus dan jangka panjang dapat menyebabkan penurunan massa sel darah merah melalui hemolisis intravaskular. Hemolisis intravaskular adalah proses pecahnya sel darah merah (eritrosit) yang terjadi langsung di dalam pembuluh darah, sehingga hemoglobin yang berada di dalam sel dilepaskan ke dalam plasma darah. Hemolisis intravaskular disebabkan oleh robekan mekanis pada dinding sel darah merah yang terjadi ketika sel darah merah bergerak melalui darah. Ketika eritrosit mengalami kerusakan membran akibat tekanan mekanik berulang menyebabkan hemoglobin dilepaskan ke dalam plasma. Jika laju penghancuran eritrosit lebih cepat dibandingkan proses pembentukan eritrosit di sumsum tulang, maka jumlah hemoglobin total dalam sirkulasi akan menurun. Kondisi ini dapat ditandai dengan penurunan kadar Hb dan penumpukan laktat di otot sehingga berdampak pada penurunan produktivitas (Gunadi *et al.*, 2016).

d) Konsumsi Tablet Tambah Darah (TTD)

Tablet Tambah Darah (TTD) merupakan tablet sebagai suplementasi yang mengandung 60 mg besi elemental dan 0,4

mg asam folat untuk penanggulangan anemia gizi besi (Putra *et al.*, 2020). TTD sebaiknya dikonsumsi dengan cara dan waktu yang tepat agar penyerapan zat besi optimal serta efek samping dapat diminimalkan. TTD dianjurkan diminum satu kali sehari pada malam hari sebelum tidur atau 1 jam sebelum makan karena zat besi lebih baik diserap dalam kondisi lambung relatif kosong (Putra *et al.*, 2020).

Pemberian TTD dilakukan pada remaja putri mulai dari usia 12-18 tahun di institusi pendidikan (SMP dan SMA atau yang sederajat) melalui UKS/M. Dosis pencegahan dengan memberikan satu tablet tambah darah setiap minggu selama 52 (lima puluh dua) minggu (Kemenkes RI, 2020). Berdasarkan penelitian Fitriana & Dwi (2019), menyatakan bahwa kadar hemoglobin pada remaja putri dipengaruhi oleh kepatuhan konsumsi tablet tambah darah.

e) Konsumsi Makanan *Enhancer* Zat Besi

Enhancer zat besi adalah zat gizi yang meningkatkan penyerapan (absorpsi) zat besi di saluran pencernaan sehingga kadar hemoglobin (Hb) dalam darah dapat lebih optimal. Konsumsi *enhancer* zat besi sebaiknya dilakukan bersamaan dengan makanan yang mengandung zat besi, terutama zat besi *non heme* yang berasal dari sumber nabati (Pasricha *et al.*, 2021). Waktu konsumsi yang tepat yaitu secara bersamaan atau tidak

lebih dari satu jam sebelum maupun sesudah konsumsi sumber zat besi, karena proses peningkatan absorpsi terjadi di lumen lambung dan usus halus bagian proksimal pada fase awal pencernaan (Milman, 2020). Berikut beberapa *Enhancer* zat besi antara lain:

(1) Vitamin C

Vitamin C membantu penyerapan zat besi dari makanan dengan mengubah bentuk zat besi yang sulit diserap menjadi bentuk yang lebih mudah diserap oleh tubuh (Hunt *et al.*, 2015). Vitamin C membantu proses penyerapan zat besi dengan cara melakukan reduksi terhadap Fe^{3+} sehingga menjadi Fe^{2+} didalam usus halus sehingga zat besi menjadi lebih mudah diabsorpsi oleh tubuh serta keasaman dari vitamin C dapat meningkatkan penyerapan zat besi hingga mencapai 30% (Elisa & Oktarlina, 2023).

(2) Vitamin A

Vitamin A dapat membantu mobilisasi zat besi dari simpanan tubuh untuk digunakan dalam pembentukan sel darah merah (eritropoiesis). Vitamin A membantu pelepasan zat besi yang tersimpan dalam bentuk feritin dan hemosiderin di hati, limpa, dan sumsum tulang agar dapat dialirkan ke sirkulasi darah

untuk digunakan dalam sintesis hemoglobin (Mejia & Erdman, 2025). Pada kondisi defisiensi vitamin A, zat besi cenderung tetap terperangkap di jaringan penyimpanan sehingga tidak tersedia untuk digunakan dalam sintesis hemoglobin, meskipun cadangan zat besi tubuh sebenarnya cukup (WHO, 2023b).

(3) Asam Folat (Vitamin B9)

Asam folat (Vitamin B9) berperan dalam proses sintesis DNA dan RNA, terutama pada pembentukan basa purin dan pirimidin yang diperlukan dalam pembentukan sel. Dalam pembentukan sel darah merah (eritropoiesis), sel prekursor eritrosit harus membelah dengan cepat sehingga memerlukan ketersediaan asam folat yang cukup agar sintesis DNA dapat berlangsung dengan normal.

Asam folat yang cukup memungkinkan pematangan eritrosit berjalan dengan optimal yang digunakan menjadi tempat sintesis hemoglobin melalui penggabungan gugus *heme* dengan rantai *globin* sehingga sel darah merah yang terbentuk memiliki ukuran yang normal. Asam folat dapat ditemukan pada berbagai jenis makanan yaitu,

sayuran berwarna hijau, kacang-kacangan dan buah-buahan (Festi, 2018).

Konsumsi bahan makanan yang kaya vitamin A, C dan folat sangat dianjurkan terutama pada kelompok berisiko anemia. Tabel 2.5 menyajikan beberapa bahan makanan yang mengandung vitamin-vitamin tersebut sebagai *enhancer* zat besi beserta kandungan gizinya.

Tabel 2. 5
Bahan Makanan Mengandung *Enhancer* Zat Besi

Bahan makanan	Kandungan Vitamin A (mg/100 gr)	Kandungan Vitamin C (mg/100 gr)	Kandungan Vitamin B9 (mg/100 gr)
Wortel	0,835	59	0,019
Bayam	0,469	28	0,194
Brokoli	0,031	89	0,063
Paprika merah	0,157	127	0,046
Kangkung	0,315	55	0,077
Jambu biji	0,031	228	0,049
Jeruk	0,011	53	0,030
Mangga	0,054	36	0,043
Pepaya	0,047	61	0,037
Alpukat	0,007	10	0,081
Hati ayam	3,296	17	0,588
Hati sapi	6,500	27	0,290

Sumber : Tabel Komposisi Pangan Indonesia (Kemenkes RI, 2017)

f) Konsumsi Makanan *Inhibitor* Zat Besi

Inhibitor zat besi adalah zat gizi atau senyawa dalam makanan yang menghambat penyerapan (absorpsi) zat besi di usus, terutama zat besi *non heme*. Konsumsi makanan yang mengandung inhibit zat besi sebaiknya tidak dilakukan bersamaan dengan konsumsi sumber zat besi. Senyawa inhibitor

tersebut dapat membentuk kompleks yang tidak larut dengan zat besi di lumen usus sehingga menurunkan bioavailabilitasnya dan menghambat absorpsi melalui transporter besi di enterosit (Milman, 2020). Oleh karena itu, dianjurkan agar konsumsi makanan tinggi inhihor zat besi minimal 1-3 jam sebelum atau sesudah makan utama atau konsumsi suplemen zat besi agar tidak mengganggu proses penyerapan yang berlangsung pada fase awal pencernaan (Hurrell & Zimmerman, 2022). *Inhibitor* zat besi antara lain:

(1) Tanin

Tanin merupakan polifenol yang terkandung dalam minuman seperti teh dan kopi serta beberapa buah-buahan yang dapat membentuk ikatan dengan zat besi dan menurunkan kemampuan tubuh untuk menyerapnya (Gunec, 2023). Zat tanin dapat mengikat zat besi pada makanan yang dicerna sehingga membuat penyerapan zat besi atau Fe yang dilakukan oleh sel darah merah berkurang (Zhu & Sang, 2019).

(2) Fitat

Fitat adalah senyawa dalam sereal, kacang-kacangan dan biji-bijian yang dikenal sebagai anti nutrien karena menghambat penyerapan mineral

seperti zat besi (Piskin *et al.*, 2022). Fitat merupakan khelator kuat yang mengikat Fe dengan membentuk kompleks garam tidak larut sehingga menurunkan bioavailabilitas dan penyerapan mineral di usus (Chondrou *et al.*, 2024).

(3) Kalsium

Kalsium terdapat pada susu dan olahannya. Kalsium dapat mengganggu absorpsi zat besi apabila dikonsumsi dalam jumlah 40–300 mg per porsi makanan (Rolić *et al.*, 2024). Pada kisaran tersebut, interaksi antara kalsium dan zat besi dapat menurunkan penyerapan zat besi hingga 40% (Piskin *et al.*, 2022). Konsumsi kalsium bersamaan atau 5 menit sampai 1 jam setelah makan dapat menghambat penyerapan zat besi (Jannah *et al.*, 2023). Kalsium dapat menghambat fungsi DMT1 dengan mengganggu gradien proton, yaitu perbedaan konsentrasi ion hidrogen yang berperan sebagai sumber energi untuk proses penyerapan zat besi secara optimal (Cegarra *et al.*, 2022).

(4) Oksalat

Oksalat terdapat pada produk nabati seperti buah-buahan, kacang-kacangan, sereal dan

sayuran. Secara umum, oksalat ada dalam jumlah yang sedikit, tetapi ada beberapa jenis sayuran yang mengandung oksalat dalam kadar yang tinggi.

Oksalat dapat berikatan dengan ion besi di lumen usus dan membentuk kompleks besi–oksalat yang bersifat tidak larut. Kompleks ini sulit diserap oleh sel epitel usus (enterosit), sehingga menurunkan bioavailabilitas zat besi. Ikatan tersebut terutama terjadi pada besi dalam bentuk ferri (Fe^{3+}), sehingga menghambat proses reduksi dan transport melalui divalent metal transporter-1 (DMT-1) di usus halus (Prihatanti, 2023).

Konsumsi bahan pangan *inhibitor* secara bersamaan dengan sumber zat besi dapat berkontribusi terhadap rendahnya kadar hemoglobin, terutama pada kelompok rentan seperti remaja putri. Tabel 2.6 menyajikan beberapa bahan makanan yang mengandung *inhibitor* zat besi beserta kandungan senyawanya.

Tabel 2. 6
Bahan Makanan Mengandung Inhibitor Zat Besi

Bahan makanan	Kandungan Tanin (gr/100 gr)	Kandungan Fitat (gr/100 gr)	Kandungan Oksalat (gr/100 gr)	Kandungan Kalsium (gr/100 gr)
Teh hijau	20 – 30	1	1,5	4,5
Teh hitam	11 – 1	0,8	1	4,7
Kakao	5 - 8	2,5	0,7	1,2
Kopi	0,6 – 1,2	0,3	0,05	1

Delima	13,9	0,05	0,03	0,1
Anggur	16,5	0,04	0,01	0,1
Aprikot	0,014	0,01	0,02	0,1
Kacang merah	0,067	1,5	0,08	0,5
Buncis	0,49	0,4	0,05	0,3
Kacang kedelai	0,23	2,2	0,1	2,7
Susu sapi	0	0	0	1,2
Keju	0	0	0	7,2
Bayam	0,5	0,3	0,9	0,9
Daun singkong	0,6	0,5	0,3	1,6
Kacang tanah	0,5	1,5	0,1	0,9
Almond	0,6	1,4	0,5	2,6
Oat	0,3	1	0,05	0,5
Beras merah	0,2	1,2	0,03	0,1
Tahu	0,1	0,6	0,02	2,2
Tempe	0,1	0,6	0,02	1,5

Sumber : Chen *et al.*, (2020), Cosme *et al.*, (2025), Milman (2020), Piskin *et al.*, (2022), Jeszka-Skowron *et al.*, (2021)

f. Dampak Rendahnya Kadar Hemoglobin

Penyakit yang disebabkan menurunnya kadar hemoglobin seseorang adalah anemia. Menurut Kementerian Kesehatan (2018), anemia dapat menimbulkan berbagai dampak negatif pada remaja, antara lain:

- a) Mengurangi daya tahan tubuh, sehingga penderita anemia lebih rentan terhadap infeksi.
- b) Mengurangi kebugaran dan kemampuan berpikir karena pasokan oksigen yang tidak mencukupi untuk sel otot dan sel otak.

- c) Mengakibatkan penurunan prestasi belajar dan produktivitas kerja.

Dampak anemia pada remaja dan wanita usia subur (WUS) dapat berlanjut hingga mereka menjadi ibu hamil, yang dapat mengakibatkan beberapa masalah serius (Kementrian Kesehatan RI, 2018), antara lain:

- a) Pertumbuhan janin terhambat, kelahiran premature, berat badan lahir rendah (BBLR) serta gangguan tumbuh kembang,
- b) Pendarahan sebelum dan sesudah melahirkan.
- c) Bayi lahir dengan cadangan zat besi rendah.
- d) Meningkatnya risiko kesakitan dan kematian neonatal.

Gejala umum (*anemic syndrome*) adalah gejala yang timbul pada setiap kasus anemia, apapun penyebabnya, apabila kadar hemoglobin turun dibawah tertentu. Anemia ditandai dengan kondisi tubuh yang disebut dengan 5L (Lelah, Letih, Lesu, Lemah, Lunglai), bibir tampak pucat, nafas pendek, nafsu makan berkurang, mudah pusing dan mudah mengantuk (Widyaningrum *et al.*, 2023). Berikut tanda gejala anemia :

- a) Gejala anemia ringan dengan kadar Hb 11 g/dl
 - (1) Letih, lelah, lalai, lemah, lesu
 - (2) Mudah capek
- b) Gejala anemia sedang dengan kadar Hb 8 – 10 g/dl

- (1) Jantung sering berdebar
 - (2) Pucat
 - (3) Mudah sesak napas
 - (4) Cepat lelah walau jarang beraktivitas
- c) Gejala anemia berat dengan kadar Hb < 8 g/dl
- (1) Kelelahan terus menerus
 - (2) Menggigil
 - (3) Jantung berdebar kencang
 - (4) Sesak napas
 - (5) Nyeri dada
 - (6) Gangguan fungsi organ

3. Asupan Zat Besi

a. Definisi Zat Besi

Zat besi adalah zat gizi mikro yang diperlukan pada anak yang mengalami masa pertumbuhan dan meningkatkan massa sel darah serta mengganti sel darah yang hilang (Nurbadriyah, 2019). Zat besi berperan dalam pembentukan hemoglobin yang bertanggung jawab untuk mengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh tubuh. Tanpa zat besi yang cukup, produksi hemoglobin akan terganggu, yang dapat menyebabkan anemia (Lestari & Helmyati, 2018).

Zat besi yang berasal dari sumber nabati memiliki jumlah zat besi yang dapat diabsorpsi sekitar 1 - 6%. Zat besi yang berasal dari hewani adalah 7-22% (Lestari & Helmyati, 2018).

b. Kebutuhan Zat Besi

Tabel 2. 7
Angka Kecukupan Zat Besi Remaja Putri

Usia	Zat Besi (mg)
10-12 tahun	8 mg/hari
13-15 tahun	15 mg/hari
16-18 tahun	15 mg/hari

Sumber : Kemenkes RI, 2019

Tabel 2.7 menunjukkan angka kecukupan zat besi pada remaja putri berdasarkan kelompok usia. Pada remaja putri usia 10–12 tahun, kebutuhan zat besi sebesar 8 mg per hari, yang mencerminkan kebutuhan dasar untuk mendukung pertumbuhan awal dan pembentukan sel darah merah. Memasuki usia 13–15 tahun, kebutuhan zat besi meningkat menjadi 15 mg per hari, seiring dengan terjadinya percepatan pertumbuhan, peningkatan volume darah, serta mulai terjadinya menstruasi yang menyebabkan kehilangan zat besi secara rutin. Kebutuhan zat besi pada remaja putri usia 16–18 tahun tetap sebesar 15 mg per hari, karena meskipun pertumbuhan mulai melambat, kehilangan zat besi akibat menstruasi masih berlangsung secara kontinu.

c. Sumber Zat Besi

Pada makanan terdapat dua macam zat besi yaitu besi *heme* dan besi *non heme*. Zat besi *heme* berasal dari hemoglobin dan mioglobin yang terdapat hanya dalam makanan hewani dapat diabsorpsi langsung dalam bentuk kompleks zat besi. Zat besi *non heme* umumnya terdapat dalam bahan makanan yang berasal dari tumbuh-tumbuhan seperti sayur-sayuran, biji-bijian kacang-kacangan, buah-buahan sereal dan dalam jumlah sedikit pada daging, ikan dan telur (Sudargo *et al.*, 2018). Bahan makanan tinggi zat besi dapat dilihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2. 8
Bahan Makanan Tinggi Zat Besi

Heme	Zat besi (mg/100 gr)	Non Heme	Zat besi (mg/100 gr)
Hati Ayam	15,8	Kacang Kedelai	6,9
Telur Ayam	3	Tempe	4
Daging Sapi	2,9	Bayam	3,5
Susu Kambing	2,7	Tahu	3,4
Ikan Tongkol	1,7	Ubi Jalar Manis	2,1

Sumber : Tabel Komposisi Pangan Indonesia (Kemenkes RI, 2017)

Tabel 2.8 menunjukkan berbagai bahan makanan yang merupakan sumber zat besi, baik dalam bentuk *heme* maupun *non heme*. Sumber zat besi *heme* yang berasal dari pangan hewani, seperti hati ayam, telur ayam, daging sapi, susu kambing, dan ikan tongkol, umumnya memiliki tingkat penyerapan yang lebih tinggi di dalam tubuh dibandingkan sumber *non heme*. Sementara itu, sumber zat besi *non heme* berasal dari pangan nabati seperti kacang kedelai,

tempe, bayam, tahu, dan ubi jalar manis, yang meskipun kandungan zat besinya cukup baik, tingkat penyerapannya dipengaruhi oleh *enhancer* dan *inhibitor* zat besi dalam makanan.

4. Asupan Vitamin C

a. Definisi Vitamin C

Asupan vitamin C adalah jumlah vitamin C (asam askorbat) yang diperoleh seseorang dari makanan, minuman dan suplemen dalam periode tertentu. Vitamin C dibutuhkan tubuh untuk dapat membantu proses penyerapan zat besi dengan cara mereduksi Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} didalam usus halus. Akibatnya zat besi menjadi lebih mudah diabsorbsi oleh tubuh serta keasaman dari vitamin C dapat meningkatkan penyerapan zat besi hingga mencapai 30% (Elisa & Oktarlina, 2023).

b. Kebutuhan Vitamin C

Tabel 2. 9
Angka Kecukupan Vitamin C Remaja Putri

Usia	Vitamin C (mg)
10-12 tahun	50 mg/hari
13-15 tahun	65 mg/hari
16-18 tahun	75 mg/hari

Sumber : Kemenkes RI, 2019

Tabel 2.9 menunjukkan angka kecukupan vitamin C pada remaja putri berdasarkan kelompok usia. Kebutuhan vitamin C mengalami peningkatan seiring bertambahnya usia, yaitu sebesar 50 mg/hari pada usia 10–12 tahun, meningkat menjadi 65 mg/hari pada usia 13–15 tahun, dan mencapai 75 mg/hari pada usia 16–18 tahun.

Peningkatan kebutuhan ini berkaitan dengan pertumbuhan, perkembangan, serta meningkatnya aktivitas metabolisme pada masa remaja.

c. Sumber Vitamin C

Pada umumnya, vitamin C terkandung dalam bahan pangan nabati seperti sayuran dan buah-buahan terutama yang asam. Berikut bahan makanan tinggi vitamin C.

Tabel 2. 10
Bahan Makanan Tinggi Vitamin C

Bahan makanan	Vitamin C (mg/100 gr)	Bahan makanan	Vitamin C (mg/100 gr)
Daun katuk	164	Nanas segar	77
Cabai rawit	111	Belimbing	73
Cabai merah	83	Daun singkong	70
Jambu biji	87	Brokoli segar	69
Papaya segar	78	Jeruk manis	49

Sumber : Tabel Komposisi Pangan Indonesia (Kemenkes RI, 2017)

Vitamin C merupakan komponen penting untuk tubuh dikarenakan manusia tidak dapat mensintesis vitamin C secara mandiri oleh karena itu penting untuk mengonsumsi bahan pangan yang mengandung vitamin C (Krisnanda, 2020). Vitamin C disimpan dalam tubuh dalam jumlah kecil dan sebagian besar diekskresikan melalui urin (Padayatty & Levine, 2016).

5. Kebiasaan Konsumsi Sumber Tanin

Kebiasaan konsumsi sumber tanin adalah pola atau frekuensi seseorang dalam mengonsumsi makanan dan minuman yang mengandung senyawa tanin, baik dalam jumlah kecil maupun besar,

secara rutin maupun tidak. Tanin adalah senyawa polifenol yang banyak terdapat dalam teh, kopi, coklat, dan beberapa sayuran serta buah. Tanin dikenal sebagai anti-nutrisi karena dapat mengikat zat besi dan protein sehingga menghambat penyerapannya (Almatiser, 2019).

Di Indonesia, kebiasaan konsumsi pangan sumber tanin cukup umum dan berkaitan dengan budaya minum teh di berbagai daerah. Masyarakat di Pulau Jawa memiliki tradisi minum teh kental atau teh tubruk setelah makan sedangkan di Pulau Sumatera dan Sulawesi konsumsi kopi dianggap bagian dari budaya sosial. Data konsumsi nasional menunjukkan bahwa teh termasuk minuman yang sering dikonsumsi oleh remaja dan orang dewasa di berbagai wilayah Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2022). Selain itu, konsumsi sayuran hijau tertentu dan olahan kacang-kacangan juga mengandung senyawa fenolik cukup tinggi banyak ditemukan dalam pola makan tradisional Masyarakat Indonesia.

6. Hubungan Asupan Zat Besi dengan Kadar Hemoglobin

Pembentukan hemoglobin dalam darah dipengaruhi oleh zat besi. Bahan makanan yang mengandung zat besi berasal dari *heme* dan *non heme*. Zat besi *heme* dapat diperoleh dari protein hewani dan mudah diserap sedangkan zat besi *non heme* dari protein nabati dan penyerapannya lebih rendah (Simamora *et al.*, 2024).

Setelah dikonsumsi, zat besi akan diserap terutama di duodenum dan jejunum proksimal. Zat besi *non-heme* (Fe^{3+}) dari sumber

nabati terlebih dahulu direduksi menjadi Fe^{2+} oleh enzim duodenal cytochrome b dengan bantuan vitamin C. Besi dalam bentuk Fe^{2+} kemudian masuk ke dalam enterosit melalui transporter Divalent Metal Transporter-1 (DMT-1). Sementara itu, zat besi *heme* dari sumber hewani diserap dalam bentuk kompleks *heme* melalui transporter khusus (HCP1), kemudian di dalam sel usus dipecah oleh enzim *heme* oxygenase untuk melepaskan Fe^{2+} (Kiening & Lange, 2022).

Di dalam enterosit, zat besi memiliki dua kemungkinan jalur yaitu disimpan sementara sebagai feritin atau dikeluarkan ke sirkulasi melalui protein ferroportin. Saat diekspor ke dalam darah, Fe^{2+} akan dioksidasi kembali menjadi Fe^{3+} oleh enzim hephaestin atau ceruloplasmin, kemudian diikat oleh protein transport transferin. Transferin membawa zat besi melalui sirkulasi menuju jaringan yang membutuhkan, terutama sumsum tulang (Kiening & Lange, 2022).

Di sumsum tulang, zat besi digunakan dalam proses eritropoiesis, yaitu pembentukan sel darah merah. Besi dimasukkan ke dalam mitokondria sel prekursor eritrosit untuk membentuk *heme*, yang kemudian bergabung dengan rantai globin membentuk hemoglobin. Hemoglobin inilah yang menentukan kadar Hb dalam darah. Jika asupan zat besi tidak mencukupi, cadangan besi tubuh (feritin) akan menurun terlebih dahulu diikuti penurunan saturasi transferrin hingga akhirnya sintesis *heme* terganggu. Kondisi ini menyebabkan produksi

hemoglobin berkurang dan kadar Hb menurun menyebabkan anemia defisiensi besi (Chernets *et al.*, 2025).

Berdasarkan penelitian Silvia *et al.* (2019), menyatakan terdapat hubungan yang bermakna antara asupan zat besi dengan kadar hemoglobin pada remaja putri di SMKN 10 Semarang. Hubungan ini bersifat positif, yang berarti semakin tinggi asupan zat besi, semakin baik kadar hemoglobin. Hal ini sejalan dengan penelitian Sriwiyanti *et al.*, (2024) yang menyatakan bahwa asupan zat besi memiliki hubungan yang signifikan dengan kadar hemoglobin. asupan zat besi yang sesuai dengan Angka Kecukupan Gizi (AKG) dapat meningkatkan kadar hemoglobin dalam darah.

7. Hubungan Asupan Vitamin C dengan Kadar Hemoglobin

Vitamin C membantu penyerapan zat besi dari makanan dengan mengubah bentuk zat besi yang sulit diserap menjadi bentuk yang lebih mudah diserap oleh tubuh. Vitamin C dapat mengoptimalkan penyerapan zat besi *non heme* dengan mereduksi *ferric* (Fe^{3+}) menjadi *ferrous* (Fe^{2+}) dalam saluran pencernaan (Kontoghiorghes *et al.*, 2020). Peran vitamin C dalam penyerapan zat besi *heme* yaitu dengan menjaga usus tetap dalam kondisi baik dan meningkatkan ketersediaan besi total dalam lumen usus sehingga penyerapan zat besi optimal. Interaksi antara zat besi dan vitamin C berlangsung dalam 1-2 jam setelah konsumsi selama zat besi masih berada di saluran cerna (Piskin *et al.*, 2022).

Penelitian Sholicha & Muniroh (2019), menyatakan terdapat hubungan asupan vitamin C terhadap kadar hemoglobin menunjukkan $p = \text{value } 0,000$ yang berarti asupan vitamin C berhubungan signifikan dengan kadar hemoglobin. Koefisien korelasi antar variabel memiliki nilai $\rho = 0,780$ menunjukkan ada hubungan yang cukup kuat antara asupan vitamin C dengan kadar hemoglobin.

8. Hubungan Kebiasaan Konsumsi Tanin dengan Kadar Hemoglobin

Berdasarkan riset dari Bagian Kesehatan Ibu dan Anak Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro membuktikan bahwa minum teh setelah makan dapat mengakibatkan terjadinya anemia. Dikarenakan minum teh paling tidak sejam setelah makan akan mengurangi daya serap sel darah terhadap zat besi sebesar 64% (Royani *et al.*, 2017).

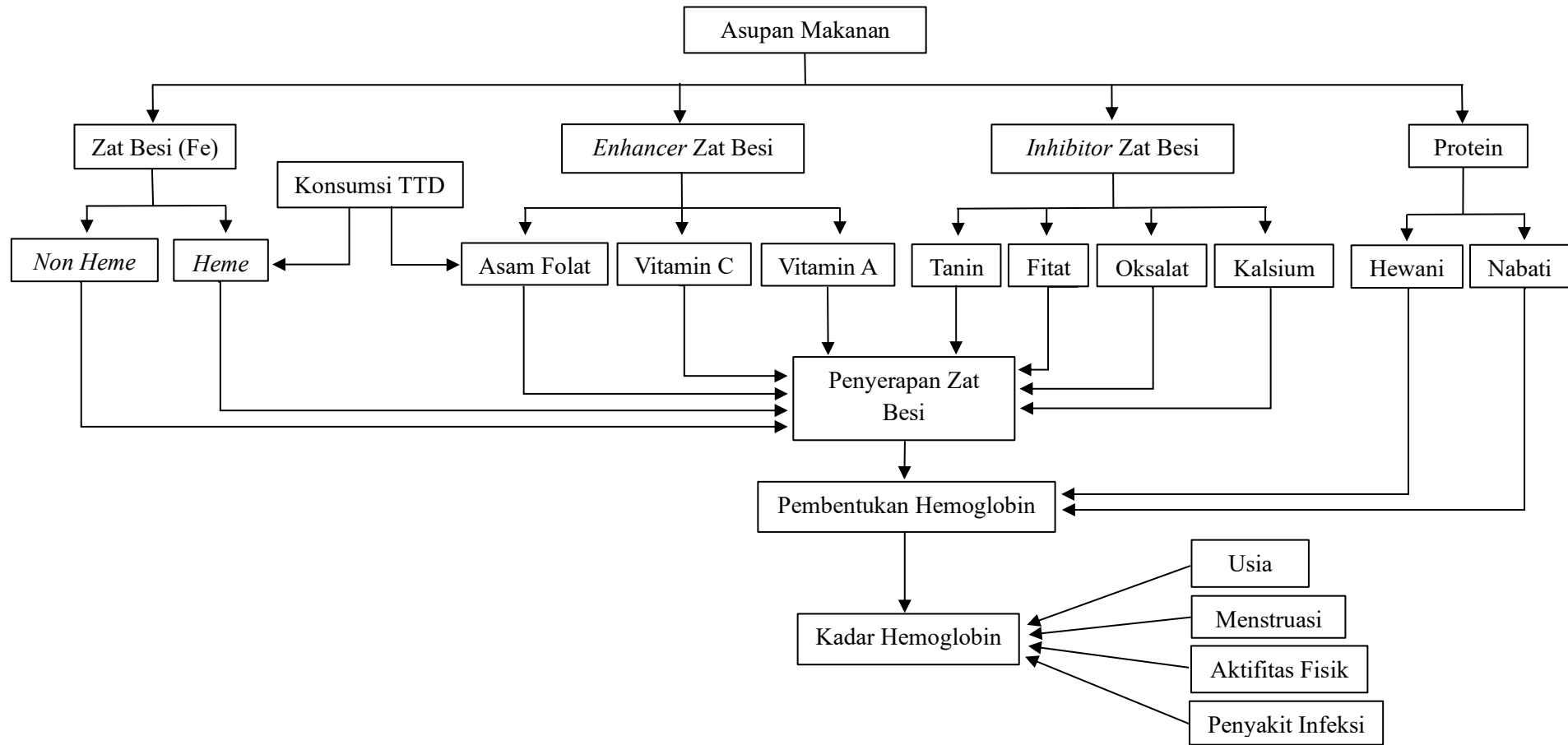
Kandungan tanin dapat menghambat penyerapan zat besi dalam saluran cerna yang merupakan pemicu terjadinya anemia (Pérez-Burillo *et al.*, 2021). Zat tanin dapat mengikat zat besi pada makanan yang dicerna sehingga membuat penyerapan zat besi atau Fe yang dilakukan oleh sel darah merah berkurang (Zhu & Sang, 2019).

Polifenol teh termasuk katekin epigallocatechin gallate (EGCG), membentuk kompleks yang tidak larut dengan zat besi makanan, sehingga membuatnya kurang tersedia secara hayati untuk diserap di usus. Kompleksasi ini terutama memengaruhi zat besi non-heme, yaitu bentuk zat besi yang ditemukan dalam makanan nabati.

Pembentukan kompleks ini mengurangi kelarutan zat besi di saluran pencernaan, yang sangat penting untuk penyerapannya. Hal ini terutama terlihat ketika teh dikonsumsi bersama makanan, karena polifenol mengikat zat besi yang ada dalam makanan (Gaur & Miller, 2015).

Polifenol seperti EGCG dapat menghambat transpor zat besi transepitelial melintasi sel-sel usus. Penghambatan ini terjadi tergantung dosis, yang berarti konsentrasi polifenol yang lebih tinggi menyebabkan penghambatan penyerapan zat besi yang lebih besar. Polifenol juga dapat memengaruhi penyerapan zat besi apikal oleh sel-sel usus dan pelepasannya secara basolateral ke dalam aliran darah. Penghambatan ganda ini semakin mengurangi penyerapan zat besi secara keseluruhan (Capasso *et al.*, 2025).

B. Kerangka Teori



Gambar 2. 3 Kerangka Teori

Sumber: Cegarra *et al* (2022), Gunec (2023), Hunt *et al* (2015), Kiening & Lange (2022), Masthura *et al* (2019)