

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Kadar Hemoglobin sebagai Penanda Anemia pada Remaja Putri

a. Remaja Putri

1) Pengertian Remaja

Kata “*adolescence*” dalam bahasa latin memiliki arti sebagai remaja. Remaja dapat diartikan sebagai periode seseorang tumbuh dan berkembang dari masa anak-anak menuju masa kematangan. Menurut beberapa ahli, rentang usia remaja umumnya berkisar antara 11 hingga 21 tahun (Hikmandayani *et al.*, 2023). Berdasarkan *World Health Organization* (WHO), remaja merupakan individu berusia 10–19 tahun (WHO, 2024a). Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 25 tahun 2014, remaja adalah individu berusia 10–18 tahun. Masa remaja merupakan periode transisi dari anak-anak menuju dewasa. Pada masa tersebut, terjadi pertumbuhan dan perkembangan yang pesat, baik secara fisik maupun psikologis (Diananda, 2019).

Perubahan fisik pada masa remaja sangat terlihat jelas, dengan bentuk tubuh yang semakin tumbuh dan berkembang seperti orang dewasa. Hal ini menjadi tantangan remaja untuk siap menerima perubahan tersebut. Pada masa remaja, individu akan mulai mengurangi ketergantungan pada orang tua. Remaja mulai memperluas interaksi tidak hanya dengan orang tua, tetapi juga dengan orang lain di lingkungan keluarga, seperti teman sekolah, teman di sekitar rumah,

teman dalam kegiatan ekstrakurikuler dan berbagai interaksi sosial lainnya (Hikmandayani *et al.*, 2023).

Selama masa remaja, individu akan mengalami pertumbuhan fisik yang cepat, baik dalam tinggi badan maupun berat badan, yang dikenal sebagai *growth spurt* (Thahir, 2018). Selain itu, terdapat perkembangan biologis yang cepat sepanjang masa remaja. Tahap perkembangan ini ditandai oleh kemunculan ciri-ciri seksual primer dan sekunder. Ciri-ciri seksual primer mencakup perkembangan organ reproduksi pada laki-laki maupun perempuan. Pada masa awal remaja, perempuan mulai mengalami menstruasi, sementara laki-laki mengalami mimpi basah. Ciri-ciri seksual sekunder mencakup perubahan seperti tumbuhnya rambut tubuh, suara menjadi lebih berat terutama pada laki-laki, pembesaran payudara pada perempuan, serta kemunculan jakun pada laki-laki (Suryana *et al.*, 2022).

2) Kategori Usia Remaja

Masa remaja berlangsung melalui tiga tahapan yang ditandai dengan perubahan biologis, psikologis dan sosial, yaitu masa remaja awal (10–14 tahun), menengah (15–16 tahun), dan akhir (17–20 tahun) (Rasmaniar *et al.*, 2023).

a) Masa Remaja Awal (10–14 tahun)

Pada fase remaja awal, individu cenderung membandingkan diri dengan orang lain, terutama teman sebaya yang memiliki peran penting dalam perkembangan kehidupan remaja. Keinginan akan

kebebasan juga mulai tumbuh, ditandai dengan kecenderungan menjauhi lingkungan rumah. Perubahan fisik dan seksual yang signifikan seperti pubertas, juga terjadi pada fase ini.

b) Masa Remaja Tengah (15–16 tahun)

Pada usia ini, remaja sangat dipengaruhi oleh teman sebayanya. Mereka lebih banyak menghabiskan waktu bersama teman sebaya daripada keluarga di rumah. Remaja mulai mandiri dalam memecahkan masalah, senang berdiskusi, menjalin hubungan dengan lawan jenis, dan mulai memikirkan masa depan. Mereka juga remaja semakin peduli terhadap masalah sosial dan lingkungan.

c) Masa Remaja Akhir (17–20 tahun)

Pada fase ini, remaja telah mencapai kematangan dan siap menuju kedewasaan. Mereka mulai mandiri dari keluarga dan aktif mencari identitas diri, terkadang terlihat keras namun tidak memberontak. Peran teman sebaya tidak lagi sepenting di fase remaja awal, dan remaja sudah mulai fokus mengembangkan masa depan.

3) Masalah Gizi Remaja Putri

Masalah gizi yang paling umum dihadapi oleh remaja meliputi berat badan kurang, sangat kurus, kelebihan berat badan, obesitas, pendek, dan sangat pendek. Kondisi-kondisi tersebut berkaitan dengan kurangnya asupan gizi yang mencukupi. Masalah gizi lain yang sering ditemukan pada remaja putri adalah anemia (Labatjo, 2024). Data

menunjukkan bahwa secara nasional, anemia pada remaja usia 5–14 tahun mencapai 16,3% (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2023).

Anemia didefinisikan sebagai kondisi jumlah sel darah merah atau konsentrasi hemoglobin, yang berfungsi mengangkut oksigen dalam darah tidak mencukupi kebutuhan fisiologis tubuh (Februhartanty *et al.*, 2019). Anemia adalah kondisi kadar hemoglobin, hematokrit, dan sel darah merah lebih rendah dari nilai normal akibat kekurangan satu atau beberapa unsur zat gizi esensial (Rasmaniar *et al.*, 2023). Risiko anemia lebih tinggi pada perempuan dibandingkan laki-laki karena cadangan besi dalam tubuh perempuan lebih sedikit, sementara kebutuhan harian justru lebih tinggi (Rasmaniar *et al.*, 2023).

4) Kebutuhan Zat Gizi Remaja Putri

Terjadinya perubahan fisik dan biologis pada remaja mengakibatkan peningkatan kebutuhan energi dan zat gizi. Asupan energi dan zat gizi yang sesuai dengan kebutuhan dapat mendukung pertumbuhan dan fungsi fisiologis yang optimal. Zat gizi yang perlu diperhatikan selama masa remaja antara lain karbohidrat, lemak, protein, serat, vitamin seperti vitamin A, vitamin B12 dan vitamin C dan mineral yaitu zat besi dan kalsium (Rahayu *et al.*, 2023). Angka kecukupan gizi bagi remaja putri mencakup zat gizi makro dan zat gizi mikro yang terkait dengan anemia berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 28 tahun 2019.

Tabel 2.1
Angka Kecukupan Gizi Remaja Putri

Usia (Perempuan)	10-12 tahun	13-15 tahun	16-18 tahun
Zat Gizi Makro			
Protein (gram)	55	65	65
Zat Gizi Mikro			
Vitamin C (mg)	50	65	75
Besi ² (mg)	8	15	15

Sumber: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2019

a) Konsumsi Protein Remaja Putri

Protein adalah zat pembangun tubuh yang terdiri dari 20 asam amino. Asupan protein yang cukup akan mendukung pertumbuhan, meningkatkan massa otot dan kematangan seksual pada remaja (Rahayu *et al.*, 2023). Protein berperan penting dalam mengangkut zat besi ke seluruh tubuh. Rendahnya asupan protein dapat menyebabkan defisiensi zat besi pada remaja putri karena hemoglobin dibentuk dari gabungan protein dan zat besi yang membentuk sel darah merah (eritrosit) (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2018).

Pembentukan hemoglobin melibatkan peran protein sebagai transferrin, yaitu glikoprotein yang disintesis di hati. Fungsi utama transferrin adalah mengangkut zat besi (Fe^{2+}) dari sel-sel usus menuju sumsum tulang, yang merupakan tempat produksi hemoglobin. Ferritin, protein yang menyimpan cadangan zat besi (Fe^{3+}) dalam macrophage, memungkinkan zat besi digunakan kembali saat dibutuhkan (Permatasari dan Soviana, 2022). Sumber protein dalam makanan terbagi menjadi dua bentuk yaitu protein

hewani dan protein nabati. Protein hewani dibutuhkan oleh remaja putri karena merupakan sumber zat besi heme yang lebih mudah diserap oleh tubuh. Sumber pangan hewani diantaranya daging, unggas, ikan, udang, susu dan telur. Sumber protein nabati contohnya tempe, tahu, dan kacang-kacangan (Almatsier, 2018).

b) Konsumsi Zat Besi Remaja Putri

Zat besi diperlukan untuk membentuk heme yang ada dalam hemoglobin. Zat besi dapat dikendalikan oleh asupan makanan, penyerapan di usus, dan daur ulang zat besi (Patimah, 2017). Zat besi dalam makanan tersedia dalam dua bentuk yaitu zat besi heme dan zat besi non-heme. Zat besi heme yang mudah diserap berasal dari hemoglobin dan mioglobin dalam bentuk protein hewani seperti unggas dan ikan. Zat besi non-heme sebagian besar ditemukan dalam makanan nabati dan tidak mudah diserap. Senyawa seperti fitat, oksalat, polifenol, dan tannin yang terdapat pada sayuran, buah-buahan dan kacang-kacangan dapat mengurangi penyerapan zat besi non-heme (Kumar *et al.*, 2022).

Zat besi dibutuhkan sekitar 8–15 mg per hari dan sekitar 1–5 mg zat besi dicerna setiap hari namun hanya 1–2 mg yang akan diserap usus (Kumar *et al.*, 2022). Pemilihan makanan yang bersifat mempercepat dan menghambat penyerapan besi dapat memengaruhi status besi dalam tubuh seseorang (Simanungkalit dan Simarmata, 2019). Terdapat beberapa zat gizi mikro yang baik dikonsumsi

bersamaan dengan zat besi, yang dikenal sebagai zat pendorong untuk meningkatkan penyerapan (enhancer) seperti vitamin C dalam buah dan sayur. Terdapat pula beberapa zat yang dapat menghambat penyerapan zat besi (inhibitor), seperti tannin dalam teh dan kopi, serta makanan yang mengandung kalsium, fosfat, dan fitat jika dikonsumsi dalam jumlah banyak (Nisa *et al.*, 2019).

c) Konsumsi Vitamin C Remaja Putri

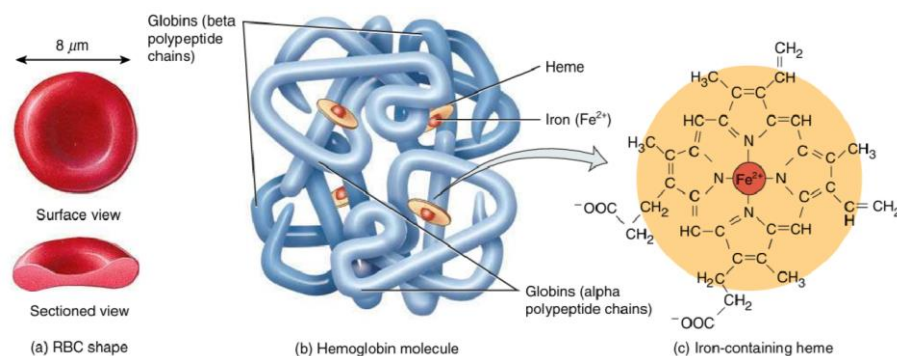
Vitamin C berperan penting dalam pembentukan hemoglobin dan perkembangan sel darah merah. Vitamin ini meningkatkan penyerapan zat besi dan memfasilitasi pelepasan zat besi dari *ferritin* sehingga cadangan besi dapat digunakan dengan mudah. Vitamin C juga memengaruhi penyerapan dan pelepasan zat besi dari transferrin ke berbagai jaringan tubuh. Transferrin mengikat zat besi dalam bentuk ion Ferro (Fe^{2+}). Proses penyerapan zat besi optimal dalam kondisi asam, yang dibantu oleh asam hidroklorida yang dihasilkan oleh sel parietal di lambung, serta adanya vitamin C, fruktosa, dan asam amino (Shubham *et al.*, 2020).

b. Kadar Hemoglobin sebagai Penanda Anemia

1) Pengertian Hemoglobin

Hemoglobin adalah molekul protein yang mengandung zat besi dan berada dalam sel darah merah atau eritrosit. Struktur hemoglobin terdiri dari heme (komponen yang mengandung zat besi) dan globin. Heme adalah gugus yang mengandung atom besi (Fe^{2+}) dan cincin

porfirin, sedangkan globin adalah protein yang dipecah menjadi asam amino (Firdayanti *et al.*, 2024).



Gambar 2.1 Struktur Hemoglobin
(Sumber: Tortora dan Derrickson, 2017)

Sel darah merah atau *Red Blood Cell* (RBC) merupakan cakram bikonveks dengan diameter 7–8 μm (Gambar 2.1a). Sel darah merah yang matang memiliki struktur yang sederhana. Membran plasma RBC kuat dan fleksibel, sehingga memungkinkan tidak robek saat melewati kapiler darah yang sempit. RBC tidak memiliki inti dan organel lainnya sehingga tidak dapat bereproduksi maupun melakukan aktivitas metabolik yang luas. Fisiologi RBC sangat terampil untuk fungsi transportasi oksigen mereka. Sitoplasma RBC mengandung sekitar 280 juta molekul hemoglobin (Tortora dan Derrickson, 2017).

Molekul hemoglobin terdiri dari protein yang disebut globin, yang terdiri dari empat rantai polipeptida (dua rantai alpha dan dua rantai beta), dan pigmen nonprotein berbentuk cincin yang disebut heme, yang terikat pada masing-masing dari empat rantai tersebut (Gambar 2.1b). Pada setiap pusat cincin heme terdapat ion besi (Fe^{2+}) yang dapat bergabung secara reversibel dengan satu molekul oksigen

(Gambar 2.1c). Setiap molekul hemoglobin memungkinkan untuk dapat mengikat empat molekul oksigen (Tortora dan Derrickson, 2017).

Hemoglobin memiliki fungsi penting dalam transportasi oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh serta membawa karbon dioksida dan proton dari jaringan perifer kembali ke organ pernapasan. Kekurangan hemoglobin dalam sel darah merah (eritrosit) dapat menghambat kemampuan sel darah merah dalam membawa oksigen. Akhirnya, jaringan tubuh akan kekurangan oksigen dan kondisi ini dikenal sebagai anemia (Abbas, 2019). Batas konsentrasi hemoglobin dalam darah sebagai penanda anemia menurut WHO (2024) berdasarkan tingkat keparahan adalah sebagai berikut.

Tabel 2.2
Batas Konsentrasi Hemoglobin untuk Menandakan Anemia pada Remaja

Populasi	Konsentrasi Hemoglobin (g/dL)			
	Tidak Anemia	Anemia Ringan	Anemia Sedang	Anemia Berat
Usia 12–14 tahun	$\geq 12,0$	11,0 – 11,9	8,0 – 10,9	<8,0

Sumber: WHO, 2024b

2) Pembentukan Hemoglobin

Pembentukan hemoglobin dimulai dari penyerapan zat besi dalam makanan yang terjadi di usus kecil, terutama duodenum dan jejunum atas, melalui sel-sel enterosit. Tubuh manusia tidak memiliki mekanisme untuk mengeluarkan zat besi secara aktif, sehingga penyerapan zat besi di usus sangat penting untuk menjaga keseimbangan zat besi dalam tubuh (Piskin *et al.*, 2022). Setelah diserap, besi dapat disimpan dalam bentuk *ferritin* di *macrophage* atau

ditransfer ke plasma darah. Transfer besi dari enterosit ke plasma dibantu oleh ferroportin dan hepaestin (mengandung Cu^{2+}) menuju ke apotransferin. Apotransferin yang berikatan dengan besi membentuk transferrin. Transferrin kemudian berikatan dengan reseptor transferrin, diekspresikan pada permukaan *precursor* sel darah merah, dan masuk ke dalam sel untuk pembentukan hemoglobin (Patimah, 2017).

3) Faktor-faktor yang Memengaruhi Kadar Hemoglobin

Penyebab kekurangan kadar hemoglobin berbeda-beda tergantung dari usia, jenis kelamin, perdarahan, pola makan, gangguan penyerapan zat besi, status sosial ekonomi dan infeksi parasit (Arya dan Yasa, 2022; Puspitasari *et al.*, 2022).

a) Usia

Kadar hemoglobin semakin menurun seiring dengan peningkatan usia terutama pada perempuan setelah *menopause*. Hal tersebut dikarenakan sumsum tulang merah atau sumsum tulang hematopoietik yang bertanggung jawab untuk produksi elemen darah digantikan oleh lemak pada lansia (Ariani *et al.*, 2022). Selama masa remaja, terjadi pertumbuhan yang sangat pesat, sehingga kebutuhan zat besi menjadi meningkat. Peningkatan kebutuhan zat besi diperlukan untuk menambah volume darah dan meningkatkan konsentrasi hemoglobin yang berkaitan dengan terjadinya kematangan seksual. Remaja putri membutuhkan

tambahan zat besi untuk menggantikan zat besi yang hilang selama menstruasi (Musniati dan Fitria, 2022).

b) Jenis Kelamin

Secara umum, kekurangan kadar hemoglobin lebih sering terjadi pada perempuan dan remaja putri dibandingkan dengan pria (Indriani *et al.*, 2019). Hal tersebut dikarenakan remaja putri mengalami menstruasi yang menyebabkan kehilangan zat besi sekitar 1,3 mg per hari, sehingga kebutuhan zat besi lebih tinggi daripada pria (Warda dan Fayasari, 2021).

Data Survei Kesehatan Indonesia (SKI) tahun 2023 mendukung bahwa proporsi anemia pada perempuan mencapai 18% sedangkan pada laki-laki 14,4% (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2023). Selain terjadinya *menarche* dan ketidakaturan menstruasi, remaja putri seringkali melakukan diet yang keliru yang bertujuan untuk menurunkan berat badan, diantaranya mengurangi asupan protein hewani yang dibutuhkan untuk pembentukan hemoglobin darah (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2018).

c) Perdarahan

Kehilangan darah akibat perdarahan memengaruhi keseimbangan status besi, karena kehilangan 1 ml darah dapat menyebabkan keseimbangan besi dalam tubuh. Pada perempuan kehilangan zat besi sering terjadi akibat menstruasi dalam jumlah

yang banyak dan lama atau kondisi seperti tumor fibroid maupun malignan uterin. Selain itu, perdarahan dapat terjadi di saluran cerna akibat ulkus, gastritis karena alkohol atau aspirin, parasit, hemoroid, dan tumor (Kurniati, 2020). Perdarahan dapat terjadi pada remaja putri yang telah mengalami menstruasi. Selama menstruasi, perempuan rata-rata kehilangan sekitar 30-70 ml darah (Rasmaniar *et al.*, 2023).

d) Pola Makan

Pola makan dipengaruhi oleh faktor kebiasaan makan, yaitu cara seseorang mengonsumsi makanan tiga kali sehari, termasuk frekuensi dan jenis makanan yang dikonsumsi (Astuti, 2023). Remaja putri dengan pola makan yang tidak teratur, sering melewatkan sarapan, memiliki pantangan makanan, sering jajan karena ikut-ikutan teman, kebiasaan makan makanan siap saji dan *ultra processed food* dapat memengaruhi kualitas pola konsumsi yang menyebabkan rendahnya kadar hemoglobin (Astuti, 2023).

Rendahnya kadar hemoglobin pada remaja putri sering terjadi akibat kekurangan zat gizi mikro. Remaja putri sering mengalami defisiensi zat gizi dalam konsumsi makanan sehari-hari. Kekurangan zat besi adalah penyebab rendahnya kadar hemoglobin yang paling umum secara global, tetapi kekurangan zat gizi mikro lain seperti asam folat, vitamin B12, dan vitamin A juga menyebabkan remaja putri tidak cukup mendapatkan zat gizi

lengkap yang dibutuhkan tubuh untuk sintesis hemoglobin (Putera *et al.*, 2020).

e) Gangguan Penyerapan Zat Besi

Kebutuhan zat besi remaja putri adalah 15 mg perhari (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2019). Gangguan penyerapan zat besi merupakan masalah gizi yang dapat disebabkan oleh berbagai faktor, baik yang bersifat dietetik, fisiologis, maupun medis. Secara umum, penyerapan zat besi dapat dipengaruhi oleh komponden makanan tertentu dan kondisi fisiologis. Dalam konteks dietetik, beberapa senyawa dalam makanan dapat menghambat penyerapan zat besi. Fitat yang terdapat dalam biji-bijian, kacang-kacangan, dan polong-polongan, dapat mengikat zat besi dan mengurangi ketersediaannya untuk diserap tubuh (Peter *et al.*, 2025). Penelitian menunjukkan bahwa fitat dapat menurunkan penyerapan zat besi hingga 51–82% tergantung pada konsentrasinya dalam makanan (Firdose *et al.*, 2021).

Senyawa polifenol yang terdapat dalam teh, kopi, cokelat dan beberapa sayuran juga dapat menghambat penyerapan zat besi dengan membentuk kompleks dengan zat besi dalam saluran pencernaan (Peter *et al.*, 2025). Kalsium, yang ditemukan dalam susu dan produk olahannya, juga diketahui dapat menghambat penyerapan zat besi, baik dari sumber heme maupun non-heme (Firdose *et al.*, 2021). Faktor fisiologis juga memainkan peran

penting dalam penyerapan zat besi. Kebutuhan zat besi akan meningkat pada masa pertumbuhan, kehamilan, dan menyusui, sehingga tubuh akan meningkatkan penyerapan untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Sebaliknya, kondisi medis seperti penyakit *celiac* dan radang usus (*Chron*) dapat merusak mukosa usus dan mengurangi kemampuan tubuh dalam menyerap zat besi (Kurniati, 2020).

f) Infeksi Parasit

Anemia yang terjadi pada anak sekolah sangat berkaitan dengan adanya infeksi, terutama infeksi cacing seperti *Trichuris trichuria*, *Ascaris Lumbricoides*, dan *Ancylostoma duodenale* (cacing tambang). Cacing ini menular melalui tanah yang terkontaminasi oleh tinja manusia. Ketika cacing masuk ke dalam mukosa usus, hal tersebut dapat menyebabkan iritasi dan peradangan. Pada tempat pelekatan cacing, dapat terjadi perdarahan yang menyebabkan anemia (Chasanah *et al.*, 2019).

g) Status Sosial Ekonomi

Anak-anak dan remaja dari status sosial ekonomi rendah lebih rentan terhadap defisiensi zat besi karena rendahnya asupan zat besi atau kurangnya ketersediaan makanan yang kaya zat besi. Kondisi ini dapat diperparah oleh kehilangan darah kronis akibat infeksi parasit dan malaria (Andriastuti *et al.*, 2020).

h) Pengetahuan Remaja

Astuti (2023) menjelaskan bahwa penyebab anemia pada remaja berkaitan dengan pengetahuan, menstruasi, dan kebiasaan makan. Penelitian yang dilakukan oleh Aulya *et al.*, (2022) juga menunjukkan bahwa kurangnya pengetahuan dan pemahaman remaja putri tentang anemia menjadi salah satu penyebab anemia. Remaja putri hanya mengetahui anemia secara umum tanpa memahami lebih dalam tentang kondisi tersebut. Penelitian yang dilakukan Wahyuni *et al.*, (2023) menyatakan bahwa anemia pada remaja putri disebabkan oleh kurangnya informasi tentang gizi seimbang.

Octariyana *et al.*, (2024) menjelaskan bahwa terdapat beberapa faktor yang menyebabkan penurunan kadar hemoglobin dikalangan remaja di negara berkembang. Faktor penyebab secara langsung adalah pola makan, infeksi malaria, infeksi cacing, jenis kelamin, dan perdarahan atau menstruasi. Faktor penyebab tidak langsung yaitu status pendidikan, status sosial ekonomi, daerah pedesaan, jumlah keluarga, agama, dan berjalan tanpa alas kaki. Beberapa penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa praktik asupan makan, infeksi parasit, menstruasi, bertambahnya usia remaja putri, dan status pendidikan orang tua yang rendah merupakan faktor risiko utama rendahnya kadar hemoglobin di sebagian negara berkembang (Wiafe *et al.*, 2023).

4) Pemeriksaan Kadar Hemoglobin

Pemeriksaan hemoglobin dalam darah memiliki peran penting dalam diagnosis anemia. Pemeriksaan kadar hemoglobin ini berguna untuk menilai tingkat anemia, respon terhadap terapi anemia, atau perkembangan penyakit yang terkait dengan anemia dan polisitemia (Lailla *et al.*, 2021). Parameter skrining dan pemeriksaan laboratorium untuk anemia defisiensi besi dapat dilakukan melalui tes biokimia atau tes hematologi (Kurniati, 2020). Tes biokimia melibatkan metabolisme besi seperti *Zinc protoporphyrin* (ZPP) dan konsentrasi ferritin serum, sedangkan tes hematologi melibatkan analisis eritrosit seperti hemoglobin dan *Mean Corpuscular Volume* (MCV) (Kurniati, 2020).

Deteksi dini anemia dapat dilakukan dengan tes hematologi untuk mengukur kadar hemoglobin menggunakan peralatan *Point of Care Testing* (POCT). Metode POCT adalah metode pemeriksaan sederhana yang menggunakan sampel dalam jumlah kecil, mudah, cepat dan efektif untuk digunakan (Nidianti *et al.*, 2019). Di Indonesia, pemeriksaan kadar hemoglobin yang umum digunakan adalah metode *Cyanmethemoglobin* (Autoanalyzer) dan POCT menggunakan *HemoCue*. Metode *Cyanmethemoglobin* menggunakan sampel darah vena, sedangkan metode *HemoCue* menggunakan darah kapiler (Lailla *et al.*, 2021). Metode POCT menggunakan sampel darah kapiler di jari yang diukur dengan *HemoCue* dilakukan untuk pemeriksaan yang lebih sederhana untuk meminimalisir risiko yang terjadi.

c. Anemia

1) Pengertian Anemia

Anemia adalah kondisi terjadinya penurunan jumlah hemoglobin atau sel darah merah (eritrosit) menjadi di bawah batas normal sehingga tidak dapat membawa cukup oksigen ke jaringan perifer (Chasanah *et al.*, 2019). Anemia dapat disebabkan oleh pembentukan sel darah merah yang buruk di sumsum tulang, kehilangan darah (perdarahan), penghancuran dini sel darah merah dalam tubuh (hemolisis), kekurangan zat besi dan gangguan penyerapan zat besi yang menyebabkan anemia defisiensi zat besi. Zat besi merupakan komponen penting dari hemoglobin (Permata *et al.*, 2023). Hemoglobin diperlukan untuk membawa oksigen, dan jika tubuh mengalami kekurangan hemoglobin atau sel darah merah abnormal, maka akan terjadi penurunan kapasitas darah untuk membawa oksigen ke jaringan tubuh (WHO, 2018).

Menurut Kementerian Kesehatan Republik Indonesia tahun 2018, anemia dapat diklasifikasikan berdasarkan penyebabnya sebagai berikut:

a) Anemia Defisiensi Zat Gizi

Anemia defisiensi zat gizi disebabkan oleh rendahnya asupan zat gizi, baik dari sumber hewani maupun nabati, yang merupakan sumber zat besi penting untuk pembentukan hemoglobin sebagai komponen dari sel darah merah (eritrosit). Kekurangan zat besi

merupakan penyebab anemia yang paling umum di seluruh dunia. Sebesar 50% kasus anemia disebabkan oleh anemia defisiensi besi. Kondisi ini menyebabkan sel darah merah menjadi lebih kecil (mikrosit) dan kurang berwarna (hipokromik) (Warmer dan Kamran, 2023).

Anemia defisiensi besi adalah kondisi kekurangan hemoglobin yang terjadi jika jumlah zat besi yang diserap terlalu sedikit untuk memenuhi kebutuhan fisiologis tubuh. Ketidacukupan besi dapat disebabkan oleh kurangnya asupan zat besi, berkurangnya sumber zat besi dalam makanan, serta terjadi peningkatan kebutuhan zat besi akibat pertumbuhan. Apabila defisiensi zat besi dibiarkan terlalu lama, maka dapat menimbulkan anemia (Rasmaniar *et al.*, 2023).

Anemia akibat defisiensi zat besi adalah jenis anemia yang paling umum terjadi pada remaja. Hal ini disebabkan oleh pola hidup remaja yang kurang mengonsumsi makanan kaya zat besi. Jika penderita meningkatkan asupan makanan yang mengandung zat besi, gejala anemia biasanya akan hilang seiring dengan peningkatan kadar hemoglobin dalam darah (Februhartanty *et al.*, 2019).

b) Perdarahan (*Loss of Blood Volume*)

Perdarahan dapat terjadi karena kecacingan dan trauma atau luka yang menyebabkan penurunan kadar hemoglobin. Selain itu,

perdarahan akibat menstruasi yang lama dan berlebihan juga dapat menyebabkan penurunan kadar hemoglobin.

c) Hemolitik

Perdarahan pada penderita malaria kronis, hemolitik dapat menyebabkan penumpukan zat besi (*hemosiderosis*) pada organ tubuh, seperti hati dan limpa. Pada penderita thalassemia, kelainan darah terjadi secara genetik yang menyebabkan anemia karena eritrosit cepat pecah, sehingga mengakibatkan akumulasi zat besi dalam tubuh.

2) Tanda dan Gejala Anemia

Ciri khas anemia meliputi kuku berbentuk sendok (*spoon nail*), kuku yang rapuh dan bergaris-garis vertikal serta cekung seperti sendok. Atrofi papil lidah menyebabkan permukaan lidah menjadi licin dan mengkilap, seolah-olah papil lidah menghilang. Peradangan pada sudut mulut pun dapat terjadi, tampak seperti bercak berwarna pucat keputihan (Chasanah *et al.*, 2019).

Menurut Aspihani, Kabuhung dan Ulfa (2023), tanda-tanda anemia meliputi 5L (lemah, letih, lesu, lelah, lunglai), bibir pucat, mata berkunang-kunang, lidah licin, napas pendek, denyut jantung meningkat, nafsu makan berkurang, sulit buang air besar, dan mudah mengantuk. Gejala anemia sering kali tidak spesifik seperti pucat, mudah lelah, jantung berdebar, dan sesak napas. Kepucatan dapat diperiksa pada telapak tangan, kuku, dan konjungtiva palpebral.

3) Dampak Anemia pada Remaja Putri

Masa remaja merupakan periode awal yang berkontribusi terhadap kualitas antar generasi. Remaja yang mengalami masalah gizi seperti anemia dan kekurangan energi kronik (KEK) berisiko tumbuh dengan kondisi anemia jika tidak mendapatkan asupan gizi yang cukup dan perawatan kesehatan yang memadai (Rahayu *et al.*, 2023). Anemia yang terjadi pada remaja putri jika dibiarkan berlangsung lama, dapat menyebabkan anemia selama kehamilan. Anemia saat hamil berisiko mengganggu pertumbuhan dan perkembangan janin dalam kandungan. Anemia dapat berpotensi menyebabkan komplikasi selama kehamilan dan persalinan, bahkan meningkatkan risiko kematian ibu dan anak (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2018).

2. Pola Konsumsi pada Remaja Putri

a. Pengertian Pola Konsumsi

Pola konsumsi adalah komposisi makanan yang mencakup jenis dan jumlah rata-rata bahan makanan per orang per hari, yang umum dikonsumsi masyarakat selama periode waktu tertentu (Faridi *et al.*, 2022). Pola konsumsi menggambarkan informasi tentang jenis dan jumlah makanan yang dikonsumsi setiap hari oleh individu atau kelompok masyarakat (Amandatiana, 2020). Pola konsumsi pangan dapat mencerminkan kebiasaan makan masyarakat serta komoditas yang paling sering dikonsumsi (Adha dan Suseno, 2020).

b. Komponen Pola Konsumsi

Terdapat tiga komponen pola konsumsi, yaitu jenis konsumsi, jumlah konsumsi dan frekuensi konsumsi (Adha dan Suseno, 2020).

1) Jenis Konsumsi

Jenis konsumsi adalah ragam bahan makanan yang dikelompokkan berdasarkan sumbernya, yaitu makanan utama, lauk hewani, lauk nabati, sayur dan buah (Faridi *et al.*, 2022). Jenis bahan makanan yang dikonsumsi sebaiknya memenuhi syarat kualitas dan kuantitas. Secara kualitas, makanan yang dikonsumsi harus mampu menyediakan semua jenis zat gizi yang diperlukan (Sirajuddin *et al.*, 2018). Zat gizi dikelompokkan menjadi zat gizi makro dan mikro. Zat gizi makro meliputi karbohidrat, protein, dan lemak, sedangkan zat gizi mikro mencakup vitamin dan mineral (Sunaryanti *et al.*, 2023).

Sumber karbohidrat sebagai makanan pokok yang tersedia secara alami terdapat pada padi-padian atau sereal, umbi-umbian, kacang-kacangan kering dan gula. Hasil olahannya yaitu nasi, bihun, roti, tepung, mi dan lain-lain. Pangan sumber protein lengkap terdiri dari protein hewani, yaitu daging, telur, susu, ikan, *seafood* dan hasil olahannya. Pangan sumber protein nabati yaitu kedelai, kacang-kacangan dan hasil olahannya. Sumber lemak terdapat pada minyak nabati seperti kelapa sawit, kacang tanah, kedelai, dan jagung. Minyak hewani dapat diperoleh pada mentega, margarin, dan lemak daging serta ayam. Sumber lemak lain terdapat pada kacang-kacangan, biji-

bijian, daging, ayam, krim, susu, keju, telur, kuning telur, dan alpukat. Sumber vitamin dan mineral yang didapatkan pada sayur seperti wortel, brokoli, daun kelor, sawi, dan buah-buahan seperti jeruk, mangga, semangka, dan lain-lain (Sunaryanti *et al.*, 2023).

2) Jumlah Konsumsi

Porsi atau jumlah konsumsi umumnya didefinisikan sebagai ukuran seberapa banyak makanan yang ingin dikonsumsi individu dalam satu kali makan per hari (Carruba *et al.*, 2023). Jumlah dan frekuensi konsumsi makanan pokok sehari-hari dapat memengaruhi total energi yang diperoleh individu (Adha dan Suseno, 2020).

3) Frekuensi Konsumsi

Menurut Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Nomor 41 tahun 2014, frekuensi makan yang dianjurkan adalah makan tiga kali sehari secara teratur bersama keluarga, dimulai dari sarapan, makan siang, dan makan malam. Sarapan setiap hari penting untuk perkembangan otak anak yang sangat bergantung pada asupan makanan secara teratur. Disarankan juga untuk melakukan pemberian konsumsi makanan selingan sehat. Istilah lain dari frekuensi konsumsi adalah kekerapan konsumsi. Kekerapan konsumsi memberikan informasi tentang seberapa sering berbagai jenis makanan dikonsumsi dalam periode waktu tertentu (Sirajuddin *et al.*, 2018).

c. Penilaian Pola Konsumsi

Penilaian konsumsi pangan adalah kegiatan untuk mengevaluasi asupan zat gizi dan pola konsumsi makanan individu, rumah tangga atau kelompok populasi dari waktu ke waktu (FAO, 2018). Metode penilaian konsumsi dapat dikategorikan menjadi tidak langsung dan langsung. Metode tidak langsung menggunakan data sekunder untuk menilai diet, seperti metode Neraca Bahan Makanan (NBM) dan survei konsumsi serta pengeluaran rumah tangga. Metode langsung mengumpulkan data konsumsi utama dari individu dan kelompok. Metode survei konsumsi pangan individu diantaranya *Food Recall* 24 Jam, pencatatan makanan (*Food Record*), penimbangan makanan (*Food Weighing*), riwayat makanan (*Dietary History*). Metode survei konsumsi pangan kelompok diantaranya adalah kuesioner frekuensi makan (*Food Frequency Questionnaires*), dan semi frekuensi makan (*Semi Quantitative Food Frequency Questionnaires*) (Sirajuddin *et al.*, 2018).

Semi Quantitative Food Frequency Questionnaires (SQ-FFQ) merupakan metode survei konsumsi makan kelompok dengan pendekatan kuantitatif yang dikembangkan untuk mengidentifikasi kebiasaan makan individu dalam periode waktu tertentu. Kuesioner ini mampu mengidentifikasi zat gizi spesifik yang diamati, serta menggambarkan asupan zat gizi secara keseluruhan. Selain itu, jumlah makanan yang dikonsumsi dapat digambarkan secara rinci setiap waktu makan. Rincian

ditampilkan dalam ukuran rumah tangga (URT) dan kemudian dikonversi ke dalam satuan gram (Faridi *et al.*, 2022).

d. Pola Konsumsi Remaja Putri

Remaja cenderung sering mengonsumsi asupan zat gizi tinggi lemak, lemak jenuh, dan sodium, namun dengan asupan vitamin dan mineral yang rendah, serta konsumsi buah dan sayuran yang minim. Remaja putri seringkali terjebak dalam pola makan tidak sehat karena keinginan menurunkan berat badan secara drastis melalui diet ketat, bahkan hingga mengalami masalah gangguan makan (Tan dan Ibrahim, 2020). Remaja putri harus memperhatikan status gizi yang baik dengan mengonsumsi makanan gizi seimbang, karena sangat penting selama menstruasi. Pada fase luteal menstruasi, kebutuhan zat gizi terutama zat besi akan meningkat, sehingga dapat menyebabkan penurunan kadar hemoglobin (Tan dan Ibrahim, 2020).

3. *Ultra Processed Food*

a. Pengertian *Ultra Processed Food* (UPF)

Ketergantungan berlebihan pada makanan olahan, terutama makanan padat energi yang tinggi gula, lemak dan garam, secara bertahap menggantikan makanan rumahan dan konsumsi buah serta sayuran segar. *Food and Agriculture Organization* (FAO) telah menerbitkan laporan teknis untuk memberikan panduan kepada negara-negara dan peneliti tentang cara mengelompokkan makanan olahan kedalam survei konsumsi makanan. Laporan tersebut menjelaskan dua contoh klasifikasi makanan

berdasarkan pengolahan, yaitu yang dikembangkan sebagai bagian dari *European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition* (EPIC) dan NOVA, adalah sistem klasifikasi makanan yang dikembangkan oleh para peneliti di Universitas Sao Paulo, Brazil (Monteiro *et al.*, 2019).

NOVA (bukan akronim) mengklasifikasikan makanan menjadi empat kelompok yaitu makanan yang tidak diolah dan diproses minimal (misalnya beras, daging, ikan, telur, buah, sayur, kacang-kacangan, umbi-umbian, dan biji-bijian), bahan kuliner yang diolah (misalnya gula, minyak, mentega), makanan yang diolah (roti, keju, buah, ikan kaleng, dan daging), dan makanan yang diproses secara ultra atau *ultra processed food* (UPF) (Monteiro *et al.*, 2019). UPF didefinisikan sebagai produk makanan yang dihasilkan melalui serangkaian proses industri dan diformulasikan dengan bahan-bahan tambahan yang tidak ditemukan dalam masakan rumah tangga seperti pewarna sintetis, pemanis buatan, dan pengawet (Machado *et al.*, 2019).

Bahan-bahan dalam makanan UPF sebagian besar digunakan secara eksklusif dalam industri, dibuat melalui serangkaian proses industri, diantaranya memerlukan peralatan dan teknologi canggih. Proses pembuatan UPF melibatkan fraksinasi makanan utuh menjadi komponen-komponen yang lebih kecil, lalu komponen tersebut dimodifikasi menggunakan teknik seperti ekstrusi, pencetakan, dan pra-penggorengan. Setelah melalui berbagai pengolahan, UPF dikemas menggunakan kemasan plastik dan bahan sintetis lainnya (Monteiro *et al.*, 2019).

Penggunaan pewarna sintetis seperti Rodhamin B dan Tartrazine dalam kelompok makanan UPF dapat menyebabkan kerusakan sel darah merah lebih cepat, yang dapat berdampak pada penurunan kadar hemoglobin, terutama jika dikonsumsi dalam jumlah yang banyak (Mogi dan Ga'a, 2025). Pengawet seperti sodium nitrit dan sodium benzoat juga dapat menyebabkan stress oksidatif yaitu kondisi ketidakseimbangan antara produksi radikal bebas dan kemampuan tubuh untuk menetralkan atau menghilangkan radikal bebas tersebut.

Radikal bebas merupakan molekul yang tidak stabil dan dapat merusak sel-sel tubuh. Sodium nitrit dan sodium benzoat dapat bereaksi dengan asam amino dalam tubuh untuk membentuk nitrosamine, yang dapat menjadi radikal bebas karena bersifat karsinogenik (Devi *et al.*, 2020). Jika tubuh kekurangan antioksidan untuk menangkal radikal bebas, maka akan memicu terjadinya stress oksidatif. Stress oksidatif dapat menyebabkan inflamasi dan peningkatan penghancuran sel darah merah sehingga terjadi penurunan kadar hemoglobin (Lanser *et al.*, 2021).

UPF umumnya terdiri dari produk yang telah mengalami beberapa proses intens seperti pencetakan, penggunaan suhu tinggi, dan mengandung zat aditif kimia yang digunakan untuk meningkatkan cita rasa dan kelezatan produk serta dapat memperpanjang masa simpannya (Monteiro *et al.*, 2019). Produk UPF meliputi minuman ringan, makanan ringan manis dan gurih seperti keripik buah, keripik kentang, sereal, *frozen food*, sup instan, hidangan cepat saji. Kandungan garam, gula tambahan,

lemak, dan/atau bahan tambahan yang tinggi membuat UPF sangat lezat dan dapat menimbulkan ketagihan mengonsumsinya (Machado *et al.*, 2019).

b. Jenis-jenis *Ultra Processed Food*

Produk *ultra processed food* yang umum meliputi produk siap konsumsi (*ready-to-consume*) dan produk siap dipanaskan (*pre-prepared ready-to-heat*). Beberapa contoh produk UPF diantaranya makanan ringan kemasan yang manis, berlemak, atau asin, minuman berkarbonasi, permen (gula-gula), roti dan roti gulung kemasan yang diproduksi secara massal, kue kering (biskuit), sereal, *snack bar*, *yoghurt* rasa buah, minuman buah, minuman berenergi, hidangan daging, keju, pasta dan pizza yang sudah disiapkan sebelumnya, nugget, sosis, burger, hotdog, dan produk daging olahan lainnya, sup instan, mie instan, *desserts*, dan jenis produk lainnya (Monteiro *et al.*, 2019).

Menurut data nasional di Australia, jenis-jenis makanan UPF menyumbang lebih dari 50% energi dari makanan di beberapa negara berpenghasilan tinggi, dan sekitar 20-30% di negara berpenghasilan menengah. Di Australia, Prancis, dan Jepang, 30-45% konsumsi energi harian berasal dari UPF (Houshialsadat *et al.*, 2024). Penelitian yang dilakukan oleh Machado *et al.*, (2019) pada rentang tahun 2011-2012, penduduk Australia yang berusia lebih dari 2 (dua) tahun mengonsumsi makanan rata-rata 1968 kkal per hari. Dari jumlah energi tersebut, 35,4% berasal dari kelompok NOVA berupa makanan segar atau yang diproses

minimal, 6,8% dari bahan masakan olahan, 15,8% dari makanan olahan, dan 42,0% dari kelompok makanan ultra olahan (UPF).

Tabel 2.3
Konsumsi Energi Harian Rata-Rata dari Kelompok UPF
oleh Populasi di Australia Usia 2 Tahun Keatas

No	<i>Ultra Processed Food</i> (NOVA Food Group)	Energi (kkal)	% dari Total Asupan Energi
1	Roti kemasan yang diproduksi secara massal	89,3	4,8
2	<i>Frozen food</i>	70,8	3,7
3	Hidangan makanan cepat saji	75,8	3,5
4	<i>Pastry</i> , roti manis, dan kue	72,6	3,3
5	Sereal	62,0	3,2
6	Biskuit	59,0	3,1
7	Minuman buah dan es teh	58,7	3,0
8	Permen	58,6	2,9
9	Sosis dan produk olahan daging lainnya	49,0	2,4
10	Minuman berkarbonasi	44,0	2,1
11	Minuman berbasis susu	42,8	2,1
12	Saus, dressing	36,3	1,8
13	<i>Snacks</i> asin	34,1	1,6
14	Es krim, <i>yoghurt</i> rasa buah beku	34,2	1,4
15	Minuman beralkohol	12,2	0,5
16	Lainnya	16,8	0,9
Total		842,4	42,0

Sumber: Machado et al., (2019)

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, jenis UPF yang paling tinggi menyumbang asupan energi harian diantaranya adalah roti kemasan yang diproduksi secara massal (4,8% dari total asupan harian), *frozen food* (3,7%), hidangan makanan cepat saji (3,5%), serta kue, roti manis dan *pastry* (3,3%) (Machado et al., 2019). Kandungan gula bebas, lemak total, lemak jenuh, lemak trans, natrium, dan kepadatan energi dalam makanan meningkat secara signifikan seiring dengan peningkatan proporsi energi

dari UPF, sedangkan kandungan serat dan kalium rendah (Machado *et al.*, 2019).

Tabel 2.4
Kandungan Zat Gizi Rata-Rata yang Dikonsumsi Sehari dari Kelompok UPF oleh Populasi di Australia Usia 2 Tahun Keatas

Kandungan Zat Gizi	Pola Konsumsi <i>Ultra Processed Food</i>		
	<i>Mean ± SD</i>		
Gula bebas (% dari total asupan energi)	21,6	±	0,2
Lemak total (% dari total asupan energi)	32,1	±	0,2
Lemak jenuh (% dari total asupan energi)	12,7	±	0,1
Lemak trans (% dari total asupan energi)	0,5	±	0,0
Serat makanan (g/1000 kkal)	9,7	±	0,1
Natrium (mg/1000 kkal)	2475	±	90,8
Kalium (mg/1000 kkal)	1055	±	8,6
Kepadatan energi (kkal/g)	2,7	±	0,0

Sumber: Machado *et al.*, (2019)

c. Kandungan *Ultra Processed Food*

Makanan UPF adalah formulasi bahan-bahan berbiaya rendah yang banyak menggunakan komponen hasil proses industri. Tujuan pembuatan makanan ini adalah untuk menghasilkan produk yang tahan lama, aman dari kontaminasi mikroorganisme, dan memiliki cita rasa yang disukai. Secara umum, makanan dalam kategori ini memiliki kandungan gula, garam, lemak yang tinggi, namun rendah serat, vitamin dan mineral. Karakteristik bahan makanan yang digunakan pada UPF adalah zat makanan yang jarang digunakan dalam masakan konvensional, seperti gula (fruktosa, sirup jagung, maltodekstrin, dekstrosa, dan laktosa), minyak yang dimodifikasi atau terhidrogenasi, sumber protein seperti protein terhidrolisis, isolat protein kedelai, gluten, kasein, protein whey, dan daging yang diolah secara mekanis (Monteiro *et al.*, 2019).

Kandungan dalam UPF ditambahkan berbagai zat aditif, seperti penyedap rasa, pewarna, pemanis, pengental, pengemulsi, antibusa, pembentuk gel, pengawet, dan karbonasi. Produk ini kemudian dikemas dalam kemasan menarik yang umumnya berbahan sintetis. Kandungan zat dalam UPF dapat memiliki pengaruh terhadap kesehatan (Angeline dan Jayalaksana, 2022).

d. Dampak Konsumsi *Ultra Processed Food*

UPF adalah jenis makanan praktis yang siap dikonsumsi. Berdasarkan komposisinya, makanan ini umumnya memiliki kepadatan energi yang tinggi, beban glikemik yang besar, serta kandungan gula buatan dan lemak jenuh yang berlebihan, namun rendah serat pangan dan zat gizi mikro (Angeline dan Jayalaksana, 2022). Kualitas gizi UPF cenderung lebih rendah dibandingkan dengan makanan yang diproses secara minimal. Peningkatan kontribusi energi dari UPF sering dikaitkan dengan meningkatnya asupan gula tambahan, lemak total, natrium, dan lemak jenuh, serta rendahnya kandungan protein dan serat pangan, sehingga konsumsi makanan jenis ini secara berlebihan dapat meningkatkan risiko terjadinya defisiensi mineral termasuk zat besi (Fe) (Amala *et al.*, 2022).

4. Hubungan Pola Konsumsi *Ultra Processed Food* dengan Kadar Hemoglobin pada Remaja Putri

Perubahan gaya hidup, perkembangan teknologi, dan strategi pemasaran dari industri makanan menjadi faktor penyebab utama meningkatnya konsumsi makanan *Ultra Processed Food* (UPF).

Masyarakat seringkali memilih makanan yang cepat saji, praktis, dan terjangkau tanpa memperhatikan kandungan gizinya. Di banyak negara berkembang, harga bahan makanan segar yang lebih tinggi dibandingkan UPF menyebabkan makanan tersebut menjadi pilihan yang lebih praktis dan ekonomis (Diba, 2025).

Pemasaran yang dilakukan secara besar-besaran memiliki pengaruh signifikan dalam memperkenalkan dan meningkatkan konsumsi makanan UPF di masyarakat. Sebuah penelitian yang dilakukan Louzada *et al.*, (2015) menjelaskan bahwa salah satu strategi yang umum digunakan oleh industri makanan adalah dengan memasarkan produk makanan olahan secara intensif kepada kelompok anak-anak dan remaja. Tujuannya adalah untuk membentuk preferensi konsumen sejak dini dan meningkatkan konsumsi UPF secara berkelanjutan (Diba, 2025).

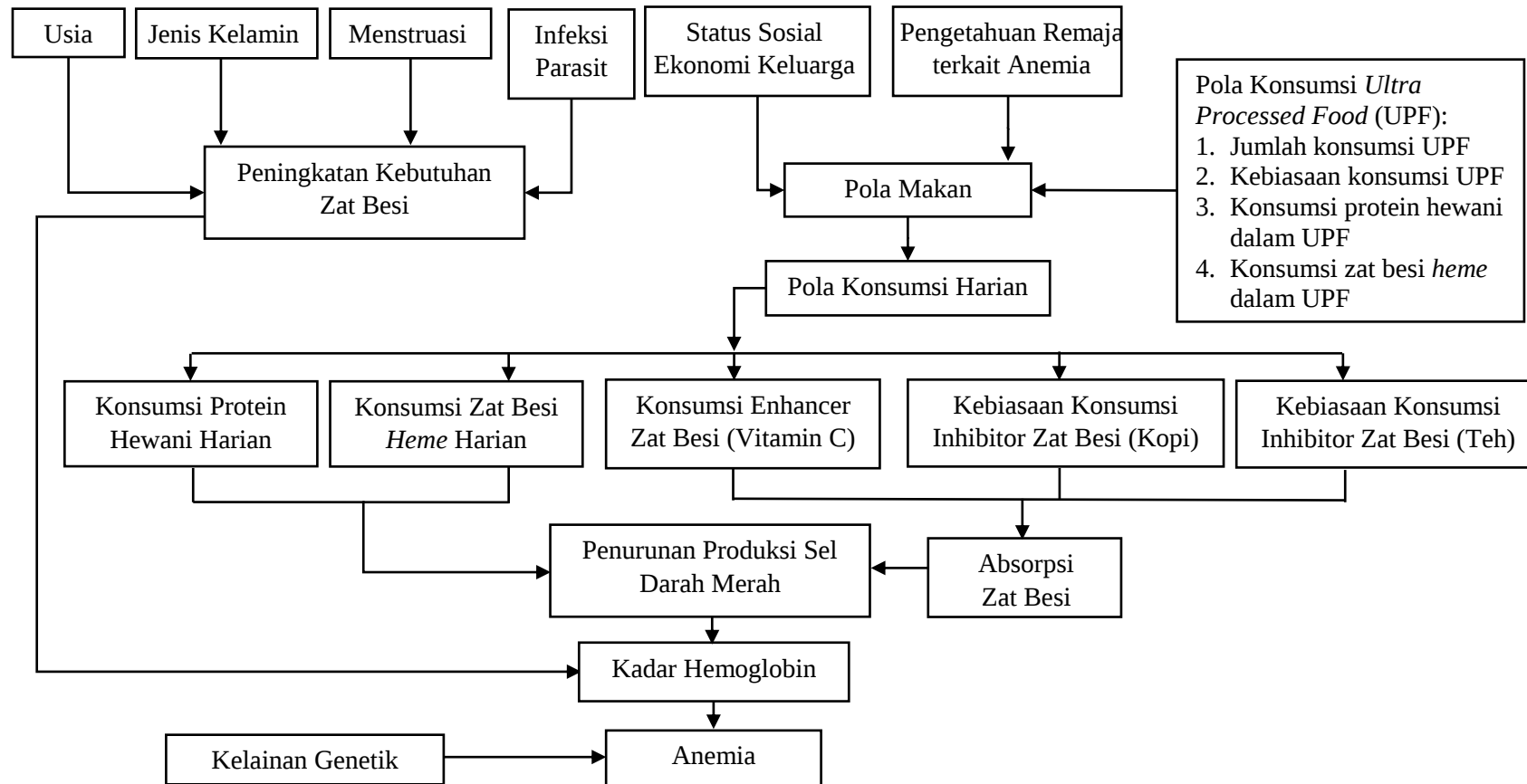
Kandungan dalam UPF seringkali rendah zat gizi karena proses pengolahan yang intensif dapat mengurangi bahkan menghilangkan zat gizi penting dibandingkan makanan yang diproses minimal, terutama mineral seperti zat besi. Kandungan UPF juga rendah vitamin C yang penting untuk penyerapan zat besi dari makanan (Queiroz *et al.*, 2024). Sebaliknya, makanan ini sebagian besar atau seluruhnya terbuat dari bahan-bahan turunan makanan dan zat aditif, dengan sedikit atau tanpa makanan alami utuh. UPF mengandung tinggi gula, lemak jenuh, lemak trans dan natrium, yang tidak mendukung pembentukan hemoglobin pada remaja putri (Diba, 2025). Jenis UPF seperti *snacks*, minuman buah, minuman teh kemasan, saus, permen,

juga banyak mengandung senyawa seperti fitat dan oksalat, yang dapat menghambat penyerapan zat besi non-heme (Rauber *et al.*, 2024).

Kandungan garam, gula dan zat aditif yang tinggi dalam UPF dapat meningkatkan produksi radikal bebas seperti *Reactive Oxygen Species* (ROS). ROS ini memicu stres oksidatif yang dapat merusak sel-sel tubuh termasuk sel darah merah, sehingga memperpendek masa hidupnya. Stres oksidatif mengaktifkan jalur inflamasi, yang meningkatkan produksi sitokin pro-inflamasi (contohnya IL-6 dan TNF- α). Sitokin ini menghambat produksi eritropoietin (Lanser *et al.*, 2021). Inflamasi yang kronis akibat konsumsi UPF dapat meningkatkan kadar hepcidin, yaitu hormon yang menghambat penyerapan zat besi (Marques *et al.*, 2022).

Tingginya konsumsi UPF dapat menggantikan makanan bergizi seperti protein hewani, sayuran, dan buah-buahan yang merupakan sumber utama zat besi dan zat gizi penting lainnya. Hal tersebut dapat menyebabkan defisiensi zat besi dan penurunan kadar hemoglobin pada remaja putri (Amala *et al.*, 2022). Penelitian yang dilakukan oleh Queiroz *et al.*, (2024) menunjukkan bahwa di Brazil, semakin tinggi konsumsi UPF sangat berkorelasi dengan tingginya prevalensi anemia di kalangan anak-anak dan remaja.

B. Kerangka Teori



Gambar 2.2 Kerangka Teori
(Sumber: Modifikasi Arya dan Yasa (2022), Puspitasari *et al.*, (2022))