

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Pustaka

1. Anemia

a. Gambaran Umum Anemia

Anemia merupakan suatu kondisi tubuh ketika kadar hemoglobin (Hb) dalam darah berada di bawah batas normal (WHO, 2020). Batas nilai hemoglobin (Hb) normal berbeda pada setiap populasi. Batas Hb normal bagi kelompok usia 10-11 tahun adalah 11,5 g/dL, sedangkan usia 12-14 tahun dan perempuan tidak hamil (usia lebih dari 15 tahun) adalah 12 g/dL. Jika kadar Hb kurang dari batas nilai normal tersebut, maka dinyatakan mengalami anemia. Penderita anemia biasanya mengalami tanda dan gejala seperti 5L (Lelah, Letih, Lesu, Lemah, Lalai), sering pusing, mata berkunang-kunang, kulitnya pucat, dan terjadi penurunan kualitas rambut dan kuku (Kemenkes RI, 2018).

b. Faktor Penyebab Anemia

Anemia pada remaja putri dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, yaitu:

1) Penyakit Infeksi

Penyakit infeksi yang menyerang tubuh seperti kecacingan, malaria, Tuberkulosis (TBC), dan *Human Immunodeficiency Virus* (HIV) dapat menyebabkan anemia.

Penyakit infeksi memiliki hubungan yang saling mempengaruhi secara timbal balik dengan asupan makan (Sari dan Agustin, 2023). Penderita penyakit infeksi biasanya mengalami penurunan nafsu makan sehingga asupan makan berkurang dan menyebabkan anemia (Kurniaji *et al.*, 2023). Apabila asupan zat gizi tidak memadai maka dapat menyebabkan penurunan imunitas sehingga dapat meningkatkan risiko terhadap penyakit infeksi (Ama *et al.*, 2023).

Kecacingan biasanya disebabkan oleh cacing tambang (*Ancylostoma duodenale* dan *Necator americanus*) yang menginfeksi manusia dengan melekatkan diri pada villi usus halus dan menghisap darah sehingga menyebabkan anemia (Sofiana *et al.*, 2019). Malaria menyebabkan anemia dengan menginfeksi sel-sel darah merah sehingga menyebabkan sel darah merah pecah (Kurniasih *et al.*, 2021). Infeksi TBC menyebabkan kelainan hematologis sehingga terjadi penurunan produksi sel darah merah dan penurunan kadar hemoglobin yang menyebabkan anemia (Kurniaji *et al.*, 2023). HIV berdampak terhadap anemia dengan mempengaruhi sel-sel progenitor hematopoietik dan menurunkan respons terhadap eritropoietin (hormon yang mengatur produksi sel darah merah) (WHO, 2020).

2) Pola Konsumsi Pangan dan Suplementasi

Remaja lebih sering mengonsumsi makanan tinggi kalori dan tinggi lemak seperti *junk food*, sehingga tidak lagi mengonsumsi makanan sumber zat gizi lain (Hidayati *et al.*, 2023). Salma *et al.* (2023) juga menyatakan bahwa remaja putri memiliki kebiasaan konsumsi makanan yang mengandung lemak dan kalori tinggi (mie instan, martabak, teh, dan kopi), namun rendah kandungan protein, zat besi, dan vitamin C. Rendahnya konsumsi protein dapat menghambat transportasi zat besi dan berpengaruh terhadap produksi hemoglobin sehingga menyebabkan anemia. Selain itu, remaja putri jarang mengonsumsi makanan sumber vitamin C yang berperan dalam penyerapan zat besi (Pratama *et al.*, 2020).

Remaja putri dengan konsumsi suplementasi zat besi atau Tablet Tambah Darah (TTD) yang rendah berisiko mengalami anemia (Hidayati *et al.*, 2023). Berdasarkan hasil penelitian Nurjanah dan Azinar (2023) hanya 25,2% remaja putri yang patuh mengonsumsi TTD dan kepatuhan tersebut masih tergolong rendah.

3) Kelainan Genetik (Keturunan)

Kelainan genetik yang diturunkan seperti thalassemia. Penderita thalassemia memiliki kelainan darah secara genetik, yaitu mengarah pada pengembangan rantai globin (salah satu

penyusun hemoglobin) yang salah (Purba *et al.*, 2019). Pengembangan rantai globin yang salah membuat eritrosit menjadi cepat pecah sehingga menyebabkan anemia (Rachmadhani dan Sudarmanto, 2022).

4) Status gizi

Status gizi mempengaruhi kadar hemoglobin. Remaja putri dengan status gizi kurus cenderung memiliki kadar hemoglobin yang rendah dan mengalami anemia (Rahmawati dan Fauziah, 2024). Remaja putri dengan status gizi kurang menunjukkan bahwa zat gizi penting, seperti zat besi tidak terpenuhi dengan baik sehingga menyebabkan anemia (Nurjannah dan Putri, 2021).

5) Peningkatan Kebutuhan Zat Gizi

Pada remaja, terjadi peningkatan kebutuhan berbagai zat gizi termasuk zat besi karena sedang dalam fase pertumbuhan yang cepat. Selain itu, khususnya pada remaja putri mengalami kehilangan darah setiap bulannya melalui menstruasi (Rahmawati dan Fauziah, 2024). Jumlah darah yang hilang selama satu periode menstruasi adalah 20-25 cc. Jumlah tersebut sama dengan kehilangan zat besi 15 mg per bulan atau 0,4-0,5 mg per hari, sehingga kebutuhan remaja putri akan zat besi menjadi lebih banyak (Nurjannah dan Putri, 2021).

c. Dampak Anemia

Anemia dapat memberikan dampak jangka pendek dan dampak jangka panjang. Dampak jangka pendek yang ditimbulkan adalah rendahnya daya tahan tubuh, lebih mudah untuk menderita penyakit infeksi, penurunan produktivitas, serta penurunan konsentrasi dan prestasi belajar (Ariani *et al*, 2023). Hal-hal tersebut dapat terjadi pada penderita anemia karena darah tidak cukup mengikat dan mengangkut oksigen ke seluruh tubuh (Budiarti *et al.*, 2020).

Anemia pada remaja putri yang tidak tertangani dan berlangsung lama dapat memberikan dampak jangka panjang (Aulya *et al.*, 2022). Dampak jangka panjang yang ditimbulkan yaitu risiko mengalami anemia pada masa kehamilan, melahirkan, dan pada bayi yang dilahirkan (Pamangin, 2023). Dampak lainnya berupa peningkatan risiko Pertumbuhan Janin Terhambat (PJT), melahirkan bayi prematur dengan Berat Badan Lahir Rendah (BBLR), dan berisiko terjadinya *stunting* pada anak. Anemia bahkan dapat berdampak terhadap angka kematian ibu (AKI) dan angka kematian bayi (AKB) (Umriaty dan Arti, 2019).

d. Pencegahan Anemia

Beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk mencegah anemia adalah:

1) Meningkatkan Asupan Makanan

Meningkatkan asupan makanan dengan pola makan beragam dan bergizi seimbang. Mengonsumsi makanan yang berasal dari beragam kelompok pangan dan bervariasi pada setiap kelompok pangannya dapat meningkatkan kecukupan zat gizi (Putri dan Mangalik, 2022). Semakin beragam dan semakin lengkap makanan yang dikonsumsi, maka akan semakin lengkap zat gizinya (Salma *et al.*, 2023). Pastikan dalam menu harian mengandung pangan sumber protein dan zat besi. Protein dan zat besi berperan penting dalam proses pembentukan sel darah merah baru. Selain itu, disarankan mengonsumsi makanan sumber vitamin C agar penyerapan zat besi lebih efektif sehingga dapat meminimalisir risiko terjadinya anemia (Pratama *et al.*, 2020).

2) Suplementasi Gizi Melalui Tablet Tambah Darah (TTD)

Pemerintah telah menyediakan suplemen gizi penambah darah atau Tablet Tambah Darah (TTD) untuk didistribusikan kepada kelompok sasaran, salah satunya remaja putri (Pamangin, 2023). TTD diberikan dengan dosis 1 tablet setiap minggu secara rutin selama satu tahun (52 tablet 1 tahun)

(Helmyati et al., 2024). Pemberian TTD dengan dosis yang tepat dapat meningkatkan simpanan zat besi di dalam tubuh dan meningkatkan kadar hemoglobin dengan cepat sehingga mencegah anemia (Ristanti et al., 2023). Hasil penelitian Yuanti et al. (2020) menunjukkan bahwa pemberian TTD berpengaruh signifikan terhadap kenaikan kadar hemoglobin remaja putri di SMK Binakarya Mandiri 1.

3) Fortifikasi

Fortifikasi merupakan sebuah upaya untuk meningkatkan nilai gizi produk pangan dengan menambahkan satu atau lebih zat gizi mikro tertentu pada pangan (Angelina *et al.*, 2021). Anemia dapat dicegah melalui fortifikasi zat besi. Fortifikasi zat besi ke dalam pangan bermanfaat untuk meningkatkan nilai gizi dan berpotensi meningkatkan asupan zat besi masyarakat (Kaur *et al.*, 2022). Fortifikasi yang dilakukan dapat berupa zat gizi yang memang sudah ada secara alami pada suatu produk atau zat gizi baru yang tidak terdapat secara alami pada produk tersebut (Sukmiwati, 2022). Penelitian Ismanto dan Subaihah (2020) telah melakukan fortifikasi pada produk sosis ayam dengan menambahkan ekstrak daun sirsak.

4) Pencegahan dan Pengobatan Penyakit Penyerta

Upaya pencegahan anemia dilakukan dengan mencegah dan mengobati penyakit penyerta yang dapat menyebabkan terjadinya anemia (Ridhani *et al.*, 2024). Penyakit infeksi atau penyakit penyerta yang menjadi penyebab anemia antara lain kecacingan, malaria, TBC, HIV/AIDS. Pengobatan penyakit tersebut dapat dilakukan di Puskesmas atau Rumah Sakit dengan berkonsultasi ke dokter untuk penanganan yang sesuai (Kemenkes RI, 2018).

2. Remaja Putri

Remaja adalah kelompok usia 10-18 tahun (Kemenkes RI, 2014). Menurut *World Health Organization* (2018) remaja adalah individu berusia 10-19 tahun. Menurut Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional (2023) rentang usia remaja adalah 10-24 tahun dan belum menikah. Remaja putri merupakan masa peralihan dari anak menjadi dewasa yang ditandai dengan perubahan fisik berupa berfungsinya alat reproduksi seperti menstruasi. Remaja putri mudah mengalami anemia karena sedang mengalami pertumbuhan yang cepat sehingga kebutuhan akan zat besi meningkat. Remaja putri juga mengalami menstruasi setiap bulan, bahkan terkadang mengalami menstruasi yang banyak dan berlangsung lama (Kemenkes RI, 2018).

Kebutuhan gizi remaja putri semakin meningkat seiring bertambahnya usia karena diperlukan untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan. Kebutuhan gizi remaja putri sesuai AKG dapat dilihat pada Tabel 2.1. Kekurangan asupan gizi, terutama protein dan zat besi, dapat menyebabkan terhambatnya proses sintesis hemoglobin sehingga meningkatkan risiko anemia (Widnatusifah *et al.*, 2020).

Tabel 2.1
Angka Kecukupan Gizi (AKG) untuk Remaja Putri

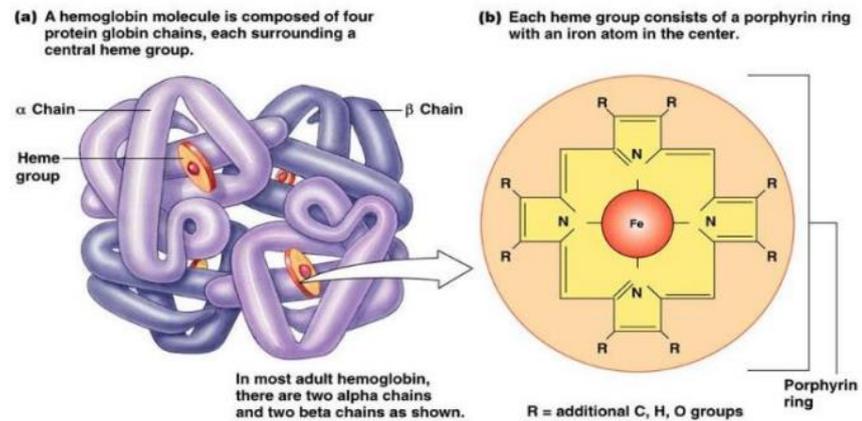
Zat Gizi	Kebutuhan Gizi Tiap Usia			
	10-12 Tahun	13-15 Tahun	16-18 Tahun	19-29 Tahun
Energi (kkal)	1900	2050	2100	2250
Protein (g)	55	65	65	60
Lemak (g)	65	70	70	65
Karbohidrat (g)	280	300	300	360
Zat besi (mg)	8	15	15	18

Sumber: Kemenkes RI (2019)

3. Hemoglobin

a. Struktur Hemoglobin

Hemoglobin merupakan komponen utama pembentuk eritrosit yang tersusun atas heme dan protein globin. Heme terdiri dari cincin porfirin dan ion besi ferro (Fe^{2+}) pada bagian tengahnya. Protein globin terdiri dari empat rantai polipeptida ($\alpha_2\beta_2$), yaitu dua rantai polipeptida alfa (α_2) dan dua rantai polipeptida beta (β_2) (Aliviameita dan Puspitasari, 2019). Struktur hemoglobin secara lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 2.1.

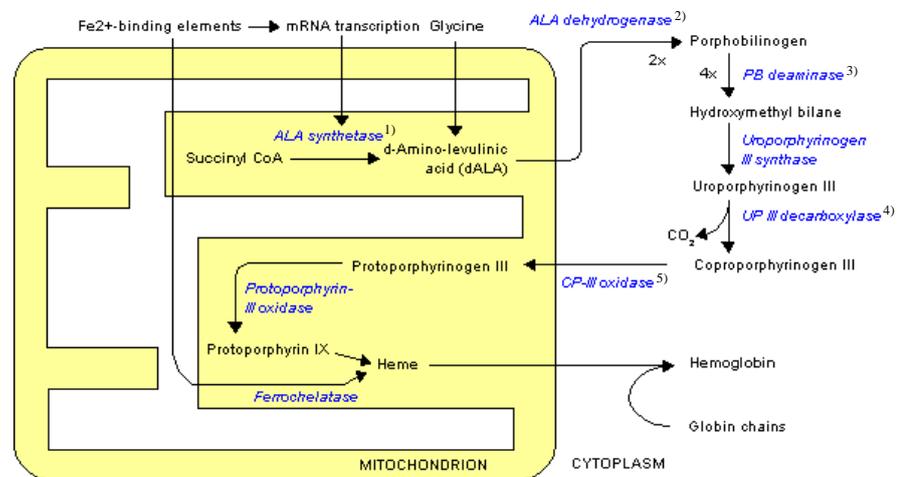


Gambar 2.1 Molekul Hemoglobin

(Sumber: Kurniati, 2020)

b. Proses Pembentukan Hemoglobin

Pembentukan hemoglobin dimulai di dalam mitokondria dengan ikatan antara suksinil-koA dan glisin sehingga membentuk *delta aminolevulinic acid* (δ ALA). Proses berlanjut di sitoplasma, dua molekul δ ALA bergabung membentuk porfobilinogen dan menjadi *hydroxymethylbilane*, lalu dihidrolisis menjadi uroporfirinogen. Uroporfirinogen mengalami dekarboksilasi menjadi kopropofirin yang kemudian dioksidasi oleh enzim *coproporphyrin oxidase* menjadi protoporfirinogen. Protoporfirinogen dioksidasi menjadi protopofirin (Kurniati, 2020). Protopofirin berikatan dengan ion besi ferro (Fe^{2+}) untuk membentuk molekul heme. Molekul heme berikatan dengan protein globin ($\alpha_2\beta_2$) yang disintesis oleh ribosom sehingga membentuk hemoglobin (Putri dan Mangalik, 2022). Proses pembentukan hemoglobin dapat dilihat pada Gambar 2.2.



- Keterangan: 1) *Amino-levulinic acid synthetase*
 2) *Amino-levulinic acid dehydrogenase*
 3) *Porphobilinogen deaminase*
 4) *Uroporphyrinogen III decarboxylase*
 5) *Coproporphyrinogen III*

Gambar 2.2 Proses Pembentukan Hemoglobin

(Sumber: Ningsih *et al.*, 2018)

c. Fungsi Hemoglobin dalam Tubuh

Hemoglobin berfungsi sebagai pengikat dan pengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh tubuh. Satu molekul hemoglobin mengandung empat ion besi (Fe^{2+}) yang mampu mengikat empat molekul oksigen (Gambar 2.1). Ketika darah mengalir dari jantung ke paru-paru melalui arteri pulmonalis, hemoglobin mengikat oksigen dan mendistribusikannya ke seluruh tubuh melalui aliran darah. Saat mencapai kapiler, oksigen dilepaskan untuk berdifusi keluar dari eritrosit ke cairan interstisial dan memasuki setiap sel tubuh. Hemoglobin juga berfungsi mengangkut karbon dioksida melalui ikatan oleh asam amino dalam rantai globin saat darah

melintasi kapiler. Saat kembali ke paru-paru, karbon dioksida dilepaskan untuk dikeluarkan dari tubuh (Rosita *et al.*, 2019).

4. Protein

a. Peran Protein terhadap Kejadian Anemia

Protein merupakan salah satu makronutrien atau zat gizi yang diperlukan tubuh dalam jumlah banyak. Protein memiliki peran dalam menyediakan asupan sumber zat besi. Protein hewani seperti daging, ayam, dan ikan berperan dalam menyediakan zat besi heme. Protein nabati seperti kacang-kacangan berperan dalam menyediakan zat besi non-heme (Fasrini *et al.*, 2021).

Protein memiliki peran mempengaruhi metabolisme zat besi dalam tubuh. Protein berperan sebagai alat transportasi berbentuk transferin untuk membawa zat besi dari hati ke sumsum tulang sehingga dapat membentuk molekul hemoglobin yang baru. Protein transferin juga berperan sebagai alat angkut yang membantu penyerapan zat besi terutama yang terjadi di bagian atas usus halus (Siahaan *et al.*, 2023). Asupan protein yang kurang menyebabkan transportasi dan penyerapan zat besi terhambat, sehingga mengakibatkan defisiensi zat besi dan berpengaruh pada kejadian anemia (Permatasari dan Soviana, 2022).

b. Makanan Sumber Protein

Makanan sumber protein dikelompokkan menjadi bahan makanan sumber protein hewani dan protein nabati. Protein hewani

bersumber dari hewan, seperti daging sapi, ayam, telur, ikan, dan kerang dengan kandungan protein tertinggi pada daging sapi. Meskipun begitu, daging ayam lebih disukai dan diminati oleh masyarakat karena mudah diperoleh, harganya terjangkau, dan dapat diterima semua golongan (Suryana *et al.*, 2019). Daging ayam juga dapat diolah menjadi berbagai variasi menu yang cocok sebagai makanan sehari-hari (Widiastuti *et al.*, 2023). Selain itu, terdapat protein nabati yang bersumber dari tumbuhan, seperti kacang-kacangan dan olahannya dengan kandungan protein tertinggi pada tempe. Daftar makanan sumber protein, baik hewani maupun nabati dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2
Makanan Sumber Protein

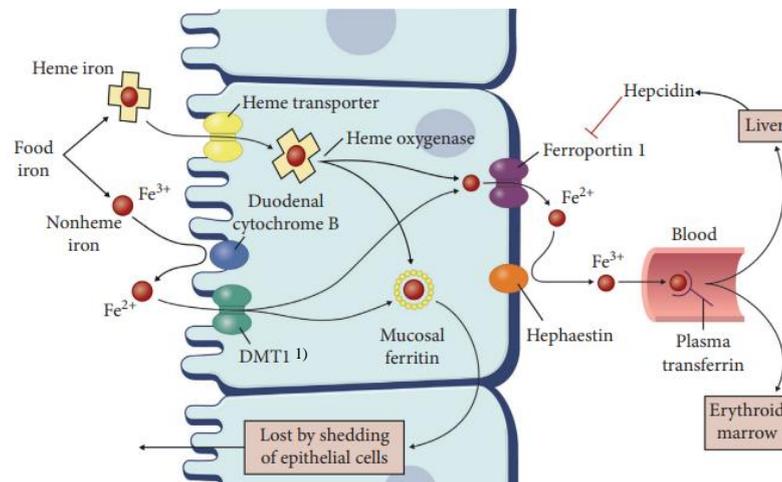
Bahan Makanan	Kandungan Protein (g)/100 gram
Protein Hewani	
Daging Sapi	19,6
Daging Ayam	18,2
Ikan Patin	17
Daging Kambing	16,6
Ikan Gabus	16,2
Daging Bebek	16
Ikan Mas	16
Kerang	14,4
Telur Ayam	12,4
Protein Nabati	
Tempe	20,8
Wijen	19,3
Kacang Mete	16,3
Kacang Bogor	16
Kacang Kenari	15
Oncom	13
Tahu	10,9
Kacang Kapri	6,7

Sumber: Kemenkes RI (2020)

5. Zat Besi

a. Peran Zat Besi terhadap Anemia

Zat besi merupakan zat gizi mikro esensial bagi tubuh. Zat besi berperan besar dalam proses pembentukan darah, yaitu untuk mensintesis hemoglobin (Fasrini *et al.*, 2021). Zat besi yang berasal dari makanan dalam bentuk ion ferri (Fe^{3+}) akan diubah menjadi ion ferro (Fe^{2+}) di dalam lambung dan diabsorpsi oleh sel mukosa usus halus (Vogt *et al.*, 2021). Pada sel mukosa usus, ion ferro (Fe^{2+}) akan mengalami oksidasi menjadi bentuk ion ferri (Fe^{3+}). Sebagian berikatan dengan apoferritin membentuk ferritin sementara yang lain mengalami reduksi menjadi bentuk ion ferro (Fe^{2+}) dan dilepaskan ke dalam peredaran darah (Kurniati, 2020). Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Keterangan: 1) *Dimetal Transporter-1*

Gambar 2.3 Peran Zat Besi terhadap Anemia
(Sumber: Milman, 2020)

Ion ferro (Fe^{2+}) direksidasi menjadi ion ferri (Fe^{3+}) lalu berikatan dengan transferin. Transferin membawa ion ferri (Fe^{3+}) ke membran eritrosit dan memasuki membran menuju sitoplasma sebagai bahan untuk produksi hemoglobin (Vogt *et al.*, 2021). Pada mitokondria, ion ferri (Fe^{3+}) direduksi menjadi ion ferro (Fe^{2+}) dan bergabung dengan cincin protoporfirin untuk membentuk heme. Molekul heme tersebut akan berikatan dengan protein globin sehingga membentuk hemoglobin (Kurniati, 2020). Oleh karena itu, apabila asupan zat besi tercukupi maka jumlah hemoglobin akan meningkat sehingga tidak terjadi anemia.

b. Makanan Sumber Zat Besi

Zat besi dalam makanan terbagi menjadi dua bentuk utama yaitu heme dan non-heme. Zat besi heme dari makanan umumnya berada dalam bentuk ion ferro (Fe^{2+}) sehingga penyerapannya lebih efektif (Milman, 2020). Zat besi heme memiliki bioavailabilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan zat besi non-heme (Ayuningtyas *et al.*, 2022). Zat besi heme ditemukan pada hewani seperti daging sapi, daging unggas, dan ikan (Fasrini *et al.*, 2021).

Zat besi non-heme dari makanan umumnya berada dalam bentuk ion ferri (Fe^{3+}) dan perlu direduksi terlebih dahulu menjadi bentuk ion ferro (Fe^{2+}) sebelum diabsorpsi (Milman, 2020). Penyerapan zat besi non-heme dapat dipercepat oleh protein dan vitamin C. Keduanya dapat mengubah bentuk ion ferri (Fe^{3+})

menjadi ion ferro (Fe^{2+}) yang mudah diserap (Ayuningtyas *et al.*, 2022). Zat besi non-heme ditemukan pada produk nabati seperti sayuran, umbi-umbian, dan kacang-kacangan (Fasrini *et al.*, 2021). Daftar bahan makanan sumber zat besi heme dan non-heme tercantum pada Tabel 2.3.

Tempe merupakan salah satu makanan sumber zat besi dalam bentuk non-heme. Kandungan zat besi tempe memang lebih rendah dibandingkan dengan kacang-kacangan, tetapi secara kualitas tempe memiliki nilai zat besi yang tinggi. Hal itu karena tingkat kelarutan zat besi tempe lebih tinggi daripada kedelai sebagai bahan bakunya (Pinasti *et al.*, 2020). Kacang-kacangan juga biasanya mengandung asam fitat (zat yang dapat menghambat penyerapan zat besi), tetapi pada tempe telah terjadi penguraian asam fitat sehingga tidak menghalangi penyerapan zat besi (Aryanta, 2023).

Tabel 2.3
Makanan Sumber Zat Besi

Bahan Makanan	Kandungan Zat Besi (mg)/100 gram
Zat Besi Heme	
Daging Sapi	2,9
Daging Ayam	1,5
Ikan Sarden	1,3
Kepiting	1,1
Daging Kambing	1
Ikan Kakap	1
Udang	0,3
Ikan Gabus	0,1
Zat Besi Non-Heme	
<i>Mocaf</i>	15,8
Kacang Merah	10,3
Kacang Kedelai	10
Kacang Hijau	7,5
Kacang Tanah	5,7
Tempe	4
Tahu	3,4

Sumber: Kemenkes RI (2020)

6. Sosis

a. Pengertian Sosis

Sosis merupakan produk berbahan baku daging yang dihaluskan dan diberi bumbu, lalu dimasukkan ke dalam *casing* atau selongsong (Yuniar dan Azizah, 2021). Sosis cukup populer sehingga sangat diminati dan digemari oleh masyarakat (Zuraida dan Angraini, 2024). Sosis memiliki cara pengolahan yang cukup mudah yaitu dengan dikukus. Sosis berbentuk silinder panjang dan memiliki warna cenderung kecokelatan yang dipengaruhi oleh jenis daging yang digunakan (Ani *et al.*, 2019). Jenis daging yang biasanya digunakan sebagai bahan baku sosis adalah daging sapi, ayam, kambing, dan domba (Dewi *et al.*, 2021).

b. Persyaratan Mutu Sosis

Persyaratan mutu sosis di Indonesia diatur dalam SNI 3820:2015 dan dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4
Persyaratan Mutu Sosis

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan	
			Sosis daging	Sosis daging kombinasi
1	Keadaan			
1.1	Bau	-	normal	normal
1.2	Rasa	-	normal	normal
1.3	Warna	-	normal	normal
2	Air	% (b/b)	maks. 67	maks. 67
3	Abu	% (b/b)	maks. 3	maks. 3
4	Protein (N x 6,25)	% (b/b)	min. 13	min. 8
5	Lemak	% (b/b)	maks. 20	maks. 20
6	Cemaran logam			
6.1	Timbal (Pb)	mg/kg		maks. 1
6.2	Kadmium (Cd)	mg/kg		maks. 3
6.3	Timah (Sn)	mg/kg		maks. 40
6.4	Merkuri (Hg)	mg/kg		maks. 0,03
7	Cemaran arsen (As)	mg/kg		maks. 0,5
8	Cemaran mikroba		sesuai Tabel 2.5	

Sumber: Badan Standardisasi Nasional (2015)

Tabel 2.5
Persyaratan Cemaran Mikroba Sosis

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan	
			Sosis daging	Sosis daging kombinasi
1	Angka lempeng total	koloni/g		maks. 1×10^5
2	<i>Coliform</i>	APM/g		maks. 10
3	<i>Escherichia coli</i>	APM/g		< 3
4	<i>Salmonella</i> sp.	-		negatif / 25 g
5	<i>Staphylococcus aureus</i>	koloni/g		maks. 1×10^2
6	<i>Clostridium perfringens</i>	koloni/g		maks. 1×10^2

Sumber: Badan Standardisasi Nasional (2015)

c. Komposisi Sosis

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan sosis adalah daging. Jenis daging yang umumnya digunakan yaitu daging sapi dan daging ayam, tetapi ada juga sosis yang berasal dari daging lain seperti daging kambing dan daging domba (Dewi *et al.*, 2021). Pembuatan sosis juga memerlukan bahan tambahan lain sebagai pengisi (*filler*). Bahan pengisi (*filler*) berfungsi untuk meningkatkan stabilitas emulsi, meningkatkan daya ikat air, sebagai penambah cita rasa, dan memperkecil penyusutan (Apriantini *et al.*, 2019). Bahan pengisi (*filler*) yang biasa ditambahkan dalam pembuatan sosis yaitu tepung terigu karena dapat membuat produk menjadi elastis akibat adanya pembentukan gluten dari protein terigu (Dewi *et al.*, 2021).

Bumbu-bumbu yaitu lada bubuk, pala bubuk, jahe bubuk, bawang putih bubuk, garam, kaldu ayam dan gula pasir digunakan sebagai penambah cita rasa dan meningkatkan aroma pada sosis (Apriantini *et al.*, 2019). Penggunaan telur ayam berfungsi sebagai pengemulsi dan mengikat komponen adonan. Minyak berfungsi menambah cita rasa dan berpengaruh terhadap keempukan sosis (Pido *et al.*, 2022). Penambahan air dan es batu berfungsi untuk melarutkan bumbu-bumbu dan membantu pembentukan emulsi (Rompis dan Londok, 2022).

7. Tepung Komposit

Tepung komposit merupakan campuran dari beberapa jenis tepung, yaitu dua jenis maupun lebih. Penggunaan tepung komposit bertujuan untuk mendapatkan karakteristik bahan yang sesuai dengan keperluan pengolahan sebuah produk atau bahkan bertujuan untuk mendapatkan sifat fungsional tertentu bagi kesehatan manusia. Tepung komposit sangat berpotensi untuk dikembangkan karena nilai gizinya akan lebih tinggi jika dibandingkan dengan hanya menggunakan satu jenis tepung (Priyani *et al.*, 2019). Pengembangan produk tepung komposit diarahkan pada penggunaan bahan baku lokal. Hal tersebut didasarkan atas pertimbangan bahwa komoditas gandum atau tepung terigu merupakan produk impor, sehingga pengembangan tepung komposit diharapkan dapat mengurangi ketergantungan pada tepung terigu (Hidayat *et al.*, 2020).

8. Tempe

a. Kandungan Gizi Tempe

Tempe memiliki kandungan protein yang tergolong tinggi sehingga bermanfaat dalam pengobatan atau pencegahan anemia. Nilai kandungan protein pada tempe hampir sama dengan nilai kandungan protein pada produk hewani (Manjilala *et al.*, 2019). Tempe juga mengandung zat besi yang bermanfaat untuk meningkatkan kadar zat besi dalam tubuh sehingga mempengaruhi

pembentukan hemoglobin (Pinasti *et al.*, 2020). Kandungan gizi tempe secara lebih rinci dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6
Kandungan Gizi Tempe per 100 gram

Zat Gizi	Jumlah Zat Gizi
Energi (kkal)	201
Protein (g)	20,8
Lemak (g)	8,8
Karbohidrat (g)	13,5
Serat (g)	1,4
Fosfor (mg)	326
Besi (mg)	4
Tembaga (mg)	0,57
Seng (mg)	1,7
Vitamin B1 (mg)	0,19
Vitamin B2 (mg)	0,59
Vitamin B3 (mg)	4,9

Sumber: Kemenkes RI (2020)

b. Keunggulan Tempe

Tempe memiliki kandungan protein yang tinggi dan nilainya hampir sama dengan kandungan protein pada produk hewani (Manjilala *et al.*, 2019). Protein yang terdapat pada tempe lebih mudah dicerna oleh tubuh. Hal tersebut karena selama proses fermentasi, jamur atau kapang pada tempe menguraikan protein kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana (Sihmawati dan Rosida, 2020). Kandungan protein yang tinggi pada tempe dapat bermanfaat bagi anemia. Protein memiliki peran sebagai alat transportasi berbentuk transferin yang membawa zat besi dari hati ke sumsum tulang sehingga dapat membentuk molekul hemoglobin yang baru. Protein juga membantu penyerapan zat besi yang terjadi di bagian atas usus halus (Siahaan *et al.*, 2023).

Tempe juga memiliki kandungan zat besi, meskipun secara kuantitatif nilai zat besinya tidak terlalu tinggi tetapi secara kualitatif tempe memiliki nilai zat besi yang tinggi. Tempe memiliki tingkat kelarutan zat besi sebesar 40,5% dan lebih tinggi daripada kedelai mentah dengan kelarutan zat besi sebesar 24,3%. Peningkatan kelarutan zat besi tersebut disebabkan oleh aktivitas enzim yang dihasilkan jamur pada saat proses fermentasi pada tempe. Konsumsi tempe dapat meningkatkan kadar zat besi dalam tubuh sehingga berpengaruh terhadap pembentukan hemoglobin (Pinasti *et al.*, 2020). Penelitian yang dilakukan oleh Nurhidayah (2020) menunjukkan adanya pengaruh pemberian *nugget* tempe terhadap peningkatan kadar hemoglobin pada remaja putri.

Keunggulan lain dari tempe adalah kapang yang digunakan untuk fermentasi tempe dapat menghasilkan enzim fitase. Enzim tersebut berperan dalam menguraikan asam fitat, yaitu zat yang dapat menghambat penyerapan beberapa mineral termasuk zat besi. Asam fitat diuraikan oleh enzim fitase menjadi fosfor dan inositol. Terjadinya penguraian asam fitat sangat bermanfaat sehingga tidak menghalangi penyerapan zat besi dan zat besi menjadi lebih tersedia untuk dimanfaatkan tubuh (Aryanta, 2023).

c. Tepung Tempe

Tempe memiliki masa simpan yang sangat singkat dan mudah membusuk. Hal tersebut dikarenakan proses fermentasi yang menyebabkan degradasi protein secara lebih lanjut sehingga terbentuk amoniak dan timbul aroma busuk. Penanganan yang dapat dilakukan untuk memperpanjang masa simpan tempe adalah mengolahnya menjadi tepung tempe (Kartini *et al.*, 2019). Pengolahan tempe menjadi tepung juga dapat meningkatkan daya guna karena relatif lebih praktis (Haerudjaman, 2021).

Proses pembuatan tepung tempe yaitu diawali dengan mengiris tempe dengan ketebalan $\pm 1-2$ cm. Irisan tempe kemudian dikukus pada suhu $75-85^{\circ}\text{C}$ selama 10 menit. Pengukusan dilakukan untuk menonaktifkan enzim dan jamur pada tempe. Tiriskan tempe dan keringkan menggunakan oven pada suhu 50°C selama 5 jam. Haluskan tempe menggunakan blender, lalu ayak menggunakan ayakan 80 mesh (Kristanti *et al.*, 2020). Tepung tempe dalam 100 gram mengandung energi 692,7 kkal, protein 44,41 g, lemak 30 g, karbohidrat 61,47 g, dan zat besi 8,98 mg (Madani *et al.*, 2023).

Tepung tempe saat ini banyak digunakan sebagai bahan substitusi dalam berbagai produk pangan, terutama untuk meningkatkan kandungan protein dan zat besi. Penelitian Nugroho *et al.* (2023) menunjukkan bahwa substitusi tepung tempe pada

produk *brownies* meningkatkan kadar protein dan zat besi dibandingkan dengan formula kontrol, serta menjadikannya sebagai makanan selingan tinggi protein dan zat besi untuk mencegah anemia pada ibu hamil. Kartini *et al.* (2019) menemukan bahwa penambahan tepung tempe pada es krim dapat meningkatkan kandungan protein dibandingkan dengan formula kontrol. Madani *et al.* (2023) mensubstitusi tepung tempe pada produk *cookies* yang untuk meningkatkan kandungannya. Crisan *et al.* (2022) menghasilkan produk *snack bar* berbasis tepung tempe yang kandungan proteinnya sama dengan produk komersial. Selain itu, penelitian Sari dan Ismawati (2023) menggunakan tepung tempe pada mie kering untuk meningkatkan kandungan protein dan zat besi sebagai makanan alternatif untuk mencegah anemia.

9. Tepung *Mocaf*

a. Karakteristik *Mocaf*

Tepung *mocaf* (*Modified Cassava Flour*) merupakan sebuah inovasi produk tepung dari singkong yang diproses dengan prinsip memodifikasi sel singkong secara fermentasi. Warna dari tepung *mocaf* adalah berwarna putih cerah. Proses fermentasi dapat meluruhkan pigmen warna sehingga tepung *mocaf* menjadi lebih putih (Ningrum dan Saidi, 2023). Tepung *mocaf* tidak berbau singkong bahkan hampir tidak beraroma sama sekali, berbeda

dengan tepung lain yang biasanya masih tercium aroma singkong (Rahman *et al.*, 2021). Pada saat proses fermentasi, mikroba memproduksi enzim yang menghidrolisis pati menjadi gula dan kemudian berubah menjadi asam organik. Senyawa tersebut yang dapat menutupi aroma singkong (Ningrum dan Saidi, 2023).

Pengamatan menggunakan mikroskopik menunjukkan bahwa tepung *mocaf* memiliki bentuk granula yang cukup membulat, ukuran granulanya lebih kecil, dan lebih seragam daripada tepung terigu. Ukuran granula tepung dapat mempengaruhi sifat gelatinisasi dan karakteristik sensori pada produk yang dihasilkan. Semakin kecil ukuran granula tepung, maka semakin rendah suhu yang diperlukan untuk gelatinisasi dan semakin mudah proses gelatinisasi sehingga daya ikat airnya semakin tinggi. Proses gelatinisasi dari tepung *mocaf* dapat membuat karakteristik produk akhir menjadi elastis (Dhanasatya *et al.*, 2021). Selain itu, proses fermentasi *mocaf* menghasilkan enzim pektinolitik dan selulolitik yang dapat menghancurkan dinding sel ubi kayu sehingga terjadi pembebasan granula pati. Pembebasan granula tersebut menyebabkan perubahan karakteristik tepung yang dihasilkan berupa meningkatnya viskositas, kemampuan gelasi, daya rehidrasi, dan kemampuan melarut yang baik (Helmi dan Khasanah, 2021).

b. Kandungan Gizi *Mocaf*

Kandungan zat besi pada tepung *mocaf* lebih tinggi yaitu sebesar 15,8 mg dibandingkan dengan tepung terigu yang hanya mengandung zat besi 1,3 mg. Tepung *mocaf* juga mengandung vitamin C yang tidak dimiliki oleh tepung terigu. Kandungan gizi dari tepung *mocaf* secara lebih rinci terdapat pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7
Kandungan Gizi Tepung *Mocaf* per 100 gram

Zat Gizi	Jumlah Zat Gizi
Energi (kkal)	350
Protein (g)	1,2
Lemak (g)	0,6
Karbohidrat (g)	85
Serat (g)	6
Fosfor (mg)	64
Besi (mg)	15,8
Zinc (mg)	0,6
Vitamin B3 (mg)	0,7
Vitamin C (mg)	1,7

Sumber: Kemenkes RI (2020)

c. Keunggulan dan Kelemahan *Mocaf*

Tepung *mocaf* memiliki beberapa keunggulan jika dibandingkan dengan tepung umbi-umbian lainnya. Aroma dan warna dari tepung *mocaf* lebih baik daripada tepung singkong biasanya (Gusriani *et al.*, 2021). Selain itu, terdapat karakteristik dari tepung *mocaf* yang berbeda berupa meningkatnya viskositas, kemampuan gelasi, daya rehidrasi, dan kemudahan melarut (Helmi dan Khasanah, 2021). Tepung *mocaf* memiliki ukuran granula yang kecil dan lebih seragam sehingga suhu yang diperlukan untuk gelatinisasi rendah. Hal tersebut mempermudah proses gelatinisasi

dan meningkatkan daya ikat air hingga membuat produk akhir menjadi elastis (Dhanasatya *et al.*, 2021).

Keunggulan tepung *mocaf* yang lain adalah memiliki kandungan zat besi yang sangat tinggi, sebesar 15,8 mg/100 g. Nilai tersebut jauh lebih tinggi daripada tepung terigu yang hanya mengandung zat besi 1,3 mg/100g (Kemenkes RI, 2020). Mengonsumsi makanan yang mengandung zat besi dapat menurunkan risiko anemia. Zat besi diperlukan tubuh dalam pembentukan hemoglobin dan sebagai alat angkut oksigen ke seluruh tubuh (Tarigan *et al.*, 2021). Penelitian Putri *et al.* (2022) telah memanfaatkan tepung *mocaf* sebagai salah satu bahan pembuatan biskuit dalam upaya meningkatkan kadar hemoglobin dan didapatkan hasil berpengaruh terhadap peningkatan kadar hemoglobin.

Tepung *mocaf* dalam 100 g mengandung vitamin C sebesar 1,7 mg, sedangkan tepung terigu tidak mengandung vitamin C (Kemenkes RI, 2020). Vitamin C berperan penting dalam penyerapan zat besi terutama zat besi non-heme yang terdapat pada pangan nabati (Gusriani *et al.*, 2021). Umumnya, zat besi pada pangan nabati berada dalam bentuk ion ferri (Fe^{3+}) dan perlu direduksi terlebih dahulu menjadi bentuk ion ferro (Fe^{2+}) sebelum diabsorpsi. Proses absorpsinya dapat dipermudah oleh suasana asam, seperti adanya vitamin C. Vitamin C dapat mengubah bentuk

ferri (Fe^{3+}) menjadi ferro (Fe^{2+}) yang lebih mudah diserap tubuh serta membentuk gugus besi-oksalat yang dapat tetap larut pada pH yang lebih tinggi seperti duodenum, sehingga zat besi dapat diserap dengan mudah oleh tubuh (Ayuningtyas *et al.*, 2022).

Selama proses fermentasi *mocaf*, mikroba menghasilkan enzim yang dapat memecah antinutrien seperti asam fitat. Asam fitat merupakan zat antinutrien yang mengikat protein dan zat besi dalam saluran cerna. Enzim fitase yang dihasilkan selama proses fermentasi dapat mendegradasi asam fitat. Fermentasi juga diketahui merupakan proses yang paling efektif untuk melepaskan asam fitat hingga 85% sehingga tidak menghambat penyerapan protein dan zat besi dalam tubuh (Helmi dan Khasanah, 2021).

Tepung *mocaf* memiliki beberapa kelemahan jika dibandingkan tepung terigu. Kelemahan tepung *mocaf* yaitu kandungan proteinnya yang rendah dan tidak mengandung gluten (Dwipayanti *et al.*, 2022). Hal tersebut menyebabkan ikatan antar granular yang dihasilkan tepung *mocaf* tidak sekuat tepung terigu (Mayang *et al.*, 2021). Selain itu, ketiadaan kandungan gluten pada *mocaf* dapat mempengaruhi daya kembang dan porositas roti. Penelitian Paradilla (2022) menunjukkan bahwa semakin tinggi substitusi tepung *mocaf* menghasilkan roti yang kurang mengembang dan pori-pori tidak seragam.

Secara ekonomi, bahan baku singkong tersedia cukup banyak dan harga singkong sebagai bahan baku tepung *mocaf* lebih murah dibandingkan harga gandum sebagai bahan baku tepung terigu (Ihromi *et al.*, 2018). Tepung *mocaf* juga berpotensi untuk mengurangi ketergantungan impor gandum dengan memanfaatkan bahan pangan lokal sebagai substitusi (Hidayat *et al.*, 2020). Namun, harga *mocaf* masih lebih tinggi dari tepung terigu karena biaya produksi dan operasional yang tinggi (Landa *et al.*, 2023). Kelemahan lain adalah rendahnya penerimaan pasar terhadap tepung *mocaf* karena konsumen belum sepenuhnya menyadari manfaatnya sehingga mengakibatkan minimnya permintaan (Triyono *et al.*, 2019).

10. Uji Organoleptik

a. Pengertian Uji Organoleptik

Uji organoleptik merupakan sebuah pengujian bahan makanan berdasarkan tingkat kesukaan terhadap suatu produk. Cara pengujiannya adalah menggunakan alat indera manusia. Alat indera akan memberikan kesan terhadap suatu produk sehingga menjadi sebuah penilaian daya terima terhadap produk tersebut (Gusnadi *et al.*, 2021). Seseorang yang terlibat dalam proses pengujian produk dan bertugas untuk menilai mutu produk pada uji organoleptik disebut sebagai panelis (Arziyah *et al.*, 2022).

Beberapa indikator yang dinilai dalam uji organoleptik adalah warna, aroma, rasa, dan tekstur. Warna akan menjadi tanda pengenal dari suatu produk dan memberikan daya tarik kepada konsumen untuk mencicipinya. Aroma dari suatu produk dapat memberikan rangsangan terhadap indera penciuman dan membangkitkan selera makan. Rasa dapat memberikan rangsangan mulut dan memberikan respon kesan suka atau tidak suka. Indikator tekstur juga penting dalam pengujian organoleptik karena dapat mempengaruhi cita rasa yang ditimbulkan sehingga dapat mengoptimalkan kualitas makanan (Arziah *et al.*, 2022).

b. Skala Hedonik

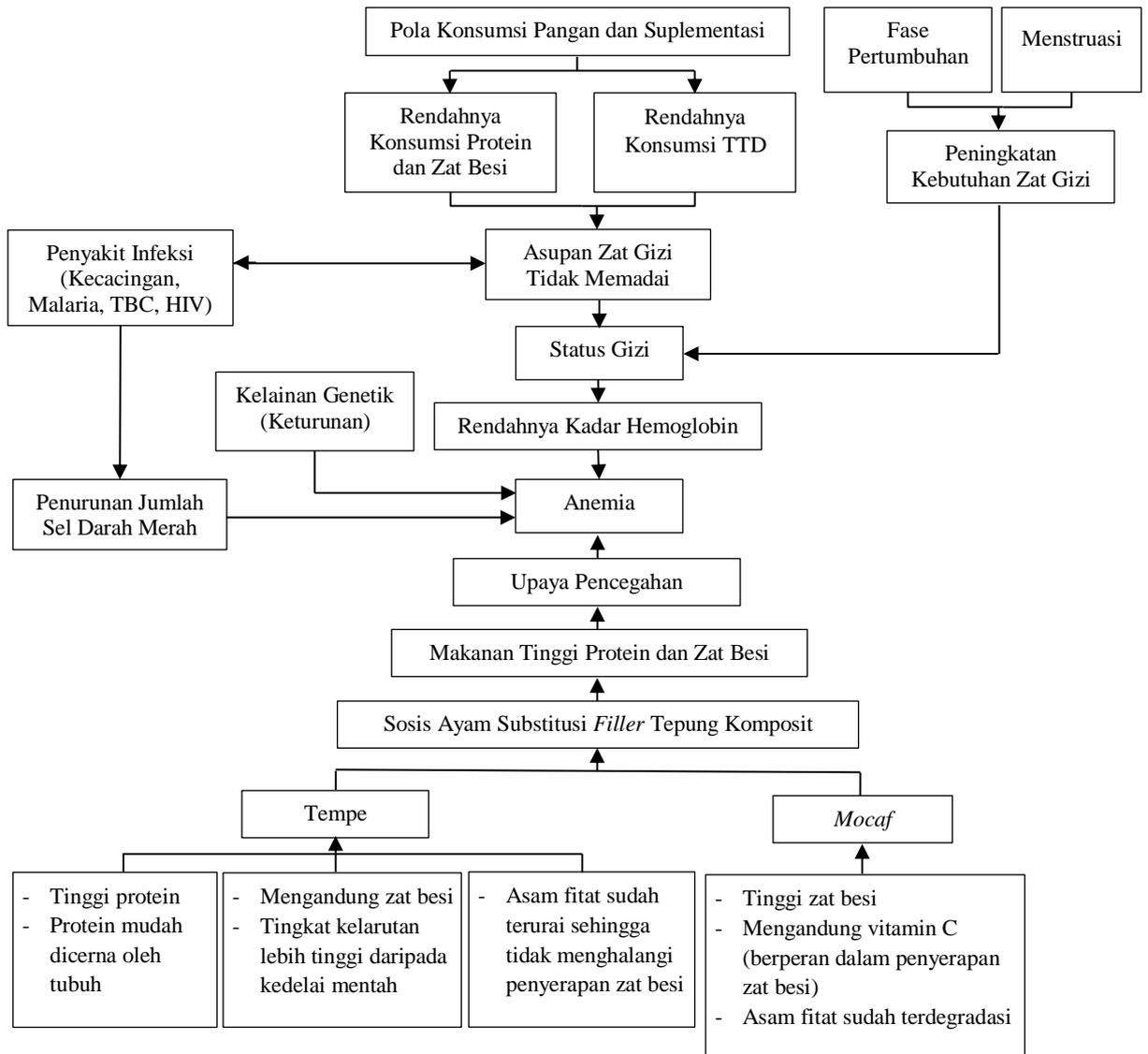
Uji organoleptik menggunakan skala pengukuran sebagai acuan dalam penilaian tingkat kesukaan. Skala pengukuran yang digunakan adalah skala hedonik (Triandini dan Wangiyana, 2022). Pada analisis datanya, skala hedonik diubah ke dalam skala angka (dapat menggunakan skala 3, 5, 7, atau 9) sehingga dapat dianalisis menggunakan metode skoring (Suryono *et al.*, 2018). Tabel 2.8 menunjukkan skala hedonik, mulai dari skala 3 hingga skala 9. Skala 5 merupakan skala hedonik yang umum digunakan pada uji organoleptik produk pangan standar nasional, sedangkan skala 9 merupakan skala yang umum digunakan pada produk pangan standar internasional (Wangiyana *et al.*, 2023).

Tabel 2.8
Skala Hedonik

Skala 3	Skala 5	Skala 7	Skala 9
Tidak suka (1)	Sangat tidak suka (1)	Sangat tidak suka (1)	Sangat tidak suka sekali (1)
Netral (2)	Tidak suka (2)	Tidak suka (2)	Sangat tidak suka (2)
Suka (3)	Cukup suka (3)	Sedikit tidak suka (3)	Agak tidak suka (3)
	Suka (4)	Netral (4)	Sedikit tidak suka (4)
	Sangat suka (5)	Agak suka (5)	Sedikit tidak suka (4)
		Suka (6)	Netral (5)
		Sangat suka (7)	Sedikit suka (6)
			Agak suka (7)
			Sangat suka (8)
			Sangat suka sekali (9)

Sumber: Triandini dan Wangiyana (2022)

B. Kerangka Teori



Gambar 2.4 Kerangka Teori

(Sumber: Modifikasi dari Aryanta (2023), Dewi *et al.* (2021), Gusriani *et al.* (2021), Helmi dan Khasanah (2021), Hidayati *et al.* (2023), Pinasti *et al.* (2020), Purba *et al.* (2019), Rahmawati dan Fauziah (2024), Salma *et al.* (2023), Sari dan Agustin (2023), Sihmawati dan Rosida (2020))