

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Pustaka

1. Remaja Putri

Masa remaja adalah fase transisi dari masa kanak-kanak menuju masa dewasa yang ditandai dengan berbagai perubahan fisik, emosional, dan psikologis (Widayani dkk., 2023). Menurut *World Health Organization* (WHO) (2014), remaja adalah individu yang berusia 10 – 19 tahun. Sementara itu, Departemen Kesehatan RI (2009), menyebut remaja adalah mereka yang berusia 12 – 25 tahun. Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional (BKKBN) mendefinisikan remaja sebagai kelompok usia 10 – 24 tahun yang masih belum menikah (Lomboan dkk., 2020).

Masa remaja dibagi menjadi tiga tahap, yaitu remaja awal (usia 10 – 12 tahun), remaja tengah (13 – 15 tahun), dan remaja akhir (16 – 19 tahun). Remaja awal mengalami pertumbuhan pesat dan mulai menunjukkan tanda-tanda pubertas. Pada remaja tengah, terjadi perubahan postur tubuh serta peningkatan massa otot atau lemak. Remaja akhir ditandai dengan kondisi fisik yang lebih stabil dan mendekati bentuk tubuh orang dewasa. Tahap remaja tengah merupakan fase transisi yang sangat penting karena pada masa ini terjadi akselerasi pertumbuhan fisik yang signifikan dan mulai mencapai tahap kematangan (Isroani dkk., 2023).

Pada masa remaja terjadi perkembangan puncak massa tulang yang membuat kebutuhan gizi pada masa ini sangat besar bahkan melebihi fase-fase kehidupan yang lain (Qur'aini dkk., 2021). Masalah kesehatan pada remaja di Indonesia diantaranya adalah beban penyakit, gangguan mental dan perilaku, penyakit umum, dan penyakit tidak menular (PTM). PBB menyebutkan PTM sebagai masalah serius yang dipicu oleh kebiasaan merokok, konsumsi alkohol, pola makan buruk, dan kurang aktivitas fisik sejak usia muda (United Nations General Assembly, 2024). Selain itu, banyak remaja mengalami masalah gigi dan mulut seperti karies, gigi kotor dan berlubang, serta permasalahan gizi seperti *stunting* dan obesitas, juga dismenore pada remaja putri (Melani dkk., 2024; Wildayani dkk., 2023).

Remaja putri mengalami berbagai perubahan fisik dan hormonal yang menyebabkan peningkatan kebutuhan asupan kalsium. Jika kebutuhan kalsium tidak terpenuhi maka dapat mengurangi kadar dan kepadatan mineral pada tulang panggul hingga 3%. Hal ini membuat remaja putri menjadi lebih rentan mengalami osteoporosis di usia dewasa (Lomboan dkk., 2020). Selain itu, kekurangan kalsium juga dapat memicu dismenore atau nyeri haid akibat kontraksi otot rahim yang tidak terkontrol. Beberapa remaja bahkan mungkin mengalami kram otot, kelelahan, dan gangguan konsentrasi akibat terganggunya fungsi otot dan sistem saraf(Wildayani dkk., 2023).

Remaja putri memerlukan asupan mineral lebih tinggi dibandingkan anak-anak maupun orang dewasa, karena mineral berperan

penting dalam proses perkembangan dan pertumbuhan selama masa pubertas. Angka Kecukupan Gizi (AKG) untuk remaja putri dapat dilihat pada Tabel 2. 1. Kebutuhan mineral dapat dipenuhi melalui konsumsi makanan sehari-hari seperti susu dan olahannya, telur, ikan, daging, tahu, tempe, kacang-kacangan, sayur, dan buah-buahan (Lomboan dkk., 2020).

Tabel 2. 1
Angka Kecukupan Gizi (AKG) untuk Remaja Putri

Zat Gizi	Usia Remaja Putri		
	10 – 12 tahun	13 – 15 tahun	16 – 18 tahun
Zat Gizi Makro			
Energi (kkal)	1.900	2.050	2.100
Protein (g)	55	65	65
Lemak (g)	65	70	70
Karbohidrat (g)	280	300	300
Zat Gizi Mikro			
Kalsium (mg)	1.200	1.200	1.200
Fosfor (mg)	1.250	1.250	1.250

Sumber: Permenkes RI (2019)

Angka Kecukupan Gizi (AKG) harian bagi remaja putri berbeda-beda berdasarkan kelompok usia 10–12 tahun, 13–15 tahun, dan 16–18 tahun. Kebutuhan energi, protein, lemak, dan karbohidrat cenderung meningkat seiring pertambahan usia, dengan energi berkisar antara 1.900 – 2.100 kkal, protein 55 – 65 gram, lemak 65 – 70 gram, dan karbohidrat 280 – 300 gram. Sementara itu, kebutuhan zat gizi mikro berupa kalsium dan fosfor ditetapkan sama untuk semua kelompok usia, yaitu masing-masing 1.200 mg dan 1.250 mg per hari (Permenkes RI, 2019).

2. Kalsium

a. Peran Kalsium bagi Remaja Putri

Kalsium merupakan zat gizi mikro yang sangat penting bagi tubuh dan merupakan mineral dengan jumlah terbanyak yang ditemukan di dalam tubuh, mencapai sekitar 1,5% hingga 2% dari total berat badan orang dewasa atau kurang lebih seberat 1 kg (Rasyid, 2021). Kekurangan kalsium dalam tubuh dapat memicu masalah gigi seperti karies, gangguan pada perkembangan tulang yang menyebabkan rakhitis, masalah dalam proses pembekuan darah, serta kejang otot. Namun, kelebihan kalsium dapat menyebabkan terbentuknya batu ginjal atau masalah pada ginjal, serta dapat mengakibatkan konstipasi (sembelit) (Adyani, 2020).

Kalsium memiliki berbagai peran penting dalam tubuh, seperti menjaga kesehatan tulang dan gigi, mendukung fungsi otot dan saraf, membantu pembekuan darah, serta menunjang keseimbangan hormon dan enzim (Yola dkk., 2021). Kalsium berperan penting dalam mendukung pertumbuhan tulang dan perkembangan fisik yang optimal pada remaja putri. Selain itu, pada remaja putri, asupan kalsium yang cukup membantu mencegah gangguan menstruasi seperti dismenore juga turut mempersiapkan kondisi fisik yang sehat untuk kehamilan di masa mendatang (Widayani dkk., 2023).

Asupan kalsium yang tidak mencukupi akan memicu *Parathyroid Hormone* (PTH) untuk mengambil kalsium dari bagian

tubuh lain, terutama tulang. Akibatnya kepadatan tulang menurun dan tulang menjadi keropos. Ketika kalsium dalam darah tidak terpenuhi dari makanan, tubuh akan mengambil cadangan kalsium dari tulang yang kemudian dapat mengurangi massa tulang (Aini dkk., 2022). Kalsium juga terlibat dalam pembentukan tulang baru, ion kalsium yang terdapat dalam osteoklas akan dilepaskan kembali oleh osteoblas untuk dijadikan bahan dasar tulang di dalam osteosit dan pada akhirnya berkontribusi pada pembentukan tulang baru (Biki dkk., 2023).

Remaja putri yang sudah mengalami menstruasi rentan mengalami gejala-gejala pra menstruasi seperti dismenore. Salah satu penyebab dismenore adalah kontraksi otot rahim yang berlebihan akibat peningkatan kadar prostaglandin. Kalsium berperan dalam menstabilkan aktivitas neuromuskular, mengatur kontraksi otot polos seperti otot rahim, serta menekan pelepasan hormon stres dan sensitivitas saraf terhadap nyeri, sehingga berkontribusi dalam mengurangi dismenore. Selama fase luteal, peningkatan kadar estrogen dapat menurunkan konsentrasi kalsium dalam tubuh melalui pengaruh terhadap hormon calciotropic, yang pada akhirnya berdampak pada terganggunya ketersediaan reseptor serotonin dan proses transmisi neurotransmitter di otak. Kondisi ini dapat memicu gejala emosional dan perubahan suasana hati yang umum terjadi pada fase pramenstruasi (Manggul dkk., 2023; Wildayani dkk., 2023).

b. Angka Kecukupan Kalsium

Kecukupan kalsium harian berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia tahun 2019 dapat dilihat pada Tabel 2.

2.

Tabel 2. 2
Angka Kecukupan Kalsium Wanita Usia Subur

Kelompok Umur	Kalsium (mg)
Perempuan	
10 – 18 tahun	1.200
19 – 49 tahun	1.000
50+ tahun	1.200
Hamil (+an)	
Trimester 1 – 3	+200
Menyusui (+an)	
6 bulan pertama dan kedua	+200

Sumber: Permenkes RI (2019)

Perempuan berusia 10 – 18 tahun dan 50 tahun ke atas membutuhkan 1.200 mg kalsium per hari, sedangkan perempuan berusia 19 – 49 tahun membutuhkan 1.000 mg per hari. Pada kondisi hamil trimester 1 – 3, kebutuhan kalsium meningkat sebesar 200 mg per hari. Pada masa menyusui selama enam bulan pertama dan kedua, kebutuhan kalsium bertambah sebesar 200 mg per hari dibandingkan kebutuhan normal sesuai kelompok umur (Permenkes RI, 2019).

c. Makanan Sumber Kalsium

Kalsium terdapat dalam jumlah besar pada susu dan olahannya, tempe, tahu, kacang panjang, kacang hijau, sayuran berdaun hijau, serta ikan dengan tulangnya (Musta'in dkk., 2024;

Yola dkk., 2021; Wildayani dkk., 2023). Daftar makanan yang mengandung kalsium dapat dilihat pada Tabel 2. 3.

Tabel 2. 3
Daftar Bahan Makanan yang Mengandung Kalsium

Bahan Makanan	Kadar Kalsium (mg) / 100 g
Ikan teri	972
Keju	777
Tepung kepala ikan lele	735
Tempe	517
Tepung kacang hijau	223
Bayam	166
Tepung kacang panjang	163
Susu	143

Sumber: Kementerian Kesehatan RI (2018), Nurlaila dkk. (2023), Suprihatin dkk. (2021)

Kalsium dapat diperoleh dari berbagai makanan, baik yang berasal dari hewani maupun nabati. Ikan teri mengandung kalsium tinggi dengan kandungan mencapai 972 mg per 100 g. Keju dan tepung kepala ikan lele juga memiliki kandungan kalsium yang tinggi, masing-masing sebesar 777 mg dan 735 mg. Tempe dan tepung kacang hijau juga merupakan sumber kalsium nabati yang cukup tinggi, masing-masing mengandung 517 mg dan 223 mg kalsium per 100 g. Bayam mengandung 166 mg kalsium dan susu mengandung 143 mg kalsium per 100 g (Tabel 2.3) (Kementerian Kesehatan RI, 2018; Nurlaila dkk., 2023; Suprihatin dkk., 2021).

3. Fosfor

a. Peran Fosfor bagi Remaja Putri

Fosfor merupakan mineral esensial yang berperan penting dalam pembentukan dan pemeliharaan jaringan tulang. Sekitar 66%

dari total fosfor tubuh tersimpan dalam bentuk senyawa fosfat pada tulang, dan sisanya berada di jaringan lunak sebagai ikatan organik dan anorganik (Valentina dkk., 2025). Selama masa pertumbuhan, termasuk pada remaja putri, keseimbangan antara asupan kalsium dan fosfat sangat penting untuk menunjang proses mineralisasi tulang secara optimal. Fosfor dan kalsium bekerja sama membentuk kristal hidroksiapatit yang memberikan kekuatan dan kepadatan pada tulang (Normansyah dkk., 2022).

Remaja putri tergolong kelompok yang rentan mengalami gangguan metabolisme tulang karena peningkatan kebutuhan gizi, perubahan hormonal, serta fase perkembangan yang cepat. Ketidakseimbangan antara asupan fosfor dan kalsium, khususnya konsumsi fosfor berlebih dalam bentuk fosfat dari makanan olahan atau minuman bersoda tanpa diimbangi kalsium dapat menurunkan kadar ion kalsium dalam serum. Hal ini akan merangsang pelepasan hormon paratiroid (PTH) dan meningkatkan aktivitas osteoklas, sehingga dalam jangka panjang dapat menyebabkan hilangnya massa tulang (Listianingrum dkk., 2020).

Selain pengaruhnya terhadap kekuatan tulang, gangguan keseimbangan fosfor juga dapat berdampak pada fungsi otot dan sistem metabolisme tubuh. Kekurangan fosfor (hipofosfatemia) dapat terjadi akibat asupan yang rendah, penggunaan obat antasida, atau kehilangan cairan secara berlebihan, sedangkan kelebihan fosfor

(hiperfosfatemia) kerap ditemukan pada individu dengan gangguan ginjal atau penyakit kronis tertentu (Valentina dkk., 2025). Oleh karena itu, penting bagi remaja putri untuk memenuhi asupan fosfor dalam jumlah yang cukup dan seimbang dengan kalsium guna menunjang kesehatan tulang dan mencegah gangguan metabolismik sejak dini.

b. Angka Kecukupan Fosfor

Kecukupan fosfor harian berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia (2019) dapat dilihat pada Tabel 2. 4.

Tabel 2. 4
Angka Kecukupan Fosfor Wanita Usia Subur

Kelompok Umur	Fosfor (mg)
Perempuan	
10 – 18 tahun	1.250
19+ tahun	700
Hamil (+an)	
Trimester 1 – 3	+0
Menyusui (+an)	
6 bulan pertama dan kedua	+0

Sumber: Permenkes RI (2019)

Perempuan berusia 10 – 18 tahun memerlukan 1.250 mg fosfor per hari. Perempuan berusia 19 tahun ke atas membutuhkan 700 mg per hari. Pada masa kehamilan trimester 1 – 3 dan masa menyusui selama enam bulan pertama dan kedua, kebutuhan fosfor tidak mengalami peningkatan tambahan dari angka kecukupan normal sesuai kelompok umur (Permenkes RI, 2019).

c. Makanan Sumber Fosfor

Fosfor banyak ditemukan pada berbagai jenis makanan, terutama makanan yang tinggi protein. Makanan yang mengandung fosfor diantaranya ikan, ayam, telur, kacang-kacangan, serealia atau gandum, produk susu, dan produk olahan susu (Lomboan dkk., 2020).

Daftar makanan yang mengandung kalsium dapat dilihat pada Tabel 2. 5.

Tabel 2. 5
Daftar Bahan Makanan yang Mengandung Fosfor

Bahan Makanan	Jumlah Fosfor (mg) / 100 g
Ikan sarden	597
Tepung kepala ikan lele	345
Keju	338
Tepung kacang hijau	319
Tepung jagung	256
Ayam	200
Kacang merah	134
Susu	60

Sumber: Kementerian Kesehatan RI (2018), Suprihatin dkk. (2021)

Fosfor dapat diperoleh dari berbagai makanan, baik yang berasal dari hewani maupun nabati. Ikan sarden memiliki kandungan fosfor tinggi, yaitu sebesar 597 mg per 100 g. Tepung kepala ikan lele dan keju juga merupakan sumber fosfor yang baik, masing-masing mengandung 345 mg dan 338 mg fosfor. Sumber fosfor nabati seperti tepung kacang hijau dan kacang merah juga mengandung fosfor yang cukup baik, yaitu 319 mg dan 134 mg per 100 g. Ayam mengandung fosfor 200 mg dan susu mengandung fosfor 60 mg per 100 g (Kementerian Kesehatan RI, 2018; Suprihatin dkk., 2021).

4. Kepala Ikan Lele

Ikan lele adalah jenis ikan yang hidup di air tawar dan sering dikonsumsi oleh penduduk Indonesia (Sulistiyati dkk., 2021). Mengacu pada informasi dari Kementerian Kelautan dan Perikanan tahun 2022, total produksi nasional ikan lele pada tahun 2021 tercatat mencapai 1.041.422 ton, mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan tahun 2020 (Primawestri dkk., 2023). Produksi ikan lele terus mengalami lonjakan karena mudahnya budidaya ikan ini dan tingginya minat masyarakat terhadapnya. Saat ini, di industri, ikan lele diolah menjadi berbagai produk, seperti abon, *fillet*, *nugget*, otak-otak, dan lain-lain. Meningkatnya produksi ikan lele dalam industri rumahan berkontribusi pada semakin banyaknya limbah yang dihasilkan, salah satunya adalah bagian kepala ikan (Sulistiyati dkk., 2021).

Pemanfaatan ikan lele yang biasanya hanya pada bagian daging sering kali meninggalkan sisa kepala ikan lele (Maulidiyah dkk., 2024). Persentase kepala ikan lele sebesar 29,73% dari total berat ikan (Widiyanto dkk., 2019). Kepala ikan lele mengandung 6,33% kalsium, tepung kepala ikan lele mengandung kalsium lebih tinggi dibandingkan tepung dagingnya (Rimbawan dkk., 2024). Kepala ikan lele memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai campuran dalam makanan guna meningkatkan kandungan zat gizi, terutama kalsium dan fosfor (Primawestri dkk., 2023). Kepala ikan bisa digunakan sebagai suplemen makanan yang kaya kalsium apabila diolah menjadi tepung terlebih

dahulu. Proses mengolah kepala ikan menjadi tepung bertujuan untuk memudahkan cara konsumsi dan meningkatkan penyerapan kalsium yang dikonsumsi (Maulidiyah dkk., 2024). Kandungan gizi yang terdapat dalam 100 g tepung kepala ikan lele dapat dilihat pada Tabel 2. 6.

Tabel 2. 6
Kandungan Gizi Tepung Kepala Ikan Lele

Zat Gizi	Tepung Kepala Ikan Lele / 100 g
Zat Gizi Makro	
Energi (kkal)	254,26
Lemak (g)	44
Protein (g)	9,2
Karbohidrat (g)	0,1
Zat Gizi Mikro	
Kalsium (mg)	735
Fosfor (mg)	345
Besi (mg)	78

Sumber: Nurlaila dkk. (2023), Suprihatin dkk. (2021)

Tepung kepala ikan lele mengandung energi sebesar 254,26 kkal per 100 gram dengan komposisi lemak 44 g, protein 9,2 g, dan karbohidrat 0,1 g. Kandungan mineralnya cukup tinggi, meliputi kalsium sebesar 735 mg, fosfor sebesar 345 mg, dan besi sebesar 78 mg. Tingginya kadar kalsium pada tulang kepala ikan lele dapat membantu memenuhi kebutuhan mineral remaja putri pada masa pertumbuhan, yang berperan dalam pembentukan dan pemeliharaan tulang serta gigi (Nurlaila dkk., 2023; Suprihatin dkk., 2021).

5. Kacang Hijau

Kacang hijau merupakan salah satu jenis tanaman palawija yang termasuk dalam suku polong-polongan (*Fabaceae*) (Lathifah dkk., 2022). Kacang hijau memiliki kandungan protein yang cukup tinggi dan

merupakan sumber mineral penting, antara lain kalsium dan fosfor (Mayasari dkk., 2023). Kandungan gizi yang terdapat dalam 100 g kacang hijau dapat dilihat pada Tabel 2. 7.

Tabel 2. 7
Kandungan Gizi Kacang Hijau

Zat Gizi	Kacang Hijau / 100 g
Zat Gizi Makro	
Energi (kkal)	323
Karbohidrat (g)	56,8
Protein (g)	22,9
Lemak (g)	1,5
Zat Gizi Mikro	
Fosfor (mg)	319
Kalsium (mg)	223
Natrium (mg)	42
Besi (mg)	7,5

Sumber: Kementerian Kesehatan RI (2018)

Kacang hijau memiliki kandungan energi sebesar 323 kkal per 100 gram dengan komposisi karbohidrat 56,8 g, protein 22,9 g, dan lemak 1,5 g. Kacang hijau mengandung fosfor sebesar 319 mg, kalsium sebesar 223 mg, natrium sebesar 42 mg, serta besi sebesar 7,5 mg. Kacang hijau merupakan sumber makanan yang baik untuk mineral makro dan mikro, khususnya fosfor dan kalsium. Kalsium dan fosfor yang cukup tinggi dapat mendukung pertumbuhan dan perkembangan tulang, terutama pada anak-anak dan remaja (Kementerian Kesehatan RI, 2018).

Kacang hijau diketahui mengandung isoflavon (Ningtyas dkk., 2021). Isoflavon dalam kacang hijau berfungsi sebagai fitoestrogen, yaitu senyawa yang menyerupai hormon estrogen, yang dapat meningkatkan kepadatan tulang dan mencegah osteoporosis. Selain itu, isoflavon juga

memiliki aktivitas antioksidan dan mampu merangsang pembentukan sel tulang (osteoblas) melalui reseptor estrogen serta meningkatkan produksi hormon pertumbuhan IGF-1, sehingga mendukung proses pembentukan dan perlindungan tulang (Ningtyas dkk., 2021).

Tepung kacang hijau adalah hasil olahan dari kacang hijau yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan campuran produk pangan sebagai pengganti tepung terigu. Tepung ini memiliki karakteristik mirip dengan tepung terigu yang memiliki butiran halus, aroma khas kacang hijau, dan berwarna coklat muda (Nuryanti dkk., 2023). Tepung kacang hijau memiliki kandungan amilosa sebesar 28,8% dan amilopektin sebesar 72,1% yang dapat memengaruhi tekstur dari produk makanan (Utami dkk., 2023). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa tepung kacang hijau dapat meningkatkan kerenyahan pada produk makanan, diantaranya pada pembuatan *cookies* (Permana dkk., 2023), *macaron* (Mayasari dkk., 2023), dan kastengel (Nuryanti dkk., 2023)

6. Pai

Pai adalah jenis kue yang terdiri dari lapisan luar (kulit pai) dan isian. Bentuk kulit pai bervariasi, diantaranya bentuk datar, bulat, mangkuk, bunga, dan lain-lain (Hidayah dkk., 2021). Tekstur kulit pai cenderung kering dan renyah serta memberikan rasa gurih. Hal ini sejalan dengan pernyataan Rezona dkk. (2021) yang menyatakan bahwa pai berkualitas tinggi ditandai dengan kerenyahan dan kerapuhan, dan tidak terasa lengket di tangan atau bibir serta hancur di mulut saat digigit.

Kulit pai memiliki peranan yang penting dalam proses pembuatan dan penampilan hidangan pai, yaitu menyediakan struktur dan tempat untuk isian pai, memberikan tekstur yang krispi, menawarkan rasa yang unik pada hidangan pai, serta menciptakan keseimbangan rasa antara isian dan bagian luar (Enita dkk., 2024). Kulit pai yang berkualitas dapat diperoleh jika selama proses pengolahan adonan, semua bahan dan alat yang digunakan tetap dalam keadaan dingin (Rezona dkk., 2021). Secara umum, bahan dasar yang digunakan dalam pembuatan kulit pai meliputi tepung terigu, lemak (margarin atau *butter*), telur, dan gula. Komposisi tersebut dapat dimodifikasi sesuai dengan tujuan penelitian atau inovasi produk. Berdasarkan standar resep dari penelitian Andrea dkk. (2024), komposisi kulit pai disusun sebagai berikut.

Tabel 2. 8
Standar Resep Kulit Pai

No.	Bahan Makanan	Berat (g)
1.	Tepung terigu	250
2.	Margarin	100
3.	Telur	110
4.	Gula halus	20

Sumber: Andrea dkk. (2024)

Rasa pai dipengaruhi oleh isiannya. Isian pai ada dua jenis yaitu pai manis dan pai asin. Pai isian manis contohnya krim, buah-buahan, dan cokelat, sedangkan variasi isian asin biasanya ragut sayuran, daging, dan ayam (Enita dkk., 2024).

Terdapat banyak resep yang menunjukkan bahwa *short paste* (pai) menjadi dasar untuk berbagai jenis makanan penutup, seperti tart, pai,

tartlet, *quiche*, *flan* buah, dan *tart/pai* buah. Perbedaan di antara jenis produk *short pastry* ini terdiri dari pai: kering, tanpa lapisan, renyah, dan tertutup. *Tart* dan *tartlet*: mirip dengan pai, terbuka tetapi lebih pendek, dan diisi dengan buah. *Flan*: kering tetapi berbentuk kerucut. *Quiche*: sejenis pai yang asin dan diisi sebelum proses pemanggangan (Ingtyas dkk., 2022).

Proses pembuatan pai cukup sederhana, namun kemungkinan gagal saat membuatnya tetap tinggi, contohnya pai bisa terlalu tipis ketika digiling, pai mungkin retak atau pecah setelah dikeluarkan dari cetakan, atau pai memiliki tekstur keras saat dikonsumsi setelah proses pemanggangan (Ingtyas dkk., 2022). Pembuatan kulit pai dari berbagai bahan pangan telah banyak diteliti, diantaranya pembuatan kulit pai berbahan tepung biji nangka, tepung kentang, tepung porang, serta tepung mocaf dan tepung kepala ikan lele dumbo (Albab dkk., 2024; Enita dkk., 2024; Novidahlia dkk., 2023; Rezona dkk., 2021).

7. Isian Pai Susu

a. Susu

Susu mengandung kalsium yang mendukung kepadatan tulang dan vitamin D yang berperan dalam meningkatkan penyerapan kalsium (Putri dkk., 2021). Dalam 100 gr susu sapi segar mengandung energi 61 kkal, protein 3,2 g, lemak 3,5 g, karbohidrat 4,3 g, kalsium 143 mg, dan fosfor 60 mg (Kementerian Kesehatan RI, 2018). Kalsium yang terdapat dalam susu dapat mendukung daya tahan

tulang, mencegah osteoporosis, serta mengurangi risiko patah tulang (Putri dkk., 2024).

b. Keju

Keju adalah produk makanan yang diperoleh dengan memisahkan bagian padat dari susu melalui proses penggumpalan atau pengentalan. Keju dapat meningkatkan asupan kalsium, juga mengandung omega-3, asam amino sistein, dan berbagai antioksidan seperti riboflavin, beta karoten, dan glutathione. Beberapa manfaat dari mengonsumsi keju secara teratur, antara lain meningkatkan kekuatan dan kesehatan tulang, menjaga kesehatan gigi, meningkatkan sistem pencernaan, menurunkan tekanan darah, mengurangi risiko penyakit jantung, dan mengatasi peradangan tubuh (Putri dkk., 2021).

c. Telur

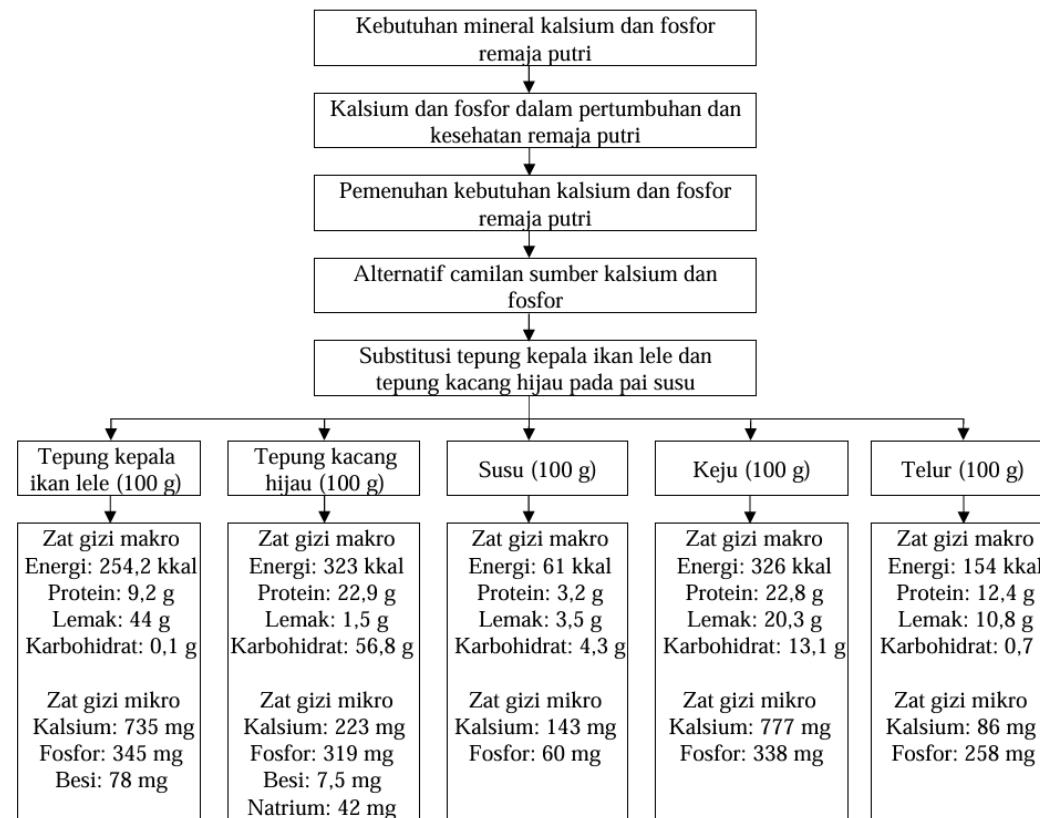
Telur mengandung mineral penting antara lain zat besi, kalsium, fosfor, sodium, dan magnesium (Erviana dkk., 2023). Dalam 100 gr telur ayam mengandung energi 154 kkal, protein 12,4 g, lemak 10,8 g, karbohidrat 0,7 g, kalsium 86 mg, dan fosfor 258 mg (Kementerian Kesehatan RI, 2018). Telur ayam mengandung vitamin D alami yang berperan penting dalam menjaga kesehatan tulang. Vitamin D berfungsi membantu penyerapan kalsium yang dibutuhkan untuk pembentukan dan pemeliharaan kepadatan tulang (Juarez dkk., 2025).

8. Uji Organoleptik

Uji organoleptik adalah metode evaluasi yang memanfaatkan lima indera manusia untuk menilai penerimaan produk makanan. Penilaian dalam uji ini menentukan apakah suatu produk dapat diterima, berdasarkan karakteristik yang dirasakan oleh individu. Indra yang berperan dalam uji organoleptik mencakup penciuman, penglihatan, perasa, dan peraba (Winiastri, 2021). Observasi yang dilakukan mencakup uji organoleptik terhadap berbagai parameter seperti warna, aroma, rasa, dan tekstur, serta pengujian laboratorium terhadap formula terbaik yang telah dipilih (Nurlaila dkk., 2023).

Kuesioner digunakan sebagai instrumen pendukung yang memuat pertanyaan terkait produk pangan dan diisi oleh responden dengan penilaian menggunakan skala tertentu. Panelis diminta menyampaikan pendapat pribadi mengenai tingkat kesukaan mereka terhadap produk, yang dikenal sebagai skala hedonik. Skala ini umum digunakan untuk menilai preferensi pangan, dengan tingkatan seperti sangat tidak suka hingga sangat suka (Winiastri, 2021). Data dari uji sensori kemudian dianalisis secara kuantitatif berdasarkan penilaian tersebut (Wangiyana dkk., 2023).

B. Kerangka Teori



Gambar 2. 1
Kerangka Teori

Sumber: Alsaad dkk. (2023), Kementerian Kesehatan RI (2018), Nurlaila dkk. (2023), Suprihatin dkk. (2021)