

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kalsium

1. Definisi kalsium

Salah satu mineral yang paling banyak terdapat di dalam tubuh manusia adalah kalsium, yang merupakan zat gizi mikro yang sangat penting bagi tubuh. Kalsium ion Ca^{2+} , yang merupakan 50% dari darah, adalah bentuk bebas dan bersifat aktif dan berperan dalam aktivitas neuromuskular, enzimatis, hormonal, dan metabolisme lainnya. Tubuh manusia membutuhkan banyak jumlah kalsium yang ada dalam makanan sehingga dapat karena mempengaruhi penyerapan di dalam tubuh. Kalsium juga berperan penting untuk menjaga kepadatan tulang dan gigi. Sekitar 99% disimpan di dalam tulang dan gigi, sedangkan 1% sisanya ditemukan di dalam darah, otot, dan jaringan lainnya (Rasyid, 2021).

Menurut Kementerian Kesehatan merekomendasikan untuk memenuhi kecukupan asupan kalsium di dalam tubuh memerlukan sejumlah 1000- 1200 mg per hari. Kadar normal di dalam darah pada orang dewasa sekitar 8,5-10,2 mg/dL. Jika, di dalam darah melebihi batas normal dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan. Selain itu, ibu hamil dan menyusui membutuhkan tambahan kalsium sekitar 200 mg/hari dari jumlah kebutuhan kalsium seusianya (Kemenkes, 2023).

2. Sumber kalsium

Dua kategori sumber kalsium adalah hewani dan nabati. Pangan hewani termasuk produk susu dan olahannya, seperti susu, keju, dan yoghurt, ikan, seperti teri, sarden, kerang salmon, dan berbagai jenis ikan tawar, juga memiliki banyak kalsium. Sedangkan, sumber kalsium dari pangan nabati yang paling kaya adalah kacang-kacangan dan biji-bijian serta sayuran berdaun hijau seperti brokoli dan bayam. Namun, meskipun tubuh hanya dapat menyerap sebagian kalsium dari sayuran berdaun hijau, sayuran tersebut masih merupakan sumber kalsium yang

baik. Dari susu dan produk olahan susu dapat dikonsumsi mg/porsi sebanyak 120-210 mg. Untuk kacang-kacangan dan biji-bijian dapat dikonsumsi sebanyak 320-650 mg. Sedangkan, untuk sayuran berdaun hijau dapat dikonsumsi sebanyak 500-800 gram (Trailokya *et al.*, 2017).

3. Rekomendasi asupan kalsium

Asupan bagi tubuh dapat membantu pertumbuhan massa tulang dan mencegah terjadinya patah tulang. Saat ini, rekomendasi asupan kalsium untuk anak-anak harus mengonsumsi kalsium sekitar 700 mg per hari. Pada remaja, tidak lebih tinggi dari 1.300 mg per hari. bagi individu dengan asupan kalsium tertinggi dalam kuintil 1.000-2.559 mg per hari dibandingkan dengan individu dengan asupan kalsium terendah 198–558 mg per hari. Menurut Institute of Medicine menyarankan bahwa orang dewasa berusia 19 hingga 50 tahun harus mengonsumsi 1.000 mg kalsium setiap hari. Sebaliknya, untuk wanita di atas 50 tahun dan pria di atas 70 tahun disarankan meningkat asupan kalsium menjadi 1.200 mg setiap hari untuk menjaga kesehatan tulang dan mencegah osteoporosis pada tubuh (Soni *et al.*, 2022).

Ibu hamil membutuhkan asupan kalsium yang cukup untuk mempertahankan tekanan darah dan kontraksi otot jantung, serta untuk janin yang berfungsi sebagai zat pembentuk tulang. Wanita usia 19-49 tahun membutuhkan 1000 mg kalsium per hari, menurut angka kecukupan gizi (AKG). Namun, menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 28 Tahun 2019, angka kecukupan gizi (AKG) kalsium yang disarankan untuk ibu hamil usia 16 tahun ke atas adalah 1200 mg kalsium per hari. Kebutuhan ini berlaku selama trimester pertama, kedua, dan tiga (Pramono *et al.*, 2021). Berikut kebutuhan asupan kalsium pada perempuan dan ibu hamil.

Tabel 2. 1 Rekomendasi kalsium

Kelompok Umur	Kecukupan Kalsium	Kecukupan Kalsium
	Laki-laki (mg)	Perempuan (mg)
Bayi / Anak		
6-11 bulan	270	270
1-3 tahun	650	650
4-9 tahun	1.000	1.000
Remaja		
10-15 tahun	1.200	1.200
16-18 tahun	1.200	1.200
Dewasa		
19-29 tahun	1.000	1.000
30-49 tahun	1.000	1.000
50-64 tahun	1.200	1.200

(Sumber : Permenkes RI No.28 tahun 2019)

4. Dampak kekurangan kalsium

Kekurangan asupan kalsium dalam makanan dianggap umum di seluruh dunia, dengan perkiraan terbaru menunjukkan bahwa sekitar 25% orang di seluruh dunia tidak memiliki akses yang memadai terhadap kalsium dalam makanan. Kekurangan asupan kalsium di dalam tubuh dapat memberikan dampak yang sangat besar. Asupan kalsium yang tidak memadai telah dikaitkan dengan masalah kesehatan lainnya seperti kanker, komplikasi kehamilan, dan penyakit kardiovaskular, asupan kalsium yang tidak cukup juga penting untuk kesehatan tulang (Shlisky *et al.*, 2022).

Pada kelompok ibu hamil yang mengalami pola makan yang tidak baik sehingga mengakibatkan kekurangan asupan kalsium, maka menunjukkan tingkat preeklampsia dan eklampsia yang setara dengan populasi yang lebih kaya. Studi epidemiologi menghubungkan konsumsi kalsium dari makanan dengan tekanan darah pada masyarakat yang kekurangan (Cormick, 2019).

5. Metabolisme kalsium

Hormon kalsiotropik, atau hormon yang berfungsi untuk mengatur kadar kalsium dalam darah, memengaruhi absorpsi dan metabolisme kalsium dalam tubuh. Ekskresi ginjal, yang mengeluarkan kalsium dalam jumlah yang seimbang dengan kalsium yang diserap usus halus, menjaga keseimbangan kalsium dalam tubuh. Tubuh manusia terutama menyerap kalsium dari usus kecil, tetapi metabolisme kalsium terdiri dari penyerapan, penyimpanan, pelepasan, dan penggunaan kalsium untuk berbagai fungsi biologis. Jumlah kalsium yang diserap dari makanan setiap hari bergantung pada proporsi relatif dan mengendapkannya. Proporsi relatif makanan menentukan jumlah kalsium yang sebenarnya dapat diserap. Kalsium ionik yang dilepaskan di dalam lambung lalu diserap oleh sel-sel usus kecil melalui transportasi aktif. Dalam proses penyerapan ini vitamin D berperan penting dalam memfasilitasi penyerapan kalsium di dalam tubuh (Rasyid, 2021).

Proses penyerapan kalsium dapat memakan waktu 1 hingga 2 jam. Hanya 30%-50% Ca makanan yang biasa diserap jauh lebih banyak pada anak yang sedang tumbuh. Kapasitas penyerapan banyak menurun bersama umur dan lebih banyak pada pria daripada wanita pada semua umur. Dalam penyerapan kalsium dipengaruhi dengan faktor-faktor pendukung yaitu laktosa, protein, vitamin D, lemak, vitamin C, dan keadaan fisiologis tertentu seperti kehamilan dan masa pertumbuhan. Penyerapan juga optimal dalam kondisi asam. Sebaliknya, faktor penghambat meliputi oksalat, tannin, asam fitat, serat, dan penuaan, yang dapat mengurangi efektivitas penyerapan kalsium dalam tubuh (Shkembi and Huppertz, 2022).

B. Tulang Ikan

1. Definisi tulang ikan

Tulang ikan merupakan jaringan utama yang berperan dalam menopang tubuh. Memiliki struktur yang terbentuk dari dua jenis unsur yaitu organik dan anorganik. Unsur organik merupakan unsur yang mencakup sumber protein, kondrotin sulfat, serta mukopolisakarida, kemudian unsur anorganik mencakup ion kalsium dan posfor (Pangestika, Putri and Arumsari,

2021). Di antara bagian tubuh ikan lainnya, tulang ikan memiliki kandungan kalsium tertinggi. Dari sudut pandang makanan dan gizi, tulang ikan terdiri dari bahan utama kalsium, fosfor, dan karbonat, yang membuatnya sangat kaya akan kalsium sehingga dibutuhkan manusia. Selain itu, dapat menjadi sumber kalsium alternatif bagi mereka yang tidak toleran laktosa. Dengan mengolahnya menjadi tepung tulang ikan yang kaya nutrisi, dapat memaksimalkan potensi hasil samping tulang ikan. Penderita intoleransi laktosa dapat menggunakan tepung tulang ikan yang kaya nutrisi sebagai pengganti susu (Tarigan and Sihotang, 2024).

Tulang ikan adalah salah satu produk sampingan yang memiliki karakteristik industri sirkular yang menjanjikan untuk melindungi lingkungan karena mengandung banyak nutrisi untuk hewan dan tumbuhan. Tepung tulang ikan, yang sering dianggap sebagai junk food, dapat dibuat dari berbagai produk makanan. Untuk memenuhi kebutuhan kalsium harian ibu hamil, makanan penuh kalsium ini dapat digunakan sebagai sumber kalsium.



Gambar 2. 1 Tulang ikan nila

2. Kandungan zat gizi tulang ikan

Kandungan zat gizi pada tulang ikan juga dapat bervariasi tergantung pada jenis ikan dan pengolahan yang digunakan. Berikut beberapa kandungan zat gizi tulang ikan yang sudah diteliti.

Tabel 2. 2 Kandungan zat gizi tulang ikan

Zat Gizi	Tulang ikan bandeng*	Tulang ikan lele	Tulang ikan patin
Air	14,62%	-	24,11%
Energi	-	-	-
Protein	8,14%	9,2 gr	24,11 %
Lemak	6%	44 mg	12,75%
Karbohidrat	39,49%	0,1 mg	0%
Serat	-	-	-
Abu	5,29%	24,4 gr	-
Kalsium	88916 mg	735 mg	61.238 mg
Fosfor	38,6 mg	345 mg	19,8512%
Zat besi	-	-	1,3824 mg

Sumber:

*(Pangestika, Putri and Arumsari, 2021) *(Ikan, 2022) *(mawwadah, 2021)

3. Manfaat tulang ikan nila

Untuk saat ini, tulang ikan hanya digunakan sebagai pakan ternak dan bahkan dibuang begitu saja. Karena kandungan kalsium dan posfor tinggi tulang ikan secara kimiawi, perlu dilakukan upaya untuk menghasilkan produk olahan dari tulang ikan (Peñarubia *et al.*, 2023). Sumber kalsium yang baik berasal dari protein hewani seperti susu dan produk olahannya. Tetapi sumber kalsium terbaik juga berasal dari tulang ikan dan sebelumnya belum pernah digunakan untuk kebutuhan manusia. Jika produksi melimpah, cara memanfaatkan limbah ikan adalah dengan mengolahnya menjadi tepung.

Dengan mengolah tulang ikan menjadi tepung yang kaya akan kalsium, tepung dapat menjadi bahan pangan alternatif bagi masyarakat di seluruh dunia. Oleh karena itu, tulang ikan dapat dimanfaatkan sebagai produk olahan dan fortifikasi untuk memenuhi kebutuhan kalsium harian. Kandungan kalsium yang tinggi pada tepung tulang ikan dapat digunakan

sebagai bahan pangan tambahan untuk meningkatkan kandungan kalsium terhadap makanan (Tarigan and Sihotang, 2024).

4. Cara pembuatan tepung tulang ikan nila

Terdapat proses dalam pembuatan tetulila ini sudah sesuai dengan praktek pembuatan tetulila yang telah dilakukan oleh peneliti, yaitu sebagai berikut (Tarigan and Sihotang, 2024)

1. Tulang ikan nila disortir terlebih dahulu untuk memisahkan bagian sirip dan ekor yang masih ada tersisa.
2. Bagian tulang ikan nila dicuci kemudian ditiriskan dan di rebus selama ± 1 jam.
3. Tulang ikan nila yang sudah bersih kemudian di cuci lalu dibersihkan dengan air yang mengalir.
4. Kemudian tulang ikan ditiriskan dan dikeringkan di cabinet dryer dengan suhu 60°C selama 4 jam.
5. Selanjutnya, tulang yang sudah kering digiling hingga halus dan di ayak menggunakan ayakan 100 mesh.

Tulang ikan nila yang telah diolah menjadi tepung. Setelah itu, telah dilakukan analisis kandungan zat gizi terhadap tepung tulang ikan nila. Berikut hasil uji kandungan tepung tulang ikan nila:

Tabel 2. 3 Zat Gizi Tepung Tulang Ikan

Parameter	Hasil	Satuan
Air	4,89	g/100g
Abu	52,44	g/100g
Lemak	16,63	g/100g
Protein	21,60	g/100g
Karbohidrat	4,44	kcal/100g
Kalori	253,83	mg/Kg
Kalsium	117.243	mg/Kg
Fosfor	90,717	mg/Kg
Magnesium	2655,60	mg/Kg

Sumber: (Tarigan and Sihotang, 2024)

C. Tempe

1. Definisi tempe

Tempe, makanan tradisional Indonesia yang telah lama dikenal, adalah salah satu sumber protein nabati. Indonesia adalah pasar kedelai terbesar di Asia dan produsen tempe terbesar di dunia. Tempe menyumbang 50% konsumsi kedelai di Indonesia. Tempe adalah makanan kedelai fermentasi utama. Dikenal karena rasanya yang menarik, teksturnya, dan daya cernanya yang luar biasa (Fertiasari *et al.*, 2024).

Karena murah dan memiliki rasa yang enak, tempe sangat disukai orang Indonesia. Selama proses pembuatan tempe, kacang kedelai menjadi lebih enak dimakan dan memiliki nilai nutrisi yang lebih tinggi. Tempe yang masih baik, atau baru, memiliki rasa dan bau yang unik, dan lebih diterima oleh masyarakat setelah menjadi makanan dikonsumsi.



Gambar 2. 2 Tempe

2. Manfaat tempe

Tempe merupakan pangan fungsional hasil fermentasi kedelai oleh kapang *Rhizopus sp.* yang memiliki nilai gizi tinggi. Tempe mengandung berbagai zat gizi seperti protein, karbohidrat, lemak, vitamin, dan mineral, serta senyawa bioaktif seperti vitamin B12, isoflavon, antioksidan, dan komponen yang berpotensi memberikan manfaat kesehatan. Proses fermentasi pada tempe menghasilkan enzim fitase yang mampu menguraikan asam fitat sehingga meningkatkan ketersediaan mineral seperti seng, kalsium, magnesium, dan besi untuk diserap oleh tubuh.

Tempe memiliki probiotik dan antioksidan yang dapat memperkuat imunitas, tempe memiliki manfaat medis yang dapat meningkatkan kekebalan tubuh, mencegah osteoporosis, mencegah diare, menjaga kesehatan jantung, mencegah penyakit jantung koroner dan mencegah berbagai kesehatan saluran pencernaan (Maryoto A, 2019).

3. Kandungan zat gizi tempe

Tempe memiliki kandungan zat gizi, berikut analisis kandungan zat gizi tempe dalam 100 gr

Tabel 2. 4 Kandungan Zat Gizi Tempe

Kandungan zat gizi	Jumlah
Air (g)	55.5
Energi (kal)	201
Protein (g)	20.8
Lemak (g)	8.8
Karbohidrat (g)	13.5
Serat (g)	1.4
Abu (g)	1.6
Kalsium (mg)	155
Fosfor (mg)	326
Magnesium (mg)	120
Besi (mg)	4.0
Natrium (mg)	9
Kalium (mg)	234.0
Tembaga (mg)	0.57
Seng (mg)	1.7
Thiamin (mg)	0.19
Riboflavin (mg)	0.59
Niasin (mg)	4.9

Sumber : TKPI, 2017.

4. Syarat mutu tempe

Tempe yang dihasilkan memiliki karakteristik yaitu berwarna putih khas tempe, bertekstur padat dan memiliki aroma khas tempe. Untuk menghasilkan tempe dengan karakteristik yang baik, pengolahan tempe harus dilakukan dengan benar dan memenuhi standar mutu tempe (Laksono, Marniza and Rosalina Yessy, 2019). Berikut syarat mutu tempe berdasarkan SNI 3144:2009:

Tabel 2. 5 standar mutu tempe

No.	Kriteria uji	Satuan	Persyaratan
1	Kedaaan		
1.1	Bau	-	Normal, khas
1.2	Warna	-	Normal
1.3	Rasa	-	Normal
2	Kadar air (b/b)	%	maks. 65
3	Kadar abu (b/b)	%	Maks. 1,5
4	Kadar lemak (b/b)	%	Min. 10
5	Kadar Protein (N x 6,25) (b/b)	%	Min. 16
6	Kadar serat kasar (b/b)	%	maks. 2,5
7	Cemaran logam		
7.1	Kadmium (Cd)	mg/kg	maks. 0,2
7.2	Timbal (Pb)	mg/kg	maks. 0,25
7.3	Timah (Sn)	mg/kg	maks. 40
7.4	Merkuri (Hg)	mg/kg	maks. 0,03
8	Cemaran Arsen (As)	mg/kg	maks. 0,25
9	Cemaran mikroba		
9.1	Bakteri coliform	APM/kg	maks. 10
9.2	Salmonella sp.	-	negatif/25 g

Sumber SNI 3144:2009

5. Prosedur pembuatan tempe

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, memiliki proses dalam pembuatan tempe adalah sebagai berikut (Ratnaningtyas, Soeprijadi and Ambarwati, 2023).

A. Alat pembuatan tempe

Alat yang digunakan adalah panci, baskom, pisau, tampah, plastik, sendok, sarung tangan, timbangan analitik.

B. Bahan pembuat tempe

Kacang kedelai 1kg, ragi 2gr

C. Cara pembuatan tempe

- 1) Pilih kacang kedelai yang berkualitas baik, lalu bersihkan kacang kedelai dari benda asing seperti batu.
- 2) Cuci kacang kedelai dengan air yang mengalir.
- 3) Rendam kacang kedelai dengan air hingga biji kacang kedelai terendam dalam air selama 12 jam.
- 4) Cuci bersih kacang kedelai dengan air dan aduk-aduk dengan tangan sampai semua kulit kacang kedelai terkelupas dan bijinya terbelah.
- 5) Pisahkan kulit yang sudah terkelupas.
- 6) Rebus kacang kedelai selama 45 menit.
- 7) Setelah itu, tuang kacang kedelai pada tampah, tunggu hingga kering mencapai suhu ruangan.
- 8) Taburkan ragi
- 9) Lubangi plastik yang akan digunakan untuk membungkus kacang.
- 10) Kemas kacang kedelai ke dalam plastik.
- 11) Inkubasi pada suhu ruang selama 24 hingga 48 jam.

D. Fortifikasi

1. Definisi fortifikasi

World Health Organization (WHO) mendefinisikan bahwa fortifikasi pangan merupakan pengayaan sebagai penambahan satu atau lebih nutrisi esensial ke dalam makanan, baik yang secara alami terkandung dalam makanan maupun tidak, dengan tujuan mencegah atau memperbaiki defisiensi yang nyata dari satu atau lebih nutrisi dalam populasi atau kelompok populasi tertentu. Fortifikasi dirancang untuk menjangkau populasi secara luas dengan melalui makanan biasa dikonsumsi sehari-hari, sehingga dapat membantu mengatasi masalah kekurangan gizi mikro secara efektif terutama pada kelompok rentan seperti anak-anak, ibu hamil dan remaja (Kruger *et al.*, 2020).

Fortifikasi pangan memiliki teknik dalam meningkatkan kandungan Fortifikasi pangan merupakan penambahan zat gizi mikro berupa vitamin dan mineral ke dalam makanan atau bumbu secara sengaja untuk meningkatkan nilai gizi produk serta memberikan manfaat kesehatan bagi masyarakat dengan risiko yang minimal. Penambahan zat gizi mikro juga dapat meningkatkan kandungan gizi makanan pokok dan membantu memulihkan zat gizi mikro yang hilang selama pemrosesan. Fortifikasi merupakan strategi

terbaik untuk mengatasi masalah kekurangan zat besi dalam makanan. Jenis dan jumlah fortifikan yang digunakan harus tepat untuk memberikan jumlah zat besi yang cukup dan mudah diserap oleh tubuh. (Amin, Zulys and Ridla Bakri, 2021).

Dalam upaya untuk meningkatkan kandungan zat besi, seng dan bioavailabilitas makanan pokok bertepung dengan makanan lain. Makanan bertepung yang kaya akan mikronutrien, tingkat fortifikasi lebih tinggi dengan tingkat penambahan sekitar 30% hingga 50% (Kruger *et al.*, 2020).

2. Manfaat fortifikasi

Menurut World Health Organization (WHO) fortifikasi pangan memiliki sejumlah manfaat penting dalam upaya meningkatkan status gizi masyarakat dan mencegah kekurangan zat mikro (mikronutrien). WHO menyatakan bahwa fortifikasi merupakan strategi kesehatan masyarakat yang efektif, aman serta hemat biaya terutama untuk diterapkan pada pangan yang telah banyak dikonsumsi oleh masyarakat umum (WHO & FAO, 2006).

Manfaat fortifikasi pangan dalam jumlah besar dapat membantu mengurangi masalah gizi seperti kekurangan vitamin A (KVA), kekurangan zat besi pada wanita dan anak-anak, dan peningkatan serum folat pada wanita usia reproduksi (Astika *et al.*, 2021). Fortifikasi pangan dapat membantu meningkatkan nilai gizi ke dalam suatu pangan sehingga dapat bermanfaat secara medis. Fortifikasi bermanfaat memperbaiki kebutuhan gizi terutama pada kelompok berisiko seperti ibu hamil, sehingga dapat membantu memenuhi asupan nutrisi penting, mendukung tumbuh kembang anak dan dapat melindungi kesehatan lansia.

E. Daya terima

Daya terima adalah tes yang menggunakan indera manusia sebagai alat utama untuk mengukur daya penerimaan. Sifat-sifat sensori dari produk makanan dan minuman merupakan faktor utama yang memastikan keberhasilan produk. Daya terima mempunyai peranan penting dalam penerapan mutu. Evaluasi sensori menggunakan indera pendengaran, penciuman, perabaan, pencicipan, dan penglihatan. Mereka juga dapat memahami reaksi yang dihasilkan dari penerimaan

indera. Adapun sifat-sifat sensori yang di uji meliputi warna, tekstur, rasa dan aroma Yaitu :

1) Warna

Menurut Winarno (1997), warna merupakan salah satu parameter organoleptik yang pertama kali dinilai dalam penyajian suatu produk pangan. Hal ini disebabkan karena warna memberikan kesan awal melalui indera penglihatan. Tampilan warna yang menarik dapat meningkatkan ketertarikan serta mendorong panelis atau konsumen untuk mencoba produk tersebut (Lamusu, 2018).

2) Tekstur

Tekstur merupakan karakteristik organoleptik yang dinilai melalui indera peraba dan berperan dalam menentukan kualitas serta penerimaan konsumen terhadap suatu produk pangan. Penilaian tekstur meliputi beberapa atribut seperti kekerasan, kohesivitas, dan kandungan air, terutama pada produk pangan bertekstur lunak maupun renyah. (Lamusu, 2021).

3) Rasa

Rasa adalah bagian organoleptik yang berperan dalam menentukan penerimaan konsumen terhadap suatu produk pangan. Rasa dihasilkan melalui rangsangan indera pengecap pada lidah yang mampu mengenali empat rasa dasar, yaitu manis, pahit, asam, dan asin, serta kombinasi rasa lainnya dari komponen penyusun makanan (Lamusu, 2021).

4) Aroma

Aroma adalah parameter organoleptik yang dinilai melalui indera penciuman dan berperan dalam menentukan penerimaan suatu produk pangan. Aroma terbentuk dari rangsangan senyawa volatil yang memberikan sensasi khas sesuai dengan karakteristik bahan pangan (Lamusu, 2021).

F. Uji kimia

1. Kalsium

Kalsium merupakan mineral dengan jumlah terbesar dalam tubuh manusia dan termasuk zat gizi mikro yang berperan penting bagi tubuh.

Sekitar 1,5–2% berat badan orang dewasa tersusun atas kalsium, dengan sebagian besar terdapat dalam bentuk ion Ca^{2+} bebas yang aktif secara fisiologis serta berikatan dengan protein plasma seperti albumin dan globulin. Kadar kalsium dapat dianalisis menggunakan metode spektrofotometri. (Herawati and Romadhon, 2021).

2. Fosfor

Fosfor merupakan mineral esensial yang berperan penting dalam mendukung pertumbuhan, pemeliharaan struktur tubuh, dan perbaikan jaringan. Sebagian besar fosfor tersimpan dalam tulang dan gigi dalam bentuk kalsium fosfat, sedangkan sebagian lainnya terdapat pada sel tubuh, otot, dan cairan tubuh yang berperan dalam proses metabolisme (Fakultas and Ugn, 2021). Kadar fosfor dalam bahan pangan dapat dianalisis menggunakan metode Inductively Coupled Plasma–Optical Emission Spectrometry (ICP-OES).

Tabel 2. 6 Rekomendasi fosfor

Kelompok Umur	Kecukupan Fosfor	Kecukupan Fosfor
	Laki-laki (mg)	Perempuan (mg)
Bayi / Anak		
6-11 bulan	275	275
1-3 tahun	460	460
4-9 tahun	500	500
Remaja		
10-15 tahun	1.250	1.250
16-18 tahun	1.250	1.250
Dewasa		
19-29 tahun	700	700
30-49 tahun	700	700
Lansia		
50-64 tahun	700	700
65-80 tahun	700	700

(Sumber : Permenkes RI No.28 tahun 2019)

3. Besi

Menurut (Hutagalung, 1984) yang terdapat dalam jurnal (Herawati and Romadhon, 2021) Zat besi merupakan mineral esensial yang berperan dalam pembentukan sel darah merah dan hemoglobin yang berfungsi mengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh tubuh serta membawa karbon dioksida kembali ke paru-paru. Meskipun memiliki peran penting, kebutuhan zat besi dalam tubuh relatif kecil. Asupan zat besi yang berlebihan dapat menyebabkan penumpukan dan berisiko menimbulkan kerusakan pada organ tubuh. Kadar besi dalam bahan pangan dapat dianalisis menggunakan metode Inductively Coupled Plasma–Optical Emission Spectrometry (ICP-OES). Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan besi pada produk tempe.

Tabel 2. 7 Rekomendasi besi

Kelompok Umur	Kecukupan Besi Laki-laki (mg)	Kecukupan Besi Perempuan (mg)
Bayi / Anak		
6-11 bulan	11	11
1-3 tahun	7	7
4-9 tahun	10	10
Remaja		
10-15 tahun	11	15
16-18 tahun	11	15
Dewasa		
19-29 tahun	9	18
30-49 tahun	9	18
Lansia		
50-64 tahun	9	8
65-80 tahun	9	8

(Sumber : Permenkes RI No.28 tahun 2019)

4. Magnesium

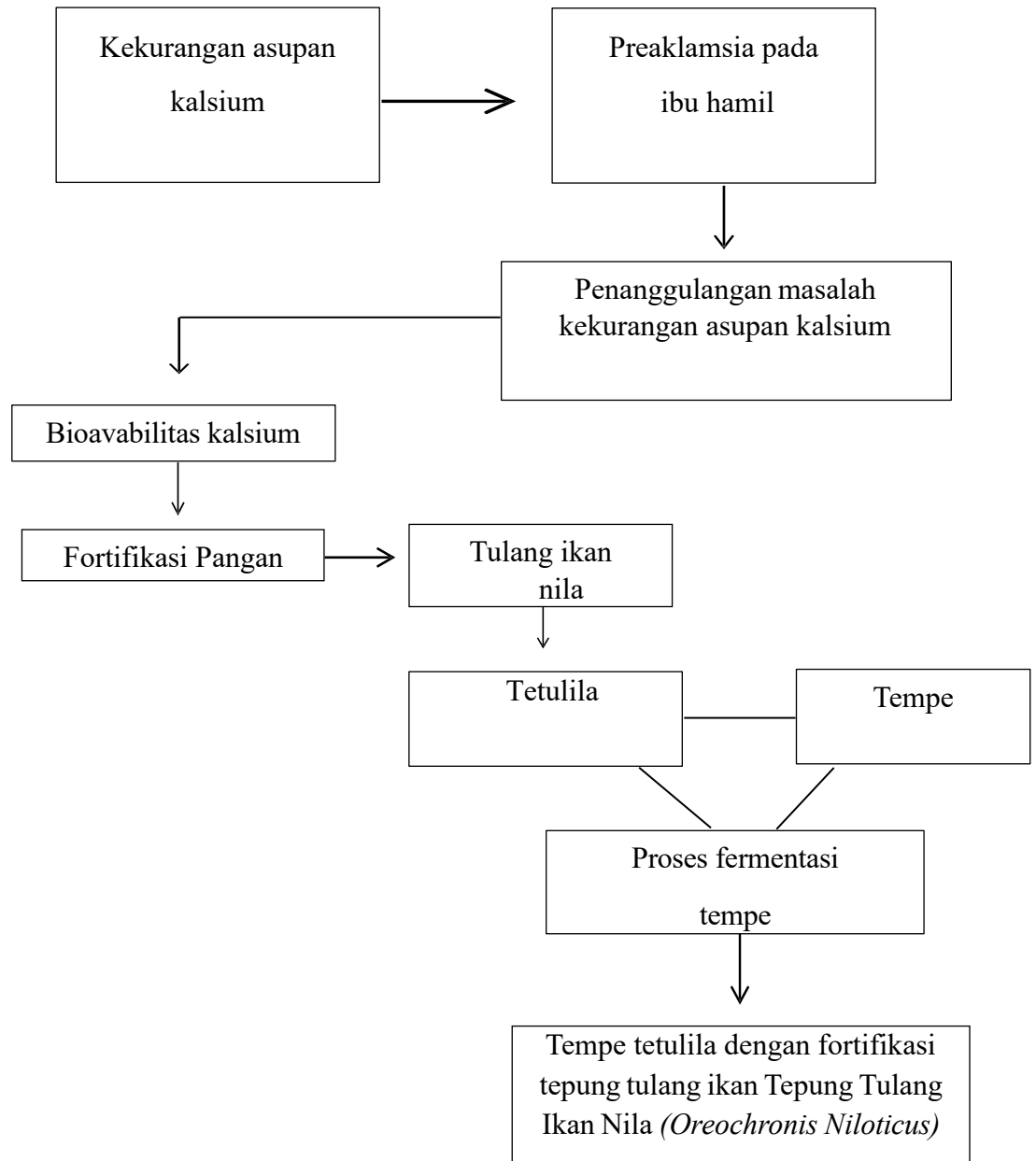
Magnesium merupakan mineral esensial yang berperan dalam mempertahankan fungsi fisiologis tubuh. Mineral ini merupakan kation terbanyak keempat dalam tubuh dan sebagian besar tersimpan dalam tulang, sedangkan sisanya berada di cairan intraseluler. Magnesium berfungsi dalam mengatur tekanan darah, kontraksi otot jantung, sintesis protein, serta mendukung fungsi saraf dan otot. Asupan magnesium yang cukup juga berhubungan dengan penurunan risiko penyakit diabetes melitus tipe 2, penyakit jantung, dan stroke. Analisis kadar magnesium dalam bahan pangan dapat dilakukan menggunakan metode *Inductively Coupled Plasma–Optical Emission Spectrometry* (ICP-OES) untuk menentukan kandungan mineral magnesium dalam suatu sampel. (Herawati and Romadhon, 2021).

Tabel 2. 8 Rekomendasi magnesium

Kelompok Umur	Kecukupan Magnesium Laki-laki (mg)	Kecukupan Magnesium Perempuan (mg)
Bayi / Anak		
6-11 bulan	55	55
1-3 tahun	65	65
4-9 tahun	135	135
Remaja		
10-15 tahun	160	170
16-18 tahun	270	230
Dewasa		
19-29 tahun	360	330
30-49 tahun	360	340
Lansia		
50-64 tahun	360	340
65-80 tahun	350	320

(Sumber : Permenkes RI No.28 tahun 2019)

G. Kerangka teori

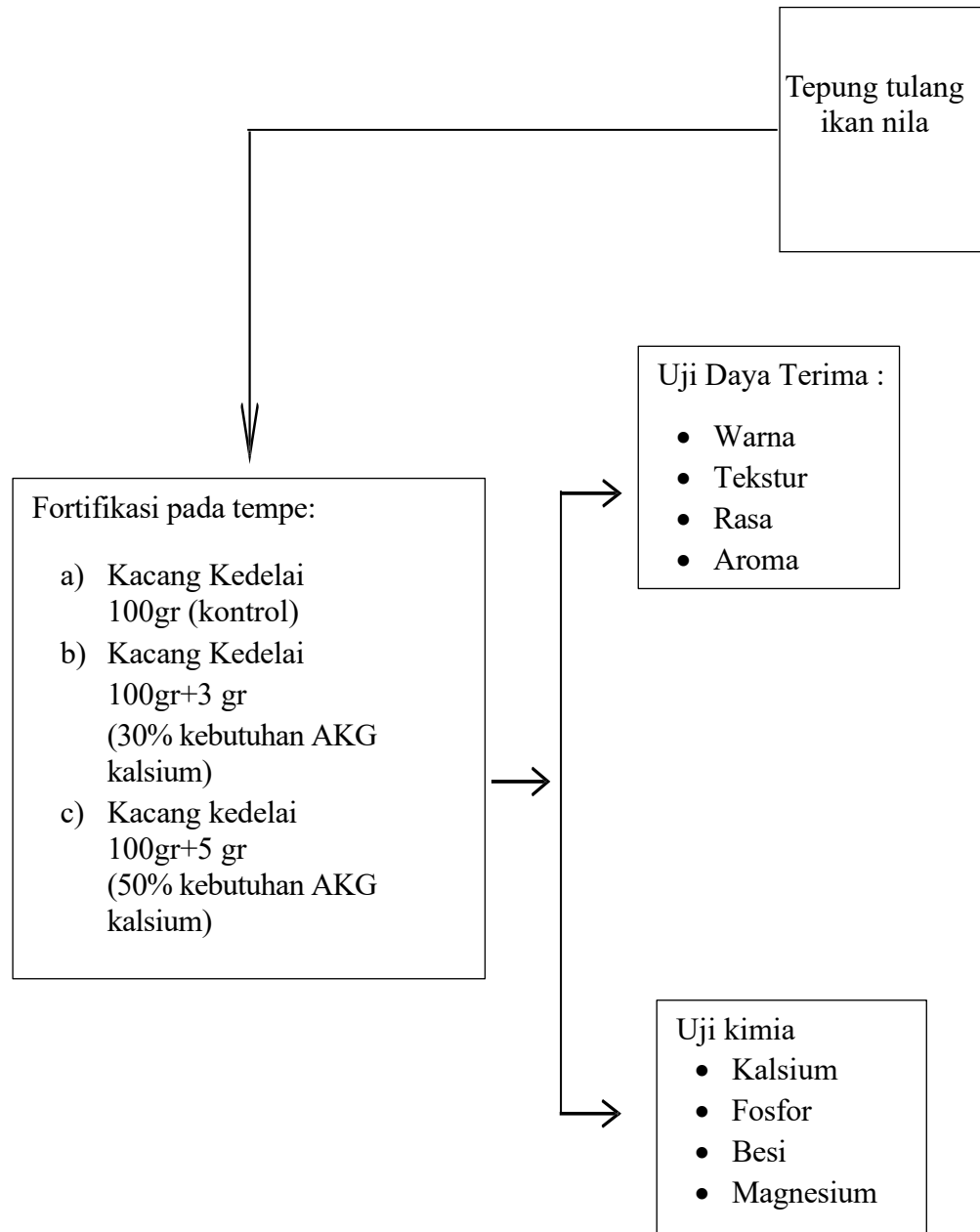


Gambar 2. 3

Sumber: *(Syadeto, Sumardianto and Purnamayanti, 2023)

*(Ratnaningtyas, Soeprijadi and Ambarwati, 2023)

H. Kerangka konsep



Gambar 2. 4 Kerangka konsep

I. Defenisi Operasional

Tabel 2. 9 Definisi operasional

No	Variabel	Definisi Operasional	Skala
1	Tepung Tulang Ikan	Tulang ikan yang diolah menjadi tepung, tulang ikan nila diperoleh dari PT Aquafarm Nusantara Sei Buluh Sei Rampah. Tulang ikan ini diolah menjadi tepung dengan cara disortir terlebih dahulu untuk memisahkan bagian sirip dan ekor yang masih melekat pada tulang ikan. Kemudian tulang ikan dicuci sampai bersih dengan air yang mengalir. Lalu, tulang ikan direndam menggunakan cuka 50 ml dalam 1 kg per 1 liter air selama 10 menit. Setelah itu, tulang ikan dipresto selama $\pm$ 2 jam. Kemudian ditiriskan dan dikeringkan di kabinet dryer dengan suhu 60°C selama 5 jam dan dihaluskan menggunakan alat giling kemudian diayak dengan ayakan 100 mesh.	
2.	Tempe Fortifikasi Tepung Tulang Ikan Nila	Kacang kedelai yang telah dibeli dari pasar lubuk pakam dengan memilih kacang kedelai yang berkualitas baik. Kacang kedelai direndam dengan air selama $\pm$ 12 jam. Kemudian, kacang dikupas agar terpisah dari kulitnya. Kacang di ayak hingga bersih. Lalu, kacang direbus selama 45 menit, setelah itu, ditiriskan dan dibiarkan hingga kering. Kacang kedelai dicampur dengan ragi sebanyak 2 g/kg kacang kedelai. Setelah kacang kedelai tercampur oleh ragi, ditambahkan tepung tulang ikan nila kemudian diaduk hingga tercampur rata. Lalu, kacang yang sudah tercampur oleh ragi dan tepung tulang ikan dikemas pada plastik yang sudah dilubangi. Kemudian kacang di inkubasi pada suhu ruang selama 24-48 jam. Campuran tepung tulang ikan nila dan tempe yang sudah diragi. Yang terdiri dari 1 kontrol dan 2 perlakuan dengan penggunaan tepung tulang ikan nila	Ordinal

		dengan perlakuan P1 (penambahan 3 gr), P2 (penambahan 5 gr).	
3	Daya Terima	Penerimaan konsumen terhadap tempe tepung tulang ikan nila yang sudah di goreng sebanyak 20 g dan dikemas dengan plastik dan diberi label yang diujikan pada mahasiswa reaja dan ibu hamil sesuai dengan perlakuan dan ulangan, meliputi penilaian terhadap warna, tekstur, rasa, dan aroma.	Ordinal
4	Kadar kalsium	Kandungan kalsium pada produk tempe dengan penambahan Tepung Tulang Ikan Nila dan yang diuji di laboratorium dengan metode ICP-OES Inductively Coupled Plasma–Optical Emission Spectrometry (ICP-OES)	Rasio
5	Kadar fosfor	Kadar fosfor dalam bahan pangan dapat dianalisis menggunakan metode Inductively Coupled Plasma–Optical Emission Spectrometry (ICP-OES), yaitu metode yang digunakan untuk menentukan kandungan unsur mineral dalam suatu sampel.	Rasio
6	Kadar besi	Kadar besi dalam bahan pangan dapat dianalisis menggunakan metode Inductively Coupled Plasma–Optical Emission Spectrometry (ICP-OES). Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan besi pada produk tempe.	Rasio
7	Kadar magnesium	Analisis kadar magnesium dalam bahan pangan dapat dilakukan menggunakan metode <i>Inductively Coupled Plasma–Optical Emission Spectrometry</i> (ICP-OES) untuk menentukan kandungan mineral magnesium dalam suatu sampel	Rasio

J. Hipotesis

- H₀ : Tidak ada perbedaan daya terima tempe fortifikasi tepung tulang ikan nila (*Oreochromis Niloticus*) dengan jumlah yang berbeda.
- H_a : Ada perbedaan uji mineral tempe fortifikasi tepung tulang ikan nila (*Oreochromis Niloticus*) dengan jumlah yang berbeda.