

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kekurangan asupan kalsium merupakan masalah kesehatan global yang signifikan, dengan sekitar setengah populasi dunia mengalami asupan kalsium yang tidak mencukupi. Di Amerika Latin asupan kalsium rata-rata adalah 62,2% yang masih tergolong rendah (Shlisky *et al.*, 2022). Banyak negara di Asia memiliki asupan kalsium kurang dari 500 mg/hari misalnya Malaysia rata-rata adalah 39,3%, termasuk India, memiliki asupan kalsium rata-rata yang jauh lebih rendah dibandingkan negara-negara Barat, dan beberapa di antaranya <500 mg/hari (Balk *et al.*, 2023). Disisi lain dalam laporan Oktober yang dirilis oleh Foreign Agricultural Service (FAS) Departemen Pertanian AS, India dilaporkan memiliki populasi sapi perah terbesar di dunia, termasuk sapi dan kerbau, sehingga menjadikannya negara dengan produksi susu terbesar secara global. Di Indonesia konsumsi kalsium masih rendah dapat kita lihat pada golongan umur anak usia 7-12 tahun rata-rata konsumsi kalsium 30% per hari (Utami, Cahyaningrum and Wirawan, 2017). Sebesar 74,5% orang dewasa didominasi berada pada kategori asupan kalsium defisit, ditunjukkan oleh kecukupan rerata asupan kalsium sebesar 554,9 mg (46,2%) (Massie and Frisca, 2022).

Kekurangan kalsium dapat berdampak pada aspek kesehatan terutama pada anak usia sekolah 10 – 12 tahun dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan gigi dalam pembentukan dan kekuatan gigi. Serta status gizi buruk, termasuk kekurangan berat badan dan gangguan pertumbuhan. Kalsium berperan penting dalam pembentukan tulang, kekurangan kalsium sejak dini dapat menghambat pertumbuhan tulang yang merupakan pertumbuhan periode pesat menyebabkan resiko Osteoporosis (Utami, Cahyaningrum and Wirawan, 2017).

Pada usia dewasa kekurangan kalsium dapat mengganggu fungsi saraf dan otot yang menyebabkan kram otot, kesemutan dan kelemahan otot. Kekurangan kalsium dapat memicu penyakit osteoporosis. Osteoporosis adalah kondisi tulang yang menjadi rapuh, ditandai oleh penurunan massa tulang serta

kerusakan mikro-arsitektur tulang. Penyakit ini menyebabkan kualitas jaringan tulang menurun, yang mengakibatkan tulang menjadi lebih mudah patah atau mengalami fraktur. Ciri utama osteoporosis meliputi berkurangnya kepadatan tulang dan memburuknya kualitas struktur tulang (Limbong and Syahrul, 2021).

Wanita yang memulai kehamilan dengan asupan kalsium yang rendah berisiko lebih tinggi mengalami preeklamsia dan gangguan pada pertumbuhan tulang janin. Preeklamsia menjadi salah satu penyebab utama pada Angka Kematian Ibu (AKI) di Indonesia yang harus diperhatikan setelah Pendarahan dan infeksi (Kemenkes RI, 2015). Preeklamsia ialah penyakit hipertensi dalam kehamilan. Ciri-ciri yang dapat dikatakan preeklamsia dengan tekanan darah sistolik ≥ 140 mmHg dan diastolic ≥ 90 mmHg yang terjadi setelah 20 minggu kehamilan.

Kekurangan kalsium merupakan salah satu penyebab preeklamsia/eklamsia. Pasien dengan preeklamsia memiliki kadar kalsium yang rendah, yang mengakibatkan meningkatnya kadar kalsium intraseluler. Ketika kalsium intraseluler meningkat, pembuluh darah dengan mudah mengalami vasokonstriksi, yang pada akhirnya menyebabkan peningkatan tekanan darah (Wulandara & Patimah, 2022). Selain adanya tekanan darah tinggi saat hamil, preeklamsia dan kekurangan kalsium pada ibu hamil juga bisa menyebabkan kelahiran prematur (Kamalah & Tina, 2022). Asupan kalsium pada ibu hamil meningkat seiring dengan waktu persalinan, maka dari itu perlunya kecukupan kebutuhan kalsium pada ibu hamil (Jouanne *et al.*, 2021).

Terbatasnya ketersediaan dan konsumsi kalsium menjadi masalah kesehatan yang signifikan, sehingga penambahan mineral kalsium pada bahan pangan diperlukan untuk mempercepat peningkatan gizi masyarakat melalui fortifikasi atau pengayaan pada produk makanan komersial. (Santosa, 2024). Misalnya bahan makanan ditambahkan tepung seperti tepung tulang ikan nila untuk menambah nilai gizi. Tepung tulang ikan adalah produk hasil pengolahan teknologi pangan yang berasal dari bagian ikan yang jarang dimanfaatkan. Namun, tulang ikan dapat diolah menjadi bahan makanan yang berguna. Tulang ikan yang diolah menjadi tepung dapat meningkatkan konsumsi produk dan

meningkatkan penyerapan kalsium (Sholihin *et al.*, 2023). Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Tarigan and Sihotang, 2024) bahwa tepung ikan nila mengandung 117.143,15 mg/kg kalsium. Mengonsumsi 10gr tepung ikan nila dapat memenuhi kebutuhan kalsium dalam satu.

Di Sumatera Utara, terdapat sebuah perusahaan bernama PT Aquafarm Nusantara, yang berlokasi di Kabupaten Serdang Bedagai, mengeksport fillet ikan nila. Ikan nila yang dipelihara di Danau Toba, Kabupaten Samosir, menghasilkan berbagai produk sampingan, seperti kepala ikan, sisik, isi perut, dan kerangka ikan. Khusus untuk kerangka ikan nila, produksi mencapai 8-12 ton per hari. Umumnya, kerangka ikan tersebut dijual dengan harga sangat murah melalui Koperasi PT Aquafarm kepada masyarakat desa sekitar perusahaan dan kemudian diolah menjadi pakan ternak.

Dalam mengembangkan produk olahan, tepung tulang ikan ini dapat diolah pada berbagai macam jenis produk, salah satunya adalah susu kedelai. Susu kedelai merupakan minuman hasil olahan dari ekstrak kacang kedelai (*Glycine max L. Merrill*) yang mengandung zat gizi dan dikenal sebagai salah satu sumber pangan nabati. Minuman ini banyak diminati oleh masyarakat karena memiliki harga yang relatif terjangkau serta mudah diperoleh (Nirmagustina and Rani, 2023).

Susu kedelai memiliki kandungan serat kasar serta bebas kolesterol, sehingga memberikan manfaat yang baik bagi kesehatan. Selain itu, susu kedelai tidak mengandung laktosa sehingga aman dikonsumsi oleh individu yang mengalami intoleransi laktosa (*lactose intolerance*) (Valentina, Yusran and Meliahsari, 2021). Berdasarkan Tabel Komposisi Pangan Indonesia dalam 100 gr susu kedelai memiliki energi sebanyak 41 kkal, lemak total 2,5 gram, karbohidrat 5,0 gram serta protein 3,5 gram. Selain itu, produk olahan berbahan dasar kedelai memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi, seperti kalsium, karbohidrat, dan fosfor, yang berperan penting dalam mendukung kesehatan tubuh, terutama pada anak-anak dan ibu hamil.

Pengembangan produk makanan dari tepung tulang ikan nila dapat diolah menjadi berbagai produk olahan, salah satunya fortifikasi tepung tulang ikan nila dalam pembuatan abon. Dengan penambahan jantung pisang dan tepung

tulang ikan nila yang setelah di uji lab menghasilkan kalsium sebanyak 176,84 mg/100gr (Tarigan, Sihotang and Hanum, 2024).

Peneliti telah melakukan fortifikasi tepung tulang ikan nila pada susu kedelai dengan 1 kontrol dan 2 perlakuan yaitu : P0 susu kedelai tanpa fortifikasi tepung tulang ikan nila ; P1 susu kedelai dengan fortifikasi tepung tulang ikan nila 3gr ; P2 susu kedelai dengan fortifikasi tepung tulang ikan nila 5 gr. Pada perlakuan P1 digunakan 3 gram tepung ulang ikan nila yang mengandung 351,729 mg kalsium sedangkan perlakuan P2 digunakan 5 gram tepung ulang ikan nila yang mengandung 586,316 mg kalsium.

Berdasarkan latar belakang diatas, penulis berharap dengan adanya produk susu kedelai dengan pencampuran tepung ikan nila dapat meningkatkan konsumsi kalsium pada masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk menilai “Daya terima dan mutu kimia susu kedelai tinggi kalsium dengan fortifikasi tepung tulang ikan nila“

B. Rumusan Masalah

Bagaimana daya terima konsumen dan mutu kimia susu kedelai tinggi kalsium dengan fortifikasi tepung tulang ikan nila?

C. Tujuan

1. Tujuan Umum

Mengetahui daya terima konsumen dan mutu kimia susu kedelai tinggi kalsium dengan fortifikasi tepung tulang ikan nila.

2. Tujuan Khusus

- a. Menilai daya terima konsumen susu kedelai tinggi kalsium dengan fortifikasi tepung tulang ikan nila berdasarkan warna, aroma, rasa, kekentalan dan *after taste*.
- b. Menilai mutu kimia susu kedelai tinggi kalsium dengan fortifikasi tepung tulang ikan nila meliputi viscositas, kadar pH, total padatan terlarut, protein, lemak, karbohidrat dan kalsium

- c. Menganalisis daya terima konsumen susu kedelai tinggi kalsium dengan fortifikasi tepung tulang ikan nila berdasarkan warna, aroma, rasa, kekentalan dan *after taste*.

D. Manfaat

1. Menghasilkan produk susu kedelai tinggi kalsium yang kaya akan zat gizi, terutama tinggi kalsium untuk upaya meningkatkan asupan kalsium dan protein.
2. Membantu meningkatkan asupan kalsium melalui komposisi susu kedelai yang di ditambahkan tepung tulang ikan nila, terutama bagi ibu hamil dan kelompok beresiko defisiensi kalsium.
3. Sebagai referensi bagi kalangan yang akan melakukan penelitian lebih lanjut mengenai topik yang berhubungan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kalsium

1. Definisi Kalsium

Kalsium adalah mineral esensial yang berperan penting sebagai zat gizi mikro dalam tubuh manusia untuk pembentukan dan pemeliharaan massa tulang, terutama selama masa pertumbuhan dan penuaan, dengan jumlah yang mencapai 1,5–2% dari berat badan orang dewasa, atau sekitar 1 kg. Mineral ini sebagian besar, yaitu lebih dari 99% (sekitar 1,2–1,4 kg), tersimpan di dalam tulang dan gigi, sementara sisanya, kurang dari 1%, berada di dalam serum ekstraseluler (Prod. Dr. Hardiansyah MS, I Dewa Nyoman Supariasa, 2017). Pada orang dewasa, kalsium yang diperoleh melalui makanan atau suplemen biasanya diserap tubuh dengan tingkat penyerapan rata-rata sekitar 30% (Beto, 2022).

2. Sumber Kalsium

Berbagai produk makanan diketahui memiliki kandungan kalsium yang tinggi khususnya susu dan hasil olahannya seperti keju. Sumber kalsium dari protein hewani, seperti ikan yang dikonsumsi bersama tulangnya, termasuk ikan kering, merupakan pilihan yang baik untuk memenuhi kebutuhan kalsium dalam tubuh. Mengonsumsi ikan yang dimakan dengan tulang memungkinkan tubuh memperoleh kalsium secara optimal karena kandungan mineral ini secara alami terdapat dalam tulang ikan. Selain ikan, berbagai sumber nabati juga mengandung kalsium, seperti sereal, kacang-kacangan, dan produk olahan kacang seperti tahu dan tempe. Sayuran hijau juga menjadi sumber kalsium yang bermanfaat bagi kesehatan (Wityadarda *et al.*, 2023).

Namun, meskipun bahan makanan tersebut kaya akan kalsium, kandungan senyawa tertentu dalam bahan pangan nabati dapat menghambat proses penyerapan kalsium oleh tubuh. Zat seperti serat, fitat, dan oksalat yang terdapat dalam sereal, kacang-kacangan, dan sayuran hijau berpotensi mengurangi kemampuan tubuh dalam menyerap kalsium dari makanan (Wityadarda *et al.*, 2023).

3. Rekomendasi Kalsium

Rekomendasi kebutuhan kalsium harian berdasarkan angka kecukupan gizi (AKG) kalsium yang di anjurkan (per orang per hari)

Tabel 1..Angka Kecukupan Kalsium yang di Anjurkan

Jenis Kelamin	Kelompok Umur	Kecukupan Kalsium (mg)
Laki - laki	7 – 9 tahun	1000
	10 – 18 tahun	1200
	19 – 49 tahun	1000
	50 – 80 tahun	1200
	80+ tahun	1200
Perempuan	10 – 18 tahun	1200
	19 – 49 tahun	1000
	50 – 80 tahun	1200
	80+ tahun	1200
Hamil(+an)		
Trimester 1	+200	
Trimester 2	+200	
Trimester 3	+200	

Sumber : (Kemenkes, 2019)

Kebutuhan tersebut ditetapkan untuk memperthitungkan kebutuhan pertumbuhan, perkembangan, fungsi dan pemelihara kesehatan.

4. Dampak Kekurangan Kalsium

Kekurangan kalsium dalam makanan dianggap tersebar luas di seluruh dunia, dengan perkiraan yang dipublikasikan menunjukkan bahwa sekitar setengah dari populasi dunia tidak memiliki akses yang memadai terhadap kalsium dalam makanan. Kalsium sangat penting untuk kesehatan tulang, tetapi asupan yang tidak memadai juga telah dikaitkan dengan hasil kesehatan.

Kekurangan kalsium dapat berdampak pada aspek kesehatan termasuk kesehatan tulang, komplikasi kehamilan, kanker dan kardiovaskular. Komplikasi

kehamilan dapat memicu peningkatan tekanan darah yang berisiko menyebabkan preeklampsia pada ibu hamil, serta meningkatkan kemungkinan terjadinya kelahiran prematur (Shlisky *et al.*, 2022).

5. Metabolisme Kalsium

Metabolisme kalsium adalah proses yang melibatkan penyerapan, distribusi, dan ekskresi kalsium dalam tubuh, dengan regulasi yang kompleks untuk memastikan keseimbangan optimal. Penyerapan kalsium terutama terjadi di usus halus, terutama di bagian duodenum dan jejunum, di mana kalsium diangkut ke dalam sel usus melalui protein pengangkut. Faktor yang mempengaruhi penyerapan kalsium antara lain ketersediaan vitamin D, yang berperan dalam meningkatkan sintesis protein pengangkut kalsium di usus (Wityadarda *et al.*, 2023).

Setelah mengonsumsi makanan yang mengandung kalsium makanan dicerna dilambung, kemudian proses penyerapan berlangsung di usus halus dan usus kecil selama sekitar 1-2 jam. Penyerapan kalsium dari makanan hanya 30% hingga 50% (Linder, 2022) , Sebagian besar penyerapan kalsium pada manusia, yaitu 90%, terjadi di usus kecil melalui transport aktif yang diatur oleh hormone 1,25-dihidroksikolekalsiferil (vitamin D), sementara sekitar 3–6% sisanya diserap di usus besar, tergantung pada jumlah kalsium yang tersedia (Shkemi and Huppertz, 2022).

Setelah kalsium diserap, ia didistribusikan dalam tubuh melalui aliran darah dalam bentuk Ca^{++} dan digunakan untuk berbagai fungsi, termasuk pembentukan dan pemeliharaan tulang, kontraksi otot, serta transmisi sinyal dalam sistem saraf(Linder, 2022). Tetapi tingkat efisiensi penyerapan sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti sumber kalsium dalam makanan, keberadaan zat penghambat, dan kondisi kesehatan pencernaan individu. Beberapa zat gizi yang mendukung penyerapan kalsium adalah magnesium dan fosfor. Magnesium berperan dalam mengaktifkan vitamin D, yang dalam bentuk aktifnya berfungsi untuk meningkatkan penyerapan kalsium di usus. Fosfor, yang merupakan komponen penting dalam struktur tulang, juga berkontribusi terhadap metabolisme kalsium dan keseimbangan mineral dalam tubuh (Shkemi and Huppertz, 2022). Adapun beberapa faktor yang dapat menghambat proses penyerapan kalsium dalam tubuh meliputi kandungan asam oksalat, asam fitat, lemak, kondisi emosional yang

tidak stabil, peningkatan motilitas saluran pencernaan, serta kurangnya aktivitas fisik. (Prod. Dr. Hardiansyah MS, I Dewa Nyoman Supariasa, 2017).

B. Tulang Ikan

1. Definisi Tulang Ikan

Tulang merupakan jaringan utama yang berfungsi sebagai penopang tubuh, terdiri dari unsur organik dan anorganik. Unsur organik meliputi protein, kondroitin sulfat, serta mukopolisakarida, sementara unsur anorganik didominasi oleh ion kalsium dan fosfor. Tulang ikan, yang kaya akan kalsium, fosfor, dan karbonat, sering dianggap sebagai limbah. Namun, sebenarnya tulang ikan dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, termasuk sebagai bahan tambahan makanan yang kaya kalsium, seperti tepung tulang ikan (Febriani *et al.*, 2021).

2. Manfaat Tulang Ikan

Selama ini, tulang ikan hanya dimanfaatkan sebagai pakan ternak, yang sayangnya tidak memberikan peningkatan nilai ekonomi yang signifikan. Bahkan, sering kali tulang ikan hanya berakhir sebagai limbah yang dibuang begitu saja. Mengingat kondisi ini, diperlukan upaya inovatif untuk mengolah limbah tulang ikan menjadi sesuatu yang memiliki manfaat lebih besar. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan adalah dengan memproses limbah tulang ikan tersebut menjadi tepung tulang (Sulistiyan *et al.*, 2022).

Dari sudut pandang kimiawi, tulang ikan memiliki kandungan kalsium dan fosfor yang sangat bermanfaat. Kandungan ini bisa menjadi nilai tambah yang signifikan jika dapat dimanfaatkan dalam produk pangan. Sebagai contoh, kalsium dan fosfor dalam tulang ikan dapat diolah menjadi tepung tulang yang kemudian diaplikasikan ke berbagai produk makanan. Tepung tulang ikan ini sering digunakan sebagai bahan tambahan dalam makanan yang mengedepankan tekstur renyah, sehingga memberikan keistimewaan tersendiri pada produk tersebut (Joko Sumbodo, Ulfah Amalia, 2022).

Dengan memanfaatkan limbah tulang ikan menjadi tepung tulang, tidak hanya masalah limbah teratasi, tetapi juga nilai ekonomis dari produk limbah meningkat. Selain itu, pemanfaatan ini juga mendukung diversifikasi produk makanan berbasis ikan, terutama dengan inovasi-inovasi baru yang mengutamakan nutrisi, seperti kalsium, yang dibutuhkan oleh tubuh. Hal ini dapat menjadi peluang

besar, baik dari sisi ekonomi maupun kesehatan masyarakat, sekaligus menciptakan produk pangan yang lebih menarik dan bermanfaat bagi konsumen.

3. . Kandungan Zat Gizi Tepung Tulang Ikan

Tulang ikan ini juga merupakan komponen yang memiliki kandungan kalsium terbanyak diantara bagian tubuh ikan, karena unsur utama dari tulang ikan adalah kalsium, fosfor dan karbonat. Berikut ini beberapa kandungan gizi tepung tulang ikan.

Tabel 2. Kandungan Zat Gizi Tepung Tulang Ikan per 100gr

<u>Zat Gizi</u>	<u>Tepung Tulang ikan bandeng *</u>	<u>Tepung Tulang ikan lele **</u>	<u>Tepung Tulang ikan tongkol ***</u>	<u>Tepung Tulang ikan patin ****</u>
Air	14,62%	11,34 %	3,7 %	24,11%
Abu	5,29%	24,4 gr		
Protein	8,14%	9,2 %		24,11%
Lemak	6%	44 mg		12, 75 %
<u>Karbohidrat</u>	39,4%	0,1 mg		0 %
<u>Kalsium</u>	88916 mg/kg	735 mg	4,2 %	61, 238 %
<u>Fosfor</u>	38,6 %	345 mg		19,8512 %
<u>Zat besi</u>				1, 3824 mg

Ket :

* : (Purwatti *et al.*, 2022)

** : (Edahwati, 2021)

*** : (Suad & Kristina, 2019)

**** : (Oktavianawati, 2017)

4. Definisi Tulang Ikan Nila

Tulang ikan nila adalah bagian yang telah dipisahkan dari dagingnya. Kerangka ikan berfungsi sebagai struktur penopang tubuh, terdiri dari tulang dan kartilago (tulang rawan), yang berperan dalam membentuk postur, memberikan

dukungan, serta melindungi organ vital. Secara struktural, kerangka ini terbagi menjadi dua bagian utama: kerangka aksial, yang meliputi tulang belakang (kolumna vertebralis), tengkorak, dan tulang rusuk, serta kerangka apendikuler, yang mencakup sirip serta tulang penghubungnya dengan tubuh. Keberadaan struktur ini sangat penting dalam menunjang pergerakan ikan dan menjaga keseimbangannya saat berada di air.



Gambar 1. Tulang Ikan Nila

5. Tepung Tulang Ikan Nila

Tepung tepung ikan nila mengandung unsur penyusun tulang berupa kalsium, fosfor, dan bahan-bahan yang mengandung nitrogen seperti asam amino pembentuk protein kolagen. Kadar kalsium yang tinggi dalam tepung tulang ikan Nila disebabkan karena dalam tulang terdapat matrik matrik anorganik yang terdiri dari kristal-kristal kalsium. Kristal garam ini disimpan dalam matrik organik di antara serat-serat kolagen dalam tulang. Mineral utama didalam tulang adalah kalsium dan fosfor. Tepung tulang ikan nila merupakan salah satu produk pengawetan yang berasal dari bagian tubuh ikan nila yang jarang dimanfaatkan yaitu tulang dalam bentuk kering yang digiling menjadi tepung. (Syadeto, Sumardianto and Purnamayanti, 2022).

6. Cara Pembuatan Tepung Tulang Ikan Nila

Proses pembuatan tepung ikan nila ini sesuai dengan praktek pembuatan tepung ikan yang telah dilakukan oleh peneliti, yaitu sebagai berikut:

1. Tulang ikan nila tanpa sirip, ekor dan sudah bersih.

2. Disortir terlebih dahulu untuk memisahkan bagian tulang belakang sampai bersih, dan dicucui kembali.
3. Tulang ikan nila direndam menggunakan cuka 50 ml dengan 2 liter air selama 10 menit.
4. Bagian Tulang ikan nila yang sudah direndam kemudian ditiriskan. Tulang ikan nila kemudian direbus dipresto $\pm$ 2 jam tulang ikan yang telah direbus kemudian dicuci dan dibersihkan dengan air mengalir.
5. Tulang yang sudah bersih ditiriskan dan di keringkan di cabinet dryer dengan suhu 60°C selama 5 jam.
6. Kemudian tulang yang sudah kering digiling menggunakan mesin hingga halus lalu diayak menggunakan ayakan 100 mesh.

7. Kandungan Gizi Tepung Tulang Ikan Nila

Tepung tulang ikan nila adalah hasil olahan dari tulang ikan nila yang diproses hingga berbentuk serbuk atau tepung. Setelah proses pengolahan selesaima, dilakukan analisis kandungan gizi di Laboratorium Pengujian Mutu dan Keamanan Pangan Universitas Brawijaya. Analisis ini meliputi uji proksimat, yang mencakup pengukuran karbohidrat, protein, lemak, kadar air, dan kadar abu, serta analisis kandungan mineral seperti natrium, kalsium, dan fosfor. Penjelasan lebih lanjut mengenai beberapa kandungan gizi yang terdapat dalam tepung tulang ikan nila dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3. Kandungan Zat Gizi Tepung Tulang Ikan dalam 100 gr

Parameter	Hasil	Satuan
Air	4,61	gr
Abu	52,44	gr
Protein	21,60	gr
Lemak	16,62	gr
Karbohidrat	4,44	gr
Kalsium	117.243	mg
Fosfor	90.717,98	mg
Magnesium	2.655,60	mg

Sumber : (Tarigan and Sihotang, 2024)

8. Olahan Tepung Tulang Ikan Nila

Tepung tulang ikan merupakan salah satu hasil pengolahan teknologi pangan yang berasal dari bagian tubuh ikan yang jarang digunakan, namun tulang ikan dapat digunakan untuk membuat makanan dan memiliki kandungan kalsium yang tinggi. Untuk mengembangkan makanan dari tepung tulang ikan, tepung tulang ikan nila dapat diolah menjadi berbagai produk olahan, seperti cookies pada penelitian (Syadeto, Sumardianto and Purnamayanti, 2022), kerupuk pangsit pada penelitian (Kaswanto *et al.*, 2023), yoghurt pada penelitian (Triana, Angkasa and Fadhilla, 2023) dan biskuit bayam pada penelitian (Mayangsari, Ronitawati and Swamilaksita, 2024).

C. Susu Kedelai

1. Definisi Susu Kedelai

Susu kedelai merupakan produk minuman hasil olahan biji kacang kedelai yang memiliki kandungan gizi tinggi terutama protein yang setara dengan susu sapi. Selain itu, susu kedelai tidak mengandung laktosa dan memiliki kandungan lemak yang lebih rendah, sehingga dapat menjadi pilihan bagi individu yang menjalani pola makan rendah lemak. Susu kedelai juga mengandung kalsium dan fosfor yang berperan penting dalam proses pembentukan serta pemeliharaan kesehatan tulang dan gigi.(Mufarida *et al.*, 2023).

2. Syarat Mutu Susu Kedelai

Untuk menjamin kualitas dan keamanan produk yang beredar di masyarakat, Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-3830-1995 menetapkan syarat mutu susu kedelai. Tabel di bawah ini memuat parameter-parameter penting yang harus dipenuhi oleh produk susu kedelai agar layak dikonsumsi dan memiliki nilai gizi optimal

Tabel 4. Persyaratan Mutu Susu Kedelai

No	Kriteria uji	Satuan	Persyaratan	
			Susu (<i>milk</i>)	Minuman (<i>drink</i>)
1	Keadaan:			
1.1	Bau	-	normal	normal
1.2	Rasa	-	normal	normal
1.3	Warna	-	normal	normal
2	pH	-	6,5 - 7,0	6,5 - 7,0
3	Protein	% b/b	min. 2,0	min. 1,0
4	Lemak	% b/b	min. 1,0	min. 0,30
5	Padatan jumlah	% b/b	min. 11,50	min. 11,50
6	Bahan tambahan makanan			
6.1	Pemanis buatan			
6.2	Pewarna		Sesuai dengan SNI 01-0222-1995	
6.3	Pengawet			
7	Cemaran logam			
7.1	Timbal (Pb)	mg/kg	maks. 0,2	maks. 0,2
7.2	Tembaga (Cu)	mg/kg	maks. 2	maks. 2
7.3	Seng (Zn)	mg/kg	maks. 5	maks. 5

7.5	Merkuri (Hg)	mg/kg	maks. 0,03	maks. 0,03
7.6	Arsen (As)	mg/kg	maks. 0,1	maks. 0,1
8	Cemaran mikroba:			
9.1	Angka lempeng total	koloni/ml	maks. 2×10^2	maks. 2×10^2
9.2	Bakteri bentuk koli	APM/ml	maks. 20	maks. 20
9.3	Escherichia coli	APM/ml	< 3	< 3
9.4	Salmonella	-	negatif	negatif
9.5	Staphylococcus aureus	koloni/ml	0	0
9.6	Vibrio sp	-	negatif	negatif
9.7	Kapang	koloni/ml	maks. 50	maks. 50

Sumber : (BSI, 1995)

3. Proses Pembuatan Susu Kedelai

Proses pembuatan susu kedelai yang dilakukan peneliti (MD, Nusa and Prasetya, 2022) sebagai berikut:

1. Sortir kacang kedelai dan rendam kacang kedelai selama 8 jam dengan perbandingan kacang kedelai dan air yaitu 1:2
2. Setelah perendaman dilakukan proses pengupasan kulit, dan membilasnya dengan air.
3. Blender kacang kedelai dengan air hangat, menggunakan perbandingan kacang kedelai dan air 1:3, dan disaring menggunakan kain dan saringan hingga menghasilkan susu kedelai
4. Selanjutnya susu kedelai dipanaskan dengan api kompor sedang selama 15 menit untuk menghilangkan bau langu.
5. Setelah mendidih matikan kompor dan susu kedelai siap disajikan.

4. Kandungan Gizi Susu Kedelai

Berdasarkan tabel komposisi pangan Indonesia 100ml susu kedelai memiliki nilai gizi sebagai berikut :

Tabel 5. Nilai Gizi Susu Kedelai

<u>Zat Gizi</u>	<u>Hasil</u>	<u>Satuan</u>
Air	87.0	g
Energi	41	kkal
Protein	3.5	g
Lemak	2.5	g
Karbohidrat	5.0	g
Serat	0.2	g
Abu	2.0	g
Kalsium	50	mg
Fosfor	45	mg
Besi	0.7	mg
Natrium	128	mg
Kalium	289.9	mg
Tembaga	0.12	mg
Seng	1.0	mg
Kar-total	200.0	mg
Thiamin	0.08	mg
Riboflavin	0.05	mg
Niasin	0.7	mg
Vitamin C	2	mg

Sumber : (Kementerian Kesehatan RI Indonesia, 2018)

D. Fortifikasi

Fortifikasi merupakan proses penambahan atau pengayaan suatu bahan pangan dengan zat gizi tertentu. Fortifikasi pangan dilakukan dengan cara menambahkan satu atau lebih zat gizi ke dalam produk pangan untuk meningkatkan nilai gizinya.(Muntikah, 2017). Fortifikasi pangan melalui penambahan zat gizi makro dan mikronutrien pada bahan pangan yang umum dikonsumsi merupakan strategi penting dalam meningkatkan kecukupan asupan zat gizi dan memperbaiki status gizi masyarakat. Berbagai strategi telah terbukti efektif dalam mengatasi masalah defisiensi mikronutrien guna memenuhi kebutuhan zat gizi masyarakat. Beberapa pendekatan yang dapat dilakukan meliputi pendekatan berbasis pangan, seperti konsumsi makanan yang kaya akan mikronutrien dan penggunaan bubuk mikronutrien untuk

fortifikasi tabur, serta pemberian suplementasi mikronutrien, seperti kapsul vitamin A (Santosa, 2024).

Selain itu, fortifikasi pada bahan pangan pokok, seperti penambahan zat gizi pada garam, tepung, atau minyak, telah banyak diterapkan sebagai upaya untuk mengatasi kekurangan mikronutrien pada masyarakat secara luas. Penelitian mengenai suplementasi mikronutrien, terutama vitamin A dan seng, menunjukkan adanya perbaikan fungsi serta integritas usus yang diukur melalui uji permeabilitas gula ganda dalam urin. (Asiva Noor Rachmayani, 2022).

E. Uji daya terima

Daya terima merupakan metode pengujian yang dilakukan dengan memanfaatkan kemampuan indra manusia untuk menilai tingkat kesukaan atau penerimaan terhadap suatu produk. Sifat sensorik makanan dan minuman merupakan faktor terpenting yang memastikan keberhasilan produk. Evaluasi sensorik dilakukan dengan menggunakan indera Penglihatan, Penciuman, Sentuhan, Rasa dan Pendengaran, dan tanggapan yang dihasilkan dari hasil proses sensorik tersebut diinterpretasikan. Adapun sifat-sifat sensoris yang diuji adalah warna, aroma, rasa, kekentalan dan *after taste*, yaitu:

1. Warna

Menurut penelitian (Fera, Asnani and Asyik, 2022) Warna adalah bagian yang sangat penting dalam menentukan kualitas atau nilai penerimaan makanan. Bahan makanan yang dianggap enak memiliki tekstur yang baik tetapi saat warnanya kurang atau berubah warna dari aslinya maka akan kurang bagus dipandang. Hal yang Menentukan kualitas bahan salah satunya dilihat dari visual yaitu warna.

2. Aroma

Aroma adalah salah satu cara untuk menguji Preferensi makanan dengan mencium bau, bau sesuatu Makanan dapat dinilai dengan panca indera penciuman. Aroma makanan merupakan salah satu faktor yang memengaruhi tingkat penerimaan dan kelezatan suatu produk pangan, karena aroma memiliki peran

dalam memberikan daya tarik serta membentuk persepsi terhadap cita rasa makanan tersebut.(Fera, Asnani and Asyik, 2022).

3. Rasa

Menurut penelitian (Fitri, Anandito and Siswanti, 2022) Rasa menentukan validitas penerimaan konsumen terhadap makanan. Rasa dapat dinilai berdasarkan penggunaan indra pengecap atau lidah. 18actor rasa itu memiliki peranan penting dalam pemilihan produk oleh konsumen. Meskipun suatu produk memiliki kandungan gizi yang baik, apabila cita rasanya kurang disukai oleh konsumen, maka upaya peningkatan status gizi masyarakat tidak akan tercapai secara optimal dan produk tersebut berisiko tidak diminati.

4. Kekentalan

Kekentalan merupakan salah satu sifat fisik yang sangat penting dalam evaluasi mutu dan karakteristik produk minuman. Sifat ini merujuk pada resistensi suatu cairan terhadap aliran atau perubahan bentuk, dan berpengaruh langsung terhadap persepsi konsumen terhadap tekstur, kesegaran, serta kenyamanan saat dikonsumsi. Kekentalan rendah memberi rasa ringan dan menyegarkan, sementara kekentalan tinggi menghasilkan sensasi lembut dan lebih mengenyangkan (Handayani and Wulandari, 2023).

5. After Taste

After taste adalah suatu sensori yang timbul dari mulut yang berasal pada bagian belakang langit setelah makanan ditelan (Raida Agustina, Rahmat Fadhil, 2023). Sensasi *after taste* dari rasa yang masih terasa dan tertinggal dimulut setelah makanan atau minuman dikonsumsi.

F. Jenis Panelis

Pada pelaksanaan uji sensori atau uji organoleptik, proses penilaian dilakukan oleh panel yang berperan sebagai alat ukur atau instrumen pengujian. Individu yang melakukan penilaian tersebut disebut panelis. Berdasarkan tingkat kepekaan indera dan tujuan pengujian, panel dalam uji organoleptik dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu:

1. Panel Perseorangan (*individual expert panel*)

Panel perseorangan merupakan panel yang terdiri atas satu individu yang memiliki tingkat keahlian dan sensitivitas indera yang sangat tinggi, baik karena bakat maupun hasil dari pelatihan secara intensif. Panelis perseorangan memiliki pengetahuan mendalam mengenai karakteristik, fungsi, serta proses pengolahan bahan yang diuji, serta menguasai metode analisis organoleptik dengan baik. Keunggulan penggunaan panel ini yaitu memiliki tingkat kepekaan yang tinggi, mampu meminimalkan bias, dan menghasilkan penilaian yang lebih efisien. Panel perseorangan umumnya digunakan untuk mengidentifikasi penyimpangan kecil pada produk serta menentukan faktor penyebabnya..

2. Panel Terbatas (*small expert panel*)

Panel terbatas merupakan kelompok panelis yang terdiri dari 3–5 orang dengan tingkat sensitivitas indera yang tinggi sehingga dapat mengurangi kemungkinan terjadinya bias dalam penilaian. Panelis pada kelompok ini memiliki pemahaman yang baik mengenai aspek-aspek penilaian organoleptik, serta mengetahui proses pengolahan dan pengaruh bahan baku terhadap karakteristik akhir suatu produk.

3. Panel Terlatih (*trained panel*)

Panel terlatih merupakan kelompok panelis yang berjumlah sekitar 15–25 orang dan memiliki tingkat kepekaan indera yang cukup baik. Sebelum digunakan dalam pengujian, panelis terlatih perlu melalui tahap seleksi serta pelatihan untuk meningkatkan kemampuan dalam melakukan penilaian. Panel ini mampu mengevaluasi beberapa karakteristik atau rangsangan pada produk, sehingga penilaiannya tidak terlalu bersifat spesifik.

4. Panel Agak Terlatih

Panel agak terlatih terdiri dari 15–25 orang anggota. Kelompok yang dapat dijadikan sebagai panel agak terlatih umumnya berasal dari mahasiswa atau staf peneliti yang dilibatkan sebagai panelis secara berkala atau pada waktu tertentu untuk melakukan penilaian organoleptik.

5. Panel Tak Terlatih

Pemilihan anggota panel tidak terlatih lebih mempertimbangkan aspek sosial, seperti tingkat pendidikan, asal daerah, serta latar belakang ekonomi

masyarakat. Panel tak terlatih umumnya digunakan dalam pengujian tingkat kesukaan atau preference test terhadap suatu produk pangan.

6. Panel Konsumen

Panel konsumen terdiri dari sekitar 30 hingga 1.000 orang anggota yang mewakili kelompok konsumen. Pengujian yang dilakukan berupa uji kesukaan (preference test) dan biasanya dilaksanakan sebelum produk dipasarkan. Melalui pengujian ini, dapat diketahui tingkat penerimaan dan preferensi konsumen terhadap suatu produk.

G. Uji Kimia

1. Viskositas

Viskositas adalah kekentalan atau kekonsentrasian suatu fluida, seperti air minuman. Viskositas merupakan salah satu parameter yang perlu diperhatikan untuk menentukan kualitas produk. Semakin besar nilai viskositas suatu bahan, maka semakin tinggi pula tingkat kekentalan atau hambatan alir dari zat tersebut.. Angka viskositas pada susu kedelai adalah 2,97 – 6,23 cP.

2. Kadar pH

pH (*Potential of Hydrogen*) merupakan derajat keasaman suatu larutan yang menggambarkan sifat asam atau basa dari suatu produk. Pemeriksaan pH bertujuan untuk mengetahui mutu, keamanan, dan stabilitas produk minuman agar aman untuk dikonsumsi.

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-3830-1995 tentang susu kedelai, pH susu kedelai yang diperbolehkan berada pada kisaran 6,5–7,0, yang menunjukkan sifat mendekati netral. Nilai pH yang terlalu rendah dapat menyebabkan rasa asam dan berpotensi mengganggu kesehatan, sedangkan pH yang terlalu tinggi dapat memengaruhi cita rasa serta kestabilan produk. Oleh karena itu, pengendalian pH menjadi salah satu parameter penting dalam penilaian mutu susu kedelai.

3. Total Padatan Terlarut

Total padatan terlarut (TPT) pada minuman merupakan kandungan bahan yang terlarut pada air minuman. Total padatan terlarut memiliki pengaruh terhadap sifat

kimia dan organoleptic minuman, seperti warna, rasa, dan aroma. Total padatan terlarut (TPT) atau Total Dissolved Solids (TDS) merupakan parameter yang menunjukkan jumlah komponen terlarut dalam suatu bahan, seperti gula sederhana, asam organik, serta komponen lainnya dalam jumlah kecil, termasuk senyawa fenolik, asam amino, vitamin, dan mineral. Total padatan terlarut sering dinyatakan dalam satuan °Brix. Angka total padatan terlarut pada minuman adalah 8,67 °Brix sampai 11,43 °Brix . 16 Semakin tinggi angka total padatan terlarut, maka semakin tinggi efisiensi difusi dan kelarutan bahan padat (Safitri, Muslihah and Winarsih, 2021).

4. Protein

Protein adalah suatu zat makanan yang sangat penting bagi tubuh, dikarenakan zat ini berfungsi sebagai energi dalam tubuh dan sebagai zat pembangun (Bonan, 2020). Uji kimia protein bertujuan untuk mengetahui kandungan protein setelah dijadikan produk susu kedelai.

5. Lemak

Lemak atau lipid merupakan salah satu zat gizi yang dibutuhkan oleh tubuh karena berperan sebagai sumber energi dengan menghasilkan sekitar 9 kilokalori per gram (Fatimah, 2020). Lemak dan minyak merupakan bagian dari kelompok lipid, yaitu senyawa organik yang memiliki karakteristik khas berupa tidak larut dalam air, tetapi dapat larut dalam pelarut organik, seperti eter, benzena, dan kloroform. (Pargiyanti, 2019). Tujuan dilakukannya uji lemak yaitu untuk mengetahui kandungan lemak pada produk susu kedelai.

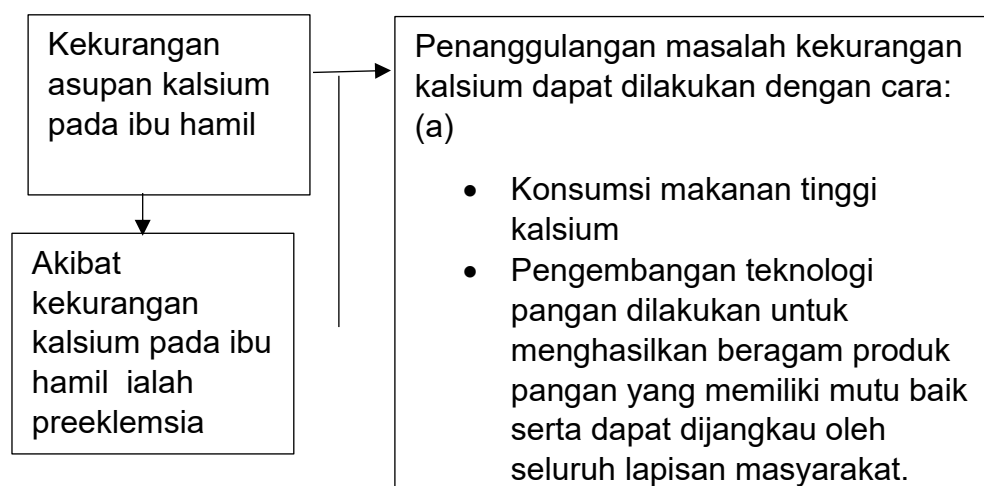
6. Karbohidrat

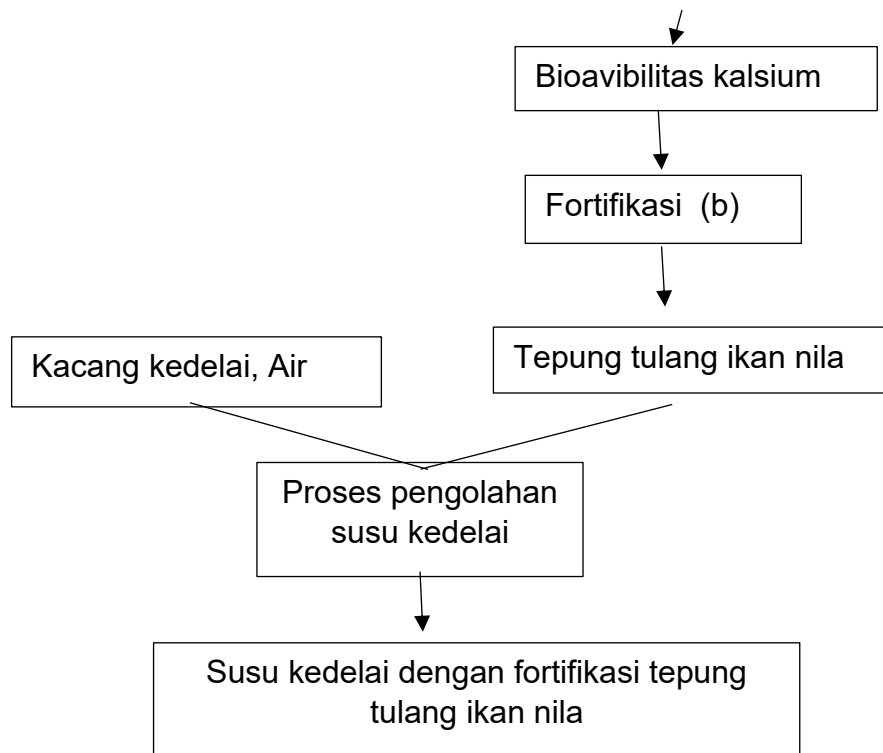
Sumber karbohidrat yang umum dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia berasal dari berbagai bahan pangan, seperti beras, jagung, singkong, ubi, talas, dan sagu (Siregar, 2019). Kandungan karbohidrat dalam suatu bahan pangan dapat dianalisis menggunakan berbagai metode, baik melalui pengujian secara kualitatif maupun kuantitatif.. Salah satu uji karbohidrat adalah menggunakan metode berdasarkan perbedaan. Maka tujuan dilakukan uji karbohidrat yaitu untuk mengetahui kandungan karbohidrat pada produk susu kedelai

7. Kalsium

Menurut (Almatsier, 2022) Kalsium merupakan mineral yang paling banyak terdapat didalam tubuh, yaitu 1.5 – 2% dari berat badan orang dewasa atau kurang lebih sebanyak 1 kg. Dalam keadaan normal kalsium yang dikonsumsi diserap tubuh sekitar 30-50%. Jumlah kalsium didalam darah 9-10,4mg/dl. (Almatsier.,2010). Tujuan dilakukannya uji kalsium yaitu untuk mengetahui kandungan kalsium pada produk makanan.

H. Kerangka Teori

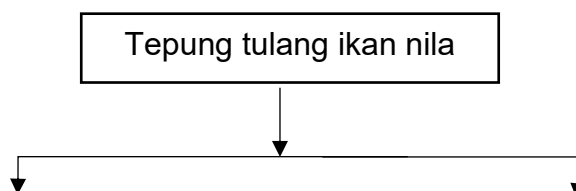


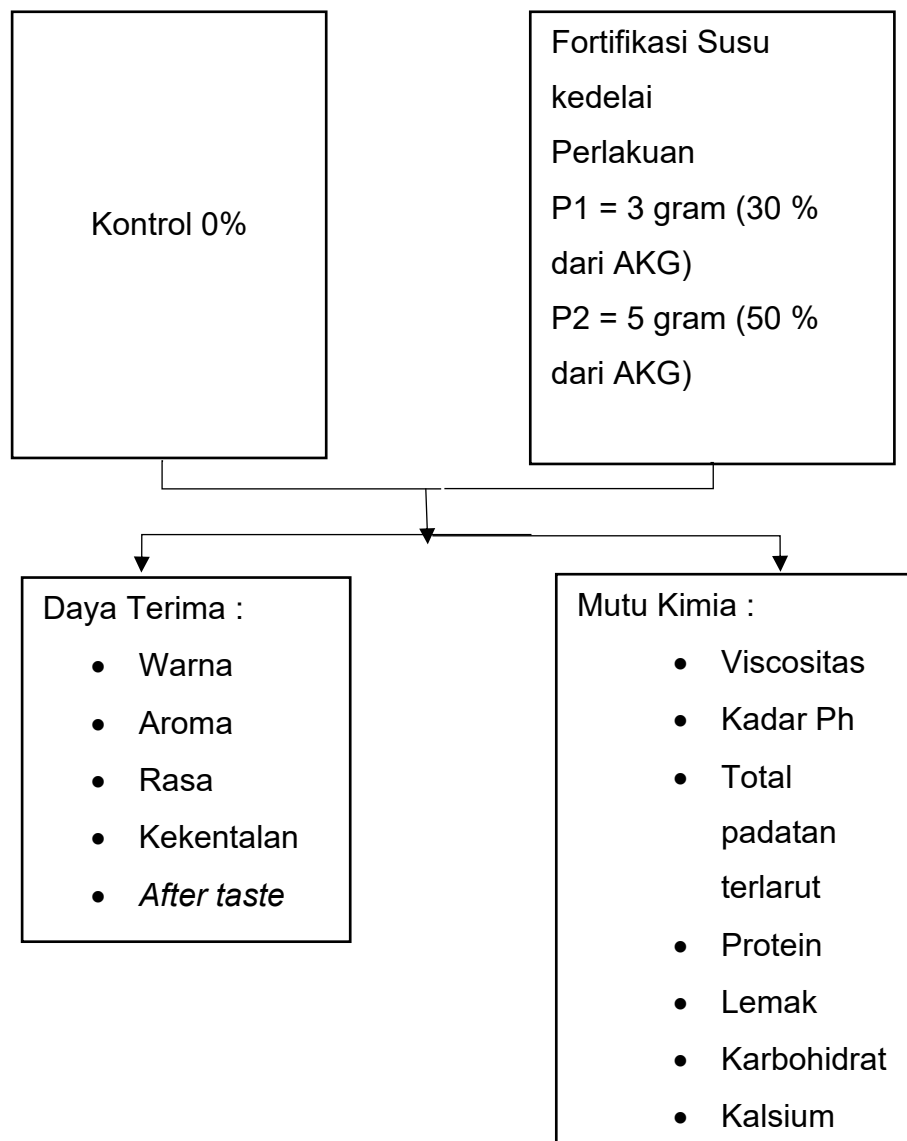


Sumber (a) (Balk *et al.*, 2023) (b)(Cormick and Belizán, 2022) (c) (Manoktok, Yanti and Damanik, 2024)

I. Kerangka Konsep

Kerangka konsep susu kedelai dengan fortifikasi tepung tulang ikan nila.





Gambar 3. Kerangka Konsep

J. Definisi Operasional

Tabel 6. Definisi Operasional

NO.	Variabel	Definisi Operasional	Skala
-----	----------	----------------------	-------

1.	Tepung Tulang Ikan	Tulang ikan yang diolah menjadi tepung, yang 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, setelah itu dipresto $\pm$ 1 jam. Dikeringkan di 25erikut dryer dengan suhu 60°C selama 4 jam dan dihaluskan menggunakan blender kemudian diayak dengan ayakan 100 mesh.	
2.	Susu Kedelai Tinggi Kalsium	Susu kedelai terbuat dari campuran tepung tulang ikan nila dan kacang kedelai dengan beberapa prosesnya yaitu kacang direndam selama 8 jam, dihaluskan menggunakan blender dan disaring menggunakan saringan dan kain saring, setelahnya dimasak dengan kompor sedang dan di aduk perlahan , setelah ditambahkan tepung tulang ikan nila Menggunakan 1 kontrol dan 2 perlakuan yaitu : Tepung Tulang Ikan Nila Perlakuan yaitu : P0 = 0 gr ; P1 = 3 gr ; P2 = 5 gr	Ordinal
3.	Daya terima konsumen	Penerimaan daya terima konsumen dengan cara disajikan sebanyak 5ml yang dikemas dalam sloki dan	Ordinal

diberikan label, diberikan kepada ibu hamil sesuai perlakuan dan ulangan meliputi penilaian terhadap warna, rasa, aroma, dan kekentalan. Hasilnya dinyatakan dalam skala berikut kriteria sebagai berikut:

- a. Amat sangat suka : 5
- b. Sangat suka : 4
- c. Suka : 3
- d. Kurang suka : 2
- e. Tidak suka : 1

After Taste hasilnya dinyatakan dalam skala dengan kriteria sebagai berikut :

Intensitas:

- 1 = sangat lemah
- 2 = lemah
- 3 = sedang
- 4 = kuat
- 5 = sangat kuat

Durasi:

- 1 = sangat singkat
 - 2 = singkat
 - 3 = sedang
 - 4 = lama
 - 5 = sangat lama
-

Kesan Keseluruhan:

- 1 = Netral
- 2 = Sedikit amis
- 3 = Amis

- | | | |
|----|---------------------------|---|
| 4. | Viscositas | Viskositas adalah kekentalan atau Rasio
kekonsentrasian suatu fluida, seperti
air minuman. Viskositas merupakan
salah satu parameter penting yang
perlu diperhatikan dalam
menentukan mutu atau kualitas
suatu produk. Susu kedelai
dilakukan pemeriksaan viskositas di
laboratorium Sarawawanti Indo
Genetech dengan menggunakan
Viscometer Ostwald. |
| 5. | Kadar pH | pH (Potential of Hydrogen) Rasio
merupakan derajat keasaman suatu
larutan yang menggambarkan sifat
asam atau basa dari suatu produk.
Pemeriksaan kadar pH minuman
susu kedelai dilaksanakan di
laboratorium kimia pangan
Poltekkes Kemenkes Medan
Jurusan Gizi dengan menggunakan
alat pH meter . |
| 6. | Total padatan
terlarut | Total padatan terlarut (TPT) pada Rasio
minuman merupakan kandungan
bahan yang terlarut pada air
minuman. Total padatan terlarut
memiliki pengaruh terhadap sifat |
-

		kimia dan organoleptic minuman, seperti warna, rasa, dan aroma.. Pemeriksaan total padatan terlarut minuman susu kedelai dilaksanakan di laboratorium Sarawawanti Indo Genetech dengan menggunakan refractometer.	
6.	Kadar protein	Kandungan protein pada produk susu kedelai dengan bahan Tepung Tulang Ikan yang diuji di laboratorium PT. Saraswati Indo Genetech (SIG), Bogor dengan menggunakan metode Kjehdal	Rasio
7.	Kadar lemak	Kandungan lemak pada produk susu kedelai dengan bahan Tepung Tulang Ikan yang diuji di laboratorium PT. Saraswati Indo Genetech (SIG), Bogor dengan menggunakan metode Soxhlet	Rasio
8.	Kadar Karbohidrat	Kandungan karbohidrat pada produk susu kedelai dengan bahan Tepung Tulang Ikan yang diuji di laboratorium PT. Saraswati Indo Genetech (SIG), Bogor dengan menggunakan metode <i>by difference</i> .	Rasio
9.	Kalsium	Kandungan kalsium pada produk susu kedelai dengan bahan Tepung Tulang Ikan yang diuji di	Rasio

laboratorium PT. Saraswati Indo
Genetech (SIG), Bogor dengan
metode AAS (Atomic Absorbtion
Spectrophotometer).

K. Hipotesis

H₀ : Tidak ada perbedaan daya terima susu kedelai fortifikasi tepung tulang ikan nila dengan jumlah yang berbeda

H_a : Ada perbedaan mutu kimia susu kedelai fortifikasi tepung tulang ikan nila dengan jumlah yang berbeda