

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kalsium

1. Definisi Kalsium

Darah, cairan tubuh lainnya, dan jaringan lunak memiliki kadar kalsium yang lebih rendah. Kalsium merupakan mineral dan zat gizi makro penting yang disimpan dalam bentuk kalsium fosfat di dalam tulang dan gigi. Zat ini sangat penting untuk proses pembekuan darah, kontraksi otot, serta pembentukan tulang dan gigi. Seseorang sebaiknya mengonsumsi kalsium sebanyak 1.000 hingga 1.200 mg per hari, berdasarkan perkiraan jumlah kalsium yang hilang melalui urine, feses, dan jalur lainnya (Wildayani et al., 2023).

Sistem kerangka, kardiovaskular, endokrin, dan saraf semuanya bergantung pada kalsium, sebuah mineral vital. Tulang menyimpan sekitar 99% dari total kalsium tubuh; jumlah ini berfungsi sebagai cadangan kalsium sekaligus memberikan kekakuan dan struktur bagi sistem kerangka. Sisa kalsium lainnya berperan dalam berbagai fungsi metabolik, seperti produksi hormon, transpor transmembran, transmisi impuls saraf, kontraksi pembuluh darah dan otot, serta aktivasi enzim. Sebagian besar penelitian mengenai dampak jangka panjang dari asupan kalsium yang tidak memadai berfokus pada kesehatan tulang—khususnya risiko patah tulang, osteopenia, dan osteoporosis pada lansia, serta rakhitis pada anak-anak (Shlisky, Mandlik, Gomes, *et al.*, 2022).

Kalsium adalah mineral yang berperan penting dalam pertumbuhan. Bersama dengan vitamin D, kalsium diketahui terlibat dalam metabolisme tulang. Kalsium merupakan mineral utama yang dibutuhkan untuk proses pembentukan tulang. Sembilan puluh sembilan persen kalsium tubuh terdapat di dalam tulang, sedangkan satu persen sisanya tersebar di dalam darah, cairan ekstraseluler, dan bagian tubuh lainnya. Sistem hormonal merupakan pengatur utama keseimbangan kalsium dalam darah dan tulang. Saluran pencernaan, ginjal, dan tulang, bersama dengan fisiologi PTH, kalsitonin, dan vitamin D16, adalah tiga organ utama yang mengatur kadar kalsium dalam tubuh manusia. Sejumlah fungsi biologis, seperti mineralisasi tulang, kontraksi otot dan perantara intrasel (Arifin *et al.*, 2024).

2. Sumber Kalsium

Secara umum, masyarakat sering kali menghubungkan asupan kalsium dengan konsumsi produk olahan susu seperti susu segar, yogurt, dan keju karena kandungan mineralnya yang melimpah. Sebagai gambaran, keju keras mampu menyediakan sekitar 1 g kalsium per 100 g, sementara susu dan yogurt berkisar antara 100 hingga 180 mg per 100 g. Selain produk hewani, sumber kalsium juga bisa ditemukan pada sereal (30 mg/100 g, atau hingga 180 mg jika sudah difortifikasi) serta kelompok kacang-kacangan dan biji-bijian seperti almond, wijen, dan chia yang mengandung 250 sampai 600 mg kalsium per 100 g. Sayuran hijau seperti brokoli, kale, dan selada air pun menyumbang kalsium yang cukup baik, yakni sekitar 100 hingga 150 mg per 100 gramnya.

Selain melalui bahan pangan yang alami, suplemen merupakan alternatif sumber kalsium yang efektif bagi kelompok populasi tertentu untuk memenuhi kebutuhan nutrisi harian. Di pasaran, tersedia berbagai suplemen kalsium bebas (tanpa resep dokter) yang mengandung hingga 1000 mg kalsium per tablet, jumlah yang secara umum telah mencukupi kebutuhan harian orang dewasa. Meskipun demikian, tingkat penggunaan suplemen ini sangat bervariasi secara global. Sebagai contoh, di Amerika Serikat dan Kanada, sekitar 40% populasi dewasa rutin mengonsumsi suplemen kalsium, bahkan angka ini mencapai 70% pada kelompok wanita lanjut usia. Fenomena ini berbeda signifikan dengan kondisi di Argentina dan Belanda, di mana laporan mengenai konsumsi suplemen kalsium pada wanita masih sangat rendah, bahkan pada periode krusial seperti masa kehamilan (Cormick and Belizán, 2019).

3. Rekomendasi Asupan Kalsium

Asupan kalsium ialah salah satu dari banyak faktor yang memengaruhi perkembangan massa tulang puncak dan pelestarian massa tulang pada orang dewasa. Kalsium merupakan komponen penting tulang, yang menyumbang sekitar 30 hingga 35% dari massanya dan sebagian besar tulang paling mudah didokumentasikan selama periode ketika massa tulang berubah dengan cepat, yaitu selama masa remaja ketika kerangka tubuh sedang berkembang.

Perolehan kalsium mencapai 409 g per tahun untuk laki-laki dan 325 g per tahun untuk perempuan. Pada usia lanjut, terjadi kehilangan massa tulang dengan laju sekitar 1% per tahun, yang mengakibatkan kehilangan kalsium sekitar 15 g per tahun. Asupan kalsium yang rendah pada beberapa populasi dapat berdampak buruk pada perkembangan massa tulang puncak pada remaja dan dewasa muda serta retensi massa tulang pada orang dewasa yang lebih tua. Mengenali adanya asupan kalsium yang rendah merupakan langkah pertama yang diperlukan dalam mengembangkan strategi dan kebijakan yang sesuai dengan budaya untuk mengatasi kekurangan tersebut (Balk *et al.*, 2017).

Berdasarkan Permenkes RI No. 28 Tahun 2019, kebutuhan kalsium harian individu berfluktuasi secara signifikan seiring dengan tahapan usia dan kondisi fisiologis. Pada fase pertumbuhan, kebutuhan dimulai dari 200–270 mg untuk bayi, melonjak menjadi 650 mg pada balita, dan mencapai 1000 mg pada anak usia sekolah. Puncaknya terjadi pada masa remaja (10–18 tahun) yang memerlukan 1200 mg per hari demi mencapai massa tulang puncak (*peak bone mass*) yang krusial bagi struktur tulang seumur hidup.

Memasuki masa dewasa (19–49 tahun), kebutuhan kalsium cenderung stabil dan sedikit menurun di angka 1000 mg per hari. Namun, angka ini kembali meningkat menjadi 1200 mg saat seseorang memasuki usia lansia (50 tahun ke atas). Peningkatan pada usia senja ini sangat penting untuk menjaga densitas mineral tulang serta meminimalkan risiko osteoporosis akibat penurunan fungsi tubuh secara alami.

Tabel 1. Angka Kecukupan Kalsium

Kelompok Umur	Kecukupan Kalsium	Kecukupan Kalsium
Bayi / Anak	Laki-laki (mg)	Perempuan (mg)
0-5 bulan	200	200
6-11 bulan	270	270
1-3 tahun	650	650
4-9 tahun	1000	1000
7-9 tahun	1000	1000
Remaja	Laki-laki (mg)	Perempuan (mg)
10-12 tahun	1200	1200
13-15 tahun	1200	1200
16-18 tahun	1200	1200
Dewasa	Laki-laki (mg)	Perempuan (mg)
19-29 tahun	1000	1000
30-49 tahun	1000	1000
50-64 tahun	1200	1200
65-80 tahun	1200	1200

Sumber : Permenkes RI No. 28 Tahun 2019

4. Dampak Kekurangan Kalsium

Kekurangan kalsium merupakan masalah gizi yang masih banyak terjadi secara global, terutama di negara berkembang. Berdasarkan jurnal (Shlisky, Mandlik, Gomes, *et al.*, 2022) Asupan kalsium yang tidak mencukupi berhubungan erat dengan berbagai dampak kesehatan.

Dampak utama kekurangan kalsium adalah penurunan kepadatan mineral tulang. Dalam jangka panjang, kondisi ini dapat menyebabkan osteopenia dan osteoporosis, yang meningkatkan risiko patah tulang, terutama pada usia lanjut. Kekurangan kalsium dapat menghambat perkembangan tulang dan menyulitkan anak-anak serta remaja untuk mencapai massa tulang maksimal mereka. Selain pada tulang, kekurangan kalsium juga berdampak pada fungsi neuromuskular. Kram otot, kesemutan, hingga gangguan kontraksi otot dapat disebabkan oleh rendahnya kadar kalsium dalam darah. Kalsium juga berperan dalam transmisi impuls saraf, sehingga defisiensi kalsium dapat memengaruhi fungsi sistem saraf.

Asupan kalsium yang rendah berpotensi berhubungan dengan gangguan kesehatan lain, seperti peningkatan risiko hipertensi dan gangguan metabolik tertentu, meskipun mekanismenya masih memerlukan penelitian lebih lanjut (Shlisky, Mandlik, Gomes, *et al.*, 2022).

5. Metabolisme Kalsium

Kalsium ialah mineral esensial yang memiliki peran utama dalam pembentukan dan pemeliharaan struktur tulang serta gigi. Sekitar 30–35% massa tulang tersusun atas kalsium, yang memberikan kekuatan dan kekokohan pada jaringan tulang. Selain berfungsi sebagai komponen struktural, selain itu, kalsium terlibat dalam sejumlah proses fisiologis, termasuk transmisi impuls saraf, kontraksi otot, pembekuan darah, serta regulasi aktivitas enzim dan hormon (Cormick and Belizán, 2024).

Metabolisme kalsium dalam tubuh melibatkan beberapa proses utama, yaitu absorpsi, distribusi, penyimpanan, dan ekskresi. Absorpsi kalsium terjadi terutama di usus halus, khususnya pada bagian duodenum dan jejunum. Proses absorpsi ini dipengaruhi oleh jumlah asupan kalsium, ketersediaan vitamin D, serta faktor penghambat seperti asam fitat dan asam oksalat yang dapat mengurangi ketersediaan hayati kalsium. Asupan kalsium yang rendah dalam jangka panjang akan menurunkan efisiensi absorpsi dan berdampak pada keseimbangan kalsium dalam tubuh.

Setelah diserap, kalsium didistribusikan melalui aliran darah dan sebagian besar disimpan di tulang sebagai cadangan utama. Tulang berfungsi sebagai reservoir kalsium yang dapat dilepaskan kembali ke dalam sirkulasi darah apabila asupan kalsium dari makanan tidak mencukupi (Shlisky, Mandlik, Gomes, *et al.*, 2022).

Proses penyimpanan dan pelepasan kalsium dari tulang berlangsung secara dinamis dan dipengaruhi oleh kebutuhan fisiologis tubuh serta status gizi individu. Rendahnya asupan kalsium, seperti yang banyak ditemukan di berbagai negara berkembang, termasuk kawasan Asia dan Amerika Selatan, berpotensi mengganggu keseimbangan cadangan kalsium tulang dan meningkatkan risiko penurunan massa tulang.

Ginjal berperan penting dalam metabolisme kalsium melalui mekanisme ekskresi dan reabsorpsi kalsium. Sebagian besar kalsium yang difiltrasi oleh ginjal akan direabsorpsi kembali untuk mempertahankan kadar kalsium dalam darah. Apabila kadar kalsium darah menurun, tubuh akan meningkatkan reabsorpsi kalsium di ginjal sebagai upaya mempertahankan homeostasis kalsium. Namun, pada kondisi asupan kalsium yang rendah secara kronis, mekanisme kompensasi ini dapat menjadi tidak optimal dan berkontribusi terhadap gangguan metabolisme kalsium jangka panjang (Deluque, Dimke and Alexander, 2025).

Sejumlah hormon dan zat kimia penting, termasuk kalsitonin, vitamin D, dan hormon paratiroid (PTH) mengatur metabolisme kalsium. Hormon paratiroid meningkatkan kadar kalsium dalam darah dengan cara merangsang pelepasan kalsium dari tulang, meningkatkan reabsorpsi kalsium di ginjal, serta mengaktifkan vitamin D. Vitamin D berperan penting dalam meningkatkan penyerapan kalsium di usus, sedangkan kalsitonin menurunkan kadar kalsium darah dengan mencegah resorpsi tulang. Gangguan pada mekanisme pengaturan hormonal ini yang sering terjadi pada orang dengan asupan kalsium dan vitamin D yang tidak memadai dapat meningkatkan risiko osteoporosis dan patah tulang (Caffarelli *et al.*, 2025).

B. Ubi Jalar Ungu

1. Defenisi Ubi Jalar Ungu

Ubi jalar ungu ialah salah satu tanaman tropis yang tumbuh dengan baik di Indonesia. Bersama dengan beras dan jagung, tanaman ini menjadi sumber pangan tambahan serta penyedia karbohidrat alternatif bagi penduduk Indonesia. Secara global, ubi jalar ungu telah menjadi populer, khususnya di wilayah-wilayah tropis. Tanaman ini konon telah menempuh perjalanan melalui Tahiti, Guam, Fiji, dan Selandia Baru sebelum akhirnya tiba di Spanyol pada abad ke-16. Dibandingkan dengan berbagai jenis ubi jalar lainnya, ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.) memiliki kadar pigmen antosianin yang lebih tinggi. Selain itu, pigmen-pigmen ini menunjukkan stabilitas yang lebih baik dibandingkan dengan antosianin yang terdapat pada bahan pangan lain, seperti kubis merah, *elderberry*, *blueberry*, dan jagung merah (Alifianita and Sofyan, 2022).

Ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.) kaya akan antosianin (110,5 mg/dL), vitamin C (22 mg/100 g berat basah), dan beta-karoten. Semakin pekat warna ungu ubi jalar tersebut, semakin tinggi kandungan beta-karotennya. Flavonoid yang disebut antosianin memiliki sifat antihiperglikemik dan antioksidan (Belwal et al., 2017).

Dengan menghambat enzim α -amilase dan α -glukosidase, antosianin memberikan efek hipoglikemik dengan cara mencegah sistem pencernaan menyerap glukosa. Antosianin pada struktur fenolik pada ubi jalar ungu memiliki kemampuan untuk mendonorkan atom hidrogen guna menetralkan radikal hidroksil, sehingga berpotensi menunjukkan aktivitas antioksidan melalui jalur DPPH. Senyawa ini juga dapat menurunkan kadar glukosa darah, glukosuria, dan kadar HbA1c, serta mengurangi resistensi insulin (Noviati et al., 2023).



Gambar 1. Ubi Jalar Ungu

2. Klasifikasi Ubi Jalar Ungu

Daging umbi ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.) dicirikan oleh warna ungunya yang cerah. Tanaman ubi jalar mampu diklasifikasikan secara taksonomis sebagai berikut, menurut Koswara (2014):

Tabel 2. Klasifikasi Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L.)

Taksonomi/Klasifikasi	
Kingdom	<i>Plantae</i>
Devisi	<i>Spermatophyta</i>
Subdivisi	<i>Angiospermae</i>
Kelas	<i>Dicotyledonae</i>
Ordo	<i>Convolvulales</i>
Famili	<i>Convolvulaceae</i>
Genus	<i>Ipomoea</i>
Spesies	<i>Ipomoea batatas</i> L. Poir

Sumber : (Noviati et al., 2023)

3. Tepung Ubi Jalar Ungu

a. Defenisi Tepung Ubi Jalar Ungu

Tepung ubi ungu (*Ipomoea batatas* L.) adalah produk setengah jadi yang diperoleh dari ubi ungu (*Ipomoea batatas* L.) dengan cara serangkaian proses pengolahan; diperlukan pengolahan lebih lanjut untuk mengubahnya menjadi produk pangan akhir (Dhani and Pertanian, 2020).



Gambar 2. Tepung Ubi Jalar Ungu

b. Kandungan Gizi Tepung Ubi Jalar Ungu

Komposisi nutrisi tepung ubi jalar ungu diuraikan berikut ini:

Tabel 3. Zat gizi tepung ubi ungu

Kandungan Zat Gizi	Jumlah
Air	9.4 g
Protein	2.8 g
Lemak	0.6 g
Karbohidrat	84.4 g
Serat	12.9 g
Abu	2.8 g
Kalsium	89 mg
Fosfor	125 mg
Besi	3.9 mg
Natrium	42 mg
Kalium	940.0 mg

Sumber: TKPI 2017

c. Prosedur Pembuatan Tepung Ubi Jalar Ungu

Prosedur penelitian pembuatan tepung ubi ungu terdiri dari beberapa tahap yaitu sebagai berikut (Muhammad, 2024):

- 1) Semua bahan dan alat pembuatan stik disiapkan.

- 2) Setelah disortir, ubi jalar dibersihkan di bawah air mengalir.
- 3) Ubi jalar kemudian ditimbang, dikupas, dan dicuci kembali.
- 4) Alat pengiris manual berbahan baja tahan karat digunakan untuk memotong ubi jalar menjadi irisan dengan ketebalan sekitar 2 mm.
- 5) Setelah itu, irisan ubi jalar ungu dikeringkan selama tujuh jam pada suhu 70°C di dalam lemari pengering.
- 6) Setelah pengeringan, mesin penggiling dan batu penggiling digunakan untuk menghaluskan ubi jalar ungu tersebut.
- 7) Selanjutnya, ayakan ukuran 100 mesh digunakan untuk menyaring ubi jalar ungu yang telah dihaluskan.
- 8) Tepung ubi jalar ungu dihasilkan melalui metode ini.

d. Hasil Olahan Tepung Ubi Jalar Ungu

Sebagai produk setengah jadi dari ubi jalar ungu, tepung ubi jalar ungu perlu diolah lebih lanjut sebelum dapat dikonsumsi. Saya membuat biskuit dan kue dengan tepung ubi ungu di antara berbagai hidangan lainnya.

1) Biscuit

Menurut hasil penelitian (Khafsah, F.N., Yanti., 2024) Ditemukan bahwa penggunaan tepung ubi jalar ungu sebagai komponen utama biskuit memberikan kontribusi signifikan terhadap nilai gizi dan karakteristik produk. Tepung ubi ungu 75% (P3) memberikan hasil terbaik, menghasilkan biskuit dengan tingkat energi tinggi (518,03 kkal/100 g) dan kandungan karbohidrat 68,42%. Selain menawarkan warna alami yang menarik, konsentrasi ubi ungu yang tinggi ini terbukti menjadi formula favorit para panelis (skor 4,51). Hal ini menunjukkan bahwa tepung ubi jalar ungu sangat efektif diolah menjadi makanan selingan padat gizi untuk mendukung pemenuhan 15% kebutuhan karbohidrat harian balita stunting.

2) Cookies

Substitusi tepung ubi jalar ungu dalam pembuatan cookies terbukti secara signifikan mampu meningkatkan nilai fungsional produk, di mana penggunaan konsentrasi ubi ungu yang lebih tinggi efektif dalam

memaksimalkan kandungan serat pangan serta mengoptimalkan karakteristik kimia dan daya terima konsumen sebagai alternatif camilan sehat. Tepung ubi jalar ungu sebagai bahan substitusi utama dalam pembuatan cookies berpengaruh signifikan terhadap peningkatan nilai gizi, di mana formula dengan konsentrasi ubi ungu tertinggi (40%) berhasil menghasilkan kandungan serat pangan paling optimal sebesar 5,01% dan kadar air terendah sebesar 6,73% sebagai parameter kualitas produk pangan fungsional (Alifianita and Sofyan, 2022).

C. Tulang Ikan Nila

1. Definisi Tulang Ikan Nila

Tulang ikan nila (*Oreochromis niloticus*) ialah produk limbah dari industri perikanan yang sering dibuang dan berpotensi mencemari lingkungan, padahal memiliki potensi besar sebagai sumber mineral makro yang sangat diperlukan tubuh. Secara kimiawi, mineral seperti kalsium fosfat, kalsium karbonat, magnesium fosfat, garam, dan fluorida merupakan penyusun utama tulang ikan nila. Kandungan kalsium pada tepung yang terbuat dari tulang ikan nila tergolong cukup tinggi, yakni berkisar 39-40% (Efrinelti and Yurnalis, 2025).



Gambar 3. Gambar Tulang Ikan Nila

2. Klasifikasi Tulang Ikan Nila

Klasifikasi ikan nila sebagai berikut :

Philum	: Chordata
Subphilum	: Vertebrata
Kelas	: Osteichtyes
Subkelas	: Achantopterigii
Ordo	: Perciformes
SubOrdo	: Percoidei
Famili	: Oreochromis
Genus	: Oreochromis

3. Tepung Tulang Ikan Nila

Kalsium dan fosfor terkandung dalam jumlah melimpah pada tepung tulang ikan nila, yaitu produk pangan yang dibuat dari limbah usaha perikanan, yang diperoleh melalui beberapa proses, yaitu pembersihan, perebusan (presto), pengeringan, serta penggilingan hingga menjadi butiran halus.

a. Kandungan Gizi Tepung Tulang Ikan Nila

Tabel 4. Kandungan zat gizi tepung tulang ikan nila

Zat Gizi	Tulang Ikan Bandeng*	Tulang ikan Patin**	Tulang Ikan Nila***
Air	14,20%	6,79%	4,89%
Energi			252,77 kkal
Protein	2,128%	20,39%	21,05%
Lemak	4,1%	3,36%	16,43%
Karbohidrat	38,15%	8,35%	4,73%
Serat			
Abu	13,55%	64,23%	52,46%
Kalsium	88916 mm/kg	1002.00 mg/100 gr	11,745mg/100 gr
Fosfor		12,80 mg/100 gr	
Magnesium			

*(Imra, 2019)

**(Afrinis, 2018)

*** (Tarigan & Sihotang, 2024)

b. Prosedur Pembuatan Tepung Tulang Ikan Nila

Berikut ialah tahapan dalam proses penelitian pembuatan tepung tulang ikan nila:

- 1) Kerangka tulang ikan nila dibeli dari koperasi PT. Aquafarm dengan keadaan masih ada sirip dan ekornya, sebanyak 3 kg.
- 2) Sirip dan ekor kemudian dipisahkan dari kerangka ikan nila.
- 3) Tulang ikan kemudian direbus selama 30 menit untuk mengambil sisa daging yang masih menempel.
- 4) Setelah sumsum tulang belakang dibuang, tulang-tulang tersebut dibersihkan secara menyeluruh di bawah air mengalir, menghasilkan 2,6 kg tulang bersih.
- 5) Setelah dibersihkan, tulang ikan nila direndam selama sepuluh menit dalam campuran 50 mililiter cuka 25% dan 1000 mililiter air.
- 6) Setelah dimasak selama dua jam menggunakan panci presto, tulang ikan nila dibiarkan hingga dingin.
- 7) Setelah proses pemasakan, tulang ikan ditiriskan dan dibersihkan di bawah air mengalir.
- 8) Tulang ikan nila kemudian dikeringkan selama 12 jam pada suhu 60°C di dalam lemari pengering.
- 9) Selanjutnya, alat penggiling (merek Yabesara) digunakan untuk menghaluskan tulang ikan nila kering menjadi bubuk halus, yang kemudian diayak menggunakan saringan ukuran 80 mesh untuk menghasilkan 620 gram tepung tulang ikan nila.
- 10) Nilai rendemennya yang diperoleh adalah 23,22%.

c. Hasil Olahan Tepung Tulang Ikan Nila

1) Kerupuk Pangsit

Penelitian (Sumbodo and Amalia, 2019) menunjukkan bahwa pemanfaatan tepung tulang dibuat dari limbah tulang ikan nila mampu meningkatkan karakteristik fisik dan kandungan nutrisi kerupuk pangsit secara signifikan. Berdasarkan hasil pengujian eksperimental, formulasi terbaik yang dipilih oleh panelis adalah penambahan 10% tepung tulang ikan nila (nilai hedonik $7,418 < \mu < 7,632$), dengan tingkat kerenyahan

sebesar $350,56 \pm 19,65$ gf. Dari sisi kimiawi, produk optimal ini memiliki kadar air rendah sebesar $2,70 \pm 0,06\%$ dan kandungan kalsium yang tinggi mencapai $122,74 \pm 0,96$ mg/100 g, sehingga dapat disimpulkan bahwa substitusi tepung tulang ikan nila efektif dalam memperbaiki kualitas organoleptik sekaligus memperkaya nilai gizi kerupuk pangsit.

2) Biscuit

Menurut penelitian (Swamilaksita, 2019), Telah terbukti bahwa penambahan tepung tulang ikan nila secara signifikan meningkatkan kandungan kalsium pada biskuit bayam, dengan kadar tertinggi mencapai 7,63% pada penambahan 75 g. Meski kadar kalsium meningkat seiring bertambahnya konsentrasi tepung tulang, Berdasarkan hasil uji penerimaan (Visual Analog Scale), formulasi dengan penambahan 25 gram merupakan varian yang paling disukai oleh panelis secara keseluruhan sebagai alternatif makanan selingan tinggi kalsium.

3) Cookies

Berdasarkan hasil penelitian (Syadeto, Sumardianto and Purnamayanti, 2017), Kualitas kukis meningkat secara signifikan melalui fortifikasi dengan tepung tulang ikan, dengan konsentrasi 6% sebagai perlakuan yang paling disukai. Peningkatan konsentrasi tepung secara linier meningkatkan kekerasan hingga 20,76 N serta kadar kalsium dan fosfor tertinggi pada konsentrasi 8%, masing-masing sebesar 7,50% dan 4,87%. Produk akhir pada konsentrasi tertinggi juga memiliki 17,38% protein dan 1,95% kadar air, yang memenuhi standar SNI serta menunjukkan peningkatan nilai mineral dan daya simpan.

D. Stik

1. Defenisi Stik

Karena mudah disiapkan, camilan stik sangat populer di Indonesia dan umur simpan yang relatif panjang (Idrus *et al.*, 2024). Stik adalah makanan ringan atau snack yang sudah berkembang pesat, baik dari segi jenis, cita rasa, maupun kemasan. Dan juga produk makanan ringan yang sudah banyak dijual di pasaran. Salah satu bahan dasar yang diperlukan untuk membuatnya adalah ubi jalar ungu (Mutiara, 2020)



Gambar 4. Gambar Stik Ubi Ungu

2. Standar Resep dan Prosedur Pembuatan Stik Ubi Jalar Ungu

a. Bahan Pembuatan Stik

Bawang putih, bawang merah, telur, tepung tapioka, air, margarin, minyak goreng, garam, dan merica.

b. Cara Pembuatan Stik

Berdasarkan penelitian (Sampebua, 2023), Berikut adalah cara membuat stik ubi ungu:

- 1) Siapkan bahan dan peralatan
- 2) Haluskan bahan tambahan seperti bawang putih dan bawang merah.
- 3) Buatlah satu adonan dengan mencampurkan bahan utama bersama 1,5% tepung tulang ikan bandeng, 1% rumput laut, dan campuran bahan-bahan lainnya.
- 4) Bentuk adonan menjadi stik sepanjang 10 cm.
- 5) Panaskan minyak goreng hingga suhu 80°C selama empat menit.
- 6) Angkat stik, tiriskan, dan biarkan hingga dingin.

3. Bahan Pembuatan Stik

a. Tepung Terigu

Tepung terigu dibuat dari endosperma biji *Triticum aestivum* L. (club wheat) dan/atau *Triticum compactum* atau keduanya, yang diperkaya dengan zat besi, seng, vitamin B1, vitamin B2, dan asam folat (Badan Standarisasi Nasional, 2009).

b. Tepung Tapioka

Singkong, yang memiliki pati dengan konsentrasi amilopektin tinggi (83% amilopektin dan 17% amilosa) meskipun kadarnya lebih rendah dibandingkan beras ketan digiling untuk menghasilkan tepung tapioka (Natasasmita, Saragih and Yuliani, 2023).

c. Telur

Telur merupakan sumber protein hewani yang hampir ideal. Telur termasuk makanan yang mengandung nutrisi seperti lemak dan protein, vitamin A, dan mineral. Meskipun memiliki profil gizi yang tinggi, kandungan air dan lemaknya yang besar membuat telur menjadi habitat yang cocok untuk perkembangan bakteri, oleh karena itu masa simpan seringkali pendek, yang kemudian memicu inovasi pengeringan telur menjadi tepung demi kemudahan distribusi dan ketahanan produk (Z. Wulandari and I. I. Arief, 2022).

d. Margarin

Untuk memenuhi kebutuhan energi tubuh, margarin adalah produk emulsi lemak nabati yang mengandung setidaknya 80% lemak di samping berbagai bahan tambahan termasuk susu skim dan vitamin. Secara teori, bahan pangan ini berfungsi sebagai sumber gizi yang stabil dan telah memenuhi standar kesehatan jika komposisi lemaknya sesuai dengan aturan yang ditetapkan (Maria Ulfa & Jasuma, 2017).

4. Syarat Mutu Stik

Makanan ringan berbentuk stik dikategorikan sebagai SNI 2886:2015 Makanan ringan ekstrudat Standar mutu makanan ringan ekstrudat berdasarkan SNI 2886:2015 adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Syarat Mutu Stik

No.	Kriteria uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
1.1.	Warna	-	Normal
1.2.	Bau	-	Normal
1.3.	Rasa	-	Normal
1.4	Tekstur	-	Normal
2	Kadar air	Fraksi massa, %	Maks. 4
3	Kadar Lemak		
3.1	Proses penggorengan	Fraksi massa, %	Maks. 38
3.2	Tidak perlu digoreng	Fraksi massa, %	Maks. 30
4	Kadar garam (dihitung sebagai NaCl)	Fraksi massa. %	Maks. 2,5
5	Bilangan asam	Mg KOH/g minyak	Maks. 2
6	Bilangan peroksida	Mekperoksida a/1000g minyak	Maks. 10
7	Kadar abu tidak larut asam	Fraksi massa	Makss. 0,1
8	Cemaran logam		
8.1	Timbal (Pb)	Mg/kg	Maks. 0,25
8.2	Kadmium (Cd)	Mg/kg	Maks. 0,2
8.3	Timah	Mg/kg	Maks. 40
8.4	Merkuri	Mg/kg	Maks, 0,03
9	Cemara Arsen	Mg/kg	Maks. 0,25
10	Cemaran mikroba		
10.1	Angka Lempeng Total	Koloni/g	maks. 1×10^4

E. Uji Mutu Kimia

Salah satu teknik analisis kuantitatif untuk menentukan kadar zat gizi makro dalam sampel makanan dan pakan adalah analisis proksimat. Pengujian terhadap jumlah air, abu, protein, lemak, karbohidrat, dan kalsium juga tercakup di dalamnya. Uji proksimat bertujuan untuk memetakan profil nutrisi secara menyeluruh, yang mencakup penentuan kadar air untuk menilai ketahanan

simpan dan kerenyahan produk, serta kadar abu guna mengukur total kandungan mineral termasuk kalsium. Selain itu, pengujian ini berfungsi untuk mengidentifikasi kandungan lemak berfungsi sebagai sumber energi, sedangkan protein digunakan untuk membentuk sel-sel tubuh sekaligus penentu cita rasa dan tekstur, serta kadar karbohidrat yang dihitung dari sisa komponen lainnya sebagai penyedia energi utama bagi konsumen.

1. Kadar Air

Menurut hasil penelitian (Azis and Akolo R, 2019), kadar air merupakan persentase kehilangan berat bahan akibat penguapan air bebas dan air terikat dari matriks bahan pangan selama proses pemanasan. Secara teknis, analisisnya dilakukan dengan menimbang sekitar 1 gram sampel, baik sebelum maupun sesudah dikeringkan di dalam oven pada suhu 105 °C selama 8 jam hingga tercapai berat yang konstan, di mana semakin rendah nilainya, maka potensi masa simpan produk akan semakin lama.

2. Kadar Abu

Hasil penelitian (Khoirin Maghfiroh and Nurdiana Afrida, 2022) Kadar abu ialah ukuran jumlah mineral stabil atau residu anorganik yang tersisa ketika suatu produk pangan seperti camilan berbentuk stik dibakar atau diabukan pada suhu tinggi. Secara ilmiah, kadar abu merepresentasikan keseluruhan kandungan mineral produk tersebut, yang dipengaruhi oleh komposisi bahan baku, termasuk rasio tepung terigu dan tepung singkong dalam adonan. Pengujian ini sangat penting untuk mengevaluasi kemurnian bahan serta menentukan nilai gizi produk terkait kandungan mineralnya.

3. Kadar Protein

Kadar protein didefinisikan sebagai kandungan senyawa nitrogen total dalam stik keju, yang berfungsi sebagai komponen sel tubuh dan pengatur metabolisme. Tujuan pengujiannya adalah untuk mengevaluasi sejauh mana substitusi tepung ubi jalar ungu dan ekstrak bunga telang memengaruhi nilai gizi protein dalam produk, mengingat protein merupakan komponen penting yang menentukan kualitas gizi sebuah camilan. Menurut penelitian

(Widyanti and Seveline, 2022) Teknik Kjeldahl (AOAC 2012), yang mencakup tahapan destruksi, distilasi, dan titrasi, digunakan untuk menentukan konsentrasi protein. Sebanyak 2 g sampel didestruksi bersama 10 g sulfat anhidrat, 0,7 g merkuri oksida, dan 20 ml H₂SO₄ pekat hingga jernih, kemudian dilarutkan dalam 50 ml aquades untuk proses destilasi. Labu Erlenmeyer berisi 50 ml asam borat 3% dengan indikator digunakan untuk menampung distilat, lalu ditambahkan NaOH 60% hingga berwarna coklat dan didestilasi hingga volume 200 ml. Tahap terakhir melibatkan Titrasi dengan HCl 0,1 N hingga warna merah muda menghilang. Kadar nitrogen ditentukan dengan membandingkan volume titrasi sampel (V1) dan blanko (V2) terhadap berat sampel (B).

4. Kadar Lemak

Kandungan lemak pada stik keju, yang dapat larut dalam pelarut organik, memberikan cita rasa, aroma, dan tekstur renyah yang khas pada stik tersebut. Pengujian lemak bertujuan untuk memantau kandungan energi serta karakteristik organoleptik produk, karena lemak sangat berpengaruh terhadap daya terima panelis terhadap rasa dan kerenyahan stik keju tersebut.

5. Karbohidrat

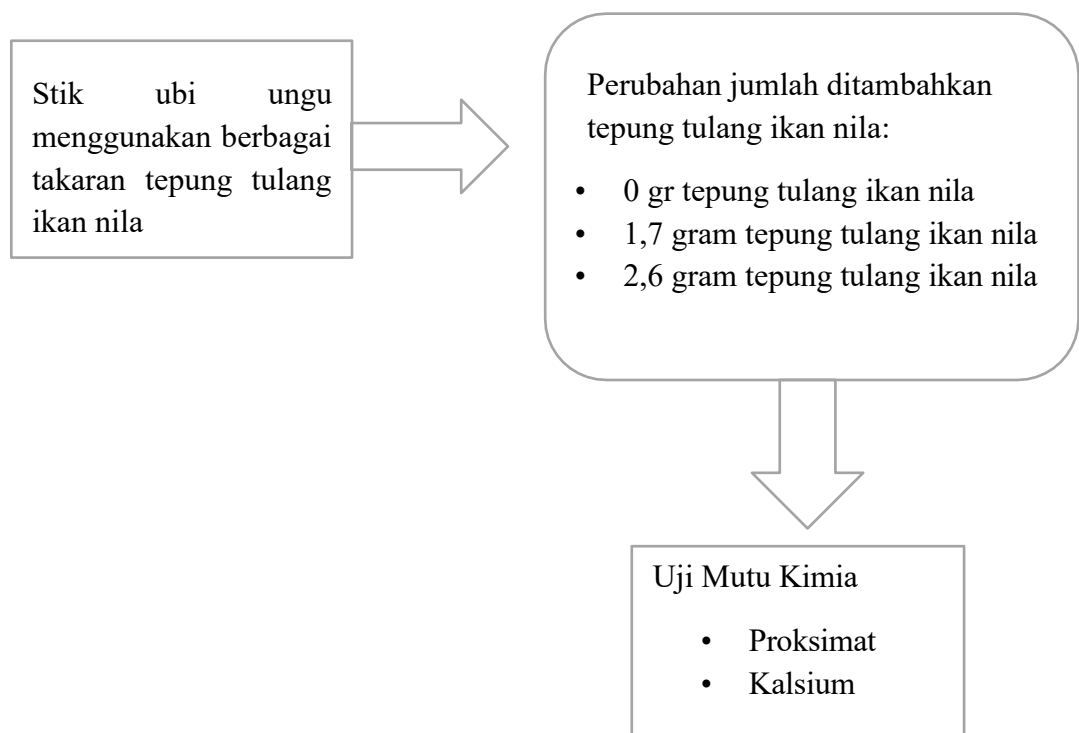
Menurut hasil penelitian (Febrianti dan Pasau, 2025), karbohidrat merupakan komponen mayoritas yang dihitung sebagai selisih dari berat total bahan setelah dikurangi komponen air, abu, protein, dan lemak, yang berfungsi sebagai sumber energi utama. Tujuan pengujiannya adalah untuk mengetahui total asupan energi yang dihasilkan dari stik keju ubi ungu, serta melihat pengaruh proporsi tepung ubi jalar yang kaya akan pati terhadap komposisi nutrisi akhir produk.

6. Kalsium

Kalsium dalam uji kimia didefinisikan sebagai penetapan kadar unsur mineral makro esensial yang dilakukan untuk mengukur konsentrasi kalsium total dalam suatu matriks bahan. Secara ilmiah, pengujian ini melibatkan analisis kuantitatif terhadap fraksi anorganik (abu) menggunakan metode instrumen seperti *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) atau metode titrasi

(seperti kompleksometri dengan EDTA) untuk menentukan jumlah kalsium yang tersedia. Tujuan utamanya adalah untuk mengevaluasi nilai gizi bahan pangan tersebut dalam memenuhi kebutuhan asupan harian serta memastikan produk tersebut dapat membantu mencegah dampak buruk akibat kekurangan kalsium, seperti gangguan pertumbuhan dan penurunan kepadatan tulang (Shlisky, Mandlik, Askari, *et al.*, 2022).

F. Kerangka Konsep



Gambar 5. Kerangka Konsep

G. Defenisi Operasional

Tabel 6. Definisi Operasional

No	Variable	Definisi Variabel	Skala
	Tepung Tulang Ikan Nila	Koperasi PT Aquafarm Nusantara menyediakan tepung tulang ikan nila yang terbuat dari sisa kerangka ikan nila sebagai produk sampingan dari pengolahan filet ikan nila. Proses pengolahannya dimulai dengan membersihkan kerangka tulang ikan nila, membuang ekor dan siripnya, kemudian merebusnya selama 30 menit. Setelah itu, sumsum tulang belakangnya dibuang dan dicuci bersih dalam air yang mengalir. Selanjutnya, tulang ikan nila yang telah dibersihkan direndam dalam 50 ml cuka food-grade berkadar 25% selama 10 menit. Kemudian tulang-tulang tersebut dimasak menggunakan panci bertekanan selama 2 jam. Tulang ikan kemudian dikosongkan setelah dibersihkan dibawah air mengalir. Selanjutnya, tulang-tulang tersebut diproses menggunakan mesin penggiling, dikeringkan selama 12 jam pada suhu 60°C di dalam mesin pengring kabinet, serta diayak menggunakan ayakan ukuran 80 mesh.	Nominal
2	Tepung Ubi Ungu	Ubi jalar ungu digunakan untuk membuat tepung ubi jalar ungu, yang diawali dengan pencucian ubi jalar ungu, dikupas, kemudian diris-iris (dengan ketebalan 1 cm), dikeringkan selama	Nominal

		7 jam, pada suhu 60 °C di dalam alat pengering tipe kabinet, kemudian digiling secara mekanis dan diayak menggunakan ayakan ukuran 80 mesh.	
3	Stik	Stik ubi ungu merupakan makanan selingan atau makanan ringan yang diolah yang menggunakan tepung terigu, tepung tapioka, telur, margarin, tepung ubi ungu dan penambahan tepung tulang ikan nila dengan variasi penambahan 0g (kontrol), 1,7g (SU1) dan 2,6g (SU2). Seluruh bahan dicampur, diadon hingga kalis, kemudian dipipihkan dan dipotong-potong menggunakan pisau dengan ukuran 8 cm, dan digoreng dengan minyak panas dengan api kecil.	Nominal
4	Uji Kimia (Proksimat)	Di laboratorium PT Saraswati, sejumlah teknik analisis kimia digunakan untuk mengevaluasi mutu kimia. Parameter-parameter tersebut mencakup penentuan kadar air (dengan teknik oven), kadar abu (dengan pengabuan kering (dry ashing)), kadar protein (dengan metode Kjeldahl), kadar lemak (dengan metode Soxhlet) dan kadar karbohidrat (dengan metode selisih) Indo Genetech (SIG) Bogor.	Rasio
5	Kalsium	Kalsium pada produk stik Pengujian Spektrofotometri Serapan Atom (AAS), dilakukan di laboratorium PT Saraswati Indo Genetech (SIG) di Bogor menggunakan tepung ubi jalar ungu dan tepung tulang ikan.	Rasio

