

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kalsium

1. Definisi Kalsium

Kalsium merupakan mineral makro esensial yang memegang peranan vital ganda, tidak hanya berfungsi sebagai komponen penyusun struktural utama untuk menjamin kepadatan dan kekuatan mekanis tulang, tetapi juga bertindak sebagai agen protektif yang signifikan bagi kesehatan vaskular serta regulasi tekanan darah sistemik (Abdiwijoyo, 2023). Secara fisiologis, reservoir kalsium terbesar sekitar 99% tersimpan secara stabil dalam matriks tulang berupa kristal hidroksiapatit yang memberikan rigiditas pada kerangka, sedangkan fraksi kecil 1% yang bersirkulasi dalam plasma darah dan cairan ekstraseluler memegang tanggung jawab metabolik yang kritis, meliputi pengaturan kontraksi otot jantung, transmisi impuls saraf yang cepat, serta aktivasi jalur sinyal seluler yang kompleks (Caffarelli, 2025).

Keseimbangan kalsium dalam tubuh bersifat sangat dinamis dan dijaga ketat. Apabila asupan harian tidak memadai untuk memenuhi kebutuhan metabolik, tubuh otomatis akan mengaktifkan mekanisme kompensasi dengan mereabsorpsi kalsium dari tulang. Proses ini jika berlangsung terus-menerus berisiko menyebabkan demineralisasi kronis dan kelemahan skeletal (Tarigan and Sihotang, 2024). Oleh karena itu, mengingat ketidakmampuan tubuh untuk memproduksi kalsium secara endogen, pemenuhan asupan melalui diet menjadi satu-satunya jalur yang sangat kritis, terutama pada fase pertumbuhan cepat atau peningkatan kebutuhan fisiologis seperti pada masa kanak-kanak, kehamilan demi mineralisasi janin, serta pada usia lanjut untuk menghambat laju resorpsi tulang (Vannucci, 2018).

2. Sumber kalsium

Produk susu seperti keju dan yogurt merupakan sumber kalsium utama di wilayah Eropa dan Amerika Utara dengan kontribusi mencapai 75% dari total asupan diet, sementara di negara-negara Asia, asupan kalsium lebih banyak bersumber dari pangan nabati seperti sayuran hijau, kacang-kacangan, dan biji

bijian (Cormick and Belizan, 2019). Meskipun beberapa produk nabati memiliki kandungan kalsium total yang tinggi, kontribusi nyatanya terhadap kecukupan nutrisi sangat bergantung pada kebiasaan makan lokal serta konsentrasi kalsium yang bervariasi berdasarkan letak geografis asalnya (Melse-boonstra, 2020).

Efektivitas asupan kalsium ditentukan oleh bioavailabilitasnya, di mana susu sapi umumnya memiliki tingkat penyerapan sekitar 40%, sementara produk nabati seringkali memiliki bioaksesibilitas yang lebih rendah akibat faktor antinutrisi seperti oksalat dan fitat (Shkemi and Huppertz, 2022). Penelitian terbaru menunjukkan bahwa meskipun produk seperti kale memiliki efisiensi penyerapan setara dengan susu, banyak alternatif nabati lainnya membutuhkan strategi khusus untuk meningkatkan ketersediaannya biologis, seperti teknik fermentasi, fortifikasi pangan, hingga pemilihan spesies tanaman hasil biofortifikasi (Muleya, 2024).

3. Rekomendasi asupan kalsium

Penelitian (Cormick and Belizan, 2019) menunjukkan kesenjangan asupan kalsium yang mencolok, di mana banyak negara di Asia, termasuk Indonesia, mencatatkan rata-rata konsumsi di bawah 500 mg/hari, jauh dari angka kecukupan yang direkomendasikan. Masa remaja merupakan fase emas pertumbuhan di mana sekitar 40–50% massa tulang terbentuk dan akumulasi massa tulang akhir individu dapat mencapai hingga 80%. Ketidacukupan asupan kalsium pada periode ini berdampak fatal secara jangka panjang, karena dapat menghambat kepadatan tulang maksimal di masa dewasa dan secara signifikan meningkatkan risiko osteoporosis serta gangguan pembentukan jaringan tulang di usia lanjut (Ciampo and Lopes, 2023).

Tabel 1. Rekomendasi Asupan Kalsium

Kelompok Umur	Kecukupan Kalsium Laki-laki (mg)	Kecukupan Kalsium 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
Hamil (+an)		
Trimester 1	-	+200
Trimester 2	-	+200
Trimester 3	-	+200
Menyusui (+an)		
6 bulan pertama	-	+200
6 bulan kedua	-	+200

Sumber : Permenkes RI No.28 tahun 2019

4. Manfaat dan resiko defisiensi kalsium

Kalsium merupakan mineral paling melimpah dalam tubuh manusia yang memiliki peran fungsional luas, melampaui fungsi struktural pada tulang dan gigi. Sebagai mineral multifungsi, kalsium berperan krusial dalam regulasi irama jantung, aktivasi enzim, serta sinkronisasi metabolisme yang mendukung kesehatan tubuh secara menyeluruh. Kajian ilmiah menunjukkan bahwa asupan kalsium harian minimal 800 mg efektif meningkatkan densitas tulang sebesar

0,6% hingga 1,8% dan memberikan perlindungan preventif terhadap penyakit kronis seperti hipertensi dan diabetes (Zhang, 2022).

Kondisi defisiensi kalsium atau hipokalsemia dapat menimbulkan dampak klinis sistemik yang serius. Secara skeletal, kekurangan kalsium menjadi faktor risiko utama osteoporosis dan rikets, khususnya pada populasi dengan asupan kritis di bawah 300 mg/hari (Shilisky, 2022). Di luar sistem rangka, hipokalsemia kronis memicu gangguan neuromuskular dan aritmia jantung. Dampak ini menjadi sangat krusial pada masa remaja, karena kegagalan pemenuhan nutrisi kalsium pada fase ini akan menghambat pencapaian puncak massa tulang (*peak bone mass*), yang berujung pada peningkatan risiko osteoporosis prematur di masa depan (Ciampo and Lopes, 2023).

5. Metabolisme kalsium

Metabolisme kalsium merupakan proses kompleks yang melibatkan koordinasi antara usus, ginjal, dan tulang. Di usus, absorpsi terjadi melalui jalur transeluler aktif (tergantung vitamin D) saat asupan rendah, dan jalur paraseluler pasif saat asupan tinggi (Fleet, 2022). Secara keseluruhan, efisiensi penyerapan kalsium sangat dipengaruhi oleh kondisi fisiologis seperti masa pertumbuhan atau kehamilan, serta keberadaan faktor pendukung seperti laktosa. Sebaliknya, sekitar 90% ekskresi kalsium terjadi melalui feses akibat ketersediaan hayati yang terhambat oleh faktor antinutrisi seperti oksalat, fitat, dan kafein (Ciampo and Lopes, 2023).

Kadar kalsium serum dijaga secara sangat ketat dalam kisaran fisiologis normal (8,9–10,2 mg/dL) melalui mekanisme umpan balik yang melibatkan interaksi sinergis antara hormon paratiroid (PTH), kalsitriol, dan kalsitonin. Ketika konsentrasi kalsium darah menurun, kelenjar paratiroid segera mendeteksi fluktuasi ini dan melepaskan PTH, yang bekerja secara simultan untuk menstimulasi konversi enzimatis di ginjal guna memproduksi kalsitriol aktif. Selain meningkatkan reabsorpsi kalsium di tubulus distal ginjal guna meminimalisir kehilangan melalui urin, PTH juga mendorong mobilisasi mineral melalui proses resorpsi tulang oleh osteoklas, yang secara efektif melepaskan kalsium kembali ke sirkulasi sistemik. Sebaliknya, apabila kadar

kalsium melampaui ambang batas normal, hormon kalsitonin akan disekresikan untuk menghambat aktivitas osteoklas, yang secara langsung mengurangi laju resorpsi tulang dan mempercepat ekskresi kalsium melalui ginjal untuk mencegah hiperkalsemia. Proses adaptasi dinamis ini merupakan prioritas tubuh untuk memastikan fungsi saraf dan kontraksi otot ekstraseluler tetap stabil (Zarzour, 2023).

B. Ikan Nila

1. Definisi Ikan Nila

Dengan nilai pasar yang tinggi dan dampak yang signifikan terhadap akses masyarakat terhadap sumber protein hewani, ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan komoditas unggulan dalam industri akuakultur air tawar. Keunggulan utama spesies ini mencakup pertumbuhan yang terbilang cepat, kadar protein yang tinggi, serta daya adaptasi yang kuat terhadap beragam kondisi lingkungan perairan, sehingga menjadikannya komoditas pilihan bagi para pelaku usaha budidaya ikan dari berbagai skala, baik skala kecil maupun besar (Hendriana, 2022). Selain itu, ikan nila termasuk dalam kategori ikan eurihalin, yakni spesies yang tidak hanya mampu bertahan di lingkungan air tawar, melainkan juga dapat hidup di perairan payau hingga perairan dengan kadar garam yang tinggi. Komoditas ini memiliki potensi besar untuk pengembangan yang luas sebagai sumber makanan bergizi yang mudah diakses oleh semua segmen masyarakat Indonesia. Kapasitas fisiologisnya untuk secara aktif mengatur osmoregulasi di berbagai salinitas semakin mendukung kemampuan ini (Sholikha, Latuconsina, dan Pitono, 2024).

Ikan nila mudah dikenali dari ciri khas garis-garis vertikal di seluruh tubuh dan sirip ekornya, serta sisiknya yang tebal dan kasar, mata yang menonjol, dan tepi putih. Tubuhnya juga pipih di bagian samping. Karena nila adalah omnivora, mereka dapat diberi makan berbagai macam makanan nabati dan hewani, yang menekan biaya produksinya. Karena manfaat ini, nila telah menjadi produk akuakultur air tawar terpenting di Indonesia. Sebagai pemain utama di pasar ekspor pangan global dan perikanan nasional, Indonesia adalah produsen nila

terbesar kedua di dunia, yang menyumbang sekitar 25,89% dari total produksi nila di seluruh dunia. (Gustiano, 2023).

2. Definisi Daging Lumat Ikan Nila

Daging lumat ikan nila merupakan hasil pemisahan secara mekanis antara daging dan kerangka ikan nila pascaproses produksi fillet, yang menghasilkan massa daging halus bertekstur lembut dan seragam. Berbagai macam produk makanan olahan, seperti nugget dan produk ikan olahan lainnya, dapat dibuat dari daging cincang ini karena merupakan bahan baku perikanan olahan berkualitas tinggi (Tarida, Dan, dan Pato, 2020). Dalam upaya untuk mendiversifikasi produk perikanan dan memanfaatkan bagian ikan yang terbuang dalam pembuatan fillet ekspor, daging ikan nila cincang dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk produk olahan (Irfani, Wijayanti, dan Fahmi, 2025).

Tingkat protein yang tinggi pada daging ikan nila cincang menjadikannya kandidat yang sangat baik untuk digunakan dalam makanan olahan yang kaya protein. Pengayaan daging ikan nila dalam produk makanan secara signifikan meningkatkan kandungan protein, mencapai 44,4% pada produk yang diperkaya, menurut penelitian (Fauzi, Junianto, dan Kurniawati, 2017). Penelitian yang dilakukan oleh Hasyim, Ekawati, dan Suwinda (2020) mendukung hal ini, mengungkapkan bahwa daging ikan nila segar memiliki kadar protein rata-rata 16,011% per 100 gram. Hal ini menjadikannya sumber protein hewani yang sangat baik yang dapat diolah menjadi makanan fungsional.

3. Kandungan zat gizi daging lumat ikan nila

Biaya yang rendah dan kepadatan nutrisi yang tinggi dari ikan nila (*Oreochromis niloticus*) menjadikannya komoditas air tawar yang sangat diminati di Indonesia. Berdasarkan TKPI 2017, Tabel 2 menyajikan komposisi nutrisi ikan nila per 100 gram bagian yang dapat dimakan (BDD).

Tabel 2. Kandungan Zat Gizi Ikan Nila

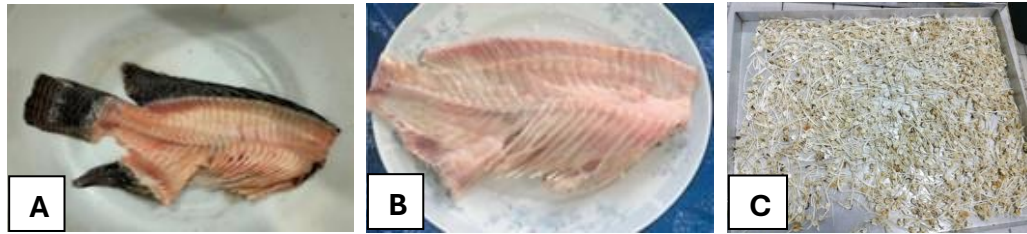
NO	zat gizi	Jumlah
1.	Energi	89 kkal
2.	Protein	18.7 g
3.	Lemak	1.0 g
4.	Karbohidrat	0.0 g
5.	Kalsium	96 mg
6.	Fosfor	209 mg
7.	Zat besi (fe)	1.5 mg
8.	Air	79.9 g

Sumber :TKPI, 2017

4. Definisi Tulang Ikan Nila

Limbah tulang ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan residu industri filet yang menyumbang sekitar 10% hingga 15% dari total bobot ikan, namun potensinya sebagai sumber kalsium fungsional belum tergarap secara maksimal. Bagian aksial yang tersisa dari proses pemilahan daging ini sebenarnya dapat dikonversi menjadi tepung tulang bernutrisi tinggi yang berfungsi sebagai alternatif asupan kalsium, khususnya bagi konsumen dengan intoleransi laktosa atau mereka yang menghindari produk susu (Tarigan and Sihotang, 2024).

Mengolah limbah perikanan seperti tulang, kepala, dan sirip menjadi tepung tulang merupakan langkah strategis untuk mengurangi dampak lingkungan sekaligus menciptakan nilai tambah ekonomi. Kualitas produk tepung tulang ini nantinya akan ditentukan oleh komposisi kimianya, yang dapat diukur melalui parameter pengujian seperti kadar abu (total mineral), kadar air (penentu daya simpan), serta kadar protein dan lemak (Yusrina, 2021).



Gambar 1. Kerangka Ikan Nila

- (a) Kerangka yang diperoleh dari pabrik pengolahan daging lumat ikan nila,
 (b) Kerangka ikan nila yang sudah dibuang sirip dan ekor, (c) tulang ikan yang sudah di keringkan di *cabinet dryer*

5. Kandungan Zat Gizi Tulang Ikan Nila

Kandungan nutrisi yang terdapat dalam tulang ikan nila telah diuji melalui analisis laboratorium untuk mengetahui komposisi zat gizi spesifiknya. Rincian mengenai parameter kadar air, mineral, hingga nilai kalori dari hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 3. di bawah ini:

Tabel 3. Kandungan Zat Gizi Tulang Ikan Bandeng, Ikan Patin, dan Ikan Nila

No	Parameter	Tulang ikan bandeng*	Tulang ikan patin**	Tepung tulang ikan nila***
1.	Kadar air	14,62 %	24,11 %	4,89 g
2.	Kadar abu	5,29 %	-	52,56 mg
3.	Lemak total	6 %	12,75 %	16,43 g
4.	Protein	8,14 %	24,11 %	21,5 g
5.	Karbohidrat	39,4 %	0 %	4,73 g
6.	Energi	-	-	252 kcal
7.	Kalsium	8896 mg	61,238 mg	11,745 mg

* Pangestika, Widyasari and Arumsari, 2021

** Purwatti, 2022

*** Tarigan and Sihotang, 2024

6. Manfaat Tulang Ikan Nila

Kerangka Tulang ikan nila merupakan sumber kalsium alami yang memiliki kandungan mineral tinggi dan berpotensi besar untuk dimanfaatkan sebagai bahan fortifikan pangan. Kerangka tulang ikan nila mengandung kalsium yang cukup tinggi yaitu sekitar 18-21% serta fosfor dengan rasio Ca/P yang mendekati 2:1, yaitu rasio ideal untuk penyerapan kalsium optimal dalam tubuh (Wijayanti, 2018). Selain kalsium dan fosfor, kerangka tulang ikan nila juga mengandung protein, abu yang tinggi (lebih dari 50%), serta mineral lain yang bermanfaat bagi tubuh, sehingga dapat menjadi alternatif sumber kalsium yang murah dan mudah diperoleh dari limbah industri pengolahan ikan (Syadeto, Sumardianto and Purnamayani, 2017).

Pemanfaatan limbah tulang ikan nila menjadi tepung kalsium memberikan manfaat ekonomis dan lingkungan dengan menghasilkan produk bergizi tinggi. Selain mengandung asam amino yang membantu mengoptimalkan penyerapan kalsium di usus, tepung ini terbukti lebih ekonomis dan memiliki kadar kalsium yang jauh lebih tinggi dibandingkan berbagai produk olahan susu (Tarigan and Sihotang, 2024). Perbandingan selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Perbandingan Kalsium Produk Per 100 Gram

No	Produk	Kandungan kalsium /100gr
1.	Tepung tulang ikan nila	11.745 mg
2.	Susu kedelai	50 mg
4.	Susu sapi	143 mg
5.	Susu kental manis	275 mg
6.	Yogurt	120 mg
7.	Keju	777 mg
10.	Kacang hijau	223 mg
11.	Kacang kedelai	196 mg
12.	Kacang merah	293 mg
13.	Tepung kacang kedelai	195 mg

Sumber :TKPI, 2017

7. Cara pembuatan tepung tulang ikan nila

Proses produksi tepung tulang ikan nila yang dijadikan rujukan dalam penelitian ini mengacu pada prosedur yang dikembangkan oleh (Tarigan and Sihotang, 2024), dan dilaksanakan melalui serangkaian tahapan yang sistematis sebagai berikut:

1. Dimulai dengan memisahkan kerangka utama ikan nila dari sirip dan ekor, kemudian direbus selama 30 menit untuk memisahkan sisa daging yang menempel.
2. Tulang kemudian dicuci dengan air mengalir, lalu dibelah untuk membuang sumsum tulang.
3. Tulang yang telah dibelah dicuci kembali hingga bersih menggunakan air mengalir.
4. Tulang ikan nila direndam dalam larutan cuka sebanyak 50 ml dalam 1 kg tulang ikan per 1 liter air selama 10 menit.
5. Tulang ikan direbus menggunakan metode perebusan bertekanan tinggi (*pressure cooking*) selama dua jam untuk melunakkan struktur tulang, kemudian ditiriskan.
6. Tulang yang telah ditiriskan selanjutnya dikeringkan menggunakan *cabinet dryer* pada suhu konstan 60°C selama 10–12 jam.
7. Tulang yang telah kering kemudian digiling menggunakan mesin penggiling (merek Yamasuka) hingga halus, lalu diayak menggunakan ayakan berukuran 80 mesh.

C. Nugget

1. Definisi nugget

Nugget merupakan produk pangan olahan yang dapat dihasilkan dari berbagai jenis bahan baku, seperti daging sapi, ayam, maupun ikan yang lazim disebut sebagai nugget ikan. Pengolahan ikan menjadi nugget dilakukan dengan tujuan ganda, yakni untuk memperpanjang daya simpan produk sekaligus sebagai bentuk diversifikasi olahan perikanan sebagai sumber protein bernilai gizi tinggi (Muchtar, 2022). Kemudahan dan kepraktisan nugget dalam proses

penyajiaannya menjadikan produk ini disukai oleh berbagai kelompok usia, mulai dari anak-anak hingga kalangan dewasa.

Dalam pembuatannya, nugget menggunakan teknologi restrukturisasi yang memanfaatkan potongan daging berukuran kecil yang dibentuk menjadi produk dengan karakteristik tertentu. Proses ini melibatkan penambahan bahan pengisi (filler), bahan pengikat (binder), serta berbagai bumbu, sehingga menghasilkan produk dengan bentuk, rasa, dan aroma yang khas serta mampu bertahan lebih lama (Darmadi, Pandit and Sugiana, 2019).

Di antara berbagai jenis nugget ikan yang ada, nugget ikan nila memiliki potensi yang sangat baik untuk dikembangkan sebagai pangan fungsional. (Tarida, Dan and Pato, 2020) dalam penelitiannya tentang nugget ikan nila dengan penambahan tepung kedelai membuktikan bahwa produk ini mengandung protein yang cukup tinggi dengan karakteristik organoleptik yang dapat diterima dengan baik oleh konsumen dari berbagai kalangan usia, sehingga berpotensi menjadi alternatif produk olahan ikan yang bernilai gizi baik



Gambar 2. Nugget

2. Syarat mutu nugget

Karakteristik akhir nugget ikan dinilai berdasarkan parameter kimia, mikrobiologi, dan fisik. Penilaian ini merujuk pada standar baku mutu ikan sebagaimana tercantum dalam Tabel 5.

Tabel 5. Persyaratan Mutu dan Keamanan Nugget Ikan

Parameter uji	Satuan	Persyaratan
a. sensori		
b. kimia		
- kadar air	%	Maks 60,0
- kadar abu	%	Maks 2,5
- kadar protein	%	Min 5,0
- kadar lemak	%	Maks 15,0
c. cemaran mikroba		
- ALT	Koloni/g	Maks 5×10^4
- Escherichia coli	APM/g	3
- Salmonella	-	Negatif/25 g
- Vibrio cholerae*	-	Negatif/25 g
- Staphylococcus aureus*	Koloni/g	Maks 1×10^2
d. Cemaran logam*		
- Cadmium (Cd)	mg/kg	Maks 0,1
- Merkuri (Hg)	mg/kg	Maks 0,5
- Timbal (Pb)	mg/kg	Maks 0,3
- Arsen (As)	mg/kg	Maks 1,0
- Timan (sn)	mg/kg	Maks 40,0
e. Cemaran fisik		
- Filth	-	0
CATATAN* bila diperlukan		

Sumber: *SNI 7758-2013*

3. Standar Resep dan Prosedur pembuatan nugget

a. Standar resep nugget

Komponen bahan yang digunakan dalam formulasi nugget adalah sebagai berikut:

Tabel 6. Standar Resep Nugget

NO	Bahan	Jumlah
1.	Daging ayam	250 g
2	Daun kelor	50 g
3.	Tepung terigu	50 g
4.	Tepung tapioka	50 g
5.	Telur	2 butir
6.	Bawang merah	2 siung
7.	Bawang putih	2 siung
8.	Merica bubuk	1 g
9.	Garam	3 g
10.	Gula	5 g
11.	Kaldu jamur	3 g

Sumber : Damayanthi, 2024

b. Prosedur pembuatan nugget

Berdasarkan penelitian (Damayanthi, 2024), proses pembuatan nugget dilakukan melalui tahapan sebagai berikut:

- a. Daging dihaluskan lalu dicampur dengan telur, garam, gula, merica, bawang putih, dan bawang merah hingga merata.
- b. Kemudian tepung tapioka dan tepung terigu ditambahkan dan diaduk hingga adonan homogen.
- c. Adonan dituangkan ke dalam Loyang yang sudah di olesi minyak lalu dikukus selama 30 menit hingga matang.
- d. Nugget yang telah matang didinginkan kemudian dipotong sesuai ukuran yang terstandar.
- e. Potongan nugget dicelupkan ke dalam kocokan telur, dilumuri tepung panir, dan disimpan dalam *freezer* atau alat pendingin

D. Uji Kimia

1. Proksimat

Analisis proksimat merupakan teknik yang digunakan untuk mengukur kadar kalori, protein, lemak, dan karbohidrat dalam suatu bahan, dengan menerapkan berbagai uji kimia secara terstruktur dan sistematis. Menurut AOAC (2005), teknik gravimetri digunakan untuk mengukur kadar air dan abu, metode Kjeldahl untuk kadar protein, dan metode Soxhlet untuk kadar lemak. Pada saat yang sama, pendekatan selisih digunakan untuk menentukan kadar karbohidrat. Ini melibatkan pengambilan proporsi total air, abu, protein, dan lemak dan mengurangnya dengan 100%. Hasil akhir dikoreksi untuk memenuhi tingkat kualitas SNI 7758:2013, dan semua teknik pengujian mengikuti norma Asosiasi Ahli Kimia Analitik Resmi (AOAC).

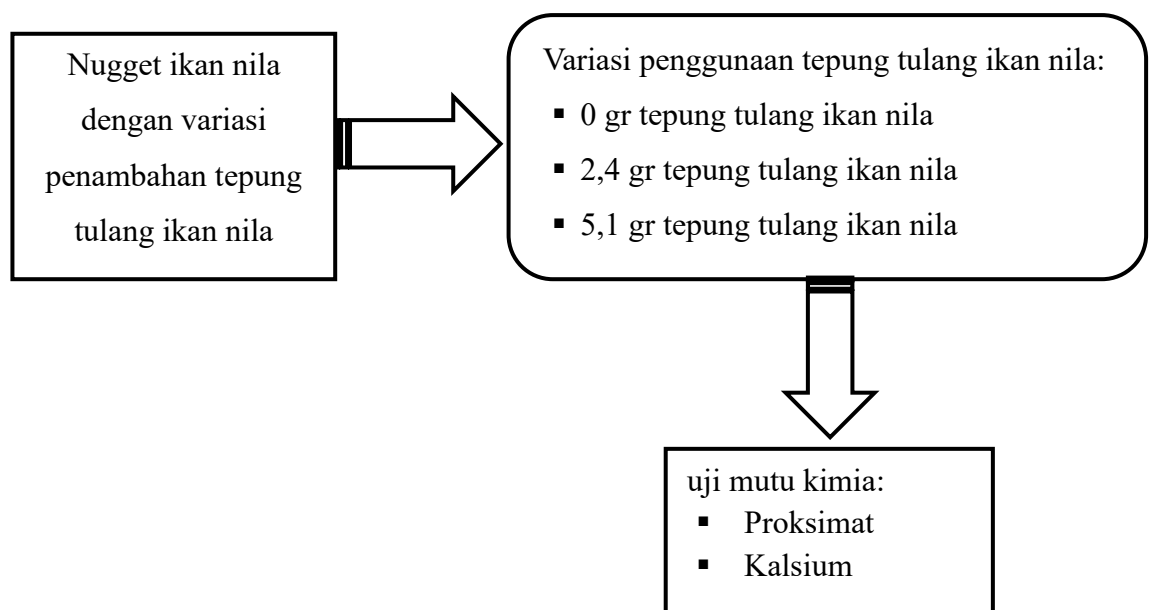
Persentase kandungan air, abu, protein, lemak, dan karbohidrat pada suatu bahan makanan dapat ditentukan melalui perhitungan tertentu. Adapun metode yang digunakan untuk menguji kadar air dan abu dijelaskan sebagai berikut.: metode gravimetri (AOAC, 2005), metode Kjeldahl (AOAC, 2005), metode Soxhlet (AOAC, 2005), dan metode selisih (AOAC, 2005). Ini berarti bahwa persentase total kadar air, abu, protein, dan lemak dikurangi dari 100% untuk menentukan kadar karbohidrat. Hasil temuan dikoreksi untuk memenuhi standar kualitas SNI 7758:2013, dan semua pengujian didasarkan pada prosedur Asosiasi Ahli Kimia Analitik Resmi (AOAC). (Ahmil and Mulyati, 2021) menyatakan bahwa setiap parameter proksimat dianalisis menggunakan metode AOAC yang telah terstandarisasi untuk menghasilkan data komposisi kimia yang lengkap dan dapat dipertanggungjawabkan. Sejalan dengan itu, (Rahmah, 2025) menegaskan bahwa penerapan metode AOAC dalam analisis proksimat bertujuan untuk menghasilkan data kandungan gizi yang terstandar sehingga dapat dinilai kesesuaiannya dengan mutu produk yang berlaku.

2. Kalsium

Teknik analitik untuk mengukur konsentrasi unsur dengan mengukur penyerapan cahaya oleh atom bebas pada panjang gelombang tertentu, yang dikenal sebagai Spektrofotometri Serapan Atom (AAS) (AOAC, 2005),

digunakan untuk menentukan kadar kalsium. Sebelum dianalisis, sampel terlebih dahulu melalui tahap destruksi basah menggunakan asam kuat untuk melarutkan matriks organik sehingga mineral kalsium dapat terdeteksi secara optimal oleh alat. (Ahmil and Mulyati, 2021) menyatakan bahwa analisis kalsium menggunakan metode AAS berdasarkan AOAC merupakan metode terstandar di laboratorium terakreditasi untuk menentukan kandungan mineral dalam bahan pangan secara kuantitatif. Hal ini sejalan dengan (Indah., 2025) yang menggunakan metode AAS berdasarkan AOAC dalam pengukuran kadar kalsium produk pangan dan melaporkan hasilnya secara akurat, membuktikan bahwa AAS merupakan metode yang andal, terstandar, dan sesuai untuk analisis kadar kalsium.

E. Kerangka Konsep



Gambar 3. Kerangka Konsep

F. Definisi Operasional

Tabel 7. Definisi Operasional

No	Variabel	Definisi Operasional	Skala
1.	Daging lumat ikan nila	Daging lumat ikan nila merupakan daging ikan nila yang telah di pisahkan secara mekanis dari kerangka ikan nila pascaproses produksi fillet ekspor, sehingga menghasilkan massa daging yang halus dan seragam. Daging lumat ikan nila yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh langsung dalam bentuk daging lumat siap pakai dari koperasi PT Aquafarm Nusantara, Kabupaten Serdang Bedagai, Danau Toba. Daging lumat tersebut diperoleh dalam kondisi segar (<i>fresh</i>) dan selanjutnya disimpan dalam <i>freezer</i> pada suhu -18°C, dengan masa simpan kurang lebih dua bulan.	
2.	Tepung Tulang Ikan Nila	Tepung tulang ikan nila merupakan produk hasil pengolahan yang bersumber dari kerangka ikan nila yang diperoleh dari Koperasi PT Aquafarm Nusantara. Proses pengolahannya dimulai dengan membuang sisa sirip dan ekor, kemudian sisa daging pada tulang direbus selama 30 menit, lalu dicuci menggunakan air mengalir dan dibersihkan kembali dengan cara mematahkan tulang untuk mengeluarkan sumsum. Tulang selanjutnya direndam dalam larutan cuka dengan konsentrasi 50 ml dalam 1 kg tulang ikan per 1 liter air selama 10 menit, kemudian dipresto selama 2 jam. Setelah ditiriskan, tulang dikeringkan dalam <i>cabinet dryer</i> pada suhu 60°C selama 10–12 jam, lalu dihaluskan menggunakan alat penggiling (merek Yamasuka, model FFC-15, kecepatan	-

		8.800 rpm, daya 1,1 kW) dan diayak menggunakan ayakan berukuran 80 <i>mesh</i> ..	
2.	Nugget Ikan Nila dengan variasi Penambahan Tepung Tulang Ikan Nila	Nugget fortifikasi merupakan produk olahan berbasis daging lumat ikan nila yang diperkaya dengan tepung tulang ikan nila sebagai sumber mineral tambahan. Pembuatan adonan dimulai dengan menggiling daging lumat ikan nila bersama bawang putih, telur, dan es batu menggunakan chopper hingga tercampur rata. Adonan kemudian dipindahkan ke baskom dan ditambahkan garam, merica, bawang putih bubuk, tepung tapioka, tepung terigu, daun bawang, serta parutan wortel, lalu diaduk hingga homogen. Kemudian adonan setiap perlakuan dicampur dengan tepung tulang ikan nila secara bertahap, yaitu, NI0 (kontrol), NI1 (2,4 g tepung tulang ikan nila), dan NI2 (5,1 g tepung tulang ikan nila). Masing-masing adonan dituang ke dalam loyang berminyak, dikukus selama 40 menit hingga matang, kemudian dipotong sesuai ukuran standar, dicelupkan ke dalam kocokan telur, dibaluri tepung panir, dan disimpan dalam freezer.	-
3.	Analisis Proksimat	Analisis proksimat adalah metode pengujian kimia untuk menentukan komposisi zat gizi makro pada produk nugget guna memastikan kesesuaian dengan standar SNI 7758:2013. Parameter yang diukur meliputi: ▪ Kadar Air: Diukur menggunakan metode gravimetri sesuai AOAC. Menurut SNI, kadar air maksimal ditetapkan sebesar 60,0% guna mempertahankan daya simpan produk.	Rasio

		▪ Kadar Abu: Diukur dengan metode gravimetri berdasarkan AOAC, dengan nilai maksimal sebesar 2,5%. ▪ Kadar Protein: Ditentukan melalui metode Kjeldahl berdasarkan AOAC. Nugget ikan disyaratkan kadar protein minimal 5,0%. ▪ Kadar Lemak: Ditentukan menggunakan metode Soxhlet berdasarkan AOAC, dengan batas maksimal sebesar 15,0% demi menjaga mutu dan keamanan produk. ▪ Kadar Karbohidrat: Diperoleh melalui perhitungan by difference dengan rumus: $\text{Karbohidrat (\%)} = 100\% - (\% \text{ air} + \% \text{ abu} + \% \text{ protein} + \% \text{ lemak})..$	
4.	Kadar kalsium	Kadar kalsium merupakan jumlah kandungan mineral kalsium yang terdapat pada nugget ikan nila dengan penambahan tepung tulang ikan nila. Pengukuran diukur menggunakan metode laboratorium Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) (AOAC, 2005). Hasilnya dinyatakan dalam mg/100g untuk melihat kontribusinya terhadap kebutuhan kalsium harian.	Rasio