

**KARAKTERISASI MUTU DAN TINGKAT KESUKAAN *CRACKERS* YANG
DIFORTIFIKASI DENGAN TEPUNG TULANG IKAN SAPU-SAPU
(*Pterygoplichthys pardalis*)**

**Quality Characterization and Acceptability of Crackers Fortified by Bone Flour
of Sailfin Catfish (*Pterygoplichthys pardalis*)**



**SRI NURUL UTAMI
L012221008**



**PROGRAM MAGISTER ILMU PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**KARAKTERISASI MUTU DAN TINGKAT KESUKAAN *CRACKERS* YANG DIFORTIFIKASI
DENGAN TEPUNG TULANG IKAN SAPU-SAPU (*Pterygoplichthys pardalis*)**

**SRI NURUL UTAMI
L012221008**



**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**Quality Characterization and Acceptability of Crackers
Fortified by Bone Flour of Sailfin Catfish (*Pterygoplichthys pardalis*)**

**SRI NURUL UTAMI
L012221008**



**FISHERIES SCIENCE MASTER STUDY PROGRAM
FACULTY OF MARINE AND FISHERIES SCIENCE
HASANUDDIN UNIVERSITY
MAKASSAR
2024**

PERNYATAAN PENGAJUAN

**KARAKTERISASI MUTU DAN TINGKAT KESUKAAN *CRACKERS*
YANG DIFORTIFIKASI DENGAN TEPUNG TULANG
IKAN SAPU-SAPU (*Pterygoplichthys pardalis*)**

Tesis

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister

Program Studi Magister Ilmu Perikanan

Disusun dan diajukan oleh

SRI NURUL UTAMI
L012221008

Kepada

**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

TESIS

KARAKTERISASI MUTU DAN TINGKAT KESUKAAN
CRACKERS YANG DIFORTFIKASI DENGAN TEPUNG TULANG IKAN SAPU-SAPU
(*Pterygoplichthys pardalis*)

SRI NURUL UTAMI
L012221008

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Magister pada tanggal bulan tahun dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

pada

Program Studi Magister Ilmu Perikanan
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan
Universitas Hasanuddin
Makassar

Mengesahkan:

Pembimbing Utama,



Dr. Nursinah Amir, S.Pi., M.P
NIP. 19791115 200604 2 030

Pembimbing Pendamping,




Kasmiasi, S.TP., M.P., Ph.D
NIP. 19740816 200312 2 001

Ketua Program Studi
Magister Ilmu Perikanan,



Dr. Ir. Badraeni, M.P
NIP. 19651023 199103 2 001

Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan
Perikanan, Universitas Hasanuddin



Prof. Safruddin, S.Pi., MP., Ph.D
NIP. 19750611 200312 1 003



PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis berjudul "Karakterisasi Mutu dan Tingkat Kesukaan *Crackers* yang Difortifikasi dengan Tepung Tulang Ikan Sapu-Sapu (*Pterygoplichthys pardalis*)" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing (Dr. Nursinah Amir, S.Pi.,M.P dan Kasmiasi, S.TP.,M.P.,Ph.D). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini. Sebagian dari isi tesis ini telah dipublikasikan di Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries, Volume 28, Nomor 4, halaman 401-414 sebagai artikel dengan judul "Characteristics of crackers fortified with sailfin catfish (*Pterygoplichthys pardalis*) bone meal". Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 24 Juli 2024



Sri Nurul Utami
L012221008

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan Hidayah-NYA Tesis yang berjudul **“Karakterisasi Mutu dan Tingkat Kesukaan Crackers yang Difortifikasi dengan Tepung Tulang Ikan Sapu-Sapu (*Pterygoplichthys pardalis*)”** pada 2024, dapat terselesaikan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Ilmu Perikanan pada Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.

Penelitian yang saya lakukan dapat terlaksana dengan sukses dan tesis ini dapat dirampungkan atas bimbingan, diskusi dan arahan Dr. Nursinah Amir, S.Pi., M.P sebagai pembimbing utama dan Kasmianti, S.TP., M.P., Ph.D sebagai pembimbing pendamping. Saya mengucapkan banyak terima kasih kepada mereka. Ucapan terima kasih juga saya ucapkan kepada Dr. Fahrul, S.Pi., M.Si, Dr. Ir. Ophirtus Sumule, DEA dan Dr. Syahrul, S.Pi., M.Si, selaku para penasehat yang memberikan pengetahuan dan masukan berupa saran dan kritik yang sangat membangun kepada penulis. Ucapan terima kasih juga saya haturkan kepada Prof. Dr. Ir. Meta Mahendradatta yang telah mengizinkan saya untuk melakukan penelitian di Laboratorium Pengembangan Produk Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin serta kak Nurul Fathanah S.P.,M.Si yang sudah sangat banyak membantu selama proses penelitian. Kepada seluruh staf dan pengajar Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan khususnya para dosen Program Studi Magister Ilmu Perikanan yang turut membantu dan memberikan saran pada penyusunan tesis ini saya ucapkan terima kasih.

Akhirnya, kepada kedua orang tua saya tercinta ibu Hj. Sukmaini dan bapak (alm) H.Muhammad Syarif, saudara tercinta Muhammad Iqra Utomo Pratikto Syarif dan Muhammad Khairul Ikhwan Syarif saya mengucapkan terima kasih atas segala doa, motivasi dan pengorbanan secara moril dan materil selama saya menempuh pendidikan. Penghargaan yang besar juga saya sampaikan kepada teman-teman S2 Ilmu Perikanan yang turut membantu, memberikan motivasi dan dukungan yang tak ternilai.

ABSTRAK

SRI NURUL UTAMI. **Karakterisasi mutu dan tingkat kesukaan *crackers* yang difortifikasi dengan tepung tulang ikan sapu-sapu (*Pterygoplichthys pardalis*)** (yang dibimbing oleh Nursinah Amir dan Kasmiati).

Latar belakang. Beberapa tahun terakhir ini populasi ikan sapu-sapu di Danau Tempe Sulawesi Selatan meningkat pesat karena masyarakat sekitar tidak memanfaatkannya. Tulang ikan sapu-sapu tersebut berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan tepung tulang ikan kaya nutrisi yang selanjutnya dapat digunakan untuk memperkaya gizi berbagai produk pangan seperti makanan ringan *crackers*. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi mutu dan tingkat kesukaan *crackers* yang difortifikasi tepung tulang ikan sapu-sapu. **Metode.** Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan berupa penambahan tepung tulang ikan sapu-sapu pada pengolahan *crackers* dengan berbagai konsentrasi, yaitu F0 (kontrol), F1 (10%), F2 (20%) dan F3 (30%). Uji hedonik dilakukan untuk menentukan perlakuan terbaik berdasarkan tingkat kesukaan *crackers* dengan menggunakan 100 panelis kosumen. Dilakukan uji proksimat meliputi kadar air, abu, lemak, protein, dan karbohidrat; dan mineral kalsium dan fosfor terhadap *crackers* dari perlakuan yang terbaik. **Hasil.** Analisa data hedonik dengan metode *Kruskall Wallis* menunjukkan bahwa perlakuan terbaik adalah *crackers* dari penambahan 20% tepung tulang ikan sapu-sapu berdasarkan parameter kenampakan, tekstur, warna, aroma dan rasa. Data komposisi proksimat *crackers* yang terbaik (20% tepung tulang ikan sapu-sapu) menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kadar abu yang sangat tinggi sebesar 8,40% menjadi 11,65% dibandingkan kontrol 3,25% atau setara dengan persentase peningkatan 258,46%. Selain itu, kadar protein dan lemak juga meningkat menjadi 11,44 dan 15,63% dari kontrol 11,21 dan 13,55% atau terjadi peningkatan sebesar 2,05 dan 15,35%. Kadar mineral kalsium dan fosfor *crackers* terbaik juga meningkat tajam seiring dengan peningkatan kadar abu yaitu menjadi 4,37 dan 2,64% dibandingkan dengan kontrol 0,10 dan 0,70%. Peningkatan kedua mineral tersebut merupakan temuan yang sangat penting karena penambahan 20% tepung tulang ikan sapu-sapu menghasilkan *crackers* kaya kalsium dan fosfor dengan persentase peningkatan sebesar 4.270 dan 277,14%. **Kesimpulan.** Temuan tersebut mengindikasikan bahwa *crackers* yang dihasilkan berpotensi digunakan sebagai tambahan makanan untuk mengatasi defisiensi kalsium dan fosfor bagi anak-anak dalam masa pertumbuhan dan orang lanjut usia.

Kata Kunci : Fosfor, ikan sapu-sapu, kalsium, tepung tulang ikan

ABSTRACT

SRI NURUL UTAMI. **Quality characterization and favorability of crackers fortified by the bone flour of sailfin catfish (*Pterygoplichthys pardalis*)** (supervised by Nursinah Amir and Kasmiasi).

Background. In recent years, the population of sailfin catfish in Tempe Lake, South Sulawesi, has increased rapidly because the surrounding community does not utilize it. The bones of sailfin catfish have the potential to be utilized as raw material for making nutrient-rich fish bone meal, which can then be used to enrich the nutrition of various food products, such as crackers and snacks. **Aim.** This study aimed to characterize the quality and liking level of crackers fortified with sailfin catfish bone meal. **Method.** The research used was experimental using a completely randomized design (CRD) with treatment in the form of adding sailfin catfish bone meal to crackers processed with various concentrations, namely F0 (control), F1 (10%), F2 (20%), and F3 (30%). A hedonic test was conducted to determine the best treatment based on the level of crackers liking using 100 consumer panelists. Proximate tests were conducted, including moisture, ash, fat, protein, and carbohydrate content; and calcium and phosphorus minerals on crackers from the best treatment. **Results.** Hedonic data analysis using the Kruskal-Wallis method showed that the best treatment was crackers made from the addition of 20% sailfin catfish bone meal based on appearance, texture, color, aroma, and taste parameters. Data on the proximate composition of the best crackers (20% sailfin catfish bone meal) showed that there was a very high increase in ash content of 8.40% to 11.65% compared to the control of 3.25%, or equivalent to a percentage increase of 258.46%. In addition, protein and fat content also increased to 11.44 and 15.63% from the control of 11.21 and 13.55%, or an increase of 2.05 and 15.35%. The best crackers showed a sharp increase in calcium and phosphorus mineral content, along with a significant increase in ash content, reaching 4.37 and 2.64%, respectively, compared to the control group's levels of 0.10 and 0.70%. The increase in both minerals is a very important finding, as the addition of 20% sailfin catfish bone meal resulted in calcium- and phosphorus-rich crackers with percentage increases of 4,270 and 277.14%, respectively. **Conclusion.** The findings indicate that the crackers have the potential to be used as a food additive to address calcium and phosphorus deficiencies in growing children and the elderly.

Keywords : Phosphorus, sailfin catfish, calcium, fish bone meal

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN PENGAJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iError! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ixi
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat	2
1.4 Hipotesis	2
1.5 Teori	3
1.5.1 Ikan Sapu-sapu (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>)	3
1.5.2 Komposisi Kimia Ikan Sapu-sapu (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>)	3
1.5.3 Kalsium	4
1.5.4 Fosfor	5
1.5.5 Osteoporosis	5
1.5.6 Crackers	5
1.5.7 Tepung Tulang Ikan	6
1.5.8 Uji Hedonik	7
1.5.9 Uji Proksimat	8
1.6 Kerangka Pikir Penelitian	8
1.7 Penelitian Terdahulu	10
BAB II. METODE PENELITIAN	12
2.1 Tempat dan Waktu	12
2.2 Bahan dan Alat	12
2.3 Metode Penelitian	13
2.3.1 Pengumpulan Sampel	13
2.3.2 Rancangan Percobaan	13
2.3.3 Pembuatan Tepung Tulang Ikan Sapu-sapu	14
2.3.4 Pembuatan Crackers	14
2.4 Parameter Penelitian	15
2.4.1 Uji Hedonik	15
2.4.2 Uji Proksimat	16
2.4.3 Uji Kalsium	18
2.4.4 Uji Fosfor	18
2.5 Analisis Data Statistik	18
BAB III. HASIL	20
3.1 Karakteristik Tepung Tulang Ikan Sapu-sapu (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>)	20
3.2 Tingkat Kesukaan Crackers yang Difortifikasi Tepung Tulang Ikan Sapu-sapu	21
3.2.1 Tingkat Kesukaan Crackers Berdasarkan Kenampakan	22
3.2.2 Tingkat Kesukaan Crackers Berdasarkan Tekstur	22
3.2.3 Tingkat Kesukaan Crackers Berdasarkan Warna	23
3.2.4 Tingkat Kesukaan Crackers Berdasarkan Aroma	23
3.2.5 Tingkat Kesukaan Crackers Berdasarkan Rasa	24
3.3 Karakteristik Crackers Yang Difortifikasi Dengan Tepung Tulang Ikan Sapu-sapu	25
3.3.1 Karakteristik Kimia Crackers Terpilih Berdasarkan Tingkat kesukaan Panelis	25
IV. PEMBAHASAN	27
4.1 Karakteristik Tepung Tulang Ikan Sapu-sapu (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>)	27
4.1.1 Kadar air	27
4.1.2 Kadar abu	27
4.1.3 Protein	27
4.1.4 Lemak	28
4.1.5 Kadar karbohidrat	28

4.1.6	Kalsium	28
4.1.7	Fosfor	28
4.2	Tingkat Kesukaan <i>Crackers</i> Yang Difortifikasi Tepung Tulang Ikan Sapu-Sapu	28
4.2.1	Tingkat Kesukaan <i>Crackers</i> Berdasarkan Kenampakan	28
4.2.2	Tingkat Kesukaan <i>Crackers</i> Berdasarkan Tekstur	29
4.2.3	Tingkat Kesukaan <i>Crackers</i> Berdasarkan Warna.....	29
4.2.4	Tingkat Kesukaan <i>Crackers</i> Berdasarkan Aroma.....	29
4.2.5	Tingkat Kesukaan <i>Crackers</i> Berdasarkan Rasa.....	30
4.3	Karakteristik Kimia <i>Crackers</i> Yang Difortifikasi Tepung Tulang Ikan Sapu-sapu	30
4.3.1	Kadar Air	30
4.3.2	Kadar Abu	30
4.3.3	Kadar Protein	31
4.3.4	Kadar Lemak.....	31
4.3.5	Kadar Karbohidrat	32
4.3.6	Kalsium.....	32
4.3.7	Fosfor	32
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	33
5.1	Kesimpulan.....	33
5.2	Saran.....	33
	DAFTAR PUSTAKA	42
	LAMPIRAN.....	41

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Kebutuhan Kalsium Per tingkatan Usia.	4
2. Syarat Mutu <i>Crackers</i>	6
3. Syarat Mutu Tepung Tulang Ikan.....	7
4. Hasil Pengujian Proksimat Tepung Tulang Ikan Sapu-sapu (<i>Perygoplichthys paardalis</i>).....	7
5. Skala Uji Hedonik.....	8
6. Formulasi Pembuatan <i>Crackres</i> Dengan Penambahan Tepung Tulang Ikan Sapu-sapu	13
7. Kategori Penilaian Skala Likert	16
8. Hasil Analisis Kimia Tepung Tulang Ikan Sapu-sapu	20
9. Rata-rata Nilai Uji Hedonik Sampel	21
10. Karakteristik <i>Crackers</i> Yang Difortifikasi Tepung Tulang Ikan Sapu-sapu	25
11. Karakteristik Kimia <i>Crackers</i> F0 dan F2	26

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Ikan Sapu-sapu (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>)	3
2. <i>Crackers</i>	5
3. Kerangka Pikir	9
4. Peta Pengambilan Sampel Ikan Sapu-sapu (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>).	12
5. Desain Unit Percobaan	13
6. Proses pembuatan Tepung Tulang Ikan Sapu-sapu	14
7. Proses Pembuatan <i>Crackers</i>	15
8. Tepung Tulang Ikan Sapu-sapu.....	20
9. (a) Persentase Nilai Kenampakan, (b) Rentang Usia Panelis Yang Menyukai F2.....	22
10.(a) Persentase Nilai Tekstur, (b) Rentang Usia Panelis Yang Menyukai F2	22
11.(a) Persentase Nilai Warna, (b) Rentang Usia Panelis Yang Menyukai F2 & F3.....	23
12.(a) Persentase Nilai Aroma, (b) Rentang Usia Panelis Yang Menyukai F0	24
13.(a) Persentase Nilai Rasa, (b) Rentang Usia Panelis Yang Menyukai F2.....	24

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ikan sapu-sapu atau yang secara internasional dikenal dengan nama *Plecostomus* (Aida *et al.* 2021), merupakan jenis ikan yang berasal dari sungai Amazon (Armayani *et al.*, 2022). Ikan ini termasuk jenis ikan air tawar yang mampu beradaptasi dengan lingkungan baru dan bertahan hidup dalam kondisi perairan yang ekstrim, dimana oksigen terlarut sangat rendah, yang tidak dapat ditoleransi oleh organisme lain (Bandara & Kumara, 2021). Kemampuannya yang dapat hidup di lingkungan tercemar sekalipun, membuat penyebaran ikan ini tergolong sangat cepat (Das *et al.*, 2020)

Beberapa tahun terakhir ini populasi ikan sapu-sapu di Danau Tempe Kabupaten Wajo berkembang sangat pesat (Tamsil *et al.*, 2022). Danau Tempe merupakan salah satu perairan tawar di Provinsi Sulawesi Selatan yang memiliki potensi perikanan air tawar yang cukup besar (Rossila, 2019), dan berada di tiga wilayah kabupaten yaitu, Kabupaten Wajo, Sidenreng Rappang dan Soppeng namun wilayah terbesarnya berada di Kabupaten Wajo (Salam *et al.*, 2020). Menurut Kasmianti *et al.* (2022) spesies ikan sapu-sapu di Danau Tempe Kabupaten Wajo didominasi (70%) oleh spesies *Pterygoplichthys pardalis*, yang diidentifikasi berdasarkan pola corak abdominal.

Keberadaan ikan sapu-sapu di perairan dapat merusak ekosistem perairan (Wickramaratne *et al.* 2021), karena dapat mengganggu rantai makanan (Suwarni *et al.*, 2020). Menurut Hay *et al.* (2022) ikan ini bersifat invasif yaitu menjadi kompetitor spesies asli menyebabkan berkurangnya populasi ikan endemik di Danau Tempe. Semenjak keberadaan ikan sapu-sapu nelayan merasa terganggu karena ikan ini merusak alat tangkap nelayan (Hasrianti *et al.*, 2022), dan mengurangi volume hasil tangkapan nelayan sekitar (Mukhlis *et al.*, 2021).

Meskipun populasi ikan sapu-sapu di Danau Tempe tinggi (Yuniar, 2023) masyarakat setempat tidak memanfaatkannya bahkan menganggap ikan tersebut sebagai hama (Hasrianti *et al.*, 2022). Kenampakan ikan sapu-sapu yang kurang menarik, porsi daging rendah yaitu sekitar 16% (Kasmianti *et al.*, 2022), dengan sisik yang tebal menjadi faktor pembatas pemanfaatannya (Puspitasari *et al.*, 2021). Dikhawatirkan pula ikan sapu-sapu terkontaminasi logam berat berbahaya bagi kesehatan manusia (Ismi *et al.*, 2019). Namun demikian, Amir *et al.* (2020) mengemukakan bahwa ikan sapu-sapu di Kabupaten Wajo (Kecamatan Tempe, Sabbangparu, Sajoanging) tidak mengandung logam berat jenis Pb, sedangkan Hg dan As dalam batas persyaratan SNI 2729:2013 tentang syarat mutu dan keamanan ikan segar.

Ikan sapu-sapu di Danau Tempe mengandung komposisi gizi yang lengkap yaitu protein, asam amino, dan asam lemak esensial, sehingga dapat direkomendasikan sebagai sumber makanan yang bergizi baik untuk konsumsi manusia maupun bahan pakan ikan dan ternak (Hasnidar *et al.*, 2021). Berdasarkan penelitian Hasrianti *et al.* (2022) kandungan unsur Ca (kalsium) pada tulang *Pterygoplichthys pardalis* yaitu 41,69% dan kandungan unsur P (fosfor) yaitu 7,69%. Tulang ikan sapu-sapu dapat diolah menjadi tepung melalui berbagai proses pengolahan. Kandungan kalsium dan fosfor yang tinggi pada tulang ikan dapat dijadikan sebagai alternatif sumber kalsium dan fosfor (Bechtel *et al.*, 2019).

Kalsium merupakan mineral yang dibutuhkan dalam jumlah yang tertinggi dibandingkan mineral lainnya (Awuchi *et al.*, 2020). Salah satu penyakit yang disebabkan oleh kekurangan kalsium adalah osteoporosis (Martinis *et al.*, 2021). Saat ini, osteoporosis tidak hanya dijumpai pada lansia, tetapi juga dapat menyerang usia muda (Syauqy, 2019), karena pola hidup yang kurang sehat seperti kurangnya aktivitas fisik dan rendahnya mengonsumsi makanan yang tinggi kalsium (Sani *et al.*, 2020). Data Kemenkes Tingginya kebutuhan kalsium dan beratnya dampak yang ditimbulkan jika kekurangan kalsium, maka perlu dikembangkan suatu produk untuk meningkatkan keragaman produk makanan sumber kalsium yang dikonsumsi masyarakat sehingga dapat memenuhi kebutuhan kalsium tubuh (Sari *et al.*, 2023). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 75 Tahun 2013 tentang Angka Kecukupan Gizi (AKG) kalsium perorang dan perhari yang dianjurkan untuk laki-laki dan perempuan pada umur 10-18 tahun sebesar 1200 mg/hari, umur 19-29 tahun sebesar 1100 mg/hari dan umur 30-80 tahun keatas sebesar 1000 mg/hari, sedangkan untuk wanita hamil bertambah 200 mg/hari diusianya.

Kandungan kalsium pada tepung tulang ikan sapu-sapu dapat ditambahkan ke dalam produk *carckers*. *Crackers* merupakan salah satu jenis makanan ringan yang mudah dijumpai, banyak diminati

masyarakat (Abdullah *et al.*, 2023) dan biasa dikonsumsi oleh berbagai kalangan usia (Ismawati *et al.*, 2020). Namun karena bahan utama *crackers* merupakan tepung terigu sehingga kandungan protein dari beberapa jenis *crackers* yang dijual dipasaran sangat rendah, yaitu 5%-8% AKG protein per takaran saji (Ernisti *et al.*, 2019). Karena *crackers* merupakan salah satu makanan yang memiliki nilai gizi yang masih rendah, sehingga perlu adanya bahan tambahan untuk memenuhi komposisi gizi *crackers* (Hodri *et al.*, 2023). Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan nilai gizi lebih khususnya kandungan kalsium dan fosfor pada *crackers* sehingga diharapkan nantinya *crackers* dengan penambahan tepung tulang ikan sapu-sapu berpotensi menjadi cemilan untuk mencegah osteoporosis.

1.2 Rumusan Masalah

Populasi ikan sapu-sapu (*Pterygoplichthys pardalis*) di Danau Tempe yang semakin harinya meningkat mengakibatkan semakin berkurangnya populasi ikan endemik di Danau Tempe. Jika ikan sapu-sapu masih kurang dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar maka jumlahnya pun akan semakin meningkat. Kurangnya informasi bahwa ikan tersebut memiliki kandungan gizi yang baik seperti ikan konsumsi pada umumnya, sehingga masyarakat masih takut memanfaatkannya.

Ikan sapu-sapu dapat dimanfaatkan menjadi bahan baku pangan yang memiliki kandungan gizi yang baik. Ikan sapu-sapu terlebih dahulu diolah menjadi tepung kemudian dicampurkan pada olahan pangan. Salah satunya dengan menambahkan tepung tulang ikan sapu-sapu pada *crackers*. *Crackers* yang beredar di pasaran saat ini kandungan gizinya cukup baik, kandungan protein dan kalsium *crackers* yang dijual di pasaran masih sangat rendah. Sehingga perlu adanya bahan tambahan untuk memperkaya nilai gizi *crackers*. Berikut rumusan masalah pada penelitian ini:

1. Bagaimana karakteristik tepung tulang ikan sapu-sapu?
2. Bagaimana tingkat kesukaan konsumen terhadap *crackers* yang difortifikasi tepung tulang ikan sapu-sapu?
3. Bagaimana karakteristik *crackers* terbaik yang difortifikasi tepung tulang ikan berdasarkan tingkat kesukaan konsumen ?

1.3 Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Menganalisis karakteristik tepung tulang ikan sapu-sapu.
2. Menganalisis tingkat kesukaan konsumen terhadap *crackers* yang difortifikasi tepung tulang ikan sapu-sapu.
3. Menganalisis karakteristik *crackers* terbaik yang difortifikasi tepung tulang ikan berdasarkan tingkat kesukaan konsumen.

Manfaat dari penelitian ini yaitu sebagai informasi dan alternatif baru menggunakan bahan pendukung tepung tulang ikan sapu-sapu, memberikan informasi bagi masyarakat bahwa tulang ikan sapu-sapu dapat dimanfaatkan menjadi bahan olahan pangan dan meningkatkan nilai ekonomis serta penganekaragaman produk dari ikan sapu-sapu.

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah :

1. Tepung tulang ikan sapu-sapu memiliki nilai gizi yang tinggi berdasarkan SNI *crackers*.
2. Masyarakat menyukai *crackers* yang difortifikasi tepung tulang ikan sapu-sapu
3. Variasi *crackers* terbaik berdasarkan tingkat penerimaa konsumen memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi berdasarkan SNI *crackers*.

1.5 Teori

1.5.1 Ikan Sapu-sapu (*Pterygoplichthys pardalis*)

Ikan sapu-sapu merupakan salah satu ikan air tawar yang bersifat invasif, karena ikan ini menguasai makanan dan ruang sehingga mengganggu ekosistem bagi spesies asli (Wetlands *et al.*, 2020). Ikan sapu-sapu masuk ke Indonesia sebagai ikan hias oleh para kolektor ikan hias (Nabilah *et al.*, 2020). Jenis ikan sapu-sapu dapat ditentukan dengan beberapa metode yaitu morfologi, mitokondria DNA, morfometrik dan meristik. Metode morfologi dengan melihat pola abdomen yang terlihat nyata perbedaannya karena merupakan ciri khas dari ikan sapu-sapu (Takdir *et al.*, 2020). Ikan sapu-sapu yang ada di Indonesia adalah genus *Pterygoplichthys*, dari genus tersebut diinformasikan terdapat 2 spesies di Indonesia yaitu *Pterygoplichthys pardalis* dan *Pterygoplichthys disjunctivus* (Suresh *et al.*, 2019).



Gambar 1. Ikan sapu-sapu (*Pterygoplichthys pardalis*)

Menurut Black and Armbruster (2022), ikan sapu-sapu merupakan family dari Loricariidae, ikan ini memiliki bentuk kepala yang lebar, tubuhnya berwarna coklat dengan bintik-bintik hitam di seluruh tubuhnya (Gambar 1). Mulutnya terdapat gigi kecil dan pipih berbentuk *tubular filament* tipis yang berfungsi untuk mengambil makanan pada permukaan air (Seshagiri *et al.*, 2021). Kepala serta tubuh ikan sapu-sapu melebar dan membentuk seperti panah. Batang ekornya memanjang, sirip punggungnya lebar, dan terdapat duri pada setiap siripnya kecuali pada sirip ekor. Ikan sapu-sapu dapat mencapai panjang maksimum 50 cm (Stolbunov *et al.*, 2020).

Pterygoplichthys spp menjadi kompetitor maupun predator terhadap spesies yang ada di sekitarnya (Raj *et al.*, 2020). Kemampuannya beradaptasi dan bertahan hidup pada kondisi perairan yang buruk, dikarenakan ikan sapu-sapu memiliki alat pernapasan tambahan berupa labirin (Franseschi *et al.*, 2019). Ikan sapu-sapu merupakan ikan omnivora yang dapat memakan alga, protozoa, mikrofungi, zat-zat organik (detritus) dan mikroba lain (Guimar *et al.*, 2023).

1.5.2 Komposisi Kimia Ikan Sapu-sapu (*Pterygoplichthys pardalis*)

Daging ikan sapu-sapu (*P. pardalis*) yang berasal dari Danau Tempe menunjukkan bahwa kadar protein 15,20%; lemak 6,27%; serat kasar 2,14%; abu 4,74% dan kadar air 67,19%. Hal tersebut menunjukkan bahwa ikan sapu-sapu termasuk ke dalam ikan berprotein sedang (Tamsil *et al.*, 2022). Umumnya ikan dikatakan rendah protein jika kadar proteinnya di bawah 15%, dan dikatakan sedang jika kandungan proteinnya berkisar antara 15-20%, dan dikatakan tinggi protein jika kandungan proteinnya diatas 20% (Nurilmala *et al.*, 2021). Ikan yang memiliki kandungan protein tinggi sangat bermanfaat

terhadap kesehatan (Andhikawati *et al.*, 2021). Protein ikan berfungsi sebagai zat pembangunan jaringan dalam tubuh, sumber energi, pengatur sistem metabolisme, pertumbuhan, pemeliharaan jaringan, dan pembentukan antibodi. Protein ikan selain mudah dicerna, juga terdiri dari sejumlah asam amino yang mempunyai pola mendekati pola asam amino tubuh manusia (Adam *et al.*, 2020).

Kadar lemak yang terkandung pada ikan sapu-sapu (*P. pardalis*) yaitu 6,27%, berdasarkan nilai tersebut maka termasuk golongan ikan yang berlemak sedang. Ikan dikategorikan rendah lemak, jika kandungan lemaknya 1%. Ikan dikategorikan tinggi lemak, jika kandungan lemaknya diatas 5%. Ikan memiliki kandungan lemak yang tinggi dan ada juga yang memiliki kandungan lemak rendah, secara umum kandungan lemak ikan berkisar 1-20%. Daging ikan sapu-sapu memiliki kesepuluh jenis asam amino esensial, dengan demikian ikan sapu-sapu dapat dikatakan memiliki asam amino esensial sempurna. Kandungan asam amino esensial ikan sapu-sapu relatif tinggi tetapi lebih rendah jika dibandingkan dengan kebutuhan asam amino yang direkomendasikan oleh FAO/WHO (Hasnidar *et al.*, 2021). Asam amino esensial adalah jenis zat gizi makanan yang sangat dibutuhkan oleh tubuh tetapi tidak dapat memproduksi sehingga harus disuplai dari luar yaitu melalui makanan. Jenis makanan yang banyak memiliki asam amino esensial adalah ikan (Darawati *et al.*, 2021). Ikan sapu-sapu mengandung komposisi gizi yang lengkap yaitu protein, asam amino dan asam lemak esensial dengan konsentrasi yang bervariasi, sehingga dapat direkomendasikan sebagai sumber makanan yang bergizi baik untuk konsumsi manusia maupun bahan pakan ikan dan ternak (Tamsil *et al.*, 2022).

1.5.3 Kalsium

Kalsium merupakan mineral yang paling banyak terdapat dalam tubuh. Sekitar 99% total kalsium dalam tubuh ditemukan dalam jaringan keras, yaitu tulang dan gigi, terutama dalam bentuk hidroksiapatit, hanya sebagian kecil dalam bentuk plasma dan cairan ekstrasvaskular (Hidayah *et al.*, 2019). Kalsium merupakan salah satu mineral yang berperan penting di dalam tubuh yaitu sebagai komponen utama pembentuk tulang dan gigi. Komsumsi kalsium yang kurang akan menyebabkan tulang menjadi rapuh dan mudah patah atau disebut dengan penyakit osteoporosis (Jumaisal *et al.*, 2023)

Pengaruh asupan protein, status gizi, aktivitas fisik, asupan kalsium dan fosfor sangat penting dalam memaksimalkan kepadatan tulang sebelum usia 30 tahun (Hidayah *et al.*, 2019). Pada usia lanjut kalsium yang hilang dari tubuh lebih besar daripada kalsium yang diabsorpsi. Menurut (KEMENKES,2009), osteoporosis pada wanita diatas 50 tahun mencapai 32,3%, pada pria di atas 50 tahun mencapai 28,8%. Kebutuhan kalsium manusia pada berbagai tingkat usia dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Kebutuhan Kalsium Per tingkatan Usia.

Usia	Jumlah Kalsium yang Dibutuhkan
0-6 bulan	200 mg
Usia 1-3 tahun	650 mg
Usia 4-9 tahun	1.000 mg
Usia 10-18 tahun	1.200 mg
Usia 19-29 tahun	1.100 mg
Usia 30-80 tahun	1.000 mg
Usia 80+	1.000 mg
Ibu hamil	1.200 mg
Ibu menyusui	1.200 mg

Sumber : Pangestika *et al.* (2021).

1.5.4 Fosfor

Fosfor adalah salah satu mineral yang penting karena menempati urutan kedua setelah kalsium dalam total massa tubuh. Sekitar 80% fosfor dalam tubuh manusia ditemukan sebagai kristal kalsium fosfat pada tulang dan gigi (Daeng, 2019). Selain sebagai unsur utama pembentuk tulang dan gigi, fosfor juga diperlukan untuk transfer dan melepaskan energi yang tersimpan dalam tubuh dalam bentuk *Adenosin trifosfat* (ATP), merupakan bagian dari fosfolipid, DNA & RNA dan diperlukan untuk metabolisme lemak, karbohidrat dan protein (Ngapiyatun *et al.*, 2022). Rendahnya kadar fosfor akan menyebabkan rendahnya mineralisasi matriks deposit tulang yang baru (Susanti & Wulandari, 2019). Fosfor bekerja sama dengan kalsium membentuk ikatan kompleks yang dapat membantu menjaga tulang kuat, sehingga kadar fosfor dan kalsium yang rendah dapat menghambat pertumbuhan tulang (Kondolele *et al.*, 2022).

1.5.5 Osteoporosis

Osteoporosis berasal dari kata *osteo* dan *porus*, *osteo* artinya tulang dan *porus* berarti berlubang-lubang atau keropos. Jadi osteoporosis adalah tulang yang keropos yaitu, penyakit yang mempunyai sifat khas berupa massa tulangnya rendah atau berkurang (Siahaan, 2019). Osteoporosis merupakan penyakit kronis yang sangat umum dan terjadi di banyak negara di seluruh dunia. Osteoporosis seringkali tidak terdiagnosa atau bahkan tidak diobati khususnya pada lanjut usia (Sitanggang *et al.*, 2021).

Osteoporosis menduduki peringkat kedua di bawah penyakit jantung sebagai masalah kesehatan utama dunia. Menurut data *International Osteoporosis Foundation*, lebih dari 30% wanita di seluruh dunia mengalami resiko patah tulang akibat osteoporosis, bahkan mendekati 40%. Sedangkan pada pria, resikonya berada pada angka 13%. Indonesia 19,7% dari jumlah lansia atau sekitar 3,6 juta orang diantaranya menderita osteoporosis (Ebeling *et al.*, 2021).

Dampak osteoporosis di Indonesia sudah dalam tingkat yang patut diwaspadai, yaitu mencapai 19,7% dari populasi di Indonesia. Penyebab penyakit osteoporosis yaitu rendahnya kandungan hormon estrogen pada wanita, dan kurangnya aktivitas fisik, kurang terkena sinar matahari, kekurangan konsumsi vitamin D, usia yang sudah lanjut dan rendahnya asupan kalsium (Rinonapoli *et al.*, 2021). Hal ini dibuktikan dengan rendahnya konsumsi kalsium rata-rata masyarakat Indonesia sebesar 254 mg per hari, dan hanya seperempat dari standar internasional untuk orang dewasa, yaitu 1000-1200 mg per hari (Muñoz *et al.*, 2020).

1.5.6 Crackers

Crackers merupakan salah satu jenis biskuit menurut SNI 01-2973-1992 yang berbentuk pipih (Hodri *et al.*, 2023), memiliki rasa gurih dan asin serta tekstur yang berlapis dan renyah (Mujahidah, 2020). Pengolahan *crackers* menggunakan metode fermentasi dengan bahan dasar adalah tepung terigu, lemak, garam, dan ragi (Ramadhani *et al.*, 2022). *Crackers* merupakan produk yang diperoleh dengan memanggang adonan tepung terigu dengan penambahan bahan-bahan lainnya (Arbie *et al.*, 2020).



Gambar 2. Crackers

Crackers biasa dikonsumsi sebagai makanan selingan atau saat sarapan (Hodri *et al.*, 2023). *Crackes* memiliki kandungan karbohidrat dan gula sederhana. Kandungan kalsium dari beberapa jenis produk *crackers* yang beredar di pasaran sangat rendah, tercatat kandungan kalsium dari *crackers* yang diperjualbelikan saat ini hanya dapat memenuhi 5%-8% AKG kalsium per takaran saji (Imra *et al.*, 2019).

Crackers memiliki daya awet yang tinggi, sehingga dapat disimpan dalam waktu yang lama dan mudah dibawa dalam perjalanan, karena volume dan beratnya yang relatif ringan akibat adanya proses pengeringan. Kualitas *crackers* selain ditentukan oleh nilai gizinya juga ditentukan dari warna, aroma, cita rasa (sifat organoleptik) dan kerenyahannya (Djouadi *et al.*, 2022). Kerenyahan ditentukan dari tingkat kekerasan *crackers* yaitu mudah tidaknya *crackers* menjadi remuk atau pecah. Kekerasan *crackers* dipengaruhi oleh bahan-bahan lain yang ikut digunakan dalam pembuatan *crackers* (Xu *et al.*, 2020).

Tabel 2. Syarat Mutu dan Keamanan Pangan *Crackers*.

No.	Kriteria Uji (Satuan)	Persyaratan
1.	Keadaan	
	a. Bentuk	Normal
	b. Rasa	Normal
	c. Rasa	Normal
	d. Tekstur	Normal
2.	Air (%b/b)	Maksimal 5
3.	Protein (%b/b)	Maksimal 9
4.	Abu (%b/b)	Maksimal 2
5.	Lemak (%b/b)	Maksimal 9,5
6.	Serat Kasar (5 b/b)	Maksimal 0,5
7.	Bahan Tambahan Makanan	
	a. Pewarna	Tidak Boleh Ada
	b. Pemanis	Tidak Boleh Ada
8.	Cemaran Logam	
	a. Tembaga/Cu (mg/kg)	Maksimal 10
	b. Timbal/Pb (mg/kg)	Maksimal 1,0
	c. Seng/Zn (mg/kg)	Maksimal 40,0
	d. Raksa/Hg (mg/kg)	Maksimal 0,05
9.	Arsen/As (mg/kg)	Maksimal 0,5
10.	Cemaran Mikroba	
	a. Angka Lempeng Total	Maksimal $1,0 \times 10^6$
	b. Coliform	Maksimal 20
	c. E-coli	<3
	d. Kapang	Maksimal $1,0 \times 10^2$

Sumber : SNI 01-2973-1992

1.5.7 Tepung Tulang Ikan

Tepung tulang ikan adalah produk yang dibuat dari tulang ikan dengan 3 metode, yaitu dengan metode basah, metode kering, serta metode penyulingan (Tiwari *et al.*, 2021). Tepung tulang ikan merupakan produk padat kering yang dihasilkan dengan cara mengeluarkan sebagian besar air dan

lemak atau seluruhnya yang terkandung di dalam tulang ikan (Dughita *et al.*, 2021).

Tabel 3. Syarat Mutu dan Keamanan Pangan Tepung Tulang Ikan.

Jenis Uji	Satuan	Mutu		
		A	B	C
a. Sensori		Min 7-(1-9)	Min 7-(1-9)	Min 7-(1-9)
b. Kimia				
- Kadar Protein	%	Min 60	Min 55	Min 50
- TVB-N	mg/100 g	Maks 150	Maks 180	Maks 230
- Kadar lemak	%	Maks 10	Maks 11	Maks 12
- Kadar air	%	6-10	10-12	10-12
- Kadar abu total	%	Maks 20	Maks 25	Maks 30
- Kadar garam	%	Maks 5	Maks 5	Maks 5
- Protein non ikan	%	negatif	negatif	negatif
- Kadar pepsin tercernakan (digest)	%	Min 90	Min 85	Min 80
- Kadar antioksidan	mg/kg	Min 150	Min 150	Min 100
c. Fisika				
- - Ukuran (mesh 12)	% lolos	9 5	90	8 0
d. Mikrobiologi				
- - Salmonella	-	negatif	negatif	negatif
- *Bila diperlukan				

Sumber: SNI 01-2715-1996

Tepung tulang ikan mengandung bahan organik dan anorganik terutama kalsium (Wei *et al.*, 2022). Tulang ikan termasuk limbah industri yang dapat digunakan lebih lanjut dengan mengubahnya menjadi tepung. Tepung tulang ikan bermanfaat dalam bidang pangan, misalnya dalam pembuatan biskuit, mie kering dan juga sebagai suplemen serta dalam bidang farmasi sebagai obat untuk mencegah osteoporosis (Untailawam, 2021). Hasil pengujian proksimat tepung tulang ikan sapu-sapu (*Pterygoplichthys pardalis*) pada penelitian Puspitasari *et al.* (2021) pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Proksimat Tepung Tulang Ikan Sapu-sapu (*P. paardalis*)

Parameter	Hasil (%)
Protein	25,05
Lemak	10,48
Air	0,66
Abu	59,46
Karbohidrat	4,35

Sumber : Puspitasari *et al.*, (2021).

1.5.8 Uji Hedonik

Uji hedonik adalah uji tingkat kesukaan seseorang terhadap suatu produk yang dikonsumsi sehingga dikenal dengan istilah uji sensorik (Su *et al.*, 2021). Seorang panelis (orang yang menilai)

memberikan penilaian tingkat kesukaan berdasarkan pengamatan dengan menggunakan panca indera. Oleh karena itu metode dominan yang digunakan dalam uji hedonik adalah secara indrawi atau organoleptik (Tiyani *et al.*, 2020).

Uji hedonik menggunakan skala pengukuran yang menjadi acuan penilaian tingkat kesukaan. Skala tersebut dikenal dengan istilah skala hedonik. Skala hedonik ini memungkinkan pengukuran tingkat kesukaan panelis dikuantifikasi menjadi data ordinal yang dapat dianalisis secara statistik menggunakan berbagai pendekatan statistik. Berikut ini adalah skala uji hedonik (Mareta, 2019).

Tabel 5. Skala Uji Hedonik

Skala 3		Skala 5		Skala 7		Skala 9	
Kriteria	Nilai	Kriteria	Nilai	Kriteria	Nilai	Kriteria	Nilai
Suka	3	Sangat suka	5	Sangat suka	7	Sangat suka sekali	9
Netral	2	Suka	4	suka	6	Sangat suka	8
Tidak suka	1	Netral	3	Agak suka	5	Agak suka	7
		Tidak suka	2	Netral	4	Sedikit suka	6
		Sangat tidak suka	1	Sedikit tidak suka	3	Netral	5
				Tidak suka	2	Sedikit tidak suka	4
				Sangat tidak suka	1	Agak tidak suka	3
						Sangat tidak suka	2
						Sangat tidak suka sekali	1

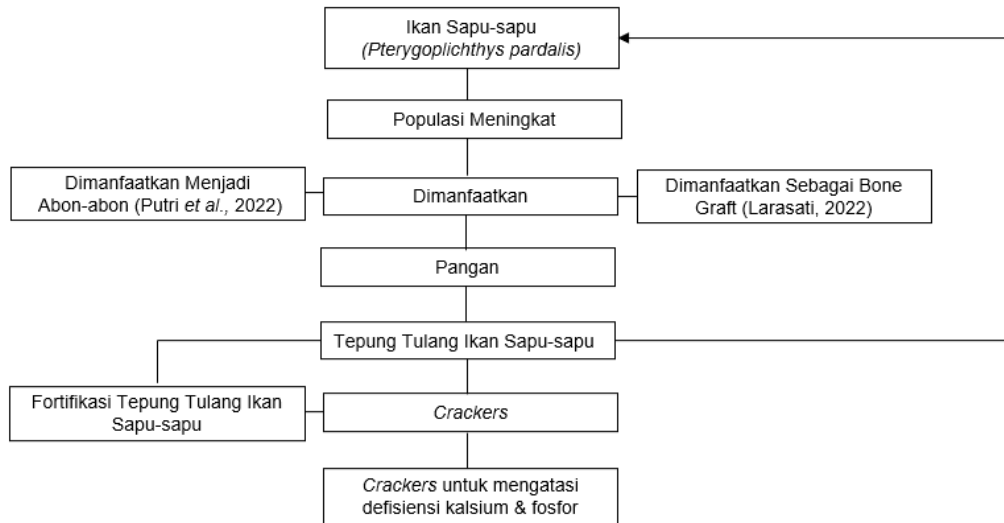
1.5.9 Uji Proksimat

Uji proksimat memiliki manfaat sebagai penilaian kualitas pakan atau bahan pangan terutama pada standar zat makanan yang seharusnya terkandung di dalamnya. Uji proksimat merupakan suatu metode analisis kimia yang bertujuan untuk mengetahui kandungan kimia bahan atau produk yang meliputi kadar air, kadar abu, protein, lemak dan karbohidrat.

1.6 Kerangka Pikir Penelitian

Kerangka pikir penelitian mengenai karakteristik mutu dan tingkat kesukaan *crackers* yang difortifikasi dengan tepung tulang ikan sapu-sapu (*P. pardalis*) dapat dilihat pada Gambar 3. Keberadaan ikan sapu-sapu di Danau Tempe dianggap hama bagi masyarakat, populasi ikan tersebut semakin meningkat karena masyarakat kurang memanfaatkannya. Kenampakan ikan yang kurang menarik serta dikhawatirkan mengandung logam berat sehingga ikan tersebut kurang diminati. Semenjak populasi ikan sapu-sapu di Danau Tempe meningkat dengan pesat populasi ikan endemik semakin berkurang karena ikan sapu-sapu bersifat invasif. Salah satu cara yang dapat dilakukan agar populasi ikan ini tidak membludak adalah dengan memanfaatkannya. Seperti ikan konsumsi pada umumnya ikan sapu-sapu memiliki kandungan nilai gizi yang lengkap sehingga dapat dimanfaatkan baik sebagai pangan ataupun campuran pada pakan ternak ataupun ikan. Telah ada beberapa penelitian terdahulu yang

memanfaatkan ikan sapu-sapu sebagai produk pangan maupun pakan ternak dan ikan. Pemanfaatan ikan sapu-sapu sebagai bahan fortifikasi pada sebuah produk pangan diharapkan nantinya ikan sapu-sapu memiliki nilai ekonomis. Produk yang dihasilkanpun diharapkan memiliki kandungan gizi yang baik dan diterima oleh masyarakat.



Gambar 3. Kerangka Pikir

1.7 Penelitian Terdahulu

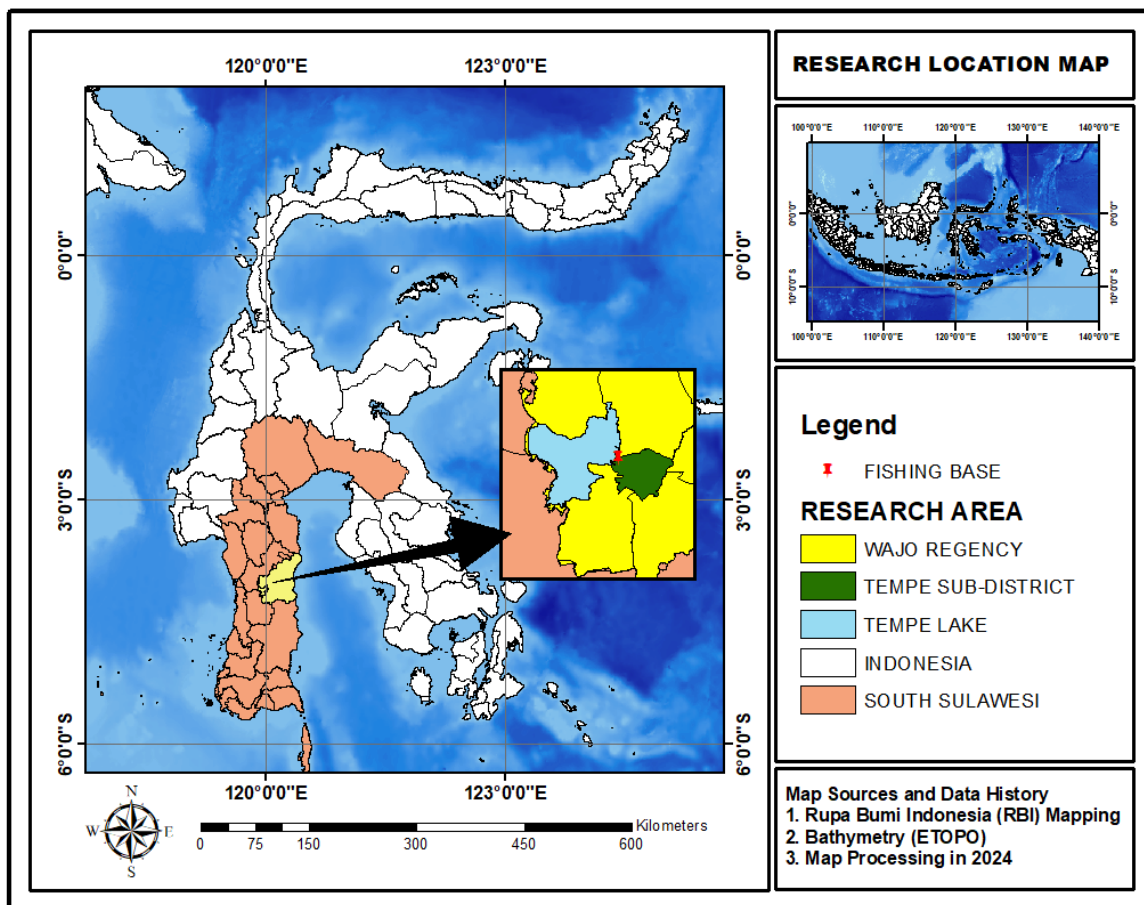
No	Judul	Metode	Hasil	Referensi
1	Formulasi <i>Crackers</i> Mocaf Dengan Penambahan Tepung Udang Rebon Serta Karakteristiknya	Perlakuan dalam penelitian ini yaitu penggunaan 100% tepung terigu sebagai kontrol (FK), 5% tepung udang rebon : 95% mocaf (F1), 10% tepung udang rebon : 90% mocaf (F2), 15% tepung udang rebon : 85% mocaf (F3), dan 20% tepung udang rebon : 80% mocaf (F4)	Berdasarkan hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa formulasi terbaik berdasarkan nilai rata-rata tingkat kesukaan panelis yaitu <i>crackers</i> F3 dengan perbandingan 85% tepung mocaf dan 15% udang rebon.	(Ramadhani <i>et al.</i> ,2022)
2	Karakteristik Biskuit (<i>Crackers</i>) yang Difortifikasi dengan Konsentrasi Penambahan Tepung Ikan Patin Siam (<i>Pangasius hypophthalmus</i>) Berbeda	Perlakuan pada penelitian ini berupa penambahan tepung ikan Patin Siam (<i>Pangasius hypophthalmus</i>) pada pengolahan biskuit (<i>crackers</i>) dengan berbagai konsentrasi (B/B) yaitu: 0%, 10%,20%, 30%, 40% (dari berat tepung terigu)	Perlakuan terbaik terdapat pada perlakuan C2 (10% Tepung ikan Patin Siam (<i>Pangasius hypophthalmus</i>), dengan kadar air 5,65%, kadar abu 3,46%, kadar lemak 27,75%, kadar protein 29,37%, kadar karbohidrat 33,94%, penampakan 3,24, Rasa 4,02, warna 3,82, tekstur 3,66, aroma 4,06.	(Ernisti <i>et al.</i> , 2019)
3	Fortifikasi Kalsium dan Fosfor pada <i>Crackers</i> dengan Penambahan Fortifikasikasi Kalsium dan Fosfor Tepung Tulang Ikan Bandeng (<i>Chanos chanos</i>)	Pada penelitian ini untuk membuktikan bahwa peambahan atau substitusi bahan dasar tepung terigu dengan tepung tulang ikan bandeng (<i>Chanos chanos</i>) yang kaya kalsium dapat meningkatkan kandungan kalsium pada <i>crackers</i> .	Fortifikasi tepung tulang bandeng dari limbah baduri dapat meningkatkan nilai kandungan kalsium, fosfor, dan proksimat terutama protein pada <i>crackers</i> dibandingkan kontrol. Penggunaan tepung tulang ikan bandeng dapat dijadikan sebagai salah satu bahan alternatif untuk fortifikasi pangan, sehingga dapat meningkatkan nilai gizi dari produk yang dihasilkan.	(Ernisti <i>et al.</i> , 2019)

4	Penambahan Tepung Tulang Ikan Lele & Tepung Kedelai pada Biskuit Modified Cassava Flour untuk Lansia	Tepung ikan lele yang digunakan terdiri dari dua bagian, yaitu tepung badan ikan lele dan tepung kepala ikan lele yang dicampur dengan perbandingan 1:1. Tepung ikan lele dan tepung kedelai dengan perbandingan (11% : 6%, 14% : 3%, 17% : 0%) dicampurkan ke dalam bahan- bahan kering lainnya seperti mocaf, sumber karbohidrat lainnya, gula, kacang-kacangan halus dan perisa alami berbasis rempah.	Tingkat kesukaan panelis lansia yaitu biskuit mocaf dengan penambahan tepung ikan lele 17 % dan tepung kedelai 0%. Biscuit tersebut memiliki kandungan gizi sebagai berikut : kadar air 3,69 % kadar abu 3,12 %, kadar protein 12,19 %, kadar lemak 29,23 %, kadar karbohidrat 51,77%, kadar serat kasar 1,37%, dan energi total 519 Kkal per 100 gram dengan nilai kekerasan sebesar 987,00 gf	Widyaniputria <i>et al.</i> ,2020)
5	Karakteristik Organoleptik dan Kadar Kalsium <i>Crackers</i> yang Disubstitusi dengan Tepung Kacang Tunggak (<i>Vigna unguiculata</i> , L) untuk Pencegahan Osteoporosis	Perbandingan tepung kacang tunggak dengan terigu yaitu F0 (0% : 100%), F1 (10% : 90%), F2 (20% : 80%), dan F3 (30% : 70%). Jumlah panelis 75 orang yang merupakan mahasiswa gizi Universitas Binawan yang sudah mendapatkan mata kuliah teknologi pangan.	Formula F2 terpilih mempunyai kadar air sebesar 7,39%, kadar abu 2,66%, energi total 425%, lemak 13,19%, protein 11,32%, karbohidrat 65,73%, dan kadar kalsium sebesar 65,73%.	(Saputri <i>et al.</i> , 2019)
6	Formulasi Pembuatan Biskuit <i>Crackers</i> Berbasis Tepung Ikan Sidat	Menggunakan 5 taraf perlakuan yaitu A = 0%, B = 10%, C = 20%, D = 30%, dan E = 40% tepung ikan terhadap berat total berat adonan dengan 2 kali pengulangan. Konsentrasi tepung ikan sidat ini akan mensubstitusi penggunaan tepung terigu pada pembuatan biskuit <i>crackers</i> .	Penambahan tepung ikan sidat terhadap biskuit <i>crackers</i> yang dihasilkan memberikan pengaruh yang baik dan menghasilkan produk baru dengan kandungan gizi yang bermutu tinggi.	(Astria, 2022)

BAB II. METODE PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu

Preparasi ikan, pembuatan tepung tulang ikan dan *crackers* dilakukan di Laboratorium Pengembangan Produk Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin. Pengujian kadar air, abu, protein, lemak, karbohidrat, kalsium dan fosfor dilakukan di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Makassar. Penelitian dilaksanakan pada Agustus-November 2023. Ikan sapu-sapu dikumpulkan dari hasil tangkapan *discard* nelayan. Lokasi pengambilan sampel merupakan salah satu area penangkapan ikan oleh nelayan di Danau Tempe yang masuk dalam wilayah Kecamatan Tempe, Kabupaten Wajo sebagaimana yang tercantum pada Gambar 4.



Gambar 4. Peta pengambilan sampel ikan sapu-sapu (*Pterygoplichthys pardalis*).

2.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam pembuatan tepung tulang ikan sapu-sapu adalah tulang ikan sapu-sapu (*P. pardalis*) dan daun jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*). Bahan yang digunakan dalam pembuatan *crackers* adalah tepung terigu, margarin, gula, garam, *baking powder*, ragi, dan susu. Alat yang digunakan adalah *cool box*, pisau, timbangan digital, blender, gelas ukur, papan potong, ayakan, *mixer*, sendok, loyang, *rolling pin*, *plastic wrap*, alat pencetak *crackers*, kuas oles, oven, dan kompor.

2.3 Metode Penelitian

2.3.1 Pengumpulan Sampel

Ikan sapu-sapu dikumpulkan dengan metode *purposive sampling* berdasarkan pertimbangan tertentu seperti pola pada perut ikan yang seragam dan panjang serta berat ikan yang relatif seragam. Ikan sapu-sapu diambil dari nelayan yang sedang menangkap ikan di Danau Tempe. Ikan sapu-sapu merupakan hasil tangkapan nelayan yang akan dibuang kembali ke dalam danau jika tertangkap oleh nelayan karena dianggap tidak bermanfaat.

Ikan sapu-sapu (*P. pardalis*) yang telah diambil kemudian dipisahkan, daging, tulang dan kulitnya. Setelah proses pengumpulan tulang ikan sapu-sapu kemudian dilanjutkan ke tahap pembuatan tepung tulang ikan.

2.3.2 Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan berupa penambahan tepung tulang ikan sapu-sapu (*P. pardalis*) pada pengolahan *crackers* dengan berbagai konsentrasi yaitu F0 atau kontrol dengan perbandingan 100% tepung terigu : 0% tepung tulang ikan sapu-sapu, F1 dengan perbandingan 90% tepung terigu : 10% tepung tulang ikan sapu-sapu, F2 80% tepung terigu : 20% tepung tulang ikan sapu-sapu, F3 70% tepung terigu : 30% tepung tulang ikan sapu-sapu. Setiap perlakuan akan diulangi sebanyak tiga kali sehingga didapatkan dua belas sampel uji. Berikut (Gambar. 5) desain unit percobaan pada penelitian ini.

F3 (1)	F2 (2)	F1 (2)	F0 (2)
F2 (1)	F3 (2)	F0 (1)	F1 (3)
F0 (3)	F1 (1)	F2 (3)	F3 (3)

Gambar 5. Desain Unit Percobaan

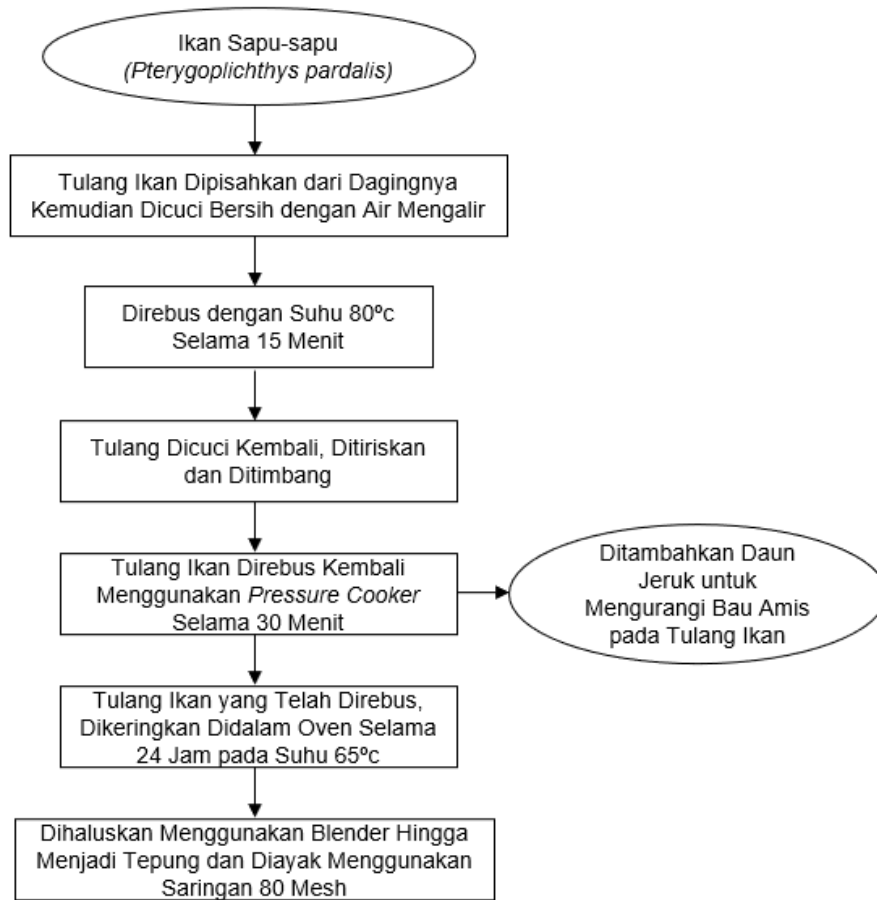
Pembuatan formulasi *crackers* berdasarkan rancangan Ramadhani *et al.* (2022) dan penelitian pendahuluan yang telah dilakukan sebelumnya dengan modifikasi. Rancangan percobaan pembuatan *crackers* dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Formulasi Pembuatan *Crackres* Dengan Penambahan Tepung Tulang Ikan Sapu-sapu

Bahan Makanan	F0	F1	F2	F3
	0:100	10:90	20:80	30:70
Tepung Terigu	100	90	80	70
Tepung Tulang Ikan Sapu-sapu	0	10	20	30
Margarin	30	30	30	30
Gula	1	1	1	1
Garam	1	1	1	1
Susu	60	60	60	60
Ragi	2	2	2	2
<i>Baking powder</i>	2	2	2	2

Sumber: Ramadhani *et al.* (2022) dengan modifikasi

2.3.3 Pembuatan Tepung Tulang Ikan Sapu-sapu

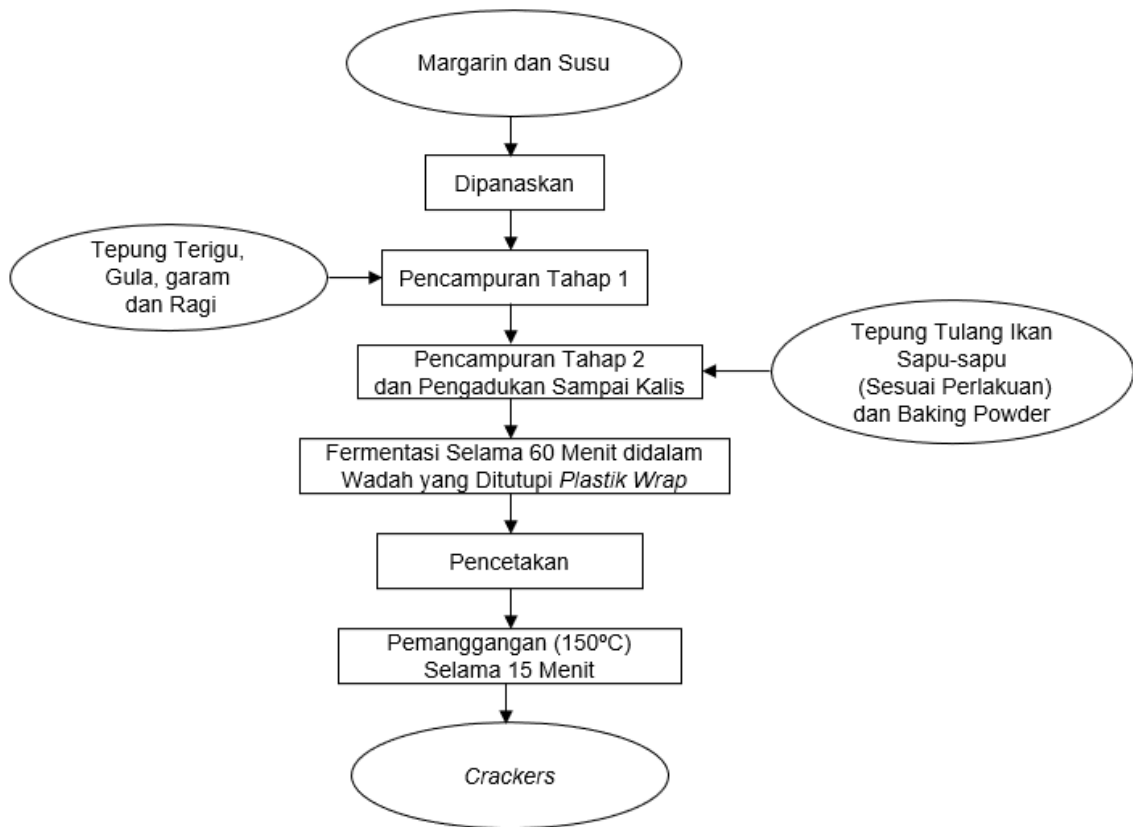


Gambar 6. Proses pembuatan tepung tulang ikan sapu-sapu

Proses pembuatan tepung tulang ikan sapu-sapu berdasarkan penelitian Puspitasari *et al.* (2021) yang telah dimodifikasi tanpa perendaman tulang ikan dengan NaOH dan modifikasi perebusan menggunakan daun jeruk.

2.3.4 Pembuatan Crackers

Pengolahan *crackers* mengacu pada penelitian Ramadhani *et al.*, (2022) dengan modifikasi tahap awal yaitu, bahan-bahan yang digunakan ditimbang terlebih dahulu. Selanjutnya margarin dan susu dipanaskan terlebih dahulu. Kemudian lelehan margarin dan campura susu, dicampurkan secara perlahan pada terigu, garam, gula dan ragi yang telah disatukan dalam satu wadah. Selanjutnya tepung tulang ikan sapu-sapu sesuai perlakuan dimasukkan bersamaan dengan baking powder, selanjutnya diaduk sampai merata. Kemudian adonan difermentasi di dalam wadah yang ditutupi *plastic wrap* selama 60 menit, kemudian dipipihkan menggunakan *rolling pin* dengan ketebalan 2 mm membentuk lembaran, dicetak dengan ukuran yang seragam dan disusun pada loyang yang telah diolesi margarin sebelumnya. Adonan *crackers* dipanggang menggunakan oven dengan suhu 150°C selama kurang lebih 15 menit.



Gambar 7. Proses Pembuatan *Crackers*

2.4 Parameter Penelitian

2.4.1 Uji Hedonik

Uji hedonik dilakukan untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap perlakuan ke empat produk *crackers* dengan fortifikasi tepung tulang ikan sapu-sapu. Hasil uji kesukaan terbaik dipilih berdasarkan nilai rata-rata tertinggi. Panelis dipilih sebanyak 100 orang dengan rentang 10-60 tahun.

Panelis diminta menuliskan skala tingkat kesukaannya pada *score sheet* dengan lima parameter uji yaitu: kenampakan, warna, tekstur, aroma dan rasa. Sebelum mencoba jenis *crackers* selanjutnya, panelis diminta untuk meminum air. Skala yang digunakan adalah skala likert 1-5. Setelah mendapatkan jawaban responden, maka nilai akan ditotalkan dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Total skor} = T \times P_n$$

Keterangan :

T = Total jumlah responden

P_n = Pilihan angka pada skor likert

$$\text{Indeks \%} = \frac{\text{Total skor}}{Y} \times 100\%$$

Keterangan :

Y = skor tertinggi x jumlah responden

Tabel 7. Kategori Penilaian Skala Likert

Kategori	Skor	Persentase Nilai (%)
Sangat suka	5	80-100
Suka	4	60-79,99
Netral	3	40-59,99
Tidak suka	2	20-39,99
Sangat tidak suka	1	0-19,99

Sumber : Likert (1992)

2.4.2 Uji Proksimat

Pengujian proksimat dilakukan dengan menguji kadar air, kadar abu, protein, lemak dan karbohidrat pada tepung tulang ikan sapu-sapu, serta *crackers* yang dibuat dengan fortifikasi tepung tulang ikan sapu-sapu (*P. pardalis*).

1. Kadar Air (SNI 01-2891-1992)

Penentuan kadar air pada pengujian komposisi proksimat menggunakan metode *Gravimetric*. Prosedur pengujian kadar air dengan metode *Gravimetric* :

- Mengeringkan cawan porselin terlebih dahulu sekitar 1 jam dalam oven pada suhu 105°C, kemudian didinginkan dalam desikator selama 15 menit, kemudian ditimbang untuk mengetahui berat kosong cawan.
- Menimbang sampel sebanyak 1 g pada cawan porselin (dicatat total berat cawan kosong dan sampel)
- Mengeringkan sampel pada oven dengan suhu 105°C selama 3 jam.
- Mendinginkan sampel dalam desikator
- Menimbang sampel, kemudian diulangi hingga diperoleh bobot tetap.

Perhitungan :

$$\text{Kadar air} = \frac{W}{W_1} \times 100\%$$

W = Bobot cawan sebelum dikeringkan (g)

W₁ = bobot cawan setelah dikeringkan (g)

2. Kadar Abu (SNI 01-2891-1992)

Penentuan kadar abu pada pengujian komposisi proksimat menggunakan metode *Gravimetric*.

Prosedur pengujian kadar abu dengan metode *Gravimetric* :

- Memaskan cawan porselin kosong dengan suhu 550 °C selama 15 menit.
- Mendinginkan cawan dalam desikator.
- Menimbang cawan, kemudian dimasukkan sampel sebanyak 3 g dan ditimbang beserta cawannya.
- Mengeringkan sampel sampai tidak berasap, kemudian dimasukkan ke dalam tanur yang suhunya 550 °C selama 2-3 jam
- Mendinginkan sampel dalam desikator.
- Rumus penentuan kadar abu :

$$\text{Kadar abu}\% = \frac{(c-a)}{b-a} \times 100\%$$

Keterangan :

- a = Berat cawan kosong (g)
- b = Berat cawan dan sampel awal (g)
- c = Berat cawan dan sampel akhir (g)

3. Kadar Protein (AOAC, 2005)

Penentuan protein pada pengujian komposisi proksimat menggunakan metode *Kjehdal*.
Prosedur pengujian protein dengan metode *Kjehdal*:

- a. Menimbang sampel sebanyak 0,5 g kemudian ditambahkan *seleniu regent mixture* 2 g.
- b. Menambahkan H_2SO_4 50% sebanyak 20 ml.
- c. Memanaskan sampel selama 15 menit dengan suhu $325^\circ C$.
- d. Mendinginkan sampel dalam desikator.
- e. Menambahkan indikator PP 0,1 % sebanyak 1 ml
- f. Menambahkan sodium hidroksida kemudian kocok hingga berubah warna menjadi pink.
- g. Kemudian sampel didestilasi 4 menit hingga bening.
- h. Menambahkan indikator canway 2-3 tetes pada sampel hingga berwarna hijau.
- i. Mentitrasi sampel dengan HCL 0,1 N hingga pink.

Kadar protein dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Kadar protein (\%)} = \frac{V_1 - V_2 \times N \times BM \times N \times X \times fp \times fk}{W} \times 100\%$$

Keterangan :

- W : Bobot Sampel
- V1 : Volume HCL 0,01 N yang digunakan untuk tiktrasi sampel (ml)
- V2 : Volume HCL 0,01 N yang digunakan untuk tiktrasi blanko (ml)
- N : Normalitas HCl
- Fp : Faktor pengencer (50)
- Fk : Faktor konversi untuk protein secara umum (6,25)

4. Kadar Lemak (AOAC, 2005)

Penentuan kadar lemak pada pengujian komposisi proksimat menggunakan metode *Gavimetric*.

Prosedur pengujian kadar lemak dengan metode *Gavimetric* :

- a. Memanaskan labu lemak yang digunakan dioven selama 15 menit pada suhu $105^\circ C$, kemudian didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang (A).
- b. Menimbang sampel *crackers* sebanyak 5 g (B) kemudian dibungkus dengan kertas saring bebas lemak dan dioven semalam pada suhu $10^\circ C$, lalu ditimbang dalam keadaan panas.
- c. Memasukkan sampel dimasukkan dalam labu soxhlet, diekstraksi dengan larutan petroleum eter (PE) selama 4-5 jam sampai larutan PE berwarna jernih.
- d. Mengangin-anginkan sampel sebentar hingga kering (PE menguap), kemudian dioven selama 24 jam pada suhu $105^\circ C$.
- e. Memasukkan sampel kedalam eksikator selama 15 menit dan kemudian ditimbang (C).

Menghitung kadar lemak dengan rumus:

$$\text{Kadar lemak (\%)} = \frac{C-A}{B} \times 100\%$$

Keterangan:

- A : Berat labu alas bulat kosong dinyatakan dalam g.
- B : Berat sampel dinyatakan dalam g.
- C : Berat lemak hasil ekstraksi dalam g.

5. Kadar Karbohidrat

Penentuan kadar karbohidrat pada pengujian komposisi proksimat menggunakan metode *by difference*. Kadar karbohidrat = 100% – (kadar air + kadar abu + kadar protein + kadar lemak)

2.4.3 Uji Kalsium

Analisis kadar kalsium dilakukan dengan mengukur sampel yang sudah didestruksi secara basah menggunakan *Atomic Absorbtion Spectrophotometer* (AAS). Sampel ditimbang sebanyak 0,5 g selanjutnya sampel ditambahkan dengan asam nitrat 10 ml. Kemudian dilakukan destruksi jernih (selama 2-3 hari) menggunakan *waterbath* (Imra *et al.*, 2019).

2.4.4 Uji Fosfor

Analisis kadar fosfor menggunakan metode spektrofotometri U-Vis. Sampel ditimbang sebanyak 1 g kemudian dimasukkan dalam tanur dengan suhu 600°C. Sampel yang telah didinginkan kemudian ditetesi dengan HCL 1:1. Selanjutnya sampel dimasukkan pada labu erlenmeyer kemudian direaksikan dengan amonium molibdat 2,5% 2 ml dan SnCl₂ 0,5 ml. Hasil dibaca pada *spektrofotometer* dalam 7-10 menit (Imra *et al.*, 2019).

2.5 Analisis Data Statistik

Analisis uji hedonik untuk setiap perlakuan dibuat rata-rata kemudian dilanjutkan dengan uji normalitas untuk menentukan distribusi atau persebaran data. Data uji hedonik tidak terdistribusi normal maka dilanjutkan dengan uji *Kruskall Wallis* untuk menentukan adanya beda nyata antar perlakuan. Hasil uji menunjukkan bahwa terdapat perbedaanya nyata ($p < 0,05$) sehingga dilanjutkan dengan uji Mann Whitney untuk menunjukkan perlakuan mana yang memiliki perbedaan secara nyata. Uji data laboratorium (analisis kimia) tidak dilakukan uji statistik karena hanya dipilih berdasarkan perlakuan terpilih.