

FORTIFIKASI TEPUNG TULANG IKAN NILA PADA *FLAKY CRACKERS*

Nindya Aulia Hendri¹, Rahmi Holinesti¹, Anni Faridah¹, Risma Rahmatunisa¹

¹ Departemen Ilmu Kesejahteraan Keluarga Program Keahlian Tata Boga,
Fakultas Pariwisata dan Perhotelan Universitas Negeri Padang,
Jalan Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Barat, Kota Padang, Sumatera Barat, Indonesia.

E-mail korespondensi : r.holinesti@fpp.unp.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan tepung tulang ikan nila terhadap kualitas sensorik *flaky crackers* sebagai upaya pengembangan pangan fungsional tinggi kalsium. Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas empat perlakuan, yaitu 0%, 5%, 10%, dan 15% penambahan tepung tulang ikan nila, dengan tiga kali ulangan. Uji organoleptik dilakukan oleh 30 panelis tidak terlatih menggunakan skala penilaian terhadap parameter bentuk, warna, aroma, tekstur, dan rasa. Data dianalisis menggunakan ANAVA dan dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf signifikansi 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan tepung tulang ikan nila tidak berpengaruh signifikan terhadap parameter bentuk (berbentuk ikan, rapi, dan seragam), warna, tekstur berongga, dan rasa ($p>0,05$), namun berpengaruh signifikan terhadap aroma dan tekstur renyah ($p<0,05$). Secara deskriptif, perlakuan 10% menghasilkan bentuk paling optimal dan tekstur berongga terbaik, sedangkan perlakuan 15% memberikan hasil terbaik pada warna, tekstur renyah, dan rasa. Sebaliknya, peningkatan konsentrasi tepung tulang ikan nila cenderung menurunkan kualitas aroma akibat dominasi senyawa volatil. Secara keseluruhan, penambahan tepung tulang ikan nila hingga 15% masih dapat diterapkan tanpa menurunkan mutu sensorik secara signifikan, serta berpotensi meningkatkan nilai gizi produk, khususnya kandungan kalsium. Penelitian ini menunjukkan bahwa tepung tulang ikan nila dapat dimanfaatkan sebagai bahan fortifikasi dalam pengembangan produk pangan berbasis limbah perikanan yang bernilai tambah dan berkelanjutan.

Kata Kunci: *flaky crackers*, tepung tulang ikan nila, fortifikasi, kualitas sensori.

Abstract

This study aimed to evaluate the effect of tilapia bone flour addition on the sensory quality of *flaky crackers* as a calcium-enriched functional food. An experimental approach using a Completely Randomized Design (CRD) was applied with four treatments: 0%, 5%, 10%, and 15% bone flour substitution, each in triplicate. Sensory evaluation was conducted by 30 untrained panelists using a hedonic scale to assess shape, color, aroma, texture, and taste. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) followed by Duncan's Multiple Range Test at a 5% significance level. The results indicated that bone flour addition had no significant effect on shape (fish-shaped, neatness, and uniformity), color, porous texture, and taste ($p>0.05$), but significantly affected aroma and crispness ($p<0.05$). Descriptively, the 10% treatment produced the most optimal shape and porous texture, while the 15% treatment resulted in the highest scores for color, crispness, and taste. However, increasing substitution levels tended to reduce aroma quality due to the presence of volatile compounds. In conclusion, tilapia bone flour can be incorporated up to 15% without significantly compromising sensory acceptability and may enhance the nutritional value, particularly calcium content. These findings highlight its potential as a sustainable fortification ingredient in value-added food products derived from fishery by-products.

Keywords: *flaky crackers*, tilapia bone flour, fortification, sensory quality

1. Pendahuluan

Konsumen modern semakin memperhatikan kandungan gizi, keamanan, serta nilai fungsional suatu produk pangan, sehingga mendorong inovasi dalam pengembangan makanan yang tidak hanya praktis tetapi juga bernilai tambah gizi (Riani, 2024). Salah satu produk pangan yang memiliki potensi untuk dikembangkan adalah *crackers*, yaitu biskuit kering dengan kadar air rendah, tekstur renyah, dan cita rasa gurih yang banyak dikonsumsi oleh berbagai kalangan

(Salsabillah dkk., 2025). *Crackers* telah berkembang dari makanan sederhana berdaya simpan tinggi menjadi camilan populer yang dikonsumsi sebagai makanan selingan, pendamping minuman, maupun bekal perjalanan (Maharani & Rahmawati, 2025).

Di Indonesia, konsumsi *crackers* dan biskuit terus meningkat dengan pertumbuhan sekitar 6,3% per tahun, terutama pada kelompok usia anak-anak dan remaja yang menyukai kepraktisan serta rasanya (International Euromonitor, 2023). Secara teknologi, *crackers* dibuat

melalui proses fermentasi, laminasi, dan pemanggangan yang menghasilkan struktur berlapis (*flaky*) atau padat (*non-flaky*) dengan karakteristik tekstur yang khas (Sintawati dkk., 2024). *Flaky crackers* memiliki tekstur ringan dan rapuh yang dihasilkan dari proses laminasi berulang dengan penambahan lemak (Mutia Kiranawati dkk., 2021)

Meskipun digemari, *flaky crackers* memiliki kandungan gizi yang relatif rendah, terutama pada mineral penting seperti kalsium dan fosfor. Komposisi dasar yang didominasi tepung terigu menyebabkan kontribusi terhadap pemenuhan Angka Kecukupan Gizi (AKG) mineral masih terbatas, hanya sekitar 5–8% per sajian (Daya dkk., 2021). Kondisi ini menjadi perhatian, khususnya bagi anak-anak dalam masa pertumbuhan yang membutuhkan asupan kalsium dan fosfor untuk proses pembentukan tulang (ossifikasi) dan pertumbuhan linier (Ambarsari dkk., 2020). Kekurangan asupan mineral dalam jangka panjang dapat meningkatkan risiko gangguan pertumbuhan hingga stunting, yang masih menjadi permasalahan nasional dengan prevalensi 21,5% di Indonesia (Setiyawati dkk., 2024)

Upaya peningkatan nilai gizi produk pangan dapat dilakukan melalui fortifikasi menggunakan sumber mineral alami. Salah satu bahan potensial adalah limbah tulang ikan, yang kaya akan kalsium dan fosfor serta belum dimanfaatkan secara optimal. Limbah perikanan dapat mencapai 30–50% dari total produksi dan berpotensi mencemari lingkungan jika tidak diolah (FAO, 2022). Tulang ikan nila menjadi pilihan yang menjanjikan karena memiliki kandungan kalsium tinggi (sekitar 29–33%) dan fosfor (14–17%), serta relatif aman dari kontaminasi logam berat dibandingkan ikan laut (Arifin dkk., 2023; Novitaningsih, 2022). Selain itu, 1 gram tepung tulang ikan nila dilaporkan mengandung sekitar 100 mg kalsium, sehingga berpotensi besar sebagai bahan fortifikasi pangan (Njoroge & Lokuruka, 2020)

Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa fortifikasi tepung tulang ikan dapat meningkatkan kandungan kalsium secara signifikan pada berbagai produk pangan seperti *cookies*, donat, dan *crackers* tanpa menurunkan penerimaan konsumen jika digunakan pada konsentrasi tertentu (Junianto & Anggreini, 2025). Misalnya, fortifikasi tepung tulang ikan hingga 15% pada produk pastry masih memberikan tingkat penerimaan sensorik yang baik serta meningkatkan kandungan mineral produk (Saputra dkk., 2024). Studi lain juga menunjukkan bahwa substitusi tepung terigu dengan tepung tulang ikan nila mampu meningkatkan nilai gizi sekaligus mempertahankan karakteristik sensori pada produk *biscuit* (Fong-in & Utama-ang, 2020). Namun demikian, peningkatan konsentrasi tepung tulang ikan berpotensi memengaruhi aroma, rasa, dan tekstur sehingga perlu formulasi yang tepat agar tetap disukai konsumen (Balqis dkk., 2025).

Di sisi lain, ketersediaan bahan baku tulang ikan nila di Indonesia sangat melimpah. Produksi perikanan budidaya yang tinggi menghasilkan limbah tulang dalam jumlah besar, termasuk di Sumatera Barat yang berkisar 400–500 ribu ton per tahun (Badan Pusat Statistik, 2023; Firdaus, 2024). Potensi ini membuka peluang pengembangan produk pangan berbasis fortifikasi mineral yang tidak hanya meningkatkan nilai gizi tetapi juga mendukung prinsip keberlanjutan melalui pemanfaatan limbah.

Meskipun berbagai penelitian terkait fortifikasi tepung tulang ikan telah dilakukan pada produk pangan lain, kajian mengenai penggunaannya pada *flaky crackers* masih terbatas. Padahal, karakteristik *flaky crackers* yang berlapis dan bertekstur ringan memberikan peluang untuk menginkorporasikan bahan fortifikasi tanpa mengganggu struktur produk. Hasil pra-penelitian menunjukkan bahwa fortifikasi tepung tulang ikan nila hingga 15% tidak menurunkan mutu fisik, namun pengaruhnya terhadap aspek sensori seperti rasa, aroma, warna, dan kerenyahan masih perlu diteliti lebih lanjut.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penggunaan tepung tulang ikan nila terhadap kualitas *flaky crackers*, baik dari aspek fisik maupun sensori. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan produk pangan fungsional berbasis sumber daya lokal, serta menjadi alternatif solusi dalam meningkatkan asupan kalsium masyarakat dan pemanfaatan limbah perikanan secara berkelanjutan.

2. Bahan dan Metode Penelitian

a. Bahan dan alat

Bahan utama dalam pembuatan *flaky crackers* meliputi tepung terigu protein sedang, mentega putih, garam, gula pasir, ragi instan, *baking powder*, air, serta bahan inovasi berupa tepung tulang ikan nila. Peralatan yang digunakan terdiri dari alat persiapan seperti timbangan digital, sendok ukur, saringan, pisau, talenan, dan lap kerja; serta alat pengolahan yang meliputi *mixing bowl*, *mixer*, *rubber spatula*, *rolling pin*, cetakan *crackers*, loyang, dan oven. Penelitian ini dilaksanakan untuk mengamati pengaruh fortifikasi tepung tulang ikan nila terhadap karakteristik sensoris produk. Formulasi resep yang digunakan dalam penelitian ini merujuk pada penelitian yang dilakukan oleh Chandra dkk (2021) dapat dilihat pada tabel 1.

Prosedur Pembuatan *Flaky Crackers* Tepung Tulang Ikan Nila

Proses pembuatan *flaky crackers* diawal dengan pembuatan tepung tulang ikan, dilanjutkan dengan pencampuran mentega putih dan garam hingga lembut, diikuti penambahan bahan kering dan air hingga adonan kalis. Setelah melalui proses fermentasi selama 30 menit,

adonan dipipihkan dan dilipat berulang kali (sekitar 8 lapisan) dengan pemberian bahan pengisi di tiap lapisannya. Adonan kemudian dicetak, ditusuk permukaannya, dan dipanggang pada suhu 150°C selama 20 menit. Tahapan dapat dilihat pada gambar 1.

Tahapan pembuatan Flaky Crackers Tepung Tulang Ikan Nila sebagai berikut.

1. Mencuci tulang ikan nila.
2. Merendam di air cuka dan memresto tulang ikan nila.
3. Mengeringkan dengan dehydrator.
4. Menghaluskan tulang dengan blender.
5. Mengayak tepung tulang ikan nila.
6. Menimbang bahan.
7. Mencampurkan bahan *flaky crackers*.
8. Memipihkan, mencetak, dan proofing adonan.
9. Proses Pemanggang.

Tabel 1. Formula Flaky Crackers Fortifikasi Tepung Tulang Ikan Nila

Bahan-bahan	0%	5%	10%	15%
Tepung Terigu	100 gr	90 gr	80 gr	70 gr
Tepung Tulang Ikan Nila	-	10 gr	20 gr	30 gr
Mentega Putih	30 gr	30 gr	30 gr	30 gr
Garam	2 gr	2 gr	2 gr	2 gr
Gula Pasir	2 gr	2 gr	2 gr	2 gr
Ragi Instan	1 gr	1 gr	1 gr	1 gr
Baking Powder	0,2 gr	0,2 gr	0,2 gr	0,2 gr
Air	35 ml	35 ml	35 ml	35 ml

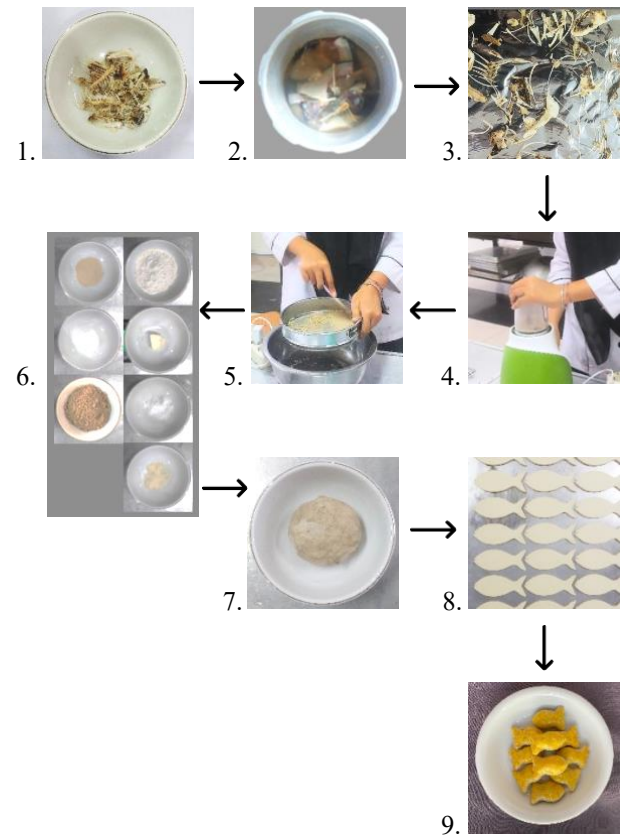
b. Metode Penelitian

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas empat perlakuan fortifikasi tepung tulang ikan nila terhadap tepung terigu, yaitu 0%, 5%, 10%, dan 15%. Pemilihan rancangan ini bertujuan untuk melihat pengaruh variasi konsentrasi bahan fungsional terhadap karakteristik akhir produk secara objektif. Setiap perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali untuk menjaga validitas data hasil eksperimen. Penelitian ini dilaksanakan di Workshop Tata Boga, Departemen Ilmu Kesejahteraan Keluarga, Fakultas Pariwisata dan Perhotelan, Universitas Negeri Padang, pada bulan Januari tahun 2026.

Sampel *flaky crackers* yang dihasilkan akan dikemas dan diberi label kode sampel untuk menjaga objektivitas panelis selama proses penilaian. Urutan penyajian sampel kepada panelis dilakukan secara acak pada setiap sesi untuk menghindari bias urutan (order effect). Evaluasi sensoris dilaksanakan melalui pengamatan visual, penciuman, pengecap, dan perabaan tekstur di

ruang pengujian yang terkontrol suhu dan kelembabannya. Hal ini memastikan bahwa factor lingkungan tidak memengaruhi persepsi panelis terhadap kualitas bentuk, warna, aroma, rasa, dan kerenyahan *flaky crackers*.



Gambar 1. Alur Proses Pembuatan Flaky Crackers Fortifikasi Tepung Tulang Ikan Nila

Uji Organoleptik

Penelitian ini menggunakan uji organoleptik dengan metode uji jenjang yang dilakukan oleh 30 panelis tidak terlatih. Panelis memberikan penilaian dalam skala 1-7 terhadap indikator kualitas meliputi bentuk (berbentuk ikan, rapi dan seragam), warna (kuning muda), aroma (harum khas crackers), tekstur (renyah dan berongga), dan rasa (gurih)

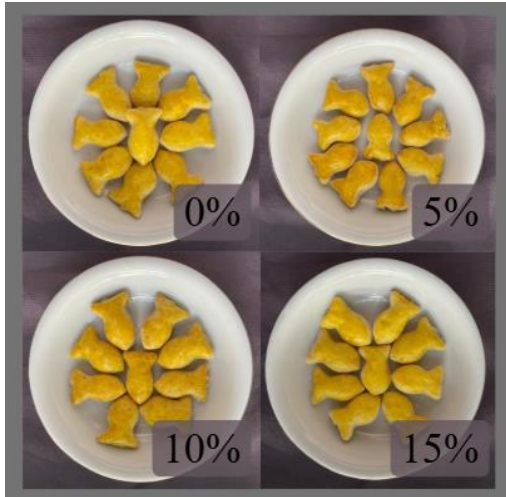
Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan Analisis Varian (ANOVA). Jika hasil menunjukkan perbedaan yang signifikan antar perlakuan pada taraf 5%, maka analisis dilanjutkan dengan uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT) untuk menentukan tingkat fortifikasi tepung tulang ikan nila yang paling optimal dan diterima oleh konsumen.

3. Hasil dan Pembahasan

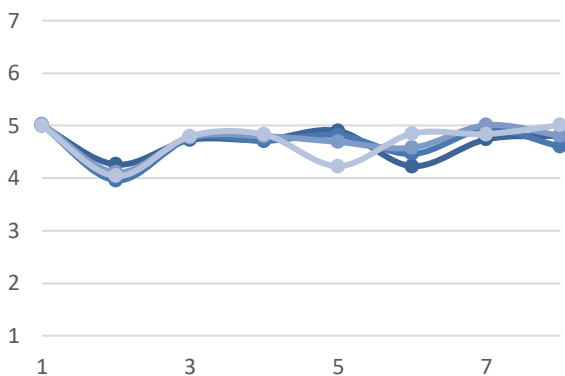
a. Hasil Penelitian

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terdapat indikator kualitas yang telah diuji pada uji organoleptik terhadap fortifikasi tepung tulang ikan nila terhadap *flaky crackers* yang meliputi bentuk, warna, aroma, tekstur dan rasa. Hasil penelitian *flaky crackers* dengan fortifikasi tepung tulang ikan nila dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini:



Gambar 2. Hasil Penelitian *Flaky Crackers* Fortifikasi Tepung Tulang Ikan Nila

Berikut ini adalah tabulasi data akhir penelitian pengaruh fortifikasi tepung tulang ikan nila terhadap *flaky crackers* dapat dilihat pada gambar 3 diagram grafik berikut ini:



Gambar 3. Grafik *Flaky Crackers* Fortifikasi Tepung Tulang Ikan Nila

Berdasarkan hasil penelitian yang disajikan, diketahui bahwa rata-rata skor penilaian organoleptik terhadap kualitas *flaky crackers* bervariasi pada setiap perlakuan fortifikasi tepung tulang ikan nila (0%, 5%, 10%, dan 15%). Nilai rata-rata tertinggi untuk aspek bentuk (berbentuk ikan) diperoleh pada perlakuan X2

(10%), yaitu sebesar 5,03, yang menunjukkan bentuk *crackers* cukup stabil dan presisi menyerupai ikan.

Dalam aspek bentuk (rapi) perlakuan X1 (5%) memberikan hasil yang terbaik dengan skor 4,26. Pada aspek bentuk (seragam), perlakuan X3 (15%) memberikan hasil terbaik dengan skor 4,80 yang tergolong dalam kategori seragam. Warna terbaik dicapai oleh perlakuan X3 dengan skor rata-rata 4,83 dan termasuk dalam kategori kuning muda hingga sangat kuning muda. Perlakuan X0 (0%) menghasilkan skor tertinggi pada kualitas aroma dengan nilai 4,90.

Untuk tekstur (renyah), perlakuan X3 memperoleh skor tertinggi yaitu 4,80, yang dikategorikan sangat renyah. Sementara itu, untuk tekstur (berongga), perlakuan X2 menunjukkan skor tertinggi sebesar 5,01, masuk dalam kategori sangat berongga. Adapun kualitas rasa terbaik diperoleh pada perlakuan X3 dengan rata-rata skor 5,01 yang termasuk dalam kategori gurih hingga sangat gurih. Berdasarkan temuan ini, perlakuan X3 (15%) dinilai sebagai yang paling optimal dalam meningkatkan kualitas warna, tekstur renyah, dan rasa gurih *flaky crackers*.

Hasil analisis ragam (ANOVA) terhadap uji organoleptik menunjukkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh secara signifikan terhadap atribut bentuk (berbentuk ikan), bentuk (rapi), bentuk (seragam), warna (kuning muda), tekstur (berongga), dan rasa (gurih). Namun, terdapat pengaruh yang signifikan terhadap atribut aroma (harum khas crackers) dan tekstur (renyah). Oleh karena itu, dilakukan uji lanjut menggunakan metode *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) atau LSR, yang hasilnya disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji lanjut Duncan kualitas *flaky crackers* fortifikasi tepung tulang ikan nila

Kualitas <i>Flaky Crackers</i> Fortifikasi Tepung Tulang Ikan Nila	Perlakuan			
	X0	X1	X2	X3
Aroma	4,9	4,82	4,69	4,23
Tekstur (Renyah)	4,23	4,46	4,58	4,85

Berdasarkan tabel 2, hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan terhadap kualitas aroma antara perlakuan kontrol 0% (X0) dengan perlakuan 10% (X2) dan 15% (X3). Hal yang sama juga ditemukan pada kualitas tekstur renyah, di mana terdapat perbedaan signifikan antara perlakuan 0% (X0) dengan perlakuan tingkat tinggi 10% (X2) dan 15% (X3).

b. Pembahasan

Berikut pembahasan akan difokuskan pada masing-masing indikator kualitas *flaky crackers* berdasarkan hasil fortifikasi tepung tulang ikan nila yang telah dilakukan.

1. Bentuk (Berbentuk Ikan)

Berbentuk ikan pada *flaky crackers* merujuk pada ketepatan hasil cetakan menyerupai ikan setelah melalui proses pemanggangan. Faktor-faktor yang memengaruhi bentuk meliputi komposisi bahan, tingkat kelembapan adonan, tekanan saat penggilasan, serta suhu dan lama pemanggangan (Noer & Irma, 2021). Fortifikasi tepung tulang ikan nila memengaruhi stabilitas struktur adonan. Rata-rata skor kualitas bentuk ikan menunjukkan nilai X0 sebesar 4,99, X1 sebesar 5,01, X2 sebesar 5,03, dan X3 sebesar 5,00. Seluruh perlakuan termasuk dalam kategori berbentuk ikan hingga sangat berbentuk ikan. Peningkatan ini terjadi karena penambahan tepung tulang ikan nila mampu memperkuat struktur adonan, sehingga bentuk cetakan ikan tetap stabil selama proses pengolahan dan pemanggangan (Gusmawan dkk., 2020).

Berdasarkan hasil ANAVA, diperoleh nilai Fhitung $0,05 < Ftabel 2,71$, yang berarti fortifikasi tepung tulang ikan nila tidak berpengaruh signifikan terhadap bentuk ikan. Hal ini menunjukkan bahwa fortifikasi hingga 15% masih mampu mempertahankan detail bentuk cetakan tanpa menyebabkan deformasi visual yang berarti. Namun, secara visual dan estetika, perlakuan hingga 10% cenderung memberikan hasil bentuk yang lebih optimal karena menghasilkan struktur yang cukup kuat tanpa mengurangi plastisitas adonan (Riani, 2024).

2. Bentuk (Rapi)

Bentuk rapi merupakan salah satu indikator kualitas visual *flaky crackers* yang menunjukkan tingkat kerapian hasil akhir produk, baik dari susunan, tepi, maupun keutuhan bentuk setelah proses pencetakan dan pemanggangan. Bentuk yang rapi mencerminkan bahwa proses pengolahan adonan, seperti pengulenan, penggilasan, dan pencetakan, telah dilakukan dengan baik dan konsisten (Nurazizah, 2022). Proses pencetakan dilakukan dengan tekanan yang cukup menggunakan cetakan berbentuk ikan, kemudian hasil cetakan dipindahkan dengan hati-hati ke loyang agar tidak berubah bentuk. Penyusunan di atas loyang juga perlu diberi jarak agar tidak saling menempel selama pemanggangan (Agustin, 2024).

Hasil penelitian menunjukkan rata-rata skor aspek kerapian adalah X0 (4,04), X1 (4,26), X2 (4,11), X3 (3,96). Seluruh perlakuan masuk kategori cukup rapi hingga rapi. Berdasarkan hasil ANAVA, diperoleh nilai Fhitung $1,32 < Ftabel 2,71$, yang berarti fortifikasi tepung tulang ikan nila tidak berpengaruh signifikan terhadap bentuk ikan. Faktor-faktor yang memengaruhi kerapian bentuk meliputi komposisi bahan, kadar air adonan, teknik penggilasan, serta penggunaan cetakan yang tepat.

Penggunaan cetakan sangat berperan dalam menghasilkan bentuk yang rapi karena cetakan membantu menjaga batas dan detail bentuk produk secara konsisten (Harahap, 2025).

3. Bentuk (Seragam)

Kerapian dan keseragaman bentuk merupakan aspek penting mutu visual produk pangan (Firmansyah dkk., 2022). Bentuk seragam merupakan atribut yang menunjukkan kesamaan ukuran, ketebalan, dan proporsi antar produk dalam satu batch produksi. Keseragaman bentuk menjadi indikator penting dalam menjaga standar mutu produk, karena mencerminkan konsistensi proses produksi dari awal hingga akhir (Harahap, 2025). Hasil penelitian menunjukkan rata-rata skor aspek keseragaman adalah X0 (4,73), X1 (4,74), X2 (4,77), dan X3 (4,80). Seluruh perlakuan masuk dalam kategori seragam. Keseragaman bentuk juga dipengaruhi oleh teknik penggilasan, ketebalan adonan, serta penggunaan cetakan yang sama selama proses produksi. Penggunaan cetakan sangat penting dalam memastikan setiap potongan adonan memiliki ukuran dan bentuk yang identic (Anggraini, 2025).

Berdasarkan hasil ANAVA, diperoleh nilai Fhitung $0,10 < Ftabel 2,71$, sehingga disimpulkan fortifikasi tidak memberikan pengaruh signifikan. Peningkatan skor secara deskriptif diduga karena karakteristik fisik tepung tulang ikan yang halus dapat meningkatkan kekompakan adonan (Irfani dkk., 2025). Cetakan yang digunakan secara konsisten akan menghasilkan produk dengan dimensi yang seragam, sedangkan variasi tekanan saat mencetak atau ketidaktepatan posisi cetakan dapat menyebabkan perbedaan ukuran antar produk (Noer & Irma, 2021).

4. Warna

Warna kuning muda pada *flaky crackers* dipengaruhi oleh reaksi pencoklatan non-enzimatis selama pemanggangan (Harahap, 2025). Warna yang terlalu pucat menandakan pemanggangan belum optimal, sedangkan warna terlalu gelap menunjukkan overbaking atau suhu pemanggangan yang terlalu tinggi (Gultom dkk., 2025). Faktor yang memengaruhi warna antara lain komposisi bahan, kadar air, suhu oven, lama pemanggangan, serta kandungan protein dan mineral dari tepung tulang ikan (Irfani dkk., 2025).

Hasil pengujian menunjukkan rata-rata skor: X0 (4,77), X1 (4,71), X2 (4,80), dan X3 (4,83), yang seluruhnya masuk kategori kuning muda. Analisis ANAVA menunjukkan Fhitung $0,29 < Ftabel 2,71$, sehingga fortifikasi tidak berpengaruh signifikan terhadap warna. Hal ini disebabkan warna putih krem dari tepung tulang ikan nila memberikan efek optik mencerahkan namun tetap stabil, didukung oleh interaksi protein dan mineral melalui reaksi Maillard yang tidak mengubah warna secara ekstrem (Adna Ridhani & Aini, 2021).

5. Aroma

Aroma harum khas *crackers* dihasilkan dari senyawa volatil yang dilepaskan selama pemanggangan (Noordianty dkk., 2024). Jika tepung tulang ikan tidak dikeringkan dengan benar, senyawa volatil penyebab bau amis seperti trimetilamin dapat bertahan dan menurunkan kualitas aroma produk. Proses pemanggangan yang cukup lama dan merata dapat membantu menguapkan senyawa ini, menghasilkan aroma yang lebih enak dan bersih (Darmanto dkk., 2024). Hasil penelitian menunjukkan rata-rata skor: X0 (4,90), X1 (4,82), X2 (4,60), dan X3 (4,20). Seluruh perlakuan masuk kategori harum khas hingga cukup harum. Hasil ANAVA menunjukkan Fhitung 6,15 > Ftabel 2,71, yang berarti fortifikasi berpengaruh signifikan terhadap aroma.

Penurunan skor seiring meningkatnya fortifikasi diduga karena dominasi senyawa volatil dari tepung tulang ikan nila (Buhari dkk., 2025). Berdasarkan uji lanjut Duncan (LSR), perlakuan berpengaruh terhadap kualitas aroma, namun tidak semua tingkat menunjukkan perbedaan nyata. Perlakuan X0 (0%), X1 (5%), dan X2 (10%) tidak berbeda signifikan sehingga memiliki aroma yang relatif sama. Sebaliknya, X3 (15%) berbeda nyata dengan nilai terendah, menunjukkan penurunan kualitas aroma pada konsentrasi tertinggi.

Aroma khas *crackers* yang dihasilkan dari perpaduan tepung terigu, mentega putih, dan ragi memberikan karakteristik khas pada produk akhir. Senyawa hasil reaksi Maillard selama pemanggangan juga berkontribusi membentuk aroma panggangan yang sedap (Adna Ridhani & Aini, 2021). Keseimbangan antara aroma gurih, panggangan, dan aroma tepung ikan yang lembut akan menciptakan profil aroma yang kompleks namun menyenangkan (Arbie dkk., 2020).

6. Tekstur (Renyah)

Tekstur *flaky crackers* yang baik harus ringan, renyah, dan berlapis tipis, menunjukkan keberhasilan proses pelipatan adonan dan keseimbangan komposisi bahan (Novitaningsih, 2022). Faktor-faktor yang memengaruhi tekstur meliputi proporsi lemak (mentega putih), kadar air, tingkat pengulenan, suhu serta lama pemanggangan (Harahap, 2025). Rata-rata skor aspek kerenyahan menunjukkan nilai X0 (4,23), X1 (4,40), X2 (4,50), dan X3 (4,80). Seluruh perlakuan berada dalam kategori renyah. Hasil ANAVA menunjukkan Fhitung 4,10 > Ftabel 2,71, yang berarti fortifikasi berpengaruh signifikan terhadap kerenyahan. Kandungan kalsium dan kolagen dalam tulang ikan memperkuat struktur adonan, menghasilkan sensasi renyah yang lebih intens dan disukai panelis (Buhari dkk., 2025).

Berdasarkan uji lanjut Duncan (LSR), kualitas tekstur menunjukkan pola peningkatan bertahap. Perlakuan X2 (10%) dan X3 (15%) tidak berbeda nyata dan memiliki nilai tertinggi, sedangkan X0 (0%) berbeda nyata dengan nilai terendah. X1 (5%) berada di posisi transisi karena tidak berbeda nyata dengan keduanya.

Tekstur renyah diperoleh melalui pembentukan lapisan udara di antara adonan akibat pelipatan berulang, serta penambahan ragi sebagai komponen bahan pembentuk *flaky crackers*. Selama pemanggangan, uap air yang terperangkap di antara lapisan menyebabkan pengembangan kecil yang menghasilkan sensasi *flaky* (Andira dkk., 2022). Secara umum, peningkatan perlakuan hingga 10–15% cenderung memperbaiki tekstur, meskipun tidak selalu signifikan pada setiap tingkat.

7. Tekstur (Berongga)

Volume berongga mencerminkan kemampuan adonan membentuk pori-pori selama pemanggangan. Tekstur berongga merupakan salah satu karakteristik utama pada *flaky crackers* yang menunjukkan terbentuknya lapisan-lapisan tipis dengan rongga udara di antaranya (Chandra dkk., 2021). Struktur berongga ini menjadi indikator keberhasilan proses pelapisan (laminasi) adonan serta berpengaruh langsung terhadap kerenyahan produk. Tekstur yang baik ditandai dengan adanya rongga yang merata, ringan, dan tidak padat, sehingga memberikan sensasi renyah saat dikonsumsi (Nurazizah, 2022).

Skor rata-rata menunjukkan X0 (4,74), X1 (4,90), X2 (5,01), dan X3 (4,80). Seluruh perlakuan termasuk kategori sangat berongga. Hasil ANAVA menunjukkan Fhitung 1,14 < Ftabel 2,71, yang berarti tidak ada pengaruh signifikan. Hal ini membuktikan bahwa penambahan tepung tulang ikan nila hingga 10% (X2) justru membantu stabilitas pori adonan sebelum sedikit menurun pada kadar 15%. Penggunaan ragi berperan dalam menghasilkan gas karbon dioksida (CO₂) melalui proses fermentasi, yang akan terperangkap di dalam adonan dan membantu membentuk pori-pori atau rongga udara (Adna Ridhani & Aini, 2021). Selain itu, penambahan lemak di antara lapisan adonan berfungsi untuk memisahkan lapisan sehingga terbentuk ruang udara saat dipanggang. Pada proses pemanggangan, air dalam adonan juga akan menguap dan memperbesar rongga yang telah terbentuk, sehingga menghasilkan struktur berongga yang optimal (Noer & Irma, 2021).

8. Rasa

Rasa merupakan parameter penting dalam menilai mutu produk (Wahyudi dkk., 2024). Rasa gurih lembut yang berpadu dengan aroma panggangan memberikan sensasi khas yang membedakan produk ini dari *crackers* konvensional (Calista dkk., 2022). Faktor-faktor yang memengaruhi rasa meliputi komposisi bahan, reaksi Maillard, tingkat pemanggangan, serta proporsi penambahan tepung tulang ikan. Penambahan tepung tulang ikan dalam kadar 5–15% umumnya memberikan cita rasa gurih tanpa mengganggu karakter asli *crackers* (Harahap, 2025). Hasil rata-rata skor rasa gurih adalah X0 (4,81), X1 (4,60), X2 (4,81), dan X3 (5,01).

Seluruh perlakuan tergolong gurih hingga sangat gurih. Hasil ANAVA menunjukkan Fhitung 2,62

< Ftabel 2,71, sehingga tidak ada pengaruh signifikan. Meskipun demikian, secara deskriptif X3 mencapai nilai tertinggi karena kandungan asam amino glutamat alami dalam tulang ikan yang memperkuat cita rasa umami (Adna Ridhani & Aini, 2021) . Pada *flaky crackers* penambahan tepung tulang ikan nila, rasa yang diharapkan adalah gurih alami dengan sedikit asin dan tidak meninggalkan aftertaste amis (Nurazizah, 2022).

Temuan ini mengindikasikan bahwa penggunaan tepung tulang ikan nila berpotensi memperkaya produk pangan dengan nilai estetika dan gizi kalsium yang lebih baik. Namun, penelitian ini masih memiliki keterbatasan karena hanya dilakukan secara organoleptik tanpa disertai uji proksimat atau uji instrumen kekerasan tekstur. Diperlukan studi lanjutan mengenai ketahanan simpan dan analisis biaya produksi untuk distribusi pasar yang lebih luas.

4. Kesimpulan dan Saran

a. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan tepung tulang ikan nila dalam formulasi *flaky crackers* memberikan dampak yang beragam terhadap karakteristik sensorik, baik secara deskriptif maupun melalui pengujian statistik. Secara umum, seluruh perlakuan masih berada pada kategori mutu baik hingga sangat baik. Pada parameter bentuk, konsentrasi 10% (X2) cenderung menghasilkan bentuk paling optimal (berbentuk ikan dan berongga), sementara kerapian terbaik diperoleh pada 5% (X1) dan keseragaman tertinggi pada 15% (X3). Namun demikian, secara statistik seluruh indikator bentuk tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan.

Pada parameter warna, peningkatan konsentrasi tepung tulang ikan nila cenderung menghasilkan warna yang lebih cerah, meskipun tidak berbeda nyata secara statistik. Berbeda halnya dengan aroma, yang menunjukkan pengaruh signifikan dengan kecenderungan penurunan kualitas seiring meningkatnya konsentrasi penambahan. Untuk parameter tekstur, hasil menunjukkan bahwa tekstur renyah dipengaruhi secara signifikan dan mencapai kondisi optimal pada 15% (X3), sedangkan tekstur berongga tidak menunjukkan perbedaan nyata meskipun secara deskriptif terbaik pada 10% (X2). Pada parameter rasa, peningkatan konsentrasi tepung tulang ikan nila cenderung meningkatkan cita rasa gurih, namun tidak memberikan pengaruh signifikan secara statistik.

Secara keseluruhan, penambahan tepung tulang ikan nila hingga taraf 15% dapat diterapkan dalam pembuatan *flaky crackers* tanpa menurunkan mutu sensorik secara signifikan, bahkan berpotensi meningkatkan atribut tertentu seperti tekstur dan rasa. Dengan demikian, tepung tulang ikan nila berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan fortifikasi untuk

meningkatkan nilai gizi produk tanpa mengurangi tingkat penerimaan konsumen.

b. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, penggunaan tepung tulang ikan nila dalam pembuatan *flaky crackers* perlu mempertimbangkan keseimbangan antara aspek fungsional dan mutu sensorik. Kisaran penambahan 10%–15% direkomendasikan sebagai formulasi yang optimal untuk menghasilkan kualitas tekstur dan rasa yang baik dengan tingkat penerimaan yang tetap tinggi.

Selain itu, pengendalian mutu bahan baku menjadi aspek penting, khususnya terkait tingkat kehalusan dan kadar air tepung tulang ikan nila, guna memastikan kestabilan adonan serta konsistensi produk akhir. Proses produksi juga perlu dioptimalkan melalui penerapan teknik laminasi yang tepat, penggunaan ragi yang sesuai, proses pencetakan yang konsisten, serta pengaturan suhu dan waktu pemanggangan yang terkendali untuk menghasilkan struktur berongga dan tekstur renyah yang maksimal.

Dari perspektif pengembangan, tepung tulang ikan nila memiliki potensi besar sebagai bahan pangan fungsional yang kaya kalsium dan dapat dimanfaatkan dalam diversifikasi produk berbasis hasil samping perikanan. Oleh karena itu, penelitian lanjutan disarankan untuk mengkaji lebih mendalam aspek kandungan gizi, stabilitas penyimpanan, serta tingkat penerimaan konsumen dalam skala yang lebih luas, guna mendukung pengembangan produk dan penerapan konsep keberlanjutan pangan berbasis zero waste.

5. Daftar Pustaka

- Adna Ridhani, M., & Aini, N. (2021). Potensi Penambahan Berbagai Jenis Gula Terhadap Sifat Sensori Dan Fisikokimia Roti Manis: Review. *Pasundan Food Technology Journal*, 8(3), 61–68.
- Ambarsari, I., Endrasari, R., & Hidayah, R. (2020). Kandungan Nutrisi Dan Kualitas Sensoris Produk Minuman Sereal Sarapan Berbasis Flakes Jagung, Jali, Dan Sorgum. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 17(2), 108.
- Anggraini, A. F. (2025). *Aktivitas Standar Kebersihan Makanan Healty Food Di Pt. Senjani Tekno Boga Dalam Program Merdeka Belajar Kampus Merdeka Wirausaha Merdeka Universitas Ciputra 2024*. 1–50.
- Arifin, E. B., Setiawan, B., & Nasution, Z. (2023). Pengembangan Sosis Ikan Kembang dengan Substitusi Tepung Daun Kelor Sebagai Sumber Protein dan Zat Besi untuk Ibu Hamil. *Jurnal Ilmu Gizi dan Dietetik*, 2(2), 125–132.
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Statistik Industri Kosmetika Indonesia 2023*. In *Badan Pusat Statistik*. Badan Pusat Statistik Republik Indonesia.
- Balqis, T., Dwi, R., Izam, A., Izzaty, N., & Melinda, R.

- (2025). Fortifikasi Tepung Tulang Ikan Lele (*Clarias Batrachus*) Terhadap Nilai Hedonik, Kadar Air, Kadar Protein Stik Ikan. *Leuit : Journal of Local Food Security*, 6(2), 88–98.
- Buhari, F. A., Patang, & Sukainah, A. (2025). Karakteristik Mutu Sensori dan Kimia Chips Lotus dengan Menggunakan Batang Lotus. *Jurnal Penelitian Ilmiah Multidisipliner*, 2(03).
- Chandra, Z. A., Swasti, Y. R., & Pranata, F. S. (2021). Substitusi Tepung Sukun Sebagai Sumber Serat Untuk Peningkatan Kualitas Flacky Crackers. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 25(2), 153–161.
- Daya, U. J. I., Dan, T., Gizi, K., Tepung, C., Dan, D., Merah, B., Makanan, S., Dasar, A. S., Harahap, A. K., Studi, P., Kesehatan, I., Masyarakat, F. K., Islam, U., & Sumatera, N. (2021). *Uji Daya Terima Dan Kandungan Gizi Crackers Tepung Biji*.
- FAO, F. and A. O. (2022). *FAO Fishery Statistics: Global Tilapia Production 2022*. FAO.
- Firdaus, S. P. M. S. (2024). *Laporan Kinerja (LKj) Dinas Perikanan dan Pangan Kab. Pesisir Selatan*. 17, 302.
- Firmansyah, A. W., Andri, L. F., & Suryani, Y. (2022). Green Tax sebagai Instrumen Penanganan Perubahan Iklim dalam Mewujudkan Environmental Sustainability pada Tahun 2030. *Prosiding Seminar Nasional Ekonomi dan Perpajakan*, 2(1), 13–26.
- Fong-in, S., & Utama-ang, N. (2020). *Effect of Substitution of Wheat Flour with Nile Tilapia Bone Powder on The Quality Characteristics of Cashew Nut Cookies*. April.
- Harahap, A. R. R. (2025). Daya Terima Stik Dengan Variasi Penambahan Tepung Tulang Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) Sebagai Snack Sumber Kalsium. *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical*, 44(8), 1–14.
- International Euromonitor. (2023). *Indonesia Breakfast Cereal Market Report 2023*. Euromonitor International.
- Junianto, J., & Anggreini, D. A. (2025). Fortification of Dry Cakes with Fish Flour to Enhance Nutritional Value: A Review. *Nekton*, 5(2), 81-91–81–91.
- Maharani, A. K., & Rahmawati, F. (2025). Spinach Rice Crackers sebagai Camilan Sehat untuk Anak-Anak. *Prosiding Pendidikan Teknik Boga Busana*, 20(1), 1141–1150.
- Mutiara Kiranawati, T., Rohajatien, U., & Rahma Safira Jayanti, dan. (2021). Pengaruh Lama Fermentasi Adonan Terhadap Sifat Fisik Dan Kimia Crackers Substitusi Tepung Komposit Effect of Long Fermentation of Dough on Physical and Chemical Properties of Crackers Substitution of Composite Flour. *Jurnal Agroindustri*, 11, 133–142.
- Njoroge, J. G., & Lokuruka, M. N. I. (2020). Sensory Acceptability of Cookies Fortified With Tilapia Fish Bone Powder. *Journal of Food and Nutritional Sciences Research*.
- Noordianty, A. S., Indriani, Najma, S., & Nurlaela, R. S. (2024). Kajian Literatur: Penerapan Aspek Sanitasi Terhadap Mutu dan Produk Pangan. *Karimah Tauhid*, 3(7), 7308–7317.
- Novitaningsih, -. (2022). *Pengolahan Crackers Lele (Clarias Batrachus) Di CV. Navi Jaya Mandiri, Kabupaten Ngawi, Provinsi Jawa Timur*.
- Riani, S. (2024). *Gambaran kombinasi tepung tempe dan kelakai terhadap mutu organoleptik dan daya terima crackers peka (tempe kelakai)*.
- Salsabillah, I. I., Purwani, E., & Sofyan, A. (2025). Pengaruh Substitusi Tepung Kulit Buah Naga Merah Terhadap Kadar Air, Kadar Abu, dan Tesktur Crackers. *Nutriology: Jurnal Pangan, Gizi, Kesehatan*, 6(1), 41–52.
- Saputra, F., Rochima, E., Apriliani, I. M., & Rostini, I. (2024). The Effect of Shark Catfish (*Pangasius sp.*) Bone Flour Fortification on Increasing Calcium and Donut Preference. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 27(12), 1211–1218.
- Setiyawati, M. E., Ardhiyanti, L. P., Hamid, E. N., Muliarta, N. A. T., & Raihanah, Y. J. (2024). Studi Literatur: Keadaan Dan Penanganan Stunting Di Indonesia. *Jurnal Sosial dan Humaniora*, 8(2), 179–186.
- Sintawati, R., Kurniawati, E., Pangan, T. R., Pertanian, T., & Jember, P. N. (2024). Pengaruh Substitusi Tepung Pisang Cavendish terhadap Karakteristik Fisik Kimia dan Organoleptik Crackers : Effect of Cavendish Banana Flour Substitution on the Physical, Chemical and Organoleptic Characteristics of Crackers. *Journal of Food Engineering*, 3(4), 137–144.
- Wahyudi, W., Ariesta, A., Wayan, I., Ambara Ariesta, W., Gede, I., Surya, D., & Widhyandanta, A. (2024). Kualitas Produk Sereal dengan Menggunakan Ubi Ungu Quality of Cereal Products Using Purple Potatoes. *Jurnal Pariwisata dan Bisnis*, 03(10), 1695–1704.