

## Substitusi tepung tulang ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) sebagai ingredient pangan pada pembuatan crackers roll tinggi kalsium

*Substitution of tuna fish bone flour (Euthynnus affinis) as a food ingredient in the production of high calcium crackers roll*

Najwa Saidah Cantika Alim<sup>1)</sup>, Sakinah Haryati<sup>2\*)</sup>, Rifki Prayoga Aditia<sup>3)</sup>  
Program Studi Ilmu Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa  
\*Email korespondensi: [sakinahharyati@yahoo.com](mailto:sakinahharyati@yahoo.com)

### Informasi artikel:

Dikirim: 11/05/2025; disetujui: 23/05/2025; diterbitkan: 30/09/2025

### ABSTRACT

*Tuna bone flour is a waste product of fish meatball processing which is rich in calcium and has the potential to be used as a food substitute ingredient. An ingredient is a material or component used in making food products for a specific purpose, such as providing taste, texture, or nutritional content. Crackers roll was chosen as a substitution medium because it is a snack that is popular with teenagers, so it can be an alternative to increase calcium intake which is still low among Indonesian teenagers. This study aims to determine the best concentration of tuna bone flour substitution and the characteristics of crackers roll. The data analysis method used in chemical and physical parameters used a Completely Randomized Design (CRD) with ANOVA, organoleptic tests using a hedonic scale on a scale of 1–9 followed by the Kruskal-Wallis and Whitney U tests, and the best product treatment using the DeGarmo method. The results showed that the best crackers roll was produced from a 5% substitution of tuna bone flour, with a hedonic value of appearance of 5.93, aroma of 5.93, taste of 5.27, and texture of 6.13. The chemical content includes water content of 5.35%, ash 7.21%, protein 11.8%, fat 23.4%, carbohydrate 52.10%, calcium 479.11 mg/100 g and hardness 2823.3 gf. With these contents, this product has met the criteria as a high calcium food and has the potential to become a functional food innovation that is nutritious and has a selling value.*  
**Keywords:** calcium, crackers roll, ingredient, tuna bone flour

### ABSTRAK

Tepung tulang ikan tongkol merupakan limbah hasil pengolahan bakso ikan yang kaya akan kalsium dan berpotensi dimanfaatkan sebagai *ingredient* substitusi pangan. *Ingredient* adalah bahan atau komponen yang digunakan dalam pembuatan produk pangan dengan tujuan tertentu, seperti memberikan rasa, tekstur, atau kandungan gizi. *Crackers roll* dipilih sebagai media substitusi karena merupakan camilan yang digemari remaja, sehingga dapat menjadi alternatif untuk meningkatkan asupan kalsium yang masih rendah di kalangan remaja Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi terbaik substitusi tepung tulang ikan tongkol dan karakteristik *crackers roll*. Metode analisis data yang digunakan pada parameter kimia dan fisika menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan ANOVA, uji organoleptik menggunakan skala hedonik pada skala 1–9 yang dilanjutkan uji *Kruskal-Wallis* dan *Whitney U*, dan perlakuan terbaik produk menggunakan metode *DeGarmo*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *crackers roll* terbaik dihasilkan dari substitusi 5% tepung tulang ikan tongkol, dengan nilai hedonik kenampakan 5,93, aroma 5,93, rasa 5,27, dan tekstur 6,13.

Kandungan kimianya meliputi kadar air 5,35%, abu 7,21%, protein 11,8%, lemak 23,4%, karbohidrat 52,10%, kalsium 479,11 mg/100 g dan kekerasan 2823,3 gf. Dengan kandungan tersebut, produk ini telah memenuhi kriteria sebagai makanan tinggi kalsium dan berpotensi menjadi inovasi pangan fungsional yang bergizi dan bernilai jual.

**Kata kunci:** *crackers roll*, *ingredient*, kalsium, tepung tulang ikan tongkol

## PENDAHULUAN

Kalsium adalah mineral penting yang memiliki peran vital dalam berbagai fungsi tubuh, pembentukan dan pemeliharaan struktur tulang serta gigi, khususnya pada masa remaja. Pada periode ini, terjadi percepatan pertumbuhan tulang yang signifikan, sehingga kebutuhan kalsium menjadi sangat krusial untuk mencegah gangguan kesehatan tulang di kemudian hari seperti osteoporosis (Wibowo *et al.*, 2018). Berdasarkan Angka Kecukupan Gizi (AKG), remaja usia 10–18 tahun membutuhkan sekitar 1000 mg kalsium per hari. Namun, data menunjukkan bahwa konsumsi kalsium masyarakat Indonesia rata-rata masih rendah, yaitu hanya sekitar 254 mg per hari (Sjahrian dan Wulandari, 2018).

Salah satu strategi untuk meningkatkan asupan kalsium adalah dengan melalui pengembangan produk pangan yang di substitusi kalsium. Produk pangan yang disukai oleh remaja, seperti *crackers roll*, berpotensi dijadikan sebagai media substitusi karena tingkat penerimaan konsumen yang tinggi. Inovasi ini sejalan dengan upaya pemanfaatan sumber daya lokal sebagai bahan pangan fungsional yang bernilai tambah. Penelitian oleh Dhiyaul *et al.* (2021) membuktikan bahwa substitusi tepung ikan teri pada kue semprong mampu meningkatkan kadar kalsium dan tetap diterima baik oleh anak usia sekolah.

Ingredient adalah bahan atau komponen yang digunakan dalam pembuatan produk pangan dengan tujuan tertentu, seperti memberikan rasa, tekstur, atau kandungan gizi. Tepung tulang ikan berpotensi dijadikan sebagai ingredient substitusi karena kandungan mineralnya yang tinggi dan kemampuan meningkatkan nilai gizi produk tanpa menurunkan kualitas sensorik (Adesya, 2019; Dhiyaul *et al.*, 2021).

Ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) merupakan salah satu jenis ikan yang umum digunakan dalam industri pengolahan pangan, termasuk pembuatan bakso ikan. Proses pengolahan tersebut menghasilkan limbah tulang dalam jumlah yang cukup besar, yang berpotensi untuk dimanfaatkan. Kandungan kalsium dalam tepung tulang ikan tongkol tergolong tinggi, sekitar 8–10% dari berat keringnya, sehingga berpotensi sebagai bahan substitusi dalam produk pangan yang di substitusi kalsium (Muzakhid *et al.*, 2020)

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji penggunaan tepung tulang ikan sebagai sumber kalsium dalam berbagai produk olahan. Adesya (2019) melaporkan bahwa substitusi tepung tulang ikan bandeng sebesar 10% pada semprong menghasilkan kadar kalsium 3,05% dan disukai oleh panelis. Penelitian lain oleh Dhiyaul *et al.* (2021) melaporkan jika substitusi tepung tulang ikan teri sebesar 15% memberikan jumlah kalsium mencapai 820,63 mg dalam produk sejenis.

Merujuk pada uraian latar belakang, penelitian ini dimaksudkan untuk mengkaji penggunaan tepung tulang ikan tongkol sebagai bahan substitusi dalam pembuatan *crackers roll*. Tujuan penelitian ini untuk menentukan konsentrasi terbaik substitusi tepung tulang ikan tongkol dan karakteristik *crackers roll*.

## METODE

### Bahan

Bahan utama yang digunakan pada penelitian yaitu tulang ikan tongkol dari tempat produksi Bakso ikan di Kota Jakarta. Bahan pendukung yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari telur, penyedap rasa, gula, kencur, margarin, tepung beras, bawang putih bubuk, santan dan komponen kimia yang dipakai yaitu NaOH.

## Alat

Peralatan utama yang digunakan dalam penelitian ini yaitu blender, cetakan kue semprong, timbangan digital, panci pengukus dan oven.

## Metode penelitian

Penelitian ini dibagi menjadi dua tahapan, pertama adalah pembuatan tepung tulang ikan tongkol. Tahap kedua yaitu pembuatan *crackers roll* dengan konsentrasi substitusi tepung tulang ikan

### Pembuatan tepung tulang ikan tongkol

Proses pembuatan tepung tulang ikan tongkol mengikuti metode Adesya (2019) dengan beberapa penyesuaian. Pertama, tulang ikan dibersihkan, kemudian direbus dalam larutan NaOH 0,1% selama 30 menit pada suhu 100°C untuk menghilangkan kotoran dan lemak. Setelah dicuci dan direbus

kembali, tulang dipresto selama 1 jam untuk melunakkannya, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 120°C selama 35 menit. Tulang yang sudah kering digiling menggunakan blender dan disaring dengan ayakan 100 mesh..

### Pembuatan *crackers roll*

Proses pembuatan *crackers roll* mengacu pada metode Adesya (2019) yang dimodifikasi dengan penambahan tepung tulang ikan tongkol. Seluruh bahan, termasuk tepung beras, santan, bawang putih bubuk, kencur, gula, penyedap rasa, dan tepung tulang ikan tongkol sesuai konsentrasi yang ditentukan, dicampur hingga merata. Adonan kemudian dicetak menggunakan cetakan kue semprong panas, dipanggang selama 2 menit di setiap sisi, lalu digulung setelah matang. Produk akhir diuji berdasarkan parameter yang telah ditetapkan.

Tabel 1. Komposisi

Komposisi	0%	5%	10%	15%
Tepung Tulang Ikan	0	5	10	15
Tepung Beras	30	25	20	15
Air	30	30	30	30
Telur	7,5	7,5	7,5	7,5
Santan	20	20	20	20
Bubuk Bawang Putih	3	3	3	3
Kencur	6	6	6	6
Gula	2,5	2,5	2,5	2,5
Penyedap Rasa	1	1	1	1
TOTAL (g)	100	100	100	100

## Analisis data

Analisis data dalam penelitian ini penting untuk menarik kesimpulan dari percobaan yang telah dilakukan. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif dan komparatif. Data hedonik, proksimat, dan kalsium dianalisis menggunakan aplikasi SPSS. Untuk data hedonik, analisis dilakukan dengan uji statistik non-parametrik *Kruskal-Wallis*, jika berbeda nyata dilanjutkan dengan uji *Whitney U Test*. Data proksimat dan kalsium dihitung menggunakan analisis varian (ANOVA) pada taraf uji 5%. Apabila perlakuan memberikan Jika terdapat

pengaruh yang signifikan, maka uji lanjutan dilakukan dengan uji Duncan.

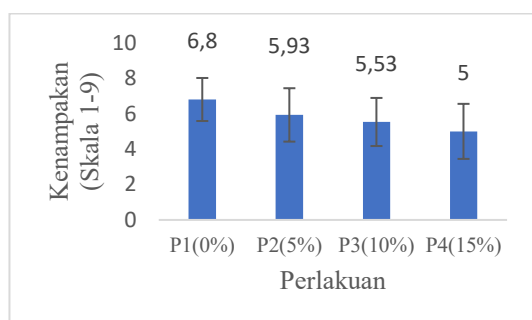
Uji organoleptik dilakukan oleh 30 panelis terlatih yang telah melalui pelatihan sistematis dan memiliki sensitivitas serta konsistensi tinggi dalam menilai atribut sensori, seperti aroma, rasa, kenampakan, dan tekstur. Penilaian dilakukan menggunakan skala hedonik 1–9. Panelis terlatih dipilih karena mampu memberikan data yang andal dalam mengevaluasi produk yang kompleks. Pemilihan perlakuan terbaik dilakukan menggunakan metode *DeGarmo* berdasarkan kombinasi sifat fisik, kimia, dan organoleptik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik hedonik *Crackers roll*

#### Kenampakan

Kenampakan merupakan aspek visual pertama yang memengaruhi ketertarikan panelis terhadap produk makanan (Wahyuni, 2022). Berdasarkan uji hedonik, diperoleh rata-rata nilai kenampakan *crackers roll* dengan substitusi tepung tulang ikan tongkol berkisar antara 5–7 (netral hingga suka), dengan nilai tertinggi pada P1 (0%) sebesar 6,8 dan terendah pada P4 (15%) sebesar 5 (Gambar 1). Uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan adanya pengaruh signifikan dari substitusi terhadap kenampakan ( $p < 0,05$ ).



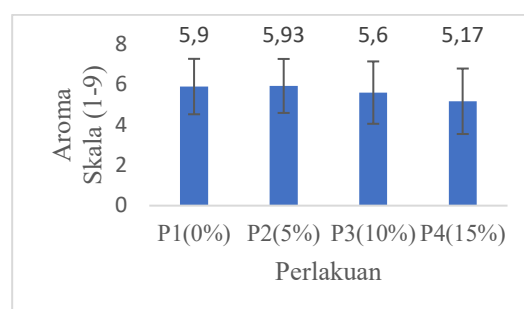
Gambar 1. Nilai rata-rata kenampakan *crackers roll* dengan substitusi tepung tulang ikan . Perbedaan nyata antara perlakuan ditunjukkan dengan huruf *superscript* yang berbeda,  $p < 0,05$

Penurunan nilai kenampakan seiring peningkatan konsentrasi tepung disebabkan oleh warna gelap dan aroma khas ikan dari tepung tulang yang dihasilkan melalui proses pemanasan (Fitriani *et al.*, 2021). Penelitian serupa oleh Yanti (2024) menunjukkan hasil senada, yaitu penurunan intensitas warna namun tetap diterima panelis. Dengan demikian, meskipun terjadi perubahan warna, *crackers roll* masih dapat diterima secara visual oleh panelis.

#### Aroma

Aroma adalah faktor penting dalam penilaian sensori produk makanan, terbentuk dari senyawa volatil yang terdeteksi oleh sistem penciuman (Suryaningrum, 2017).

Nilai aroma *crackers roll* berkisar antara 5–6 (netral hingga agak suka), dengan P2 (5%) menunjukkan nilai tertinggi dan P4 (15%) nilai terendah (Gambar 2). Berdasarkan uji *Kruskal-Wallis*, tidak ditemukan pengaruh signifikan ( $p > 0,05$ ) dari substitusi tepung tulang ikan tongkol terhadap aroma. Penurunan pada aroma disebabkan oleh peningkatan aroma ikan akibat senyawa volatil hasil degradasi protein dan lemak (Joseph, 2017).



Gambar 2. Nilai rata-rata aroma *crackers roll* dengan substitusi tepung tulang ikan tongkol.

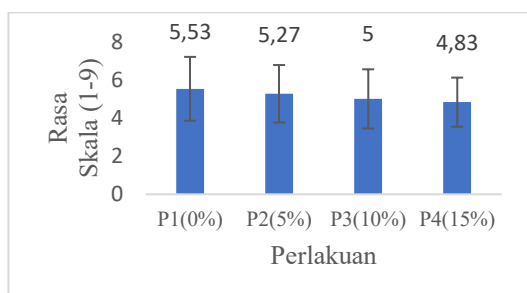
Penelitian Suryaningrum (2017) menunjukkan bahwa penambahan tepung tulang ikan meningkatkan aroma khas ikan, namun tetap diterima oleh panelis. Hasil ini juga sejalan dengan temuan Adlina Dhiyaul *et al.*(2021) yang melaporkan peningkatan aroma ikan tanpa penurunan penerimaan sensori. Jadi, dalam penelitian ini aroma produk tetap dapat diterima secara sensori oleh panelis.

#### Rasa

Rasa adalah faktor utama dalam penilaian makanan, yang mencakup sensasi pengecap dan pencium (Tarwendah, 2017). Nilai rasa *crackers roll* dengan substitusi tepung tulang ikan tongkol bernilai 5, P1 (0%) mencatatkan nilai tertinggi, sementara P4 (15%) memiliki nilai terendah (Gambar 3). Hasil uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan tidak adanya pengaruh signifikan ( $p > 0,05$ ) dari substitusi terhadap rasa.

Penurunan nilai rasa seiring meningkatnya substitusi diduga karena semakin kuatnya rasa khas ikan. Hasil ini konsisten dengan temuan Wahyuni *et al.*

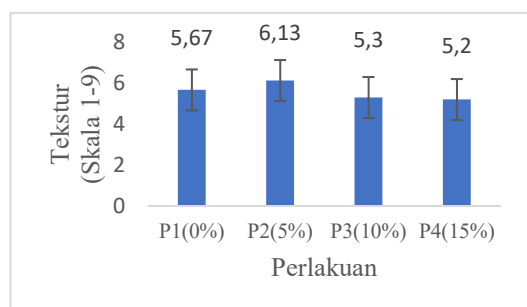
(2020), yang mengungkapkan bahwa penambahan tepung tulang ikan dapat menurunkan tingkat kesukaan rasa karena dominasi rasa ikan yang lebih kuat. Meskipun demikian, rasa *crackers roll* yang dihasilkan masih cenderung netral dan diterima panelis, meskipun aroma dan rasa ikan tetap terasa, tetapi tidak menyebabkan penolakan sensoris.



Gambar 3. Nilai rata-rata rasa *crackers roll* dengan substitusi tepung tulang ikan tongkol

### Tekstur

Tekstur adalah sensasi fisik saat makanan digigit dan dikunyah, dipengaruhi oleh sifat fisik seperti ukuran dan kerapatan bahan Wibowo (2018). Nilai rata-rata tekstur *crackers roll* berkisar antara 5–6 dengan nilai tertinggi pada P2 (5%) (Gambar 4). Hasil uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan substitusi Tepung tulang ikan tongkol tidak menunjukkan pengaruh signifikan ( $p > 0,05$ ) terhadap tekstur.



Gambar 4. Nilai rata-rata tekstur *crackers roll* dengan substitusi tepung tulang

Pada gambar, meskipun penurunan tidak signifikan, konsentrasi 5% menghasilkan tekstur paling disukai karena kerapatan dan kerenyahan seimbang,

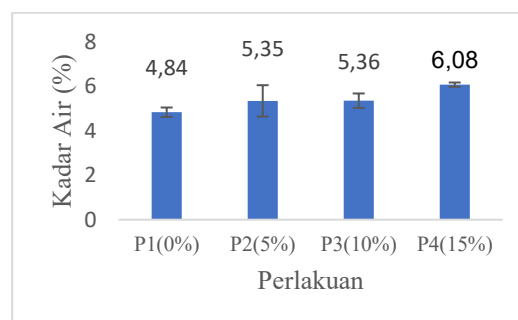
diakibatkan interaksi mineral seperti kalsium dan fosfor selama proses pembuatan (Muzakhid *et al.*, 2020).

Penelitian Rahmawati *et al.* (2019) mengungkapkan bahwa penambahan tepung tulang ikan memengaruhi kekerasan tekstur. Secara keseluruhan, tekstur *crackers roll* dengan substitusi tepung tulang ikan tongkol tetap diterima panelis.

### Karakteristik kimia *crackers roll*

#### Kadar air

Kadar air berpengaruh penting terhadap kualitas dan umur simpan pangan, karena kadar air tinggi dapat mempercepat pertumbuhan mikro-organisme (Rahmawati, 2019). Pada *crackers roll*, kadar air berkisar antara 4,84%–6,08%, dengan nilai tertinggi pada P4 (15%) yang diperlihatkan pada Gambar 5.

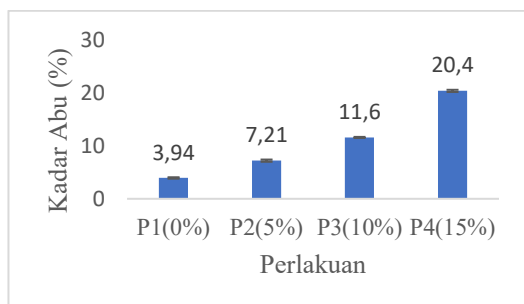


Gambar 5. Nilai rata-rata kadar air *crackers roll* dengan substitusi tepung tulang ikan. Perbedaan nyata antara perlakuan ditunjukkan dengan huruf *superscript* yang berbeda,  $p < 0,05$

Grafik menunjukkan konsentrasi tepung tulang ikan tongkol yang lebih tinggi menyebabkan peningkatan kadar air. Faktor ini disebabkan oleh sifat higroskopis tepung tulang, serta struktur partikel dan protein yang mampu mengikat lebih banyak air (Handayani *et al.*, 2021). Temuan ini sejalan dengan Wahyuni (2020) yang juga menemukan peningkatan kadar air pada produk bakery dengan penambahan tepung tulang. Secara keseluruhan, semakin tinggi substitusi, semakin besar kadar air yang terkandung, yang dapat berdampak pada umur simpan dan kualitas sensoris produk.

## Kadar abu

Kadar abu menggambarkan kandungan mineral pada suatu bahan pangan dan meningkat seiring bertambahnya substitusi tepung tulang ikan tongkol pada *crackers roll*, dengan nilai tertinggi 20,4% pada P4 (15%), yang diperlihatkan pada Gambar 6.



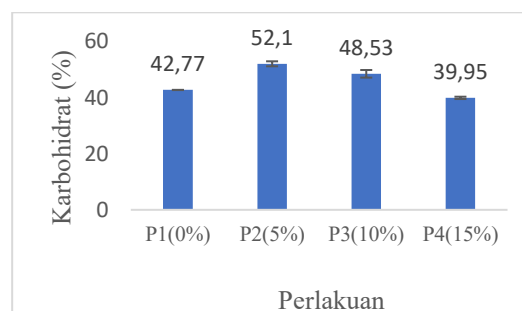
Gambar 6. Nilai rata-rata kadar abu *crackers roll* dengan substitusi tepung tulang ikan. Perbedaan nyata antara perlakuan ditunjukkan dengan huruf *superscript* yang berbeda,  $p < 0,05$

Peningkatan ini disebabkan tingginya kandungan mineral seperti kalsium dan fosfor pada tepung tulang (Handayani, 2021). Temuan ini sejalan dengan Rahmawati *et al.*(2021) yang melaporkan peningkatan kadar abu seiring dengan menambahkan tepung tulang ikan. Meski kadar abu meningkat signifikan, hal ini menunjukkan potensi substitusi mineral alami. Dibandingkan standar SNI 01-4319-1996 (maksimum 3%), beberapa perlakuan melebihi batas, namun tren ini tetap memperlihatkan peningkatan nilai gizi

## Karbohidrat *by difference*

Karbohidrat *crackers roll* dengan substitusi tepung tulang ikan tongkol berkisar antara 39,95–52,1%, dengan P2 (5%) adalah nilai tertinggi dan terendah pada P4 (15%) yang diperlihatkan pada Gambar 7. Penurunan kadar karbohidrat terjadi karena tepung tulang ikan menggantikan tepung beras sebagai sumber utama karbohidrat. Kandungan karbohidrat dihitung dengan metode *by difference*, yaitu mengurangkan total kadar abu, kadar air, lemak dan protein dari 100%. Metode ini bersifat tidak langsung

dan hasilnya sangat bergantung pada ketepatan pengukuran komponen lainnya (Damayanti *et al.*, 2018).

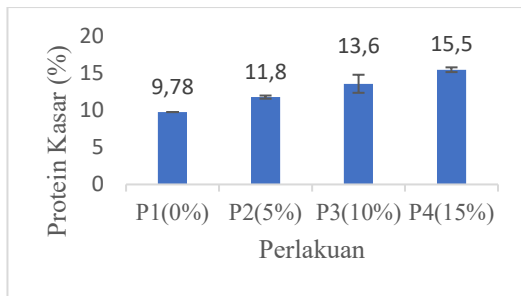


Gambar 7. Nilai rata-rata karbohidrat *crackers roll* dengan substitusi tepung tulang ikan. Perbedaan nyata antara perlakuan ditunjukkan dengan huruf *superscript* yang berbeda,  $p < 0,05$

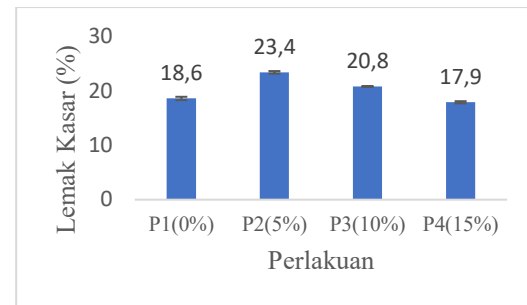
Hasil ini sejalan dengan Putri *et al.* (2021), yang meneliti penambahan tepung tulang ikan pada cookies dan menemukan bahwa kadar karbohidrat menurun seiring meningkatnya kandungan protein dan mineral. Penelitian Dwiyanita *et al.*(2023) juga melaporkan hal serupa pada kue kering berbahan sagu, di mana substitusi tepung tulang ikan tongkol menurunkan kadar karbohidrat akibat pengurangan bahan sumber pati. Dengan demikian, substitusi tepung tulang ikan berkontribusi dalam menurunkan kadar karbohidrat produk akhir.

## Kadar protein

Protein merupakan senyawa makromolekul kompleks yang tersusun atas rantai asam amino, dan mengandung unsur nitrogen, karbon, serta oksigen. Kadar protein pada *crackers roll* yang disubstitusi dengan tepung tulang ikan tongkol berada dalam rentang 9,78–15,5%, dengan P4 (15%) menunjukkan nilai tertinggi dan P1 (0%) nilai terendah yang diperlihatkan pada Gambar 8. Kenaikan kadar protein ini dikaitkan dengan kandungan protein dalam tepung tulang ikan, khususnya kolagen yang kaya akan asam amino esensial seperti glisin, prolin, dan hidroksiprolin. (Lestari *et al.*, 2018).



Gambar 8. Nilai rata-rata kadar protein *crackers roll* dengan substitusi tepung tulang ikan. Perbedaan nyata antara perlakuan ditunjukkan dengan huruf *superscript* yang berbeda,  $p < 0,05$



Gambar 9. Nilai rata-rata kadar lemak *crackers roll* dengan substitusi tepung tulang ikan. Perbedaan nyata antara perlakuan ditunjukkan dengan huruf *superscript* yang berbeda,  $p < 0,05$

Hasil ini selaras dengan Saputra *et al.*(2020) yang melaporkan peningkatan kadar protein pada produk olahan seperti sosis dan makanan ringan setelah ditambahkan tepung tulang ikan. Selain meningkatkan nilai gizi, peningkatan kadar protein juga mendekati produk pada standar mutu pangan seperti SNI 2973:2011. Dengan demikian, penggunaan tepung tulang ikan merupakan alternatif substitusi yang menjanjikan dalam meningkatkan kualitas nutrisi produk olahan.

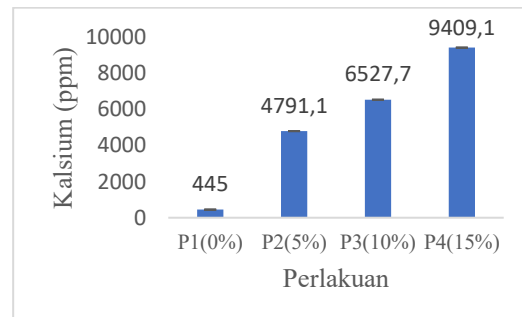
### Kadar lemak

Menurut Rahmawati (2021) kadar lemak dalam analisis proksimat bahan pangan mengacu pada jumlah total lemak yang dapat diekstraksi dengan memanfaatkan pelarut organik bersifat non-polar, seperti petroleum eter maupun n-heksana, melalui metode ekstraksi Soxhlet. Kadar lemak *crackers roll* dengan substitusi tepung tulang ikan tongkol berkisar antara 17,9–23,4%, nilai paling tinggi ditemukan pada perlakuan P1 (0%), sedangkan yang paling rendah terdapat pada P4 (15%) yang diperlihatkan pada Gambar 9.

Dari gambar di atas substitusi tepung tulang ikan tongkol terbukti menurunkan kadar lemak karena rendahnya kandungan lemak pada tepung tersebut akibat proses perebusan dan pengeringan yang memisahkan jaringan lemak (Afifah dan Pratiwi, 2021).

Penurunan ini sejalan dengan temuan Alfian *et al.*(2021) yang menunjukkan bahwa penambahan tepung tulang ikan pada produk seperti donat dan roti menyebabkan penurunan kadar lemak. Selain menurunkan lemak, tepung ini juga meningkatkan kandungan mineral seperti kalsium dan fosfor yang berkontribusi terhadap nilai gizi dan kestabilan produk (Putri *et al.*, 2019).

### Kadar kalsium



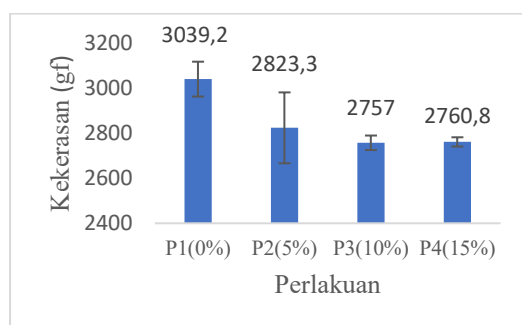
Gambar 10. Nilai rata-rata kalsium *crackers roll* dengan substitusi tepung tulang ikan. Perbedaan nyata antara perlakuan ditunjukkan dengan huruf *superscript* yang berbeda,  $p < 0,05$

Kalsium adalah mineral esensial yang berperan vital dalam menjaga kesehatan tubuh. Peran utamanya meliputi pembentukan dan pemeliharaan kepadatan tulang serta gigi. Kekurangan asupan kalsium dapat menimbulkan risiko terhadap berbagai masalah kesehatan, seperti osteoporosis dan

gangguan pada sistem saraf. (Nurmaliza *et al.*, 2023).

Kadar kalsium *crackers roll* dengan substitusi tepung tulang ikan tongkol berkisar antara 445–9409,1 mg, dengan nilai tertinggi pada perlakuan P4 (15%) yang diperlihatkan pada Gambar 10. Peningkatan kadar kalsium sebanding dengan tingkat penambahan tepung tulang ikan, karena tulang ikan merupakan sumber kalsium alami (Suryaningrum *et al.*, 2017). Penelitian Salsabila *et al.* (2023) menunjukkan bahwa penambahan tepung tulang ikan secara signifikan meningkatkan kadar kalsium pada berbagai produk. Dalam penelitian ini, kandungan kalsium *crackers roll* mencapai 479,11 mg per 100 g, memenuhi sekitar 14% kebutuhan harian orang dewasa, sehingga berpotensi menjadi sumber kalsium yang baik dalam diet sehari-hari.

### Kekerasan (*hardness*)



Gambar 11. Nilai rata-rata kekerasan *crackers roll* dengan substitusi tepung tulang ikan. Perbedaan nyata antara perlakuan ditunjukkan dengan huruf *superscript* yang berbeda,  $p < 0,05$

Kekerasan merupakan parameter tekstur yang penting, menggambarkan besarnya gaya yang diperlukan untuk mengompresi produk makanan. Nilai kekerasan *crackers roll* dengan substitusi tepung tulang ikan tongkol berkisar antara 2757–3039,2 gf. P1 (0%) menunjukkan nilai paling tinggi, sedangkan nilai paling rendah terdapat pada P3 (10%) yang diperlihatkan pada Gambar 11.

Penambahan tepung tulang ikan menurunkan tingkat kekerasan atau

kerenyahan produk. Penurunan tersebut berkaitan dengan keberadaan kolagen dalam tepung tulang ikan yang memengaruhi struktur adonan (Putri *et al.*, 2020). Penelitian Wahyuni *et al.* (2022) melaporkan bahwa kolagen dapat menurunkan kekerasan pada biskuit dan roti. Dengan demikian, semakin tinggi konsentrasi tepung tulang ikan, maka *crackers roll* cenderung menjadi kurang renyah.

### Penentuan perlakuan terbaik

Perlakuan terbaik ditentukan melalui penerapan metode DeGarmo, yakni dengan metode *weighting and scoring* yang membandingkan alternatif berdasarkan beberapa kriteria yang diberi bobot sesuai tingkat kepentingannya. Nilai tiap parameter dikalikan dengan bobotnya, lalu dijumlahkan untuk memperoleh skor total. Perlakuan dengan skor tertinggi dianggap terbaik. (DeGarmo *et al.*, 1984).

Berdasarkan perhitungan total skor tertinggi melalui uji DeGarmo (Tabel 3), perlakuan P2 (5%) terpilih sebagai perlakuan terbaik yang diperlihatkan pada Tabel 2. P2 menunjukkan keseimbangan nilai gizi yang baik, dengan kandungan kalsium sebesar 479,11 mg/100 g yang telah memenuhi kriteria sebagai sumber kalsium, serta nilai kadar lainnya dan mendukung kualitas produk, perlakuan ini dijadikan acuan dalam penyusunan Informasi Nilai Gizi (ING) pada produk *crackers roll*.

### Angka kecukupan gizi (AKG)

Informasi nilai gizi merupakan elemen penting pada kemasan produk pangan yang berfungsi untuk memberikan gambaran mengenai kandungan zat gizi dalam makanan (Tabel 4.). Tujuan dari pencantuman informasi ini adalah untuk memudahkan konsumen dalam mengelola asupan gizi harian (Prawira *et al.*, 2016). Merujuk pada Keputusan BPOM No. HK.02.02.1.2.12.21.494 Tahun 2021, takaran saji untuk produk kue kering seperti *semprong* dianjurkan 20–30 g. Dalam penelitian ini, takaran saji *crackers roll* ditetapkan 30 g atau setara 2 buah.

Tabel 2. Penentuan perlakuan terbaik

Parameter	Perlakuan Konsentrasi Substitusi Tepung Tulang Ikan Tongkol			
	P1	P2	P3	P4
Kenampakan	6,80 <sup>a</sup>	5,93 <sup>bcd</sup>	5,53 <sup>cd</sup>	5,00 <sup>d</sup>
Aroma	5,90 <sup>a</sup>	5,93 <sup>a</sup>	5,60 <sup>a</sup>	5,17 <sup>a</sup>
Tekstur	5,67 <sup>a</sup>	6,13 <sup>a</sup>	530 <sup>a</sup>	5,20 <sup>a</sup>
Rasa	5,53 <sup>a</sup>	5,27 <sup>a</sup>	5,00 <sup>a</sup>	4,83 <sup>a</sup>
Kadar Air (%)	4,84 <sup>b</sup>	5,35 <sup>ab</sup>	5,36 <sup>ab</sup>	6,08 <sup>a</sup>
Kadar Abu (%)	3,94 <sup>d</sup>	7,21 <sup>c</sup>	11,6 <sup>b</sup>	20,4 <sup>a</sup>
Kadar Protein (%)	9,78 <sup>c</sup>	11,8 <sup>b</sup>	13,6 <sup>b</sup>	15,5 <sup>a</sup>
Kadar Lemak (%)	18,6 <sup>b</sup>	23,4 <sup>a</sup>	20,8 <sup>c</sup>	17,9 <sup>d</sup>
Kadar Karbohidrat (%)	42,77 <sup>a</sup>	52,10 <sup>b</sup>	48,53 <sup>c</sup>	39,95 <sup>d</sup>
Kadar Kalsium (ppm)	445,0 <sup>d</sup>	4791,1 <sup>c</sup>	6527,7 <sup>b</sup>	9409,1 <sup>a</sup>
Kekerasan (gf)	3039,2 <sup>b</sup>	2823,3 <sup>ab</sup>	2757,0 <sup>a</sup>	2760,8 <sup>a</sup>

Keterangan: Perbedaan nyata antara perlakuan ditunjukkan dengan huruf *superscript* yang berbeda, dengan nilai  $p < 0,05$

Tabel 3. Uji *DeGarmo*

Parameter	Bobot	Perlakuan							
		0		5		10		15	
		NE	NP	NE	NP	NE	NP	NE	NP
Rasa	0,14	1,00	0,14	0,63	0,09	0,24	0,03	0,00	0,00
Kenampakan	0,14	1,00	0,14	0,52	0,07	0,29	0,04	0,00	0,00
Aroma	0,13	0,96	0,12	1,00	0,13	0,57	0,07	0,00	0,00
Tekstur	0,12	0,51	0,06	1,00	0,12	0,11	0,01	0,00	0,00
Kalsium	0,10	0,00	0,00	0,48	0,05	0,68	0,07	1,00	0,10
Protein	0,09	0,00	0,00	0,35	0,03	0,67	0,06	1,00	0,09
Kekerasan	0,06	1,00	0,06	0,23	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00
Kadar air	0,06	1,00	0,06	0,59	0,03	0,58	0,03	0,00	0,00
Lemak	0,06	0,13	0,01	1,00	0,06	0,53	0,03	0,00	0,00
Karbohidrat	0,05	0,23	0,01	1,00	0,05	0,71	0,04	0,00	0,00
Kadar abu	0,04	1,00	0,04	0,80	0,03	0,53	0,02	0,00	0,00
Total	1	6,83	0,65	7,61	0,69	4,91	0,42	2,01	0,20

Keterangan: Nilai NP (Normalisasi Preferensi) yang mendekati angka 1 menunjukkan perlakuan terbaik

Tabel 4. Informasi nilai gizi

INFORMASI NILAI GIZI	
Takaran saji (30 g)	
2 Sajian per kemasan	
JUMLAH PER SAJIAN	
Energi total	140 kkal
	%AKG*
Lemak total	7 g 10%
Protein	3 g 6%
Karbohidrat total	16 g 5%
Gula	0,84 g
Garam (natrium)	133 mg 9%
Kalsium	143,733 mg 14%
*Persen AKG berdasarkan kebutuhan energi 2150 kkal	

Kandungan natrium sebesar 133 mg per takaran saji menyumbang 9% dari angka kecukupan garam harian, masih dalam batas aman konsumsi harian sebesar 2000 mg natrium. Adapun kandungan kalsium sebesar 479,11mg/100 g, memenuhi syarat klaim sebagai sumber kalsium karena melebihi 1 kali jumlah minimal ( $\geq 330$  mg/100 g untuk produk kering) serta memenuhi ketentuan kadar lemak maksimal 18 g/100 g sesuai peraturan BPOM. Oleh karena itu, produk *crackers roll* perlakuan terbaik P2(5%) layak diklaim sebagai produk tinggi kalsium.

### KESIMPULAN

*Crackers roll* dengan roftifikasi tepung tulang ikan tongkol terbaik adalah konsentrasi tepung tulang ikan tongkol 5%. *Crackers roll* terbaik memiliki karakteristik hedonik yaitu kenampakan (5,93), aroma (5,93), rasa (5,27) dan tekstur (6,13). Karakteristik kimia dari *crackers roll* terbaik meliputi kadar air sebesar (5,35%), kadar abu (7,21%), kadar protein (11,8%), kadar lemak (23,4%), kadar karbohidrat (52,10%), kadar kalsium 479,11mg/100 g dan kekerasan 2823,3 gf. *Crackers roll* ini sudah bisa direkomendasikan sebagai produk tinggi kalsium.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar. Secara khusus, ucapan terima kasih ditujukan kepada dosen pembimbing, laboratorium yang menjadi tempat pelaksanaan penelitian, serta keluarga dan teman-teman yang selalu memberikan doa dan semangat.

### DAFTAR PUSTAKA

Adesya, S. M. (2019). *Pengaruh penambahan tepung tulang ikan bandeng (Chanos chanos) terhadap karakteristik kimia, fisika, dan organoleptik kue semprong* (Tesis, Universitas Brawijaya). Malang, Indonesia.

Afifah, N., & Pratiwi, R. (2021). Pengaruh penggunaan tepung tulang ikan terhadap mutu kimia dan sensoris produk olahan pangan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 24(1), 142–149. <https://doi.org/10.17844/jphpi.24i1.28450>

Alfian, M., Ningsih, A., & Sari, D. (2021). Pengaruh tepung tulang ikan dalam pembuatan roti terhadap kadar lemak produk. *Jurnal Teknologi Pangan*, 7(4), 112–118.

Badan Pengawas Obat dan Makanan. (2021). Keputusan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor HK.02.02.1.2.12.21.494 Tahun 2021 tentang pedoman teknis informasi nilai gizi pada label pangan olahan. Jakarta: BPOM RI. Retrieved from <https://jdih.pom.go.id>

Badan Standardisasi Nasional. (2011). *SNI 2973:2011 Biskuit*. Jakarta: BSN.

Damayanti, E., Hidayati, L., & Maulina, M. (2018). Analisis komposisi zat gizi makro produk olahan pangan lokal. *Jurnal Teknologi Pangan*, 5(1), 34–42.

DeGarmo, E. P., Sullivan, W. G., & Bontadelli, J. A. (1984). *Engineering economy* (7th ed.). Macmillan Publishing Company.

Dhiyaul Haq, F., Fatmawati, & Hasbullah, J. (2021). Penerimaan dan kandungan kalsium kue semprong dengan substitusi tepung ikan teri. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 9(2), 59–66.

Dwiyana, P., & Siregar, E. (2023). Uji coba pembuatan kue kering sagu dengan penambahan tepung tulang ikan dan daya terimanya. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Perkotaan*, 1(1). <https://doi.org/10.37012/jkmp.1i1.1184>

Handayani, R., Putra, P. H., & Ramadhani, D. (2021). Fortifikasi tepung tulang ikan pada produk mie basah: Dampaknya terhadap mutu fisik dan kimia. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 24(1), 10–17.

Joseph, J. (2017). Volatile compounds and odor impact of enzymatically

- hydrolyzed fish protein from herring (*Clupea harengus*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *65*(2), 390–397. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.b04587>
- Lestari, S. D., Yuwono, S. S., & Purnomo, H. (2018). Karakteristik kolagen dari tulang ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) dan potensi penggunaannya dalam pangan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, *29*(1), 11–18. <https://doi.org/10.6066/jtip.2011.29.1.1>
- Muzakhid, A., Setyawardani, T., & Prasetyo, R. H. (2020). Pemanfaatan tepung tulang ikan tongkol sebagai sumber kalsium dan fosfor dalam formulasi pangan fungsional. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, *31*(1), 45–52.
- Nurmaliza, D., Rahmawati, N., & Wahyuni, D. (2023). Hubungan asupan kalsium dengan risiko osteoporosis pada wanita usia subur. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, *11*(2), 120–127.
- Prawira, K. P. Y., Wijaya, C. H., & Prangdimurti, E. (2016). Korelasi informasi nilai gizi terhadap keputusan pembelian biskuit dan kukis oleh konsumen Jakarta dan sekitarnya. *Jurnal Mutu Pangan*, *3*(2), 138–144.
- Putri, A. D., Wulandari, S., & Pranoto, Y. (2020). Pengaruh penambahan tepung tulang ikan terhadap sifat fisik dan kimia biskuit sebagai makanan fungsional. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, *13*(2), 114–120. <https://doi.org/10.14710/jthp.12.114-120>
- Putri, D. A., Nurhayati, T., & Saputri, R. E. (2021). Fortifikasi cookies dengan tepung tulang ikan: Pengaruh terhadap kadar gizi. *Jurnal Teknologi Pangan*, *5*(2), 123–130.
- Putri, R. N., Wulandari, R. A., & Pramitasari, R. (2019). Pengaruh penambahan tepung tulang ikan terhadap mutu gizi dan sensoris produk pangan. *Jurnal Gizi dan Pangan*, *14*(2), 89–96.
- Rahmawati, D., Pramitasari, R. D., & Utami, T. (2019). Pengaruh penambahan tepung tulang ikan terhadap mutu fisik dan organoleptik biskuit. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, *12*(2), 45–52.
- Rahmawati, D., Widjanarko, S. B., & Fitriani, S. (2021). Pengaruh penambahan tepung tulang ikan terhadap karakteristik kimia dan organoleptik produk pangan olahan. *Jurnal Pangan dan Gizi*, *12*(2), 87–95.
- Salsabila, H. P., Nuryanto, N., Rahadiyanti, A., & Rustanti, N. (2023). Pengaruh penambahan tepung tulang ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) dan tinta cumi (*Loligo sp.*) terhadap kadar air, kalsium, dan organoleptik kaldu bubuk karapas udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Universitas Diponegoro*. Retrieved from <https://eprints2.undip.ac.id/id/eprint/27271/>
- Sjahrian, D., & Wulandari, L. (2018). Konsumsi kalsium pada remaja di Indonesia. *Jurnal Gizi dan Pangan*, *14*(3), 89–95.
- Suryaningrum, T. D., Muslim, C., & Wahyuni, E. (2017). Karakteristik kimia dan sensori biskuit dengan penambahan tepung tulang ikan lele sebagai sumber kalsium. *Jurnal Gizi dan Pangan*, *12*(3), 219–226. <https://doi.org/10.25182/jgp.2017.12.3.219-226>
- Wahyuni, R., Putri, S., & Mulyani, D. (2020). Pengaruh penambahan tepung tulang ikan terhadap mutu organoleptik kerupuk ikan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, *15*(2), 103–110.
- Wahyuni, S., & Aryani, N. (2019). Pemanfaatan tepung tulang ikan sebagai bahan fortifikasi pangan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, *30*(1), 56–63.
- Wahyuni, S., Hasan, M., & Hidayati, E. (2022). Pengaruh penambahan tepung tulang ikan pada produk biskuit terhadap kekenyalan dan kekerasan. *Jurnal Teknologi dan Pangan*, *17*(4), 230–237.

- Wibowo, F. A. (2018). Peran kalsium dalam pembentukan dan pemeliharaan tulang pada remaja. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 24(2), 75–82.
- Yanti, L. (2024). Pengaruh penambahan tepung tulang ikan tongkol pada donat panggang terhadap kadar lemak. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 19(3), 230–238.