

PENGARUH PENAMBAHAN TEPUNG TULANG IKAN NILA (*Oreochromis* sp.) TERHADAP KARAKTERISTIK SEMPOL IKAN

Almira Zada Irfani, **Ima Wijayanti**, A. Suhaeli Fahmi
Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Jacub Rais, Tembalang, Kec. Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah, Indonesia.
E-mail korespondensi: ima.wijayanti@live.undip.ac.id

ABSTRAK

Industri pengolahan *fillet* ikan nila beku di Indonesia saat ini sedang berkembang, yang menghasilkan tulang ikan sebagai limbah pengolahan. Limbah tulang ikan dapat dimanfaatkan menjadi tepung tulang ikan sebagai sumber kalsium. Kebutuhan kalsium tubuh dapat diperoleh dari pengembangan produk sempol ikan dengan penambahan tepung tulang ikan. Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan karakteristik kimia (proksimat dan kalsium), fisika (*hardness* dan *deformation*), dan sensori (hedonik) sempol ikan dengan penambahan tepung tulang ikan nila. Metode penelitian yang digunakan yaitu menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Terdapat 4 perlakuan dengan penambahan tepung tulang ikan sebanyak 0%, 1%, 3%, dan 5%, dan diulang sebanyak 3 kali. Parameter terdiri dari kadar proksimat, kadar kalsium, uji hedonik, serta uji *hardness* dan *deformation*. Analisis data menggunakan uji *one way* ANOVA (*Analysis of Varians*) dan dilanjutkan uji Duncan untuk melihat pengaruh dan perbedaan rerata. Analisis data uji hedonik diolah menggunakan uji *Kruskall Wallis* dan dilanjutkan uji *Mann Whitney* untuk melihat perbedaan masing-masing perlakuan. Hasil analisa data menunjukkan bahwa penambahan tepung tulang ikan memberi pengaruh nyata ($p < 0,05$) pada kandungan proksimat, kalsium, nilai *hardness* dan *deformation* sempol ikan. Kandungan kalsium pada konsentrasi 0%, 1%, 3%, dan 5% masing-masing sebesar 29,3 mg/100g, 143,03 mg/100g, 594,25 mg/100g, dan 1017,15 mg/100g. Konsentrasi tepung tulang ikan yang ditambahkan akan meningkatkan kandungan kalsium pada sempol ikan. Perlakuan terbaik adalah sempol dengan penambahan tepung tulang ikan sebesar 3% dengan kandungan kalsium 594,25 mg/100g dengan hasil uji hedonik terbaik sebesar $7,944 < \mu < 8,035$. Penambahan tepung tulang ikan yang tepat dapat meningkatkan kadar kalsium produk sempol ikan dengan tetap diterima secara sensori.

Kata kunci: kalsium; sempol; tepung tulang ikan; karakteristik.

EFFECT OF FISHBONE FLOUR ADDITION ON CHARACTERISTICS OF FISH “SEMPOL”

ABSTRACT

Frozen tilapia fillet processing industry in Indonesia is currently developed, which produces fish bones as treatment waste. Fish bone waste can be used as a source of calcium as a fish bone flour. The body's calcium requirements can be obtained from the development of “fish sempol” by the addition of fish-bone flour. This research aims to determine the chemical (proximate and calcium), physical (*hardness* and *deformation*), and sensory (hedonic) characteristics of fish by the addition of tilapia bone flour. The research method used was using the Completely Randomised Design (CRD)). There are 4 treatments with 0%, 1%, 3%, and 5% additional fish bone flour with three replication. Parameters consist of proximate levels, calcium levels, hedonic tests, and *hardness* and *deformation* tests. The data analysis uses the ANOVA (*Analysis of Variances*) one way test and Duncan test to see the effect and the average difference. Hedonic data analysis was done using the *Kruskall Wallis* test and continued the *Mann Whitney* test to see the differences in each treatment. The results of the data analysis showed that the addition of fish bone flour had significant effect ($p < 0.05$) on proximate, calcium content, *hardness* and *deformation* value. Calcium content at concentrations of 0%, 1%, 3%, and 5% were 29.3 mg/100g, 143.03 mg/100g, 594.25 mg/100g, and 1017.15 mg/100g, respectively. Addition concentration of fish bone flour would increase the calcium content of the fish sempol. The best treatment was a “fish sempol” with 3% fish bone flour added with a calcium content of 594.25 mg/100g with a best hedonic test of $7.944 < \mu < 8.035$. The addition of appropriate fish bone flour can increase calcium levels of fish sempol while still being sensorially acceptable.

Keywords: calcium; sempol, fish bone flour; characteristics

PENDAHULUAN

Ikan adalah bagian dari makanan jutaan orang di seluruh dunia dan konsumsi per kapita meningkat hampir dua kali lipat selama 45 tahun terakhir. Hal tersebut berakibat pada tumbuhnya industri perikanan termasuk industri filet ikan untuk memenuhi permintaan akan konsumsi ikan. Dengan rendemen filet ikan 40-50%, industri ini menghasilkan limbah atau hasil samping yang sangat besar mencapai 50-60% (Vebrianti et al., 2023). Menurut *Food and Agriculture Organization* (FAO), produksi ikan dunia pada tahun 2017 sebesar 172,6 juta ton dengan produksi ikan nila yang tumbuh dari 1,7 menjadi 4,2 juta ton. Ikan nila merupakan salah satu jenis ikan air tawar dengan budidaya yang meningkat setiap tahunnya. Produksi ikan nila mengalami peningkatan secara nasional sebesar 1,38 juta ton pada tahun 2024 (KKP, 2024). Indonesia menjadi produsen ikan nila terbesar kedua setelah Republik Rakyat Cina dalam pasar internasional dengan produk utama berupa fillet ikan. (Fonseca et al., 2020).

Produksi filet nila yang besar berpotensi menghasilkan limbah berupa tulang ikan yang jika tidak dimanfaatkan dapat menjadi permasalahan lingkungan. Limbah tulang ikan nila biasanya diolah menjadi tepung sebagai pakan ikan. Namun demikian limbah tulang ikan nila ini mengandung mineral yang berpotensi digunakan sebagai bahan baku pembuatan tepung tulang yang tinggi kalsium. Penggunaan limbah tulang sebagai sumber kalsium dapat membantu mengurangi permasalahan limbah dan juga memanfaatkannya menjadi produk bernilai tambah. Limbah yang dihasilkan dari tulang ikan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan industri perikanan (Suarsa et al., 2020). Rendemen tulang ikan yang dihasilkan mencapai 15% dari berat tubuh ikan (Rohmah et al., 2019). Limbah tulang digunakan sebagai bahan baku pembuatan tepung tulang karena mudah didapat dan kadar kalsium yang dihasilkan tergolong tinggi tergantung pada jenis ikan yang digunakan.

Kandungan kalsium pada tepung tulang ikan nila sebesar 19,47% (Sumbodo et al., 2019). Kadar kalsium tersebut lebih tinggi dibanding dengan tepung tulang ikan bandeng sebesar 9,68% (Mulyani et al., 2020) dan ikan lele sebesar 1,77% (Mawaddah dan Sulistiyanti, 2021). Kalsium adalah mineral yang sangat dibutuhkan oleh tubuh manusia untuk memenuhi kebutuhannya. Produk dengan kalsium tinggi dapat membantu meningkatkan kalsium. Kebutuhan kalsium tubuh dapat diperoleh dari pengembangan produk sempol ikan dengan penambahan tepung tulang ikan. Sempol merupakan salah satu cemilan yang banyak dikonsumsi masyarakat sebagai cemilan yang biasa terbuat dari campuran daging ayam dan tepung tapioka, aneka bumbu dan dililitkan pada tusuk sate (Pasaribu, 2019). Daging ayam pada cemilan sempol dapat diganti dengan daging ikan untuk menambah variasi produk sempolan. Namun demikian produk sempolan ini mengandung kalsium yang relatif rendah sehingga dapat ditingkatkan nutrisinya khususnya kalsium dengan menambahkan tepung tulang pada produk ini. Pemanfaatan limbah tulang ikan nila untuk sumber kalsium dilakukan sebagai salah satu alternatif dalam menghasilkan produk sempol ikan yang kaya akan kalsium. Menurut Mawaddah dan Sulistiyati (2021), tulang ikan digunakan dalam industri pangan karena kandungan mineral kalsiumnya dengan diubah menjadi tepung. Upaya yang dilakukan untuk memenuhi kebutuhan kalsium tubuh yaitu pengembangan suatu produk yang memperluas daftar produk makanan sumber kalsium yang dapat dikonsumsi oleh masyarakat. Tujuan penelitian ini adalah untuk menjelaskan pengaruh tepung tulang ikan nila terhadap karakteristik kimia (proksimat dan kalsium), fisika (kekerasan dan deformasi) dan sensori (hedonik) sempol ikan.

METODE

Bahan yang digunakan untuk membuat sempol ikan yaitu ikan nila segar, tepung tulang ikan nila, tepung tapioka, tepung terigu, bawang putih, lada, garam, monosodium glutamate, dan air. Ikan nila yang digunakan berasal dari (Pasar Damar, Kec. Banyumanik, Kota Semarang). Ikan nila sebagai bahan baku difilet tanpa kulit dan hanya daging saja yang digunakan. Bahan untuk analisis kalsium dan proksimat antara lain: yttrium 100mg/L, akuabides, benzene, HgO, K₂SO₄, H₂SO₄ pekat, H₂O₂, asam borat, NaOH, dan HCl,

Alat yang digunakan untuk pembuatan sempol ikan adalah panci perebus, *chopper*, wajan, baskom, pisau, timbangan digital, talenan, timbangan analitik, dan tusuk satai. Alat untuk analisis antara lain: *scoresheet*, soxhlet, oven, desikator, labu kjehdal, alat destilasi, tanur, *microwave digestion*, *vessel*, *syringe filter*, ICP-OES, dan *texture profile analyzer*. Formulasi bahan yang digunakan dalam penelitian

mengenai fortifikasi tepung tulang ikan nila (*Oreochromis sp.*) pada pembuatan sempol ikan disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1 Formulasi bahan yang digunakan dalam penelitian fortifikasi tepung tulang ikan nila (*Oreochromis sp.*) pada pembuatan sempol ikan

No.	Nama Bahan	Formulasi Bahan (%)*			
		K	A	B	C
1.	Ikan nila	70	70	70	70
2.	Tepung ikan nila	-	1	3	5
3.	Tepung tapioka	17	16	14	12
4.	Tepung terigu	4	4	4	4
5.	Bawang putih	2	2	2	2
6.	Lada	0,5	0,5	0,5	0,5
7.	Garam	1,4	1,4	1,4	1,4
8.	Air	5	5	5	5
9.	Mononatrium glutamat	0,1	0,1	0,1	0,1

Keterangan:

K adalah sempol ikan dengan penambahan tepung tulang ikan 0% (perlakuan kontrol); A adalah sempol ikan dengan penambahan tepung tulang ikan 1%; B adalah sempol ikan dengan penambahan tepung tulang ikan 3%; C adalah sempol ikan dengan penambahan tepung tulang ikan 5%.*Persentase tepung tulang berdasarkan total bahan dengan mengurangi jumlah tepung tapioka untuk mendapatkan jumlah total yang sama.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental laboratoris. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Penelitian dilakukan dengan pembuatan adonan sempol ikan nila dengan tepung tulang ikan nila yang berbeda (0% sebagai perlakuan kontrol, 1%, 3%, dan 5%) dan diulang sebanyak 3 kali. Metode pembuatan sempol ikan mengacu pada penelitian Cahyaningtyas et al. (2022) yang telah dimodifikasi yakni penyiangan dan pencucian ikan, filet dan pengerokan daging ikan, penimbangan ikan, bumbu (garam, lada, bawang putih, dan monosodium glutamat), air, tepung terigu, tepung tapioka, dan tepung tulang ikan. Adonan digiling, setelah itu adonan dililitkan pada tusuk satai. Adonan sempol ikan dikukus selama 20 menit dan dilanjutkan penggorengan. Sempol ikan yang telah didinginkan kemudian dianalisis karakteristik kimia, fisika, dan sensori.

Parameter Uji

Uji kalsium menggunakan metode *Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry* (ICP-OES) (Wijayanti et al., 2021). Uji proksimat (air, abu, lemak, protein, dan karbohidrat) menggunakan metode AOAC (2005). Uji *hardness* dan *deformation* menggunakan *Texture Analyzer* yang diukur menggunakan *spherical probe* dengan diameter sebesar 0,5 inch sejauh 50% dari ukuran asal dengan *test speed* sebesar 100 mm/min. Uji hedonik mengacu pada SNI-2346-2015 (BSN, 2015) dengan parameter kesukaan kenampakan, aroma, tekstur, dan rasa dengan skala penilaian 1-9 yaitu (1) sangat tidak suka, (2) tidak suka, (3) agak tidak suka, (4) biasa, (5) agak suka, (6) suka, (7) sangat suka, (8) amat sangat suka, dan (9) amat sangat suka sekali. Jumlah panelis pada uji hedonik sebanyak 30 orang mahasiswa Teknologi Hasil Perikanan yang merupakan panelis semi terlatih terdiri dari 12 pria dan 18 wanita.

Analisis Data

Data parametrik karakteristik sempol ikan dianalisis menggunakan analisis ragam (Analysis of variance/ANOVA). Apabila pengaruh perlakuan nyata dengan nilai signifikansi $<0,05$ dilanjutkan dengan uji Duncan. Analisis data nonparametrik (uji hedonik) diolah menggunakan uji *Kruskall Wallis*, apabila terdapat perbedaan nyata dilanjutkan uji *Mann Whitney* (Nugroho, 2008).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Kalsium Sempol Ikan

Kandungan kalsium sempol ikan pada masing-masing perlakuan memiliki perbedaan nyata ($p<0,05$). Penambahan tepung tulang ikan pada sempol ikan dapat meningkatkan kandungan kalsium. Rata-rata kadar kalsium disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil kadar kalsium smpol ikan

Perlakuan	Kadar Kalsium (%)
K	29,30 ± 7,62 ^a
A	143,02 ± 31,01 ^b
B	594,25 ± 70,46 ^c
C	1017,15 ± 69,5 ^d

Keterangan:

K adalah smpol ikan dengan penambahan tepung tulang ikan 0% (perlakuan kontrol); A adalah smpol ikan dengan penambahan tepung tulang ikan 1%; B adalah smpol ikan dengan penambahan tepung tulang ikan 3%; C adalah smpol ikan dengan penambahan tepung tulang ikan 5%. Data yang diikuti dengan superscript yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata ($p < 0,05$).

Penambahan tepung tulang ikan sebanyak 1%, 3%, dan 5% meningkatkan kadar kalsium pada smpol ikan masing-masing sebanyak 5 kali, 25 kali, dan 35 kali dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Perlakuan kontrol memiliki kadar kalsium sebesar 29,3 mg/100 g dan pada penambahan tepung tulang sebesar 5% memiliki kadar kalsium sebesar 1017,15 mg/100 g. Peningkatan kadar kalsium disebabkan oleh adanya penambahan bahan dengan kandungan kalsium yang cukup tinggi yaitu tepung tulang ikan nila berdasarkan referensi yaitu sebesar 19,47% (Sumbodo *et al.*, 2019). Hal tersebut serupa dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Cahyaningtyas *et al.* (2022), kadar kalsium meningkat pada smpol ikan dengan penambahan tepung tulang ikan gabus. Konsentrasi penambahan tepung tulang ikan 5% sebesar 1207,21 mg/100 g dan pada perlakuan kontrol sebesar 149,03 mg/100 g. Menurut Syadeto *et al.* (2017), hasil uji kadar kalsium pada *cookies* dengan fortifikasi tepung tulang konsentrasi berbeda menunjukkan kenaikan karena adanya pengaruh fortifikasi tepung tulang. Penambahan tepung tulang ikan yang tinggi kalsium kemungkinan dapat meningkatkan ketersediaan kalsium tersebut karena adanya kandungan protein pada smpol ikan. Wijayanti *et al.* (2022) melaporkan bioavailabilitas kalsium tepung tulang kakap yang masih mengandung protein menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan bentuk terlarutnya pada asam sitrat yang diuji secara *in vitro* menggunakan sell *CaCo-2*.

Kadar Proksimat Smpol Ikan

Hasil kadar proksimat smpol smpol ikan dengan penambahan tepung tulang ikan disajikan pada Tabel 3. Hasil analisis statistika menunjukkan bahwa penambahan tepung tulang ikan nila berpengaruh nyata terhadap kadar air, abu, lemak, protein dan karbohidrat ($P < 0,05$) smpol ikan.

Tabel 3 Kadar proksimat smpol ikan dengan penambahan tepung tulang ikan

Perlakuan	Air (%)	Abu (%)	Lemak (%)	Protein (%)	Karbohidrat (%)
K	58,28±0,40 ^c	2,89±0,14 ^a	4,45±0,63 ^a	14,53±0,19 ^a	19,84±0,42 ^b
A	57,21±0,23 ^b	3,68±0,18 ^b	5,35±0,24 ^{ab}	14,92±0,21 ^a	18,82±0,37 ^b
B	57,01±0,45 ^b	4,60±0,24 ^c	5,77±0,06 ^{bc}	15,40±0,06 ^{ab}	17,14±0,60 ^a
C	54,82±0,15 ^a	6,04±0,25 ^d	6,35±0,27 ^c	16,13±0,35 ^c	16,65±0,23 ^a

Keterangan:

K adalah smpol ikan dengan penambahan tepung tulang ikan 0%; A adalah smpol ikan dengan penambahan tepung tulang ikan 1%; B adalah smpol ikan dengan penambahan tepung tulang ikan 3%; C adalah smpol ikan dengan penambahan tepung tulang ikan 5%. Data yang diikuti dengan superscript yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata ($P < 0,05$).

1. Kadar air smpol ikan

Penambahan tepung tulang ikan memberikan pengaruh nyata pada kadar air smpol ikan ($p < 0,05$). Penambahan tepung tulang ikan sebanyak 1%, 3%, dan 5% menurunkan kadar air pada smpol ikan masing-masing sebanyak 1,85%, 2,57%, dan 5,95% dari perlakuan kontrol. Hasil dari pengujian kadar air menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi tepung tulang ikan, maka kadar air smpol ikan semakin rendah. Penambahan tepung tulang ikan menyebabkan padatan adonan yang dihasilkan semakin tinggi, sehingga dapat menurunkan kadar air dari smpol ikan. Hal ini serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh Alisa *et al.* (2023), yaitu penambahan tepung tulang ikan bandeng dapat menurunkan kadar air kue kembang goyang seiring bertambahnya konsentrasi tepung tulang ikan yang digunakan. Menurut Meiyasa dan Tarigan (2020), rendahnya kadar air pada tepung tulang ikan disebabkan oleh adanya penyerapan air oleh tepung tulang pada adonan. Faktor lain penurunan kadar air disebabkan oleh adanya penambahan partikel Ca^{++} yang mengikat

partikel OH yang merupakan bagian dari unsur-unsur air (H_2O) sehingga kadar air berkurang seiring dengan penambahan tepung tulang ikan.

2. Kadar abu sempol ikan

Konsentrasi tepung tulang ikan yang berbeda memberikan pengaruh nyata pada kadar abu sempol ikan ($p < 0,05$). Penambahan tepung tulang ikan sebanyak 1%, 3%, dan 5% meningkatkan kadar abu pada sempol ikan masing-masing sebanyak 1,28 kali, 1,6 kali, dan 2,09 kali dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Nilai ini sejalan dengan angka kadar kalsium pada Tabel 2, karena kadar kalsium yang meningkat akan menghasilkan kadar abu yang semakin tinggi pada produk. Hal tersebut karena kalsium merupakan mineral yang paling besar pada tulang ikan sebagaimana dilaporkan Wijayanti et al. (2021) melaporkan pengujian XRF menunjukkan kalsium mempunyai komposisi 44% dari total mineral yang terdeteksi. Hal ini serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh Wijayanti et al. (2021) yang menyatakan bahwa penambahan tepung tulang ikan barramundi dapat meningkatkan kadar abu pada surimi sebesar 70%-90%. Menurut Mas'udah et al. (2021), tingginya persentase kadar abu pada bakso disebabkan kandungan mineral termasuk kandungan kalsium pada tepung tulang ikan yang ditambahkan. Kandungan abu pada bahan pangan menunjukkan adanya kandungan mineral anorganik pada bahan pangan. Menurut Kardina dan Andhini (2017), penentuan kadar abu menunjukkan adanya garam anorganik seperti natrium, kalium, karbonat, dan fosfat. Semakin tinggi kadar abu pada sempol ikan menunjukkan kandungan mineralnya semakin besar.

3. Kadar lemak sempol ikan

Penambahan tepung tulang ikan sebanyak 1%, 3%, dan 5% meningkatkan kadar lemak pada sempol ikan masing-masing sebanyak 1,19 kali, 1,29 kali, dan 1,42 kali dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Hal ini serupa dengan penelitian Trisnawati et al. (2024) yang menyatakan bahwa penambahan tepung tulang ikan lele akan menghasilkan kalsium yang lebih tinggi, tetapi ini dapat berdampak pada kadar lemak dalam sambal bawang. Peningkatan kadar lemak terjadi karena penambahan tepung tulang ikan meningkatkan padatan adonan dan menurunkan kadar air, sehingga kadar lemak pada sempol ikan mengalami peningkatan. Menurut Suzuki (1981) dalam Faizah dan Haryanti (2020), kadar air mempunyai hubungan terbalik dengan lemak, semakin rendah lemak maka semakin tinggi kadar airnya. Selain itu kadar lemak yang ada pada tepung tulang ikan nila kemungkinan memberikan kontribusi pada peningkatan kadar lemak. Petenuci *et al.* (2008) melaporkan bahwa kandungan lemak tepung tulang ikan nila mencapai 25,3%. Penelitian lain juga menunjukkan peningkatan lemak pada pasta yang ditambah tepung tulang ikan nila dari 3,21% pada kontrol menjadi 5,45% (Monteiro et al., 2016).

4. Kadar protein sempol ikan

Penambahan tepung tulang ikan sebanyak 1%, 3%, dan 5% meningkatkan kadar protein pada sempol ikan masing-masing sebanyak 1,03 kali, 1,06 kali, dan 1,11 kali dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Hal ini serupa dengan penelitian Wijayanti et al. (2022) yaitu penambahan tepung tulang ikan barramundi dapat meningkatkan kandungan protein pada mayones dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Peningkatan kadar protein pada sempol ikan dengan penambahan tepung tulang ikan nila disebabkan karena kandungan protein pada tulang ikan nila yang tinggi. Menurut Stevanato et al. (2008) dalam Husna et al. (2020), tepung tulang ikan nila memiliki kadar protein sebesar 16,48%. Hal ini diperkuat dengan Bakhtiar et al. (2019), kadar protein semakin meningkat seiring dengan meningkatnya penambahan tepung tulang ikan bandeng. Hal ini disebabkan oleh kadar protein yang masih tinggi dalam tepung tulang ikan bandeng sehingga semakin banyaknya tepung tulang ikan maka semakin meningkat nilai kadar proteinnya. Wijayanti et al. (2021b) melaporkan kandungan protein yang ada pada matriks tulang adalah kolagen yang dibuktikan dengan tingginya kandungan hydroxyproline pada media air yang digunakan untuk proses *autoclaving* tulang ikan kakap barramundi.

5. Kadar karbohidrat sempol ikan

Penambahan tepung tulang ikan sebanyak 1%, 3%, dan 5% menurunkan kadar karbohidrat pada sempol ikan masing-masing sebanyak 5,1%, 13,6%, dan 16,1% dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Kandungan karbohidrat dipengaruhi oleh substitusi tepung tapioka dengan tepung tulang ikan yang digunakan pada setiap perlakuan. Penambahan tepung tulang ikan nila mengurangi jumlah tepung tapioka sehingga menurunkan kadar karbohidrat pada sempol ikan. Tepung tapioka diketahui mengandung karbohidrat mencapai 95% dalam berat kering (Hermiati et al., 2011). Tepung tulang ikan nila mengandung karbohidrat yang sangat rendah yaitu 0,14% (tulang) dan 1,45% (kepala) (Vignesh & Srinivasan, 2012).

sehingga penambahan tepung ikan nila mengurangi kadar karbohidrat pada sempol ikan. Hasil tersebut serupa dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Putra et al. (2015) yaitu jumlah tepung tapioka yang merupakan sumber pati dengan kadar karbohidrat tertinggi berkurang seiring banyaknya tepung tulang yang ditambahkan, sehingga semakin tinggi tepung tulang yang ditambahkan kedalam adonan kerupuk, maka kandungan karbohidratnya semakin rendah.

Hardness dan Deformation Sempol

Nilai *hardness* dan *deformation* sempol dengan penambahan tepung tulang ikan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai *hardness* dan *deformation* sempol ikan dengan penambahan tepung tulang ikan

Perlakuan	Hardness (gf)	Deformation (cm)
K	2318,87 ± 67,64 ^a	1,833 ± 0,15 ^b
A	2867,03 ± 76,24 ^b	1,833 ± 0,05 ^b
B	2969,10 ± 51,36 ^{bc}	1,567 ± 0,2 ^{ab}
C	3000,47 ± 36,80 ^c	1,433 ± 0,1 ^a

Keterangan:

K adalah sempol ikan dengan penambahan tepung tulang ikan 0% (perlakuan kontrol); A adalah sempol ikan dengan penambahan tepung tulang ikan 1%; B adalah sempol ikan dengan penambahan tepung tulang ikan 3%; C adalah sempol ikan dengan penambahan tepung tulang ikan 5%. Data yang diikuti dengan superscript yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata ($P < 0,05$).

1. Hardness sempol ikan

Hardness dalam makanan merupakan salah satu parameter penting karena produk sempol ikan merupakan salah satu produk yang berbasis gel dengan tekstur sebagai salah satu penentu kualitas produk. Nilai *hardness* diperoleh berdasarkan puncak tertinggi dari kurva hasil analisis menggunakan *texture analyxzer* (Herlambang et al., 2019). Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan tepung tulang ikan dalam sempol ikan memiliki nilai rata-rata *hardness* yang dihasilkan berkisar antara 2328,87 gf – 3000,47 gf. Perlakuan kontrol memiliki nilai *hardness* sebesar 2328,87 gf, sedangkan penambahan konsentrasi tepung tulang ikan 1%, 3% dan 5% masing-masing sebesar 2867,03 gf, 2969,10 gf, dan 3000,47 gf. Menurut Ashari et al. (2023), kandungan protein yang meningkat dapat meningkatkan kekerasan produk, sehingga tekstur produk yang dihasilkan semakin keras. Adanya interaksi antara protein dan air mengakibatkan kandungan air dalam adonan berkurang, dengan demikian produk menjadi lebih keras. Tingginya kadar abu pada produk yang ditambah dengan tepung tulang ikan nila (Tabel 3) kemungkinan juga memberikan kontribusi meningkatnya kekerasan produk. Wijayanti et al. (2021) melaporkan tekstur surimi gel meningkat seiring meningkatnya kadar abu sebagai akibat penambahan tepung tulang ikan kakap barramundi. Penelitian lain juga menunjukkan peningkatan kekerasan donat yang ditambah tepung daun kelor sejalan dengan peningkatan kadar abu (Yanti et al., 2020).

2. Deformation sempol ikan

Deformation atau deformasi menunjukkan elastisitas suatu bahan makanan yang merupakan kondisi dimana bahan makanan dapat mempertahankan bentuknya pada saat dikenakan gaya tertentu (Nishinari, et al., 2018). Semakin tinggi *deformation* maka semakin elastis dan kenyal suatu bahan. Nilai *deformation* perlakuan kontrol sebesar 1,833 cm, sedangkan pada perlakuan penambahan tepung tulang 5% sebesar 1,433 cm. Nilai deformasi mengalami penurunan karena semakin banyak tepung tulang ikan yang ditambah, maka tepung tapioka yang digunakan semakin berkurang. Komposisi tepung tapioka yang berbeda karena adanya substitusi dengan tepung tulang ikan dapat mempengaruhi elastisitas dan kekompakan produk.

Penggunaan tepung tapioka membuat produk lebih kenyal atau elastis, sehingga tekstur sempol ikan dengan penambahan tepung tulang ikan 5% menjadi semakin keras dan tidak kenyal dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Menurut Rospiati (2006) dalam Susanto et al. (2019), formulasi antara maizena, tepung terigu dan tepung tulang ikan tuna sangat mempengaruhi kekerasan dan elastisitas produk. Jumlah tepung ikan yang bertambah besar menyebabkan tekstur lebih padat dan cenderung lebih keras dan kurang elastis. Sedangkan perlakuan kontrol dengan jumlah tepung tapioka yang lebih besar kemungkinan kandungan glutennya juga lebih tinggi sehingga produk lebih elastis. Hal ini diperkuat dengan penelitian yang dilakukan oleh Tondang et al., (2024) yang menyatakan bahwa kandungan gluten pada tepung yang dapat mempengaruhi tekstur menjadi lebih kenyal. Bahan pengisi berupa tepung tapioka dengan kandungan gluten dapat mengikat air sehingga tekstur lebih kenyal dan kompak oleh sebab itu perlakuan kontrol (K) dengan konsentrasi tepung tapioka yang lebih besar menghasilkan deformasi yang lebih tinggi.

Uji Hedonik Sempol Ikan

Uji hedonik dilakukan dengan panelis yang berjumlah 30 orang. Hasil analisis *Kruskall Wallis* pada parameter tekstur terdapat perbedaan nyata ($p < 0,05$), tetapi pada kenampakan, aroma, dan rasa tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). Nilai hedonik sempol ikan dengan penambahan tepung tulang ikan secara keseluruhan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil uji hedonik sempol ikan dengan penambahan tepung tulang ikan nila dengan konsentrasi yang berbeda

Spesifikasi	Perlakuan			
	K	A	B	C
Kenampakan	7,67±0,8 ^a	7,77±0,77 ^a	7,97±0,85 ^a	8,07±0,94 ^a
Aroma	7,7±0,83 ^a	7,7±0,91 ^a	7,8±0,92 ^a	7,67±0,99 ^a
Rasa	7,77±0,93 ^a	8,07±0,86 ^a	8,03±0,92 ^a	7,9±0,96 ^a
Tekstur	7,63±0,85 ^b	7,97±0,89 ^b	7,87±1,04 ^b	7,03±1,06 ^a
Selang Kepercayaan	7,644<μ< 7,735	7,857<μ< 7,942	7,944<μ< 8,035	7,364<μ< 7,875

Keterangan:

- K adalah sempol ikan dengan penambahan tepung tulang ikan 0% (perlakuan kontrol); A adalah sempol ikan dengan penambahan tepung tulang ikan 1%; B adalah sempol ikan dengan penambahan tepung tulang ikan 3%; C adalah sempol ikan dengan penambahan tepung tulang ikan 5%.
- Data adalah hasil rata-rata dari 30 panelis ± standar deviasi
- Data yang diikuti dengan superscript yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata ($P < 0,05$).

1. Kenampakan

Kenampakan merupakan parameter penting dalam penilaian panelis. Kenampakan meliputi bentuk, ukuran dan warna dari sample secara keseluruhan. Hal ini disebabkan apabila kesan kenampakan baik dan disukai, maka panelis akan melihat parameter organoleptik lainnya, seperti aroma, tekstur, dan rasa. Penambahan tepung tulang ikan tidak berpengaruh nyata terhadap tingkat kesukaan panelis terhadap kenampakan sempol ikan ($P > 0,05$). Kenampakan pada sempol ikan dengan penambahan tepung tulang ikan yang berbeda memiliki rata-rata 7,67 sampai 8,07 dari kriteria suka sampai sangat suka. Hal ini menandakan bahwa penambahan tepung tulang ikan hingga konsentrasi 5% memiliki kenampakan yang masih disukai oleh konsumen. Tepung ikan yang ditambahkan merupakan bubuk berwarna putih sehingga ketika ditambahkan pada adonan tidak menimbulkan perbedaan yang nyata. Kenampakan sempol ikan cenderung putih sedikit kecoklatan karena proses penggorengan. Menurut Yusufiani et al. (2021), sifat mutu dinilai dengan penglihatan misalnya bentuk, ukuran, dan warna. Parameter kenampakan menentukan penerimaan dari panelis.

2. Aroma

Parameter aroma sangat penting untuk diuji karena aroma menentukan daya terima konsumen. Menurut Arziyah et al. (2022), aroma yang disebarkan oleh makanan merupakan daya tarik yang sangat kuat dan mampu merangsang indera penciuman sehingga membangkitkan selera. Secara statistika menunjukkan bahwa penambahan tepung tulang tidak berpengaruh nyata terhadap aroma sempol ikan ($P > 0,05$). Hal ini menandakan bahwa seluruh formulasi sempol ikan memiliki aroma yang masih disukai oleh panelis. Aroma pada sempol ikan tidak menunjukkan perbedaan kemungkinan tepung tulang yang ditambahkan berbau netral sehingga tidak memberikan pengaruh nyata terhadap sempol ikan yang dihasilkan. Aroma pada sempol ikan dengan penambahan tepung tulang ikan yang berbeda memiliki rata-rata 7,67 sampai 7,8 pada kriteria suka. Hal ini menandakan bahwa seluruh formulasi sempol ikan memiliki aroma yang masih disukai oleh panelis.

Aroma sempol ikan yang dihasilkan sebagaimana olahan ikan adanya aroma yang tidak terlalu kuat juga terdapat aroma gurih yang kemungkinan berasal dari bumbu yang terdiri dari bawang putih dan merica. Bawang putih mengandung komponen volatile yang memberikan aroma gurih yang unik karena kandungan senyawa volatile yang berbasis sulfur (Abe et al., 2020). Aroma ikan yang gurih dan tidak terlalu kuat ini disukai panelis. Kadar protein dan lemak (Tabel 3) pada sempol ikan juga memberikan kontribusi aroma yang terbentuk. Senyawa yang berkontribusi memberikan aroma pada ikan air tawar terutama 4,7-decatrienal, geosmin (GEO) dan 2-methylisoborneol (MIB), hidrokarbon, asam aminovalerat, aminopentanal dan heksahidropiridina, nonanal dan asam asetat. Secara umum, bau

amis pada ikan air tawar terutama berkaitan dengan asam aminopentanoat, aminopentanal dan heksahidropiridina, amina (seperti metilamin, propilamin dan butilamin) dan amina siklik (seperti dioksin dan indol) (Liu et al., 2021).

3. Rasa

Rasa merupakan faktor penting dalam penentuan tingkat kesukaan produk oleh konsumen. Menurut Muzaki et al. (2021), faktor yang mempengaruhi rasa erat kaitannya pada interaksi dengan komponen lain seperti garam sebagai untuk memberi rasa asin dapat mempengaruhi nilai cita rasa suatu produk. Hasil analisa statistika menunjukkan tidak terdapat perbedaan nyata antar perlakuan ($P > 0,05$) dengan adanya penambahan tepung tulang ikan. Tingkat kesukaan rasa pada sempol ikan mempunyai nilai 7,03-7,97 yang menunjukkan semua sempol ikan disukai panelis. Tidak berbedanya tingkat kesukaan rasa kemungkinan karena tidak terdapat perbedaan rasa yang signifikan antara sempol ikan kontrol dengan sempol ikan dengan penambahan tepung tulang ikan.

Tepung tulang ikan yang cenderung netral dan tidak berasa menyebabkan rasa sempol ikan tidak berubah. Rasa sempol ikan yang dihasilkan dominan gurih karena adanya protein dan juga lemak akibat proses penggorengan. Rasa yang diciptakan cenderung spesifik produk sempol ikan yang gurih dan tidak memiliki perbedaan hasil yang signifikan karena komponen pembentuk rasa bahan pangan dalam sempol yang sama. Kandungan protein dan lemak (Tabel 3) yang cukup tinggi pada sempol memberikan kontribusi rasa gurih umami sehingga disukai panelis. Sarower et al. (2012) melaporkan bahwa glutamat, glisin, alanin, arginin, prolin, valin, metionin, fenilalanin, tirosin, inosin 5'-monofosfat (IMP), adenosin 5'-monofosfat (AMP), guanosin 5'-monofosfat (GMP), trimetilamina, trimetilamina oksida (TMAO), glisin betain, laktat, suksinat sebagai kontributor penting terhadap rasa produk perikanan mentah dan olahan.

4. Tekstur

Tekstur merupakan penilaian mutu yang dapat mempengaruhi karakteristik produk. Tekstur sempol ikan yang terlalu keras dan tidak kenyal akan mempengaruhi penilaian panelis. Hasil analisis statistika menunjukkan bahwa penambahan tepung tulang ikan nila berpengaruh nyata terhadap tingkat kesukaan tekstur sempol ikan ($P < 0,05$). Tekstur pada sempol ikan dengan penambahan tepung tulang ikan yang berbeda memiliki rata-rata 7,03 sampai 7,97 pada kriteria suka. Nilai tekstur yang terendah adalah pada perlakuan penambahan tepung tulang ikan yang tertinggi (5%). Semakin banyak konsentrasi tepung tulang ikan yang ditambahkan, maka tekstur sempol semakin tidak kenyal dan terasa berpasir, sehingga tingkat kesukaan panelis menurun. Semakin turunnya nilai kesukaan juga terkait dengan kandungan air yang semakin turun dan abu yang semakin meningkat seiring dengan ditambahkan konsentrasi tepung tulang yang ditambahkan (Tabel 3). Menurut Yin et al. (2016), tepung tulang ikan dapat dimanfaatkan sebagai tambahan pangan, namun memiliki efek terhadap kualitas sensorik makanan berupa tekstur berpasir (*grittiness*).

SIMPULAN

Konsentrasi tepung tulang ikan berpengaruh nyata pada kadar kalsium, kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, kadar karbohidrat, dan tekstur sempol ikan. Akan tetapi, pada uji hedonik yang telah dilakukan penambahan tepung tulang ikan tidak memiliki pengaruh nyata pada parameter kenampakan, aroma, dan rasa sempol ikan. Kandungan kalsium pada konsentrasi 0%, 1%, 3%, dan 5% masing-masing sebesar 29,3 mg/100g, 143,03 mg/100g, 594,25 mg/100g, dan 1017,15 mg/100g. Konsentrasi tepung tulang ikan yang ditambahkan akan meningkatkan kandungan kalsium pada sempol ikan. Perlakuan terbaik yang disukai panelis adalah sempol dengan penambahan tepung tulang ikan sebesar 3% dengan kadar air 57,01%, abu 4,6%, lemak 5,77%, protein 15,4%, karbohidrat 17,14%, kalsium 594,25 mg/100g dengan hasil uji hedonik terbaik sebesar $7,944 < \mu < 8,035$. Penambahan tepung tulang ikan yang tepat dapat meningkatkan kadar kalsium dan tetap diterima secara sensori

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Universitas Diponegoro dan kepada pihak-pihak yang terlibat langsung dalam penelitian ini maupun pihak-pihak lain yang terlibat secara tidak langsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Abe, K., Hori, Y., & Myoda, T. (2020). Volatile compounds of fresh and processed garlic. *Experimental And Therapeutic Medicine*, 19(2): 1585-1593.
- Alisa, S. N., A. N. Asikin., S. Diachanty., I. Irawan., I. Rusdin., & I. Kusumaningriem. (2023). Fortifikasi Tepung Tulang Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) pada Kue Kembang Goyang. *Juvenil*, 4(2): 132-141.
- AOAC. 2005. Official methods of analysis. The Association of Official Analytical Chemists. Gaithersburg, MD, USA
- Arziyah, D., L. Yusmita., & R. Wijayanti. (2022). Analisis Mutu Organoleptik Sirup Kayu Manis dengan Modifikasi Perbandingan Konsentrasi Gula Aren dan Gula Pasir. *Jurnal Penelitian dan Pengkajian Ilmiah Eksakta*, 1(2): 105-109.
- Ashari, H. P., Rosida., & A. D. Priyanto. (2023). Characteristics of Milkfish Sausage (*Chanos chanos*) and Carrots (Study of Proportions of Tapioca Flour: Taro Starch and Addition of Egg White). *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan UNISRI*, 8(2): 139-154.
- BSN (Badan Standarisasi Nasional). 2015. SNI 2346:2015, Pedoman pengujian sensori pada produk perikanan. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta
- Bakhtiar, B., S. Rohaya., & H. M. A. Ayunda. (2019). Penambahan Tepung Tulang Ikan Bandeng (*Chanos Chanos*) sebagai Sumber Kalsium dan Fosfor Pembuatan Donat Panggang. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, 11(1): 38-45.
- Cahyaningtyas, D. A., I. Yuliana, R. Flora, D. M. Sari., & F. Febry. (2022). Pemanfaatan Tepung Tulang Ikan Gabus (*Channa Striata*) dalam Pembuatan Sempol Daging Ikan Gabus Sebagai Sumber Kalsium. *Media Gizi Mikro Indonesia*, 13(2): 139-148.
- Faizah, N. I., & S. Haryanti. (2020). Pengaruh Lama dan Tempat Penyimpanan yang Berbeda Terhadap Kandungan Gizi Umbi Jalar (*Ipomoea Batatas*) Var. Manohara. *Jurnal Akademika Biologi*, 9(2): 8-14.
- Fonseca, C., L. M. Frare., L. D'avila., & T. Edwiges. (2020). Influence of Different Waste Compositions From Tilapia Fish On Methane Production. *Journal of Cleaner Production*, 265(121795): 1-9.
- Hermiati, E., Azuma, J.I., Mangunwidjaja, D., Sunarti, T.C., Suparno, O., & Prasetya, B. (2011). Hydrolysis of carbohydrates in cassava pulp and tapioca flour under microwave irradiation. *Indonesian Journal of Chemistry*, 11(3): 238-245.
- Herlambang, F. P., A. Lastriyanto., & A. M. Ahmad. (2019). Karakteristik Fisik dan Uji Organoleptik Produk Bakso Tepung Singkong sebagai Substitusi Tepung Tapioka. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 7(3): 253-258.
- Husna, A., L. Handayani., & F. Syahputra. (2020). Pemanfaatan Tulang Ikan Kambing-kambing (*Abalistes stellaris*) sebagai Sumber Kalsium pada Produk Tepung Tulang Ikan. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 7(1): 13-20.
- Kardina, R. N., & S. E. Andhini. (2017). Uji Daya Terima, Karakteristik Fisik, dan Mutu Gizi Mie Basah dengan Substitusi Tepung Kacang Merah (*Phaseolus Vulgaris L.*). *Medical Technology and Public Health Journal*, 1(2): 60-68.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2024). Menteri Trenggono Berhasil Tingkatkan Produksi Perikanan Budi Daya 13,6% di 2024. SIARAN PERS KEMENTERIAN KELAUTAN DAN PERIKANAN, NOMOR : SP.487/SJ.5/XII/2024. <https://kkp.go.id/news/news-detail/menteri-trenggono-berhasil-tingkatkan-produksi-perikanan-budi-daya-136-di-2024-vQq0.html>
- Liu, Y., Huang, Y., Wang, Z., Cai, S., Zhu, B., & Dong, X. (2021). Recent advances in fishy odour in aquatic fish products, from formation to control. *International Journal of Food Science and Technology*, 56(10): 4959-4969.
- Mas'udah, N. A, Fathimah., & K. Pibriyanti. (2021). Pengaruh Substitusi Tepung Tulang Ikan Tongkol (*Euthynnus Affini*) Terhadap Bakso Gedebug Pisang Kepok (*Musa Acuminata Balbissiana Colla*). *Kesehatan Tambusai*, 2(1): 61-73.
- Mawaddah, & T. D. Sulistiyanti. (2021). Penambahan Tepung Tulang Ikan Lele Terhadap Kadar Kalsium dan Organoleptik Cookies Ubi Jalar Kuning. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*, 5(2): 217-222.
- Meiyasa, F., & N. Tarigan. (2020). Pemanfaatan Limbah Tulang Ikan Tuna (*Thunnus sp.*) sebagai Sumber Kalsium dalam Pembuatan Stik Rumput Laut. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 24(1): 66-75.

- Monteiro, M.L.G., Marsico, E.T., Soares, M.S., Magalhaes, A.O., Canto, A.C.V., Costa-Lima, B.R., Alvares, T.S., & Conte, C.A. (2016). Nutritional profile and chemical stability of pasta fortified with tilapia (*Oreochromis niloticus*) flour. *PloS One*, 11(12): e0168270.
- Mulyani, S., D. Rohmeita., & A. M. Legowo. (2021). Karakteristik Kalsium dari Tulang Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) yang diekstraksi menggunakan Larutan HCl. *Journal of Nutrition College*, 10(4): 321-327.
- Muzaki, I., H. Suprpto., & R. Kusdarwati. (2021). The Substitution Effect of Bone Fish Flour Milkfish (*Chanos Chanos*) physical and Chemical Characteristics of Cookies. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 679, No. 1, P. 012044). IOP Publishing.
- Nishinari, K., & Fang, Y. (2018). Perception and measurement of food texture: Solid foods. *Journal of Texture Studies*, 49(2): 160–201. doi:10.1111/jtxs.12327
- Nugroho, S., 2008. Statistika Nonparametrika. UNIB Press. Bengkulu
- Pasaribu, C.P., 2019. Hubungan higiene sanitasi dengan kualitas mikrobiologis pada jajanan sempolan ayam (Studi Di Kecamatan Tembalan Dan Banyumanik, Semarang) (Undergraduate Thesis, Diponegoro University).
- Petenuci, M.E., Braidoti Stevanato, F., Laguila Visentainer, J.E., Matsushita, M., Egea Garcia, E., Evelázio de Souza, N., & Visentainer, J.V. (2008). Fatty acid concentration, proximate composition, and mineral composition in fishbone flour of Nile Tilapia. *Archivos Latinoamericanos De Nutricion*, 58(1): 87-90.
- Putra, M. R. A., R. Nopianti., & H. Herpandi. (2015). Fortifikasi Tepung Tulang Ikan Gabus (*Channa Striata*) pada Kerupuk Sebagai Sumber Kalsium. *Jurnal Fishtech*, 4(2), 128-139.
- Rohmah, S., Y. S. Darmanto., & L. Rianingsih. (2019). Penambahan Nanokalsium dari Jenis Tulang Ikan Yang Berbeda Terhadap Karakteristik Beras Analog dari Tepung Umbi Garut (*Maranta arundinacea*) dan Tepung *Gracilaria verrucosa*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 1(2): 1-11.
- Suarsa, I. W., A. A B. Putra., S. R. Santi., & A. Faruk. (2020). Produksi Tepung Tulang Ikan Tuna (*Thunnus* sp) dengan Metode Kering Sebagai Sumber Kalsium dan Fosfor Untuk Pembuatan Biskuit. *Jurnal Ilmu Pendidikan Indonesia*, 8(1): 19-28.
- Sumbodo, J., U. Amalia., & L. Purnamayati. (2019). Peningkatan Gizi dan Karakteristik Kerupuk Pangsit Dengan Penambahan Tepung Tulang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 1(1), 30-36.
- Susanto, A. H., R. Ridho., & S. Sulistiono. (2019). Pemanfaatan Limbah Tulang Ikan Tuna dalam Pembuatan Cilok Sebagai Sumber Kalsium. *Jurnal Lemuru*, 1(1): 25-33.
- Syadeto, H. S., Sumardianto, S., & Purnamayati, L. (2017). Fortifikasi Tepung Tulang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Sebagai Sumber Kalsium dan Fosfor Serta Mutu Cookies. *JITEK (Jurnal Ilmiah Teknosains)*, 3(1): 17-21.
- Tondang, S. B., K. M. Berutu., & J. M. Sihombing. (2024). Penambahan Tepung Tapioka dengan Level Yang Berbeda Terhadap Mutu Organoleptik Bakso Daging Kambing. *Jurnal Nukleus Peternakan*, 11(1): 35-41.
- Trisnawati, C. Y, & V. C. Kaharso. (2024). Pengembangan Produk Sambal Bawang dengan Penambahan Tepung Tulang Ikan Lele. *Journal Of Food And Culinary*, 7(1): 16-24.
- Vebrianti, W.O., Permadi, A., & Afifah, R.A. (2024). Rendemen dan Produktivitas Tenaga Kerja pada Proses Pengolahan Fillet Kakap Merah Beku (*Lutjanus spp*) pada Unit Pengolahan Ikan di Pasuruan-Jawa Timur. In *Prosiding Seminar Nasional Perikanan Indonesia* (pp. 371-378).
- Vignesh, R., & Srinivasan, M. (2012). Nutritional quality of processed head and bone flours of Tilapia (*Oreochromis mossambicus*, Peters 1852) from Parangipettai estuary, South East Coast of India. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2(1): S368–S372. doi:10.1016/s2221-1691(12)60189-0
- Wijayanti, I., Benjakul, S., & Sookchoo, P. (2021). Preheat-treatment and bleaching agents affect characteristics of bio-calcium from Asian sea bass (*Lates calcarifer*) backbone. *Waste and Biomass Valorization*, 12: 3371-3382.
- Wijayanti, I., Benjakul, S., & Sookchoo, P. (2021b). Effect of high pressure heating on physical and chemical characteristics of Asian sea bass (*Lates calcarifer*) backbone. *Journal of Food Science and Technology*, 58, pp.3120-3129.

- Wijayanti, I., A. Singh., S. Benjakul., & P. Sookchoo. (2021c). Textural, Sensory, and Chemical Characteristic of Threadfin Bream (*Nemipterus* sp.) Surimi Gel Fortified with Bio-Calcium from Bone of Asian Sea Bass (*Lates calcarifer*). *Foods*, 10: 976.
- Wijayanti, I., Benjakul, S., Saetang, J., Prodpran, T., & Sookchoo, P. (2022). Soluble Asian sea bass bone bio-calcium: characteristics, bioavailability across Caco-2 cells and fortification into apple juice. *International Journal of Food Science and Technology*, 57(9): 5859-5868.
- Wijayanti, I., T. Prodpran., P. Sookchoo., N. Nirmal., B. Zhang., A. Balange., & S. Benjakul. 2022. Textural, Rheological and Sensorial Properties of Mayonnaise Fortified With Asian Sea Bass Bio-Calcium. *Journal of The American Oil Chemists' Society*, 100(2): 1-18.
- Yanti, S., Prisla, E., & Mikhratunnisa. (2020). Pengaruh penambahan tepung daun kelor (*moringa oleifera*) terhadap karakteristik organoleptik produk donat. *Food and Agro-Industry Journal*, 1(1): 1-9.
- Yin, T., Du, H., Zhan, J., & Xiong, S. (2016). Preparation and Characterization of Ultrafine Fish Bone Powder. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 13(38), 1-27.
- Yusfiani, M., A. Diana., M. Harahap., & A. Syakura, A. (2021). Studi Marinasi Udang Kecap Asin: Uji Hedonik. *Jurnal Pengolahan Pangan*, 6(1): 35-41.