

KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA DAN SENYAWA VOLATIL PEMPEK IKAN GABUS (*Channa striata*) YANG DIKOMBINASIKAN DENGAN IKAN TENGGIRI (*Scomberomorus commerson*)

Rodiana Nopianti^{1*}, Shanti Dwita Lestari¹, Astuti Kurnianingsih²,
Agnes Monica¹, Indah Mutiara Sari¹

¹Program Studi Teknologi Hasil Perikanan Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya, Indralaya, Ogan Ilir Sumatra Selatan Indonesia 30662

²Program Studi Agronomi Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya, Indralaya, Ogan Ilir Sumatra Selatan Indonesia 30662

Diterima: 26 Februari 2026/Disetujui: 30 Juni 2026

*Korespondensi: rodiananopianti@fp.unsri.ac.id

Cara sitasi (APA Style 7th): Nopianti, R., Lestari, S. D., Kurnianingsih, A., Monica, A., & Sari, I. M. (2026). Karakteristik fisikokimia dan senyawa volatil pempek ikan gabus (*Channa striata*) yang dikombinasikan dengan ikan tenggiri (*Scomberomorus commerson*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 29(10), 861-873. <http://dx.doi.org/10.17844/6m0r9v82>

Abstrak

Pempek adalah salah satu produk olahan berbasis gel yang berasal dari daerah Palembang, Sumatra Selatan. Komponen utama untuk pembuatan pempek adalah ikan giling dan tepung tapioka. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan kombinasi terbaik berdasarkan kadar protein dan nilai derajat putih, serta mengetahui karakteristik komponen volatil pempek. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok, terdiri atas lima taraf perlakuan, yaitu perbandingan ikan gabus dan tenggiri: P1(0:100), P2 (25:75), P3 (50:50), P4 (75:25), dan P5 (100:0) sebanyak 3 ulangan. Parameter yang diamati, yaitu analisis proksimat, *whiteness*, analisis tekstur (*hardness*, *springiness*, *gumminess*, *chewiness*, *cohesiveness*), dan analisis komponen volatil dengan *Solid Phase Microextraction-Gas Chromatography/Mass Spectrometry* (SPME-GC/MS). Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar air pempek berkisar 54,39-59,05%, protein 6,74-8,37%, lemak 0,14-0,66%, abu 0,22-0,48%, dan karbohidrat 32,48-37,14%. Nilai *whiteness* pempek menunjukkan nilai 61,8-70,4%, *hardness* 447,38-1131,79 gF, *springiness* 0,99-2 mm, *cohesiveness* 0,572 – 0,840, *gumminess* 261,33-677,92 gF, dan *chewiness* 522,70 mJ – 1348,83 mJ. Terdapat 10 senyawa volatil yang berkontribusi terhadap aroma pempek, yaitu pentadekana, heksanal, 8-heptadecene, pentanal, heptanal, *norphytane*, nonanal, sikloheptatriena, naftalena, heptadekana. Pempek kombinasi ikan gabus dan ikan tenggiri terbaik, yaitu pada perlakuan ikan gabus 25% dan tenggiri 75%.

Kata kunci: aroma, proksimat, SPME-GC/MS, tekstur, *whiteness*

Physicochemical and Volatile Compound Characteristics of Snakehead Fish (*Channa striata*) Pempek Blended with Narrow-Barred Spanish Mackerel (*Scomberomorus commerson*)

Abstract

Pempek is a gel-based processed food originating from Palembang, South Sumatra, primarily composed of ground fish and tapioca flour. The aim of this study was to determine the optimal combination based on protein content and *whiteness* value and to characterize the

volatile components of pempek. A randomized block design was employed, comprising five treatment levels with three replications each, using the following snakehead fish to mackerel ratios: P1 (0:100), P2 (25:75), P3 (50:50), P4 (75:25), and P5 (100:0). The parameters evaluated included proximate composition, whiteness, texture profile (hardness, springiness, gumminess, chewiness, cohesiveness), and volatile compound analysis using solid-phase microextraction–gas chromatography/mass spectrometry (SPME-GC/MS). The analysis results showed that the water content of pempek ranged from 54.39 to 59.05%, protein content from 6.74 to 8.37%, fat content from 0.14 to 0.66%, ash content from 0.22 to 0.48%, and carbohydrate content from 32.48 to 37.14%. The whiteness value of pempek ranged from 61.8 to 70.4%, hardness from 447.38 to 1131.79 gF, springiness from 1.99 to 2 mm, cohesiveness from 0.572 to 0.840, gumminess from 261.33 to 677.92 gF, and chewiness from 522.70 mJ to 1348.83 mJ. There were 10 volatile compounds that contribute to the aroma of pempek, namely pentadecane, hexanal, 8-heptadecene, pentanal, heptanal, norphytane, nonanal, cycloheptatriene, naphthalene, and heptadecane. The best combination was 25% snakehead fish and 75% mackerel pempek.

Keywords: aroma, proximate, SPME-GC/MS, texture, whiteness

PENDAHULUAN

Pempek merupakan salah satu produk olahan pangan berbasis gel yang berasal dari Palembang, Sumatra Selatan, dengan karakteristik tekstur, penampakan, rasa, dan aroma yang dipengaruhi oleh jenis bahan baku ikan yang digunakan. Jenis ikan, rasio penggunaannya dalam formulasi adonan pempek, serta komponen pendukung lainnya, yaitu tapioka dan garam merupakan faktor penting yang memengaruhi karakteristik fisikokimia dan sensori pempek yang dihasilkan. Alhannasir *et al.* (2018) mengungkapkan bahwa rasio daging ikan, tepung tapioka, garam, dan air memiliki peran dalam menentukan nilai gizi, tekstur, warna, dan karakteristik mutu produk pempek.

Ikan yang digunakan untuk bahan baku pembuatan pempek dapat berasal dari air tawar maupun laut, di antaranya, yaitu ikan belida, gabus, ikan tenggiri, kakap, dan parang-parang. Pembuatan pempek pada umumnya terbuat dari satu jenis ikan, namun seiring dengan perkembangan inovasi, pengolahan pempek mengombinasikan dua jenis ikan yang bertujuan meningkatkan mutu pempek (Nopianti *et al.*, 2025). Pengombinasian dua jenis ikan dapat menghasilkan adonan menjadi terlalu lembek, keras, atau sulit untuk dibentuk sehingga pempek yang dihasilkan memiliki berbagai macam variasi karakteristik. Oleh karena itu, penentuan perbandingan bahan yang tepat merupakan faktor penting

untuk mendapatkan konsistensi adonan dan mutu produk yang dihasilkan. Formula yang tepat diperlukan agar pempek yang dihasilkan memiliki karakteristik mutu yang konsisten.

Ikan gabus dan tenggiri merupakan bahan baku yang banyak digunakan untuk membuat pempek. Ikan gabus dengan berat 600 g hingga satu kilogram memiliki kandungan protein 20,43% (Pramudita, 2024), sedangkan ikan tenggiri pada bobot 2-3 kg mengandung kadar protein sebesar 22,12% (Septia, 2024). Protein, khususnya myofibril, merupakan komponen utama yang berperan dalam pembentukan struktur gel dan tekstur kenyal pada pempek. Khalesi *et al.* (2024) mengungkapkan bahwa pembentukan gel pada suatu produk dipengaruhi oleh garam dan suhu. Jenis protein atau bahan baku ikan yang digunakan untuk membuat pempek dan cara pemasakan merupakan faktor kunci untuk menghasilkan karakteristik gel yang diinginkan, serta untuk optimalisasi formula pempek.

Setiap jenis ikan memiliki senyawa volatil spesifik yang berkontribusi terhadap aroma. Senyawa volatil merupakan senyawa yang mudah menguap dan berkontribusi terhadap flavor khususnya aroma pada produk pangan. *Flavor* berperan penting terhadap daya terima dan kesukaan produk oleh konsumen. *Flavor* dikategorikan menjadi dua, komponen volatil berkontribusi terhadap aroma, sedangkan komponen non-volatil



berkontribusi terhadap rasa (Pratama *et al.*, 2017). Senyawa volatil dapat diidentifikasi menggunakan metode SPME-GC/MS (*Solid Phase Microextraction-Gas Chromatography/Mass Spectroscopy*). Kelebihan dari metode SPME-GC/MS, yaitu preparasi sampel sangat mudah, bebas pelarut, dan waktu ekstraksinya singkat. Metode SPME yang digabungkan dengan GC/MS dapat membedakan jenis sampel berdasarkan perbedaan senyawa volatilnya. Penelitian ini bertujuan menentukan kombinasi terbaik antara ikan gabus dan tenggiri berdasarkan kadar protein dan nilai derajat putih, serta mengetahui karakteristik senyawa volatil pempek.

BAHAN DAN METODE

Pembuatan Pempek

Pembuatan pempek mengacu pada metode Fajri & Dasir (2017) dengan beberapa modifikasi. Bahan baku yang digunakan adalah ikan gabus dengan bobot 700 g-1 kg/ekor, serta ikan tenggiri dengan bobot 2-3 kg/ekor. Daging ikan giling sesuai dengan formulasi pada *Table 1* ditambahkan air 125 mL dan garam, kemudian diaduk hingga terbentuk sistem sol yang homogen. Tepung tapioka sebanyak 300 g ditambahkan ke dalam adonan, kemudian diaduk kembali hingga homogen. Adonan dibentuk lenjeran dengan diameter 2,5 cm dan panjang 6 cm. Adonan yang telah dibentuk kemudian direbus secara bertahap pada suhu 40°C selama 15 menit,

dilanjutkan pada suhu 90°C selama 15 menit. Pempek yang telah matang diangkat dan didinginkan pada suhu ruang. Formulasi pempek ikan gabus kombinasi ikan tenggiri disajikan pada *Table 1*.

Analisis Proksimat

Sampel pempek dilakukan analisis proksimat yang meliputi kadar air dan abu dengan teknik gravimetri, protein dengan metode kjeldahl, lemak dengan *soxhlet* (AOAC, 2005), dan karbohidrat *by difference*.

Derajat putih (*Whiteness*)

Derajat putih diukur menggunakan *color reader* JP100F. Pengukuran derajat putih dilakukan dengan cara meletakkan pempek pada lubang yang dilalui sinar sedemikian rupa sehingga tidak ada sinar yang lolos, kemudian dilakukan pencatatan nilai L^* , a^* dan b^* (Park, 2013).

Analisis Tekstur

Analisis tekstur pempek diuji menggunakan alat TA-Hdi *Texture Analyzer* dengan *load cell* 25 kg. Sampel pempek dipotong sepanjang 2,5 cm, kemudian ditekan dengan *probe* jenis TX-HS8SS. Jarak kompresi diatur menjadi 15 mm dan gaya pemicu 5 g selama 2 detik. Kurva TPA (*Texture Profile Analysis*) menghasilkan atribut *hardness*, *springiness*, *cohesiveness*, *gumminess*, dan *chewiness* (Tabilo-Munizaga *et al.*, 2004).

Table 1 Formulation of pempek made from snakehead fish (*Channa striata*) blended with narrow-barred Spanish mackerel (*Scomberomorus commerson*)

Tabel 1 Formulasi pempek ikan gabus (*Channa striata*) yang dikombinasikan dengan ikan tenggiri (*Scomberomorus commerson*)

Ingredients	Treatment (Snakehead fish: Mackerel fish)				
	P1 (0:100)	P2 (25:75)	P3 (50:50)	P4 (75:25)	P5 (100:0)
Snakehead fish flesh (g)	0	75	150	225	300
Spanish mackerel flesh (g)	300	225	150	75	0
Tapioca starch (g)	300	300	300	300	300
Salt (g)	12	12	12	12	12
Water (mL)	125	125	125	125	125

Note: P1–P5 represent different formulation ratios of snakehead fish (*Channa striata*) to narrow-barred Spanish mackerel (*Scomberomorus commerson*) flesh.

Analisis Senyawa Volatil

Sampel sebanyak 10 g dimasukkan ke dalam vial *headspace* SPME 20 mL. Sampel diekstraksi pada suhu 40°C selama 45 menit dengan SPME fiber DVD/CAR/PDMS 2 cm (Supelco, Bellefonte, PA, USA). Selanjutnya, fiber disuntikkan ke GC/MS (Agilent 7890A/Agilent 5975C XL EI/CI with triple detector) untuk pendeteksian senyawa volatilnya (Peinando, 2016).

Analisis Data

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK), yang terdiri dari lima taraf perlakuan dan tiga kali ulangan, serta ulangan dijadikan sebagai kelompok yang bertujuan untuk memperkecil galat. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) untuk melihat pengaruh perlakuan terhadap sampel. Jika terdapat pengaruh nyata, maka dilakukan uji lanjut BNJ (Beda Nyata Jujur). Data senyawa volatil dianalisis menggunakan metaboanalyst 6.0 (www.metaboanalyst.ca).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi proksimat merupakan indikator penting untuk menilai nilai gizi dan mutu produk pangan, termasuk pempek, yang dipengaruhi oleh jenis bahan baku dan

formulasi yang digunakan (Nielsen, 2006). Hasil analisis proksimat pempek disajikan pada *Table 2*.

Kadar Air

Kadar air untuk masing-masing perlakuan disajikan pada *Table 2*. Rata-rata kadar air pempek yang diperoleh, yaitu 54,39-59,05%. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perbedaan kombinasi daging giling ikan yang digunakan tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air pempek ($p>0,05$) sehingga tidak dilakukan uji lanjut. Kadar air pempek dipengaruhi oleh bahan baku ikan yang digunakan. Makin meningkat konsentrasi ikan gabus yang digunakan, kadar air pempek makin meningkat. Kadar air ikan tenggiri pada bobot 2-3 kg, yaitu 76,38% (Septia, 2024), sedangkan kadar air ikan gabus pada bobot 600 g-1 kg, yaitu 78,80% (Pramudita, 2024). Jika dibandingkan dengan kadar air pempek yang terbuat dari ikan tenggiri kombinasi ikan kakap putih, yaitu 53,65-56,27% (Nopianti *et al.*, 2025), kadar air pempek pada penelitian ini sedikit lebih tinggi, yaitu 54,39-59,05%. Kadar air pempek semua perlakuan memenuhi persyaratan mutu dan keamanan pempek berdasarkan SNI 7661: 2019 tentang Pempek yang menyebutkan bahwa kadar air untuk pempek rebus maksimal 70% (BSN, 2019).

Table 2 Proximate composition of pempek made from snakehead fish (*Channa striata*) blended with narrow-barred Spanish mackerel (*Scomberomorus commerson*)

Tabel 2 Komposisi proksimat pempek ikan gabus (*Channa striata*) yang dikombinasikan dengan ikan tenggiri (*Scomberomorus commerson*)

Parameter (%)	Treatment (Snakehead fish: Mackerel fish)				
	P1 (0:100)	P2 (25:75)	P3 (50:50)	P4 (75:25)	P5 (100:0)
Moisture	54.39±1.51 ^a	55.60±1.65 ^a	56.08±2.61 ^a	58.38±1.43 ^a	59.05±3.17 ^a
Protein	8.37±0.52 ^a	7.81±0.17 ^a	6.81±0.07 ^b	6.80±0.07 ^b	6.74±0.07 ^b
Lipid	0.66±0.03 ^a	0.39±0.01 ^b	0.34±0.01 ^b	0.24±0.00 ^c	0.14±0.01 ^d
Ash	0.49±0.03 ^a	0.39±0.02 ^{ab}	0.32±0.02 ^{bc}	0.26±0.01 ^{bc}	0.23±0.02 ^c
Carbohydrate	36.19±1.89 ^a	32.48±2.68 ^a	36.53±2.12 ^a	37.14±1.36 ^a	34.60±1.19 ^a

Note: Values are presented as mean ± standard deviation. Means in the same row with different superscript letters are significantly different ($p<0.05$) based on ANOVA followed by Duncan's Multiple Range Test (DMRT).



Kadar Protein

Kadar protein pempek pada seluruh perlakuan disajikan pada *Table 2*. Kadar protein tertinggi dihasilkan pada pempek perlakuan P1, sedangkan yang terendah pada perlakuan P5. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perbedaan kombinasi ikan yang digunakan memberikan pengaruh nyata terhadap kadar protein pempek yang dihasilkan ($p < 0,05$). Berdasarkan hasil uji lanjut, kadar protein perlakuan P1 tidak berbeda signifikan dengan P2, akan tetapi berbeda signifikan dengan perlakuan P3, P4, dan P5. Pempek dengan kombinasi ikan gabus dan tenggiri pada proporsi yang sama, yaitu perlakuan P3 (50:50), tidak berbeda signifikan dengan perlakuan P4 dan P5. Kadar protein pempek makin menurun seiring dengan makin meningkatnya konsentrasi ikan gabus yang digunakan. Pramudita (2024) melaporkan bahwa ikan gabus pada bobot 600 g-1 kg memiliki kadar protein yang lebih rendah (20,43%) dibandingkan ikan tenggiri pada bobot 2-3 kg, yaitu 22,12% (Septia, 2024).

Kandungan protein pada suatu spesies ikan dipengaruhi oleh umur, jenis kelamin, kondisi matang gonad, makanan atau lingkungan (Lozano & Hardisson, 2003), sedangkan kualitas protein ikan dipengaruhi oleh cara penanganan, pengolahan dan penyimpanan (Dutta *et al.*, 2016). Berdasarkan standar SNI 7661: 2019 tentang Pempek, hanya perlakuan P1 dan P2 yang kadar proteinnya memenuhi syarat SNI pempek rebus, yaitu minimal 7%. Selama pengolahan ikan, beberapa perubahan terjadi, dan hal ini tergantung pada suhu pemanasan yang dapat menyebabkan denaturasi protein. Sebagian besar protein adalah senyawa yang rentan terhadap panas. Hilangnya kelarutan protein yang sensitif terhadap suhu dapat dijadikan indikator waktu dan suhu yang diterapkan dalam pengolahan panas berbagai jenis ikan dan produk olahan ikan (Abraha *et al.*, 2018). Oleh karena itu, kemungkinan makin rendahnya kadar protein dengan makin meningkatnya penggunaan ikan gabus disebabkan perbedaan sensitivitas protein masing-masing spesies sehingga berdampak pada kualitas produk yang dihasilkan.

Kadar Lemak

Kadar lemak pempek semua perlakuan disajikan pada *Table 2*. Rata-rata kadar lemak pempek, yaitu 0,14-0,66%. Pempek dengan kadar lemak terendah, yaitu pada perlakuan P5, sedangkan yang tertinggi pada perlakuan P1. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi ikan yang digunakan memberikan pengaruh nyata terhadap kadar lemak pempek, maka dilakukan uji lanjut BNJ. Berdasarkan uji lanjut BNJ, kadar lemak sampel P2 dan P3 tidak berbeda signifikan, sedangkan sampel P1, P4, dan P5 berbeda signifikan terhadap semua perlakuan. Kadar lemak pempek dipengaruhi oleh kadar lemak bahan baku ikan yang digunakan. Ikan gabus dengan bobot 600-1 kg mengandung lemak 0,06% (Pramudita, 2024), sedangkan kadar lemak ikan tenggiri pada bobot 2-3 kg, yaitu 1,9% (Septia, 2024). Oleh karena itu, makin meningkat ikan gabus yang digunakan makin rendah kadar lemak pempek. Kadar lemak pempek pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan pempek yang terbuat dari ikan kakap putih kombinasi ikan tenggiri, yaitu 0,35%-0,8% (Nopianti *et al.*, 2025). Kadar lemak yang lebih rendah memberikan keuntungan dari segi kesehatan dan stabilitas selama penyimpanan. Produk dengan kadar lemak rendah memiliki stabilitas yang lebih baik terhadap oksidasi lemak selama penyimpanan sehingga memiliki umur simpan yang lebih panjang (Ayu *et al.*, 2022).

Kadar Abu

Kadar abu pempek ikan gabus kombinasi ikan tenggiri disajikan pada *Table 2*. Rata-rata kadar abu pempek, yaitu 0,23-0,49%. Kadar abu terendah dihasilkan pada pempek perlakuan P5, sedangkan kadar abu tertinggi pada perlakuan P1. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi ikan yang digunakan berpengaruh nyata terhadap kadar abu pempek, maka dilakukan uji lanjut BNJ. Berdasarkan hasil uji lanjut perlakuan P1 dan P5 berbeda signifikan dengan perlakuan P2, P3, dan P4, sedangkan perlakuan P2, P3, dan P4 tidak berbeda signifikan. Makin meningkat konsentrasi ikan gabus yang digunakan, kadar abu

pempek makin menurun. Kadar abu pempek dipengaruhi oleh karakteristik bahan baku ikan yang digunakan. Nilai kadar abu ikan tenggiri, yaitu 2,23% (Pratama *et al.*, 2017), sedangkan kadar abu ikan gabus sebesar 0,72% (Suwandi *et al.*, 2014). Kadar abu merefleksikan kadar mineral sampel yang diuji dan kandungan zat anorganik yang merupakan residu dari hasil pembakaran sampel organik pada suhu tinggi. Kadar abu pada ikan dipengaruhi oleh makanan, fase pertumbuhan, musim, dan habitat atau lingkungan (Pratama *et al.*, 2017). Nilai kadar abu pempek pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan kadar abu pempek yang terbuat dari ikan tenggiri kombinasi ikan kakap putih (1,10-1,43%) (Nopianti *et al.*, 2025).

Kadar Karbohidrat

Kadar karbohidrat pempek semua perlakuan terlihat pada *Table 2*. Rata-rata nilai karbohidrat pempek, yaitu 32,48-37,14%. Kadar karbohidrat terendah, yaitu pada perlakuan P2, sedangkan kandungan karbohidrat tertinggi pada perlakuan P4. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa

perbedaan konsentrasi ikan yang digunakan tidak berpengaruh nyata terhadap kadar karbohidrat pempek sehingga tidak dilakukan uji lanjut. Rata-rata kadar karbohidrat pempek pada penelitian ini sedikit lebih rendah jika dibandingkan dengan pempek yang terbuat dari ikan tenggiri kombinasi ikan kakap putih, yaitu 35,11%. (Nopianti *et al.*, 2025). Kandungan karbohidrat dalam suatu bahan pangan dipengaruhi oleh kadar komponen lain, yaitu protein, lemak, abu, dan kadar air. Jika kandungan komponen lain selain karbohidrat makin tinggi, maka akan menurunkan kadar karbohidrat, sebaliknya jika komponen nutrisi lain lebih rendah, maka kandungan karbohidrat akan meningkat (Damat *et al.*, 2020).

Derajat Putih (*Whiteness*)

Nilai derajat putih pempek pada berbagai perlakuan disajikan pada *Figure 1*. Rata-rata nilai derajat putih pempek berkisar antara 61,8 hingga 70,4. Derajat putih tertinggi dihasilkan pada pempek yang terbuat dari 100% ikan gabus (P5), sedangkan derajat putih terendah pada pempek yang terbuat dari

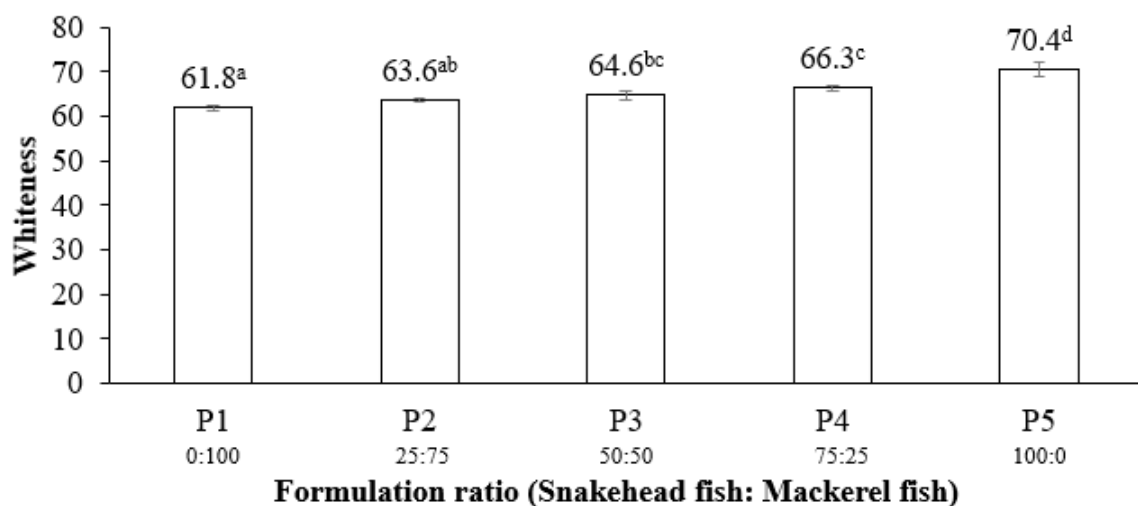


Figure 1 Whiteness index of pempek made from different formulation ratios of snakehead fish (*Channa striata*) to narrow-barred Spanish mackerel (*Scomberomorus commerson*) flesh. Data are presented as mean $\pm$ standard error. Different superscript letters above the bars indicate significant differences ($p < 0.05$) based on Duncan's Multiple Range Test.

Gambar 1 Derajat putih pempek dengan berbagai rasio formulasi daging ikan gabus (*Channa striata*) dan ikan tenggiri (*Scomberomorus commerson*). Data ditampilkan sebagai rata-rata $\pm$ standar deviasi. Huruf superskrip yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan ($p < 0,05$) berdasarkan uji Duncan.



100% ikan tenggiri. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perbedaan kombinasi ikan yang digunakan berpengaruh terhadap nilai derajat putih pempek ($p < 0,05$) sehingga dilakukan uji lanjut BNJ. Berdasarkan hasil uji lanjut, perlakuan P5 berbeda signifikan dengan semua perlakuan. Perlakuan P1 tidak berbeda signifikan dengan perlakuan P2, sedangkan perlakuan P3 tidak berbeda signifikan dengan perlakuan P4. Peningkatan proporsi ikan gabus dalam formulasi cenderung meningkatkan nilai derajat putih pempek. Ikan tenggiri merupakan ikan pelagis yang memiliki daging merah dengan kandungan lemak yang tinggi dan pigmen, yaitu hemoglobin dan mioglobin (Canti *et al.*, 2024). Hal ini yang menyebabkan derajat putih pempek yang terbuat dari ikan tenggiri dengan konsentrasi yang lebih tinggi menjadi lebih rendah dibandingkan pempek yang terbuat dari ikan gabus. Pempek yang terbuat dari ikan tenggiri kombinasi ikan gabus memiliki nilai derajat putih yang lebih tinggi dibandingkan pempek yang terbuat dari ikan tenggiri kombinasi ikan kakap putih (54, 90-59,32) (Nopianti *et al.*, 2025).

Analisis Tekstur

Analisis tekstur merupakan analisis yang bersifat objektif menggunakan alat *texture analyzer* untuk menilai tekstur pempek. Data hasil analisis tekstur pempek ikan gabus kombinasi dengan ikan tenggiri tersaji pada Table 3.

Hardness

Nilai *hardness* pempek ikan gabus kombinasi ikan tenggiri disajikan pada Table 3. Rata-rata nilai *hardness* pempek semua perlakuan, yaitu 447,38-1131,79 gF. Nilai *hardness* tertinggi dihasilkan pada pempek perlakuan P1, sedangkan *hardness* terendah pada perlakuan P5. Berdasarkan hasil sidik ragam perbedaan konsentrasi daging ikan giling yang digunakan memberikan pengaruh nyata terhadap nilai *hardness* pempek, maka dilakukan uji lanjut BNJ. Hasil uji lanjut BNJ menunjukkan bahwa perlakuan P1 dan P5 berbeda signifikan dengan perlakuan P2, P3, dan P4, sedangkan perlakuan P2, P3, P4 tidak berbeda signifikan. Makin tinggi kadar ikan gabus yang digunakan, maka makin rendah nilai *hardness* pempek. *Hardness* dipengaruhi oleh kandungan protein bahan baku ikan yang digunakan. Ikan tenggiri memiliki kadar protein sebesar 22,12% (Septia, 2024), sedangkan ikan gabus sebanyak 20,43% (Pramudita, 2024). Faktor lain yang memengaruhi *hardness* pempek adalah protein larut garam. Miofibril yang tersusun dari aktin dan miosin adalah jenis protein larut garam. Kandungan protein larut garam pada ikan tenggiri, yaitu 5,71 mg/mL, sedangkan pada ikan gabus sebesar 3,17 mg/mL (Nopianti & Herpandi, 2015). Selain itu, peningkatan *hardness* pempek berkorelasi dengan terjadinya penurunan nilai kadar air pempek (Meng *et al.*, 2021).

Table 3 Texture profile analysis (TPA) of pempek made from snakehead fish (*Channa striata*) blended with narrow-barred Spanish mackerel (*Scomberomorus commerson*)

Tabel 3 Profil analisis tekstur pempek ikan gabus (*Channa striata*) yang dikombinasikan dengan ikan tenggiri (*Scomberomorus commerson*)

Texture Parameter	Treatment (Snakehead fish: Mackerel fish)				
	P1 (0:100)	P2 (25:75)	P3 (50:50)	P4 (75:25)	P5 (100:0)
Hardness (gF)	1131.79±59.15 ^a	911.97±27.01 ^b	846.22±12.00 ^b	838.72±2.72 ^b	447.38±26.81 ^c
Springiness (mm)	2.00±0.00 ^a	2.00±0.00 ^a	1.99±0.00 ^a	2.00±0.00 ^a	2.00±0.00 ^a
Cohesiveness	0.84±0.01 ^a	0.65±0.01 ^a	0.57±0.01 ^a	0.57±0.02 ^a	0.59±0.07 ^a
Gumminess (gF)	677.92±2.66 ^a	524.03±42.34 ^b	486.23±12.40 ^b	480.23±19.59 ^b	261.34±16.65 ^c
Chewiness (mJ)	1348.83±0.35 ^a	928.03±34.40 ^b	969.60±26.67 ^b	960.45±39.18 ^b	522.71±33.34 ^c

Note: Values are presented as mean ± standard deviation. Means in the same row with different superscript letters are significantly different ($p < 0.05$) based on ANOVA followed by Duncan's Multiple Range Test (DMRT).

Springiness

Nilai *springiness* pempek semua perlakuan tersaji pada *Table 3*. Rata-rata nilai *springiness* pempek ikan gabus kombinasi ikan tenggiri, yaitu 1,99-2,00 mm. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam perbedaan konsentrasi ikan tidak memengaruhi pempek yang dihasilkan sehingga tidak dilakukan uji lanjut. *Springiness* adalah kemampuan suatu produk pangan yang mengalami deformasi kembali ke kondisi semula (Indiarto *et al.*, 2012). Nilai *springiness* yang relatif tinggi dan seragam pada semua perlakuan berkisar 2 mm mengindikasikan bahwa produk memiliki kemampuan yang baik untuk kembali ke bentuk asalnya setelah diberikan tekanan. Didukung oleh Trinh *et al.* (2002) bahwa *springiness* atau elastisitas adalah jeda waktu antara tekanan/gigitan pertama dengan tekanan/gigitan kedua pada produk sebagai gambaran kemampuan suatu produk kembali ke posisi awal. Makin cepat sampel yang diberi tekanan kembali ke bentuk semula, maka makin besar nilai *springiness* (Jufrinaldi *et al.*, 2023). Menurut Widyaningrum *et al.* (2024) *springiness* berkaitan dengan kemampuan protein dalam membentuk jaringan tiga dimensi yang elastis.

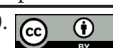
Sesuai dengan pernyataan Fadhalah *et al.* (2021) bahwa ikan mengandung protein miofibril (aktin dan miosin) yang berkontribusi terhadap elastisitas produk. Subagio (2004) menjelaskan adanya ikatan antar protein, yaitu ikatan disulfida oleh asam amino sistein, antar aktin dan miosin ataupun miosin dengan miosin sehingga miofibril akan membentuk struktur gel yang kuat. Selain itu, protein pada kedua jenis ikan yang digunakan dalam pembuatan pempek ini mengandung asam amino sistein yang tidak terlalu jauh. Menurut Pramudita (2024) ikan gabus mengandung asam amino sistein sebesar 0,15%, sedangkan ikan tenggiri mengandung asam amino sebesar 0,13% (Septia, 2024) sehingga diduga membentuk kekenyalan gel yang tidak jauh berbeda. Asam amino sistein adalah yang dapat membentuk ikatan disulfida (S-S) antar molekul protein, yang berkontribusi pada kestabilan struktur gel. Cando *et al.* (2015)

menyatakan bahwa bahan tambahan sistein yang paling efektif dalam meningkatkan proses pembentukan gel surimi.

Cohesiveness

Cohesiveness adalah nilai kekuatan atau kekompakan ikatan internal pada produk makanan untuk mempertahankan strukturnya terhadap kekuatan mekanis hingga akhirnya hancur saat dikunyah atau ditekan (kompresi) (Dunne *et al.*, 2025). Nilai *cohesiveness* pempek ikan gabus kombinasi ikan tenggiri tersaji pada *Table 3*. Rata-rata nilai *cohesiveness* pempek semua perlakuan berkisar 0,57-0,84. Pempek perlakuan P1 memiliki nilai *cohesiveness* tertinggi, sedangkan nilai *cohesiveness* terendah pada perlakuan P4. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam perbedaan konsentrasi ikan yang digunakan tidak berpengaruh nyata terhadap nilai *cohesiveness* pempek sehingga tidak dilakukan uji lanjut. Nilai *cohesiveness* yang tinggi menunjukkan sifat bahan tahan terhadap tekanan, yang mengindikasikan bahwa bahan tersebut kompak serta tidak mudah hancur saat diberi tekanan. *Cohesiveness* berarti kemampuan struktur bahan untuk tetap kokoh dan kompak ketika diberikan gaya (Indiarto *et al.*, 2012). Nilai *cohesiveness* dipengaruhi juga oleh kandungan protein dari bahan baku ikan yang digunakan.

Putranti *et al.*, (2020) mengungkapkan bahwa nilai *cohesiveness* yang rendah merefleksikan ikatan antar molekul dalam produk pangan memiliki kekuatan yang lemah. Kandungan protein yang tinggi pada bahan baku, serta bahan tambahan yang digunakan, berhubungan langsung dengan nilai *cohesiveness*. Menurut Awwaly (2017), kemampuan protein dalam mengikat komponen pangan berupa lemak dan air sangat penting, dan kapasitas pengikatan ini dapat memengaruhi *cohesiveness*. Nilai *cohesiveness* dipengaruhi oleh keberadaan air dalam granula. Makin banyak air yang ada, makin tinggi nilai *cohesiveness* produk dan memungkinkan produk untuk menahan tekanan lebih besar (Herlambang, 2019). *Cohesiveness* setiap produk akan menentukan



tekstur produk dengan skor pada rentang 0-1, dengan 0 menunjukkan tidak kompak dan 1 menunjukkan kompak (Khotimah *et al.*, 2024). Nilai *cohesiveness* yang makin mendekati 1, maka integritas produk makin baik (Chorbadzhiev *et al.*, 2017).

Gumminess

Gumminess adalah energi yang dibutuhkan untuk menghancurkan makanan setengah padat menjadi bentuk yang siap ditelan. Teknik untuk mengevaluasi *gumminess* adalah dengan cara menempatkan sampel di dalam mulut dengan menggerakkannya diantara lidah dan langit-langit mulut (Bourne, 2002). Nilai *gumminess* pempek pada seluruh perlakuan disajikan pada Table 3. Rata-rata nilai *gumminess* pempek semua perlakuan berkisar 261,33-677,92 gF. Berdasarkan analisis sidik ragam, perbedaan konsentrasi ikan yang digunakan memberikan pengaruh nyata terhadap nilai *gumminess* pempek yang dihasilkan sehingga dilakukan uji lanjut BNJ. Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa perlakuan P1 dan P5 berbeda signifikan dengan perlakuan P2, P3, dan P4, sedangkan antar perlakuan P2, P3, dan P4 tidak berbeda signifikan. Makin meningkat konsentrasi ikan gabus yang digunakan makin rendah nilai *gumminess*.

Perlakuan P1 memiliki nilai *gumminess* tertinggi yang mengindikasikan bahwa untuk memperkecil ukuran pempek perlakuan ini, dibutuhkan energi yang lebih besar. Hal ini memberikan makna bahwa pempek perlakuan P1 memerlukan lebih banyak usaha untuk dikunyah sebelum bisa ditelan. Menurut Supriyanto *et al.*, (2022) *gumminess* adalah ukuran seberapa banyak energi yang diperlukan untuk mengecilkan ukuran makanan sehingga bisa ditelan. Jadi, *gumminess* mengacu pada kekuatan dan ketahanan makanan saat kita menggigitnya. Selaras dengan penelitian Indiarto *et al.* (2012) bahwa nilai *gumminess* pada setiap perlakuan sejalan dengan nilai *hardness* pada setiap perlakuan.

Chewiness

Chewiness adalah banyaknya kunyahan yang dibutuhkan sampai makanan siap untuk

ditelan (Indiarto *et al.*, 2012). Nilai *chewiness* pempek semua perlakuan disajikan pada Table 3. Rata-rata nilai *chewiness* pempek, yaitu 522,70-1348,83 mJ. Nilai *chewiness* tertinggi dihasilkan pada pempek perlakuan P1, sedangkan nilai terendah pada pempek perlakuan P5. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam, perbedaan konsentrasi daging ikan memberikan pengaruh nyata terhadap pempek yang dihasilkan sehingga dilakukan uji lanjut BNJ. Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa perlakuan P1 dan P5 berbeda signifikan dengan perlakuan P2, P3, dan P4, sedangkan antar perlakuan P2, P3, P4 tidak berbeda signifikan. Perlakuan P1 memiliki nilai *chewiness* tertinggi (1.348,83 mJ), yang menunjukkan bahwa untuk mengunyah makanan dari perlakuan ini, dibutuhkan energi atau usaha yang paling banyak. Menurut Supriyanto *et al.* (2022) *chewiness* merupakan suatu parameter yang dibutuhkan untuk mengukur energi yang diperlukan dalam mengunyah makanan, khususnya makanan semi-padat. Nilai *chewiness* yang makin rendah akan menghasilkan daya kunyah yang makin rendah pula yang diperlukan untuk mengunyah (Apriantini *et al.*, 2021).

Analisis Senyawa Volatil

Analisis senyawa volatil bertujuan untuk mengetahui senyawa volatil dominan yang berkontribusi terhadap aroma pempek ikan gabus kombinasi ikan tenggiri. Hasil analisis senyawa volatil tersaji pada Figure 2.

Nilai VIP (*Variable Importance In Projection*) menunjukkan tingkat kontribusi masing-masing variabel. Gradien warna pada bagan VIP menunjukkan kelimpahan relatif diskriminan kelompok sampel yang dianalisis, merah menunjukkan kelimpahan relatif yang lebih tinggi, dan biru menunjukkan kelimpahan relatif senyawa yang lebih rendah. Pada penelitian ini, teridentifikasi 10 senyawa volatil yang berkontribusi dengan VIP scores > 1 yang meliputi *pentadecane*, *hexanal*, *8-heptadecene*, *pentanal*, *heptanal*, *horphytane*, *honanal*, *cycloheptatrie*, *naphthalene*, *heptadecane*. *Pentadecane* yang terdeteksi pada pempek sebelumnya juga pernah terdeteksi pada ikan lele segar, ikan gurame segar dan daging tenggiri segar (Pratama *et*

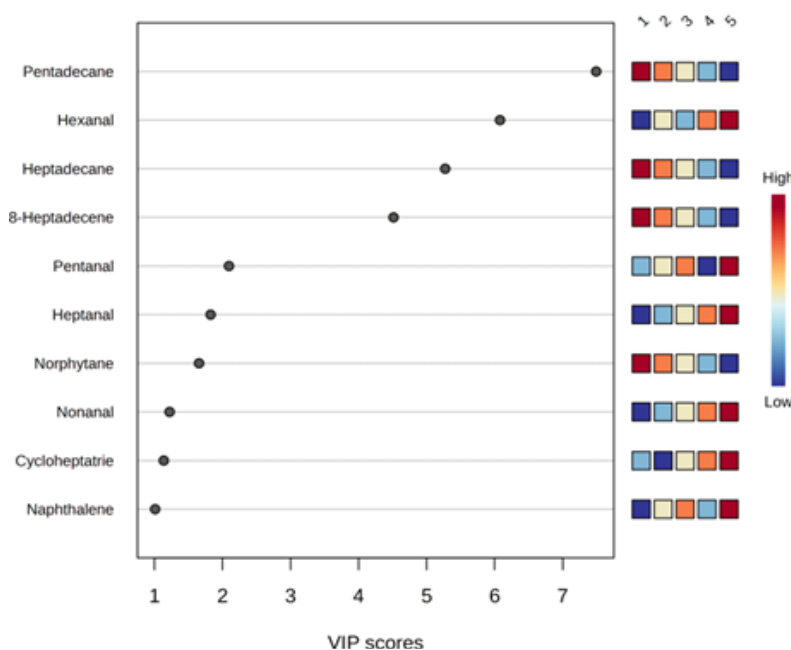


Figure 2 Variable Importance in Projection (VIP) scores of volatile compounds in pempek made from with different ratios of snakehead fish (*Channa striata*) to narrow-barred Spanish mackerel (*Scomberomorus commerson*) flesh. Formulation ratios are coded as 1 (0:100), 2 (25:75), 3 (50:50), 4 (75:25), and 5 (100:0).

Gambar 2 Nilai *Variable Importance in Projection* (VIP) senyawa volatil pempek dengan berbagai rasio formulasi daging ikan gabus (*Channa striata*) dan ikan tenggiri (*Scomberomorus commerson*). Kode perlakuan: 1 (0:100), 2 (25:75), 3 (50:50), 4 (75:25), dan 5 (100:0).

al., 2017). *Pentadecane* memiliki karakteristik *flavor fatty* (berlemak), *waxy* (berlilin) atau *greasy*. Senyawa aldehid, yaitu *hexanal* yang terdeteksi pada ikan gurame kukus, diketahui memiliki karakteristik *flavour* seperti *green-like* begitu juga *pentanal* yang memiliki *flavor green*. Menurut Ganeko *et al.* (2007), heksanal juga memiliki karakteristik *flavor green*. Senyawa ini banyak ditemukan pada ikan air tawar dan ikan asin (Josephson *et al.*, 1984). Secara keseluruhan, semua perlakuan memiliki senyawa volatil yang sama, yang membedakannya adalah kontribusi masing-masing senyawa volatil berdasarkan gradien atau intensitas warna.

Pempek perlakuan P1 (100% tenggiri), terdapat 4 senyawa yang paling berkontribusi terhadap aroma pempek, yang ditandai dengan warna merah pekat, yaitu *pentadecane*, *heptadecane*, *8-heptadecene*, dan *norphytane*. Keempat senyawa volatil tersebut merupakan senyawa dominan untuk aroma pempek yang terbuat dari ikan tenggiri. Pada

pempek perlakuan P5 (100% gabus), terdapat 6 senyawa volatil dominan yang berkontribusi terhadap aroma pempek yang terbuat dari ikan gabus, yaitu *hexanal*, *pentanal*, *heptanal*, *nonanal*, *cycloheptatriene*, dan *naphthalene*. Sedangkan pada pempek perlakuan P2, P3, dan P4 tidak terdeteksi senyawa volatil yang paling berkontribusi terhadap aroma pempek. Hal ini mengindikasikan bahwa ketika ikan gabus dikombinasikan dengan ikan tenggiri menjadi tidak menghasilkan efek sinergi untuk menghasilkan senyawa volatil dominan. Komposisi dan jenis senyawa volatil akan bervariasi bergantung pada jenis sampel ikan, komposisi kimianya, dan proses pengolahannya. Senyawa volatil yang dominan pada setiap konsentrasi ditentukan oleh nilai VIP yang paling tinggi sehingga senyawa itu yang paling berkontribusi pada setiap perlakuan. Makin besar nilai VIP suatu variabel, maka makin besar kontribusi variabel tersebut dalam pemodelan klasifikasi (Kuswari *et al.*, 2020).



KESIMPULAN

Pempek kombinasi ikan gabus dan ikan tenggiri terbaik, yaitu pada perlakuan ikan gabus 25% dan tenggiri 75%, dengan kadar protein yang memenuhi SNI. Terdeteksi 10 senyawa volatil yang berkontribusi terhadap aroma pempek, yaitu *pentadecane*, *hexanal*, *8-heptadecene*, *pentanal*, *heptanal*, *norphytane*, *nonanal*, *cycloheptatriene*, *naphthalene*, dan *heptadecane*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Universitas Sriwijaya atas dana riset skema Unggulan Kompetitif tahun anggaran 2024 Nomor: SP DIPA 023.17.2.677515/2024 atas nama Dr. Rodiana Nopianti, S.Pi., M.Sc.

DAFTAR PUSTAKA

- Abraha, B., Admassu, H., Mahmud, A., Tsighe, N., Shui, X.W., & Fang, Y. (2018). Effect of processing methods on nutritional and physico-chemical composition of fish: a review. *MOJ Food Processing & Technology*, 6(4), 376-82. <http://doi.org/10.15406/mojfpt.2018.06.00191>
- Alhanannasir, Dasir, & Patimah, S. (2018). Nilai sensoris aroma dan rasa pempek dari jenis olahan daging ikan patin (*Pangasius pangasius*) dan perbandingan tepung tapioka. *Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Teknologi Pangan*, 8(1), 1-11. <https://doi.org/10.32502/jeddb.v8i1.3442>
- Apriantini, A., Afriadi, D., Febriyanti, N., & Arief, I.I. (2021). Fisikokimia mikrobiologi dan organoleptik sosis daging sapi dengan penambahan tepung biji durian (*Durio zibethinus* Murr). *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, 9(2), 79-88. <https://doi.org/10.29244/jipthp.9.2.79-88>
- Ayu, D.F., Efendy, R., Nopiani, Y., Saputra, E., & Haryani, S. (2022). Pendugaan umur simpan ikan patin salai menggunakan metode akselerasi dengan kemasan HDPE dan teknik pengemasan alumunium foil. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian*, 14(2), 72-80. <https://doi.org/10.17969/jtipi.v14i2.23128>
- Awwal, K.U.A. (2017). Protein pangan hasil ternak dan aplikasinya. UB Press.
- Bourne, M. (2002). Food texture and viscosity. Academic Press.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 7761:2019. Pempek ikan. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Cando, D., Herranz, B., Borderias, A.J., & Moreno, H. M. (2016). Different additives to enhance the gelation of surimi gel with reduced sodium content. *Food Chemistry*, 196, 791-796. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.10.022>
- Canti, M., Wirawan, C.A., & Lestari, D. (2024). Physicochemical and sensory quality of mackerel fish ball formulated by dumbo catfish (*Clarias gariepinus*) protein isolate as a binder. *Food Research*, 8(6), 318-330. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.8\(6\).630](https://doi.org/10.26656/fr.2017.8(6).630)
- Chorbadzhiev, P., Zsivanovits, G., Gadinarska, D., Danov, G., & Jorgova, K.V. (2017). Improvement of texture profile attributes of cooked sausage type krenvirsh. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 23(2), 338-347. https://journal.agrojournal.org/page/en/details.php?article_id=105
- Damat, D., Ta'in, A., Winarsih, S., Siskawardani, D.D., & Rastikasari, A. (2020). Teknologi proses pembuatan beras analog fungsional. UMM Press.
- Dunne, R.A., Darwin, E.C., Medina, V.A.P., Levenston, M.E., Pierre, S.R.S., & Kuhl, E. (2025). Texture profile analysis and rheology of plant-based and animal meat. *Food Research International*, 205(2025), 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2025.115876>
- Dutta, M.K., Sengar, N., Kamble, N., Banerjee, K., Minhas, N., & Sarkar, B. (2016). Image processing based technique for classification of fish quality after cypermethrine exposure. *LWT*, 68, 408-417. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.11.059>
- Fadhallah, E. G., Nurainy, F., & Surosa, E. (2021). Karakteristik sensori, kimia, dan fisik pempek dari ikan tenggiri dan kiter pada berbagai formulasi. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 21(1), 16-23. <https://dx.doi.org/10.25181/jppt.v21i1.1972>

- Fajri, M., & Dasir. (2017). Studi waktu tenggang penggunaan daging ikan gabus pada pembuatan pempek lenjer. *Edible*, 6(1), 20-26. <https://doi.org/10.32502/jedb.v6i1.628>
- Khalesi, M., Glen-Davi, K., Mohammadi, N., & FitzGerald, R.J. (2024). Key factors influencing gelation in plants vs. animal proteins: A comparative mini-review. *Gels*, 10(9), 575. <https://doi.org/10.3390/gels10090575>
- Ganeko, N., Shoda, M.M., Hirohara, I., Bhadra, A., Ishida, T., Matsuda, H., Takamura, H., & Matoba, T. (2007). Analysis of volatile flavor compounds of sardine (*Sardinops melanostica*) by solid-phase microextraction. *Journal of Food Science*, 73(1), 83-88. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00608.x>
- Herlambang, F.P., Anang, L., & Ary, M.A. (2019). Karakteristik fisik dan uji organoleptik produk bakso tepung singkong sebagai substitusi tepung tapioka. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, 7(3), 253-258. <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2019.007.03.05>
- Indiarto, R., Nurhadi, B., & Subroto, E. (2012). Kajian karakteristik tekstur (*Texture Profile Analysis*) dan organoleptik daging ayam asap berbasis teknologi asap cair tempurung kelapa. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 5(2), 106-116. <https://doi.org/10.20961/jthp.v0i0.13562>
- Josephson, D.B., Robert, C., Lindsay, & David, A.S. (1984). Variation in the occurrences of enzymically derived volatile aroma compound in salt and freshwater fish. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 32(6), 1344-1347. <https://doi.org/10.1021/jf00126a031>
- Jufrinaldi, First, L., Septaningrum, L.R.D., Pangestuti, K., & Sulistiawaty, L. (2023). Pengaruh fortifikasi nanokalsium terhadap karakteristik reologi mie. *Jurnal Riset, Inovasi, Teknologi dan Terapan*, 2(1), 7-11. <http://dx.doi.org/10.30811/ristera.v2i1.4966>
- Khotimah, K., Kusumaningrum, I., & Afiah, R.N. (2024). Profil tekstur dan uji hedonik bakso ikan lele dengan penambahan tepung ubi kelapa (*Dioscorea alata*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 27(8), 693-705. <http://dx.doi.org/10.17844/jphpi.v27i8.50811>
- Kuswari, H., Afendi, F.M., & Notodiputro, K.A. (2020). Metode analisis diskriminan kuadrat terkeci parsial untuk klasifikasi segmen loyalitas konsumen susu pertumbuhan. *Indonesian Journal of Statistics and Its Applications*, 4(2), 284-295. <https://doi.org/10.29244/ijsa.v4i2.586>
- Lozano, G., & Hardisson. (2003). Fish: Fish as food. In B. Caballero (Ed.), *Encyclopedia of food sciences and nutrition* (2nd ed., pp. 2417-2423). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B0-12-227055-X/00467-3>
- Meng L., Jiao, X., Yan, B., Huang, J., Zhao, J., Zhang, H., Chen, W., & Fan, D. (2021). Effect of fish mince size in physicochemical and gelling properties of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) surimi gel. *LWT*, 149(2021), 111912. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111912>
- Nielsen, S.S. (2006). *Proximate assays in food analysis*. John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9780470027318.a1024>
- Nopianti, R., & Herpandi. (2015, November 05). Karakteristik fisikokimia dan sensoris pempek dari berbagai jenis ikan berdasarkan kualitas fisiko-kimia. *Prosiding Seminar Nasional Dies Natalis Ke-52 Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya*. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. ISBN 978-979-8389-214.
- Nopianti, R., Widiastuti, I., Supriadi, A., Nugroho, G.D., Lestari, S., & Andini, J. (2025). Karakteristik fisikokimia dan sensori pempek ikan tenggiri (*Scomberomorus commerson*) kombinasi dengan kakap putih (*Lates calcarifer*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 28(9), 815-827. <http://dx.doi.org/10.17844/5qedt427>
- Park, J. W. (2013). *Surimi and Surimi Seafood*. CRC Press.
- Pramudita, O.N. (2024). Profiling senyawa volatil dan karakteristik kimiawi ikan gabus (*Channa striata*) berdasarkan perbedaan bobot. [Skripsi]. Universitas



- Sriwijaya.
- Pratama, R.I., Rostini, & Rochima, E. (2017, Oktober 02-04). Amino acid profile and volatile flavour compound of raw and steam patin catfish (*Pangasius hypophthalmus*) and narrow-barred Spanish mackerel (*Scomberomorus commerson*). 3rd International Conference on Tropical and Coastal Region Eco Development 2017 2-4 October 2017, Yogyakarta, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and environmental science*, 116. <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/116/1/012056>
- Putranti, R.T., Anggo, A.D., & Fahmi, A.S. (2020). Pengaruh surimi dari ikan swanggi (*Priacanthus* sp.) ikan kurisi (*Nemipterus* sp.) dan ikan kuniran (*Upeneus* sp.) terhadap karakteristik cumi-cumi analog. *Jurnal Ilmu Teknologi Perikanan*, 2 (1), 43-53. <http://dx.doi.org/10.14710/jitpi.2020.8088>
- Santoso, J., Ling, F., & Handayani, R. (2011). Pengaruh pengkomposisian dan penyimpanan dingin terhadap perubahan karakteristik surimi ikan pari (*Trygon* sp.) dan ikan kembung (*Rastrelliger* sp.). *Jurnal Akuatika*, 12(1), 1-7. <https://jurnal.unpad.ac.id/akuatika/article/view/537/615>
- Subagio, A., Windrati, W. S., Fauzi, M., & Witono, Y. (2004). Karakteristik protein miofibril dari ikan kuniran (*Upeneus moluccensis*) dan ikan mata besar (*Selar crumenophthalmus*). *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 15 (1), 70-78. <https://journal.ipb.ac.id/jtip/article/view/545/4165>
- Supriyanto, Azizaah, E.N., & Indarto, C. (2022). Profil tekstur snack bar tepung jagung yang diperkaya antioksidan dari tepung kelor (*Moringa oleifera* L.). *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Industri Pangan Unisri*, 7 (2), 100-108. <https://doi.org/10.33061/jitipari.v7i2.7511>
- Suwandi, R., Nurjanah, & Winem, M. (2014). Proporsi bagian tubuh dan kadar proksimat ikan gabus pada berbagai ukuran. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 17(1), 22-28.
- Tabilo-Munizaga, G., & Barbosa-Cánovas, G. V. (2004). Color and textural parameters of pressurized and heat-treated surimi gels as affected by potato starch and egg white. *Food Research International*, 37(8), 767-775. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2004.04.001>
- Trinh, T.K., & Glasgow, S. (September 2012). On the texture profile analysis test. Conference Chemeca 2012, Wellington, New Zealand.
- Widyaningrum, R., Saputra, E., & Sulmartiwi, L. (2024). Pengaruh penambahan iota karagenan terhadap sifat fisik, kimia dan hedonik pada kulit pangsit siomay. *Journal of Marine and Coastal science*, 13 (2), 56-67. <https://doi.org/10.20473/jmcs.v13i2.49916>