Available online: https://ijfpt.ejournal.unri.ac.id/index.php/ijfpt

KARAKTERISTIK MUTU BAKSO IKAN PATIN YANG DIFORTIFIKASI DENGAN TEPUNG TULANG IKAN PATIN (*Pangasius hypophthalmus*)

N Ira Sari[1]*, M. Farras Abiyyuddin[2], Anggrei Viona Seulalae[3], Yohanes Janter Saputra Situmorang[1]

[1]Jurusan Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau, Pekanbaru, 28293, Indonesia.

[2]Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember, Jl. Kalimantan No.37, Jember, Jawa Timur, 68121, Indonesia

[3] Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Raja Ali Haji, Tanjung Pinang, Kepulauan Riau

*Korespondensi: irasarinoor@yahoo.co.id

Abstrak

Pemanfaatan tulang ikan patin sebagai bahan fortifikan merupakan strategi untuk meningkatkan nilai tambah hasil samping perikanan sekaligus memperkaya kandungan mineral produk pangan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh fortifikasi tepung tulang ikan patin terhadap mutu sensori, karakteristik kimia, dan mutu mikrobiologi bakso ikan patin. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap nonfaktorial dengan empat taraf perlakuan, yaitu penambahan tepung tulang ikan patin sebesar 0% (T0), 4% (T4), 6% (T6), dan 8% (T8) dari berat daging ikan, masing-masing dengan tiga ulangan. Parameter yang diamati meliputi atribut sensori (rupa, aroma, rasa, dan tekstur), kadar air, kadar abu, kadar kalsium, dan Angka Lempeng Total (ALT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa fortifikasi tepung tulang ikan patin tidak berpengaruh nyata terhadap rupa, rasa, dan tekstur, tetapi menurunkan nilai aroma secara nyata. Peningkatan konsentrasi tepung tulang menurunkan kadar air dari 34,81% menjadi 29,54%, meningkatkan kadar abu dari 1,20% menjadi 2,61%, serta meningkatkan kadar kalsium dari 8,33 menjadi 30,90 mg/100 g. Nilai ALT seluruh perlakuan berkisar antara 4,0 × 10^4 hingga 5,3 × 10^4 CFU/g dan berada di bawah batas maksimum SNI 7266:2017 untuk bakso ikan. Berdasarkan keseimbangan antara penerimaan sensori, peningkatan kalsium, kadar abu, dan mutu mikrobiologi, fortifikasi 4% merupakan perlakuan yang paling proporsional. Tepung tulang ikan patin berpotensi digunakan sebagai bahan fortifikan mineral pada bakso ikan patin, namun level penambahannya perlu dibatasi agar tidak menurunkan mutu aroma dan tidak meningkatkan kadar abu secara berlebihan.

Kata kunci: *Angka lempeng total; bakso ikan; kadar abu; kadar kalsium; tepung tulang ikan patin*

QUALITY CHARACTERISTICS OF STRIPED CATFISH MEATBALLS FORTIFIED WITH STRIPED CATFISH BONE FLOUR (*Pangasius hypophthalmus*)

Abstract

The utilization of striped catfish bone as a fortifying ingredient is a strategy to increase the added value of fish-processing by-products while enriching food products with minerals. This study aimed to evaluate the effect of striped catfish bone flour fortification on the sensory quality, chemical characteristics, and microbiological quality of striped catfish meatballs. A non-factorial completely randomized design was applied with four treatments, namely 0% (T0), 4% (T4), 6% (T6), and 8% (T8) bone flour based on fish meat weight, with three replications for each treatment. Observed parameters included sensory attributes (appearance, aroma, taste, and texture), moisture content, ash content, calcium content, and total plate count (TPC). The results showed that bone flour fortification did not significantly affect appearance, taste, or texture, but significantly decreased aroma acceptance. Increasing the fortification level reduced moisture content from 34.81% to 29.54%, increased ash content from 1.20% to 2.61%, and increased calcium content from 8.33 to 30.90 mg/100 g. TPC values ranged from 4.0 × 10^4 to 5.3 × 10^4 CFU/g and remained below the

maximum limit specified in SNI 7266:2017 for fish meatballs. Considering the balance among sensory acceptance, calcium enrichment, ash content, and microbiological quality, 4% fortification was identified as the most proportional treatment. Therefore, striped catfish bone flour has potential as a mineral fortifying ingredient for striped catfish meatballs, provided that the fortification level is controlled to prevent aroma deterioration and excessive ash content.

Keywords: ash content; calcium content; fish meatball; striped catfish bone flour; total plate count

PENDAHULUAN

Pemanfaatan hasil samping perikanan menjadi bahan pangan bernilai tambah semakin penting dalam pengembangan produk pangan yang berkelanjutan. Salah satu hasil samping yang potensial adalah tulang ikan karena mengandung mineral, terutama kalsium dan fosfor, sehingga berpeluang digunakan sebagai sumber mineral untuk fortifikasi pangan. Kajian mutakhir menunjukkan bahwa tepung atau biokalsium dari tulang ikan dapat meningkatkan kandungan mineral produk pangan serta mendukung pemanfaatan hasil samping perikanan secara lebih optimal (Torres et al. 2024; Gawborisut et al. 2024).

Ikan patin (Pangasius hypophthalmus) merupakan salah satu komoditas perikanan air tawar yang banyak diolah menjadi berbagai produk, termasuk bakso ikan. Bakso ikan memiliki peluang untuk dikembangkan sebagai produk fortifikasi karena relatif populer, mudah dikonsumsi, dan diterima oleh berbagai kelompok konsumen. Akan tetapi, mutu bakso ikan sangat dipengaruhi oleh formulasi bahan dan proses pengolahan. Oleh karena itu, penambahan bahan fortifikan tidak cukup hanya diarahkan untuk meningkatkan nilai gizi, tetapi juga perlu mempertahankan karakteristik sensori, kimia, dan mikrobiologi produk. Penelitian pada produk fish ball berbahan patin menunjukkan bahwa mutu produk dipengaruhi oleh formulasi, proses pemasakan, dan penyimpanan, terutama pada karakteristik tekstur, pH, warna, serta penerimaan sensori (Vu et al. 2023; Isra et al. 2024).

Beberapa penelitian sebelumnya telah melaporkan pemanfaatan tepung tulang ikan patin pada produk pangan lain, seperti bihun tinggi protein dan kalsium serta donat fortifikasi kalsium, yang secara umum mampu meningkatkan kandungan mineral produk (Afrinis et al. 2018; Saputra et al. 2024). Namun, aplikasi tepung tulang ikan patin pada bakso ikan patin masih terbatas. Padahal, bakso merupakan sistem gel-protein yang sensitif terhadap perubahan komposisi, terutama karena penambahan partikel mineral dapat memengaruhi rupa, aroma, rasa, tekstur, kadar air, kadar abu, serta penerimaan konsumen. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya penting untuk membuktikan potensi tulang ikan patin sebagai sumber kalsium, tetapi juga untuk menentukan level fortifikasi yang masih mampu mempertahankan mutu bakso ikan patin.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh fortifikasi tepung tulang ikan patin pada berbagai taraf terhadap karakteristik mutu bakso ikan patin, meliputi atribut sensori, kadar air, kadar abu, kadar kalsium, dan Angka Lempeng Total (ALT). Penelitian ini diharapkan dapat memberikan dasar ilmiah bagi pemanfaatan tulang ikan patin sebagai bahan fortifikan mineral pada produk olahan ikan dengan mempertimbangkan keseimbangan antara peningkatan nilai gizi mineral dan penerimaan sensori produk.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Penelitian dilaksanakan pada Mei 2023 di Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan, Laboratorium Kimia Hasil Perikanan, serta Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau. Bahan utama yang digunakan meliputi ikan patin, tepung tapioka, telur, es, bawang merah, bawang putih, merica, garam, dan tepung tulang ikan patin. Bahan kimia untuk analisis meliputi HNO_3, H_2SO_4, H_3BO_3, NaOH, akuades, Buffered Peptone Water (BPW), Plate Count Agar (PCA), dan reagen pendukung lainnya. Alat yang digunakan antara lain blender, ayakan 80 mesh, panci presto, oven, tanur, timbangan analitik, autoklaf, inkubator, stomacher, peralatan gelas laboratorium, serta Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) untuk analisis kalsium.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) nonfaktorial yang terdiri atas empat taraf fortifikasi tepung tulang ikan patin, yaitu 0% (T0), 4% (T4), 6% (T6), dan 8% (T8) dari berat daging ikan. Setiap perlakuan dilakukan dengan tiga ulangan. Taraf perlakuan dinyatakan sebagai jumlah tepung tulang ikan patin yang ditambahkan per 100 g daging ikan, sedangkan bahan pendukung lain dibuat sama pada seluruh perlakuan. Rincian perlakuan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Taraf fortifikasi tepung tulang ikan patin pada bakso ikan patin

Kode perlakuan	Tepung tulang ikan patin (% dari berat daging)	Setara penambahan per 100 g daging	Keterangan
T0	0%	0 g	Kontrol tanpa fortifikasi
T4	4%	4 g	Fortifikasi rendah
T6	6%	6 g	Fortifikasi sedang
T8	8%	8 g	Fortifikasi tinggi

Keterangan: bahan penyusun lain pada formulasi bakso dibuat tetap untuk seluruh perlakuan sehingga perbedaan mutu produk terutama diinterpretasikan dari taraf penambahan tepung tulang ikan patin.

Pembuatan Tepung Tulang Ikan Patin dan Bakso Ikan Patin

Tepung tulang ikan patin dibuat melalui beberapa tahapan, yaitu pemisahan tulang dari sisa jaringan, pencucian, perebusan, pencucian ulang, pemasakan menggunakan panci presto untuk melunakkan struktur tulang, pengeringan, penggilingan, dan pengayakan menggunakan ayakan 80 mesh hingga diperoleh tepung tulang yang halus dan relatif seragam. Tahapan pencucian, perebusan, dan pemasakan bertekanan dilakukan untuk membantu mengurangi sisa jaringan lunak, lemak, dan senyawa penyebab bau yang masih melekat pada tulang sebelum diaplikasikan sebagai bahan fortifikan.

Bakso ikan patin dibuat dari daging ikan patin yang dilumatkan, kemudian dicampur dengan tepung tapioka, telur, es, bumbu, garam, dan tepung tulang ikan patin sesuai perlakuan. Adonan dihomogenkan, dibentuk menjadi bulatan bakso, kemudian direbus hingga matang. Produk yang telah matang ditiriskan, didinginkan pada suhu ruang, dan

selanjutnya digunakan untuk analisis sensori, kimia, dan mikrobiologi.

Parameter Pengamatan dan Analisis Data

Parameter yang diamati meliputi mutu sensori, kadar air, kadar abu, kadar kalsium, dan Angka Lempeng Total (ALT). Uji sensori dilakukan oleh 25 panelis agak terlatih menggunakan skala 1–9 terhadap atribut rupa, aroma, rasa, dan tekstur. Kadar air dianalisis dengan metode oven hingga bobot konstan, sedangkan kadar abu dianalisis dengan metode pengabuan kering menggunakan tanur. Kadar kalsium dianalisis menggunakan AAS setelah proses destruksi sampel. Pengujian ALT dilakukan dengan metode cawan tuang menggunakan pengencer BPW dan media PCA, mengacu pada prinsip pengujian mikrobiologi produk perikanan.

Data sensori, kadar air, kadar abu, dan kadar kalsium dianalisis menggunakan ANOVA pada taraf kepercayaan 95%. Apabila terdapat pengaruh nyata, analisis dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ). Data ALT disajikan secara deskriptif sebagai indikator mutu mikrobiologi dan dibandingkan dengan persyaratan mutu bakso ikan menurut SNI 7266:2017. Penentuan perlakuan terbaik dilakukan secara deskriptif-komparatif dengan mempertimbangkan keseimbangan antara penerimaan sensori, peningkatan kadar kalsium, kadar abu, dan nilai ALT.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Sensori Bakso Ikan Patin Fortifikasi

Penilaian sensori digunakan untuk mengetahui perubahan mutu bakso ikan patin akibat penambahan tepung tulang ikan patin. Secara deskriptif, fortifikasi tepung tulang ikan patin hingga 8% tidak menyebabkan perubahan mencolok pada rupa dan tekstur produk. Seluruh perlakuan masih digambarkan berbentuk bulat utuh, rapi, bersih, permukaan relatif halus, serta memiliki tekstur kenyal dan kompak. Hal ini menunjukkan bahwa partikel tepung tulang ikan patin pada taraf yang digunakan masih dapat terdispersi dalam sistem adonan tanpa merusak karakter visual dan kekompakan bakso secara nyata. Temuan ini sejalan dengan laporan bahwa fortifikasi biokalsium atau tepung tulang pada sistem gel ikan masih dapat mempertahankan karakter tekstural produk pada taraf tertentu, karena mineral kalsium dapat berinteraksi dengan sistem protein dan mendukung pembentukan struktur gel (Wijayanti et al. 2021; Gawborisut et al. 2024).

Tabel 2. Atribut sensori bakso ikan patin yang difortifikasi tepung tulang ikan patin

Sampel	Rupa	Aroma	Rasa	Tekstur
T0	Bulat utuh, rapi, bersih, dan permukaan relatif halus	Aroma khas ikan patin dan tidak terdeteksi bau tambahan	Rasa khas ikan patin, cukup gurih, dan bumbu cukup terasa	Tekstur kenyal dan kompak
T4	Bulat utuh, rapi, bersih, dan permukaan relatif halus	Aroma khas ikan masih dominan, sedikit berkurang, dan tanpa bau tambahan	Rasa khas ikan patin masih dominan, cukup gurih, dan bumbu cukup terasa	Tekstur kenyal dan kompak

T6	Bulat utuh, rapi, bersih, dan permukaan relatif halus	Aroma khas ikan menurun dan mulai terdeteksi sedikit bau tambahan	Rasa khas ikan masih terdeteksi, cukup gurih, dan bumbu cukup terasa	Tekstur kenyal dan kompak
T8	Bulat utuh, rapi, bersih, dan permukaan relatif halus	Aroma khas ikan menurun dan muncul bau tambahan yang mengganggu	Rasa khas ikan masih terdeteksi, cukup gurih, dan bumbu cukup terasa	Tekstur kenyal dan kompak

Perubahan deskriptif yang paling jelas terjadi pada aroma. Sampel kontrol (T0) memiliki aroma khas ikan patin tanpa bau tambahan, sedangkan peningkatan konsentrasi tepung tulang ikan patin menyebabkan aroma khas ikan menurun dan pada perlakuan T8 muncul bau tambahan yang mengganggu. Pola ini menunjukkan bahwa tepung tulang ikan patin dapat menjadi sumber *off-odor* apabila digunakan pada konsentrasi tinggi. Kemungkinan penyebabnya adalah masih adanya sisa protein, lemak, atau senyawa volatil yang melekat pada bahan fortifikan meskipun telah melalui proses perebusan, pemasakan bertekanan, dan pengeringan. Gawborisut et al. (2024) juga melaporkan bahwa residu tulang ikan memerlukan perlakuan pendahuluan yang memadai untuk menurunkan intensitas bau sebelum diaplikasikan pada produk pangan.

Tabel 3. Nilai atribut mutu sensori bakso ikan patin fortifikasi

Sampel	Atribut mutu sensori			
	Rupa	**Aroma**	**Rasa**	**Tekstur**
T0	7,7±0,09^{a}	8,6±0,08^{d}	7,7±0,18^{a}	6,4±0,02^{a}
T4	7,9±0,08^{a}	7,1±0,18^{c}	7,6±0,27^{a}	6,5±0,16^{a}
T6	7,9±0,12^{a}	5,8±0,04^{b}	7,4±0,04^{a}	6,3±0,09^{a}
T8	8,0±0,09^{a}	4,8±0,12^{a}	7,5±0,08^{a}	6,6±0,12^{a}

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf superskrip yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ pada taraf kepercayaan 95% (p>0,05).

Berdasarkan Tabel 3, fortifikasi tepung tulang ikan patin hingga 8% tidak berpengaruh nyata terhadap rupa, rasa, dan tekstur. Nilai rupa berkisar 7,7–8,0; rasa 7,4–7,7; dan tekstur 6,3–6,6. Stabilitas rupa menunjukkan bahwa tepung tulang ikan patin yang telah dihaluskan tidak menimbulkan perubahan visual yang mencolok pada permukaan bakso. Stabilitas rasa juga menunjukkan bahwa bumbu dan karakter rasa ikan masih mampu menutupi pengaruh rasa mineral pada taraf penambahan yang digunakan. Sementara itu, tekstur yang relatif stabil mengindikasikan bahwa penambahan tepung tulang hingga 8% belum mengganggu pembentukan struktur gel protein ikan secara nyata.

Berbeda dengan atribut lainnya, aroma menurun secara nyata dari 8,6 pada T0 menjadi 7,1 pada T4, 5,8 pada T6, dan 4,8 pada T8. Penurunan ini menunjukkan bahwa aroma merupakan atribut yang paling sensitif terhadap penambahan tepung tulang ikan patin. Secara praktis, T4 masih dapat dipertimbangkan karena aroma khas ikan masih dominan dan belum muncul bau tambahan, sedangkan T6 dan T8 mulai menunjukkan penurunan penerimaan aroma yang lebih nyata. Hasil ini memperlihatkan adanya kompromi antara peningkatan nilai mineral dan penerimaan sensori produk. Penelitian Isra et al. (2024) pada pangas fish ball juga menunjukkan bahwa penambahan bahan fungsional dapat mengubah

karakter sensori produk, sehingga penentuan taraf fortifikasi perlu mempertimbangkan akseptabilitas konsumen, bukan hanya peningkatan komponen gizi.

Karakteristik Kimia dan Mikrobiologi

Karakteristik kimia dan mikrobiologi merupakan parameter penting untuk mengevaluasi pengaruh fortifikasi tepung tulang ikan patin terhadap mutu dan keamanan bakso ikan patin. Hasil pengujian kadar air, kadar abu, kadar kalsium, dan ALT disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Karakteristik kimia dan mikrobiologi bakso ikan patin fortifikasi

Sampel	Karakteristik kimia			ALT (CFU/g)
	Kadar air (%)	Kadar abu (%)	Kadar kalsium (mg/100 g)	
T0	34,81±0,27^{c}	1,20±0,02^{a}	8,33±0,04^{a}	$5,2 \times 10^4$
T4	32,13±0,08^{b}	1,51±0,02^{b}	22,12±0,03^{b}	$4,0 \times 10^4$
T6	31,71±0,56^{b}	2,10±0,03^{c}	27,71±0,02^{c}	$5,3 \times 10^4$
T8	29,54±0,41^{a}	2,61±0,04^{d}	30,90±0,03^{d}	$4,4 \times 10^4$

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf superskrip yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ pada taraf kepercayaan 95% (p>0,05). Data ALT disajikan secara deskriptif.

Peningkatan konsentrasi tepung tulang ikan patin menyebabkan kadar air menurun nyata, dari 34,81% pada T0 menjadi 29,54% pada T8. Penurunan ini dapat dijelaskan oleh meningkatnya proporsi bahan kering dan mineral dalam adonan akibat penambahan tepung tulang. Dengan bertambahnya fraksi padatan, proporsi air dalam produk akhir menjadi lebih rendah. Jika dibandingkan dengan persyaratan mutu kimia bakso ikan, seluruh nilai kadar air pada penelitian ini masih berada di bawah batas maksimum kadar air bakso ikan menurut SNI 7266:2017.

Kadar abu meningkat nyata dari 1,20% pada T0 menjadi 2,61% pada T8. Peningkatan kadar abu menunjukkan bertambahnya total mineral dalam produk akibat fortifikasi tepung tulang ikan patin. Namun, hasil ini juga menunjukkan adanya batas praktis fortifikasi. Perlakuan T8 menghasilkan kadar abu 2,61%, sedikit lebih tinggi daripada batas maksimum kadar abu bakso ikan menurut SNI 7266:2017, yaitu 2,5%. Oleh karena itu, meskipun T8 memberikan kadar kalsium tertinggi, taraf ini perlu dipertimbangkan secara hati-hati karena berpotensi melewati batas mutu kimia produk.

Kadar kalsium meningkat dari 8,33 mg/100 g pada T0 menjadi 30,90 mg/100 g pada T8. Kenaikan ini menegaskan bahwa tepung tulang ikan patin berfungsi sebagai sumber mineral dalam produk bakso ikan. Pola peningkatan kadar kalsium sejalan dengan penelitian Torres et al. (2024) dan Gawborisut et al. (2024), yang menunjukkan bahwa tulang ikan dan turunannya dapat digunakan sebagai sumber kalsium pada produk pangan. Meskipun demikian, peningkatan kadar kalsium pada produk akhir tidak secara otomatis menunjukkan peningkatan bioavailabilitas kalsium, karena penelitian ini belum mengevaluasi ketersediaan hayati mineral tersebut. Oleh sebab itu, klaim yang lebih tepat dari hasil penelitian ini adalah peningkatan kandungan mineral kalsium, bukan klaim fungsional fisiologis.

Nilai ALT berkisar antara $4,0 \times 10^4$ hingga $5,3 \times 10^4$ CFU/g dan tidak menunjukkan pola

peningkatan yang konsisten seiring bertambahnya konsentrasi tepung tulang ikan patin. Seluruh nilai tersebut berada di bawah batas maksimum ALT bakso ikan menurut SNI 7266:2017. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan tepung tulang ikan patin bukan faktor utama yang menentukan beban mikroba produk pada kondisi penelitian ini. Jumlah mikroba lebih mungkin dipengaruhi oleh mutu bahan baku, kebersihan proses, sanitasi alat, serta kecukupan pemanasan selama pengolahan. Vu et al. (2023) juga melaporkan bahwa proses pemasakan dan penanganan pascapemasakan berperan penting terhadap mutu mikrobiologi produk fish ball berbahan Pangasius hypophthalmus.

Berdasarkan keseluruhan hasil, perlakuan T4 merupakan taraf fortifikasi yang paling proporsional. Perlakuan ini mampu meningkatkan kadar kalsium dari 8,33 menjadi 22,12 mg/100 g, tetap mempertahankan rupa, rasa, dan tekstur yang setara dengan kontrol, serta masih memiliki aroma yang relatif dapat diterima dibandingkan T6 dan T8. Selain itu, kadar abu T4 masih berada di bawah batas maksimum SNI dan nilai ALT tetap rendah. Sebaliknya, T8 memberikan kadar kalsium tertinggi, tetapi diikuti penurunan aroma yang paling besar dan kadar abu yang sedikit melebihi batas mutu. Dengan demikian, penentuan taraf fortifikasi tidak dapat hanya didasarkan pada peningkatan kalsium, tetapi harus mempertimbangkan keseimbangan mutu sensori, kimia, dan mikrobiologi.

Keterbatasan penelitian ini adalah karakteristik kimia tepung tulang ikan patin sebagai bahan fortifikan belum dilaporkan secara terpisah, sehingga kontribusi mineral bahan fortifikan hanya diinterpretasikan berdasarkan perubahan komposisi produk akhir. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengevaluasi komposisi mineral tepung tulang, distribusi ukuran partikel, warna, profil aroma, bioavailabilitas kalsium, serta stabilitas mutu bakso ikan selama penyimpanan.

KESIMPULAN

Fortifikasi tepung tulang ikan patin berpengaruh terhadap mutu bakso ikan patin, terutama pada atribut aroma serta karakteristik kimia produk. Penambahan tepung tulang ikan patin hingga 8% tidak memengaruhi rupa, rasa, dan tekstur secara nyata, tetapi menurunkan penerimaan aroma. Peningkatan konsentrasi tepung tulang menurunkan kadar air, meningkatkan kadar abu, dan meningkatkan kadar kalsium bakso ikan patin. Nilai ALT seluruh perlakuan masih berada di bawah batas maksimum SNI 7266:2017. Berdasarkan keseimbangan antara mutu sensori, peningkatan kadar kalsium, kadar abu, dan mutu mikrobiologi, fortifikasi 4% merupakan perlakuan yang paling proporsional. Fortifikasi 8% menghasilkan kadar kalsium tertinggi, tetapi kurang disarankan sebagai perlakuan terbaik karena menurunkan aroma secara nyata dan menghasilkan kadar abu yang sedikit melebihi batas mutu bakso ikan. Tepung tulang ikan patin berpotensi digunakan sebagai bahan fortifikan mineral pada bakso ikan patin, dengan pembatasan level penambahan agar mutu produk tetap dapat diterima.

DAFTAR PUSTAKA

Afrinis, N., Besti, V., & Anggraini, H. D. (2018). Formulasi dan karakteristik bihun tinggi protein dan kalsium dengan penambahan tepung tulang ikan patin (*Pangasius Hypopthalmus*) untuk balita stunting. *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia, 14*(2),

157–164. https://doi.org/10.30597/mkmi.v14i2.3984

Gawborisut, S., Ketkaew, C., & Buasook, T. (2024). Production of biocalcium from fermented fish bone residue for fish emulsion sausage fortification. *Foods, 13*(6), 882. https://doi.org/10.3390/foods13060882

Isra, L., Ali, M. S., Salma, U., Rahman, M. A., & Haq, M. (2024). Physical, nutritional, and sensory characterization of pangas (*Pangasianodon hypophthalmus*) fish ball incorporated with moringa leaves powder. *Food Chemistry Advances, 4*, 100715. https://doi.org/10.1016/j.focha.2024.100715

Saputra, F., Rochima, E., Apriliani, I. M., & Rostini, I. (2024). Pengaruh fortifikasi tepung tulang ikan patin (*Pangasius* sp.) terhadap peningkatan kalsium dan preferensi donat: The effect of shark catfish (*Pangasius* sp.) bone flour fortification on increasing calcium and donut preference. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia, 27*(12), 1211–1218. https://doi.org/10.17844/jphpi.v27i12.57118

Torres, B., Pérez, A., García, P., Jiménez, P., Abrigo, K., Valencia, P., Ramírez, C., Pinto, M., Almonacid, S., & Ruz, M. (2024). Fish bones as calcium source: Bioavailability of micro and nano particles. *Foods, 13*(12), 1840. https://doi.org/10.3390/foods13121840

Vu, N. D., Tran, T. T., & Nguyen, V. M. (2023). Effect of cooking and preservation time on fish balls quality produced from *Pangasius hypophthalmus* meat by-product. *Squalen Bulletin of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology, 18*(1), 42–51. https://doi.org/10.15578/squalen.739

Wijayanti, I., Singh, A., Benjakul, S., & Sookchoo, P. (2021). 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*(5), 976. https://doi.org/10.3390/foods10050976.