

Formulasi Nugget Jamur Tiram dengan Substitusi Tepung Tulang Ikan (*Clarias sp.*) sebagai Sumber Protein Alternatif

Khoirin Maghfiroh¹, Wafiqotul Isma¹

¹Universitas Yudharta Pasuruan, Jl. Yudharta No. 7, Kembangkuning, Sengonagung, Purwosari, Pasuruan, Jawa Timur 67162, Indonesia.

email: maghfiroh.khoirin@yudharta.ac.id

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima 7 Juli 2025
Disetujui 20 April 2026
Di Publikasi April 2026

Kata kunci:
Kalsium, Nugget
Jamur Tiram, Protein,
Tepung Tulang Ikan
Lele.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan pemanfaatan limbah tulang ikan lele (*Clarias sp.*) menjadi tepung tulang ikan tinggi protein sebagai bahan substitusi dalam pembuatan nugget jamur tiram. Limbah tulang ikan merupakan salah satu sumber protein dan kalsium alternatif yang belum dimanfaatkan secara maksimal dalam industri pangan. Rancangan penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan masing-masing 3 kali ulangan. Parameter yang diamati meliputi kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar kalsium, masa simpan, dan uji organoleptik. Hasil menunjukkan bahwa perlakuan 1 (tepung mocaf 50 gram : tepung tulang ikan lele 25 gram) merupakan formulasi terbaik dengan kadar protein 3,49%, kadar air 66,65%, kadar abu 3,24%, dan masa simpan hingga hari ke-20. Tepung tulang ikan lele memiliki kadar protein dan kadar abu tertinggi, sedangkan kadar air terendah (5,72%). Penelitian ini mendukung keberlanjutan pangan dan memberikan alternatif baru dalam peningkatan nilai gizi produk pangan olahan.

Formulation of Oyster Mushroom Nuggets with Fish Bone Flour (*Clarias sp.*) Substitution as an Alternative Protein Source

Keywords:
Calcium, Catfish Bone
Flour, Protein, Oyster
mushroom nuggets.

Abstract

This study aims to optimize the utilization of catfish (*Clarias sp.*) bone waste into high-protein fish bone meal as a substitute ingredient in the production of oyster mushroom nuggets. Fish bone waste is an alternative source of protein and calcium that has not been fully utilized in the food industry. The study design used a completely randomized design (CRD) with 4 treatments and 3 replicates each. The parameters observed include moisture content, ash content, protein content, calcium content, shelf life, and organoleptic testing. The result showed that treatment 1 (50 grams of mocaf flour : 25 grams of catfish bone flour) was the best formulation with a protein content of 3,49%, moisture content of 66,65%, ash content of 3,24% and shelf life up to day 20. Catfish bone flour had the highest protein and ash content, while the lowest moisture content (5,72%). This study support food sustainability and provides a new alternative for enhancing the nutritional value of processed food products.

PENDAHULUAN

Sumber daya perikanan yang melimpah membuat Indonesia terkenal sebagai negara maritime. Ikan lele (*Clarias sp.*) adalah salah satu jenis ikan tawar yang paling banyak dibudidayakan karena kemampuan adaptasinya yang luar biasa dan pertumbuhannya yang cepat (Ciptawati et al. 2021). Limbah tulang ikan lele adalah limbah padat yang belum dimanfaatkan sepenuhnya. Tulang ikan memiliki kandungan kalsium dan protein yang tinggi, sehingga dapat berfungsi sebagai sumber makanan yang berguna (Brainerd and Maghfira 2022).

Salah satu produk pangan yang memiliki daya Tarik luas adalah nugget, termasuk berbasis nabati seperti nugget jamur tiram. Namun, kelemahan utama nugget berbasis jamur adalah kurangnya protein hewani. Oleh karena itu, tepung tulang ikan lele dapat ditambahkan ke dalam formulasi nugget untuk meningkatkan nilai gizi tanpa mengurangi cita rasa (Kartasurya et al. 2023).

Dalam penelitian ini, tulang ikan lele diambil dari warung pecel lele di Kabupaten Nganjuk dan diproses menjadi tepung tulang ikan yang kemudian digunakan untuk membuat nugget jamur tiram. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk mendukung prinsip keberlanjutan lingkungan dan zero waste dalam industri pangan (Sulaiman et al. 2015).

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Universitas Yudharta Pasuruan dan di Laboratorium Terpadu Fakultas Pertanian Universitas Islam Kediri (UNISKA) Kediri. Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan Maret sampai Mei 2025.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah food dehydrator, blender, ayakan 80 mesh, mortar, alu, kompor, hot plate, timbangan analitik, cawan, erlenmeyer, tabung kondensor, gelas ukur, vial, spectro direct, atomic absorption spectrophotometer, dan alat tulis. Sedangkan bahan yang digunakan adalah tulang ikan lele, NaHCO_3 , jamur tiram, tepung mocaf, tepung tapioka, gula, garam, penyedap rasa, merica, bawang putih, telur, tepung panir, air, pala dan minyak goreng.

Prosedur Penelitian

Tahap Pertama:

1. Persiapan Bahan Baku
Siapkan tulang ikan lele sebagai bahan utama.
2. Pencucian
Cuci tulang ikan lele untuk menghilangkan darah dan kotoran yang menempel.
3. Perebusan pertama
Rebus tulang ikan lele dalam panci aluminium menggunakan air selama 30 menit dengan suhu 80°C .
4. Presto
Lakukan proses presto selama 2 jam menggunakan larutan NaHCO_3 dengan perbandingan tulang ikan lele : larutan = 1:5.
5. Pencucian
Cuci tulang ikan lele hasil presto dengan air mengalir hingga pH nya netral.
6. Penirisan
Tiriskan tulang ikan menggunakan kain belacu hingga tidak ada air yang tersisa.
7. Pengeringan pertama
Keringkan tulang ikan lele dalam oven bersuhu $50-60^\circ\text{C}$ selama 24 jam.
8. Penghalusan pertama
Haluskan tulang ikan lele menggunakan blender.
9. Pengeringan kedua
Keringkan hasil penghalusan pertama dalam oven dengan suhu $50-60^\circ\text{C}$ selama 72 jam.
10. Penghalusan kedua
Blender kembali hasil pengeringan kedua hingga menjadi halus.
11. Pengayakan
Ayak tepung tulang ikan menggunakan ayakan 80 mesh untuk memperoleh ukuran partikel yang sama.

Tahap Kedua:

1. Sortasi dan Pencucian
Lakukan sortasi pada jamur tiram lalu cuci bersih menggunakan air mengalir.
2. Blanching
Blanching jamur tiram selama 3 menit untuk memperbaiki tekstur dan warna.
3. Penghalusan
Setelah jamur dingin, haluskan menggunakan food processor.
4. Pencampuran
Campurkan bumbu halus seperti: bawang putih, pala, gula, garam, merica, telur, air dan campurkan dengan bahan kering seperti: tepung tulang ikan, tepung mocaf, dan tepung tapioka sesuai variasi formula.
5. Pencetakan
Masukkan adonan kedalam loyang yang sudah diolesi dengan minyak goreng.
6. Pengukusan
Kukus adonan dalam loyang selama kurang lebih 15 menit.
7. Pendinginan
Dinginkan adonan hingga mengeras.
8. Pemotongan
Keluarkan adonan dari loyang dan potong berbentuk dadu atau memanjang sesuai selera.
9. Pelapisan
Celupkan nugget kedalam adonan telur kocok yang telah dicampuri tepung maizena dan baluri menggunakan tepung panir secara merata.
10. Penggorengan
Goreng nugget hingga berwarna kuning kecoklatan dan matang.

Pengamatan dan Analisa Data

Dalam penelitian ini dilakukan dengan 2 tahap, pada tahap penepungan dilakukan pengujian kadar air, kadar abu dan kalsium. Tahap kedua dilakukan pengujian kadar air, kadar abu, protein, masa simpan, dan organoleptik. Data hasil pengamatan dilakukan analisa data menggunakan Analysis of Variance (ANOVA). Kemudian apabila terjadi perbedaan yang signifikan maka dilakukan uji lanjutan menggunakan Uji Tukey. Selain itu, menggunakan metode Indeks Efektivitas De Garmo untuk menentukan perlakuan terbaik antara analisa fisikokimia dan uji organoleptik.

HASIL DAN PEMBAHASAN**Hasil Analisa Tepung****Kadar Air**

Berdasarkan hasil uji signifikansi terhadap pengukuran kadar air menunjukkan ada perbedaan nyata antara setiap perlakuan. Rerata hasil uji kadar air pada tepung disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Nilai Kadar Air Tepung

Perlakuan	Kadar Air (%)
Tepung Tulang Ikan	5,7233 ± 0,0751 ^c
Tepung Mocaf	12,5600 ± 0,1277 ^a
Tepung Tapioka	9,1000 ± 0,0500 ^b

Pada tabel 1 hasil analisa kadar air pada tepung menggunakan metode gravimetri. Menurut penelitian, rerata kadar air pada ke tiga tepung yang dihasilkan antara 5,7233% sampai 12,56%, yang merupakan salah satu parameter penting dalam pembuatan tepung karena dapat mempengaruhi kualitas produk dan daya simpannya. Perbedaan dari hasil kadar air disebabkan adanya proses pengeringan yang dilakukan. Kadar air yang rendah sangat diinginkan karena dapat meningkatkan stabilitas produk dan mengurangi risiko pertumbuhan mikroorganisme. Kadar air yang tinggi pada produk dapat menyebabkan penurunan umur masa simpan produk. Lamanya proses pengeringan dapat dipengaruhi oleh suhu, jumlah bahan, kelembaban dan aliran udara pada oven (Cellulose et al. 2018).

Kadar Abu

Berdasarkan hasil uji signifikansi terhadap pengukuran kadar abu menunjukkan tidak ada perbedaan nyata antara tepung mocaf dan tepung tapioka, tetapi ada perbedaan nyata pada tepung tulang ikan. Rerata hasil uji kadar air pada tepung disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Nilai Kadar Abu Tepung

Perlakuan	Kadar Abu (%)
Tepung Tulang Ikan	42,033 ± 0,416 ^a
Tepung Mocaf	1,450 ± 0,439 ^b
Tepung Tapioka	1,547 ± 0,492 ^b

Pada tabel 2 kadar abu tertinggi diperoleh dari tepung tulang ikan lele sebesar 42,033%, jauh lebih tinggi dibandingkan dengan tepung tapioka (1,547%) dan tepung mocaf (1,450%). Pada tulang didominasi oleh senyawa anorganik, tepung tulang ikan memiliki banyak sumber mineral, terutama kalsium dan fosfor. Karena kandungan abu yang tinggi, tepung tulang ikan sangat potensial untuk digunakan sebagai bahan untuk meningkatkan gizi makanan, terutama pada produk yang membutuhkan nilai gizi mineral yang lebih tinggi, seperti makanan untuk anak-anak, orang dewasa, atau orang tua. Sebaliknya, kadar abu yang rendah pada tepung mocaf dan tapioka menunjukkan bahwa kedua jenis tepung tersebut tidak mengandung banyak mineral. Akibatnya, kedua jenis tepung ini lebih cocok digunakan sebagai pengisi (filler) atau pengikat saat membuat produk pangan. Tepung tulang ikan lele tidak hanya memiliki kadar abu yang tinggi, tetapi juga memiliki kadar air yang paling rendah, yaitu 5,7233%, sehingga dapat menghasilkan produk dengan umur simpan yang lebih lama dan kestabilan yang lebih tinggi. Kombinasi kadar air rendah dan kadar abu tinggi menunjukkan kualitas fisik dan nutrisi yang lebih baik dari tepung tulang ikan lele (Yusrina et al. 2021).

Kadar Kalsium

Berdasarkan hasil uji signifikansi terhadap pengukuran kadar kalsium menunjukkan tidak ada perbedaan nyata antara tepung mocaf dan tepung tapioka, tetapi ada perbedaan nyata pada tepung tulang ikan. Rerata hasil uji kadar kalsium pada tepung disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Nilai Kadar Kalsium Tepung

Perlakuan	Kadar Kalsium (%)
Tepung Tulang Ikan	3,663 ± 0,392 ^a
Tepung Mocaf	0,937 ± 0,826 ^b
Tepung Tapioka	0,578 ± 0,438 ^b

Pada tabel 3 hasil penelitian ini, rerata kadar kalsium pada tepung antara 0,578% sampai 3,663%. Nilai kadar kalsium terendah pada tepung tapioka yaitu 0,578% dan nilai kadar kalsium tertinggi pada tepung tulang ikan lele yaitu 3,66%. Magnesium, sodium, klorida, hidrolisa, dan sulfat adalah unsur kecil, tetapi kalsium, fosfor, dan karbonat adalah unsur utama tulang ikan. Tepung tulang ikan menjadi potensi yang baik sebagai sumber kalsium dalam pangan. Tepung tulang ikan lele dapat menjadi alternatif yang bermanfaat untuk meningkatkan kandungan kalsium dalam formulasi pangan, terutama bagi orang-orang yang membutuhkan asupan kalsium yang cukup. Meskipun tepung tulang ikan lele mengandung banyak kalsium, harus diperhatikan bahwa makanan yang dikonsumsi harus disesuaikan dengan komposisi makanan lainnya (Hilmi, Hurriyati, and Lisnawati 2018).

Hasil Analisa Nugget

Kadar Air

Berdasarkan hasil uji signifikansi terhadap pengukuran kadar air menunjukkan tidak ada perbedaan nyata antara P0 dan P1, akan tetapi ada perbedaan nyata pada P2 dan P3. Rerata hasil uji kadar air pada nugget jamur tiram disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Nilai Kadar Air Nugget Jamur Tiram

Perlakuan	Kadar Air (%)
(P1) Tepung mocaf 75 gram : Tepung tulang ikan lele 0 gram	67,380 ± 0,624 ^{ab}
(P2) Tepung mocaf 50 gram : Tepung tulang ikan lele 25 gram	66,653 ± 0,568 ^{ab}
(P3) Tepung mocaf 25 gram : Tepung tulang ikan lele 50 gram	64,01 ± 1,95 ^b
(P4) Tepung mocaf 0 gram : Tepung tulang ikan lele 75 gram	69,41 ± 2,31 ^a

Pada tabel 4 dapat diketahui rerata kadar air nugget jamur tiram dengan penambahan tepung tulang ikan berkisar 64,01% sampai 69,41%. Kadar air tertinggi diperoleh pada perlakuan ke tiga (P3) dengan presentase tepung mocaf 0 gram dan tepung tulang ikan lele 75 gram. Sedangkan kadar air paling rendah diperoleh pada perlakuan ke dua (P2) dengan presentase tepung mocaf 25 gram dan tepung tulang ikan lele 50 gram. Di antara ketiga perlakuan (P1, P2, dan P3), perlakuan P2 dianggap sebagai yang terbaik karena memiliki kadar air yang paling rendah tetapi masih dalam kisaran yang dapat diterima untuk produk nugget. Kandungan air yang lebih rendah pada perlakuan P2 mendukung umur simpan yang lebih baik dan tekstur nugget yang lebih padat dan stabil. Menurut pendapat (Air et al. 2013) kadar air yang tidak terlalu tinggi dapat meminimalkan perubahan pada nugget jamur tiram. Kadar air mempengaruhi sifat-sifat fisik, perubahan kimia, enzimatis, dan mikrobiologis bahan pangan, kadar air sangat penting untuk daya awetnya. Kadar air yang diproduksi ditentukan oleh konsentrasi tepung mocaf. Gugus hidrofilik molekul pati dipengaruhi oleh kelembaban udara di sekitar tepung. Selain itu, ada interaksi antara pati dan protein yang menyebabkan air tidak lagi terikat secara sempurna karena protein yang seharusnya mengikat air digunakan untuk mengikat pati. Kandungan amilosa dalam pati memengaruhi pengikatan airnya, semakin banyak amilosa, semakin kering pati dan lebih sedikit airnya.

Kadar Abu

Berdasarkan hasil uji signifikansi terhadap pengukuran kadar abu menunjukkan bahwa P2 berbeda nyata terhadap P0 dan P1, serta tidak berbeda nyata terhadap P3. Rerata hasil uji kadar abu pada nugget jamur tiram disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Nilai Kadar Abu Nugget Jamur Tiram

Perlakuan	Kadar Abu (%)
(P1) Tepung mocaf 75 gram : Tepung tulang ikan lele 0 gram	2,770 ± 0,980 ^b
(P2) Tepung mocaf 50 gram : Tepung tulang ikan lele 25 gram	3,240 ± 1,282 ^b
(P3) Tepung mocaf 25 gram : Tepung tulang ikan lele 50 gram	7,830 ± 1,267 ^a
(P4) Tepung mocaf 0 gram : Tepung tulang ikan lele 75 gram	5,73 ± 1,93 ^{ab}

Pada tabel 5 dapat diketahui rerata kadar abu nugget jamur tiram dengan penambahan tepung tulang ikan berkisar 2,77% sampai 7,83%. Kadar abu terendah diperoleh pada kontrol (P0) dengan presentase tepung mocaf 75 gram dan tepung tulang ikan lele 0 gram. Sedangkan kadar abu paling tertinggi diperoleh pada perlakuan ke dua (P2) dengan presentase tepung mocaf 25 gram dan tepung tulang ikan lele 50 gram. Dihubungkan dengan pembahasan sebelumnya tentang kadar air, P2 juga merupakan perlakuan dengan kadar air terendah (64,01%), menunjukkan bahwa nugget dari perlakuan P2 memiliki keunggulan dari segi stabilitas fisik, umur simpan, dan nilai gizi mineral. Sementara itu, P3 memiliki kadar abu yang cukup tinggi tetapi juga merupakan perlakuan dengan kadar air tertinggi (69,41%), yang berisiko memperpendek daya simpan dan menyebabkan tekstur menjadi terlalu lembek. Ini menunjukkan bahwa tepung tulang ikan dapat meningkatkan kadar abu dan kalsium dalam produk olahan makanan tanpa menurunkan mutu fisik. Selain itu, kadar abu berkorelasi positif dengan kandungan mineral, dan penambahan bahan sumber kalsium seperti tulang ikan meningkatkan nilai gizi produk akhir (Berghuis et al. 2023).

Kadar Protein

Berdasarkan hasil uji signifikansi terhadap pengukuran kadar protein menunjukkan bahwa P3 berbeda nyata terhadap P0. Rerata hasil uji kadar protein pada nugget jamur tiram disajikan pada tabel 6.

Tabel 6. Nilai Kadar Protein

Perlakuan	Kadar Protein (%)
(P1) Tepung mocaf 75 gram : Tepung tulang ikan lele 0 gram	2,567 ± 0,384 ^c
(P2) Tepung mocaf 50 gram : Tepung tulang ikan lele 25 gram	3,490 ± 1,624 ^{bc}
(P3) Tepung mocaf 25 gram : Tepung tulang ikan lele 50 gram	5,400 ± 0,368 ^{ab}
(P4) Tepung mocaf 0 gram : Tepung tulang ikan lele 75 gram	6,963 ± 1,149 ^a

Pada tabel 6 dapat diketahui rerata kadar protein nugget jamur tiram dengan penambahan tepung tulang ikan berkisar 2,567% sampai 6,963%. Kadar protein tertinggi diperoleh pada perlakuan ke tiga (P3) dengan presentase tepung mocaf 0 gram dan tepung tulang ikan lele 75 gram. Sedangkan kadar air paling rendah diperoleh pada kontrol (P0) dengan presentase tepung mocaf 75 gram dan tepung tulang ikan lele 0 gram. Berdasarkan hasil analisis kadar protein, perlakuan terbaik ditunjukkan oleh P3 yang memiliki kadar protein tertinggi, yaitu sebesar 6,963%. Sumber protein utama nugget jamur adalah bahan-bahan berprotein seperti jamur tiram putih, telur, sera mocaf, dan tepung tapioka, meskipun menambahkan tepung tulang ikan dapat mengubah jumlah protein yang dihasilkan. Tepung tulang ikan telah lama dikenal karena mengandung banyak protein, terutama kolagen dan sisa jaringan organik yang menempel pada tulang setelah proses pengolahan. Oleh karena itu, tepung tulang ikan lele dapat digunakan dalam pembuatan nugget untuk meningkatkan nilai gizi produk olahan daging. Ini meningkatkan kadar protein dan mengandung mineral penting untuk Kesehatan (Munekata, Pateiro, and Zhou 2020).

Masa Simpan

Tabel 7. Nilai Masa Simpan Nugget Jamur Tiram

Lama Simpan (Hari Ke-)	Perlakuan				Keterangan
	P0	P1	P2	P3	
5	Belum terjadi perubahan	Belum terjadi perubahan	Belum terjadi perubahan	Belum terjadi perubahan	-
10	Belum terjadi perubahan	Belum terjadi perubahan	Belum terjadi perubahan	Belum terjadi perubahan	-
15	Belum terjadi perubahan	Belum terjadi perubahan	Belum terjadi perubahan	Terjadi perubahan	Pada P3 terjadi perubahan pada tekstur
20	Belum terjadi perubahan	Belum terjadi perubahan	Terjadi perubahan	Terjadi perubahan	Pada P2 terjadi perubahan pada tekstur, dan P3 terjadi perubahan tekstur dan aroma
25	Terjadi perubahan	Terjadi perubahan	Terjadi perubahan	Terjadi perubahan	Semua sampel terjadi perubahan pada aroma dan tekstur
30	Terjadi perubahan	Terjadi perubahan	Terjadi perubahan	Terjadi perubahan	Semua sampel terjadi perubahan pada aroma dan tekstur

Pada tabel 7 dapat diketahui bahwa perlakuan ke tiga (P3) terjadi perubahan aroma dan tekstur terlebih dahulu pada hari ke 15, perlakuan ke dua (P2) terjadi perubahan yang sama pada hari ke 20, sedangkan kontrol dan perlakuan ke satu (P0 dan P1) terjadi perubahan pada hari ke 25. Jika dianalisis lebih lanjut, P0 dan P1 adalah perlakuan daya simpan terbaik karena menunjukkan kestabilan paling lama sebelum perubahan fisik. Hal ini terkait erat dengan kadar air dan komposisi bahan. Meskipun P2 memiliki kadar air paling rendah dan kadar abu paling tinggi, P1 memiliki kadar air yang lebih stabil dan kadar protein yang tidak terlalu tinggi, sehingga kemungkinan aktivitas air dalam produk juga lebih rendah. Sebaliknya, P3 memiliki kadar air paling tinggi (69,41%), yang menyebabkan tekstur berubah cepat dan aroma mudah rusak oleh pertumbuhan mikroorganisme selama penyimpanan. Oleh karena itu, pemilihan perlakuan yang tepat sangat penting untuk menjaga kualitas produk dan memperpanjang masa simpan (Bhujbal et al. 2021).

Uji Organoleptik

Warna

Berdasarkan hasil analisa organoleptik yang telah dilakukan terhadap 25 orang panelis menunjukkan bahwa rerata dari nugget jamur tiram dengan penambahan tepung tulang ikan berkisar antara 3,2 – 3,72 yang berarti suka. Hasil uji organoleptik warna pada nugget jamur tiram dengan penambahan tepung tulang ikan lele dapat dilihat pada gambar 1.

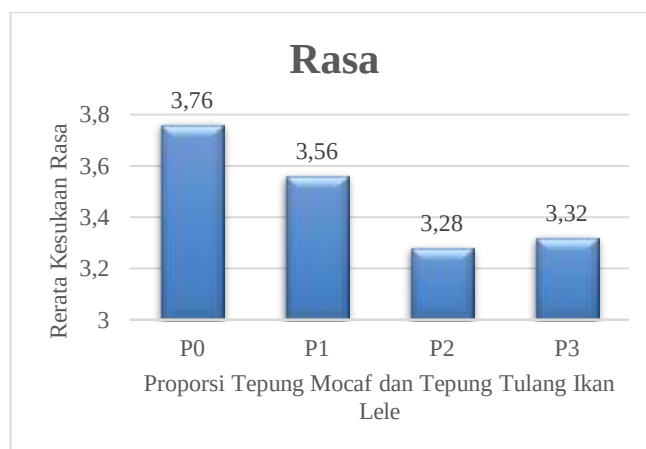


Gambar 1 Histogram Warna Nugget Jamur Tiram

Rata-rata nilai kesukaan warna panelis terhadap nugget jamur tiram dengan penambahan tepung tulang ikan paling rendah pada perlakuan ke tiga (P3) dengan nilai 3,2 sedangkan paling tinggi pada kontrol (P0) dengan nilai 3,72. Berdasarkan hasil uji friedman menunjukkan bahwa X^2 tabel lebih besar dibandingkan X Hitung, yang berarti tidak ada perbedaan nyata pada setiap perlakuan. Terdapat nugget jamur tiram tanpa tepung ikan warnanya lebih putih daripada nugget jamur dengan penambahan tepung tulang ikan. Beberapa hal dapat menyebabkan warna nugget jamur tiram berubah ini termasuk pada bahan tambahan, suhu pemanasan, kadar air bahan, dan degradasi pigmen. Proses mengolah tepung tulang ikan lele yang digunakan untuk membuat produk nugget jamur tiram juga menghasilkan tepung berwarna kecoklatan. Penggunaan tepung tulang ikan lele dapat menyebabkan nugget jamur tiram menjadi berubah warna (Hardianti, Muslimin, and Ghela 2024).

Rasa

Berdasarkan hasil analisa organoleptik yang telah dilakukan terhadap 25 orang panelis menunjukkan bahwa rerata dari nugget jamur tiram dengan penambahan tepung tulang ikan berkisar antara 3,32 – 3,76 yang berarti suka. Hasil uji organoleptik rasa pada nugget jamur tiram dengan penambahan tepung tulang ikan lele dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 Histogram Rasa Nugget Jamur Tiram

Rata-rata nilai kesukaan rasa panelis terhadap nugget jamur tiram dengan penambahan tepung tulang ikan paling rendah pada perlakuan ke dua (P2) dengan nilai 3,28 sedangkan paling tinggi pada kontrol (P0) dengan nilai 3,76. Berdasarkan hasil uji friedman menunjukkan bahwa X2 tabel lebih besar dibandingkan X Hitung, yang berarti tidak ada perbedaan nyata pada setiap perlakuan. Hasil ini menunjukkan bahwa nilai kesukaan terhadap rasa ikan lele cenderung menurun seiring dengan proporsi tepung tulang yang lebih tinggi. Ini terkait dengan rasa tepung tulang, yang, jika tidak diolah dan ditakar dengan benar, dapat menjadi amis atau pahit. Pada tahap pertama, penepungan tulang ikan lele, jika proses pengolahan seperti perebusan dan penghilangan lemak tidak dilakukan dengan benar, sisa bahan dapat memengaruhi cita rasa produk. Pada tahap kedua, pengolahan nugget, penambahan tepung tulang dalam jumlah besar dapat menghilangkan rasa jamur tiram dan bumbu, yang menghasilkan rasa yang tidak seimbang. P3 memiliki kadar protein tertinggi, tetapi P1 lebih seimbang dari segi rasa karena tetap memberikan nilai kesukaan yang tinggi sambil tetap memperoleh manfaat protein dan mineral tambahan dari tepung tulang ikan lele. Ini menunjukkan betapa pentingnya menggabungkan kualitas sensorik dan nilai gizi saat membuat produk pangan (Bechtel et al. 2019).

Aroma

Berdasarkan hasil analisa organoleptik yang telah dilakukan terhadap 25 orang panelis menunjukkan bahwa rerata dari nugget jamur tiram dengan penambahan tepung tulang ikan berkisar antara 2,28 – 3,64 yang berarti suka. Hasil uji organoleptik rasa pada nugget jamur tiram dengan penambahan tepung tulang ikan lele dapat dilihat pada gambar 3.

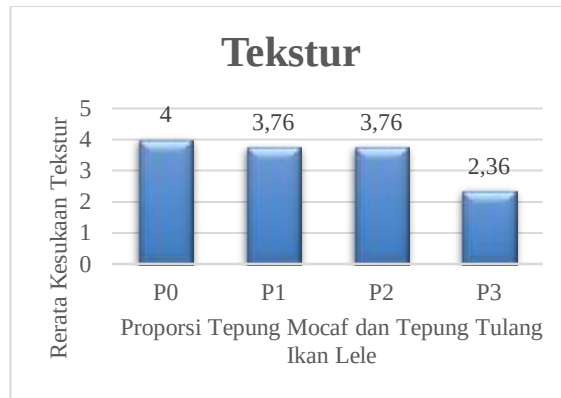


Gambar 3 Histogram Aroma Nugget Jamur Tiram

Rata-rata nilai kesukaan aroma panelis terhadap nugget jamur tiram dengan penambahan tepung tulang ikan paling rendah pada perlakuan ke tiga (P3) dengan nilai 2,28 sedangkan paling tinggi pada kontrol (P0) dengan nilai 3,64. Berdasarkan hasil uji friedman menunjukkan bahwa X2 tabel lebih kecil dibandingkan X Hitung, yang berarti ada perbedaan nyata pada setiap perlakuan. Meningkatnya proporsi tepung tulang ikan lele dalam formulasi secara jelas berkorelasi dengan penurunan tingkat kesukaan aroma. Ini menunjukkan bahwa tepung tulang yang digunakan mungkin masih memiliki bau ikan yang kuat, yang menjadi lebih kuat ketika kadarnya ditingkatkan. Apabila perebusan atau penghilangan lemak tidak berjalan dengan baik pada tahap penepungan, senyawa penyebab bau amis seperti trimetilamina dapat tertinggal dan terbawa hingga tahap pengolahan nugget, memengaruhi aroma produk saat dipanaskan atau digoreng. Meskipun P3 tinggi secara protein, perlakuan P3 memiliki tingkat kesukaan aroma terendah. Ini sejalan dengan data simpan sebelumnya, di mana P3 menunjukkan perubahan aroma lebih cepat. P1 tetap memiliki nilai kesukaan tinggi dan memanfaatkan penambahan tepung tulang tanpa mengorbankan aroma produk, yang membuatnya sebagai pilihan terbaik dari segi aroma (Off-odor et al. 2022).

Tekstur

Berdasarkan hasil analisa organoleptik yang telah dilakukan terhadap 25 orang panelis menunjukkan bahwa rerata dari nugget jamur tiram dengan penambahan tepung tulang ikan berkisar antara 2,36 – 4 yang berarti suka. Hasil uji organoleptik rasa pada nugget jamur tiram dengan penambahan tepung tulang ikan lele dapat dilihat pada gambar 4.

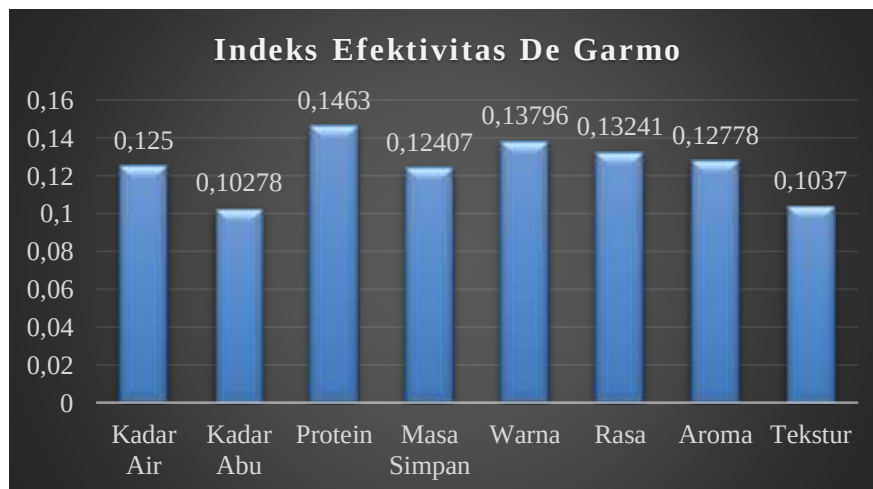


Gambar 4 Histogram Tekstur Nugget Jamur Tiram

Rata-rata nilai kesukaan tekstur panelis terhadap nugget jamur tiram dengan penambahan tepung tulang ikan paling rendah pada perlakuan ke tiga (P3) dengan nilai 2,36 sedangkan paling tinggi pada kontrol (P0) dengan nilai 4. Berdasarkan hasil uji friedman menunjukkan bahwa X^2 tabel lebih kecil dibandingkan X Hitung, yang berarti ada perbedaan nyata pada setiap perlakuan. Nilai kesukaan P1 dan P2 sama, 3,76, masih dalam kategori yang cukup disukai dan menunjukkan bahwa proporsi tepung tulang ikan pada P1 dan P2 masih bisa diterima secara tekstur. Namun, nilai kesukaan P3 sangat rendah, 2,36, menunjukkan bahwa teksturnya kurang disukai, mungkin karena terlalu lunak, rapuh, atau menghasilkan sensasi tidak nyaman saat dikunyah, sejalan dengan kadar air P3 yang tertinggi, Kandungan mineral yang tinggi dalam tepung tulang pada proporsi tinggi (P3) juga dapat berdampak pada pembentukan jaringan struktur yang stabil selama pemanasan. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa P1 dan P2 adalah perlakuan tekstur terbaik karena keduanya tetap dapat mempertahankan struktur yang baik sambil tetap memberikan nilai gizi tambahan dari tepung tulang ikan lele (Science 2023).

Perlakuan Terbaik

Penentuan perlakuan terbaik dengan parameter kadar air, kadar abu, protein, masa simpan dan organoleptik meliputi warna, rasa, aroma, dan tekstur menggunakan metode indeks efektivitas De Garmo termodifikasi Susrini dengan memberikan bobot pada setiap parameter.



Gambar 5 Histogram Indeks Efektivitas De Garmo

Berdasarkan gambar 5 menunjukkan bahwa parameter protein memiliki indeks efektivitas tertinggi, yaitu 0,1463, yang menunjukkan bahwa protein adalah faktor utama yang menentukan kualitas nugget jamur tiram berbasis tepung mocaf dan tepung tulang ikan lele. Diikuti oleh warna (0,13796), rasa (0,13241), dan aroma (0,12778), yang menunjukkan bahwa komponen sensorik memainkan peran yang signifikan dalam penerimaan produk. Berbagai faktor, termasuk kadar air (0,125) dan masa simpan (0,12407), memengaruhi keamanan dan stabilitas produk selama penyimpanan. Namun, nilai efektivitas

paling rendah dicapai oleh kadar abu (0,10278) dan tekstur (0,1037). Ini menunjukkan bahwa, meskipun signifikan, pengaruh mereka terhadap penilaian keseluruhan tidak sebesar parameter lainnya. Oleh karena itu, untuk menghasilkan produk yang berguna dan diterima secara organoleptik oleh konsumen, fokus utama pengembangan produk harus diarahkan pada peningkatan kandungan protein tanpa mengabaikan kualitas warna dan rasa.



Gambar 6 Histogram Perlakuan Terbaik

Hasil perhitungan indeks efektivitas menunjukkan bahwa perlakuan P1 menunjukkan keseimbangan yang optimal antara peningkatan nilai gizi dan kualitas sensorik, dengan skor 0,58154 untuk P1, lebih tinggi dibandingkan P2 (0,46538) dan P3 (0,34246). Secara kandungan gizi, P1 memiliki kadar protein yang lebih tinggi dibandingkan P0, dan meskipun lebih rendah dari P3, P1 masih menunjukkan tingkat penerimaan sensasi yang lebih baik. P1 memperoleh skor uji hedonik yang lebih tinggi dari segi rasa, aroma, dan tekstur dibandingkan dengan P2 dan P3, yang mengalami penurunan karena proporsi tepung tulang ikan lele yang cenderung menghasilkan aroma dan rasa amis. Selain itu, nugget yang diperlakukan dengan P1 masih stabil hingga hari ke-20 dalam pengujian daya simpan, sementara P2 dan P3 mulai mengalami perubahan fisik dan aroma lebih awal. P1 dapat dikategorikan sebagai perlakuan terbaik karena mampu meningkatkan kandungan nutrisi tanpa mengorbankan mutu sensorik dan daya simpan produk secara signifikan.

KESIMPULAN

Pemanfaatan tepung tulang ikan lele sebagai substitusi tepung mocaf dalam pembuatan nugget jamur tiram terbukti meningkatkan kandungan protein dan kalsium produk. Perlakuan P1 merupakan formulasi terbaik berdasarkan kandungan nutrisi, uji organoleptik, dan masa simpan. Dengan demikian, penggunaan limbah tulang ikan sebagai bahan pangan bernilai gizi tinggi dapat mendukung inovasi produk pangan fungsional dan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Khoirin Maghfiroh, M.Si. selaku dosen pembimbing atas bimbingan dan arahnya selama proses penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan Universitas Yudharta Pasuruan serta Universitas Islam Kediri (UNISKA) Kediri atas dukungan fasilitas yang diberikan. Terima kasih juga ditujukan kepada keluarga dan rekan-rekan yang telah memberikan semangat dan dukungan dalam penyusunan artikel ini.

Daftar Pustaka

- Bechtel, Peter J, John M Bland, Michael A Watson, Jeanne M Lea, and Karen L Bett. (2019). Properties of Bone from Catfish Heads and Frames. (December 2018): 1396–1405. doi:10.1002/fsn3.974.
- Berghuis, Nila Tanyela, Ida Fitri Maharani, Cantika Samsrestu R, Rahmad Gunawan, Sri Wahyuni Siregar, Sherina Saskia, and Alfiyah Qaulan. (2023). Utilization of Fish Bone (Rastrelliger Kanagurta) Waste as High Calcium Flour. *Stannum : Jurnal Sains dan Terapan Kimia* 5(1): 38–42. doi:10.33019/jstk.v5i1.4047.
- Bhujbal, Sonal V, Yongchao Su, Vaibhav Pathak, Dmitry Y Zemlyanov, Alex-anthony Cavallaro, Eric J Munson, Lynne S Taylor, and Qi Tony Zhou. (2021). Effect of Storage Humidity on Physical Stability of Spray-Dried Naproxen Amorphous Solid Dispersions with Polyvinylpyrrolidone : Two Fluid Nozzle vs . Three Fluid Nozzle. : 1–15.
- Brainerd, Eliazer, and Riezka Maghfira. (2022). Utilization of Fish Bone Waste for Food. 20(2): 46–56. doi:10.9734/AJFAR/2022/v20i2493.
- Cellulose, Methyl, Pada Tepung, Komposit Ampas, Tahu Dan, Wahyuningtyas Puji Nugroho, Tanto Bektiyadi, Zulfa Nur Zaeni, and Akhmad Mustofa. (2018). Studi Penambahan Tepung Tulang Ikan Lele Dan Cmc (Carboxy Kayu Sebagai Beras Analog Dengan Fortifikasi Kalsium Study on Addition of Catfish Bones Powder and CMC (Carboxy Methyl Cellulose) into Composite Flour of Tofu ' s Wet Cake and Cassava Flour as C. : 65–69.
- Ciptawati, Endang, Ihsan Budi Rachman, Hanumi Oktiyani Rusdi, and Mieke Alvionita. (2021). Analisis Perbandingan Proses Pengolahan Ikan Lele Terhadap Kadar nutrisinya. *IJCA (Indonesian Journal of Chemical Analysis)* 4(1): 40–46. doi:10.20885/ijca.vol4.iss1.art5.
- Hardianti, Fatimah, Istyqamah Muslimin, and Maria Marselina Ghela. (2024). Pengembangan Potensi Lokal Ikan Tuna Sirip Kuning (Thunnus Albacares) Menjadi Cemilan Sehat Untuk Mencegah Stunting Di Kota Sorong , Papua Barat Daya Development of The Local Potential of Yellowfin Tuna (Thunnus Albacares) As A Healthy Snack to Prevent. 13(3): 337–50.
- Hilmi, Rafiqi Zul, Ratih Hurriyati, and Lisnawati. (2018). Pengaruh Penambahan Tepung Kalsium Tulang Ikan Bandeng (Chanos Chanos) Terhadap Karakteristik Kerupuk Rambak Tapioka. 3(2): 91–102.
- Kartasurya, Irene, Bakti Putri Harwijayanti, Murti Ani, and Susi Tursilowati. (2023). Chicken Floss and Catfish Nuggets Supplementary to Increasing Weight Gain in Stunted Children Krisdiana Wijayanti. 1: 3–7.
- Munekata, Paulo E S, Mirian Pateiro, and Jianjun Zhou. (2020). Nutritional Characterization of Sea Bass Processing By-Products.
- Off-odor, Fishy, Yuanyuan Zhang, Long Tang, Yu Zhang, Huanlu Song, Ali Raza, Wenqing Pan, and Lin Gong. (2022). Comparison of Different Volatile Extraction Methods for The.
- Science, Environmental. (2023). Quality Assessment of High Calcium Catfish (Clarias Sp.) Bone Flour Made by Boiling and Drying Methods Quality Assessment of High Calcium Catfish (Clarias Sp .) Bone Flour Made by Boiling and Drying Methods. doi:10.1088/1755-1315/1168/1/012041.
- Sulaiman, S, N Khairudin, P Jamal, and M Z Alam. (2015). “Fish Bone Waste as Catalyst for Biodiesel Production.” 3: 180–84.
- Yusrina, Adzhani, Emma Rochima, Asep Agus Handaka, and Iis Rostini. (2021). Fishbone Flour (Definition, Analysis of Quality Characteristics, Manufacture): A Review. *Asian Journal of Fisheries and Aquatic Research* (August 2022): 18–24. doi:10.9734/ajfar/2021/v13i430271.