



PENGARUH PERBEDAAN JENIS PROSES PERLAKUAN PANAS TERHADAP SIFAT FISIKOKIMIA DAN TOTAL MIKROBA IKAN BEONG (*Hemibagrus nemurus*)

[Effect of Different Heat Processing Method on The Physicochemical and Total Microbial Count of Beong Fish (*Hemibagrus nemurus*)]

Afif Arwani^{1,2*}, Kharisma Indah Listyorini¹, Varista Damayanti¹, Kadek Bunga Avrillita¹

¹Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Tidar, Magelang, Indonesia

²Food Research for Safety, Security, and Sustainability (FORC3S), Semarang, Indonesia

*Email: afifarwani@untidar.ac.id (Telp: +62895368688401)

Diterima tanggal 14 November 2025

Disetujui tanggal 10 Februari 2026

ABSTRACT

Beong fish (*Hemibagrus nemurus*) is an endemic freshwater species and a culinary icon of Magelang City, Indonesia. It is abundantly found in the Progo River and commonly processed into a traditional dish known as mangut beong. Thermal processing at high temperatures may alter its physicochemical characteristics and nutritional quality. This study aimed to evaluate the morphometric characteristics of beong fish and to determine the effects of different heat processing methods on physicochemical properties (proximate composition, caloric value, pH, cooking loss, and protein digestibility) as well as total microbial count. The treatments included boiling, steaming, and frying for 10 minutes. Total microbial load was determined using the Aerobic Plate Count (APC) method. The results showed that the average body weight of beong fish was 285.13 ± 33.70 g, with body composition consisting of 47% flesh, 36% bones, 7.66% skin, and 8.90% viscera. Heat processing significantly affected ($p < 0.05$) physicochemical characteristics, including pH, cooking loss, proximate composition, and protein digestibility. Boiling at 100°C resulted in a weight loss of $14.43 \pm 1.80\%$, which was not significantly different from steaming. However, boiled samples exhibited higher protein digestibility compared to steamed and fried samples. According to the APC analysis, the total microbial count of heat-treated samples ($<4 \log_{10}$ CFU/g) complied with the Indonesian National Standard (SNI) limits..

Keywords: Beong fish, *H. nemurus*, protein, thermal processing

ABSTRAK

Ikan beong (*Hemibagrus nemurus*) merupakan ikan endemik yang menjadi ikon Kota Magelang dan banyak ditemukan di Sungai Progo. Ikan ini umumnya diolah menjadi makanan khas daerah, yaitu mangut beong. Proses pengolahan dengan suhu tinggi berpotensi memengaruhi karakteristik fisikokimia dan nilai gizi ikan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik morfometrik ikan beong serta pengaruh berbagai metode perlakuan panas terhadap sifat fisikokimia (kadar proksimat, nilai kalori, pH, susut bobot, dan daya cerna protein) serta total mikroba. Perlakuan panas yang digunakan meliputi perebusan, pengukusan, dan penggorengan selama 10 menit. Total mikroba dianalisis menggunakan metode *Aerobic Plate Count* (APC). Hasil penelitian menunjukkan bahwa berat rata-rata ikan beong adalah $285,13 \pm 33,70$ gram, dengan proporsi tubuh terdiri atas 47% daging, 36% tulang, 7,66% kulit, dan 8,90% jeroan. Perlakuan panas memberikan pengaruh signifikan ($p < 0,05$) terhadap karakteristik fisikokimia, meliputi pH, susut bobot, komposisi proksimat, dan daya cerna protein. Perebusan pada suhu 100°C menyebabkan susut bobot sebesar $14,43 \pm 1,80\%$, yang tidak berbeda nyata dengan pengukusan. Namun, daya cerna protein pada perlakuan perebusan lebih tinggi dibandingkan pengukusan dan penggorengan. Berdasarkan hasil uji APC, jumlah total mikroba pada sampel ikan yang diberi perlakuan panas adalah $<4 \log_{10}$ CFU/g dan masih memenuhi batas maksimum yang ditetapkan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI).

Kata kunci: Ikan beong, *H. nemurus*, protein, perlakuan panas.



PENDAHULUAN

Ikan Beong (*Hemibagrus nemurus*) merupakan ikan endemik yang ditemukan di banyak sungai air tawar di Indonesia. Salah satu contohnya adalah sungai Progo, yang mengalir melalui wilayah Magelang dan Yogyakarta. Ikan beong tersebar merata di sepanjang sungai Progo dan sering ditemukan di daerah dengan substrat tanah liat berpasir pada kedalaman 2 m (Mujtahidah *et al.*, 2021). Berdasarkan kebiasaan makannya, ikan beong diklasifikasikan sebagai ikan karnivora yang aktif di dasar perairan (Windy, Wahyuningsih & Suryanti, 2015).

Ikan Beong dapat diolah menjadi produk lezat dan populer dikalangan konsumen berkat dagingnya yang enak, lembut dan tebal. Salah satu contohnya adalah mangut beong, masakan khas Kabupaten Magelang. Produksi mangut beong saat ini masih bergantung pada ikan beong hasil tangkapan pemancing. Hal ini menjadi tantangan karena stok ikan di alam liar semakin menipis akibat *over fishing*. Selain itu, ukuran hasil tangkapan yang tidak seragam juga dapat memengaruhi kualitas ikan dan produk olahannya. Keragaman sumber pakan ikan juga dapat memengaruhi nilai gizi (Susilowati *et al.*, 2017). Higiene dan sanitasi juga menjadi kendala pada produk hasil tangkapan, terutama dengan meningkatnya pencemaran sungai akibat pencemaran oleh aktivitas manusia (Lestari *et al.*, 2025). Oleh karena itu, diperlukan kegiatan budidaya ikan dengan salah satunya yang dilakukan oleh BBI Sawangan, Magelang (Dhaniswara, 2022).

Proses pembuatan mangut beong melibatkan berbagai jenis proses panas suhu tinggi, termasuk pengasapan, penggorengan, dan perebusan ikan beong (Herdyanti dan Faidatun, 2022). Pengolahan suhu tinggi merupakan metode yang umum dan banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari maupun untuk keperluan industri pengolahan produk perikanan. Terdapat berbagai teknik pengolahan termal tradisional, seperti merebus, mengukus, menggoreng dan menumis yang dapat memengaruhi cita rasa dan komposisi gizi makanan, serta meningkatkan keamanan pangan karena dapat membunuh mikroba patogen (Tan *et al.*, 2024). Umumnya ikan tangkapan dan ikan budidaya memiliki karakteristik yang berbeda karena perbedaan sumber pakan dan habitat. Selain itu, proses perlakuan panas saat mengolah ikan juga turut berpengaruh terhadap kandungan nutrisi. Pengaruh proses pengolahan yang melibatkan suhu tinggi terhadap mutu daging ikan beong belum banyak diteliti. Oleh karena itu, perlu dilakukan karakterisasi nilai gizi daging ikan budidaya dan dampak pengolahan terhadap kualitasnya.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Sampel ikan beong (*H. nemurus*) hidup diperoleh dari BBI Sawangan, Kabupaten Magelang. Sampel kemudian dibawa ke laboratorium dan disimpan pada suhu -23°C hingga digunakan. Bahan kimia yang digunakan

adalah akuades, NaOH (Merck), HCl (Merck), H_2SO_4 (Merck), etanol 96% (Merck), buffer fosfat Ph 2 (Merck), enzim pepsin (Merck), katalis campuran selenium (Merck), petroleum eter (Merck), asam borat (Merck), indikator BCG-MR (Merck), dan asam trikloroasetat (TCA) (Merck).

Tahapan Penelitian

Pengolahan

Perlakuan pengolahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: 1) perebusan pada suhu 100°C selama 10 menit; 2) penggorengan dalam minyak kelapa sawit pada suhu 160°C selama 10 menit; 3) pengukusan selama 10 menit, mengikuti metode proses pengolahan yang dilakukan oleh Arwani *et al.*, (2022) dengan rasio penggunaan media pemanas terhadap sampel adalah 5:1. Sebelum pengolahan, sampel dibersihkan dan dicuci di bawah air mengalir. Ikan dipotong menjadi 3 bagian seperti terlihat pada Gambar 1 dan diolah sesuai perlakuan. Penelitian ini dilakukan dalam 2 kali pengulangan percobaan dan setiap analisis dilakukan secara duplo.



Gambar 1. Posisi pemotongan ikan beong

Analisis Proksimat

Analisis kandungan gizi (air, abu, lemak, protein dan karbohidrat) dilakukan dengan metode proksimat sesuai dengan AOAC (2012) dengan dua kali ulangan. Perhitungan hasil proksimat menggunakan basis basah (bb) dan basis kering (bk).



Uji Susut Bobot dan Nilai pH

Uji pH dilakukan dengan menimbang sebanyak 5 gram daging ikan dan melumatkan dalam 50 mL akuades. Campuran tersebut kemudian dihomogenkan hingga diperoleh suspensi yang seragam. Alat pH meter yang telah dikalibrasi dicelupkan ke dalam larutan homogen hingga stabil selama kurang lebih 30-60 detik. Nilai pH yang ditampilkan pada pH meter dicatat.

Susut bobot pemasakan dihitung sebagai persentase berat yang hilang oleh sampel selama proses pemasakan.

$$\text{Susut masak (\%)} = \frac{(\text{berat awal (g)} - \text{berat setelah dimasak (g)})}{\text{berat awal (g)} \times 100 \%}$$

Daya Cerna Protein

Daya cerna protein ditentukan mengikuti prosedur enzimatik oleh Sudarmadji (2003). Sebanyak 5 g sampel ditambahkan dengan 20 ml buffer fosfat pH 2 dalam labu Erlenmeyer. Selanjutnya, ditambahkan 2 ml larutan pepsin (konsentrasi 1%), dan campuran diinkubasi pada suhu 40°C selama satu jam. Larutan kemudian disaring dan ditambahkan 5 ml TCA 5%, lalu didiamkan selama 1 jam. Setelah itu, 5 ml filtrat diambil untuk dianalisis kandungan proteinnya.

Analisis Angka Lempeng Aerobik (APC)

Analisis jumlah lempeng aerobik (APC) sampel ikan beong dilakukan menggunakan metode cawan tuang berdasarkan Bacteriological Analytical Manual (BAM) (2025). Sekitar 1 mL dari setiap pengenceran serial dipindahkan ke dalam cawan petri steril yang telah diberi label dengan benar sebanyak dua kali. Selanjutnya, 12-15 mL *Plate Count Agar* (PCA) yang telah didinginkan hingga suhu sekitar 45°C dituangkan ke dalam setiap cawan. Agar dan sampel dicampur secara perlahan dengan memutar cawan secara bergantian dalam gerakan melingkar dan bolak-balik diatas permukaan datar untuk memastikan persebaran yang merata. Setelah memadat, cawan dibalik dan diinkubasi pada suhu 36°C selama 48 ± 2 jam. Koloni yang tumbuh kemudian dihitung dan total muatan dihitung menggunakan rumus berikut:

$$N = \frac{\sum C}{[(1 \times n_1 + (0.1 \times n_2)) d]}$$



Di mana N mewakili jumlah koloni (dinyatakan sebagai CFU/mL atau CFU/g), ΣC menunjukkan jumlah koloni pada semua cawan yang dihitung, N_1 dan N_2 menunjukkan jumlah pelat pada pengenceran pertama dan kedua yang dihitung pada masing-masing cawan, dan d merujuk pada pengenceran pertama yang dihitung.

Analisis Data

Data hasil pengujian dianalisis menggunakan software SPSS 27.0 dengan menggunakan uji *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan tingkat kepercayaan 95% dan uji lanjut menggunakan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran morfometrik dari ikan beong dapat diamati pada Tabel 1. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa ikan beong yang dibudidayakan memiliki berat rata-rata sebesar $285,13 \pm 33,70$ gram, dengan karakteristik morfometrik berupa Panjang Total (TL) 30,75 cm, Panjang Cagak (FL) 27,06 cm, Panjang Standar (SL) 25,56 cm, Ketebalan 5,4 cm, dan Tinggi Kepala 4,10 cm. Ikan beong liar umumnya memiliki variasi ukuran dan berat badan rata-rata yang lebih besar dibandingkan dengan hasil budidaya yang umumnya memiliki rata-rata ukuran tubuh seragam dan lebih kecil (Susilowati *et al.*, 2017)

Tabel 1. Morfometrik dari Ikan Beong

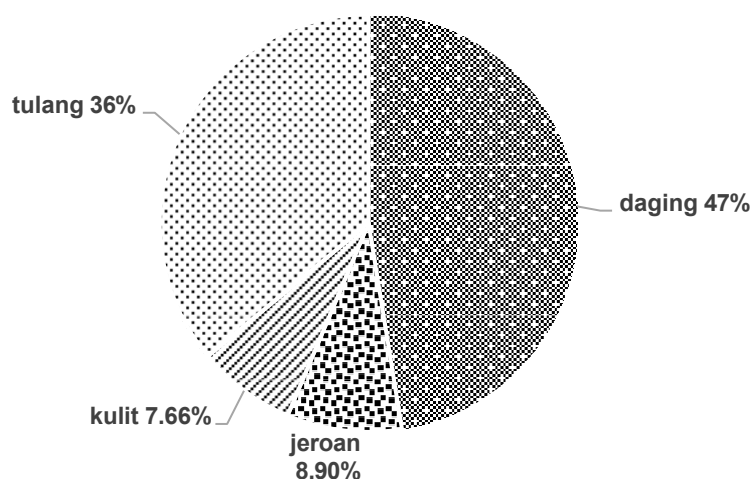
Parameter	Nilai (cm)
Panjang Total (TL)	30.75 ± 1.23
Panjang Cagak (FL)	27.06 ± 1.21
Panjang Standar (SL)	25.56 ± 1.21
Ketebalan	5.4 ± 0.65
Tinggi Kepala	4.10 ± 0.37

Proporsi dari bagian tubuh ikan beong dapat diamati pada gambar 2. Proporsi bagian yang dapat dikonsumsi dari daging ikan beong hasil budidaya adalah sebesar 47%. Hal tersebut serupa dengan hasil penelitian Iskandar *et al.*, (2017) dimana bagian yang dapat dikonsumsi dari ikan beong tangkapan, budaya kolam dan waduk di Sungai Paku, Riau berkisar antara 45,80-47,91%. Bagian yang dapat dikonsumsi dari daging ikan ini dipengaruhi oleh habitat ikan dan sumber makanannya.

Ikan beong hasil pengujian memiliki kandungan protein yang relatif tinggi, yaitu 15,18% (bb) dan 62,98% (bk) dengan kandungan lemak sebesar 5,13% (bb) dan 21,25% (bk). Kandungan lemak ikan beong dari hasil



penelitian menunjukkan bahwa ikan beong budidaya dikategorikan sebagai ikan dengan kandungan lemak sedang (1,5-10%) (Alam *et al.*, 2016). Sementara itu, kandungan protein dari hasil penelitian lebih rendah dibandingkan dengan hasil yang dilaporkan oleh Susilowati *et al.*, (2017), di mana kandungan protein ikan beong hasil tangkapan liar dan budidaya waduk di Danau Cirata berkisar 17,09%-17,59%. Perubahan keseluruhan komposisi proksimat ikan beong sebelum dan setelah pengolahan disajikan dalam Tabel 2. Semua proses pemanasan menyebabkan penurunan kadar air daging ikan, tetapi tidak ada perbedaan signifikan antara kelompok dikukus, digoreng dan segar ($p>0,05$). Berbeda dengan proses termal lainnya, proses perebusan secara signifikan mengurangi kandungan air. Kandungan protein dan lemak pada segar secara signifikan lebih tinggi daripada semua perlakuan termal, yang disebabkan oleh protein larut air dan kolagen yang terlarut dari jaringan ikan saat air menguap selama proses pemanasan (Tan *et al.*, 2024).



Gambar 2. Proporsi bagian tubuh

Tabel 2. Komposisi proksimat dari ikan beong mentah dan telah diproses.

Perlakuan	Kadar air (%)	(b Kadar air (bk) (%)	a Kadar protein (%)	(b Kadar lemak (%)	(b Kadar karbohidrat (%)	(b Energi (k.ka
Segar	75.86±1.05 ^b	4.93±0.11 ^a	62.98±2.17 ^b	21.25±0.14 ^b	10.83±2.12 ^a	117.43 ^a
Rebus	74.34±0.25 ^a	4.59±0.19 ^a	60.10±1.01 ^a	14.76±0.60 ^a	20.55±0.53 ^c	116.84 ^a
Kukus	74.79±0.81 ^{ab}	4.38±0.21 ^a	58.02±2.12 ^a	18.61±0.56 ^a	18.98±2.00 ^c	119.88 ^a
Goreng	74.95±0.39 ^{ab}	7.94±0.82 ^b	60.08±0.77 ^a	18.25±1.29 ^a	13.72±1.53 ^b	116.16 ^a

Keterangan: Perbedaan huruf pada kolom yang sama pada setiap sampel menunjukkan perbedaan yang signifikan pada $p<0.05$. bb = basis basah; bk = basis kering



Karakteristik fisikokimia yang lain, meliputi nilai pH, susut bobot, daya cerna protein, dan karakteristik mikrobiologi ikan beong dapat dilihat pada table 3. Nilai penyusutan bervariasi secara signifikan antara berbagai proses pengolahan termal yang diterapkan, dengan implikasi nyata terhadap hasil dan kualitas produk. Ikan beong yang dibekukan perlakuan perebusan dan pengukusan menunjukkan penyusutan yang sebanding, yaitu 14% dan 12%, tanpa perbedaan yang signifikan antara kedua metode pengolahan ini ($p > 0.05$). Sementara itu, ikan yang digoreng menggunakan metode *deep frying* menunjukkan penyusutan yang lebih tinggi, yaitu sebesar 46%, yang secara signifikan berbeda dari proses rebus dan kukus ($p < 0.05$). Hal ini sejalan dengan penelitian Bu *et al.*, (2025), yang menyatakan bahwa penggorengan ikan *Acrossocheilus fasciatus* pada suhu 180°C selama 3 menit menyebabkan penyusutan sebesar 30%, tertinggi dibandingkan perlakuan rebus, kukus, goreng tanpa minyak (*air frying*), dan panggang. Penyusutan akibat proses pengolahan dan fillet akan meningkat seiring dengan peningkatan suhu panas yang diterapkan (Cao *et al.*, 2016). Susut masak dan penyusutan massa otot ikan secara umum dianggap sebagai dampak dari proses denaturasi protein yang disebabkan oleh panas dan dampak dari penyusutan protein miofibrilar.

Tabel 3. Karakteristik fisikokimia dan mikrobiologis dari ikan beong mentah dan telah diolah.

Proses perlakuan	Nilai pH	TPC (Log ₁₀ CFU/g)	Susut bobot (%)	Daya cerna protein (%)
Mentah	6.46 ^a	5.89	-	-
Rebus	6.53 ^b	<4	14.43±1.80 ^a	75.93±1.67 ^a
Kukus	6.66 ^c	<4	12.94±3.12 ^a	71.46±2.30 ^b
Goreng	6.85 ^d	<4	46.54±5.20 ^b	63.33±1.88 ^c

Keterangan: Perbedaan huruf pada kolom yang sama pada setiap sampel menunjukkan perbedaan yang signifikan pada $p < 0.05$.

Nilai pH ikan beong secara signifikan dipengaruhi oleh metode memasak yang diterapkan ($p < 0.05$). Ikan beong segar memiliki pH 6,46, yang secara bertahap meningkat berdasarkan variasi metode memasak, meliputi: ikan yang direbus (6,53), ikan yang dikukus (6,66) dan ikan yang digoreng secara *deep frying* (6,85). Nilai awal pH pada ikan mentah selaras dengan rentang normal pH otot ikan segar (6,2-6,8). Pelakuan pemanasan dapat menyebabkan penurunan gugus asam pada kandungan protein ikan (Sobral, Cunha, Faria & Ferreira, 2018). Panas dapat menyebabkan protein ikan terlepas dan terfragmentasi menjadi senyawa amina yang lebih kecil serta mengurangi kelompok gugus asam, sehingga menyebabkan peningkatan nilai pH dibandingkan daging mentah (Ferreira, *et al.*, 2024).



Perbedaan perlakuan proses termal dapat menyebabkan dampak yang berbeda pada daya cerna protein (Dorskocil *et al.*, 2025). Suhu pengolahan yang rendah, seperti merebus dan mengukus, umumnya menyebabkan denaturasi protein, yang dapat mengganggu struktur tersiernya dan meningkatkan aksesibilitas situs pemotongan bagi enzim pencernaan (Opstvedt *et al.*, 2003). Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya cerna protein ikan beong secara signifikan dipengaruhi oleh metode pemasakan ($p < 0.05$). Perebusan menghasilkan daya cerna protein tertinggi, yaitu sebesar $75,93 \pm 1,67\%$, kemudian disusul oleh pengukusan sebesar $71,46 \pm 2,30\%$, sementara penggorengan secara *deep frying* menghasilkan daya cerna protein terendah, yaitu $63,33 \pm 1,88\%$. Hasil ini sejalan dengan studi terdahulu yang menunjukkan bahwa metode memasak dengan suhu yang rendah umumnya lebih baik dalam menjaga daya cerna protein dibandingkan dengan metode memasak bersuhu tinggi. Hasil penelitian ini memiliki implikasi praktis untuk rekomendasi gizi, dalam menyarankan metode merebus atau mengukus lebih disarankan dibandingkan menggoreng secara *deep frying*, apabila ingin memaksimalkan kandungan protein dalam ikan. Merebus dapat mengubah struktur protein tanpa menyebabkan agregasi protein berlebihan atau pembentukan senyawa yang sulit dicerna. Metode kukus menunjukkan daya cerna yang sedikit lebih rendah dibandingkan merebus, diduga karena transfer panas yang kurang efisien dan paparan kelembapan yang lebih singkat, sehingga denaturasi protein yang tidak menyeluruh. Sementara itu, proses pengolahan bersuhu tinggi seperti menggoreng berpotensi untuk mengurangi daya cerna karena dapat memicu pembentukan ikatan disulfida, agregasi peptida dan pembentukan oksidasi protein dan lipid yang buruk, dimana dapat menghambat hidrolisis enzim asam amino dan meningkatkan resistensi protein terhadap enzim pencernaan (Hes 2017; Bhat *et al.*, 2021).

Berdasarkan hasil uji Aerobic Plate Count (APC), jumlah beban mikrobial pada sampel ikan beong mentah adalah $5,89 \log_{10}$ CFU/g, sementara sampel yang dimasak (rebus, kukus dan *deep frying*) menunjukkan nilai hasil di bawah batas deteksi $4 \log_{10}$ CFU/g (BPOM, 2019). Jumlah beban mikrobial pada ikan segar, yaitu $5,89 \log_{10}$ CFU/g, menunjukkan kualitas yang relatif baik karena berada pada rentang yang masih dapat diterima untuk ikan segar (BSN, 2021). Akan tetapi, tingkat kontaminasi ini menekankan pentingnya proses pengolahan termal untuk memastikan keamanan secara mikrobiologis. Metode pengolahan termal secara signifikan mengurangi beban mikrobial pada sampel ikan ($p < 0,05$). Penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Mitiku *et al.*, (2022), yang menunjukkan bahwa memasak secara signifikan dapat mengurangi resiko mikrobiologis. Suhu yang digunakan selama proses pengolahan secara termal, yaitu sekitar 100°C untuk merebus dan mengukus, serta $160\text{-}180^{\circ}\text{C}$ untuk menggoreng, berada jauh diatas titik kematian sebagian besar mikroorganisme pembusuk dan patogen yang umum dijumpai pada ikan. Hasil ini sejalan dengan pedoman keamanan pangan yang merekomendasikan agar ikan dimasak pada suhu minimal 63°C untuk memastikan mikroba patogen mati. Kajian studi ini membuktikan



bahwa metode memasak konvensional, apabila diterapkan dengan benar, perlakuan proses termal yang memadai dapat menghasilkan produk yang aman secara mikrobiologis.

KESIMPULAN

Ikan beong yang dimasak dengan beragam metode secara signifikan ($p < 0.05$) memberikan pengaruh terhadap karakteristik fisiko-kimia seperti pH, penyusutan, kandungan proksimat dan daya cerna protein. Pengolahan termal dapat mengurangi tingkat mikroba pada ikan mentah. Jumlah beban mikrobial pada sampel yang diolah adalah $< 4 \log 10$ cfu/g, telah memenuhi standar yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Tidar atas pendanaan program penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam MdJ, Akbar S, Islam MdA, Sharker MdR, Akter S, Islam RS. 2016. The quality and safety aspects of *anabas testudineus* (bloch 1972) and *oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758) collected from pond and open water environment, Bangladesh. *World Journal of Zoology* 11(1): 45-50. DOI:10.5829/idosi.wjz.2016.11.1.10217
- Arwani A, Palupi NS, Giriwono PE. 2022. Effects of different heat processing on molecular weight and allergenicity profile of white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) and mud crab (*Scylla serrata*) from Indonesian Waters. *Squalen Bulletin of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology* 17: 13-22. DOI:10.15578/squalen.629.
- Association of Official Analytical Chemistry [AOAC]. 2012. Official Methods of Analysis. AOAC Int. Washington DC
- Badan Pengawas Obat dan Makanan [BPOM]. 2019. Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 13 Tahun 2019 tentang Batas maksimal cemaran mikroba dalam pangan olahan. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional [BSN]. 2021. SNI 2729:2021 Ikan Segar. Jakarta.
- Bhat ZF, Morton JD, Bekhit AEI-DA, Kumar S, Bhat HF. 2021. Thermal processing implications on the digestibility of meat, fish and seafood proteins. *Compr Rev Food Sci Food Saf* 20: 4511-4548. DOI:10.1111/1541-4337.12802.
- Cao L, Rasco BA, Tang J, Niu L, Lai K, Fan Y, Huang Y. 2016. effects of freshness on the cook loss and shrinkage of grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) filets following pasteurization. *International Journal of Food Properties* 19(10): 2297-2306. DOI:10.1080/10942912.2015.1123271.



- Chunming Tan, Xiaofeng Li, Yaqin Yu, Shi Nie, Qinghui Wen, Zongcai Tu, Lu Zhang. 2024. Effects of five thermal processing methods on the physicochemical properties and flavor characteristics of grass carp meat. LWT 206. DOI:10.1016/j.lwt.2024.116599.
- Dhaniswara. 2002. Ikan beong sudah bisa dibudidayakan. <https://www.beritamagelang.id/wawancara/ikan-beong-sudah-bisa-dibudidayakan-1>. [27 Oktober 2025 (09:59 WIB)].
- Doskocil I, Lampova B, Smid, P, Kopeć A. 2025. Impact of thermal processing on the protein digestibility of sardines and sprats. Foods 14(12): 2096. DOI:10.3390/foods14122096.
- Ferreira GA, Barro AG, Terto DK, Bosso EB, dos Santos ER, Ogawa NN, Bridi AM. 2024. Sensory quality of beef with different ultimate pH values - A Brazilian perspective. Meat Science 209: 109415-109424. DOI:10.1016/j.meatsci.2023.109415.
- Hardyanti, Faidatun N. 2022. Makanan tradisional mangut beong sebagai daya tarik wisata Gastronomi di Kabupaten Magelang Jawa Tengah. Destinesia Jurnal Hospitaliti & Pariwisata 4(1): 20-32
- Hes M. 2017. Protein-lipid interactions in different meat systems in the presence of natural antioxidants—A review. Pol. J. Food Nutr. Sci 67: 5-18. DOI:10.1515/pjfn-2016-0024
- Iskandar D, Hasan B, Sumarto. 2017. Komparasi karakteristik daging ikan baung (*Hemibagrus nemurus*) yang ditangkap di alam, hasil budidaya kolam dan keramba. <https://media.neliti.com/media/publications/199048-characteristic-comparison-of-catfishhemi.pdf>
- Lestari P, Nugroho BDA, Mawandha HG, Setyawan C, Riskawati E, Maharani AI, Alvriano BR, Hutama DR, Saraswita NAL. 2025. Spatial distribution of microplastic pollution and its relation to pollution index based water quality status in Progo River, Indonesia. Emerging Contaminants 11(3): 100510. DOI:10.1016/j.emcon.2025.100510.
- Mitiku BA, Mitiku MA, Ayalew GG, Alemu HY, Geremew UM, Wubayehu MT. 2022. Microbiological quality assessment of fish origin food along the production chain in upper Blue Nile watershed, Ethiopia. Food Science & Nutrition 11(2): 1096-1103. DOI:10.1002/fsn3.3147.
- Mujtahidah T, Siswanto U, Hidayati S, Jailani AQ. 2021. identification of the distribution of asian redbtail catfish (*Hemibagrus nemurus*) based on Geographical Information Systems (GIS) in the Progo River, Magelang, Central Java. Journal of Aquaculture Science 6(1): 12-23. DOI:10.31093/joas.v6i1.35517.
- Opstvedt J, Nygård E, Samuelsen TA, Venturini G, Luzzana U, Mundheim H. 2003. Effect on protein digestibility of different processing conditions in the production of fish meal and fish feed. J. Sci. Food Agric, 83: 775-782. DOI:10.1002/jsfa.1396
- Sobral MMC, Cunha SC, Faria MA, Ferreira IM. 2018. Domestic cooking of muscle foods: Impact on composition of nutrients and contaminants. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 17: 309-333. DOI: 10.1111/1541-4337.12327.
- Susilowati R, Fithriani D, Sugiyono S. 2017. Kandungan nutrisi dan aktivitas biologi *Hemibagrus nemurus* populasi alam dan budidaya. Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan 12(2): 149-162. DOI:10.15578/jpbkp.v12i2.355.



- Weichao Bu, Shuirong Guo, Shicheng Zhu, Fan Zhou, Yijiang Bei, Gaohua Yao, Ming Qi, Yuanfei Huang, Xueyan Ding, Xingwei Xiang. 2025. Effect of thermal treatments on processing and flavor quality of *Acrossocheilus fasciatus*. LWT 215, DOI:10.1016/j.lwt.2024.117273 .
- Windy H, Wahyuningsih, Suryanti A. 2015. Kebiasaan makanan ikan baung (*Mystus nemurus* C.V) di Sungai Bingai Kota Binjai Provinsi Sumatera Utara. Jurnal Aqua coast marine 3(4):1-11