ISSN : 2621 - 1475

Pengaruh Pra-Perlakuan Termal Terhadap Kualitas Nutrisi Konsentrat Protein Ikan Bulan-Bulan (*Megalops cyprinoides*)

Effect of Thermal Pretreatment on the Nutritional Quality of Bulan-Bulan Fish (Megalops cyprinoides) Protein Concentrate

Reni Tri Cahyani[1)], Christine Dyta Nugraeni[1)*], Ranisiska Ranisiska[1)], Happy Bunga Nasyirahul Sajidah[2)], Arlina Hidayati[1)], Laode Muhamad Hazairin Nadia[3)]

[1)]Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Borneo Tarakan, Jl. Amal Lama No. 1, Tarakan, Kalimatan Utara 77115, Indonesia

[2)]Program Studi Kimia, Fakultas Ilmu Komputer dan Sains, Universitas Indo Global Mandiri, Jl. Jend. Sudirman Km.4 No. 62, Kota Palembang, Sumatera Selatan 30129, Indonesia

[3)]Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Halu Oleo, Jl. H.E.A. Mokodompit, Kampus Bumi Tridharma Anduonohu, Kota Kendari, Sulawesi Tenggara 93232, Indonesia

Corresponding author[*)]: chdyta@borneo.ac.id, (+628983965444)

Cara sitasi: Cahyani, R. T., Nugraeni, C. D., Ranisiska, R., Sajidah, H. B. N., Hidayati, A., & Nadia, L. M. H. (2026). Pengaruh Pra-Perlakuan Termal Terhadap Kualitas Nutrisi Konsentrat Protein Ikan Bulan-Bulan (*Megalops cyprinoides*). *Jurnal Fish Protech, 9*(2): 294-303.

ABSTRACT

Fish protein concentrate (FPC) is a product obtained by concentrating the protein fraction of fish and has potential as a food ingredient with high nutritional value. This study aimed to evaluate changes in the nutritional quality of FPC from moonfish (*Megalops cyprinoides*) following thermal pretreatment prior to isopropyl alcohol extraction. Thermal pretreatment was conducted at 85°C for 15 min and compared with a treatment without thermal pretreatment. The analyzed parameters included moisture, ash, protein, fat, carbohydrate, energy, and the minerals K, Na, P, Zn, Fe, and Ca. The results showed that thermal pretreatment produced FPC with a protein content of 83.025±0.120%, numerically higher than 82.630 ± 0.269% without pretreatment, while the fat content decreased from 2.695±0.078% to 2.125±0.049%. The largest relative changes in mineral content were observed for K, Na, and P, which decreased by 73.28%, 70.68%, and 70.60%, respectively, whereas Zn increased by 43.07%. Exploratory *paired t-test* analysis indicated differences in carbohydrate, fat, energy, K, Na, P, Zn, Fe, and Ca contents ($p < 0.05$), while moisture, ash, and protein contents did not show significant differences ($p > 0.05$). Thermal pretreatment has potential for use in the production process of FPC from moonfish to maintain high protein content while reducing fat content. However, further process optimization is required to improve mineral retention.

Keywords: *Fish protein concentrate, Megalops cyprinoides, moonfish, nutritional quality, thermal pretreatment*

ABSTRAK

Konsentrat protein ikan (KPI) merupakan produk hasil pemekatan fraksi protein ikan yang berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan pangan bernilai gizi tinggi. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi perubahan kualitas nutrisi KPI ikan bulan-bulan (*Megalops cyprinoides*) akibat pra-perlakuan termal sebelum ekstraksi menggunakan isopropil alkohol. Pra-perlakuan dilakukan pada suhu 85°C selama 15 menit, kemudian dibandingkan dengan perlakuan tanpa pra-perlakuan termal. Parameter yang dianalisis meliputi kadar air, abu, protein, lemak, karbohidrat, energi, serta mineral K, Na, P, Zn, Fe, dan Ca. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan termal menghasilkan KPI dengan kadar protein sebesar 83,025±0,120%, lebih tinggi secara numerik dibandingkan 82,630±0,269% pada tanpa pra-perlakuan, sedangkan kadar lemak menurun dari 2,695 ± 0,078% menjadi

ISSN : 2621 - 1475

2,125±0,049%. Perubahan relatif terbesar pada mineral terjadi pada K, Na, dan P yang masing-masing menurun sebesar 73,28%, 70,68%, dan 70,60%, sedangkan Zn meningkat sebesar 43,07%. Analisis eksploratori *paired t-test* menunjukkan perbedaan pada kadar karbohidrat, lemak, energi, K, Na, P, Zn, Fe, dan Ca ($p < 0,05$), sedangkan kadar air, abu, dan protein tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p > 0,05$). Pra-perlakuan termal berpotensi digunakan dalam proses produksi KPI ikan bulan-bulan untuk mempertahankan kadar protein yang tinggi sekaligus menurunkan kadar lemak, namun diperlukan optimasi proses lebih lanjut untuk meningkatkan retensi mineral.

Kata Kunci: *ikan bulan-bulan, konsentrat protein ikan, kualitas nutrisi, Megalops cyprinoides, pra-perlakuan termal,*

PENDAHULUAN

Peningkatan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya pangan bergizi mendorong pemanfaatan sumber protein lokal yang memiliki nilai nutrisi tinggi dan dapat diolah menjadi produk dengan daya simpan lebih baik. Ikan merupakan salah satu sumber protein hewani yang memiliki komposisi asam amino baik serta mengandung berbagai mineral esensial. Namun, ikan segar memiliki umur simpan relatif pendek, aroma khas, dan mutu bahan baku yang beragam. Salah satu alternatif untuk mengatasinya adalah pengolahan ikan menjadi konsentrat protein ikan (KPI) atau *fish protein concentrate* (FPC), yang dapat meningkatkan stabilitas, kemudahan penyimpanan dan distribusi, serta fleksibilitas penggunaannya sebagai bahan pangan maupun fortifikan (Shaviklo, 2015).

Cahyani *et al*. (2020) menjelaskan bahwa FPC diperoleh melalui pengurangan komponen non-protein, terutama air dan lipid, sehingga fraksi protein menjadi lebih terkonsentrasi. Ekstraksi dengan pelarut banyak digunakan karena dapat membantu memisahkan lipid dari jaringan ikan dan menghasilkan konsentrat dengan kadar protein relatif tinggi. Keberhasilan proses dipengaruhi oleh spesies ikan, komposisi bahan, jenis dan karakteristik pelarut, rasio pelarut, waktu dan suhu ekstraksi, serta metode pengeringan. Oleh karena itu, kondisi pengolahan perlu dikendalikan karena dapat memengaruhi rendemen, komposisi kimia, dan karakteristik akhir FPC. Pengurangan lipid juga penting karena lipid yang tersisa dapat teroksidasi selama penyimpanan dan menyebabkan aroma tengik, sehingga kadar lemak yang rendah menjadi salah satu karakteristik yang diharapkan dari FPC (Fernandes *et al*., 2022).

Pemanfaatan ikan yang belum optimal sebagai bahan baku FPC dapat meningkatkan nilai tambah komoditas perikanan lokal. Salah satu ikan yang berpotensi dikembangkan adalah ikan bulan-bulan (*Megalops cyprinoides*). Cahyani *et al*. (2020) melaporkan bahwa daging ikan bulan-bulan mengandung protein 21,43%, lemak 13,32%, abu 12,81%, air 42,29%, dan karbohidrat 10,19%. Bagian yang dapat dimakan hanya sekitar 42,81%, sedangkan 57,19% berpotensi menjadi hasil samping. Penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa tepung ikan bulan-bulan memiliki rendemen 22,75% dengan kadar protein 55,44%, yang menunjukkan potensinya sebagai bahan baku produk berbasis protein.

Penelitian pada berbagai spesies ikan menunjukkan bahwa kondisi ekstraksi dapat memengaruhi komposisi nutrisi FPC. Cahyani *et al*. (2020) melaporkan bahwa ekstraksi menggunakan isopropil alkohol 90% sebanyak empat kali pada ikan lele dumbo menghasilkan KPI dengan kadar protein 78,71% dan lemak 0,69%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penghilangan lipid dapat meningkatkan proporsi protein sekaligus menghasilkan produk dengan kadar lemak rendah. Kombinasi pemasakan dan penghilangan lipid juga diketahui dapat mengubah komposisi akhir konsentrat (Fernandes *et al*., 2022). Dengan demikian, perlakuan bahan sebelum ekstraksi perlu diperhatikan karena dapat memengaruhi kualitas nutrisi FPC.

Selain jenis pelarut dan kondisi ekstraksi, perlakuan awal terhadap bahan dapat memengaruhi efektivitas pemisahan komponen non-protein dan karakteristik protein. Pemanasan sebelum ekstraksi dapat menyebabkan denaturasi, agregasi, dan perubahan kelarutan protein. Pada tingkat tertentu, perubahan

ISSN : 2621 - 1475

struktur tersebut dapat memengaruhi interaksi protein dengan komponen lain, sedangkan pemanasan berlebihan dapat mendorong agregasi, oksidasi, dan pembentukan ikatan silang antarmolekul protein. Respons tersebut bergantung pada suhu, lama pemanasan, dan karakteristik bahan (Ikasari *et al*., 2020).

Pemilihan suhu 85°C sebagai pra-perlakuan didasarkan pada penerapan perlakuan panas dalam pengolahan dan ekstraksi protein ikan. Shaviklo (2015) melaporkan penggunaan pemanasan pada kisaran suhu tersebut dapat membantu pelepasan minyak dari jaringan ikan dan menghasilkan fraksi protein dengan kadar sekitar 63-81,4%. Chueadoem *et al*. (2025) juga menggunakan ekstraksi panas pada suhu 85°C yang dikombinasikan dengan ultrasonik pada konsentrat protein hati tuna dan memperoleh konsentrat berkadar protein tinggi dengan profil asam amino yang relatif baik. Pemanasan juga telah digunakan sebagai bagian dari preparasi sebelum pemisahan komponen non-protein pada FPC (Ikasari *et al*., 2020).

Namun, hasil penelitian antarspesies tidak dapat langsung digeneralisasi karena karakteristik jaringan, komposisi lipid, struktur protein, dan respons terhadap panas dapat berbeda. Oleh karena itu, pengaruh pra-perlakuan 85°C selama 15 menit terhadap KPI ikan bulan-bulan perlu dibuktikan secara eksperimental.

Perubahan komposisi proksimat akibat pemanasan juga dilaporkan pada ikan *rainbow trout*, dengan respons kadar air, protein, abu, lemak, dan mineral yang bergantung pada metode pemasakan (Gokoglu *et al*., 2004) Selain makronutrien, mineral juga penting dalam mengevaluasi kualitas nutrisi FPC. Proses ekstraksi dan perlakuan termal dapat mengubah distribusi mineral karena sebagian mineral dapat larut ke fase cair atau terpisah bersama fraksi non-protein. Pada konsentrat protein dan tepung ikan bandeng, tepung ikan utuh memiliki kandungan kalsium dan fosfor lebih tinggi, sedangkan konsentrat protein memiliki kadar protein lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi protein tidak selalu diikuti peningkatan seluruh mineral. Perubahan mineral akibat pemanasan juga telah dilaporkan pada ikan dengan metode pemasakan berbeda, terutama pada mineral yang mudah berpindah ke fase cair (Gokoglu *et al*., 2004).

Berdasarkan penelitian terdahulu, masih terdapat kesenjangan penelitian mengenai pengaruh pra-perlakuan termal terhadap kualitas nutrisi KPI dari ikan bulan-bulan (*M. cyprinoides*). Cahyani *et al*. (2020) telah menunjukkan potensi ikan bulan-bulan sebagai bahan baku tepung ikan, sedangkan penelitian pada spesies lain menunjukkan bahwa jenis pelarut, frekuensi ekstraksi, dan kondisi pengolahan dapat memengaruhi kualitas FPC. Namun, penelitian yang membandingkan KPI ikan bulan-bulan tanpa pra-perlakuan dan dengan pra-perlakuan 85°C selama 15 menit berdasarkan komposisi proksimat, energi total, dan mineral secara terpadu masih terbatas.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pra-perlakuan termal pada suhu 85°C selama 15 menit terhadap kualitas nutrisi konsentrat protein ikan bulan-bulan (*Megalops cyprinoides*). Kualitas nutrisi dievaluasi berdasarkan kadar air, abu, protein, lemak, karbohidrat, energi total, serta kandungan mineral K, Na, P, Zn, Fe, dan Ca. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai efektivitas pra-perlakuan termal dalam pengolahan KPI serta mendukung pemanfaatan ikan bulan-bulan sebagai sumber protein lokal bernilai tambah untuk pengembangan bahan pangan berbasis sumber daya perikanan.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan sebagai bahan baku utama adalah daging ikan bulan-bulan (*Megalops cyprinoides*) yang diperoleh dari Pasar Gusher, Kota Tarakan. Bahan kimia yang digunakan meliputi natrium bikarbonat ($NaHCO_3$), isopropil alkohol, akuades, serta berbagai reagen yang diperlukan untuk analisis proksimat dan mineral. Alat yang digunakan diantaranya adalah *cold box*, *hotplate stirrer*, *food processor*, *dishmill*, ayakan, oven, alat gelas kimia, ICP-OES, dan *microwave*. Seluruh rangkaian penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan serta Laboratorium Nutrisi dan Pakan Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Borneo Tarakan.

ISSN : 2621 - 1475

Metode

Preparasi Sampel

Preparasi diawali dengan memisahkan bagian daging ikan dari tulang, kepala, sirip, dan ekor. Daging kemudian dicuci menggunakan air mengalir untuk menghilangkan kotoran, sisa darah, dan material asing yang masih menempel. Setelah pencucian, daging ditiriskan dan digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan konsentrat protein ikan (KPI).

Produksi Konsentrat Protein Ikan

Produksi KPI menggunakan metode ektraksi pelarut. Sebanyak 200 g daging ikan yang telah dipreparasi, dihaluskan menggunakan *food processor* hingga diperoleh bahan dengan ukuran partikel yang lebih seragam. Bahan kemudian direndam dalam larutan $NaHCO_3$ 2% dengan perbandingan bahan terhadap larutan sebesar 1:3 (b/v) dan diaduk selama 15 menit. Setelah proses perendaman selesai, bahan dipisahkan dari larutan, dicuci menggunakan akuades, kemudian dilakukan pengepresan untuk mengurangi kandungan cairan. Produksi KPI dilakukan dengan dua perlakuan, yaitu tanpa pra-perlakuan termal (A) dan dengan pra-perlakuan termal (B). Pada perlakuan tanpa pra-perlakuan termal, bahan hasil pencucian dan pengepresan langsung diekstraksi menggunakan isopropil alkohol dengan perbandingan bahan terhadap pelarut 1:3 selama 3 jam. Sementara itu, pada perlakuan dengan pra-perlakuan termal, bahan terlebih dahulu dipanaskan dalam akuades dengan perbandingan bahan terhadap air sebesar 1:3 pada suhu 85℃ selama 15 menit menggunakan *hotplate stirrer*. Setelah pemanasan, bahan dipisahkan dari fase cair dan dilakukan pengepresan, kemudian dilanjutkan dengan ekstraksi menggunakan isopropil alkohol pada rasio 1:3 selama 3 jam.

Residu yang diperoleh setelah ekstraksi dipisahkan dari pelarut dan selanjutnya dipres untuk mengurangi sisa cairan. Bahan kemudian dikeringkan pada suhu 55 ℃ hingga diperoleh produk kering. Produk hasil pengeringan dihaluskan menggunakan *dishmill* dan selanjutnya diayak untuk memperoleh ukuran partikel yang lebih seragam (Ikasari *et al*., 2020).

Analisis Kualitas Nutrisi

Evaluasi kualitas nutrisi KPI dilakukan melalui analisis proksimat, energi total, dan kandungan mineral. Kadar air ditentukan melalui metode gravimetri dengan mengeringkan sampel dalam oven pada suhu 105℃ hingga mencapai bobot konstan. Kadar abu dianalisis dengan metode pengabuan menggunakan tanur pada suhu 550℃. Analisis kadar lemak dilakukan melalui tahap hidrolisis asam yang dilanjutkan dengan ekstraksi menggunakan metode Soxhlet dan pelarut heksana. Kadar protein ditentukan berdasarkan metode Kjeldahl. Sementara itu, kadar karbohidrat ditetapkan secara *by difference* dengan mengurangkan jumlah kadar protein, lemak, air, dan abu dari 100% (Ikasari *et al*., 2020). Nilai energi total dihitung menggunakan faktor Atwater, dengan faktor konversi sebesar 4 kkal/g untuk protein, 9 kkal/g untuk lemak, dan 4 kkal/g untuk karbohidrat. Analisis kandungan mineral yang meliputi kalium (K), natrium (Na), fosfor (P), seng (Zn), besi (Fe), dan kalsium (Ca) dilakukan menggunakan instrumen ICP-OES (Ikasari *et al*., 2020) setelah melalui tahap destruksi menggunakan *microwave*.

Analisis Data

Data kualitas nutrisi dianalisis menggunakan uji *Paired sample t-test* menggunakan program SPSS 25.0. Energi total dianalisis secara deskriptif dan disajikan pada tabel. Seluruh parameter kualitas nutrisi, termasuk energi total, dianalisis menggunakan uji Paired sample t-test.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Karakteristik dan Komposisi Proksimat KPI Ikan Bulan-Bulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua perlakuan menghasilkan KPI dengan kadar protein yang tinggi. Kelompok tanpa pra-perlakuan termal (A) memiliki kadar protein sebesar 82,630±0,269%, sedangkan kelompok dengan pra-perlakuan termal pada suhu 85℃ selama 15 menit (B) memiliki kadar protein sebesar 83,025±0,120%. Kadar lemak pada kelompok A sebesar 2,695±0,078%, sedangkan pada

ISSN : 2621 - 1475

kelompok B sebesar 2,125±0,049%. Komposisi proksimat dan energi total KPI disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi proksimat dan energi KPI ikan bulan-bulan

Parameter	A	B	p (*paired t-test*)
Kadar air (%)	10,280 ±0,113	10,415± 0,049	0,205
Kadar abu (%)	3,570± 0,071	3,470±0, 028	0,186
Kadar karbohidrat (%)	0,825± 0,007	0,965±0, 007	0,045
Kadar lemak (%)	2,695± 0,078	2,125±0, 049	0,022
Kadar protein (%)	82,630 ±0,269	83,025± 0,120	0,165
Energi total (kkal/100 g)	358,075 ±0,346	355,085 ±0,064	0,043

Kadar air meningkat dari 10,280±0,113% pada kelompok A menjadi 10,415±0,049% pada kelompok B. Kadar abu menurun dari 3,570±0,071% menjadi 3,470±0,028%. Kadar karbohidrat meningkat dari 0,825±0,007% menjadi 0,965±0,007%, sedangkan kadar lemak menurun dari 2,695±0,078% menjadi 2,125±0,049%. Kadar protein meningkat dari 82,630±0,269% menjadi 83,025±0,120%. Energi total menurun dari 358,075±0,346 kkal/100 g menjadi 355,085±0,064 kkal/100 g. Berdasarkan perubahan relatif, perubahan terbesar pada komponen proksimat terjadi pada kadar lemak, yaitu sebesar −21,15%, diikuti kadar karbohidrat sebesar +16,97%. Kadar air meningkat sebesar 1,31%, kadar abu menurun 2,80%, kadar protein meningkat 0,48%, sedangkan energi total menurun sebesar 0,84%.

Kandungan Mineral KPI Ikan Bulan-Bulan

Kandungan mineral KPI ikan bulan-bulan pada kedua perlakuan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan mineral KPI ikan bulan-bulan

Mineral	A	B	p (*paired t-test*)
Kalium (K) (mg/100 g)	817,645±4, 745	218,465±1, 153	0,004
Natrium (Na) (mg/100 g)	191,675±0, 757	56,190±1,0 89	0,006
Fosfor (P) (mg/100 g)	613,753±1 1,836	180,466±0, 77	0,011
Seng (Zn) (mg/100 g)	1,660±0,08 5	2,375±0,00 7	0,049
Besi (Fe) (mg/100 g)	4,275±0,03 5	2,205±0,02 1	0,012
Kalsium (Ca) (mg/100 g)	138,490±3, 111	96,875±0,0 21	0,034

Hasil menunjukkan bahwa kadar kalium menurun dari 817,645±4,745 mg/100 g pada kelompok A menjadi 218,465±1,153 mg/100 g pada kelompok B. Natrium menurun dari 191,675±0,757 mg/100 g menjadi 56,190±1,089 mg/100 g, sedangkan fosfor menurun dari 613,753±11,836 mg/100 g menjadi 180,466±0,77 mg/100 g. Kadar seng mengalami peningkatan dari 1,660±0,085 menjadi 2,375±0,007 mg/100 g. Sebaliknya, kadar besi menurun dari 4,275±0,035 menjadi 2,205±0,021 mg/100 g, sedangkan kalsium menurun dari 138,490±3,111 menjadi 96,875±0,021 mg/100 g. Perubahan relatif terbesar terjadi pada kalium, yaitu −73,28%, diikuti natrium sebesar −70,68% dan fosfor sebesar −70,60%. Seng menunjukkan peningkatan sebesar 43,07%, sedangkan besi dan kalsium masing-masing mengalami penurunan sebesar 48,42% dan 30,05%.

Perbandingan Karakteristik KPI dengan KPI/FPC dari Spesies Lain

Perbandingan karakteristik KPI ikan bulan-bulan dengan beberapa konsentrat protein ikan yang telah dilaporkan sebelumnya disajikan pada Tabel 3.

ISSN : 2621 - 1475

Tabel 3. Perbandingan karakteristik KPI ikan bulan-bulan dengan beberapa laporan terdahulu

Sampel	Protein (%)	Lemak (%)	Perlakuan	Sumber
M. cyprinoides (A)	82,63	2,695	Tanpa pra-perlakuan termal	Data
M. cyprinoides (B)	83,025	2,125	85℃/15 menit	Data
C. striatus FPC	85,85	4,48	Protein dan profil asam amino tinggi	(Tawali *et al*., 2018)
C. gariepinus FPC	78,71	0,69	IPA 90%, ekstraksi 4 kali	(Listyarini *et al*., 2018)
Chanos chanos FPC	82,37	–	Ekstraksi IPA; kaya protein	(Asfar *et al*., 2025)
S. albella FPC	64,39	0,34	IPA; perlakuan terbaik T3	(Siregar & Marpaung, 2024)
O. niloticus FPC	56,93	7,40	IPA 1:3, 24 jam	(Rieuwpassa *et al*., 2022)
C. carpio FPC	75,65	3,51	Ekstraksi $NaHCO_3$/NaCl/etanol	(Afrianto *et al*., 2020)

Perubahan Relatif Komponen Nutrisi

Besarnya perubahan relatif akibat pra-perlakuan termal disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perubahan relatif komponen nutrisi akibat pra-perlakuan termal

Parameter	A	B	∆
Kadar air (%)	10,280	10,415	+0,135
Kadar abu (%)	3,570	3,470	−0,100
Kadar karbohidrat (%)	0,825	0,965	+0,140
Kadar lemak (%)	2,695	2,125	−0,570
Kadar protein (%)	82,630	83,025	+0,395
Energi total (kkal/100 g)	358,075	355,085	−2,990
Kalium (K) (mg/100 g)	817,645	218,465	−599,180
Natrium (Na) (mg/100 g)	191,675	56,190	−135,485
Fosfor (P) (mg/100 g)	613,753	180,466	−433,287
Seng (Zn) (mg/100 g)	1,660	2,375	+0,715
Besi (Fe) (mg/100 g)	4,275	2,205	−2,070
Kalsium (Ca) (mg/100 g)	138,490	96,875	−41,615

Analisis Statistik

Hasil *paired sample t-test* disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil *paired sample t-test* berdasarkan dua pasangan pengamatan

Parameter	t	p	Keterangan
Kadar air	−3,000	0,205	p > 0,05
Kadar abu	3,333	0,186	p > 0,05
Kadar karbohidrat	−14,000	0,045	p < 0,05
Kadar lemak	28,500	0,022	p < 0,05
Kadar protein	−3,762	0,165	p > 0,05
Energi total	14,950	0,043	p < 0,05
Kalium (K)	143,688	0,004	p < 0,05
Natrium (Na)	103,820	0,006	p < 0,05
Fosfor (P)	55,386	0,011	p < 0,05
Seng (Zn)	−13,000	0,049	p < 0,05
Besi (Fe)	51,750	0,012	p < 0,05
Kalsium (Ca)	18,788	0,034	p < 0,05

Parameter dengan nilai p < 0,05 meliputi kadar karbohidrat, lemak, energi total, K, Na, P, Zn, Fe, dan Ca. Sementara itu, kadar air, abu, dan protein memiliki nilai p > 0,05.

Pembahasan

Pengaruh Pra-Perlakuan Termal terhadap Komposisi Proksimat

Kedua perlakuan menghasilkan KPI dengan kadar protein yang tinggi, yaitu 82,630% pada kelompok tanpa pra-perlakuan termal (A) dan 83,025% pada kelompok dengan pra-perlakuan termal (B). Tingginya kadar protein tersebut menunjukkan bahwa proses

ISSN : 2621 - 1475

ekstraksi yang digunakan mampu menghasilkan produk dengan fraksi protein yang jauh lebih terkonsentrasi dibandingkan bahan baku ikan bulan-bulan. Cahyani *et al*. (2020) melaporkan bahwa daging ikan bulan-bulan mengandung protein sebesar 21,43%. Namun, perbandingan tersebut perlu dipahami sebagai perbandingan komposisi, bukan sebagai *recovery* protein, karena basis dan kondisi sampel berbeda. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *Megalops cyprinoides* berpotensi digunakan sebagai bahan baku KPI.

Kadar protein pada penelitian ini juga berada pada kisaran yang dilaporkan pada beberapa FPC dari spesies ikan lain. Tawali *et al*. (2018) melaporkan kadar protein sebesar 85,85% pada FPC ikan gabus, sedangkan Soemadi *et al*. (2024) melaporkan kadar protein sebesar 83,10±0,92% pada KPI ikan lele tipe. Asfar *et al*., (2025) juga melaporkan kadar protein FPC ikan bandeng sebesar 82,37%. Perbedaan kadar protein antar penelitian dapat dipengaruhi oleh spesies ikan, komposisi awal bahan, jenis pelarut, rasio bahan terhadap pelarut, lama ekstraksi, jumlah ekstraksi, serta metode pengeringan (Fernandes *et al*., 2022).

Pra-perlakuan termal meningkatkan kadar protein secara numerik sebesar 0,48%, tetapi hasil analisis eksploratori menunjukkan p = 0,165. Dengan demikian, peningkatan tersebut belum dapat dipandang sebagai bukti adanya pengaruh yang meyakinkan dari perlakuan termal terhadap kadar protein. Selain itu, peningkatan kadar protein tidak menunjukkan terbentuknya protein baru akibat pemanasan. Pada analisis proksimat, perubahan kadar protein dapat dipengaruhi oleh perubahan proporsi komponen lain, terutama air dan lipid.

Pemanasan dapat menyebabkan perubahan struktur protein melalui denaturasi, agregasi, dan perubahan kelarutan. Namun, perubahan struktur tersebut tidak selalu menyebabkan penurunan nitrogen total yang terukur melalui metode Kjeldahl. Oleh karena itu, kadar protein proksimat dapat tetap tinggi meskipun terjadi perubahan pada struktur atau sifat fungsional protein (Ikasari *et al*., 2020). Untuk menjelaskan pengaruh termal terhadap struktur protein secara lebih mendalam, analisis lanjutan seperti kelarutan protein, SDS-PAGE, atau FTIR diperlukan.

Berbeda dengan protein, kadar lemak mengalami penurunan sebesar 21,15%, dari 2,695% menjadi 2,125%. Penurunan lipid merupakan salah satu perubahan yang relevan dalam produksi FPC karena pengurangan lemak dapat meningkatkan stabilitas produk. Lipid residual dapat mengalami oksidasi selama penyimpanan dan berkontribusi terhadap terbentuknya aroma tengik (Shaviklo, 2015). Penggunaan isopropil alkohol pada penelitian ini mendukung proses penghilangan lipid, sedangkan pra-perlakuan termal berpotensi membantu pelepasan lipid dari jaringan ikan. (Fernandes *et al*., 2022) menunjukkan bahwa kombinasi pemasakan dan penghilangan lipid dapat memengaruhi karakteristik konsentrat protein ikan. Hal tersebut menunjukkan bahwa urutan tahapan pengolahan merupakan salah satu faktor yang dapat menentukan komposisi akhir FPC.

Kadar air dan abu hanya mengalami perubahan relatif kecil dibandingkan perubahan pada beberapa komponen mineral. Kadar air yang rendah pada kedua produk menunjukkan bahwa proses pengeringan menghasilkan produk berbentuk bubuk dengan kandungan air yang relatif rendah. Pengendalian kadar air penting untuk mempertahankan stabilitas produk protein ikan selama penyimpanan (Fernandes *et al*., 2022). Kadar karbohidrat meningkat dari 0,825% menjadi 0,965%. Namun, peningkatan tersebut tidak dapat ditafsirkan sebagai pembentukan karbohidrat akibat perlakuan termal karena kadar karbohidrat ditentukan menggunakan metode *by difference*. Oleh karena itu, penurunan kadar lemak dan perubahan komponen proksimat lainnya dapat menghasilkan peningkatan kadar karbohidrat terhitung.

Energi total mengalami penurunan sebesar 0,84%. Penurunan ini dapat dikaitkan dengan berkurangnya kadar lemak, mengingat lemak memiliki faktor energi sebesar 9 kkal/g, sedangkan protein dan karbohidrat masing-masing memiliki faktor 4 kkal/g (Cahyani *et al*., 2020).

Pengaruh Pra-Perlakuan Termal terhadap Komposisi Mineral

Perubahan yang lebih besar dibandingkan komponen proksimat terlihat pada beberapa mineral. Kandungan K, Na, dan P mengalami penurunan masing-masing sebesar 73,28%, 70,68%, dan 70,60%.

ISSN : 2621 - 1475

Penurunan tersebut menunjukkan bahwa pra-perlakuan termal yang melibatkan pemanasan dalam air dan pemisahan fase berpotensi memengaruhi retensi mineral pada produk akhir. Salah satu kemungkinan mekanisme adalah perpindahan sebagian mineral yang larut dalam air ke fase cair selama proses pemanasan.

Mineral dalam bentuk ion dapat mengalami perpindahan dari jaringan ke medium air sehingga sebagian mineral berpotensi tidak tertahan dalam fraksi padat yang kemudian digunakan untuk menghasilkan KPI. Fenomena kehilangan mineral selama pemasakan menggunakan air juga telah dilaporkan pada ikan *rainbow trout*, meskipun besarnya perubahan bergantung pada jenis mineral dan metode pemasakan (Gokoglu *et al*., 2004). Namun demikian, mekanisme tersebut belum dapat dibuktikan secara langsung pada penelitian ini karena kandungan mineral pada filtrat atau fase cair hasil pemanasan tidak dianalisis. Oleh karena itu, penurunan mineral pada produk akhir tidak dapat secara definitif dinyatakan seluruhnya disebabkan oleh *leaching*. Pengukuran mineral pada bahan baku, filtrat, residu padat, dan produk akhir diperlukan untuk memperoleh neraca massa mineral yang lebih kuat.

Kandungan Zn menunjukkan pola yang berbeda dengan K, Na, dan P karena mengalami peningkatan sebesar 43,07%. Sebaliknya, Fe dan Ca mengalami penurunan masing-masing sebesar 48,42% dan 30,05%. Perbedaan arah perubahan tersebut menunjukkan bahwa respons mineral terhadap perlakuan termal tidak dapat dijelaskan hanya dengan satu mekanisme. Kelarutan, bentuk kimia mineral, interaksi dengan protein, distribusi antarfraksi, serta perpindahan bersama fase cair dapat memengaruhi retensi masing-masing mineral. Asfar (2025) menunjukkan bahwa komposisi mineral FPC dapat berbeda dibandingkan tepung ikan utuh. Temuan tersebut memperkuat bahwa proses produksi konsentrat merupakan proses pemisahan yang bersifat selektif, sehingga peningkatan konsentrasi protein tidak selalu diikuti oleh peningkatan seluruh komponen mineral.

Perbandingan dengan FPC dari Spesies Ikan Lain

Kadar protein KPI ikan bulan-bulan dalam penelitian ini relatif tinggi dibandingkan beberapa FPC yang telah dilaporkan. Nilai 82,630-83,025% berada dekat dengan kadar protein FPC ikan gabus sebesar 85,85%, KPI lele sebesar 83,10± 0,92%, dan FPC bandeng sebesar 82,37% (Asfar *et al*., 2025). Sebaliknya, nilai tersebut lebih tinggi dibandingkan FPC *tilapia* yang dilaporkan sebesar 56,93% (Rieuwpassa *et al*., 2022) dan FPC *Sardinella albella* sebesar 64,39% (Siregar & Marpaung, 2024). Perbedaan tersebut tidak dapat digunakan untuk menentukan bahwa satu metode lebih baik daripada metode lainnya secara langsung. Setiap penelitian menggunakan spesies, komposisi awal bahan, jenis dan konsentrasi pelarut, rasio bahan terhadap pelarut, waktu ekstraksi, jumlah ekstraksi, serta metode pengeringan yang berbeda. Ansar (2022) menegaskan bahwa kondisi operasi merupakan faktor penting yang menentukan karakteristik FPC.

Fernandes *et al*. (2022) juga menunjukkan bahwa perubahan tahapan pemasakan dan penghilangan lipid dapat menghasilkan perbedaan komposisi konsentrat. Berdasarkan perbandingan tersebut, hasil penelitian ini memberikan indikasi bahwa *M. cyprinoides* layak dikembangkan sebagai bahan baku FPC. Pra-perlakuan termal menghasilkan produk dengan kadar protein yang tetap tinggi dan kadar lemak yang lebih rendah, tetapi perubahan mineral menunjukkan perlunya optimasi lebih lanjut apabila retensi mineral menjadi salah satu target utama produk.

Implikasi Pra-Perlakuan Termal terhadap Kualitas Nutrisi KPI

Secara keseluruhan, pra-perlakuan termal pada suhu 85°C selama 15 menit menghasilkan pola perubahan yang berbeda antar parameter. Protein relatif stabil, sedangkan lipid mengalami penurunan yang cukup besar. Pada sisi lain, beberapa mineral, terutama K, Na, dan P, mengalami penurunan yang jauh lebih besar. Pola tersebut menunjukkan bahwa pra-perlakuan termal dapat memberikan keuntungan dari sisi pengurangan lipid, tetapi berpotensi mengurangi retensi beberapa mineral. Oleh karena itu, penggunaan pra-perlakuan termal perlu mempertimbangkan tujuan akhir produk. Jika tujuan utama adalah menghasilkan KPI dengan kadar protein

ISSN : 2621 - 1475

tinggi dan kandungan lemak lebih rendah, perlakuan tersebut berpotensi digunakan sebagai salah satu tahap proses. Namun, apabila retensi mineral menjadi prioritas, kondisi pemanasan dan pemisahan fase perlu dioptimalkan.

KPI dengan kadar protein sekitar 83% berpotensi digunakan sebagai bahan fortifikasi pangan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa FPC dapat diaplikasikan dalam produk pangan seperti cookies dan biskuit untuk meningkatkan kandungan protein (Ikasari *et al*., 2020). Namun, sebelum diarahkan pada aplikasi pangan, aspek keamanan dan mutu tambahan perlu dievaluasi, termasuk residu pelarut isopropil alkohol, mutu mikrobiologis, oksidasi lipid, sifat fungsional, dan penerimaan sensori.

KESIMPULAN

Pra-perlakuan termal pada 85°C selama 15 menit sebelum ekstraksi isopropil alkohol menghasilkan KPI ikan bulan-bulan (*Megalops cyprinoides*) dengan kadar protein 83,025±0,120% dan lemak 2,125±0,049%, dibandingkan 82,630±0,269% dan 2,695±0,078% tanpa pra-perlakuan. Mineral K, Na, dan P menurun masing-masing 73,28%, 70,68%, dan 70,60%, sedangkan Zn meningkat 43,07%, serta Fe dan Ca menurun 48,42% dan 30,05%. Analisis eksploratori *paired t-test* menunjukkan perbedaan pada karbohidrat, lemak, energi, K, Na, P, Zn, Fe, dan Ca ($p < 0,05$). Pra-perlakuan berpotensi meningkatkan protein dan menurunkan lemak, tetapi retensi mineral masih perlu dioptimalkan.

Ucapan Terima Kasih: Penulis menyampaikan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Borneo Tarakan atas dukungan dan fasilitasi yang diberikan dalam pelaksanaan penelitian ini. Dukungan tersebut sangat membantu dalam proses pelaksanaan penelitian hingga penyusunan artikel ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

Afrianto, E., Liviawaty, E., Junianto, Rostini, I., & Subiyanto. (2020). Physicochemical Characteristics Fish Protein Concentrate from Cyprinus carpio. *International Journal of Advanced Science and Technology*, *29*(05), 169–173. http://sersc.org/journals/index.php/IJAST/article/view/8847

Ansar, N. M. S., Cahyono, E., Pumpente, O. I., Wodi, S. I. M., Rieuwpassa, F. J., Palawe, J. F. P., & Tanod, W. A. (2022). Karakterisasi Tepung Semi Refined Carrageenan Dari Rumput Laut Kappaphycus alvarezii Dengan Berbagai Pelarut Alkali. *Juvenil:Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, *3*(1), 8–15. https://doi.org/10.21107/juvenil.v3i1.15013

Asfar, M., Maksum, F., Laga, A., Tawali, A. B., Mahendradatta, M., Akil, A. W., Paena, M., & Lestari, D. (2025). Nutritional characterization and functional properties of milkfish (Chanos chanos) protein concentrate and whole fish powder as protein and calcium ingredient products. *Food Chemistry Advances*, *9*, 101114. https://doi.org/10.1016/j.focha.2025.101114

Cahyani, R. T., Bija, S., & Tang Nga Sugi, L. (2020). Karakteristik ikan bulan-bulan (Megalops cyprinoides) dan potensinya sebagai tepung ikan. *Teknologi Pangan : Media Informasi Dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, *11*(2), 182–191. https://doi.org/10.35891/tp.v11i2.2030

Chueadoem, T., Aenglong, C., Kitsanayanyong, L., Klaypradit, W., & Tepwong, P. (2025). Effect of heat and ultrasonic-assisted extraction on nutritional characteristics, functional properties, and bioactivities of tuna liver protein concentrate powders. *Journal of Agriculture and Food Research*, *22*, 102106. https://doi.org/10.1016/j.jafr.2025.102106

Fernandes, N. I., Silva, C. A. H. da, Bueno, G. C. F., Souza, M. L. R. de, & Goes, E. S. dos R. (2022). Preparation of tambacu protein concentrates using different methodologies. *Semina: Ciências Agrárias*, *43*(1), 415–430. https://doi.org/10.5433/1679-0359.2022v43n1p415

Gokoglu, N., Yerlikaya, P., & Cengiz, E. (2004). Effects of cooking methods on the proximate composition and mineral contents of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss). *Food Chemistry*, *84*(1), 19–22. https://doi.org/10.1016/S0308-

ISSN : 2621 - 1475

8146(03)00161-4

Ikasari, D., Hastarini, E., & Suryaningrum, T. D. (2020). Characteristics of Cookies Formulated with Fish Protein Concentrate Powder Produced from Snakehead Fish (*Channa striata*) Extraction By-Product. *E3S Web of Conferences*, *147*, 03028. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202014703028

Listyarini, S., Asriani, & Santoso, J. (2018). Konsentrat Protein Ikan Lele Dumbo (Clarias gariepenus) Afkir dalam Kerupuk Melarat untuk Mencapai Sustainable Development Goals. *Jurnal Matematika, Sains, Dan Teknologi*, *19*(2).

Rieuwpassa, F. J., Karimela, E. J., Chayono, E., Tomasoa, A. M., Ansar, N. M. S., Tanod, W. A., Nadia, L. M. H., Ramadhan, W., Ilhamdy, A. F., & Rieuwpassa, F. (2022). Extraction and characterization of fish protein concentrate from Tilapia (Oreochromis niloticus). *Food Research*, *6*(4), 92–99. https://doi.org/10.26656/fr.2017.6(4).528

Shaviklo, A. R. (2015). Development of fish protein powder as an ingredient for food applications: a review. *Journal of Food Science and Technology*, *52*(2), 648–661. https://doi.org/10.1007/s13197-013-1042-7

Siregar, R. F., & Marpaung, H. F. (2024). Characteristics Protein Concentrate from White Sardinella (Sardinella albella) Extracted using Isopropyl. *Berkala Perikanan Terubuk*, *52*(1), 2218–2222.

Soemadi, D. S., Bustami, B., & Santoso, J. (2024). Karakteristik kimia dan sifat fungsional konsentrat protein ikan (KPI) dan tepung tulang dari ikan lele. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, *27*(6), 459–473. https://doi.org/10.17844/jphpi.v27i6.50064

Tawali, A. B., Asfar, M., Mahendradatta, M., & Tawali, S. (2018). Comparison of Proximate Composition, Amino Acid, Vitamin, and Mineral Contents of Whole Fish Powder and Fish Protein Concentrate from Local Indonesian Snakehead Fish (Channa striatus). *Carpathian Journal of Food Science and Techology*, *10*(33), 40–46. http://chimie-biologie.ubm.ro/carpathian_journal/index.html