

## Comparison of Proximate Composition of Tuna and Mackerel Protein Hydrolysates for Diet Development in Non-Communicable Disease

### Perbandingan Komposisi Proksimat Hidrolisat Protein Ikan Tuna dan Ikan Tongkol untuk Pengembangan Diet Penyakit Tidak Menular

Septi Nur Rachmawati<sup>1\*</sup>, Baiq Dewi Sukma Septiani<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Gizi, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Jember, Jl. Kalimantan No. 1/93, Tegal Boto, Kec. Sumpalsari, Kab. Jember, Jawa Timur, 68121, Indonesia.

\*Corresponding author email: [eptinr@unej.ac.id](mailto:eptinr@unej.ac.id)

#### Abstract

Non-communicable diseases (NCDs) remain the leading causes of death worldwide and are closely associated with unhealthy dietary patterns. This condition highlights the need for comprehensive interventions, including dietary approaches. One strategy to reduce the severity of NCDs is the development of food innovations that can improve diet quality, particularly in terms of palatability, without increasing disease risk. Fish protein hydrolysate (FPH) contains amino acids such as glutamate, which contributes to umami taste and can be utilized as a flavor enhancer to improve food acceptability. This study aimed to compare the proximate composition of FPH derived from tuna (*Thunnus sp.*) and kawakawa (*Euthynnus affinis*) as a basis for developing flavor enhancers for NCD dietary management. This study used a laboratory experimental design with a quantitative descriptive approach. FPH was produced through enzymatic hydrolysis using papain, followed by proximate analysis including ash, moisture, carbohydrate, protein, and fat contents. The results showed that protein content was higher in tuna FPH, whereas its moisture content was lower than that of kawakawa FPH. Both samples had low fat and ash contents. All parameters differed significantly between samples ( $p < 0.05$ ), including ash content ( $p = 0.014$ ), moisture content ( $p = 0.019$ ), protein content ( $p = 0.026$ ), carbohydrate content ( $p = 0.038$ ), and fat content ( $p = 0.047$ ). Overall, tuna FPH showed better nutritional characteristics and has potential as a natural flavor enhancer to support dietary management in NCDs.

**Keywords:** fish protein hydrolysate, tuna, mackerel, diet, non-communicable diseases.

#### Abstrak

Penyakit tidak menular (PTM) masih mendominasi penyebab kematian di dunia dan memiliki keterkaitan erat dengan pola konsumsi yang kurang sehat. Kondisi ini menunjukkan perlunya upaya intervensi yang komprehensif, salah satunya melalui pendekatan diet. Salah satu strategi untuk mengurangi keparahan PTM adalah pengembangan inovasi pangan yang dapat meningkatkan kualitas diet, terutama dari aspek palatabilitas, tanpa memperburuk risiko penyakit. Hidrolisat protein ikan (HPI) mengandung asam amino seperti glutamat yang berkontribusi terhadap rasa umami dan dapat dimanfaatkan sebagai penambah cita rasa untuk meningkatkan penerimaan makanan. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan komposisi proksimat HPI yang berasal dari ikan tuna (*Thunnus sp.*) dan ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) sebagai dasar pengembangan penambah cita rasa pada diet PTM. Penelitian ini menggunakan desain eksperimen laboratorium dengan pendekatan deskriptif kuantitatif. HPI diproduksi melalui hidrolisis enzimatis menggunakan papain, kemudian dilakukan analisis kandungan proksimat yang meliputi kadar abu, air, karbohidrat, protein, dan lemak. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kadar protein pada HPI tuna lebih tinggi, namun kadar airnya lebih rendah dibandingkan dengan HPI tongkol. Kedua sampel memiliki kandungan lemak dan abu yang rendah. Semua parameter berbeda secara signifikan antar sampel ( $p < 0,05$ ), yaitu kadar abu ( $p=0,014$ ), kadar air ( $p=0,019$ ), kadar protein ( $p=0,026$ ), kadar karbohidrat ( $p=0,038$ ), dan kadar lemak ( $p=0,047$ ). Secara keseluruhan, HPI tuna menunjukkan karakteristik gizi yang lebih baik dan berpotensi sebagai penambah cita rasa alami untuk mendukung pengelolaan diet pada PTM.

**Kata kunci:** hidrolisat protein ikan, tuna, tongkol, diet, penyakit tidak menular.

#### Cite this article (APA Style 7):

Rachmawati, S. N & Septiani, B. D. S. (2026). Comparison of Proximate Composition of Tuna and Mackerel Protein Hydrolysates for Diet Development in Non-Communicable Disease. *Media Ilmiah Kesehatan Indonesia*, 4(2), 76–82. <https://doi.org/10.58184/miki.v4i2.951>

Submitted: 22 Apr 2026; Received in revised form: 29 Apr 2026; Accepted: 3 May 2026; Published regularly: 20 May 2026

This is an open access article under [CC-BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Copyright © 2026 The Author(s)

## PENDAHULUAN

Penyakit tidak menular (PTM) menjadi masalah kesehatan masyarakat yang termasuk dalam kelompok penyakit kronis. PTM tidak ditularkan secara langsung antar individu, dan berkembang dalam jangka waktu lama. Kejadian PTM sangat dipengaruhi oleh faktor perilaku, antara lain pola makan kurang sehat, rendahnya aktivitas fisik, serta sering mengonsumsi zat berbahaya (Kemenkes, 2023a; WHO, 2025). PTM utamanya meliputi penyakit kardiovaskular, kanker, diabetes melitus, dan PPOK. Hingga sekarang, PTM masih menjadi penyebab kematian paling banyak di tingkat global dan merupakan tantangan besar dalam bidang kesehatan masyarakat. Data terbaru menunjukkan bahwa PTM menyebabkan 43 juta kematian secara global pada tahun 2021 atau sekitar 75% dari seluruh kematian nonpandemi (WHO, 2025). Hal serupa juga terjadi di Indonesia. PTM menjadi penyebab kematian yang paling banyak, yaitu sekitar 52% dari total kematian. Prevalensi PTM di Indonesia masih tinggi, dengan hipertensi >30% serta peningkatan prevalensi diabetes dari 10,9% pada tahun 2018 menjadi 11,7% pada tahun 2023 (Kemenkes, 2023b). Hal ini menunjukkan bahwa PTM masih menjadi masalah kesehatan masyarakat yang membutuhkan intervensi komprehensif, termasuk melalui pendekatan diet.

Salah satu faktor yang dapat meningkatkan risiko PTM adalah pola konsumsi yang tinggi gula, garam, dan lemak yang berkontribusi terhadap gangguan metabolik (Ruhana & Afifah, 2020; Yuliardi, 2024). Pada praktik diet rendah garam, penurunan palatabilitas sering menjadi hambatan utama sehingga menurunkan kepatuhan pasien (DJK, 2024). Monosodium glutamat (MSG) sering digunakan sebagai penambah rasa karena memberikan sensasi umami, namun tidak memiliki kontribusi makronutrien yang signifikan. Oleh karena itu, diperlukan alternatif penambah cita rasa yang tidak hanya meningkatkan palatabilitas, tetapi juga memiliki nilai gizi. Sebagai alternatif, hidrolisat protein ikan (HPI) dapat dikembangkan sebagai bahan penyedap alami (Witono *et al.*, 2020). HPI dihasilkan melalui hidrolisis protein yang menghasilkan peptida dan asam amino bebas. Glutamat merupakan salah satu asam amino yang terkandung dalam HPI mampu memberikan rasa umami secara alami. Selain itu, kandungan peptida bioaktif dalam HPI yang berpotensi memberikan manfaat kesehatan, antara lain aktivitas antioksidan, antihipertensi, dan antiinflamasi (Salman *et al.*, 2024).

Meskipun memiliki potensi besar, pemanfaatan HPI dalam diet PTM masih memerlukan dasar ilmiah yang kuat, khususnya terkait komposisi zat gizinya. Analisis proksimat merupakan langkah awal penting untuk mengetahui kandungan utama seperti protein, lemak, air, abu, dan karbohidrat yang memengaruhi kualitas dan aplikasinya. Selain itu, perbedaan jenis ikan sebagai bahan baku dapat memengaruhi komposisi kimia HPI, sehingga diperlukan analisis komparatif untuk menentukan sumber terbaik. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan komposisi proksimat HPI dari ikan tuna dan tongkol sebagai dasar pengembangan penambah cita rasa dalam diet PTM.

## METODE

Penelitian ini menggunakan rancangan eksperimen laboratorium dengan pendekatan deskriptif kuantitatif untuk membandingkan kandungan proksimat hidrolisat protein ikan (HPI) berbahan baku tuna (*Thunnus sp.*) dan tongkol (*Euthynnus affinis*). Desain komparatif mencakup dua perlakuan, masing-masing diulang tiga kali ( $n = 3$ ). Pembuatan HPI dan analisis dilakukan di Laboratorium KBHP dan RPHP FTP Universitas Jember. Bahan utama berupa ikan segar diperoleh dari Pasar Ikan Kecamatan Puger, Kabupaten Jember. Bahan kimia yang digunakan meliputi air suling (akuades), petroleum benzena (p.a), enzim papain, HCl, selenium, NaOH, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, indikator MM-MB (metil merah–metilen biru), aluminium foil, dan kertas saring. Adapun alat yang

digunakan meliputi timbangan analitik digital, *freeze dryer*, *food processor*, ayakan Tyler 60 mesh, sentrifus, serta instrumen analisis proksimat sesuai metode AOAC.

Produksi HPI dilakukan menggunakan metode hidrolisis enzimatis mengacu pada penelitian sebelumnya (Rachmawati *et al.*, 2025; Witono *et al.*, 2020). Ikan tuna dan tongkol difillet untuk memperoleh daging ikan tanpa tulang. Daging ikan kemudian ditimbang dan dihomogenisasi menggunakan *food processor*. Pada proses ini digunakan perbandingan daging ikan dan air suling sebesar 1:2 (b/b) hingga membentuk suspensi. Selanjutnya ditambahkan enzim papain sebanyak 3% (b/b dari daging ikan). Tahapan hidrolisis enzimatis dilakukan pada suhu 55°C selama 3 jam, kemudian reaksi dihentikan melalui proses inaktivasi enzim pada suhu 85°C selama 20 menit. Produk hidrolisis yang terbentuk dipisahkan menggunakan sentrifugasi pada 3500 rpm dan suhu 10°C selama 30 menit untuk memperoleh supernatan dan residu. Bagian supernatan selanjutnya dikeringkan dengan metode *freeze drying* hingga menghasilkan hidrolisat protein ikan dalam bentuk serbuk. Analisis proksimat mencakup kadar abu (metode gravimetri langsung), kadar air (metode termogravimetri), protein (metode semi-mikro Kjeldahl), lemak (metode Soxhlet), dan karbohidrat (dengan selisih) menggunakan metode standar AOAC (BSN, 1992; Horwitz & Latimer, 2005; Winarno, 2008). Validasi metode mengikuti prosedur AOAC yang diakui secara internasional untuk memastikan akurasi dan presisi. Data dianalisis menggunakan uji t sampel independen dengan tingkat kepercayaan 95% ( $\alpha = 0,05$ ).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar air HPI tuna ( $5,81 \pm 0,01\%$ ) lebih rendah dibandingkan dengan HPI tongkol ( $8,52 \pm 0,05\%$ ), yang menunjukkan bahwa HPI tuna lebih kering (Tabel 1). Sebaliknya, kadar abu HPI tuna ( $18,96 \pm 0,16\%$ ) sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan HPI tongkol ( $18,15 \pm 0,10\%$ ), yang menunjukkan kandungan mineral yang relatif sebanding. Kadar lemak pada kedua sampel relatif rendah, yaitu HPI tuna sebesar  $0,24 \pm 0,01\%$  dan HPI tongkol sebesar  $0,19 \pm 0,01\%$ . Perbedaan paling mencolok terdapat pada kadar protein, di mana HPI tuna memiliki kandungan protein yang jauh lebih tinggi ( $66,01 \pm 0,76\%$ ) dibandingkan dengan HPI tongkol ( $25,68 \pm 0,64\%$ ). Sebaliknya, kadar karbohidrat pada HPI tongkol ( $47,46 \pm 0,60\%$ ) jauh lebih tinggi dibandingkan dengan HPI tuna ( $8,89 \pm 0,92\%$ ).

**Tabel 1.** Analisis Proksimat Hidrolisis Protein Ikan Tuna dan Tongkol

Parameter	HPI Tuna	HPI Tongkol	<i>p-value</i>
Kadar abu (%)	$18,96 \pm 0,16$	$18,15 \pm 0,1$	0.014
Kadar air (%)	$5,81 \pm 0,01$	$8,52 \pm 0,05$	0.019
Kadar protein (%)	$66,01 \pm 0,76$	$25,68 \pm 0,64$	0.026
Kadar karbohidrat (%)	$8,89 \pm 0,92$	$47,46 \pm 0,6$	0.038
Kadar lemak (%)	$0,24 \pm 0,01$	$0,19 \pm 0,01$	0.047

Secara keseluruhan, HPI tuna memiliki profil berupa kandungan protein tinggi dengan kadar air yang lebih rendah, sedangkan HPI tongkol memperlihatkan dominasi karbohidrat serta kadar air yang cenderung lebih tinggi. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa seluruh parameter berbeda signifikan antara kedua jenis HPI ( $p < 0,05$ ). HPI tuna memiliki kadar protein yang jauh lebih tinggi dibandingkan HPI tongkol, yang mengindikasikan efisiensi hidrolisis protein yang lebih baik. Hal ini dapat dipengaruhi oleh perbedaan komposisi awal bahan baku, struktur protein, serta tingkat aksesibilitas enzim terhadap substrat. Kadar air HPI tuna yang lebih rendah menunjukkan proses pengeringan atau retensi air yang lebih optimal, yang secara langsung berkontribusi

terhadap stabilitas produk. Sementara itu, kadar abu yang relatif tinggi pada kedua sampel mencerminkan kandungan mineral hasil pemecahan jaringan ikan selama proses hidrolisis.

Perbedaan hasil analisis proksimat antara HPI tuna dan tongkol menegaskan bahwa terdapat variasi komposisi proksimat antara kedua jenis hidrolisat. HPI tuna unggul dalam kandungan protein, sementara HPI tongkol lebih tinggi pada fraksi karbohidrat. Kondisi ini dapat dipengaruhi oleh karakteristik bahan baku, komposisi awal ikan, serta efektivitas proses hidrolisis enzimatis dalam melarutkan protein menjadi peptida dan asam amino bebas (Chalamaiah *et al.*, 2012). Hidrolisis protein menghasilkan fragmen berukuran lebih kecil yang lebih mudah larut, sehingga teridentifikasi sebagai bagian dari komponen protein dalam analisis proksimat.

Tingginya kandungan protein pada HPI tuna ( $\pm 66\%$ ) menunjukkan potensi yang lebih besar sebagai sumber senyawa bioaktif dibandingkan dengan HPI tongkol. Hidrolisat protein ikan diketahui kaya akan peptida dan asam amino esensial yang berperan penting dalam berbagai fungsi fisiologis. Selain itu, komposisi asam amino seperti glutamat, aspartat, dan glisin berkontribusi terhadap pembentukan rasa umami khas pada produk hidrolisat protein (Normah & Diyana, 2018). Rasa umami ini merupakan faktor penting dalam meningkatkan palatabilitas makanan, terutama pada diet dengan pembatasan natrium seperti pada pasien penyakit tidak menular (PTM) (Nomura *et al.*, 2021). Hal ini relevan dengan pengembangan makanan untuk pasien PTM, terutama pasien yang menderita hipertensi, karena peningkatan rasa umami dapat membantu mempertahankan cita rasa saat mengurangi garam. Penelitian menunjukkan bahwa senyawa umami seperti glutamat, inosinat, dan guanylat dapat menurunkan asupan garam tanpa memengaruhi penerimaan rasa secara signifikan (Nakamura *et al.*, 2022).

HPI Tuna dapat ditambahkan ke berbagai produk makanan, termasuk sup rendah garam, bubur, makanan lunak untuk pasien, kaldu instan rendah sodium, saus rendah garam, dan makanan rumah sakit untuk pasien yang menjalani diet rendah sodium karena hipertensi atau penyakit tidak menular lainnya. Dalam aplikasi ini, HPI meningkatkan rasa dan membantu menjaga cita rasa meskipun kandungan garam dikurangi. Efek ini disebabkan oleh senyawa umami dari hidrolisat protein, seperti asam amino dan nukleotida, yang bekerja dengan rasa asin untuk meningkatkan persepsi rasa asin (Song *et al.*, 2024).

Sebaliknya, tingginya kadar karbohidrat yang diamati pada HPI tongkol ( $\pm 47\%$ ) kemungkinan besar disebabkan oleh bias dalam metode analisis proksimat, yang menghitung kandungan karbohidrat dengan mengurangi persentase terukur dari kadar air, abu, protein, dan lemak dari 100%. Akibatnya, setiap kesalahan atau variasi dalam pengukuran ini memengaruhi nilai karbohidrat yang dihitung. Hal ini menunjukkan pentingnya interpretasi yang cermat terhadap data proksimat dalam evaluasi kualitas pangan.

HPI tuna memiliki kadar air yang lebih rendah ( $5,81 \pm 0,01\%$ ) dibandingkan HPI tongkol ( $8,52 \pm 0,05\%$ ), yang meningkatkan stabilitas penyimpanan dengan mengurangi aktivitas air dan membatasi pertumbuhan mikroba. Penguapan dan pengeringan beku secara efektif menurunkan kadar air, menghasilkan hidrolisat protein dengan umur simpan yang lebih lama. Kadar abu yang tinggi pada kedua sampel menunjukkan peningkatan pelepasan mineral selama hidrolisis papain, karena enzim tersebut memecah protein dan melarutkan mineral dari jaringan. Kadar protein dan abu bervariasi dengan tingkat hidrolisis, yang dipengaruhi oleh pH, suhu, dan waktu hidrolisis (Islam *et al.*, 2021).

Pada konteks diet PTM, temuan ini relevan karena pengembangan penambah cita rasa tidak hanya harus mempertimbangkan aspek sensori, tetapi juga nilai gizi dan potensi manfaat kesehatan. Hidrolisat protein ikan diketahui mengandung peptida bioaktif dengan beragam aktivitas biologis, seperti antihipertensi, antiinflamasi dan antioksidan (Iduantoro *et al.*, 2024). Aktivitas antihipertensi

terutama berkaitan dengan kemampuan peptida dalam menghambat kerja *angiotensin-converting enzyme* (ACE) (Rachman *et al.*, 2023). Di samping itu, hidrolisat protein ikan menghasilkan peptida yang memiliki potensi sebagai antioksidan, sehingga dapat membantu menekan stres oksidatif yang berperan penting dalam patogenesis PTM, termasuk penyakit kardiovaskular dan diabetes (Prasetyo *et al.*, 2025). Peptida dengan ukuran molekul kecil (2–20 asam amino) cenderung menunjukkan aktivitas antioksidan yang lebih kuat, karena efektif dalam menetralkan radikal bebas dan menghambat terjadinya peroksidasi lipid (Iduantoro *et al.*, 2024).

Keunggulan lain dari HPI adalah kandungan asam amino bebas, khususnya glutamat, yang berkontribusi terhadap rasa umami alami. Sifat umami ini dapat meningkatkan penerimaan makanan tanpa perlu penambahan garam berlebih, sehingga berpotensi mendukung kepatuhan terhadap diet rendah natrium pada pasien PTM (Nomura *et al.*, 2021). Pada diet PTM, khususnya pada hipertensi dan penyakit kardiovaskular, asupan natrium merupakan faktor penting yang harus dikendalikan. Penelitian sebelumnya melaporkan bahwa hidrolisat protein ikan mengandung natrium relatif rendah, yaitu sekitar 27–35 mg per 100 g (Dana *et al.*, 2019). Dibandingkan dengan penambah cita rasa konvensional seperti monosodium glutamat (MSG) dan garam dapur, kandungan natrium pada HPI jauh lebih rendah. Kandungan natrium pada monosodium glutamat (MSG) mencapai 12,28 g per 100 g, sedangkan garam dapur memiliki kadar yang jauh lebih tinggi, yaitu sebesar 39,34 g per 100 g (Halim *et al.*, 2020).

Namun demikian, HPI umumnya digunakan dalam jumlah kecil sebagai penambah cita rasa, sehingga kontribusinya terhadap asupan makronutrien harian, seperti protein, relatif terbatas. Oleh karena itu, peran utama HPI lebih tepat sebagai bahan pendukung untuk meningkatkan kualitas diet secara keseluruhan, khususnya melalui peningkatan palatabilitas dan penyediaan senyawa bioaktif yang bermanfaat bagi kesehatan. Berdasarkan temuan penelitian ini, HPI tuna menunjukkan potensi yang lebih besar dibandingkan HPI tongkol sebagai bahan dasar pengembangan penambah cita rasa pada diet PTM yang didukung oleh tingginya kadar protein dan rendahnya kadar air yang dimilikinya.

## SIMPULAN

HPI tuna memiliki kandungan protein yang lebih tinggi dan kadar air yang lebih rendah dibandingkan HPI tongkol, sehingga menunjukkan kualitas gizi dan stabilitas yang lebih baik. Sebaliknya, HPI tongkol memiliki kadar karbohidrat yang lebih tinggi, yang kemungkinan dipengaruhi oleh metode perhitungan *by difference*. Kandungan protein yang tinggi pada HPI tuna berpotensi berkaitan dengan keberadaan peptida bioaktif dan asam amino, termasuk glutamat, yang berperan dalam pembentukan rasa *umami*. Karakteristik tersebut mendukung pemanfaatan HPI tuna sebagai penambah cita rasa alami yang tidak hanya meningkatkan palatabilitas, tetapi juga memberikan nilai fungsional dalam pengembangan diet penyakit tidak menular.

## PERNYATAAN KONTRIBUSI PENULIS

Penulis menyatakan bahwa kontribusi setiap penulis terhadap pembuatan karya tulis ini adalah SNR bertindak sebagai penulis utama yang bertanggung jawab atas perancangan penelitian, konseptualisasi, pengumpulan serta analisis data, termasuk peninjauan kembali hasil analisis. BDSS merupakan penulis anggota yang membantu dalam perancangan penelitian, komunikasi, dan pengoreksian bahasa dalam penyusunan naskah akhir. Seluruh penulis telah melengkapi dokumen deklarasi kontribusi penulis.

## PERNYATAAN KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis telah menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan dengan pihak mana pun terkait penerbitan artikel ini.

## REFERENSI

- Badan Standardisasi Nasional. (1992). *SNI 01-2891-1992 Cara Uji Makanan dan Minuman*. Badan Standardisasi Nasional.
- Chalamaiah, M., Dinesh Kumar, B., Hemalatha, R., & Jyothirmayi, T. (2012). Fish protein hydrolysates: Proximate composition, amino acid composition, antioxidant activities and applications: A review. *Food Chemistry*, 135(4), 3020–3038. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.06.100>
- Dana, E. B., Jinoy, V. G., & Saleena, M. (2019). Nutritional evaluation of fish protein hydrolysate from tuna, *Thunnus albacares* (Bonnaterre, 1788). *Int J. Life Sci Res*, 7(3), 11–17.
- Direktorat Jenderal Kesehatan. (2024). *Mengenal Diet Rendah Garam*. Kemenkes Direktorat Jenderal Kesehatan.
- Halim, J., Bouzari, A., Felder, D., & Guinard, J. X. (2020). The Salt Flip: Sensory mitigation of salt (and sodium) reduction with monosodium glutamate (MSG) in “Better-for-You” foods. *Journal of Food Science*, 85(9), 2902–2914. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15354>
- Horwitz, W., & Latimer, G. W. (2005) *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 18th Edition, Association of Official Analytical Chemistry International; Maryland.
- Iduantoro, C. P., Zuraida, I., Sulistiawati, S., Mismawati, A., & Pamungkas, B. F. (2024). Potensi Peptida Bioaktif dari Hasil Sampung Perikanan sebagai Antihipertensi dan Antioksidan–Review. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 12(1), 19–26. <https://doi.org/10.35800/mthp.12.1.2024.52202>
- Islam, M. S., Hongxin, W., Admassu, H., Noman, A., Ma, C., & An Wei, F. (2021). Degree of hydrolysis, functional and antioxidant properties of protein hydrolysates from Grass Turtle (*Chinemys reevesii*) as influenced by enzymatic hydrolysis conditions. *Food Science & Nutrition*, 9(8), 4031–4047. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1903>
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023a). *Hasil Survei Status Gizi Indonesia (SSGI) 2022*.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023b). *Survei Kesehatan Indonesia (SKI) 2023 dalam Angka*.
- Nakamura, H., Kawashima, T., Yamasaki, L., Lwin, K. S., Eguchi, A., Hayabuchi, H., Tanoe, Y., Tanaka, S., Yoneoka, D., Ghaznavi, C., Uneyama, H., Shibuya, K., & Nomura, S. (2022). Reducing salt intake with umami: A secondary analysis of data in the UK National Diet and Nutrition Survey. *Food Science & Nutrition*, 11(2), 872–882. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3121>
- Nomura, S., Ishizuka, A., Tanaka, S., Yoneoka, D., Uneyama, H., & Shibuya, K. (2021). Umami: An Alternative Japanese Approach to Reducing Sodium While Enhancing Taste Desirability. *Health*, 13(06), 629–636. <https://doi.org/10.4236/health.2021.136047>
- Normah, I., & Diyana, N. (2018). Evaluation of umaminess in green mussel hydrolysate (*Perna viridis*) produced in the presence of sodium tripolyphosphate and NaCl. *International Food Research Journal*, 25(6), 2524–2530.
- Prasetyo, D. Y. B., Agustini, T. W., Anjani, G., & Riyadi, P. H. (2025). Evaluation of Immunomodulatory Properties of Fish-Protein Hydrolysate from Skipjack Tuna by-products (*Katsuwonus pelamis*, Linnaeus 1758) in Streptozotocin-Nicotinamide-Induced Diabetic Rats. *World's Veterinary Journal*, 15(1), 117–125. <https://doi.org/10.54203/scil.2025.wvj14>

- Rachman, S. H., Santoso, J., & Suseno, S. H. (2023). Antioxidant Activity and Potential Bioactive Peptides from Skin Protein Hydrolysate of Yellowfin Tuna (*Thunnus albacares*). *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 15(2), 248–263. <https://doi.org/10.20473/jipk.v15i2.41625>
- Rachmawati, S. N., Antika, R. B., Rohmawati, N., & Hermilasari, R. D. (2025). The formulation of edamame flour and tuna fish protein hydrolyzate biscuit as an alternative supplementary feeding for stunting. *Jurnal Gizi Dan Dietetik Indonesia (Indonesian Journal of Nutrition and Dietetics)*, 13(1), 1–9. [https://doi.org/10.21927/ijnd.2025.13\(1\).1-9](https://doi.org/10.21927/ijnd.2025.13(1).1-9)
- Ruhana, A., & Afifah, C. A. N. (2020). Sugar and Cooking Oil Consumption in Surabaya. *International Joint Conference on Science and Engineering (IJCSE 2020)*, 273–276. <https://doi.org/10.2991/aer.k.201124.049>
- Salman, S., Firawati, F., Setiawan, D., Nuradi, N., Muzayyidah, M., Usman, S., Sari, R. P., Kumiaty, L., Ardiani, R., Firsty, G. R., Deniyati, D., Ramadhani, F. N., Krisnawati, M., Hasanah, N., Abdullah, R., & Angganawati, R. T. (2024). *Farmakokinetika* (Ruslin & A. Jabbar (eds.); 1st ed.). Eureka Media Aksara.
- Song, C., Yang, Y. E., Zhao, Z., Tan, M., Chen, Z., Zheng, H., Gao, J., Lin, H., Zhu, G., & Cao, W. (2024). Insight into the correlation of taste substances and salty-umami taste from *Monetaria moneta* hydrolysates prepared using different proteases. *Food Chemistry: X*, 24, 102056. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.102056>
- Winarno, F. G. (2008). *Kimia Pangan dan Gizi*. PT Gramedia Pustaka Utama; Yogyakarta.
- Witono, Y., Maryanto, M., Taruna, I., Masahid, A. D., & Cahyaningati, K. (2020). Aktivitas Antioksidan Hidrolisat Protein Ikan Wader (*Rasbora Jacobsoni*) dari Hidrolisis oleh Enzim Calotropin dan Papain. *Jurnal Agroteknologi*, 14(01), 44–57.
- World Health Organization. (2025). *Noncommunicable diseases progress monitor 2025*. World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240105775>
- Yuliardi, A. (2024). *Strategi Kolaboratif Sektor Kesehatan dengan Industri Makanan Minuman untuk Menurunkan Risiko Hipertensi dan Diabetes di Indonesia* (Policy Brief Sibijaks Awards 2024). <https://repository.badankebijakan.kemkes.go.id/id/eprint/5945/>