

DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/psnp.12016>

## **POTENSI HIDROLISAT PROTEIN IKAN SEBAGAI PENAMBAH NUTRISI PADA PRODUK MINUMAN SUSU**

### ***POTENTIAL OF FISH PROTEIN HYDROLYZATE AS A NUTRITION ADDITIONAL IN A MILK DRINKING PRODUCT***

Adham Prayudi<sup>1</sup>, Hendria Suhwardan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Politeknik Ahli Usaha Perikanan Kampus Lampung, Jl. Pantai Harapan Pekon Waygelang, Kotaagung Barat, Tanggamus, Provinsi Lampung

<sup>2</sup>Politeknik Ahli Usaha Perikanan  
Jl. AUP Pasar Minggu, Jakarta Selatan  
E-mail: [prayudiadham@gmail.com](mailto:prayudiadham@gmail.com)

#### **ABSTRAK**

Masa pertumbuhan dan perkembangan sangat memerlukan zat gizi yang memadai, sehingga penambahan melalui makanan ataupun minuman menjadi sangat penting. Minuman susu yang difortifikasi dengan hidrolisat protein ikan (HPI) berpotensi menjadi salah satu alternatif penyelesaian masalah gizi masyarakat atau kurang energi protein (KEP). Tujuan review artikel ini adalah untuk mengkaji potensi HPI sebagai penambah nutrisi pada minuman susu. Metode yang digunakan pada review artikel ini adalah perencanaan, menetapkan tema, mencari dan memilih artikel 10 tahun terakhir, menganalisa, dan terakhir menyusun ke dalam bentuk tulisan. Hidrolisis menghasilkan HPI melalui proses memecah molekul kompleks menjadi senyawa sederhana menggunakan enzim protease sebagai penghidrolisisnya. Senyawa fungsional pada HPI memiliki kelebihan dapat memperkuat cita rasa, memiliki kelarutan tinggi, serta dapat membentuk tekstur dan kualitas bahan pangan menjadi lebih baik karena lebih mudah dicerna, kandungan asam amino lengkap, dan protein tinggi. Kesimpulan dari review artikel ini yaitu kandungan protein dan asam amino yang tinggi pada HPI dapat berpotensi untuk diaplikasikan ke berbagai produk pangan khususnya minuman susu. Namun, diperlukan penelitian lebih lanjut terhadap pengujian profil kimia HPI, formulasi produk, pengujian atribut mutu penerimaan konsumen, serta uji klinis pada konsumen.

Kata kunci: enzim protease, fortifikasi, hidrolisat protein ikan, senyawa fungsional

#### **ABSTRACT**

*The period of growth and development really needs adequate nutrition, so the addition through food or drink becomes very important. Milk drinks fortified with fish protein hydrolyzate (HPI) have the potential to be an alternative solution to the community's nutritional problems or lack of protein energy (KEP). The purpose of this article review is to examine the potential of HPI as a nutritional enhancer in milk drinks. The method used in this article review is planning, setting a theme, finding and selecting articles from the last 10 years, analyzing, and finally compiling them into written form. Hydrolysis produces HPI through the process of breaking down complex molecules into simple compounds using protease enzymes as their hydrolyzers. Functional compounds in HPI have the advantage of strengthening taste, having high*

*solubility, and being able to improve the texture and quality of food ingredients because they are easier to digest, contain complete amino acids, and are high in protein. The conclusion from this article review is that the high protein and amino acid content in HPI has the potential to be applied to various food products, especially milk drinks. However, further research is needed on HPI chemical profile testing, product formulation, quality attribute testing for consumer acceptance, as well as clinical trials on consumers.*

*Keywords: fish protein hydrolyzate, fortification, functional compounds, protease enzymes*

## PENDAHULUAN

Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) telah meluncurkan konsep terbaru tentang ekonomi biru yang kemudian diikuti oleh lima strategi salah satunya adalah penangkapan ikan secara terukur. Kebijakan tersebut harapannya dapat memberikan efek ganda pada segi ekonomi seperti penyerapan tenaga kerja, industri perikanan dan aktivitas perikanan lainnya (KKP, 2022). Tantangan selanjutnya adalah bagaimana keterhubungan proses bisnis dapat dilaksanakan untuk meningkatkan nilai tambah dari produk non ekonomis, dimana hampir 60% hasil samping yang dihasilkan dari industri perikanan siap untuk dilepas ke lingkungan (Athirafitri *et al.*, 2021).

Hasil samping yang berasal dari industri perikanan sebenarnya masih memiliki potensi untuk diolah menjadi sebuah produk melalui proses bioteknologi. Hasil samping tersebut masih dapat dijadikan sebagai sumber protein yaitu Hidrolisat Protein Ikan (HPI), yang kandungan gizinya hampir sama dengan ikan segar (Peinado *et al.*, 2016). HPI merupakan produk yang dihasilkan dari proses hidrolisis protein, menggunakan enzim protease sebagai penghidrolisisnya untuk memecah satu molekul menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga memiliki senyawa fungsional (Prayudi *et al.*, 2020a). HPI yang dikembangkan dari hasil samping industri perikanan merupakan potensi dan salah satu cara menciptakan produk bernilai tambah untuk mendukung pemerintah untuk meningkatkan kualitas sumberdaya manusia, gizi nasional dan mendukung ketersediaan bahan pangan terutama kebutuhan protein. Selain dari ikan segar sebagai makanan pokok, sebenarnya protein dapat diperoleh dari senyawa–senyawa fungsional yang terkandung pada produk pangan dari daging ikan kemudian ditambahkan ke dalam produk pangan tersebut (Susanto & Fahmi, 2012).

Tujuan review artikel ini adalah untuk mengetahui dan mengkaji lebih dalam potensi yang ada pada HPI sebagai bahan tambahan produk minuman susu, berkaitan tentang sifat

fungsionalnya termasuk kandungan protein, asam amino, sifat kelarutan, serta potensi senyawa bioaktifnya.

## BAHAN DAN METODE

Review artikel ini menggunakan jurnal-jurnal penelitian terbaru tentang potensi-potensi HPI untuk memperbaiki sifat fungsional pada pangan, termasuk sifat fungsionalnya termasuk kandungan protein, asam amino, sifat kelarutan, serta potensi senyawa bioaktifnya. Metode yang digunakan adalah dengan cara melakukan studi terhadap jurnal-jurnal secara mendalam dan membuat *roadmap* penelitian.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Komposisi Gizi Bahan Baku dan Profil Kimia HPI

Bahan baku yang dapat digunakan untuk membuat produk HPI salah satunya adalah hasil samping dari industri perikanan, seperti potongan daging ikan, kepala ikan, kepala udang, dan tulang ikan. Prayudi *et al.* (2020) dan Yuniarti *et al.* (2021) menunjukkan dalam hasil penelitiannya bahwa potongan daging ikan atau yang biasa dikenal tetelan serta kepala udang segar masih memiliki kandungan protein yang cukup tinggi sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan HPI. Tabel 1 di bawah ini menunjukkan perbandingan komposisi gizi pada ikan segar, daging tetelan dan kepala udang dari beberapa hasil penelitian.

Tabel 1. Komposisi gizi ikan kakap segar, tetelan ikan kakap dan kepala udang

Komposisi	Kakap merah	Tetelan kakap	Tetelan kakap	Kepala udang
	segar	merah		
si	Berat (%)			
Air	79,31	82,23	74,36	81,04
Abu	1,92	0,83	0,69	3,76
Protein	16,30	15,01	21,01	10,52
Lemak	0,05	1,01	2,27	2,17
Sumber :	(Kristantina, 2013)	(Chairita <i>et al.</i> , 2009)	(Prayudi <i>et al.</i> , 2020)	(Yuniarti <i>et al.</i> , 2021)

Pemanfaatan hasil samping industri perikanan menjadi produk HPI dapat meningkatkan nilai tambah. HPI merupakan produk yang memanfaatkan senyawa fungsional pada ikan, produk hasil hidrolisis protein ikan yang di dalam prosesnya ditambahkan enzim proteolitik untuk mempercepat proses hidrolisis dalam kondisi yang terkontrol. Kemudian terjadi proses pemecahan protein daging otot menjadi peptida dan asam amino yang lebih sederhana sehingga

menghasilkan dua fraksi yaitu larutan dan endapan (Kurozawa *et al.*, 2011). HPI dapat berbentuk filtrat (cair) dan dapat pula berbentuk padatan tepung, tergantung bagaimana produk tersebut akan digunakan dan disesuaikan dengan kebutuhannya (Deviarni *et al.*, 2021).

HPI memiliki peran untuk memperbaiki sifat fungsional penting dalam pengolahan pangan, seperti menambah cita rasa, memiliki kelarutan tinggi, serta membentuk tekstur dan kualitas bahan pangan. Hal tersebut disebabkan karena HPI memiliki kandungan protein cukup tinggi, asam amino lengkap, dan lebih mudah dicerna (Shavandi *et al.*, 2018). Karena memiliki sifat fungsional yang sangat baik, HPI dapat digunakan sebagai suplemen dan dapat juga dikonsumsi langsung sebagai asupan kebutuhan protein (Utomo *et al.*, 2014). HPI memiliki aplikasi yang luas sesuai dengan sifat fungsionalnya termasuk sebagai suplemen dan fortifikasi protein pada bahan pangan, stabilizer, penambah rasa, dan pengganti susu (Kristinsson & Rasco, 2000). Beberapa profil kimia HPI hasil dari beberapa penelitian dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Profil kimia HPI dari beberapa penelitian

Profil kimia	Ikan cucut	Ikan bandeng	Tetelan kakap	Kepala udang
	Berat (%)			
Protein	28,27	27,98	7,53	3,71
Lysin	0,12	0,64	0,74	0,24
Leusin	0,71	0,26	0,45	0,30
Isoleusin	0,14	0,04	0,21	0,18
Valin	0,23	0,07	0,27	0,19
Arginin	0,43	0,17	0,46	0,19
Kelarutan	-	-	99,99	99,98
Sumber :	(Annisa <i>et al.</i> , 2017)		(Prayudi <i>et al.</i> , 2020)	(Yuniarti <i>et al.</i> , 2021)

Tabel 2 di atas menunjukkan profil kimia HPI dari beberapa jenis bahan baku yaitu dari ikan cucut, ikan bandeng, daging tetelan kakap dan kepala udang. Tampak bahwa kandungan protein pada HPI ikan cucut dan ikan bandeng adalah 28,27 dan 27,98%, nilai ini dihitung berdasarkan basis kering sedangkan apabila dilihat kandungan protein pada HPI tetelan kakap dan kepala udang adalah 7,53 dan 3,71% dalam hal ini dihitung berdasarkan basis basah. Dengan kondisi seperti pada tabel di atas, HPI yang berasal dari bahan baku ikan segar maupun dari hasil samping memiliki kandungan protein sederhana yang cukup tinggi, mengandung asam amino bebas dan lengkap yang dibutuhkan oleh tubuh manusia. Apalagi dengan sifat

memiliki kelarutan yang tinggi, HPI mudah sekali untuk ditambahkan pada bahan pangan dan mudah diabsorpsi oleh tubuh manusia.

Larutnya protein selama proses hidrolisis menyebabkan meningkatnya kandungan protein pada HPI, hilangnya zat-zat yang bukan protein dan tidak dapat dicerna, serta hilangnya sebagian lemak setelah hidrolisis. Jumlah kandungan lemak pada bahan baku dapat mempengaruhi jumlah kelarutan protein, sehingga apabila bahan baku yang digunakan berlemak tinggi pasti nantinya akan menghasilkan jumlah protein terlarut yang rendah (Slizyte *et al.*, 2016). Naiknya jumlah protein juga disebabkan karena berubahnya protein yang tidak larut menjadi senyawa nitrogen yang larut selama hidrolisis, kemudian terpecah lagi menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti peptida-peptida dan asam amino (Ween *et al.*, 2017).

Banyak sekali penelitian-penelitian sebelumnya tentang HPI yang menyatakan bahwa kandungan protein produk HPI berkisar antara 20 – 90 % dari total komposisi bahan, hal tersebut ditentukan oleh dasar perhitungan yang menggunakan basis basah atau basis kering. Sumber dan jenis bahan baku, tipe dan konsentrasi enzim serta waktu hidrolisis Khantaphant *et al.* (2011) dan pemindahan bahan padat tidak terhidrolisis dengan menggunakan metode filtrasi diketahui juga dapat mempengaruhi besarnya kandungan protein (Chalamaiah *et al.*, 2012). Kandungan protein pada HPI yang cukup tinggi menunjukkan potensinya sebagai suplemen protein untuk nutrisi manusia, terutama pada usia dini dan orang tua. Protein berukuran kecil atau peptida atau asam amino bebas dari hasil hidrolisis enzimatis memiliki kelebihan dibandingkan protein dari bahan baku ikan segar dalam hal pencernaan dan reaksi alergi. Peptida ukuran kecil dan asam amino bebas yang terdapat pada HPI dapat dicerna dan diserap dengan mudah oleh sel-sel dalam tubuh manusia. Selain itu, beberapa orang yang memiliki reaksi alergi setelah mengkonsumsi protein yang berasal dari ikan segar akan memediasi respons imun mereka terhadap protein spesifik di ikan. Protein ini bereaksi di dalam tubuh manusia untuk menciptakan reaksi alergi (Kuehn *et al.*, 2014). Namun, HPI memiliki kandungan protein yang telah hilang aktivitas alerginya disebabkan oleh proses hidrolisis enzimatis sehingga aman dikonsumsi oleh penderita alergi.

Jenis asam amino yang dapat teridentifikasi pada produk HPI antara 15 – 18 macam. Maka dapat disimpulkan proses hidrolisis yang dilakukan mendekati sempurna. Proses hidrolisis disebut berjalan sempurna apabila pada produk HPI yang terdiri dari 18 – 20 macam asam amino (Vandanjon *et al.*, 2009). Martosuyono *et al.* (2019) menambahkan bahwa proses hidrolisis berjalan baik apabila dapat menjaga kualitas komposisi asam amino, sebagai

petunjuknya terdapat jenis asam amino yang dominan dan semuanya dapat hadir dalam produk HPI.

Sumber asam amino esensial dalam produk pangan dapat diperoleh dari HPI karena mengandung asam amino esensial yang lengkap. Kandungan asam amino esensial pada HPI umumnya didominasi oleh lisin dan leusin. Asam amino leusin memiliki peran memacu fungsi otak, menambah tingkat energi otot, membantu menurunkan kandungan gula darah yang berlebihan, membantu penyembuhan tulang, jaringan otot dan kulit serta berfungsi dalam menjaga sistem imun. Asam amino lisin pada tubuh manusia berperan untuk mengoptimalkan pertumbuhan dan defisiensi yang menyebabkan defisiensi imun. Lisin juga dapat digunakan untuk mencegah dan mengobati luka (Mohanty *et al.*, 2014). Asam amino esensial sangat diperlukan oleh tubuh manusia karena memiliki kualitas tinggi sebagai sumber protein dan tidak dapat diproduksi di dalam tubuh, sehingga dalam aplikasinya HPI dapat ditambahkan karena memiliki nutrisi yang bagus dengan kandungan bioaktif dan sifat fungsionalnya (Shavandi *et al.*, 2018).

Sifat fungsional protein yang berbagai macam, kelarutan adalah satu dari karakteristik yang paling berpengaruh secara signifikan mempengaruhi sifat lainnya (Castro & Sato, 2014). Kelarutan HPI yang dihasilkan dari penelitian (Prayudi *et al.*, 2020) dan (Yuniarti *et al.*, 2021), menunjukkan nilai yang sangat tinggi yaitu 99,99 dan 99,98%. Hal tersebut dapat disebabkan oleh proses hidrolisis yang berjalan sempurna sehingga menghasilkan 18 – 20 macam asam amino dengan kandungan peptida yang memiliki berat molekul rendah dan sifat kelarutan yang baik dibandingkan dengan protein asli (Taheri *et al.*, 2013). Souissi *et al.* (2007) menambahkan ketika sampel sardinella dihidrolisis dengan alkalase, hidrolisat sepenuhnya larut sehingga menunjukkan potensi HPI dapat digunakan dalam beragam makanan, minuman dan aplikasi biomedis. Penyebab lain HPI memiliki nilai kelarutan yang cukup tinggi adalah struktur granula pada dekstrin yang terpecah saat proses dekstrinisasi sehingga menjadi ukuran yang lebih kecil dan bersifat lebih higroskopis, maka air mudah berpindah ke dalam sambil melepaskan komponen yang mudah larut dalam air (Guo *et al.*, 2017).

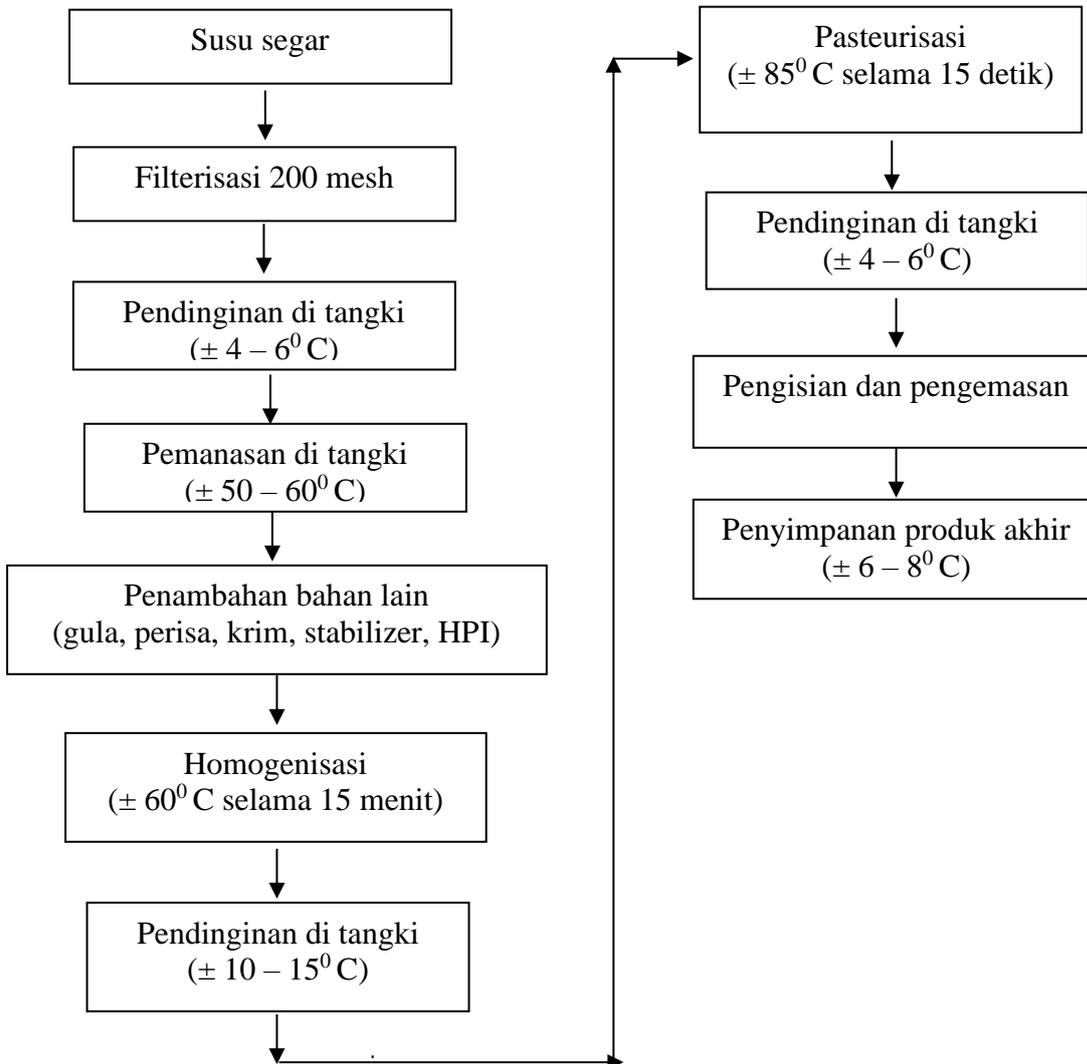
### **Fortifikasi HPI pada Minuman Susu**

Penelitian tentang fortifikasi HPI pada produk minuman belum pernah dilakukan, ada beberapa penelitian tentang penambahan HPI pada produk makanan yaitu seperti yang dilakukan oleh Ariyani *et al.* (2003) dengan menambahkan HPI mujair pada cemilan tik-tik dan

kue kering untuk balita, Aprilia & Hati (2016) dengan menambahkan HPI lele ke dalam bubur bayi, dan Asare *et al.* (2018) dengan menambahkan HPI pada biskuit. Semua penelitian tersebut memiliki tujuan yaitu untuk memperbaiki sifat fungsional pada produk pangan tersebut, sehingga dapat dimanfaatkan secara baik bagi tubuh tanpa harus mengonsumsi protein yang berasal dari ikan segar.

Pertimbangan untuk menambahkan HPI pada produk minuman susu karena produk minuman adalah salah satu produk yang secara umum dapat dikonsumsi oleh kalangan masyarakat umum. Perubahan perilaku konsumen untuk mengonsumsi makanan dan minuman di luar rumah khususnya para remaja dipengaruhi oleh adanya perkembangan kafe, restoran, kedai, minimarket yang menyediakan berbagai macam makanan dan minuman cepat saji (Santoso *et al.*, 2018). Perubahan tersebut cenderung berkaitan dengan perilaku dalam memilih makanan dan minuman, dimana anak muda jaman sekarang sangat menyukai atau tertarik dengan makanan serta minuman berkemasan dan rasa yang unik. Minuman susu dengan penambahan HPI diharapkan mampu menjaga kualitas gizi yang dibutuhkan generasi remaja yang sedang dalam masa pertumbuhan.

Penelitian-penelitian terdahulu telah menambahkan HPI dengan konsentrasi tertentu pada produknya, seperti yang dilakukan oleh Asare *et al.* (2018) menambahkan 5%, 10%, dan 15% HPI pada biskuit. Penambahan HPI sebanyak 10% menjadi biskuit yang paling banyak disukai oleh responden. Rencana pembuatan produk minuman susu yang ditambahkan HPI harus melalui tahapan-tahapan penelitian yang berkaitan tentang konsentrasi HPI yang dapat ditambahkan pada proses formulasi, suhu proses saat penambahan HPI, pengujian sensori dan daya terima konsumen, uji masa simpan dan uji klinis pada konsumen yang berkaitan dengan kandungan bioaktif asam amino yang terdapat pada HPI dan produk minuman susu tersebut. Tahapan pembuatan minuman susu yang telah dikembangkan oleh Loly (2019) seperti pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Tahapan proses pembuatan minuman susu (Loly, 2019).

## SIMPULAN

HPI memiliki potensi yang sangat baik untuk memperbaiki kualitas bahan pangan karena sifat fungsionalnya seperti, kandungan protein yang tinggi, asam amino lengkap, sifat kelarutan tinggi, serta potensi senyawa bioaktifnya.

## DAFTAR PUSTAKA

Annisa, S., Darmanto, Y. S., & Amalia, U. (2017). Pengaruh perbedaan spesies ikan terhadap hidrolisat protein ikan dengan penambahan enzim papain. *Saintek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 13(1), 24. <https://doi.org/10.14710/ijfst.13.1.24-30>.

- Aprilia, V., & Hati, F. S. (2016). Formulasi bubur bayi MPASI yang diperkaya hidrolisat protein ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Gizi dan Dietetik Indonesia (Indonesian Journal of Nutrition and Dietetics)*, 4(2), 88. [https://doi.org/10.21927/ijnd.2016.4\(2\).88-96](https://doi.org/10.21927/ijnd.2016.4(2).88-96)
- Ariyani, F., Saleh, M., Taswir, T., & Hak, N. (2003). Optimasi proses produksi hidrolisat protein ikan (HPI) dari mujair. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 9(5).
- Asare, S. N., Ijong, F. G., Rieuwpassa, F. J., & Setiawati, P. (2018). Penambahan hidrolisat protein ikan lemuru (*Sardinella lemuru*) pada pembuatan biskuit. 4(1), 9.
- Athirafitri, N., Indrasti, S. N., & Ismayana, A. (2021). Analisis dampak pengolahan hasil perikanan menggunakan metode life cycle assessment (LCA): Studi Literatur. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 274–282. <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2021.31.3.274>
- Chairita, C., Hardjito, L., Santoso, J., & Santoso, S. (2009). Pada penyimpanan suhu dingin. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 13.
- 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>
- De Castro, R. J. S., & Sato, H. H. (2014). Production and biochemical characterization of protease from *Aspergillus oryzae*: An evaluation of the physical–chemical parameters using agroindustrial wastes as supports. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 3(3), 20–25. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2013.12.002>
- Deviarni, I. M., Nur'aenah, N., & Fitriyani, E. (2021). *Chemical Properties of Fish Protein Hydrolyzate from Snakehead fish*. 7.
- Guo, M. Q., Hu, X., Wang, C., & Ai, L. (2017). Polysaccharides: Structure and Solubility. In Z. Xu (Ed.), *Solubility of Polysaccharides*. InTech. <https://doi.org/10.5772/intechopen.71570>
- Khantaphant, S., Benjakul, S., & Ghomi, M. R. (2011). The effects of pretreatments on antioxidative activities of protein hydrolysate from the muscle of brownstripe red snapper (*Lutjanus vitta*). *LWT - Food Science and Technology*, 44(4), 1139–1148. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.10.009>
- KKP. (2022). Siaran pers: KKP dorong percepatan implementasi ekonomi biru melalui forum internasional.
- Kristantina, A. W. (2013). Komposisi asam lemak, kolesterol, dan deskripsi jaringan fillet ikan kakap merah (*Lutjanus argentimaculatus*) segar dan goreng. Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Ilmu Perikanan dan Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Kristinsson, H. G., & Rasco, B. A. (2000). Fish protein hydrolysates: production, biochemical, and functional properties. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 40(1), 43–81. <https://doi.org/10.1080/10408690091189266>
- Kuehn, H. S., Ouyang, W., Lo, B., Deenick, E. K., Niemela, J. E., Avery, D. T., Schickel, J.-N., ... & Uzel, G. (2014). Immune dysregulation in human subjects with heterozygous

- germline mutations in *CTLA4*. *Science*, 345(6204), 1623–1627. <https://doi.org/10.1126/science.1255904>
- Kurozawa, L. E., Park, K. J., & Hubinger, M. D. (2011). Production, properties and stability of chicken meat protein hydrolysate powder. 25.
- Loly, H. E. (2019). Pengendalian kualitas produk akhir dan produk defect susu pasteurisasi dan homogenasi cup rasa coklat reguler di CV Cita Nasional. Universitas Katholik Soegijapranata.
- Martosuyono, P., Fawzya, Y. N., Patantis, G., & Sugiyono, S. (2019). Enzymatic production of fish protein hydrolysates in a pilot plant scale. *Squalen Bulletin of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology*, 14(2), 85. <https://doi.org/10.15578/squalen.v14i2.398>
- Mohanty, B., Mahanty, A., Ganguly, S., Sankar, T. V., Chakraborty, K., Rangasamy, A., Paul, B., ... & Sharma, A. P. (2014). Amino Acid Compositions of 27 Food Fishes and Their Importance in Clinical Nutrition. *Journal of Amino Acids*, 2014, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2014/269797>
- Peinado, I., Koutsidis, G., & Ames, J. (2016). Production of seafood flavour formulations from enzymatic hydrolysates of fish by-products. *LWT - Food Science and Technology*, 66, 444–452. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.09.025>
- Prayudi, A., Yuniarti, T., Taryoto, A., Supenti, L., & Martosuyono, P. (2020a). Chemical and amino acid composition of snapper scrap meat hydrolysate. 13(4), 14.
- Santoso, S. O., Janeta, A., & Kristanti, M. (2018). Faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan makanan pada remaja di Surabaya. *Jurnal Hospitality Dan Manajemen Jasa*, 6(1), 19–32.
- Shavandi, A., Hou, Y., Carne, A., McConnell, M., & Bekhit, A. E. A. (2018). Marine waste utilization as a source of functional and health compounds. In *Advances in Food and Nutrition Research* (Vol. 87, pp. 187–254). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2018.08.001>
- Slizyte, R., Rommi, K., Mozuraityte, R., Eck, P., Five, K., & Rustad, T. (2016). Bioactivities of fish protein hydrolysates from defatted salmon backbones. *Biotechnology Reports*, 11, 99–109. <https://doi.org/10.1016/j.btre.2016.08.003>
- Souissi, N., Bougatef, A., Triki-Ellouz, Y., & Nasri, M. (2007). Biochemical and Functional Properties of Sardinella (*Sardinella aurita*) By-Product Hydrolysates. 8.
- Susanto, E., & Fahmi, A. (2012). Senyawa fungsional dari ikan: aplikasinya dalam pangan. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 1(4), 95–102.
- Taheri, A., Anvar, S. A. A., Ahari, H., & Fogliano, V. (2013). Comparison the functional properties of protein Hydrolysates from poultry byproducts and rainbow trout. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 16.
- Utomo, B. S. B., Suryanigrum, T. D., & Harianto, H. R. (2014). Optimization of enzymatic hydrolysis of fish protein hydrolysate (fph) processing from waste of catfish fillet production. *Squalen Bulletin of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology*, 9(3), 115. <https://doi.org/10.15578/squalen.v9i3.79>

- Vandanjon, L., Grignon, M., Courois, E., Bourseau, P., & Jaouen, P. (2009). Fractionating white fish fillet hydrolysates by ultrafiltration and nanofiltration. *Journal of Food Engineering*, 95(1), 36–44. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.04.007>
- Ween, O., Stangeland, J. K., Fylling, T. S., & Aas, G. H. (2017). Nutritional and functional properties of fishmeal produced from fresh by-products of cod (*Gadus morhua* L.) and saithe (*Pollachius virens*). *Heliyon*, 3(7), e00343. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2017.e00343>
- Yuniarti, T., Prayudi, A., Supenti, L., Suhwardan, H., & Martosuyono, P. (2021). Produksi dan profil kimia hidrolisat protein dari hasil samping pengolahan udang segar. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 23(1), 63. <https://doi.org/10.22146/jfs.59906>