

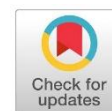
PENGARUH PENAMBAHAN HIDROLISAT PROTEIN IKAN TERHADAP KANDUNGAN GIZI PRODUK PANGAN: TINJAUAN SISTEMATIS

Atika Rahma¹, Diana Nur Afifah^{1*}, Ekowati Chasanah²

¹Departemen Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia

²Pusat Riset Bioindustri Laut dan Perikanan Darat, Badan Riset Nasional Lombok Utara, Lombok, Nusa Tenggara Barat, Indonesia

*Korespondensi : diananurafifah@lecturer.undip.ac.id



ABSTRACT

Background: Fish Protein Hydrolyzate (HPI) is an intermediated product from fish meat, increasing the value of several underutilized fish species and utilizing fish fillet industry waste. HPI in form of powder, as an enzymatic conversion product of fish protein into smaller peptides and can function as an antioxidant, anti-hypertension, immunomodulator and antimicrobial peptide. HPI can protect food products from rancidity and can reduce allergens.

Objectives: To review the effect of adding fish protein hydrolyzate on the nutritional content of various types of food products.

Methods: This research fused descriptive analysis in the form of a literature review. This research was conducted according to PRISMA guidelines to evaluate articles in databases such as Scopus, Science Direct, PubMed, and Garuda. Inclusion criteria are articles in English and Indonesian, in the form of experimental research that carries out proximate analysis of products, treatment in the form of adding HPI to products, comparisons between control samples and treatments or comparisons between different treatment concentrations, related to HPI on the nutritional content of food products, within articles published in 2014-2024 and exclusion criteria include inappropriate title and abstract, non-experimental research, non-primary articles.

Results: The results of this systematic review represent a comprehensive overview of five articles that focused on the application of HPI to food products and their influence on their nutritional content (carbohydrate, protein, fat, moisture content, ash). HPI can be added to several food products such as MP-ASI, baked goods and ready-to-consume dry noodles. The addition of HPI affects the nutritional content.

Conclusion: HPI can be applied in food product processing and can increase protein content.

Keywords : Fish protein hydrolyzate; nutrition value; food products

ABSTRAK

Latar belakang: Hidrolisat Protein Ikan (HPI) merupakan produk dari daging ikan guna meningkatkan nilai beberapa spesies ikan yang kurang dimanfaatkan dan nilai limbah industri fillet ikan. HPI dalam bentuk bubuk sebagai produk konversi enzimatik protein ikan menjadi peptida yang lebih kecil dan dapat berfungsi sebagai antioksidan, anti hipertensi, imunomodulator dan peptida antimikroba. HPI dapat melindungi produk pangan dari ketengikan dan dapat menurunkan alergen.

Tujuan: Untuk mengulas mengenai pengaruh penambahan hidrolisat protein ikan terhadap kandungan gizi dari berbagai jenis produk pangan.

Metode: Penelitian ini memadukan analisis deskriptif dengan bentuk kajian literatur. Penelitian ini dilakukan sesuai panduan PRISMA untuk mengevaluasi artikel yang ada pada basis data seperti Scopus, Science Direct, PubMed, dan Garuda. Kriteria inklusi adalah artikel berbahasa Inggris dan Indonesia, berupa penelitian eksperimental yang melakukan analisis proksimat produk, perlakuan berupa penambahan HPI terhadap produk, perbandingan antara sampel kontrol dengan perlakuan atau perbandingan antara konsentrasi perlakuan berbeda, HPI pada kandungan gizi produk pangan, dan artikel yang diterbitkan tahun 2014-2024 serta kriteria eksklusi antara lain judul dan abstrak tidak sesuai, penelitian non-eksperimental, artikel non-primer.

Hasil: Hasil dari tinjauan sistematis ini menunjukkan tinjauan komprehensif dari lima artikel yang berfokus pada pengaplikasian HPI pada produk makanan dan pengaruhnya terhadapnya kandungan gizi (karbohidrat, protein, lemak, kadar air, abu). HPI dapat ditambahkan dalam beberapa produk pangan seperti MP-ASI, produk baked goods serta mie kering siap konsumsi. Penambahan HPI mempengaruhi kandungan gizi.

Simpulan: HPI dapat diaplikasikan dalam pengolahan produk pangan dan dapat meningkatkan kandungan protein.

Kata Kunci : Hidrolisat protein ikan; kandungan gizi; produk pangan

PENDAHULUAN

Protein ikan merupakan sumber gizi penting terutama di negara berkembang. Diperkirakan sekitar satu milyar orang di seluruh dunia bergantung pada produksi, pemrosesan, dan perdagangan ikan sebagai sumber ekonomi¹. Namun, dalam industri pengolahan ikan hanya menghasilkan kurang lebih 40% bagian yang dapat dikonsumsi dan kurang lebih 60% sisanya merupakan produk samping berupa limbah yang meliputi kepala, kulit, sirip, isi perut, dan telur². Walaupun produk samping tersebut mengandung sejumlah besar bahan kaya protein, namun produk samping tersebut hanya diolah menjadi pakan ternak, tepung ikan, dan pupuk yang merupakan produk dengan nilai jual rendah. Karena kandungan air dan aktivitas enzim yang tinggi, produk samping tersebut rentan terhadap oksidasi yang cepat, sehingga berpotensi menimbulkan masalah polusi dan pembuangan yang dapat mencemari lingkungan jika tidak dikelola dengan benar, baik di negara maju dan berkembang^{3,4}.

Sebagai upaya dalam menurunkan efek limbah produk samping ikan yang timbul, dilakukan pengembangan yang dapat meningkatkan nilai produk baik dari segi zat gizi maupun nilai jual produk. Hidrolisis enzimatis protein produk samping ikan dilakukan untuk meningkatkan peptida penting secara gizi dan fisiologisnya. Proses hidrolisis protein menghasilkan hidrolisat protein ikan, beberapa enzim proteolitik paling umum digunakan dalam proses tersebut. Enzim tersebut antara lain Alcase, Papain, Pepsin, Tripsin, A-chymotrypsin, Pancreatin, Flavourzyme, Pronase, Neutrase, Protamex, Bromelain, Cryotin F, Protease N, Protease A, Orientase, Thermolysin, dan Validase⁵.

Proses hidrolisis protein menghasilkan produk dengan peptida yang lebih kecil, sehingga protein tersebut akan berubah menjadi bentuk yang lebih sederhana dikarenakan memiliki rantai peptida pendek. Oleh karena itu, hidrolisat protein lebih mudah dicerna dan diserap oleh tubuh serta dapat meningkatkan ketersediaan asam amino dalam plasma darah^{6,7}. Hidrolisat protein pada umumnya mengandung dua hingga dua puluh asam amino. Hidrolisat Protein Ikan juga memiliki aktivitas antioksidan yang baik untuk melindungi produk pangan dari ketengikan. Hal tersebut terjadi karena berkaitan dengan adanya ikatan peptida pada protein dan asam amino yang berhubungan dengan aktivitas antioksidan⁷. Efek positif lain yang didapatkan dari proses hidrolisis protein pada produk HPI yaitu dapat menurunkan jumlah protein yang dapat menimbulkan reaksi alergi (alergen), hal tersebut dikarenakan molekul protein yang tidak

dikenal oleh tubuh dipecah menjadi menjadi molekul lebih kecil. Hidrolisat protein dianggap sebagai sumber protein dan peptida bioaktif yang penting. Hidrolisat protein ikan memiliki sifat fungsional dan aktivitas biologis^{7,8}. Hidrolisat protein ikan mengandung peptida bioaktif yang dapat berfungsi sebagai antioksidan, anti hipertensi, imunomodulator dan peptida antimikroba⁷.

Penelitian yang dilakukan sebelumnya melaporkan bahwa peptida dari HPI menunjukkan aktivitas antibakteri yang kuat terhadap berbagai bakteri gram-positif maupun gram-negatif, dan mampu dioptimalkan menjadi agen pengawet pangan yang fungsional⁹. Pada penelitian lainnya menggunakan HPI sebagai kombinasi antioksidan dan antimikroba yang dibungkus dalam siste babo liposome¹⁰. Potensi HPI sebagai antimikroba dan pengawet pangan fungsional masih perlu diuji pada skala industri serta berbagai jenis produk. Stabilitas dan biaya teknologi enkapsulasi juga memerlukan optimasi. Selain itu, interaksi HPI dengan mikroflora pangan serta dampaknya pada mutu sensoris masih belum banyak diteliti, begitu pula aplikasi jangka panjangnya pada sistem budidaya akuatik.

Berbagai peptida bioaktif dan senyawa fungsional lainnya yang terkandung dalam hidrolisat protein khususnya Hidrolisat Protein Ikan (HPI) banyak dikaji sebagai topik penelitian. Sebanyak 564 artikel publikasi dengan topik HPI didapatkan dari tahun 2019 hingga 2023, dengan tingkat pertumbuhan tahunan sebesar 6%. Studi yang paling sering dikutip berfokus pada pengembangan dan penerapan bahan makanan, sifat bioaktif, penggunaan enzim, pencegahan alergi makanan, dan karakterisasi peptida dalam kaitannya dengan produk perikanan dan hidrolisat protein¹¹. Tinjauan sistematis ini bertujuan untuk mengulas mengenai pengaruh penambahan hidrolisat protein ikan terhadap kandungan gizi dari berbagai jenis produk pangan. Sebuah tinjauan mengenai penambahan hidrolisat protein ikan terhadap kandungan gizi dari berbagai produk pangan dapat dilakukan guna mengetahui pengaruh penambahannya pada produk pangan. Tinjauan ini juga dapat digunakan untuk membantu mengulas pengaplikasian hidrolisat protein ikan pada produk pangan dan potensinya untuk memproduksi makanan fungsional.

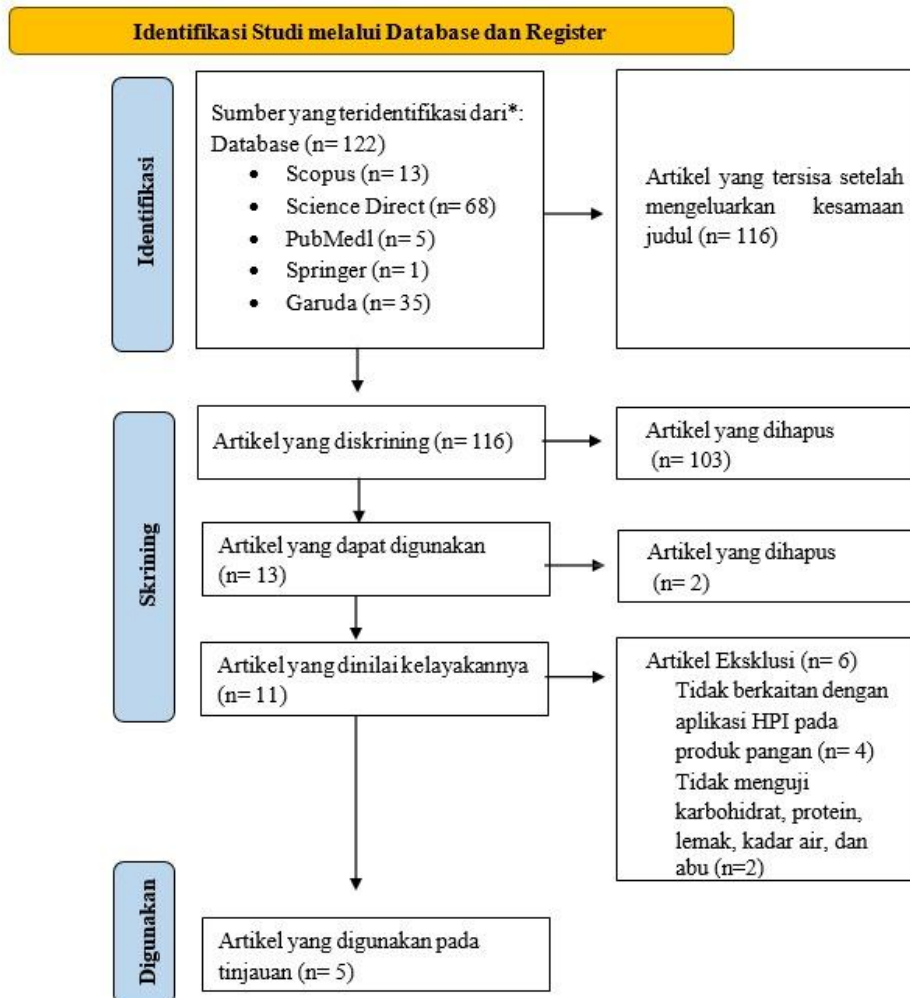
METODE

Metode yang digunakan adalah *literature review* dengan penelusuran literatur dilakukan dengan berfokus pada penelitian kuantitatif dan kualitatif yang membahas mengenai pengaruh hidrolisat protein ikan terhadap kandungan gizi

produk pangan, Terdapat kriteria inklusi antara lain: (1) Artikel yang ditulis baik bahasa Inggris dan Indonesia (2) Karakteristik sampel berupa penelitian eksperimental atau penelitian berbasis laboratorium yang meliputi analisis proksimat produk (3) Perlakuan yang dilakukan berupa penambahan atau substitusi hidrolisat protein ikan terhadap produk (4) Perbandingan antara sampel kontrol dengan perlakuan atau perbandingan antara konsentrasi perlakuan yang berbeda (5) Hasil yang diperoleh berkaitan dengan pengaruh hidrolisat protein ikan terhadap kandungan gizi makanan (6) Artikel diterbitkan tahun 2014-2024. Kriteria eksklusi pada tinjauan ini antara lain: (1) Judul dan abstrak artikel yang tidak sesuai dengan pengaruh hidrolisat protein ikan terhadap kandungan gizi produk pangan (2) Penelitian non-eksperimental atau penelitian tidak berbasis laboratorium (3) artikel non-primer, seperti artikel tinjauan, buku, editorial, dan studi kasus. Data hasil penelusuran diolah mencakup (1) data primer (nama penulis, tahun

publikasi status publikasi); (2) tujuan utama penelitian; (3) negara asal penelitian; (4) karakteristik sampel (nama sampel, kriteria sampel, jumlah); (5) karakteristik penelitian (jenis studi dan desain); (6) aplikasi hidrolisat protein ikan pada produk pangan; (7) kandungan gizi; (8) jenis hidrolisat protein ikan.

Sintesis artikel dilakukan secara naratif yang direkomendasikan oleh pernyataan PRISMA dalam menyeleksi artikel yang ditemukan. Total dari pencarian artikel yang berkaitan dengan hidrolisat protein ikan, kandungan gizi, dan produk pangan didapatkan 122 artikel penelitian dengan rincian 12 artikel diambil dari Scopus, 68 artikel dari Science Direct, 5 artikel didapatkan dari PubMed, 1 artikel dari Springer dan 35 artikel dari Garuda. Jumlah akhir didapatkan adalah lima artikel yang memenuhi syarat dan digunakan pada tinjauan sistematis ini.



Gambar 1. Diagram Alir PRISMA

HASIL

Berdasarkan lima penelitian yang dikaji, Hidrolisat Protein Ikan (HPI) dimanfaatkan menjadi

beberapa

produk pangan. Terdapat dua penelitian yang memanfaatkan HPI dalam pengolahan produk MP-

ASI dan dua penelitian menggunakan HPI dalam pengolahan produk *baked goods* (biskuit dan kukis) serta terdapat satu penelitian yang memanfaatkan HPI menjadi mie kering siap konsumsi. Jenis produk tersebut dipilih dikarenakan produk tersebut mengandung protein yang rendah. Biskuit, kukis dan mie merupakan produk yang banyak digemari oleh konsumen dengan berbagai usia. Sedangkan produk MP-ASI yang beredar dipasaran merupakan produk yang berbasis protein nabati yang jumlah proteinnya lebih sedikit dibandingkan dengan protein hewani. Protein nabati dipilih dalam produk

MP-ASI dikarenakan imunitas tubuh bayi terhadap zat penyebab alergi (alergen) yang banyak terkandung dalam protein hewani belum optimal. HPI mengandung protein tinggi yang mudah dicerna diserap oleh tubuh. HPI juga merupakan produk yang memiliki sifat alergen yang rendah, dikarenakan hidrolisis protein merupakan salah satu cara untuk menurunkan alergen. Oleh karena itu, HPI dapat digunakan dalam substitusi yang aman dalam produk MP-ASI, produk *baked goods* dan mie kering siap konsumsi.

Tabel 1. Pengaruh Pemberian HPI terhadap Kandungan Gizi Produk Pangan

Penulis dan Tahun terbit	Judul	Metodelogi Penelitian	Hasil Penelitian
(Veriani et al., 2016)	Formulasi bubur bayi MPASI yang diperkaya hidrolisat protein ikan lele dumbo (<i>Clarias gariepinus</i>)	Desain studi : Eksperimental Sampel : HPI Lele dan susu skim	HPIL : ↑ Protein, Lemak, Air, Karbohidrat ↓ Abu HPIK : ↑ Protein, Lemak, Air, Karbohidrat ↓ Abu
(Yosi et al., 2019)	Optimasi Formula MP-ASI dengan Substitusi Protein Ikan dan Kacang Hijau Menggunakan <i>Response Surface Methodology</i>	Desain studi : Eksperimental Sampel : HPI Kuniran, tepung kacang hijau, dan susu skim	↑ Protein, Air, ↓ Abu, Lemak, Karbohidrat
(Stefiani et al., 2018)	Penambahan protein ikan lemuru (<i>Sardinella lemuru</i>) pada pembuatan biskuit	Desain studi : Eksperimental Sampel : HPI Lemuru dan tepung terigu	↑ Protein, Air, Abu, ↓ Karbohidrat, Lemak
(Aghitia et al., 2018)	Karakteristik <i>Gluten Free Cookies</i> Fortifikasi Hidrolisat Protein Ikan Lele	Desain studi : Eksperimental Sampel : HPI Lele dan tepung mocaf	↑ Protein, Abu, Lemak ↓ Air, Karbohidrat
(Nina et al., 2024)	<i>Physicochemical quality of dry noodles from maize flour and fish protein hydrolyzate (Mizepi) as a potential emergency food</i>	Desain studi : Eksperimental Sampel : HPI Rucah dan tepung jagung	↑ Protein ↓ Lemak, Air, Karbohidrat, Abu

Ket : HPIL-Hidrolisat Protein Ikan Lele Dumbo yang diproduksi menggunakan enzim *crude papain* dari getah buah pepaya lokal; HPIK-Hidrolisat Protein Ikan Lele Dumbo yang diproduksi menggunakan enzim papain komersial.

PEMBAHASAN

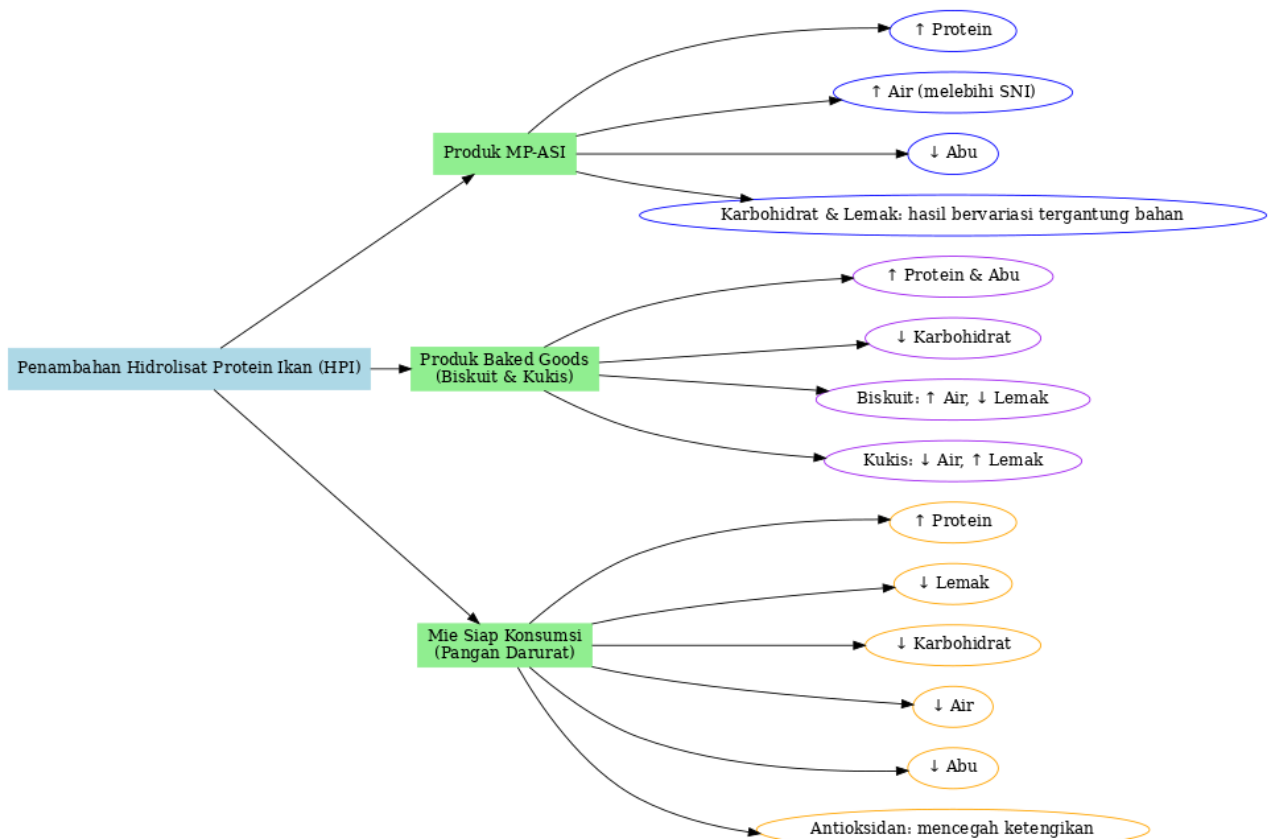
Penambahan Hidrolisat Protein Ikan (HPI) pada suatu produk pangan dapat mempengaruhi nilai gizi suatu produk pangan. Hidrolisat protein pada umumnya mengandung dua hingga dua puluh asam amino. Oleh karena itu, hidrolisat protein

merupakan sumber protein yang baik karena memiliki sifat fungsional yang optimal^{6,7}. Penambahan HPI pada produk pangan dapat meningkatkan potensi produksi pangan fungsional. Hasil dari lima penelitian yang ditinjau menyatakan bahwa penambahan HPI dengan berbagai jenis

dapat meningkatkan kandungan protein dalam produk pangan. Namun, untuk hasil uji nilai gizi lainnya seperti lemak, karbohidrat, air, dan abu memiliki hasil yang berbeda-beda setiap produk. Terdapat tiga jenis produk pangan yang ditinjau, dua dari lima penelitian melakukan pengembangan produk pangan untuk bayi yaitu berupa MP-ASI, terdapat dua produk pangan yang dapat dikonsumsi oleh konsumen umum yaitu produk *baked goods* (biskuit dan kukis)^{12,13} dan satu produk makanan untuk alternatif pangan darurat¹⁴.

Penambahan bubuk HPI pada produk MP-ASI dapat meningkatkan kandungan protein dan air. Kandungan air dalam produk MP-ASI yang ditambah HPI mengandung nilai yang melebihi syarat SNI tepung bubur bayi yaitu sebesar 4 g per 100 g¹⁵. Pangan yang memiliki kandungan air lebih rendah dianggap dapat menekan pertumbuhan mikroorganisme, sehingga dalam strategi penyimpanan produk pangan kadar air perlu diatur. Penambahan HPI pada kedua produk MP-ASI

menghasilkan kadar abu yang lebih rendah. Terdapat perbedaan hasil uji karbohidrat dan lemak yang terkandung dalam kedua produk MP-ASI. Produk MP-ASI yang dibuat pada penelitian Veriani (2016) dengan menambahkan HPI Lele dapat meningkatkan kandungan karbohidrat dan lemak¹². Sedangkan penelitian yang dilakukan Yosi (2019) penambahan HPI Kuniran menghasilkan kandungan karbohidrat dan lemak yang lebih rendah¹³. Hal ini bisa terjadi karena adanya perbedaan komposisi bahan pangan yang digunakan dalam produk MP-ASI. MP-ASI yang dibuat dalam penelitian Veriani (2016) menggunakan susu skim dan HPI Lele (HPIL). Sedangkan, MP-ASI yang dibuat dalam penelitian Yosi (2019) terbuat dari susu skim, HPI Kuniran, dan tepung kacang hijau. Kandungan lemak pada penelitian ini lebih rendah dikarenakan rendahnya kandungan lemak bahan utama yang tidak didukung dengan sumber lemak dari bahan lain.



Gambar. 2 Penambahan Hidrolisat Protein Ikan (HPI)

Pemberian bubuk HPI pada dua produk *baked goods* (biskuit dan kukis) juga memiliki hasil yang berbeda. Bubuk HPI ditambahkan pada proses pembuatan (pencampuran) adonan produk *baked goods* (biskuit dan kukis). Biskuit merupakan makanan ringan yang banyak dikonsumsi oleh berbagai kalangan usia, baik bayi hingga dewasa namun dengan jenis yang berbeda-beda¹⁶.

Sedangkan kukis, merupakan produk jenis biskuit yang terbuat dari adonan lunak, memiliki tekstur yang renyah, dan apabila dipadatkan memiliki penampakan tekstur yang berongga atau kurang padat¹⁷. Hasil uji kandungan gizi kedua produk tersebut berbeda. Kandungan protein dan abu pada kedua produk tersebut meningkat setelah ditambahkan HPI, sedangkan kandungan

karbohidrat mengalami penurunan setelah penambahan HPI. Terdapat perbedaan kandungan air dan lemak dalam kedua produk tersebut. Biskuit yang ditambahkan dengan HPI memiliki kandungan air yang meningkat dan kandungan lemak yang menurun setelah penambahan HPI¹⁸. Persentase kadar air dalam produk biskuit yang meningkat setelah penambahan HPI dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor yang pertama adalah proses penyerapan udara selama penyimpanan biskuit dan faktor lainnya dipengaruhi oleh aktifitas air dan kelembaban pada sampel yang dikeluarkan dari oven kemudian mengalami proses pendinginan. Sedangkan penurunan kandungan lemak pada produk biskuit yang ditambah HPI berkaitan dengan hubungan protein dan lemak, semakin tinggi protein suatu bahan pangan maka semakin rendah kandungan lemaknya¹⁶. Berbeda dengan produk biskuit, pada produk kukis kandungan air mengalami penurunan dan lemak mengalami peningkatan setelah ditambahkan HPI¹⁹. Air merupakan komponen penting bagi produk pangan karena jumlahnya dapat mempengaruhi kenampakan maupun tekstur kukis. Kadar air dalam produk kukis dipengaruhi oleh waktu pemanggangan. Rendahnya kadar air pada suatu produk pangan dapat meningkatkan daya simpan produk. Peningkatan lemak produk kukis pada penelitian ini berkaitan dengan bahan-bahan yang digunakan pada adonan kukis yaitu margarin, susu, dan telur yang mengandung beberapa jenis lemak seperti asam oleat, palmitat, dan linolenat²⁰.

Produk lainnya adalah mie siap konsumsi berbahan tepung jagung (maizena) dan HPI Kuniran merupakan alternatif pangan darurat yang praktis dan siap santap, dengan energi 233–250 kkal, karbohidrat 40–50%, lemak 35–45%, protein 10–15%, dan kadar air $\leq 9,5\%$.^{21,22} HPI yang ditambahkan dalam produksi mie siap konsumsi dapat meningkatkan kandungan sebesar 67g/100g. Penambahan HPI dalam proses pembuatan mie kering siap konsumsi dapat menurunkan kandungan lemak, karbohidrat, air dan abu¹⁴. Kandungan lemak pada makanan berkaitan dengan kondisi tengik. Produk pangan dengan kadar lemak tinggi dikhawatirkan mudah tengik akibat terjadinya proses oksidasi lipid, sehingga mempengaruhi kualitas produk²³. Hal ini berkaitan pula dengan HPI yang memiliki sifat sebagai aktivitas antioksidan yang baik untuk melindungi produk pangan dari ketengikan²⁴. Kadar air menurun seiring penggunaan HPI lebih tinggi, sedangkan abu berkurang karena tepung jagung mengandung mineral seperti kalsium, zat besi, dan fosfor. Perubahan kandungan ini dipengaruhi komposisi bahan baku dan metode pengolahan^{14,25,24}.

SIMPULAN

Hidrolisat Protein Ikan merupakan protein hasil hidrolisis protein ikan menjadi senyawa peptida dan asam amino dengan menggunakan enzim. HPI dapat dimanfaatkan dalam pengolahan berbagai produk pangan diantaranya produk MP-ASI, *baked goods* seperti biskuit dan kukis, serta mie kering yang siap dikonsumsi. Penambahan HPI dalam produk pangan dapat mempengaruhi nilai gizinya. Penambahan HPI dalam berbagai produk pangan dapat meningkatkan kandungan proteinnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Oosterveer, P. Governing global fish provisioning: Ownership and management of marine resources. *Ocean Coast. Manag.* 2008; 51: 797–805. doi:10.1016/j.ocecoaman.2008.08.002.
2. Dekkers, E., Raghavan, S., Kristinsson, H. G. & Marshall, M. R. Oxidative stability of mahi mahi red muscle dipped in tilapia protein hydrolysates. *Food Chem.* 2011; 124: 640–645. doi:10.1016/j.foodchem.2010.06.088
3. Hsu, K. C. Purification of antioxidative peptides prepared from enzymatic hydrolysates of tuna dark muscle by-product. *Food Chem.* 2010; 122: 42–48. doi:10.1016/j.foodchem.2010.02.013.
4. Gill, J. M. *et al.* Fish waste biorefinery: A novel approach to promote industrial sustainability. *Bioresour. Technol.* 2025; 419. doi:10.1016/j.biotech.2025.132050.
5. Chalamaiah, M., Dinesh Kumar, B., Hemalatha, R. & Jyothirmayi, T. Fish protein hydrolysates: Proximate composition, amino acid composition, antioxidant activities and applications: A review. *Food Chem.* 2012; 135: 3020–3038. doi: 10.1016/j.foodchem.2012.06.100.
6. Chasanah, E., Susilowati, R., Yuwono, P., Zilda, D. S. & Fawzya, Y. N. Amino acid profile of biologically processed fish protein hydrolysate (FPH) using local enzyme to combat stunting. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* 2019; 278. doi: 10.1088/1755-1315/278/1/012013.
7. Kristinsson, H. G. & Rasco, B. A. *Fish protein hydrolysates: Production, biochemical, and functional properties. Critical Reviews in Food Science and Nutrition* vol. 40. 2000. doi:10.1080/10408690091189266.
8. Taylor, P., Kristinsson, H. G., Rasco, B. A., Kristinsson, H. G. & Rasco, B. A. *Fish Protein Hydrolysates : Production , Biochemical , and Functional Properties Fish Protein Hydrolysates : Production , Biochemical , and*

- Functional. 2010.
9. Jafar, I., Asfar, M., Mahendradatta, M., Paradiman, A. Z. & Iqbal, M. Fish Protein Hydrolysate Research Trends over the Last 5 Years and Future Research Predictions; a Bibliometric Analysis. *Int. J. Pept. Res. Ther.* 2024; 30. doi: 10.1007/s10989-024-10616-8.
10. Aprilia, V. & Hati, F. S. Formulasi bubur bayi MPASI yang diperkaya hidrolisat protein ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). *J. Gizi dan Diet. Indones. (Indonesian J. Nutr. Diet.* 2016; 4: 88. doi:10.21927/ijnd.2016.4(2).88-96.
11. Putri, Y. I. *et al.* Optimasi Formula MP-ASI Bubuk Instan Sumber Protein dengan Substitusi Hidrolisat Protein Ikan (HPI) dan Tepung Kacang Hijau Menggunakan Response Surface Methodology (RSM). *J. Apl. Teknol. Pangan.* 2019; 8: 123. doi: 10.17728/jatp.4346.
12. Resti, N., Ayustaningwarno, F., Nuryanto, N., Chasanah, E. & Purwani, E. Y. Physicochemical quality of dry noodles from maize flour and fish protein hydrolyzate (Mizepi) as a potential emergency food. *Food Prod. Process. Nutr.* (2024) doi:10.1186/s43014-024-00266-0.
13. SNI. *Makanan Pendamping Air Susu Ibu (MP-ASI) - Bagian 1: Bubur Instan.* Badan Standardisasi Nasional. 2025; 01: 7111..
14. Dewita, Syahrul & Isnaini. Pemanfaatan Konsentrat Protein Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*) Untuk Pembuatan Biskuit dan Snack. *J. Pengolah. Has. Perikan. Indones.* 2011; 14: 30–34.
15. Adhimah, N. N., Mulyati, A. H. & Widiastuti, D. Substitusi Tepung Terigu Dengan Tepung Ampas Kedelai Pada Produk Cookies yang Kaya Akan Serat Pangan dan Protein. *Ekologia.* 2017; 17: 28–39.
16. Asare, S. N., Gruber Ijong, F., Rieuwpassa, J. & Setiawati, N. P. Penambahan Hidrolisat Protein Ikan Pada Pembuatan Biskuit. *J. Ilm. Tindalung* 4, 10–18 (2020).
17. Maulani, A., Poernomo, A., Lisyana, H. & Sumandiarsa, I. K. Karakteristik Gluten Free Cookies Fortifikasi Hidrolisat Protein Ikan Lele. *J. Pascapanen dan Bioteknol. Kelaut. dan Perikan.* 2024; 19: 73.
18. Andayani, S. N., Br Sitepu, G. S., Budiarta, I. N. & Damayanti, M. L. Karakterisasi Kimia dan Sensori Cookies Non-Gluten dengan Substitusi Tepung Tulang Ikan Tongkol (*Euthynnus Affinis*) sebagai Alternatif Makanan Ringan Penderita Celiac. *JST (Jurnal Sains dan Teknol.* 2022; 11: 257–266. doi: 10.23887/jstundiksha.v11i2.45983.
19. Fatmah, F., Utomo, S. W. & Lestari, F. Broccoli-soybean-mangrove food bar as an emergency food for older people during natural disaster. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 18. 2021)
20. Hasan, N. W., Putri, T. P. & Zainal. Preparation of cookies from banana flour, soy flour, and Moringa leaf flour as an emergency food product. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* 2020; 486. doi: 10.1088/1755-1315/486/1/012059.
21. Maharani, M., Sukwika, T. & Reza, M. Emergency Food Socialization in Wangun Java Village, Cugenang District, Cianjur Regency, West Java. *Pengabd. Masy.* 2023; 165–172.
22. Witono, Y., Maryanto, M., Taruna, I., Masahid, A. D. & Cahyaningati, K. Aktivitas Antioksidan Hidrolisat Protein Ikan Wader (*Rasbora Jacobsoni*) dari Hidrolisis oleh Enzim Calotropin dan Papain. *J. Agroteknologi.* 2020; 14: 44. doi: 10.19184/j-agt.v14i01.14817.
23. Obadi, M., Qi, Y. & Xu, B. High-amylose maize starch: Structure, properties, modifications and industrial applications. *Carbohydr. Polym.* 2023; 299. doi: 10.1016/j.carbpol.2022.120185.
24. Sumartini, S., Harahap, K. S. & Luthfiyana, N. Efektivitas Penambahan Serbuk Daun Mangrove (*Sonneratia caseolaris*) terhadap Kualitas dan Umur Simpan Roti Tawar. *J. Pengolah. Has. Perikan. Indones.* 2022; 25. doi: 10.17844/jphpi.v25i2.40708.