

FAKUMI MEDICAL JOURNAL

ARTIKEL RISET

URL artikel: <https://fmj.fk.umi.ac.id/index.php/fmj>

Protein Ikan Hidrolisat “Susu Ikan” sebagai Inovasi Pangan Fungsional untuk Menangani Malnutrisi di Indonesia

^KDaffa Arkananta Putra Yanni¹

¹Universitas YARSI, Jl. Let. Jend. Suprpto Kav. 13. Cempaka Putih, Jakarta Pusat, Jakarta, Indonesia
Email Penulis Korespondensi (^K): daffa1197@gmail.com¹
(081311325646)

ABSTRAK

Malnutrisi tetap menjadi tantangan utama kesehatan masyarakat di Indonesia, khususnya pada kelompok anak-anak dan ibu hamil. Hidrolisat protein ikan (HPI) atau "susu ikan" merupakan inovasi pangan fungsional yang menawarkan sumber protein berkualitas tinggi dengan pencernaan dan bioaktivitas yang baik. Artikel ini mengkaji potensi HPI dalam mendukung perbaikan status gizi berdasarkan telaah literatur dari penelitian nasional dan internasional. Hasil menunjukkan bahwa HPI kaya akan asam amino esensial dan secara pra-klinis (in vitro/hewan coba) menunjukkan potensi meningkatkan status albumin, dan dapat diperkaya dalam produk makanan tambahan. Meski demikian, tantangan implementasi seperti penerimaan rasa, sertifikasi halal, dan keterbatasan uji klinis perlu menjadi perhatian. Diperlukan kehati-hatian dalam menggeneralisasi temuan dari produk sejenis, seperti konsentrat protein ikan (KPI) dan HPI, serta perhatian terhadap aspek keamanan pangan sebelum adopsi skala luas. Dengan memanfaatkan kekayaan sumber daya laut Indonesia dan dukungan program nasional, HPI berpeluang besar untuk diintegrasikan dalam strategi pengentasan malnutrisi. Kajian ini merekomendasikan perlunya inovasi produk, penelitian lebih lanjut, standar keamanan pangan yang ketat, serta pendekatan multisektoral untuk memperkuat implementasi susu ikan di masyarakat.

Kata kunci: Indonesia; malnutrisi; status gizi; hidrolisat protein; kesehatan masyarakat

PUBLISHED BY:

Fakultas Kedokteran
Universitas Muslim Indonesia

Address:

Jl. Urip Sumoharjo Km. 5 (Kampus II UMI)
Makassar, Sulawesi Selatan.

Email:

fmj@umi.ac.id

Phone: +681312119884

Article history

Received 18 May 2026

Received in revised form 01 June 2026

Accepted 25 June 2026

Available online 30 June 2026

licensed by [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).



ABSTRACT

Malnutrition remains a major public health challenge in Indonesia, particularly among children and pregnant women. Fish protein hydrolysate (FPH), also known as "fish milk," is a functional food innovation that offers a high-quality protein source with good digestibility and bioactivity. This article examines the potential of FPH to support improvements in nutritional status based on a review of national and international studies. The findings indicate that FPH is rich in essential amino acids and has demonstrated, in preclinical studies (in vitro and animal models), potential to improve albumin status and can be incorporated into supplementary food products. However, implementation challenges, including taste acceptability, halal certification, and the limited availability of clinical trials, require careful consideration. Caution is warranted when generalizing findings from related products, such as fish protein concentrate (FPC) and FPH, and strict attention should be given to food safety aspects before large-scale adoption. By leveraging Indonesia's abundant marine resources and the support of national programs, FPH has considerable potential to be integrated into strategies for addressing malnutrition. This review recommends further product innovation, additional research, stringent food safety standards, and a multisectoral approach to strengthen the implementation of fish milk in the community.

Keywords: Indonesia; malnutrition; nutritional status; protein hydrolysates; public health

PENDAHULUAN

Masalah malnutrisi masih menjadi tantangan serius dalam kesehatan masyarakat, terutama di negara berkembang seperti Indonesia. Ketimpangan sosial ekonomi, rendahnya literasi ibu, ketahanan pangan yang buruk, serta keterbatasan akses terhadap layanan kesehatan turut memperparah kondisi ini dan berdampak pada kualitas hidup (1). Berdasarkan data global dari *United Nations Children's Fund* (UNICEF) tahun 2022, sekitar 148 juta anak di bawah usia lima tahun mengalami stunting, 45 juta menderita wasting, dan 37 juta mengalami kelebihan berat badan (2). Sementara menurut data UNICEF di Indonesia, prevalensi stunting pada anak mencapai sekitar 21,5%, wasting 8,5%, dan anemia sebesar 23,6% pada anak usia di bawah lima tahun (3). Sedangkan studi dari Rah et al. menunjukkan bahwa Indonesia berperan sebagai contoh dari sekian negara berkembang dengan beban malnutrisi, dengan sekitar 33% anak mengalami stunting, 10% mengalami wasting, dan 8% mengalami *overweight* (4). Di Indonesia, malnutrisi memengaruhi jutaan orang, dengan anak balita dan ibu hamil sebagai kelompok paling rentan, disusul oleh masyarakat di daerah pedesaan dan daerah perkotaan yang berisiko tinggi terkena bencana alam (5,6). Mengatasi malnutrisi membutuhkan solusi yang inovatif, berkelanjutan, dan sesuai dengan konteks budaya lokal (7,8).

Protein merupakan makronutrien esensial yang penting bagi pertumbuhan, perkembangan, dan kesehatan secara keseluruhan. Namun, kekurangan protein merupakan masalah umum di antara populasi yang mengalami malnutrisi di Indonesia, yang berdampak signifikan terhadap pertumbuhan linear, sering kali disebabkan oleh terbatasnya akses terhadap sumber protein berkualitas tinggi (9). Ikan, yang merupakan bahan makanan pokok dalam pola makan masyarakat Indonesia, merupakan sumber yang belum dimanfaatkan secara optimal untuk menutup kesenjangan ini. Sejumlah penelitian telah mengkaji upaya penanganan malnutrisi dengan pendekatan sumber protein alternatif dari ikan, salah satunya adalah penggunaan hidrolisat protein ikan (HPI) atau yang dikenal sebagai "susu ikan" (10).

Secara internasional, pemanfaatan HPI telah diteliti dalam berbagai konteks. Di Tiongkok, Xiong et al. (2023) menemukan hubungan antara asupan protein tinggi dengan peningkatan pertumbuhan linier dan penurunan risiko stunting pada anak-anak. Di Norwegia, Prabhu et al. (2025) membuat makanan

olahan salmon dengan tekstur yang lebih lunak yang bermanfaat bagi lansia dengan disfagia dan yang menderita malnutrisi (11). Telaah literatur oleh Nguyen et al. (2022) menyimpulkan bahwa HPI bermanfaat dalam suplementasi untuk pertumbuhan dan respons imunologis pada ikan (12). Secara nasional, Fawzya dan Irianto (2020) menjelaskan bahwa protein hasil hidrolisis dari ikan memiliki nilai gizi tinggi, mudah dicerna, dan kaya akan asam amino esensial serta senyawa bioaktif (10). Penelitian oleh Asmak et al. (2020) menunjukkan bahwa penggantian susu formula dengan susu ikan dapat meningkatkan kadar albumin pada hewan uji yang mengalami kekurangan gizi (13). Selain itu, studi oleh Prasetyo et al. (2024) juga menyoroti potensi limbah ikan sebagai bahan baku untuk menghasilkan protein hidrolisat yang fungsional dan bernilai tambah tinggi (14). Sementara itu, studi dari Kresnowati et al. (2021) menyatakan pentingnya produksi HPI halal di Indonesia agar dapat diterima oleh mayoritas penduduk Muslim (15). Kendati manfaatnya telah banyak diungkap, pemanfaatan susu ikan di tingkat nasional masih sangat terbatas. Hal ini disebabkan oleh minimnya sosialisasi, tantangan dalam penerimaan masyarakat, serta kurangnya integrasi dalam program gizi nasional.

Seiring dengan diluncurkannya program makan gratis oleh presiden terpilih Prabowo Subianto yang menargetkan anak-anak dan ibu hamil, muncul wacana untuk memasukkan susu ikan sebagai alternatif susu sapi. Usulan ini telah memicu perdebatan luas di kalangan pakar gizi dan masyarakat mengenai efektivitas serta tingkat penerimaannya (16,17).

Oleh karena itu, artikel ulasan ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi protein hidrolisat dari ikan, atau susu ikan, sebagai solusi inovatif dalam mengatasi malnutrisi di Indonesia. Artikel ini akan mengkaji manfaat gizi, kelayakan penerapan, serta tantangan implementasi berdasarkan bukti-bukti ilmiah yang tersedia.

METODE

Artikel ini disusun menggunakan pendekatan *narrative review* untuk mengkaji potensi protein hidrolisat ikan atau "susu ikan" dalam penanganan malnutrisi di Indonesia. Literatur dikumpulkan melalui penelusuran database daring seperti PubMed, ScienceDirect, dan Google Scholar dengan kata kunci "fish protein hydrolysate", "malnutrition", dan "Indonesia", dengan batasan tahun publikasi antara 2015 dan 2025 agar cakupan informasi lebih luas. Artikel yang dipilih (kriteria inklusi) meliputi penelitian asli (mencakup studi *in vitro* dan *in vivo*), tinjauan pustaka, dan laporan kebijakan relevan, berfokus pada publikasi dengan sasaran penelitian dalam negeri, dan dipilih berdasarkan ketersediaan akses terbuka. Publikasi *non-peer-reviewed*, duplikasi, dan artikel yang tidak membahas produk protein ikan secara spesifik termasuk dalam kriteria eksklusi. Seleksi literatur dilakukan secara manual dengan mempertimbangkan relevansi terhadap tema, kualitas metodologi, dan kontribusi terhadap pemahaman ilmiah. Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif untuk merangkum manfaat gizi, potensi implementasi, serta tantangan penggunaan susu ikan dalam konteks lokal Indonesia. Seleksi literatur dan ekstraksi data dilakukan oleh satu peneliti (keterbatasan reviewer tunggal), sehingga

berpotensi terhadap bias seleksi; untuk memitigasi hal ini, kriteria inklusi-eksklusi diterapkan secara konsisten dan proses penyaringan dilakukan pada dua tahap terpisah (judul/abstrak, lalu *full-text*).

HASIL

Penelusuran pertama pada database ScienceDirect menghasilkan sebanyak 13 publikasi dengan penelusuran kata kunci “fish protein hydrolysate AND malnutrition AND Indonesia.” Seluruh artikel ditelaah secara singkat pada judul, abstrak, dan kesimpulan yang relevan dengan topik artikel ini. Sehingga terpilih 1 publikasi yang sesuai dengan tujuan telaah ini. Pada database Google Scholar didapatkan lebih dari 1.000 publikasi dengan penelusuran kata kunci “fish protein hydrolysate AND fish milk AND malnutrition AND Indonesia.” Dari 1.000 lebih publikasi yang ditemukan, dilakukan penyaringan berdasarkan judul, abstrak, dan kesimpulan yang relevan dengan topik, sehingga dipilih 11 artikel yang paling relevan untuk dianalisis lebih lanjut. Pada database PubMed tidak ditemukan publikasi (0 hasil) dengan penelusuran “fish protein hydrolysate AND malnutrition AND Indonesia.” Dengan demikian, sebanyak 12 publikasi relevan dianalisis untuk mengevaluasi potensi penggunaan HPI dalam upaya penanganan malnutrisi di Indonesia.

Tabel 1. Tinjauan Pustaka

No.	Tahun Terbit	Judul (Referensi)	Nama Penulis	Metode Penelitian	Jenis Produk	Hasil
1.	2022	Fish Protein Concentrate for Human Consumption: A Review of Its Preparation by Solvent Extraction Methods and Potential for Food Applications (18)	Kumoro, A.C.; Wardhani, D.H.; Kusworo, T.D.; Djaeni, M.; Ping, T.C.; Azis, Y.M.F.	Telaah kritis	KPI	Studi ini menyatakan bahwa profil gizi KPI memiliki kemiripan dengan HPI, namun perbandingan ini bersifat kualitatif dan belum divalidasi secara klinis komparatif langsung. Konsumsi makanan yang mengandung banyak KPI dapat bermanfaat sebagai pengganti susu sapi, untuk menangani edema, dan untuk menangani kwashiorkor. Pengembangan produk yang mengandung KPI diharapkan dapat menjadi alternatif makanan atau suplemen yang murah dan bergizi tinggi.
2.	2019	Amino Acid Profile of Biologically Processed Fish Protein Hydrolysate (FPH) Using Local Enzyme to Combat Stunting (19)	Chasanah, E.; Susilowati, R.; Yuwono, P.; Zilda, D.S.; Fawzya, Y.N.	<i>In vitro</i> laboratorium	/ HPI	Studi menunjukkan bahwa HPI yang berasal dari ikan tembang (<i>Sardinella</i>) memiliki kandungan asam amino esensial, terutama lisin dan leusin, yang bermanfaat dalam mencegah dan menangani stunting pada malnutrisi anak. Produk HPI ini dapat berperan sebagai bahan makanan efektif dalam memperbaiki status gizi anak.
3.	2021	The Effect of Hydrolyzate on Amino Acid Levels in Nile Tilapia (<i>Oreochromis Niloticus</i>) (20)	Nuryanto; Chasanah, E.; Afifah, D.N.; Sulchan, M.; Martosuyono, P.; Ihsani, K.	<i>In vitro</i> laboratorium	/ HPI	Studi menunjukkan ikan Nile tilapia memiliki profil rerata kadar asam amino leusin, lisin, dan asam glutamat. Setelah dihidrolisis, kadar profil asam amino meningkat pada leusin, lisin dan asam glutamat. Asam amino tersebut dapat digunakan sebagai bahan makanan alternatif untuk meningkatkan kualitas pangan anak.
4.	2020	Analysis of Iron, Calcium, and Zinc Contents in Formulated Fish Protein Hydrolyzate	Putri, A.R.; Anwar, A.; Chasanah, E.; Fawzya, Y.N.; Martosuyono, P.	<i>In vitro</i> laboratorium	/ HPI	Studi menganalisa kandungan mineral kalsium, besi, dan zink pada bubur makanan tambahan terformulasi HPI. Analisis menunjukkan formula F3 (nasi

No.	Tahun Terbit	Judul (Referensi)	Nama Penulis	Metode Penelitian	Jenis Produk	Hasil
		(FPH) Complementary Feeding Instant Powder (21)	Nuryanto; Afifah, D.N.			merah 15 gr, susu skim 18 gr, HPI 6.2 gr, kacang hijau 45 gr, lemak 10 gr, dan gula 5 gr) memiliki kandungan zat besi (38.5 mg/100 gr) dan zink (5.7 mg/100 gr) tertinggi yang bermanfaat dalam pertumbuhan dan perkembangan anak dengan malnutrisi.
5.	2020	Patin (<i>Pangasius Hypophthalmus</i>) Fish Protein Concentrate Alters Insulin-Like Growth Factor (IGF)-1 and IGF Binding Protein (IGFBP)-3 Level of Sprague Dawley Neonate Rats Induced Malnutrition (22)	Abdullah, A.Z.; Fitri, S.A.; Muniroh, M.; Agustini, T.W.	<i>In vivo</i> – hewan (Tikus Sprague Dawley)	KPI	Studi menunjukkan bahwa pemberian KPI ikan patin pada tikus neonatus <i>Sprague Dawley</i> yang mengalami malnutrisi meningkatkan berat badan secara signifikan, namun menurunkan kadar serum IGF-1 dan IGFBP-3. Dosis KPI ikan patin sebesar 13.26 mg/gr berat badan per hari terbukti menjadi dosis paling efektif dalam memperbaiki berat badan pada kondisi malnutrisi.
6.	2025	Fish Byproducts as a Protein Source: A Critical Review of Fish Protein Concentrate (23)	Cassol, G.Z.; Rezende-de-Souza, J.H.; Savay-da-Silva, L.K.	Telaah kritis	KPI	Studi menunjukkan bahwa KPI dari limbah pengolahan ikan memiliki protein tinggi dan nutrisi esensial, sehingga dapat menjadi bahan pangan yang berkelanjutan dan efektif untuk mengatasi malnutrisi energi-protein. KPI ini dapat diintegrasikan ke dalam pelbagai produk makanan untuk meningkatkan asupan protein.
7.	2020	Characteristics of Fish Protein Hydrolysate from Yellowstripe Scad (<i>Selaroides leptolepis</i>) Produced by a Local Microbial Protease (24)	Fawzya, Y.N.; Nursatya, S.M.; Susilowati, R.; Chasanah, E.	<i>In vitro</i> laboratorium	/ KPI	Studi menunjukkan bahwa ikan selar kuning (<i>Selaroides leptolepis</i>) yang dihidrolisis menjadi HPI menggunakan protease lokal <i>Bacillus subtilis</i> BII-1 menunjukkan pencernaan tinggi, tanpa rasa pahit, dan kandungan protein yang baik, terutama saat dikeringkan dengan filler <i>whey protein</i> . HPI menyediakan sumber protein yang mudah diserap, sehingga bermanfaat untuk mengatasi malnutrisi dengan meningkatkan asupan protein.
8.	2020	Chemical and Amino Acid Composition of Snapper Scrap Meat Hydrolysate (25)	Prayudi, A.; Yuniarti, T.; Taryoto, A.; Supenti, L.; Martosuyono, P.	<i>In vitro</i> laboratorium	/ HPI	Studi menunjukkan bahwa HPI dari daging sisa ikan kakap yang menggunakan enzim alkalase menunjukkan kandungan protein yang sangat tinggi (95.30%) dan mengandung 18 jenis asam amino, termasuk asam amino esensial seperti lisin yang penting untuk pertumbuhan dan fungsi imun. HPI ini menyediakan protein yang mudah dicerna dan komponen bioaktif, sehingga sangat bermanfaat untuk mengatasi malnutrisi.
9.	2020	Functional Properties and Proximate Compositions of Bony Barb Protein Hydrolysed (26)	Junianto; Afrianto, E.; Hasan, Z.	<i>In vitro</i> laboratorium	/ HPI	Studi menunjukkan bahwa HPI dari ikan nilam (<i>Osteochilus vittatus</i>) yang diolah menjadi tepung memiliki kandungan air 8.75%, protein 84.6%, dan lemak 1%. Tepung ini dapat digunakan sebagai suplemen makanan atau suplemen produk makanan rendah protein.
10.	2019	Production and Characteristics of Fish Protein Hydrolysate from Parrotfish (<i>Chlorurus sordidus</i>) Head (27)	Prihanto, A.A.; Nurdiani, R.; Bagus, A.D.	<i>In vitro</i> laboratorium	/ HPI	Studi ini berhasil membuat HPI berkualitas tinggi dari kepala ikan kakatua (<i>Chlorurus sordidus</i>) dengan mengoptimalkan pH dan waktu hidrolisis, dengan hasil terbaik pada pH 9 selama 24 jam, menghasilkan 49.04% hidrolisat dengan aktivitas antioksidan yang tinggi, kandungan asam amino esensial yang tinggi, dan sifat

No.	Tahun Terbit	Judul (Referensi)	Nama Penulis	Metode Penelitian	Jenis Produk	Hasil
11.	2020	The Effect of Fish Protein Hydrolysate (FPH) Substitution Complementary Feeding Formula on the Albumin Levels of Sprague Dawley Rat (13)	Asmak, N.; Kusmiyati-Tjahjono, D.K.; Chasanah, E.; Faw	<i>In vivo</i> – hewan (Tikus Sprague Dawley)	HPI	bioaktif dari HPI yang menunjukkan potensinya sebagai suplemen bernutrisi untuk membantu mengatasi malnutrisi. Studi menemukan bahwa penambahan HPI dari ikan kuniran (<i>Upeneus moluccensis</i>) ke dalam formula makanan pendamping secara signifikan meningkatkan kadar albumin pada hewan coba tikus <i>Sprague Dawley</i> . Kadar albumin tertinggi diamati pada formulasi dengan 15% susu skim, 7.6% HPI, dan tepung kacang hijau setelah 14 hari. Albumin ini berperan dalam perubahan status gizi dan malnutrisi.
12.	2024	Protein Enrichment in Instant Pudding with Fish Protein Hydrolysate (FPH) from Trash Fish (28)	Salampessy, R.B.S.; Yuniarti, T.; Handayani, M.G.; Nurbani, S.Z.	<i>In vitro</i> / laboratorium	HPI	Studi menemukan bahwa penambahan HPI dari ikan curah secara signifikan meningkatkan kadar protein pada puding instan dan puding siap makan, dengan kadar protein tertinggi tercapai pada penambahan HPI 15% (8.77% untuk puding instan dan 2.28% untuk puding siap makan). Pengayaan produk pangan dengan HPI menyediakan sumber protein yang mudah dicerna dan berkualitas tinggi, sehingga menjadi strategi yang menjanjikan untuk membantu mengatasi masalah gizi buruk dan kurang gizi.

KPI = Konsentrat protein ikan; HPI = Hidrolisat protein ikan

PEMBAHASAN

Perlu ditegaskan bahwa HPI dan KPI merupakan dua produk yang berbeda secara biokimia. HPI dihasilkan terutama melalui hidrolisis enzimatis protein ikan, di mana enzim proteolitik memutus ikatan peptida sehingga menghasilkan peptida dengan ukuran molekul lebih kecil dan asam amino bebas pada tingkat hidrolisis tertentu. Sedangkan KPI diproduksi melalui proses mekanis atau ekstraksi pelarut tanpa pemutusan ikatan peptida secara enzimatis sebagai tahapan utama produksinya (18). Oleh karena itu, temuan dari studi KPI pada tinjauan ini disajikan sebagai konteks pembandingan, bukan sebagai bukti langsung terhadap efektivitas HPI.

Berdasarkan hasil telaah literatur, HPI terbukti memiliki potensi signifikan sebagai intervensi gizi dalam penanganan malnutrisi. Beberapa studi menunjukkan bahwa HPI mengandung asam amino esensial, seperti lisin dan leusin, yang sangat penting untuk pertumbuhan linear anak-anak (19,20). Selain itu, pada tingkat uji *in vivo* pada hewan coba (tikus *Sprague Dawley*), substitusi HPI pada formula pangan pendamping terbukti meningkatkan kadar albumin secara signifikan (13). Perlu digarisbawahi bahwa temuan ini berasal dari model hewan, sehingga belum dapat digeneralisasikan secara langsung terhadap efektivitas klinis pada manusia tanpa konfirmasi melalui *randomized controlled trial* (RCT). Temuan ini didukung oleh Ryu et al. (2021) pada sebuah telaah yang menyatakan bahwa kandungan protein dan asam amino yang melimpah pada ikan mudah dicerna dan memiliki aktivitas biologis dan fisiologis pada manusia dibandingkan dengan protein dari daging hewan darat (29). Aktivitas biologis

lain dari pemanfaatan HPI antara lain antioksidan (30), antihipertensif (31), antimikroba (32), antikanker (33), dan antidiabetes (34), sehingga memperluas potensi manfaatnya dalam meningkatkan status kesehatan secara keseluruhan.

Menariknya, temuan Abdullah et al. (2020) pada tikus neonatus malnutrisi menunjukkan hasil yang tampak paradoks: pemberian KPI ikan patin meningkatkan berat badan, namun justru menekan kenaikan kadar serum IGF-1 dan IGFBP-3 yang secara alami teramati pada kelompok kontrol malnutrisi selama *refeeding* (22). Hal ini penting dibahas, mengingat jalur *growth hormone* (GH)–IGF-1 merupakan penanda utama pemulihan status protein somatik (35), sehingga kenaikan berat badan semata tidak dapat diartikan sebagai perbaikan status gizi protein yang utuh. Disosiasi ini kemungkinan dijelaskan oleh kombinasi tiga faktor: Pertama, kenaikan berat badan pada fase awal refeeding sering didominasi oleh akumulasi massa lemak/cairan ("*catch-up fat*") yang mendahului pemulihan massa protein (18); kedua, rendahnya bioavailabilitas asam amino rantai cabang (terutama leusin) pada KPI sehingga aktivasi jalur *nutrient-sensing* mTORC1 dan transkripsi IGF-1 hepatic kurang optimal (35); ketiga, resistensi GH di tingkat reseptor hepatic yang umum terjadi pada malnutrisi kronis dan dapat pulih lebih lambat dibandingkan berat badan (36). Temuan ini memperkuat pentingnya membedakan KPI dan HPI secara konseptual, karena hasil pada parameter hormonal seperti IGF-1/IGFBP-3 tidak dapat digeneralisasi sebagai representasi efek HPI secara keseluruhan; mekanisme pastinya memerlukan konfirmasi lebih lanjut melalui studi yang mengukur komposisi tubuh secara langsung.

Susu ikan sebagai inovasi pangan fungsional menawarkan beberapa keunggulan, antara lain pencernaan tinggi, bioavailabilitas nutrisi, serta potensi untuk dikembangkan dari sumber daya lokal seperti ikan curah, limbah ikan, maupun hasil perikanan tangkap (23–25). Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa produk HPI dapat diperkaya ke dalam berbagai bentuk makanan, seperti bubur instan dan puding, untuk meningkatkan asupan protein masyarakat rentan (21,28). Pengayaan pangan ini menjadi salah satu strategi untuk memperbaiki status gizi tanpa harus mengubah pola makan secara drastis. Studi dari Manoppo et al. (2025) melakukan eksperimen dengan mencampurkan konsentrat protein ikan kembung (*Rastrelliger sp.*) ke dalam bubur instan dan didapatkan penilaian baik secara organoleptik dan cocok dikonsumsi oleh bayi maupun orang dewasa (37). Studi lain oleh Darmawan (2022) menghasilkan *nugget* antistunting yang diperkaya dengan HPI ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) yang mengandung kadar protein 22.09% (db/dry base), serta rasa dan tekstur yang disukai konsumen (38).

Namun demikian, implementasi penggunaan susu ikan di Indonesia menghadapi sejumlah tantangan. Faktor seperti rasa khas dari protein ikan (29), penerimaan budaya masyarakat, persepsi konsumen (39), serta isu sertifikasi halal menjadi kendala utama yang perlu diperhatikan (15). Di sisi lain, faktor biaya produksi dan ketersediaan teknologi ekstraksi juga menentukan keberlanjutan program ini (18). Minimnya penelitian klinis di Indonesia terkait efektivitas langsung dari konsumsi susu ikan terhadap perbaikan status gizi anak juga menjadi kekurangan yang perlu diatasi.

Dalam konteks nasional, potensi pengembangan susu ikan cukup besar, mengingat Indonesia memiliki kekayaan biodiversitas laut yang melimpah (24). Program pemerintah seperti inisiatif makan gratis bagi anak-anak sekolah dan ibu hamil dapat menjadi platform untuk memperkenalkan inovasi ini secara luas. Untuk itu, diperlukan strategi sosialisasi, inovasi teknologi pengolahan untuk meningkatkan rasa dan tekstur, serta penelitian lebih lanjut yang mengkaji aspek keamanan pangan, efektivitas klinis, dan penerimaan masyarakat.

Aspek lain yang perlu dicermati adalah potensi beban osmolaritas HPI, mengingat hidrolisis enzimatis menghasilkan proporsi peptida rantai pendek yang lebih tinggi per gram protein dibandingkan dengan protein utuh (40). Pada anak dengan malnutrisi berat yang umumnya mengalami atrofi vili usus dan gangguan absorpsi mukosa yang berisiko memicu diare osmotik (41). Meski di sisi lain, formula berbasis peptida secara umum justru menunjukkan toleransi gastrointestinal yang lebih baik dibandingkan dengan formula asam amino bebas (42). Dengan demikian, keamanannya sangat bergantung pada derajat hidrolisis dan konsentrasi pemberian yang sebaiknya mengacu pada formulasi *World Health Organization* (WHO) dan diuji osmolaritasnya sebelum direkomendasikan pada populasi rentan ini.

Tantangan teknis lain yang krusial adalah keamanan pangan terkait cemaran logam berat, khususnya merkuri dan kadmium, pada ikan sebagai bahan baku HPI. Merkuri, terutama dalam bentuk metilmerkuri yang paling toksik, memiliki afinitas tinggi terhadap gugus sulfidril protein, sehingga berpotensi terkonsentrasi pada fraksi protein selama proses ekstraksi atau hidrolisis (43). Data pemantauan cemaran logam pada produk perikanan Indonesia menunjukkan bahwa merkuri dan kadmium menjadi penyebab utama penolakan ekspor produk perikanan Indonesia ke Uni Eropa, Kanada, dan Korea Selatan pada 2008-2017 (44), sementara baku mutu nasional dari Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) No. 5 Tahun 2018 menetapkan batas maksimum merkuri 0,5 mg/kg dan 0,1 mg/kg untuk ikan non-predator (45). Oleh karena itu, pemilihan spesies ikan bahan baku, asal perairan, serta uji cemaran logam berat pada produk akhir HPI perlu menjadi bagian wajib dari standar mutu sebelum produk ini direkomendasikan sebagai intervensi gizi skala nasional, mengingat balita dan ibu hamil secara fisiologis lebih rentan terhadap efek neurotoksik logam berat.

Studi ini memiliki keterbatasan mendasar pada jenjang bukti (*level of evidence*) yang tersedia. Dari 12 referensi utama yang dianalisis pada Tabel 1, delapan studi merupakan penelitian *in vitro*/karakterisasi laboratorium terhadap komposisi kimia dan aktivitas bioaktif HPI, dua studi merupakan tinjauan pustaka atau telaah kritis, dan hanya dua studi yang menggunakan desain *in vivo* pada hewan coba tikus *Sprague Dawley*. Hingga saat ini, belum ditemukan publikasi uji klinis (RCT) pada manusia yang mengevaluasi efektivitas HPI secara langsung. Dengan demikian, klaim manfaat HPI terhadap status albumin dan status gizi pada bagian Pembahasan harus dimaknai sebagai bukti tingkat pra-klinis, bukan bukti klinis pada manusia. Uji klinis berdesain RCT pada populasi rentan di Indonesia menjadi prioritas riset ke depan sebelum HPI dapat direkomendasikan sebagai intervensi gizi berbasis bukti.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hidrolisat protein ikan merupakan sumber protein berkualitas tinggi dengan kandungan asam amino esensial dan aktivitas bioaktif yang menjanjikan dalam mendukung perbaikan status gizi, berdasarkan bukti yang sebagian besar berasal dari studi *in vitro* dan hewan coba. Pemanfaatan HPI, termasuk dalam bentuk susu ikan, menawarkan pendekatan inovatif yang berbasis potensi sumber daya lokal untuk penanganan malnutrisi di Indonesia. Namun, klaim manfaatnya perlu dibedakan secara jelas dari produk sejenis seperti KPI yang memiliki profil biokimia berbeda. Implementasinya memerlukan perhatian terhadap tantangan teknis (beban osmolaritas pada populasi rentan, cemaran logam berat), budaya, dan regulasi, di samping kesenjangan bukti klinis pada manusia yang masih besar. Integrasi HPI dalam program kesehatan masyarakat perlu didukung oleh penelitian klinis (RCT) yang lebih luas, standar keamanan pangan yang ketat, inovasi formulasi produk, serta upaya peningkatan penerimaan masyarakat sebelum dapat direkomendasikan sebagai intervensi gizi berbasis bukti.

DAFTAR PUSTAKA

1. Mihret ST, Biset G, Nurye NA. Prevalence of Acute Malnutrition and Associated Factors among Children aged 6–59 months in South Wollo Zone, East Amhara, Northeast Ethiopia: a Community-based cross-sectional study. *BMJ Open*. 2023 Oct 24;13(10):e062582. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-062582>
2. UNICEF, WHO, World Bank Group. Levels and Trends in Child Malnutrition: Key Findings of the 2023 Edition. New York; 2023.
3. UNICEF. Climate Change and Nutrition in Indonesia: A Review of the Evidence for Policy and Programme Strengthening. Jakarta, Indonesia; 2024.
4. Rah JH, Melse-Boonstra A, Agustina R, van Zutphen KG, Kraemer K. The Triple Burden of Malnutrition Among Adolescents in Indonesia. *Food Nutr Bull*. 2021 Jun 20;42(1_suppl):S4–8. <https://doi.org/10.1177/03795721211007114>
5. Ilmiati I, Jamhary J, Lestari RI. Pengendalian Kualitas Kesehatan dalam Upaya Penanggulangan Gizi Buruk pada Balita: Literatur Review. *DINAMIKA KESEHATAN: JURNAL KEBIDANAN DAN KEPERAWATAN*. 2020 Jul 30;11(1):272–80. <https://doi.org/10.33859/dksm.v11i1.563>
6. Yuliarti Y, Ermi N, Arinda DF. The Causes of Malnutrition for Pregnant Mothers Analysis and The Impact on the COVID-19 Pandemic. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*. 2022 Sep 1;13(2):210–23. <https://doi.org/10.26553/jikm.2022.13.2.210-223>
7. Ahmad D, Afzal M, Imtiaz A. Effect of socioeconomic factors on malnutrition among children in Pakistan. *Future Business Journal*. 2020 Dec 30;6(1):30. <https://doi.org/10.1186/s43093-020-00032-x>
8. Gebregergis CM. Socioeconomic determinants of child malnutrition: Evidence from Ethiopia. *Discover Global Society*. 2024 Aug 20;2(1):47. <https://doi.org/10.1007/s44282-024-00062-8>
9. Xiong T, Wu Y, Hu J, Xu S, Li Y, Kong B, et al. Associations between High Protein Intake, Linear Growth, and Stunting in Children and Adolescents: A Cross-Sectional Study. *Nutrients*. 2023 Nov 17;15(22):4821. <https://doi.org/10.3390/nu15224821>

10. Fawzya YN, Irianto HE. Fish Protein Hydrolysates in Indonesia: Their Nutritional Values, Health Benefits, and Potential Applications. In: Marine Niche: Applications in Pharmaceutical Sciences. Singapore: Springer Singapore; 2020. p. 283–97. https://doi.org/10.1007/978-981-15-5017-1_16
11. Prabhu L, Skuland AV, Varela P, Rosnes JT. Fish Protein Hydrolysate as Protein Enrichment in Texture-Modified Salmon Products. *Foods*. 2025 Jan 8;14(2):162. <https://doi.org/10.3390/foods14020162>
12. Nguyen MC, Fotadar R, Giridharan B. The effects of fish protein hydrolysate as supplementation on growth performance, feed utilization and immunological response in fish: A review. *MATEC Web of Conferences*. 2023 Apr 17;377:01020. <https://doi.org/10.1051/matecconf/202337701020>
13. Asmak N, Kusmiyati-Tjahjono DK, Chasanah E, Fawzya YN, Martosuyono P, Nuryanto, et al. The effect of fish protein hydrolysate (FPH) substitution complementary feeding formula on the albumin levels of Sprague Dawley rat. *Food Res*. 2020 May 30;4(S3):18–23. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.4\(S3\).S07](https://doi.org/10.26656/fr.2017.4(S3).S07)
14. Prasetyo DYB, Agustini TW, Anjani G, Riyadi PH. Functional Properties of Protein Hydrolysates from Skipjack Tuna Byproducts Using Response Surface Methodology. *Squalen Bulletin of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology*. 2024 Dec 31;19(3). <https://doi.org/10.15578/squalen.929>
15. Tri Ari Penia Kresnowati M, Rahayu Affandi C, Pratiwi C. Preliminary Evaluation of Halal Protein Hydrolysate Production in Indonesia. *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*. 2021 Apr 1;1143(1):012040. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1143/1/012040>
16. Mitchell A. Controversial ‘fish milk’ touted as a drink option with kids’ meals: ‘It just tastes like normal milk.’ *New York Post* [Internet]. 2024 [cited 2025 Jan 2];
17. CNA. Pregnant women, breastfeeding mothers among those to benefit from Indonesia’s expanded free meal initiative. *Channel News Asia* [Internet]. 2024 [cited 2025 Jan 2];
18. Kumoro AC, Wardhani DH, Kusworo TD, Djaeni M, Ping TC, Ma’rifat Fajar Azis Y. Fish protein concentrate for human consumption: A review of its preparation by solvent extraction methods and potential for food applications. *Annals of Agricultural Sciences*. 2022 Jun;67(1):42–59. <https://doi.org/10.1016/j.aoas.2022.04.003>
19. Chasanah E, Susilowati R, Yuwono P, Zilda DS, Fawzya YN. Amino acid profile of biologically processed fish protein hydrolysate (FPH) using local enzyme to combat stunting. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci*. 2019 May 1;278(1):012013. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/278/1/012013>
20. Nuryanto, Chasanah E, Afifah DN, Sulchan M, Martosuyono P, Ilhsani K. The effect of hydrolyzate on amino acid levels in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Food Res*. 2021 Aug 22;5(S3):85–9. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.5\(S3\).003](https://doi.org/10.26656/fr.2017.5(S3).003)
21. Putri AR, Anwar A, Chasanah E, Fawzya YN, Martosuyono P, Nuryanto, et al. Analysis of iron, calcium and zinc contents in formulated fish protein hydrolyzate (FPH) complementary feeding instant powder. *Food Res*. 2020 May 30;4(S3):63–6. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.4\(S3\).S09](https://doi.org/10.26656/fr.2017.4(S3).S09)
22. Abdullah AZ, Fitri SA, Muniroh M, Agustini TW. Patin (*Pangasius hypophthalmus*) fish protein concentrate alters insulin-like growth factor (IGF)-1 and igf binding protein (IGFBP)-3 level of sprague dawley neonate rats-induced malnutrition. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2020 Nov 28;14:1066–74. <https://doi.org/10.5219/1394>

23. Zatta Cassol G, Rezende-de-Souza JH, Savay-da-Silva LK. Fish Byproducts as a Protein Source: A Critical Review of Fish Protein Concentrate. *Food Reviews International*. 2025 Jan 2;41(1):201–17. <https://doi.org/10.1080/87559129.2024.2392154>
24. Fawzya YN, Nursatya SM, Susilowati R, Chasanah E. Characteristics of Fish Protein Hydrolysate from Yellowstripe Scad (*Selaroides leptolepis*) Produced by a Local Microbial Protease. *E3S Web of Conferences*. 2020 Feb 10;147:03017. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202014703017>
25. Prayudi A, Yuniarti T, Taryoto A, Supenti L, Martosuyono P. Chemical and Amino Acid Composition of Snapper Scrap Meat Hydrolysate. *AACL - International Journal of the Bioflux Society*. 2020;13(4):2228–41.
26. Junianto J, Afrianto E, Hasan Z. Functional properties and proximate compositions of bony barb protein hydrolysated. *Egypt J Aquat Biol Fish*. 2020 Sep 1;24(6):331–41. <https://doi.org/10.21608/ejabf.2020.112861>
27. Prihanto AA, Nurdiani R, Bagus AD. Production and characteristics of fish protein hydrolysate from parrotfish (*Chlorurus sordidus*) head. *PeerJ*. 2019 Dec 20;7:e8297. <https://doi.org/10.7717/peerj.8297>
28. Salampessy RBS, Yuniarti T, Handayani MG, Nurbani SZ. Protein enrichment in instant pudding with fish protein hydrolysate (FPH) from trash fish. *BIO Web Conf*. 2024 Jan 10;147:01001. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202414701001>
29. Ryu B, Shin K-H, Kim S-K. Muscle Protein Hydrolysates and Amino Acid Composition in Fish. *Mar Drugs*. 2021 Jun 29;19(7):377. <https://doi.org/10.3390/md19070377>
30. Tkaczewska J. Peptides and protein hydrolysates as food preservatives and bioactive components of edible films and coatings - A review. *Trends Food Sci Technol*. 2020 Dec;106:298–311. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.10.022>
31. Vázquez JA, Rodríguez-Amado I, Sotelo CG, Sanz N, Pérez-Martín RI, Valcárcel J. Production, Characterization, and Bioactivity of Fish Protein Hydrolysates from Aquaculture Turbot (*Scophthalmus maximus*) Wastes. *Biomolecules*. 2020 Feb 15;10(2):310. <https://doi.org/10.3390/biom10020310>
32. Bi J, Tian C, Jiang J, Zhang G-L, Hao H, Hou H-M. Antibacterial Activity and Potential Application in Food Packaging of Peptides Derived from Turbot Viscera Hydrolysate. *J Agric Food Chem*. 2020 Sep 16;68(37):9968–77. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c03146>
33. Idowu AT, Igiehon OO, Idowu S, Olatunde OO, Benjakul S. Bioactivity Potentials and General Applications of Fish Protein Hydrolysates. *Int J Pept Res Ther*. 2021 Mar 15;27(1):109–18. <https://doi.org/10.1007/s10989-020-10071-1>
34. Harnedy-Rothwell PA, Khatib N, Sharkey S, Lafferty RA, Gite S, Whooley J, et al. Physicochemical, Nutritional and In Vitro Antidiabetic Characterisation of Blue Whiting (*Micromesistius poutassou*) Protein Hydrolysates. *Mar Drugs*. 2021 Jul 2;19(7):383. <https://doi.org/10.3390/md19070383>
35. Caputo M, Pigni S, Agosti E, Daffara T, Ferrero A, Filigheddu N, et al. Regulation of GH and GH Signaling by Nutrients. *Cells*. 2021 Jun 2;10(6):1376. <https://doi.org/10.3390/cells10061376>

36. Page L, McCain E, Freemark M. Adaptive Responses in Severe Acute Malnutrition: Endocrinology, Metabolomics, Mortality, and Growth. *Nutrients*. 2025 Sep 4;17(17):2864. <https://doi.org/10.3390/nu17172864>
37. Manoppo MG, Rieuwpassa F, Wenno MR, Sormin RBD, Kaya AOW, Wattimena ML, et al. Pembuatan Bubur Instan dengan Penambahan Konsentrat Protein Ikan Kembung (*Rastrelliger sp*). *INASUA: Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*. 2025;5(1):368–77. <https://doi.org/10.30598/jinasua.2025.5.1.377>
38. Darmawan E. Nugget Antistunting dengan Memanfaatkan Hidrolisat Protein dari Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *AGROTECH : JURNAL ILMIAH TEKNOLOGI PERTANIAN*. 2022 Feb 23;4(1):1–5. <https://doi.org/10.37631/agrotech.v4i1.581>
39. Oprea OB, Sannan S, Tolstorebrov I, Claussen IC, Gaceu L. Effects of Fish Protein Hydrolysate on the Nutritional, Rheological, Sensorial, and Textural Characteristics of Bread. *Foods*. 2024 Feb 25;13(5):698. <https://doi.org/10.3390/foods13050698>
40. Mendes P dos S, Reitz Cardoso FA, Giugiolli MF, Wolhmuth G, Oliveira MIC, Fante V de F, et al. Enzymatic Hydrolysis and Characterization of Protein Concentrate Obtained From Mechanically Separated Meat of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *J Food Sci*. 2026 Jan 26;91(1). <https://doi.org/10.1111/1750-3841.70799>
41. Carvalho MC da C, Ribeiro SA, de Sousa LS, Lima AÂM, Maciel BLL. Undernutrition and Intestinal Infections in Children: A Narrative Review. *Nutrients*. 2025 Apr 28;17(9):1479. <https://doi.org/10.3390/nu17091479>
42. Selimoglu MA, Kansu A, Aydogdu S, Sarioglu AA, Erdogan S, Dalgic B, et al. Nutritional Support in Malnourished Children With Compromised Gastrointestinal Function: Utility of Peptide-Based Enteral Therapy. *Front Pediatr*. 2021 Jun 7;9. <https://doi.org/10.3389/fped.2021.610275>
43. Strachowski P, Mandava G, Lundqvist J, Bordes R, Abdollahi M. New Insight into Mercury Removal from Fish Meat Using a Single-Component Solution Containing cysteine. *Global Challenges*. 2024 Nov 2;8(11). <https://doi.org/10.1002/gch2.202400161>
44. Pradianti OS, Rahayu WP, Hariyadi RD-. Kajian Kesesuaian Standar Cemaran Kimia (Logam Berat dan PAH) pada Produk Perikanan di Indonesia dengan Standar Negara Lain dan Codex. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 2019 Jun 28;14(1):45–62. <https://doi.org/10.15578/jpbkp.v14i1.560>
45. BPOM. Peraturan BPOM tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan Olahan. Nomor 5 Tahun 2018 Indonesia: Badan Pengawas Obat dan Makanan; 2018.