



KARAKTERISTIK KIMIA DAN FUNGSIONAL BISKUIT MPASI FORTIFIKASI KONSENTRAT PROTEIN IKAN SUNGLIR (*Elagatis bipinnulata*)

Frets Jonas Rieuwpassa^{*1}, Eko Cahyono¹, Wendy Alexander Tanod¹, Yana Sambeka¹,
Novalina Maya Sari Ansar¹, Aprelia Martina Tomaso¹, Fredrik Rieuwpassa²

¹Jurusan Perikanan dan Kebaharian, Politeknik Negeri Nusa Utara

Jalan Kesehatan No. 1, Kepulauan Sangihe, Sulawesi Utara Indonesia 95812

²Teknologi Hasil Perikanan, Universitas Pattimura

Jalan Ir. M. Putuhena, Poka, Kota Ambon, Maluku Indonesia 97233

Dikirim: 12 Desember 2025/Disetujui: 22 Juni 2026

*Korespondensi: frets.polnustar@gmail.com

Cara sitasi (APA Style 7th): Rieuwpassa, F. J., Cahyono, E., Tanod, W. A., Sambeka, Y., Ansar, N. M. S., Tomaso, A. M., & Rieuwpassa, F. (2026). Karakteristik kimia dan fungsional biskuit MPASI fortifikasi konsentrat protein ikan sunglir (*Elagatis bipinnulata*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 29(8), 712-724. <http://dx.doi.org/10.17844/1xj4ak53>

Abstrak

Kekurangan asupan protein pada masa pemberian MPASI dapat berkontribusi terhadap masalah gizi pada bayi dan balita. Penambahan konsentrat protein ikan sunglir sebagai sumber protein dapat memenuhi kebutuhan protein pada MPASI. Penelitian bertujuan menentukan formulasi terbaik MPASI fortifikasi konsentrat protein ikan (KPI) sunglir serta mengkarakterisasi komposisi kimia dan sifat fungsional. Tahapan penelitian meliputi pembuatan biskuit MPASI dengan konsentrasi KPI 5%, KPI 10%, KPI 15% dan KPI 20%. Perlakuan dianalisis secara organoleptik untuk memperoleh formula biskuit terpilih. Selanjutnya, formula terpilih dianalisis komposisi kimia, sifat fungsional dan komposisi asam amino dibandingkan dengan formula kontrol. Hasil pengujian organoleptik menunjukkan bahwa formulasi biskuit KPI 20% merupakan formula terpilih. Biskuit KPI 20% mengandung protein 16,04%; lemak 14,25%; air 9,64% dan abu 1,66%; waktu rehidrasi 27,51 detik; rasio rehidrasi 0,74 mL/g; densitas kamba 0,54 g/mL; daya serap minyak 1,09 g/g; daya serap air 1,26 g/mL dan total asam amino 131,62 mg/g. Biskuit KPI 20% mengandung 9 jenis asam amino esensial dan 6 jenis asam amino non esensial. Fortifikasi KPI sunglir 20% berpotensi meningkatkan kualitas protein biskuit MPASI, meskipun optimasi proses masih diperlukan terutama untuk parameter kadar air dan beberapa sifat fungsional.

Kata kunci: asam amino, *Elagatis bipinnulata*, formulasi, hedonik, protein

Chemical and Functional Characteristics of Infant Supplementary Food Biscuits with Rainbow Runner Fish Protein Concentrate

Abstract

Protein intake deficiency during the infant supplementary food (MPASI) period can contribute to nutritional problems in infants and young children. The addition of rainbow runner fish protein concentrate as a protein source can meet the protein requirements of MPASI infants. This study aimed to determine the optimal formulation of MPASI fortified with rainbow runner fish protein concentrate (KPI) and to characterize its chemical composition and functional properties. The stages of the study included the production of MPASI biscuits with KPI concentrations of 5%, 10%, 15%, and 20%. The treatments were analyzed organoleptically to select the preferred biscuit

formula. Subsequently, the selected formula was analyzed for chemical composition, functional properties, and amino acid composition, and compared with the control. The organoleptic testing results showed that the KPI 20% biscuit formula was preferred. The 20% KPI biscuit contained 16.04% protein, 14.25% fat, 9.64% moisture, and 1.66% ash; rehydration time was 27.51 s, rehydration ratio was 0.74 mL/g, bulk density was 0.54 g/mL, oil absorption capacity was 1.09 g/g, water absorption capacity was 1.26 g/mL, and total amino acids was 131.62 mg/g. The 20% KPI biscuit contained nine essential amino acids and six non-essential amino acids. Fortification with 20% rainbow runner KPI has the potential to improve the protein quality of MPASI biscuits, although process optimization is still required, particularly for moisture content and certain functional properties

Keywords: amino acid, *Elagatis bipinnulata*, formulation, hedonic, protein

PENDAHULUAN

Masalah kekurangan gizi pada bayi dan balita masih menjadi tantangan kesehatan masyarakat di berbagai negara berkembang (Akombi *et al.*, 2017), terutama pada periode pemberian makanan pendamping ASI (MPASI) usia 6-24 bulan. Periode ini merupakan fase penyapihan, yaitu asupan ASI dikurangi secara bertahap dan kebutuhan nutrisi anak dipenuhi melalui sumber nutrisi lain seperti MPASI. Oleh karena itu, MPASI harus dilengkapi dengan nutrisi yang cukup untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan anak (Rieuwpassa *et al.*, 2019; Ahmed *et al.*, 2019). Kecukupan protein menjadi salah satu faktor penting untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan anak, karena protein berperan penting dalam pertumbuhan jaringan tubuh serta penyediaan asam amino esensial pada masa pertumbuhan awal (García *et al.*, 2013; Kusmiyati, 2012). Dengan demikian, produk MPASI perlu diformulasikan dengan kandungan protein yang cukup sesuai standar SNI minimum 6% serta mudah diterima secara sensori. Salah satu bentuk MPASI yang banyak beredar di pasaran adalah biskuit. Bentuk ini disukai karena dapat menjadi cemilan bergizi bagi bayi, dapat dibawa kemana saja, dan membantu melatih otot motorik pada bayi. Oleh karena itu, biskuit MPASI harus memenuhi aspek kecukupan gizi, terutama kandungan protein serta karakteristik sensori dan fungsional yang mudah diterima.

Angka kecukupan protein pada MPASI harus memenuhi standar minimal 6 protein per 100 g (sesuai SNI 01-7111.2-2005), dengan asupan 9 g/hari untuk bayi usia 0-5 bulan; 15

g/hari untuk bayi 6-11 bulan; dan 20 g/hari untuk bayi 1-3 tahun (Permenkes, 2019). Hal ini untuk memastikan asupan protein selama masih penyapihan dapat terpenuhi. WHO melaporkan bahwa kebutuhan protein yang aman untuk bayi usia 6-9 bulan sekitar 14 g/hari (WHO, 2023). Selain jumlah protein yang harus dipenuhi, kualitas protein juga menjadi syarat penting dalam pemberian makanan pendamping. Kualitas protein dapat dilihat berdasarkan komposisi asam-asam amino terutama asam amino esensial yang sangat dibutuhkan tubuh. Ikan memiliki jumlah protein yang tinggi dibandingkan dengan sumber protein hewani lainnya, komposisi asam amino esensial yang cukup lengkap dan daging yang mudah dicerna (Wenno *et al.*, 2022), sehingga cocok untuk kebutuhan bayi dan balita. Penelitian Rieuwpassa & Cahyono, (2019) menunjukkan bahwa protein ikan sunglir (*Elagatis bipinnulata*) mengandung 15 jenis asam amino, yaitu 9 jenis merupakan asam amino esensial. Hal ini mengindikasikan bahwa protein ikan ini dapat menjadi bahan fortifikasi MPASI. Ikan sunglir merupakan jenis ikan pelagis kecil yang cukup banyak dijumpai di Kabupaten Kepulauan Sangihe (Saselah & Manu, 2022). Data BPS Sangihe menunjukkan potensi perikanan tangkap ikan sunglir tahun 2023 sebesar 3,4 ton/thn (BPS Sangihe, 2024). Potensi ini belum dimanfaatkan secara optimal menjadi berbagai produk olahan seperti ikan asap dan abon, maupun sebagai sumber pangan fungsional untuk memenuhi kebutuhan gizi khususnya protein.

Protein ikan dapat diekstrak menjadi tepung konsentrat yang tinggi protein dan



asam amino. Bentuk protein ini disebut konsentrat protein ikan (KPI). Perlu diketahui bahwa beberapa penelitian telah mengekstrak dan memanfaatkan KPI sebagai bahan tambahan gizi pada produk makanan misalnya bubur bayi (Putra, 2011), kukis (Simanjuntak *et al.*, 2017) dan biskuit (Ahmed *et al.*, 2019; Anugrahati *et al.*, 2012). Hal ini mempertegas bahwa KPI merupakan sediaan protein yang dapat diaplikasikan ke dalam produk makanan. Konsentrat protein ikan sunglir hasil penelitian Rieuwpassa & Cahyono, (2019) belum pernah diaplikasikan pada produk makanan, padahal KPI ini memiliki jumlah protein yang cukup tinggi ($\pm 77\%$) dan mengandung 15 jenis asam amino serta sifat fungsional yang cukup baik sebagai bahan tambahan gizi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menentukan formulasi terpilih biskuit MPASI fortifikasi konsentrat protein ikan sunglir serta mengarakterisasi komposisi kimia, sifat fungsional, dan komposisi asam amino dari formulasi terpilih.

BAHAN DAN METODE

Pembuatan Konsentrat Protein Ikan

Konsentrat protein ikan (KPI) sunglir dibuat mengacu pada metode Rieuwpassa & Cahyono (2019) dengan modifikasi. Bahan yang digunakan meliputi ikan sunglir segar ukuran ± 5 kg (*Elagatis bipinnulata*) yang diperoleh dari Pasar Towoë, Sangihe, Sulawesi

Utara, dan etanol teknis 90% (Chanson, Indonesia). Ikan sunglir terlebih dahulu dibersihkan, kemudian daging dipisahkan dari kulit, isi perut serta tulang, dicuci, dan dilumatkan menggunakan blender. Daging lumat 100 g dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer 500 mL, kemudian ditambahkan etanol teknis 90% sebanyak 300 mL (rasio 1:3 b/v). Campuran diaduk hingga homogen dan didiamkan selama 3 jam pada suhu ruang. Setelah itu, campuran disaring menggunakan corong kaca dan kertas saring Whatman No. 41 untuk memisahkan endapan protein dari filtrat. Endapan yang diperoleh dikeringkan menggunakan oven listrik (YHCHEM, China) pada suhu 45°C selama 8 jam. Produk kering kemudian digiling, diayak menggunakan ayakan 60 mesh, dan disimpan dalam wadah tertutup pada suhu 5°C hingga digunakan.

Pembuatan Biskuit MPASI

Pembuatan biskuit MPASI dalam penelitian ini mengacu pada modifikasi formula Rieuwpassa *et al.* (2019). Sediaan KPI yang digunakan karena memiliki kadar protein mencapai 77,34%. Proses diawali dengan mengocok telur, margarin, dan gula hingga homogen menggunakan mikser (Philips, Indonesia), diikuti penambahan bahan pengembang, susu skim, serta KPI sunglir sesuai formulasi pada *Table 1*. Tepung terigu dan esens ditambahkan secara bertahap, aduk perlahan hingga adonan homogen.

Table 1 Formulation of complementary feeding biscuits fortified with fish protein concentrate

Tabel 1 Formulasi biskuit MPASI dengan fortifikasi konsentrat protein ikan (KPI)

Component (g)	Fish protein concentrate (%)				
	Control (0)	5	10	15	20
Fish protein concentrate	0	1.5	3	4.5	6
Skim milk	30	28.5	27	25.5	24
Sugar powder	20	20	20	20	20
Wheat flour	35	35	35	35	35
Margarine	10	10	10	10	10
Egg	5	5	5	5	5
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Baking powder	Sufficiently				
Banana essences					

Selanjutnya, adonan dicetak dan dipanggang menggunakan oven (Kirin, Indonesia) pada suhu 150°C selama 20 menit. Setelah matang, biskuit didinginkan pada suhu ruang sebelum dilakukan pengujian.

Uji Hedonik

Uji hedonik dilakukan untuk menentukan formula MPASI terpilih dengan menggunakan 30 panelis tidak terlatih yaitu ibu-ibu yang memiliki anak balita sesuai metode Rieuwpassa (2014). Parameter hedonik yang diujikan meliputi: kehalusan dalam mulut, kemudahan ditelan, kelengketan dalam mulut aroma, rasa dan kesukaan keseluruhan. Skala hedonik yang diberikan yaitu 1= tidak suka; 2= agak tidak suka; 3= netral; 4= agak suka; 5= suka.

Karakteristik Kimia dan Sifat Fungsional

Formulasi terpilih yang ditentukan melalui uji hedonik, selanjutnya perlakuan kontrol dan perlakuan terpilih dianalisis proksimat, komposisi asam amino dan sifat fungsional. Analisis proksimat meliputi kadar protein (AOAC, 2005), lemak (AOAC, 2005), air (AOAC, 2005), abu (AOAC, 2005), karbohidrat *by different*. Analisis komposisi asam amino (AOAC, 1995) menggunakan metode *high-performance liquid chromatography* (HPLC). Analisis sifat fungsional meliputi daya serap air (Beuchat, 1977), daya serap minyak (Beuchat, 1977), densitas kamba (Wirakartakusumah *et al.*, 1992) dan kapasitas rehidrasi (Kumar *et al.*, 2001).

Analisis Data

Penelitian ini menggunakan rancangan percobaan yang terdiri dari lima taraf penambahan KPI yaitu: tanpa KPI (kontrol), KPI 5, 10, 15 dan 20%. Setiap formulasi biskuit diuji hedonik untuk menentukan formulasi terpilih. Selanjutnya formulasi biskuit terpilih dan biskuit kontrol dianalisis untuk mengetahui karakterisasi kimia dan sifat fungsional serta komposisi asam amino. Data hasil uji hedonik dianalisis menggunakan uji nonparametrik Kruskal-Wallis untuk

mengetahui perbedaan tingkat kesukaan panelis terhadap perlakuan yang diberikan. Jika hasil menunjukkan adanya perbedaan signifikan antar perlakuan ($p < 0,05$) maka dilanjutkan dengan uji lanjut menggunakan uji Dunn untuk mengetahui perlakuan yang berbeda nyata. Sedangkan data hasil uji kimia dan sifat fungsional dianalisis menggunakan uji-T untuk mengevaluasi perbedaan antara biskuit KPI terpilih dan biskuit kontrol. Analisis ini dilakukan pada taraf signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$), nilai $p < 0,05$ menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antara kedua perlakuan tersebut. Komposisi asam amino dibahas secara deskriptif membandingkan dengan hasil penelitian lainnya. Data-data dianalisis menggunakan aplikasi SPSS seri 20.

HASIL DAN PEMBAHASAN Penentuan Formula Terpilih

Penentuan formulasi terpilih biskuit MPASI berdasarkan uji hedonik. Uji ini merupakan salah satu tahapan penting untuk mengevaluasi tingkat penerimaan panelis terhadap parameter organoleptik yang diujikan yaitu sifat kehalusan dalam mulut, kemudahan ditelan, kelengketan dalam mulut, aroma, rasa dan tingkat kesukaan secara keseluruhan. Melalui uji hedonik, dapat diketahui formulasi biskuit MPASI yang paling disukai panelis sehingga produk MPASI tidak hanya memiliki kecukupan gizi tetapi dapat diterima oleh konsumen. Biskuit MPASI dapat dilihat pada *Figure 1*, sedangkan hasil uji hedonik dapat dilihat pada *Table 2*.

Hasil analisis *Kruskal wallis* menunjukkan bahwa fortifikasi KPI pada berbagai taraf konsentrasi tidak memberikan pengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap seluruh parameter hedonik. Tidak adanya pengaruh nyata ini kemungkinan disebabkan rentang konsentrasi yang diberikan tidak cukup memberikan persepsi sensori yang berbeda oleh panelis. Selain itu, karakteristik panelis yang sering mengonsumsi ikan dan komposisi bahan dasar yang sama juga berkontribusi terhadap minimnya persepsi berbeda oleh panelis. Hasil juga menunjukkan bahwa secara statistik tidak ada perbedaan antar perlakuan, sehingga penentuan perlakuan

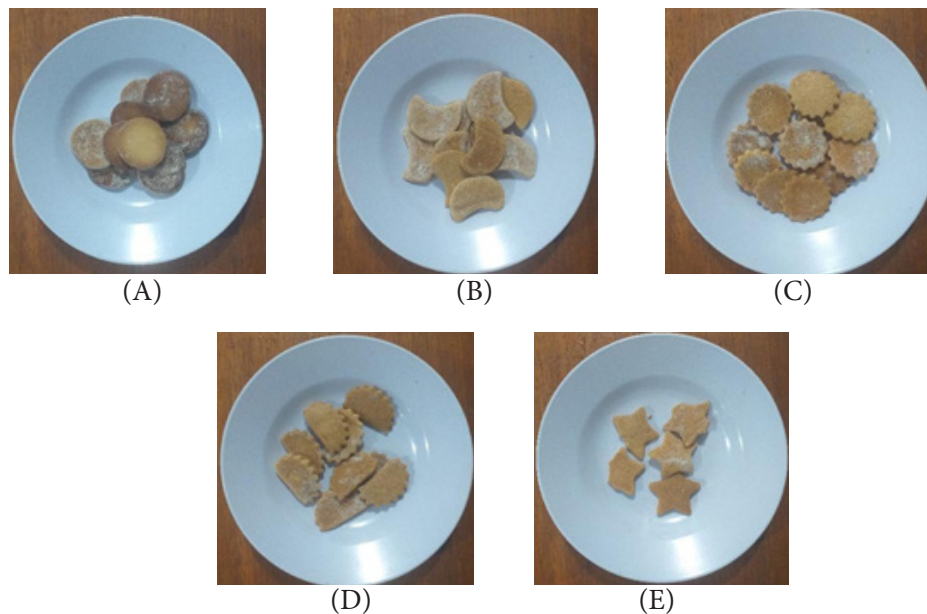


Figure 1 Appearance of control biscuits (A) and complementary feeding biscuit formulations fortified with fish protein concentrate (B) 5, (C) 10, (D) 15, and (E) 20%

Gambar 1 Ketampakan biskuit kontrol (A) dan formulasi biskuit MPASI fortifikasi konsentrat protein ikan (B) 5, (C) 10, (D) 15, dan (E) 20%

Table 2 Organoleptic test results of control biscuit and complementary feeding biscuit

Tabel 2 Hasil uji organoleptik biskuit kontrol dan formulasi biskuit MPASI

Parameter	Complementary feeding biscuit formulation (%)				
	Control (0)	5	10	15	20
Mouth smoothness	2.86±1.43 ^a	2.70±1.26 ^a	2.83±1.11 ^a	3.00±1.25 ^a	2.93±1.22 ^a
Ease of swallowing	3.60±1.10 ^a	3.47±1.07 ^a	3.37±1.09 ^a	3.60±0.93 ^a	3.73±0.86 ^a
Mouth stickiness	3.03±0.99 ^a	3.36±0.96 ^a	3.10±0.99 ^a	3.53±0.77 ^a	3.33±0.84 ^a
Aroma	3.33±1.06 ^a	3.36±1.03 ^a	3.37±1.18 ^a	3.07±1.14 ^a	3.50±1.16 ^a
Taste	3.40±0.93 ^a	3.26±1.17 ^a	3.60±1.13 ^a	3.17±1.20 ^a	3.73±1.01 ^a
Overall liking	3.60±1.10 ^a	3.73±1.01 ^a	3.63±1.06 ^a	3.70±1.23 ^a	4.13±0.86 ^a

Values followed by the same superscript letter in the same row indicate no significant difference ($p>0.05$)

terpilih berdasarkan perlakuan yang memiliki nilai rata-rata tertinggi yang dominan untuk seluruh parameter.

Kehalusan dalam mulut dan kemudahan ditelan pada biskuit MPASI merupakan parameter organoleptik yang dipengaruhi oleh sifat fisik KPI yaitu ukuran partikel dan tingkat kelarutan. KPI ikan sungkir memiliki tingkat kelarutan yang rendah, terbukti dari kapasitas rehidrasi yang lebih tinggi dibandingkan kontrol. Menurut Norton *et al.* (2021), protein dengan kelarutan tinggi akan mengalami

dispersi lebih homogen dalam matriks pangan sehingga menghasilkan tekstur yang lebih halus, lembut, dan tidak berpasir ketika dikonsumsi. Sebaliknya, protein dengan kelarutan rendah dapat membentuk agregat atau partikel kasar yang meningkatkan sensasi berkapur (*chalky*), kasar (*gritty*), dan kering di rongga mulut sehingga menurunkan penerimaan sensoris produk. Semakin besar ukuran partikel dan ketidaklarutan KPI dapat menyebabkan rendahnya penilaian kehalusan dan kemudahan ditelan (Rieuwpassa *et al.*,

2019; Santoso *et al.*, 2009), biskuit akan memiliki tekstur sedikit kasar atau berpasir. Perlu diketahui bahwa, semakin kecil ukuran partikel suatu benda maka semakin mudah untuk terserap (Cahyono *et al.*, 2019). Meskipun hasil penelitian ini tidak menunjukkan adanya pengaruh signifikan penambahan KPI terhadap kehalusan dan kemudahan ditelan, tetapi menunjukkan bahwa seluruh perlakuan KPI pada biskuit dapat diterima oleh panelis.

Parameter kelengketan dalam mulut tidak menunjukkan adanya pengaruh signifikan ($p>0,05$) terhadap penambahan KPI. Kelengketan dalam mulut berkaitan erat dengan interaksi antara protein dan saliva. Interaksi ini meningkatkan gesekan oral dan menimbulkan sensasi lengket, kering dan tertinggal pada permukaan lidah dan langit-langit (Xu *et al.*, 2022). Kemampuan protein menyerap dan mempertahankan air juga menyebabkan pembentukan bolus yang lebih padat selama pengunyahan, sehingga meningkatkan persepsi *mouth coating* pada produk biskuit MPASI (Brown *et al.*, 2021). Selain itu, proses pengolahan akan menimbulkan *cooking loss* (kehilangan berat) yang memberikan pengaruh terhadap kelarutan dan penyerapan air. *Cooking loss* terjadi selama proses pemanggangan biskuit MPASI, menyebabkan banyak komponen larut, terutama air, sedangkan protein terdenaturasi. Kehilangan air akan menyebabkan menurunnya kemampuan matriks biskuit mengikat dan menyerap air karena protein mengalami denaturasi dan agregasi sehingga kelarutannya berkurang. Menurunnya kelarutan protein juga dapat menurunkan kemampuan produk membentuk tekstur yang halus dan mudah terhidrasi (Ouilic *et al.*, 2011; Arepally *et al.*, 2020). Oleh karena itu, semakin tinggi *cooking loss*, maka daya serap air dan kelarutan protein produk cenderung menurun. Hal ini akan berdampak pada nilai kelengketan produk, semakin tinggi kelarutan dan penyerapan air maka semakin tidak lengket (Achmadi, 2019).

Penambahan KPI tidak memberikan pengaruh yang signifikan ($p>0,05$) terhadap parameter aroma dan rasa biskuit MPASI. Hal ini diduga karena bau khas KPI (sedikit amis

dan tidak tengik) sedikit berhasil dihilangkan atau disamarkan dengan penambahan susu, esens dan gula. Marwanto *et al.*, (2024) menjelaskan bahwa kombinasi beberapa bahan contohnya susu, gula dan esens menciptakan rasa dan aroma yang kompleks dan dapat diterima karena mampu menutupi bau negatif dari bahan utama. Akhirnya, secara keseluruhan produk biskuit KPI dengan perlakuan penambahan KPI yang berbeda dapat diterima oleh panelis. Akan tetapi, perlakuan KPI 20% dianggap memiliki rerata tingkat penerimaan atau kesukaan yang lebih tinggi untuk semua parameter dibandingkan dengan perlakuan lainnya, sehingga secara deskriptif perlakuan ini dinyatakan sebagai perlakuan terpilih. Selanjutnya, biskuit terpilih (KPI 20%) dan biskuit tanpa KPI dianalisis karakteristik kimia dan sifat fungsional serta komposisi asam amino.

Karakteristik Kimia

Setelah ditentukan formula terpilih, selanjutnya dilakukan pengujian kimia pada formula terpilih dan formula kontrol. Hasil pengujian juga dibandingkan dengan biskuit komersial dan disesuaikan dengan SNI (2005) tentang komposisi makanan tambahan untuk bayi. Hasil pengujian disajikan pada *Table 3*.

Hasil analisis statistik menggunakan uji T menunjukkan bahwa fortifikasi KPI 20% pada biskuit memberikan perbedaan signifikan ($p<0,05$) terhadap kadar protein, kadar abu dan karbohidrat dibandingkan dengan biskuit tanpa KPI. Sedangkan fortifikasi KPI 20% pada biskuit tidak memberikan perbedaan signifikan ($P>0,05$) terhadap kadar lemak, kadar air dan jumlah energi yang dihasilkan dibandingkan dengan biskuit kontrol. Hasil ini menunjukkan bahwa fortifikasi KPI berhasil meningkatkan jumlah protein sebagai makronutrien penting yang dibutuhkan manusia.

Hasil pengujian kimia menunjukkan jumlah protein pada biskuit KPI 20% (16,04%) lebih tinggi dibandingkan dengan biskuit tanpa KPI dan biskuit komersial, akan tetapi ke-2 produk biskuit telah melampaui batas minimum protein sesuai SNI (min. 6%). Ini mengindikasikan keberhasilan fortifikasi KPI untuk meningkatkan kadar protein,



Table 3 Chemical composition of control and fortified complementary feeding biscuits compared to a commercial product and the SNI standard

Tabel 3 Komposisi kimia biskuit MPASI kontrol dan fortifikasi dibandingkan produk komersial dan standar SNI

Component	Treatment		Commercial product*	SNI 01-7111.2- 2005
	Biscuit without FPC	FPC biscuit 20%		
Protein (%)	12.34±0.57 ^a	16.04±0.21 ^b	12.59±0.02	Min. 6
Fat (%)	12.40±0.09 ^a	14.25±0.77 ^a	9.10±0.04	Max. 18
Moisture (%)	8.31±0.21 ^a	9.64±0.94 ^a	1.62±0.00	Max. 5
Ash (%)	1.38±0.03 ^a	1.66±0.02 ^b	3.45±0.03	Max. 5
Carbohydrate by difference (%)	63.95±0.28 ^a	60.00±0.73 ^b	73.22±0.12	Min. 45
Energy (kcal/100 g)	416.77±4.36 ^a	432.44±4.92 ^a	425.20±0.07	Min. 400

Values followed by the same superscript letter in the same row indicate no significant difference ($p>0.05$);

*Rieuwpassa *et al.* (2019)

sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa penambahan KPI dapat meningkatkan jumlah protein secara signifikan (Rieuwpassa *et al.*, 2019; Setyarini *et al.*, 2024). Namun, pada parameter kadar air ke-2 perlakuan menunjukkan jumlah yang tinggi dibandingkan dengan biskuit komersial dan tidak sesuai dengan standar SNI (Max. 5%). Tingginya kadar air pada biskuit KPI 20% dan biskuit tanpa KPI dipengaruhi oleh kemampuan protein dalam mengikat air atau daya serap air (Sharma *et al.*, 2025), menyebabkan air tidak terlepas selama proses pemanggangan biskuit. Biskuit yang kadar airnya rendah cenderung memiliki struktur yang lebih berpori, sedangkan biskuit yang kadar airnya masih tinggi cenderung memiliki struktur pori yang masih terisi air, kondisi inilah yang mempengaruhi kemampuan daya serap air pada biskuit (Kampa *et al.*, 2023) Kadar air yang tinggi ini dapat menjadi masalah selama penyimpanan karena dapat memicu pertumbuhan mikroba dan terjadinya reaksi kimia.

Kadar abu pada biskuit berasal dari komponen mineral yang terdapat pada bahan-bahan yang digunakan. Hasil uji T Menunjukkan fortifikasi KPI 20% memberikan perbedaan signifikan ($p<0,05$) terhadap kadar abu biskuit KPI dibandingkan biskuit tanpa KPI. Fortifikasi KPI menyebabkan jumlah kadar abu biskuit mengalami

peningkatan. Sejalan dengan penelitian de Souza *et al.*, (2022) yang menunjukkan bahwa penambahan tepung ikan meningkatkan kadar abu pada *cookies*. Hasil ini juga lebih rendah dibandingkan kadar abu produk komersial, tetapi masih memenuhi standar SNI (max. 5%). Adanya kandungan abu mengindikasikan jumlah mineral yang terdapat pada makanan (Widodo & Siradjudin, 2017).

Kadar lemak pada ke-2 formulasi masih relatif tinggi dibandingkan produk komersial, namun belum melampaui SNI (maks. 18%). Tingginya lemak pada biskuit KPI 20% berasal dari fortifikasi KPI. KPI mengandung kadar lemak antara ± 1 -10%. Santoso *et al.* (2009) menemukan bahwa substitusi KPI nila memberikan peningkatan 10-11% kadar lemak pada bubur MPASI. Hasil uji T menunjukkan fortifikasi KPI memberikan perbedaan signifikan ($p<0,05$) terhadap kadar karbohidrat biskuit KPI dengan biskuit tanpa KPI. Rendahnya karbohidrat pada biskuit KPI 20% sebagai akibat dari peningkatan kadar protein dan lemak. Ini menegaskan bahwa fortifikasi KPI dapat meningkat kadar protein dan menurunkan karbohidrat. Hasil ini sejalan dengan penelitian Widodo & Siradjudin (2017), penambahan tepung ikan mampu meningkatkan protein dan mengurangi jumlah karbohidrat pada formula biskuit. Pada prinsipnya, komponen makronutrien akan saling berhubungan,

jika terjadi peningkatan jumlah satu makronutrien maka secara komplementer mengurangi jumlah makronutrien lainnya (Espinosa & Gonzalez, 2023). Kandungan makronutrien pada biskuit MPASI menjadi sumber energi/kalori penting bagi tubuh. Uji T menunjukkan bahwa fortifikasi KPI tidak memberikan perbedaan signifikan ($p>0,05$) terhadap jumlah kalori yang dihasilkan oleh biskuit KPI dan biskuit tanpa KPI. Namun, biskuit KPI 20% memiliki jumlah kalori yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan kontrol dan produk komersial serta masih memenuhi standar SNI (Min. 400 Kalori). Jumlah energi dihitung dari konversi jumlah masing-masing makronutrien (diketahui energi protein 4 kalori/g, lemak 9 kalori/g dan karbohidrat 4 kalori/g) (Rieuwpassa *et al.*, 2019).

Sifat Fungsional

Sifat fungsional biskuit MPASI dianalisis untuk mengevaluasi perilaku produk selama penyiapan dan konsumsi. Terutama yang berkaitan dengan kemampuan rehidrasi, kepadatan produk, serta interaksi bahan dengan air dan minyak. Hasil pengujian sifat fungsional dalam penelitian ini disajikan pada *Table 4*.

Hasil uji T menunjukkan bahwa fortifikasi KPI memberikan perbedaan signifikan ($p<0,05$) terhadap kapasitas rehidrasi dibandingkan dengan biskuit tanpa KPI. Sedangkan sifat fungsional lain yaitu densitas

kamba, daya serap air dan daya serap minyak tidak memberikan pengaruh nyata ($p>0,05$). Kapasitas rehidrasi menunjukkan kemampuan biskuit menyerap air setelah mengalami proses pengeringan/pemanggangan, kapasitas rehidrasi ditentukan berdasarkan waktu dan rasio rehidrasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu rehidrasi biskuit KPI 20% lebih lama dibandingkan perlakuan kontrol, namun masih lebih baik dibandingkan dengan produk komersial. Begitu juga dengan rasio rehidrasi pada biskuit KPI 20% mengalami penurunan dibandingkan perlakuan kontrol dan produk komersial. Biskuit MPASI memiliki waktu rehidrasi lebih lama dan rasio rehidrasi yang lebih rendah, kondisi ini mengindikasikan proses penetrasi air ke dalam biskuit lebih lambat. Hal ini dipengaruhi oleh jumlah protein dalam formulasi yang membentuk struktur matriks lebih kompak dan padat serta kemampuan protein membentuk ikatan hidrogen dan interaksi hidrofobik yang dapat menghambat difusi air ke dalam produk. Selain itu, agregasi protein selama pemanggangan juga menghasilkan struktur biskuit yang lebih padat sehingga penyerapan air memerlukan waktu lebih lama (Jiang *et al.*, 2025). Kondisi ini akan memperlambat proses penetrasi saliva untuk melunakkan biskuit. Partikel biskuit akan tetap kering dan keras lebih lama, sehingga membutuhkan jumlah kunyahan yang lebih banyak serta waktu yang lebih lama sebelum ditelan (Cichero, 2018; Qannari, 2017).

Table 4 Functional properties of control, selected, and commercial complementary feeding biscuits

Tabel 4 Sifat fungsional biskuit MPASI kontrol, biskuit terpilih, dan produk komersial

Functional properties	Treatment		Commercial product
	Control	FPC biscuit 20%	
Rehydration capacity			
Rehydration time (sec)	23.97±0.89 ^a	27.51±0.63 ^b	34.00±1.00
Rehydration ratio (mL/g)	0.95±0.01 ^a	0.74±0.00 ^b	2.23±0.04
Kamba density (g/mL)	0.51±0.01 ^a	0.54±0.02 ^a	0.25±0.00
Water absorption (g/mL)	1.59±0.17 ^a	1.26±0.21 ^a	0.99±0.00
Oil absorption (g/g)	1.17±0.12 ^a	1.09±0.03 ^a	0.18±0.04

Values followed by the same superscript letter in the same row indicate no significant difference ($p>0.05$);

*Rieuwpassa *et al.* (2019)



Sifat fungsional penting lain yang diuji adalah densitas kamba. Uji ini bertujuan mengetahui perbandingan massa bahan dengan volume yang ditempati. Uji T menunjukkan fortifikasi KPI tidak memberikan perbedaan signifikan ($p>0,05$) dengan biskuit tanpa KPI. Secara deskriptif, fortifikasi KPI sedikit meningkatkan densitas kamba. Ini membuktikan bahwa protein membentuk tekstur yang lebih padat atau porositas yang lebih sedikit sehingga jumlah masa yang menempati volume lebih banyak. Nuryanto *et al.*, (2022) menjelaskan bahwa densitas kamba yang tinggi menunjukkan bahwa produk lebih padat dan bernutrisi. Selanjutnya ditegaskan oleh Kristanti *et al.*, (2021) bahwa densitas kamba yang tinggi pada produk mengindikasikan kuantitas produk rendah tetapi memiliki nutrisi yang tinggi, ini sangat penting bagi bayi karena bayi memiliki volume lambung yang relatif kecil sehingga diharapkan asupan yang sedikit tetapi nutrisinya dapat terpenuhi. Nilai densitas kamba biskuit KPI 20% sebesar 0,54 g/mL menunjukkan struktur produk yang relatif kompak. Namun, biskuit KPI 20% memiliki daya serap air yang cukup tinggi (1,59 g/mL). Ini mengindikasikan bahwa kemampuan penyerapan air bukan saja ditentukan oleh kepadatan dan porositas tetapi juga oleh sifat hidrofilik komponen penyusunnya seperti protein dan pati biskuit. Interaksi molekul air dengan gugus polar protein dan pati pada biskuit melalui pembentukan ikatan hidrogen, inilah yang meningkatkan kapasitas pengikatan air meski densitas kamba relative tinggi (Damodaran & Parkin, 2017).

Kemampuan daya serap air dan daya serap minyak pada produk MPASI fortifikasi KPI belum menunjukkan pengaruh nyata ($p>0,05$). Kemampuan daya serap air pada biskuit MPASI dipengaruhi oleh gugus polar pada protein yang memiliki kemampuan mengikat molekul air. Selain itu, keberadaan pati dan serat juga meningkatkan kapasitas pengikatan air (Sharma *et al.*, 2025). Fortifikasi KPI juga belum memberikan pengaruh signifikan terhadap interaksi hidrofobik biskuit MPASI dengan minyak. Kondisi ini menunjukkan bahwa fortifikasi KPI sebanyak 20% belum secara maksimal meningkatkan

gugus non-polar yang berperan dalam pengikatan lemak, sehingga kemampuan produk dalam mengikat lemak cenderung tidak berbeda dengan kontrol (Arepally *et al.*, 2023). Namun, fortifikasi KPI tetap memberikan pengaruh terhadap struktur adonan dan kemampuan retensi lipofilik pada biskuit (Nogueira & Steel, 2018).

Komposisi Asam Amino

Protein disusun dari rangkaian asam amino, baik esensial maupun non esensial. Asam amino esensial sangat berperan penting bagi pertumbuhan tubuh dan perkembangan otak bayi dan balita, apalagi pada masa penyapihan kualitas ASI sudah mulai menurun sehingga diperlukan makanan pendamping yang tinggi protein dan lengkap asam amino. Penambahan KPI diharapkan dapat meningkatkan jumlah bahkan jenis asam amino esensial yang dibutuhkan oleh bayi dan balita. Hasil pengujian asam amino pada biskuit tanpa KPI dan biskuit KPI 20% disajikan pada *Table 5*.

Hasil penelitian pada *Table 4* menunjukkan kenaikan jumlah total asam amino pada biskuit KPI 20%, artinya fortifikasi KPI dapat meningkatkan jumlah asam amino biskuit MPASI sebesar 28%. Sejalan dengan laporan penelitian Rieuwpassa *et al.* (2019) bahwa penambahan KPI pada biskuit MPASI dapat meningkatkan jumlah asam amino. Menurut Wu (2022), asam amino esensial dan non esensial berperan penting terhadap mutu gizi, sifat fungsional, dan karakteristik sensori produk pangan.

Pada formulasi biskuit KPI 20%, asam amino non esensial yaitu asam glutamat, asam aspartat, alanina, glisina dan serina mengalami peningkatan dibandingkan kontrol. Asam glutamat menjadi komponen dominan yang berperan terhadap rasa umami dan meningkatkan penerimaan konsumen terhadap produk biskuit fortifikasi protein (Zhang *et al.*, 2017). Selain itu, asam glutamat juga berkontribusi dalam metabolisme nitrogen dan fungsi neurotransmitter di dalam tubuh manusia (Wu, 2022). Asam amino alanina dan glisina pada formulasi biskuit KPI 20% memberikan persepsi rasa manis ringan pada biskuit MPASI dikarenakan

Table 5 Amino acid composition of control and selected complementary feeding biscuits

Tabel 5 Komposisi asam amino biskuit MPASI kontrol dan biskuit terpilih

Amino acid (mg/g protein)		Control	FPC 20%
Non-Essential	Serine	6.72	7.45
	Glutamic acid	28.33	33.14
	Alanine	3.95	6.28
	Glycine	3.50	5.16
	Aspartic acid	6.30	10.08
	Prolin	10.55	10.40
Essential	Isoleucine	5.81	7.42
	Tyrosine	2.58	2.89
	Phenylalanine	4.58	5.38
	Valine	5.84	8.07
	Arginine	3.85	5.24
	Lysine	3.55	7.93
	Leucine	9.92	12.43
	Threonine	4.90	6.29
	Histidine	2.24	3.48
TOTAL		102.66	131.62

kedua asam amino tersebut memiliki karakter sensori *sweet amino acids* (Kawai *et al.*, 2002), sedangkan asam aspartat yang meningkat cukup tinggi pada formulasi biskuit KPI 20% turut berkontribusi terhadap rasa gurih dan flavor. Asam aspartat terlibat dalam reaksi *maillard* bersama gula pereduksi selama pemanggangan sehingga menghasilkan senyawa volatil yang memberikan kontribusi terhadap aroma dan flavor produk biskuit, tetapi tidak sekuat asam glutamat (Boekel, 2008). Asam amino prolin berperan dalam pembentukan struktur protein dan stabilitas tekstur produk biskuit karena kemampuannya mempengaruhi penyusunan rantai protein (Damodaran & Parkin, 2017)

Asam amino esensial yaitu lisina, leusina, valina, isoleusina, dan treonina pada formulasi biskuit KPI 20% lebih tinggi dibandingkan dengan formulasi tanpa KPI. Ini menunjukkan peningkatan mutu biologi protein biskuit MPASI. Asam amino leusina, isoleusina dan valina merupakan kelompok *branched chain amino acids* (BCAA) yang berperan penting pada sintesis protein,

pertumbuhan dan perkembangan bayi (Holecek, 2018). Pada formulasi biskuit KPI 20%, kandungan lisina meningkat dua kali lipat dibandingkan kontrol. Lisina merupakan asam amino pembatas yang berperan penting dalam pembentukan kolagen, penyerapan kalsium, dan mendukung sistem imun tubuh (Wu, 2022). Selain berperan membantu pertumbuhan dan perkembangan tubuh, asam amino esensial yaitu lisina, leusina, valina, dan treonina berkontribusi juga terhadap pembentukan karakteristik sensori biskuit MPASI. Secara keseluruhan, fortifikasi KPI pada formulasi biskuit KPI 20% tidak hanya efektif meningkatkan gizi protein dan komposisi asam amino, tetapi juga membantu memperbaiki karakteristik sensori MPASI khususnya pada parameter tekstur, cita rasa dan flavor. Namun, fortifikasi KPI terhadap optimalisasi sifat fungsional biskuit MPASI belum menunjukkan hasil yang maksimal.

KESIMPULAN

Fortifikasi konsentrat protein ikan sunglir pada formulasi biskuit MPASI



menghasilkan biskuit KPI 20% sebagai formulasi terpilih secara hedonik. Fortifikasi KPI mengandung protein 16,04% serta total asam amino menjadi 131,62 mg/g protein atau meningkat 28%. Biskuit MPASI fortifikasi KPI telah memenuhi standar SNI untuk beberapa parameter sebagai makanan bayi. Fortifikasi KPI sunglir masih memerlukan optimasi proses, khususnya untuk menurunkan kadar air dan memperbaiki kapasitas rehidrasi produk. Selain itu, perlu dilakukan evaluasi terkait efektivitas biskuit KPI 20% dalam pemenuhan gizi atau pencegahan *stunting* melalui uji klinis dan bioavailabilitas.

DAFTAR PUSTAKA

- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. (2005). *Official methods of analysis of the association of official analytical chemist 18th edition*. Gaithersburg (18th editi). Gaithersburg.
- Achmadi, S. (2019). Pengaruh perbandingan tepung terigu dengan tepung talas (*Colocasia esculenta L.*) dan konsentrasi puree wortel (*Daucus carota L.*) terhadap karakteristik makaroni. Universitas Pasundan.
- Ahmed, H., Ashraf, S., Awadelkareem, A., & AI, M. (2019). Physico-chemical, textural and sensory characteristics of wheat flour biscuits supplemented with different levels of whey protein concentrate. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 7(3), 761-771. <http://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.7.3.15>
- Akombi, B. J., Agho, K. E., Hall, J. J., Wali, N., Renzaho, A. M. N., & Dafna, M. (2017). Stunting, wasting and underweight in sub-saharan africa: a systematic review. *International Journal of Environmental Research And Public Health*, 14(863), 1-18. <https://doi.org/10.3390/ijerph14080863>
- Anugrahati, N., Santoso, J., & Pratama, I. (2012). Pemanfaatan konsentrat protein ikan (KPI) patin dalam pembuatan biskuit. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 15(1), 45-51.
- Arepally, D., Reddy, R. S., & Coorey, R. (2023). Original article evaluation of functional, physicochemical, textural and sensorial properties of multi-millet-based biscuit. *International Journal of Food Science and Technology*, 58, 2437-2447. <https://doi.org/10.1111/ijfs.16381>
- Arepally, D., Reddy, R. S., Goswami, T. K., & Datta, A. K. (2020). Biscuit baking: a review. *LWT - Food Science and Technology*, 131, 109726. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109726>
- Beuchat, L. R. (1977). Functional and electrophoretic characteristics of succinylated peanut flour protein. *Journal Agriculture Food Chemistry*, 25(2), 258-261. <https://doi.org/10.1021/jf60210a044>
- Boekel, M. A. J. S. Van. (2008). Kinetic modeling of food quality: a critical review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 7, 144-158.
- [BPS] Badan Pusat Statistik Kabupaten Kepulauan Sangihe. (2024). *Gambaran Produksi Perikanan Tangkap 2023/2024 Kabupaten Kepulauan Sangihe*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Kepulauan Sangihe.
- Brown, F. N., Mackie, A. R., He, Q., Branch, A., & Sarkar, A. (2021). Protein-saliva interactions: a systematic review. *Food & Function*, 12, 3324-3351. <https://doi.org/10.1039/d0fo03180a>
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. (2005). SNI 01-7111.2-2005. Makanan pendamping air susu ibu (MPASI) - Bagian 2: Biskuit. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Cahyono, C., Jonas, J., Lalenoh, B., & Kota, N. (2019). Karakterisasi kalsium karbonat (CaCO_3) dari cangkang landak laut (*Diadema setosum*). *Jurnal Fishtech*, 8 (1), 28-34.
- Cichero, J. A. Y. (2018). Age-related changes to eating and swallowing impact frailty : aspiration, choking risk, modified food texture and autonomy of choice. *Geriatrics*, 3 (4), 69. <https://doi.org/10.3390/geriatrics3040069>
- Damodaran, S., & Parkin, K. L. (2017). *Fennema's chemistry food fifth edition*. CRC Press Taylor & Francis Group
- de Souza, M., Gasparino, E., Souza, E., Franco, M., Izabel, V., Gonçalves, G., Antônio,

- M., Carolina, A., Junqueira, V., Castro, D., Siemer, S., Regina, V., Fernandes, T., & Carla, A. (2022). Fish carcass flours from different species and their incorporation in tapioca cookies. *Future Foods*, 5 (100132), 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2022.100132>
- Espinosa, S., & Gonzalez, A. (2023). *Nutrition: macronutrient intake, imbalances, and interventions*. National Library of Medicine: National Center for Biotechnology Information. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK594226/>
- García, A. L., Raza, S., Parrett, A., & Wright, C. M. (2013). Nutritional content of infant commercial weaning foods in the UK. *Archives of Disease in Childhood*, 98(10), 793–797. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2012-303386>
- Holecek, M. (2018). Branched-chain amino acids in health and disease: metabolism, alterations in blood plasma, and as supplements. *Nutrition & Metabolism*, 15(33), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12986-018-0271-1>
- Jiang, H., Zhang, N., Xie, L., Li, G., Chen, L., & Liao, Z. (2025). A comprehensive review of the rehydration of instant powders: mechanisms, influencing factors, and improvement strategies. *Foods*. 14(2883), 1-23. <https://doi.org/10.3390/foods14162883>.
- Kampa, J., Bull, S. P., Signorello, A., Frazier, R. A., & Rodriguez-garcia, J. (2023). Saturated fat replacement in short dough biscuits with HPMC and lecithin stabilised nanoemulsions. *Science of Food*, 26, 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41538-023-00202-5>
- Kawai, M., Okiyama, A., & Ueda, Y. (2002). Taste enhancements between various amino acids and IMP. *Chemical Senses*, 27(8), 739–745. doi:10.1093/chemse/27.8.739.
- Kristanti, D., Hermiani, A., Yuliantika, N., Penelitian, P., Tepat, T., Barat, J., Pangan, J. T., & Pasundan, U. (2021). The physicochemical properties of mocaf-based baby instant. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 15(1), 12–22.
- Kumar, H., Radhakrishna, K., Nagaraju, P., & Rao, D. (2001). Effect of combination drying on the physico-chemical characteristics of carrot and pumpkin. *Journal of Food Processing Preservation*, 25(2001), 447–460.
- Kusmiyati. (2012). Nutrisi di Awal Perkembangan. *Jurnal Pijar MIPA*, VII(1), 1–42.
- Marwanto, F., Supranoto, Evadewi, F., & Nurnaningsih, W. (2024). Pengaruh penambahan susu skim sebagai bahan pengikat terhadap rasa dan aroma nugget ayam. *Media Peternakan*, 26(2), 49–58.
- Nogueira, A. D. C., & Steel, C. J. (2018). Protein enrichment of biscuits: a review. *Food Reviews International*, 34(8), 796–809. <https://doi.org/10.1080/87559129.2018.1441299>
- Norton, V., Lignou, S., & Methven, L. (2021). Influence of age and individual differences on mouthfeel perception of whey protein-fortified products: a review. *Foods*, 10(433), 1-30. <https://doi.org/10.3390/foods10020433>.
- Nuryanto, Chasanah, E., Afifah, D., Fawzya, Y., Suryaningrum, T., Martosuyono, P., Putri, Y., Rossalia, A., Asmak, N., & Ihsani, K. (2022). Characteristics of product complementary feeding with fortified fish protein hydrolysate. *Food Research*, 6, 78–89. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.6\(1\).665](https://doi.org/10.26656/fr.2017.6(1).665)
- Oillic, S., Lemoine, E., Gros, J., & Kondjoyan, A. (2011). Kinetic analysis of cooking losses from beef and other animal muscles heated in a water bath — Effect of sample dimensions and prior freezing and ageing. *Meat Science*, 88(3), 338–346. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.01.001>
- [Permenkes] Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia. (2019). Angka kecukupan gizi yang dianjurkan untuk masyarakat indonesia (Permenkes Nomor 28 Tahun 2019). Berita Negara Republik Indonesia, 956.
- Putra, E. H. (2011). Pemanfaatan konsentrat protein ikan lele sangkuriang (*Clarias graphienus*) pada formulasi bubur bayi



- makanan pendamping ASI [Universitas Pelita Harapan]. <https://repository.uph.edu/id/eprint/784/>
- Qannari, E. M. (2017). Sensometrics approaches in sensory and consumer research. *Current Opinion in Food Science*, 15, 8-13. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2017.04.001>
- Rieuwpassa, F. (2014). *Karakterisasi Sifat Fungsional dan Nilai Gizi Konsentrat Protein Telur Ikan Cakalang (Katsuwonus Pelamis) serta Aplikasinya dalam Formulasi Makanan Bayi Pendamping ASI*. [Tesis]. Institut Pertanian Bogor.
- Rieuwpassa, F. J., & Cahyono, E. (2019). Karakteristik Fisiko-Kimia Konsentrat Sunglir (*Elagatis bipinnulatus*) Protein Ikan. *Jurnal MIPA Unsrat Online*, 8(1), 164–167.
- Rieuwpassa, F. J., Santoso, J., & Trilaksani, W. (2019). Supplementation of skipjack roe protein concentrate (RPC) into breastfeeding complimentary foods. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 22(1), 100–110.
- Santoso, J., Hendra, E., & Siregar, T. (2009). Pengaruh substitusi susu skim dengan konsentrat protein ikan nila hitam *Oreochromis niloticus* terhadap karakteristik fisiko- kimia makanan bayi. *Jurnal Ilmu Teknologi Pangan*, 7(1), 87–107.
- Saselah, M. E., & Manu, L. (2022). Jenis dan jumlah hasil tangkapan ikan pelagis kecil di Kabupaten Kepulauan Sangihe. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Perikanan Tangkap*, 7(2), 137–140.
- Setyarini, D., Ibrahim, B., & Santoso, J. (2024). Karakteristik biskuit bagiak dengan substitusi konsentrat protein ikan (KPI) dan tepung tulang ikan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 27(10), 944–954.
- Sharma, K., Chanchi, M., Patil, U., Ma, L., & Benjakul, S. (2025). Characteristics and nutritional value of cookies fortified with debittered salmon (*Salmo salar*) frame protein hydrolysate. *Journal of Agriculture and Food Research*, 19, 101732. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2025.101732>
- Simanjuntak, L., Syahrul, & Sari, N. (2017). Fortification effect of mixed *Chlorella* sp. flour and snakehead fish (*Channa striata*) protein concentrate toward quality of cookies. *Jurnal Online Mahasiswa UNRI*, 4(1), 1–10.
- Wenno, M. R., Leiwakabessy, J., Wattimena, M. L., Lewerissa, S., Savitri, I. K. E., Silaban, B., & Nanlohy, E. E. E. M. (2022). Komposisi kimia dan profil asam amino dari hidrolisat enzimatik daging ikan kembung (*Rastrelliger* sp.). *INASUA: Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*, 2(2), 70–74.
- [WHO] The World Health Organization. (2023). *WHO Guideline for complementary feeding of infants and young children 6–23 months of age*.
- Widodo, S., & Siradjudin, S. (2017). Improving macro nutrition content on nutritional biscuits with substitution of tilapia fish flour, sardine fish flour, and red rice flour. *Asian Journal of Applied Sciences*, 5(5), 1073–1082.
- Wirakartakusumah, MA Abdullah, K., & Syarif, A. (1992). *Sifat Fisik Pangan* (Issue Id). Institut Pertanian Bogor.
- Wu, G. (2022). *Amino Acids Biochemistry and Nutrition*. Bioscience, Food Science & Technology. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003092742>
- Xu, W., Yu, S., & Zhong, M. (2022). A review on food oral tribology. *Friction*. 10(12), 1927–1966. <https://doi.org/10.1007/s40544-022-0594-9>
- Zhang, Y., Venkitasamy, C., Pan, Z., Liu, W., & Zhao, L. (2017). Novel umami ingredients: umami peptides and their taste. *Journal of Food Science*, 82(1), 16–23. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13576>