Ranah Research
Journal of Multidisciplinary Research and Development
E-ISSN: 2655-0865
DINASTI RESEARCH
082170743613 ranahresearch@gmail.com https://jurnal.ranahresearch.com

DOI: https://doi.org/10.38035/rrj.v9i1.2340
https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Received: 21 Oktober 2026 | **Revised:** 26 Oktober 2026 | **Accepted:** 22 November 2026

Substitusi Tepung Ikan Red Devil (*Amphilophus labiatus*) pada Kukis sebagai Sumber Kalsium untuk Remaja

Steffanie Grace Yulia Panjaitan[1], Nani Ratnaningsih[2]
[1]Pendidikan Kesejahteraan Keluarga, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta
steffaniegrace.2025@student.uny.ac.id
[2]pendidikan Kesejahteraan Keluarga, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta
nani_ratnaningsih@uny.ac.id

Corresponding Author: steffaniegrace.2025@student.uny.ac.id[1]

Abstract: *Conventional cookies are low in calcium and protein, so they are unsuitable functional snacks for adolescents, who need 1,200 mg of calcium daily. Red Devil fish (Amphilophus labiatus), an invasive species in Lake Toba, yields flour rich in calcium and protein (about 11,000 mg/100 g and 58 g/100 g). Red Devil fish flour cookies as a calcium source for adolescents remain little studied, so this study developed garlic butter cookies with this flour and tested their acceptability and nutrition. A Research and Development approach (4D model) tested four levels of fish flour substitution for wheat flour (0%, 20%, 25%, 30%). Acceptability was tested with 80 untrained adolescent panelists using a five-point hedonic scale. The selected formulation (F1, 20%) underwent proximate and calcium analysis at PT TÜV NORD Indonesia. Versus the reference cookie, F1 scored lower for color and taste ($p < 0.05$); aroma, texture, and overall liking did not differ significantly. F1 contained more protein (8.79% to 14.46%), ash (1.81% to 9.41%), and calcium (18.97 to 1,337.56 mg/100 g), although its moisture and ash exceeded SNI limits. Substituting 20% Red Devil fish flour thus yields an acceptable calcium- and protein-rich cookie while supporting invasive fish control in Lake Toba.*

Keyword: *Adolescents, Calcium, Fish Flour, Garlic Butter Cookies, Red Devil Fish*

Abstrak: Kukis konvensional rendah kalsium dan protein sehingga kurang sesuai sebagai camilan fungsional bagi remaja yang membutuhkan kalsium 1.200 mg/hari. Ikan Red Devil (Amphilophus labiatus), spesies invasif di Danau Toba, menghasilkan tepung kaya kalsium dan protein (±11.000 mg/100 g dan ±58 g/100 g). Penelitian substitusi tepung ikan Red Devil pada kukis sebagai sumber kalsium untuk remaja masih sangat terbatas, sehingga penelitian ini mengembangkan garlic butter cookies dengan tepung tersebut dan menguji penerimaan serta komposisi gizinya. Penelitian menggunakan pendekatan Research and Development (model 4D) dengan empat taraf substitusi tepung ikan terhadap tepung terigu (0%, 20%, 25%, dan 30%). Penerimaan diuji pada 80 panelis remaja tidak terlatih dengan skala hedonik lima poin. Formulasi terpilih (F1, 20%) dianalisis proksimat dan kalsium di PT TÜV NORD Indonesia. Dibandingkan produk acuan, skor warna dan rasa F1 lebih rendah ($p < 0,05$), sedangkan aroma,

tekstur, dan penilaian keseluruhan tidak berbeda nyata. F1 memiliki protein (8,79% menjadi 14,46%), abu (1,81% menjadi 9,41%), dan kalsium (18,97 menjadi 1.337,56 mg/100 g) lebih tinggi, meskipun kadar air dan abunya melampaui batas SNI. Substitusi tepung ikan Red Devil 20% menghasilkan kukis kaya kalsium dan protein yang dapat diterima remaja sekaligus mendukung pengendalian ikan invasif di Danau Toba.

Kata Kunci: Garlic Butter Cookies, Ikan Red Devil, Kalsium, Remaja, Tepung Ikan

PENDAHULUAN

Indonesia saat ini menghadapi double burden of malnutrition, yaitu kondisi di mana kekurangan gizi (undernutrition) dan kelebihan gizi (overnutrition) terjadi secara bersamaan dalam satu populasi (WHO, 2021). Dalam masalah kekurangan gizi, stunting masih menjadi masalah kesehatan masyarakat yang serius. Berdasarkan Survei Status Gizi Indonesia (SSGI) Kementerian Kesehatan tahun 2024, prevalensi stunting nasional tercatat sebesar 19,8%, menurun dari 21,5% pada tahun 2023 (Kemenkes RI, 2024). Meskipun tren penurunan ini menunjukkan kemajuan, akselerasi yang lebih signifikan masih diperlukan untuk mencapai target Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2025 sebesar 18,8% dan target jangka panjang RPJMN 2029 (Bappenas, 2020). Permasalahan stunting tidak hanya terbatas pada anak balita, tetapi juga masih ditemukan pada anak usia sekolah (4–18 tahun), yang ditandai dengan tinggi badan di bawah standar usia, gangguan perkembangan kognitif, serta penurunan kapasitas belajar yang berdampak jangka panjang terhadap kualitas sumber daya manusia Indonesia (Victora et al., 2008).

Untuk mengatasi defisiensi protein dan mineral pada anak usia sekolah tersebut, diperlukan sumber bahan pangan yang kaya akan zat gizi esensial sekaligus mudah diakses oleh masyarakat luas, antara lain ikan. Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki potensi produksi perikanan yang sangat besar; berdasarkan data Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP), total produksi perikanan tangkap dan budidaya Indonesia pada tahun 2024 mencapai lebih dari 24 juta ton, menjadikan Indonesia sebagai salah satu produsen ikan terbesar di dunia (KKP, 2025). Keunggulan ikan sebagai bahan pangan meliputi kandungan protein tinggi (18–25%), lemak tak jenuh yang baik untuk kesehatan, serta kandungan mineral yang mudah diserap tubuh (bioavailability tinggi) (Mozaffarian & Rimm, 2006). Namun, kelemahan ikan sebagai bahan pangan segar adalah sifatnya yang mudah rusak (highly perishable) karena aktivitas enzimatis dan mikrobiologis yang tinggi sehingga memerlukan pengolahan lebih lanjut untuk memperpanjang umur simpan (KKP, 2025).

Di antara beragam jenis ikan yang tersedia, salah satu jenis ikan yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai sumber protein dan mineral namun belum banyak dimanfaatkan secara optimal adalah ikan Red Devil (Amphilophus labiatus). Ikan Red Devil (Amphilophus labiatus) merupakan spesies ikan air tawar invasif yang berasal dari Danau Nikaragua dan Danau Managua di Amerika Tengah (Simanjuntak et al., 2024), dan juga telah ditemukan di waduk di Pulau Jawa seperti Waduk Jatibarang (Isroliyah et al., 2021). Di Indonesia, ikan ini ditemukan berkembang biak secara masif di Danau Toba, Sumatera Utara, dan mengancam ekosistem perairan setempat melalui dominasi habitat serta penurunan populasi ikan endemik seperti ikan batak (Neolissochilus thienemanni) yang menjadi sumber mata pencaharian utama nelayan setempat (Simanjuntak et al., 2024). Meskipun berstatus sebagai spesies invasif yang merugikan ekosistem, ikan Red Devil justru memiliki potensi gizi yang tidak dapat diabaikan. Pemanfaatan ikan ini juga mulai dikaji, misalnya sebagai sumber gelatin dari kulitnya (Wisnumurti et al., 2026). Ikan ini memiliki karakteristik morfologi berupa daging putih dengan tekstur lembut dan kandungan duri yang relatif sedikit, mirip dengan ikan nila, sehingga berpotensi untuk dikembangkan dalam bentuk kukis. Ikan Red Devil dilaporkan mengandung protein sekitar 35% (Fatma, 2017), sedangkan tepung ikan Red Devil

mengandung protein ±58 g/100 g dan kalsium ±11.000 mg/100 g, sehingga berpotensi sebagai sumber mineral untuk fortifikasi produk pangan. Proses pengolahan menjadi tepung juga sekaligus merupakan solusi untuk mengatasi kelemahan ikan Red Devil dalam bentuk segar, yakni harga jual yang sangat rendah karena statusnya sebagai spesies invasif dan stigma negatif di masyarakat, serta stabilitas yang rendah akibat oksidasi lemak yang cepat tanpa kehadiran antioksidan alami (Sulistyawati et al., 2024).

Tepung ikan Red Devil sebagai sumber protein dan mineral berpotensi digunakan sebagai fortifikasi pada kukis. Kukis (cookies) adalah produk pangan olahan berupa kue kering bertekstur renyah yang dibuat dari bahan baku utama tepung terigu, mentega atau margarin, gula, dan telur, dengan penambahan berbagai bahan pelengkap sesuai varian yang dikembangkan (Manley, 2021). Salah satu varian kukis yang populer dan memiliki cita rasa gurih adalah garlic butter cookies, terinspirasi dari Korean Garlic Bread yang diadaptasi menjadi produk kue kering dengan karakteristik rasa bawang putih (garlic) dan mentega (butter) yang dominan, bertekstur renyah, serta memiliki daya terima yang tinggi pada anak usia sekolah (Kim et al., 2021). Meskipun kukis populer di masyarakat, namun kukis memiliki kelemahan, antara lain kalori tinggi (400–500 kkal/100 g), protein rendah (4–7 g/100 g), kandungan kalsium rendah (<50 mg/100 g), serta kandungan natrium yang cukup tinggi dari penggunaan garam dan baking powder (Manley, 2021). Kondisi ini menjadikan kukis konvensional tidak ideal sebagai camilan fungsional untuk mendukung pemenuhan kebutuhan protein (25–75 g/hari) dan kalsium (1.000–1.200 mg/hari) anak usia sekolah sesuai AKG Indonesia 2019 (Kemenkes RI, 2019). Oleh karena itu, diperlukan inovasi formulasi kukis dengan substitusi menggunakan bahan pangan tinggi protein dan mineral, salah satunya tepung ikan Red Devil.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji pemanfaatan berbagai jenis tepung ikan dalam produk kukis, di antaranya substitusi tepung ikan lele yang meningkatkan kadar protein hingga 12,8 g/100 g (Rosyidah et al., 2023), substitusi tepung ikan gabus dengan protein mencapai 14,2 g/100 g sebagai pangan fungsional pemulihan gizi anak (Pratiwi et al., 2022), pengembangan kukis tepung ikan gabus dengan rancangan mixture design (Salampessy et al., 2024), serta kukis dengan tepung tulang ikan pisau yang kadar kalsiumnya mencapai 2,5% (Asikin et al., 2024) dan tepung tulang ikan tenggiri (Hasibuan & Sumartini, 2022). Namun, penelitian tentang substitusi tepung ikan Red Devil pada kukis sebagai sumber kalsium untuk remaja masih sangat terbatas. Penelitian ini membandingkan tiga taraf substitusi (20%, 25%, dan 30%) terhadap kontrol tanpa substitusi, menguji penerimaan panelis remaja, dan menganalisis kandungan proksimat serta kalsium formula terpilih. Kebaruan penelitian ini terletak pada pemanfaatan tepung ikan Red Devil dari Danau Toba sebagai bahan substitusi tepung terigu dalam formulasi kukis fungsional sumber kalsium untuk remaja. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui formulasi terbaik, tingkat kesukaan remaja, serta komposisi proksimat dan kalsium pada produk kukis dengan substitusi tepung ikan Red Devil. Hasil penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada penyediaan produk camilan fungsional berbasis bahan lokal yang kaya kalsium untuk remaja, sekaligus mendukung upaya pengendalian spesies invasif ikan Red Devil di ekosistem Danau Toba.

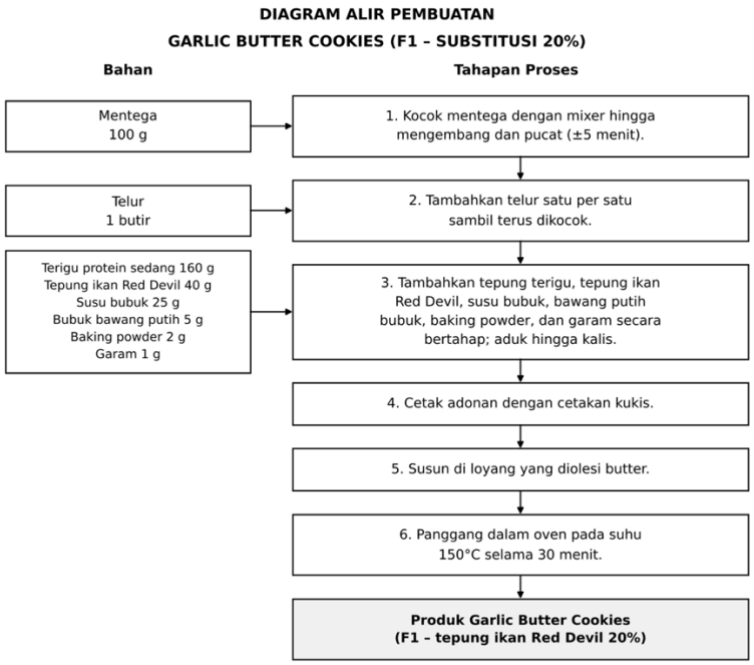
METODE

Bahan dan Alat

Bahan baku utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan Red Devil (Amphilophus labiatus) segar yang diperoleh dari nelayan di Danau Toba, Sumatera Utara. Ikan Red Devil sebanyak 2.000 g diolah menjadi tepung di Laboratorium Tata Boga SMA Unggul Del. Analisis proksimat dan kalsium dilakukan di Laboratorium PT TÜV NORD Indonesia, Bekasi. Penelitian dilaksanakan pada bulan April sampai Juni 2026. Bahan baku lainnya yang digunakan dalam pembuatan kukis meliputi tepung terigu protein sedang (Segitiga Biru, Bogasari), butter (Anchor), gula halus (Gulaku), telur ayam ras, baking powder (Koepoe-koepoe), vanili bubuk (Koepoe-koepoe), dan garam halus (Refina). Bahan kimia yang

digunakan untuk analisis proksimat meliputi H_2SO_4 pekat (Emsure, Merck), NaOH 40% (Emsure, Merck), H_3BO_3 2% (Emsure, Merck), HCl 0,1 N (Emsure, Merck), dan pelarut n-heksana (Emsure, Merck). Analisis kalsium menggunakan larutan HNO_3 65% (Emsure, Merck) dan $HClO_4$ 70% (Emsure, Merck).

Alat yang digunakan dalam pembuatan tepung ikan Red Devil meliputi pisau stainless steel, talenan, cabinet dryer (Memmert UF110), dan grinder (Philips HR2115). Alat pembuatan kukis meliputi timbangan digital (Ohaus Pioneer PA2102), baskom stainless steel, mixer (KitchenAid KSM150), loyang aluminium, oven (Kirin KBO-190RA), dan cetakan kukis. Alat laboratorium yang digunakan untuk analisis meliputi ayakan 80 mesh, tanur (Nabertherm L3/11/B170), desikator, Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) (Shimadzu AA-7000), dan timbangan analitik (Ohaus PA214). Cara pembuatan Garlic Cookies dapat diamati pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Pembuatan Garlic Cookies

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) yang diadaptasi dari model 4D (*Define, Design, Development, Disseminate*) (Thiagarajan et al., 1974). Keempat tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

1) Tahap *Define*

Tahap *Define* dilakukan untuk menemukan resep acuan kukis melalui kajian pustaka dan uji coba formulasi dasar. Pada tahap ini ditentukan resep standar kukis R3 yang akan digunakan sebagai kontrol (F0) dari tiga resep referensi terkait dalam penelitian.

Tabel 1. Formulasi Acuan *Garlic Cookies*

Bahan	R1[a]	R2[b]	R3[c]
Tepung Terigu Protein Sedang (g)	200	180	200
Telur (butir)	1	2	1
Mentega (g)	100	120	100
Bubuk Bawang Putih (g)	5	7	5
Susu Bubuk (g)	20	15	25
Baking powder (g)	2	2	2
Garam (g)	1	1	1
Minyak Wijen (ml)	5	-	-

Sumber: [a-c] resep acuan dari kajian pustaka.

2) Tahap *Design*

Tahap *Design* dilakukan dengan merancang formulasi kukis dengan variasi substitusi tepung ikan Red Devil untuk menggantikan sebagian tepung terigu. Empat formulasi, yaitu F0 (kontrol, 0%), F1 (20%), F2 (25%), dan F3 (30%), diuji organoleptik, dan formulasi dengan skor kesukaan tertinggi dipilih untuk tahap Develop.

a. Pembuatan Tepung Ikan Red Devil

Ikan Red Devil segar disiangi, dicuci bersih, kemudian dikukus bersama tulangnya selama 30 menit, dipress untuk mengurangi kadar lemak, kemudian dikeringkan menggunakan *cabinet dryer* pada suhu 60°C selama 3-4 jam hingga kadar air <10%. Ikan kering (daging beserta tulang) digiling menggunakan *grinder* dan diayak dengan ayakan 80 mesh untuk mendapatkan tepung ikan Red Devil (dimodifikasi dari Sulistyawati et al., 2024). Tulang ikut digiling bersama daging sehingga tepung yang dihasilkan mengandung kalsium tinggi.
Formulasi garlic cookies dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Formulasi *Garlic Cookies* dengan Substitusi Tepung Ikan *Red Devil*

Bahan	F0 (0%)	F1 (20%)	F2 (25%)	F3 (30%)
Tepung Terigu Protein Sedang (g)	200	160	150	140
Tepung Ikan (g)	0	40	50	60
Telur (butir)	1	1	1	1
Mentega (g)	100	100	100	100
Bubuk Bawang Putih (g)	5	5	5	5
Susu Bubuk (g)	25	25	25	25
Baking powder (g)	2	2	2	2
Garam (g)	1	1	1	1

b. Pembuatan Kukis

Butter dikocok menggunakan *mixer* hingga mengembang dan berwarna pucat (±5 menit). Telur ditambahkan satu per satu sambil terus dikocok. Tepung terigu, tepung ikan Red Devil, *susu bubuk, bawang putih bubuk, baking powder, dan garam* sesuai formulasi ditambahkan secara bertahap, kemudian diaduk hingga membentuk adonan yang kalis. Adonan dicetak menggunakan cetakan kukis, diletakkan di atas loyang yang telah diolesi *butter*, kemudian dipanggang dalam oven pada suhu 150°C selama 30 menit (Gambar 1) hingga berwarna kuning kecokelatan.

3) Tahap *Develop*

Tahap *Development* yaitu uji produk dengan validasi oleh dua dosen ahli. Pada tahap ini, formula terpilih dari tahap define dan design divalidasi. Tahap ini bertujuan untuk menentukan arah perbaikan dari produk.

4) Tahap *Disseminate*

Tahap *Disseminate* yaitu uji produk terhadap panelis tidak terlatih serta menguji kandungan gizi produk kukis acuan dan produk pengembangan terpilih melalui uji proksimat dan kalsium. Pada tahap *disseminate*, uji tingkat penerimaan dilakukan pada 80 panelis tidak terlatih usia 16–18 tahun. Formulir uji hedonic dengan skala 1 hingga 5 diberikan kepada panelis beserta sampel kukis acuan dan pengembangan. Produk dikemas dalam bungkus plastik dan panelis mencicipi satu formula dengan formula lain. Panelis memberikan skor sensoris dengan penilaian 1 (sangat tidak suka), 2 (tidak suka), 3 (agak suka), 4 (suka), 5 (sangat suka). Skor sheet terdiri dari 5 atribut penilaian yaitu warna, aroma, rasa, tekstur, dan keseluruhan.

Analisis Proksimat dan Kalsium

Analisis proksimat meliputi kadar air (AOAC 925.10, 2021), kadar abu (AOAC 942.05, 2021), kadar protein menggunakan metode Kjeldahl (AOAC 960.52, 2021), kadar lemak menggunakan metode Soxhlet (AOAC 920.85, 2021), dan kadar karbohidrat dihitung secara *by*

difference. Kadar kalsium dianalisis menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) (SNI 01-2891-2021). Nilai energi dihitung menggunakan faktor Atwater (protein: 4 kkal/g; lemak: 9 kkal/g; karbohidrat: 4 kkal/g).

Analisis Data

Analisis data menggunakan uji Wilcoxon signed-rank (data hedonik berskala ordinal dan dinilai oleh panelis yang sama) untuk mengidentifikasi perbedaan tingkat kesukaan antara produk acuan dan produk pengembangan terpilih dari 80 panelis. Hasil pengujian laboratorium dianalisis dengan uji t berpasangan (paired t-test) untuk mengetahui perbedaan komposisi gizi kukis pengembangan dan acuan. Analisis dilakukan menggunakan program IBM SPSS Statistics pada taraf signifikansi 0,05. Apabila nilai Signifikansi < 0.05, maka terdapat perbedaan nyata antara sampel acuan dan sampel pengembangan Garlic Cookies

HASIL DAN PEMBAHASAN

Formulasi Produk Kukis

Pada tahap *define* formulasi R3 merupakan resep terpilih berdasarkan uji organoleptic dengan 5 panelis terlatih. Pemilihan tersebut didasari pada tekstur kukis yang renyah, aroma dan warna yang menarik tidak terlalu pekat dan gelap, tekstur renyah dengan kekerasan dan kerapuhan seimbang, serta mendapat skor kesukaan minimal suka pada uji hedonik.

Pada tahap *design*, substitusi tepung ikan Red Devil sebesar 20% menghasilkan F1 sebagai formula terpilih. Penetapan F1 didasarkan pada penilaian organoleptik yang menunjukan skor tertinggi pada seluruh aspek. Substitusi pada taraf sedang menghasilkan karakteristik organoleptik yang paling diterima dibandingkan taraf substitusi yang lebih tinggi. Dengan demikian, formulasi kukis dengan 20% tepung ikan Red Devil merupakan kombinasi bahan fungsional lokal yang tidak hanya meningkatkan nilai gizi kukis, tetapi juga mempertahankan tingkat kesukaan sensoris oleh konsumen.



[a]F0 [b]F1

Gambar 2. Produk Acuan dan Pengembangan
[a]F0 = kukis acuan, [b]F1= kukis dengan tepung ikan Red Devil 20%

Tahap *development* adalah tahap validasi yang dilakukan oleh dua dosen ahli tata boga dengan validasi I dan validasi II. Tahap ini menentukan langkah perbaikan produk. Pada tahap ini produk yang divalidasi adalah produk acuan terpilih dan produk pengembangan kukis substitusi tepung ikan Red Devil 20%. Adapun kritik dan saran dari validator pada validasi I adalah perbaikan ukuran kukis diperkecil dari 25 gr menjadi 15 gr per satuan Pengemasan adalah suatu kegiatan merancang dan membuat bungkus suatu produk. Kemasan merupakan salah satu faktor penting dalam fortifikasi pangan, sebab beberapa faktor yang mempengaruhi laju kerusakan produk pangan adalah karakteristik, kemasan, pengolahan, dan keadaan penyimpanan. Hasil pengembangan kemasan produk dapat diamati pada Gambar 3.



Gambar 3. Kemasan Produk

Tahap *disseminate* adalah penyebarluasan produk dalam skala luas yakni 80 panelis. Tahapan yang dilakukan adalah uji organoleptik terhadap produk acuan dan produk pengembangan dengan menilai parameter warna, aroma, rasa, tekstur dan keseluruhan. Data penilaian kemudian diolah secara statistik menggunakan perhitungan skor rerata dan uji Wilcoxon signed-rank. Hasil perhitungan uji tingkat kesukaan terhadap kedua sampel ditunjukan pada Tabel 4. Berdasarkan hasil tersebut, produk pengembangan memperoleh skor kesukaan lebih rendah pada warna dan rasa ($p < 0,05$), sedangkan aroma, tekstur, dan penilaian keseluruhan tidak berbeda nyata dengan produk acuan. Pada tahap ini juga dilakukan uji proksimat, hasil perhitungan uji proksimat dan kalsium kedua sampel ditunjukan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Kandungan Gizi Garlic Cookies Tepung Ikan Red Devil

Parameter	Produk Acuan	Produk Pengembangan (20%)	Sig. (2 tailed)
Kadar Air %	7,39 ± 0,000 a	9,80 ± 0,141 b	0,026
Kadar Abu %	1,81 ± 0,127 a	9,41 ± 0,000 b	0,008
Kadar Protein %	8,79 ± 0,014 a	14,46 ± 0,000 b	0,001
Energi Dari Lemak (Kcal/100g)	262,80 ± 0,000 a	255,51 ± 0,354 b	0,022
Kadar Lemak Total %	29,45 ± 0,354 a	28,39 ± 0,000 a	0,149
Karbohidrat (By Difference) %	52,36 ± 0,368 a	37,91 ± 0,269 b	0,014
Calcium (Ca) (mg/100g)	18,97 ± 0,141 a	1,337,56 ± 0,707 b	0,000

Catatan: [a, b] Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p<0.05$).

Komposisi Gizi (Hasil Uji Proksimat dan Kalsium)

Analisis proksimat dan kalsium dilakukan pada dua sampel, yaitu Garlic Cookies original (Kode 125/kontrol, F0) dan garlic cookies substitusi tepung ikan Red Devil 20% (Kode 250/F1) yang merupakan formulasi terpilih berdasarkan hasil uji organoleptik. Pengujian dilakukan di Laboratorium PT TÜV NORD Indonesia, Bekasi.

Kadar Air

Kadar air garlic cookies F0 (kontrol) sebesar 7,39 ± 0,000% dan meningkat pada F1 (substitusi 20%) menjadi 9,80 ± 0,141%. Hasil uji statistik menunjukkan nilai signifikansi (Sig. 2-tailed = 0,026), yang berada di bawah taraf nyata $\alpha = 0,05$, sehingga terdapat perbedaan yang signifikan antara produk acuan dan produk pengembangan dalam hal kadar air. Peningkatan kadar air pada F1 diduga disebabkan oleh sifat higroskopis protein yang terkandung dalam tepung ikan Red Devil. Protein memiliki gugus polar yang mampu mengikat molekul air melalui ikatan hidrogen, sehingga semakin tinggi kandungan protein dalam adonan, semakin

tinggi pula kemampuannya dalam menyerap dan menahan air selama proses pemanggangan (Manley, 2021). Meskipun terjadi peningkatan, kadar air pada kedua sampel perlu diperhatikan dalam kaitannya dengan standar mutu kue kering (cookies) berdasarkan SNI 01-2973-2011 yang menetapkan batas maksimal kadar air sebesar 5%. Nilai kadar air F1 sebesar 9,80% perlu mendapat perhatian lebih lanjut terkait daya simpan produk, karena kadar air yang lebih tinggi berpotensi mempercepat pertumbuhan mikroba dan menurunkan kerenyahan produk (BSN, 2011). Hal ini sejalan dengan penelitian Rosyidah et al. (2023) yang melaporkan bahwa substitusi tepung ikan lele pada kukis meningkatkan kadar air seiring bertambahnya konsentrasi tepung ikan yang digunakan.

Kadar Abu

Kadar abu mengalami peningkatan yang sangat signifikan dari 1,81 ± 0,127% pada F0 menjadi 9,41 ± 0,000% pada F1. Nilai signifikansi (Sig. 2-tailed = 0,008) yang berada di bawah α = 0,05 mengonfirmasi bahwa terdapat perbedaan yang nyata antara kedua produk dalam hal kandungan abu. Peningkatan kadar abu ini berkorelasi erat dengan tingginya kandungan mineral pada tepung ikan Red Devil, khususnya kalsium dan fosfor (Hasibuan & Sumartini, 2022). Kadar abu mencerminkan kandungan total mineral dalam bahan pangan; dengan demikian, semakin tinggi kadar abu, semakin kaya produk tersebut akan kandungan mineral (Sudarmadji et al., 1997). Nilai kadar abu F1 sebesar 9,41% melampaui batas maksimal SNI 01-2973-2011 yang menetapkan kadar abu maksimal 1,5%, yang mengindikasikan bahwa penambahan tepung ikan Red Devil 20% secara signifikan mengubah profil mineral produk. Kondisi ini sejalan dengan karakteristik tepung ikan yang pada umumnya memiliki kadar abu tinggi (15–25%) akibat tingginya kandungan mineral (Pratiwi et al., 2022).

Kadar Protein

Kandungan protein meningkat secara bermakna dari 8,79 ± 0,014% pada F0 menjadi 14,46 ± 0,000% pada F1. Nilai signifikansi (Sig. 2-tailed = 0,001) yang jauh berada di bawah α = 0,05 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang sangat signifikan antara kedua produk. Peningkatan ini menunjukkan kontribusi nyata tepung ikan Red Devil sebagai sumber protein hewani berkualitas tinggi. Protein ikan memiliki nilai biologis yang tinggi karena mengandung asam amino esensial yang lengkap dan profil yang sebanding dengan protein telur sebagai standar referensi (Mozaffarian & Rimm, 2006). Kandungan protein F1 sebesar 14,46% telah memenuhi standar produk tinggi protein dan melebihi nilai acuan gizi (AKG) untuk produk pangan camilan yang disarankan mengandung protein minimal 10 g/100 g (Kemenkes RI, 2019). Hasil ini juga melampaui temuan Rosyidah et al. (2023) yang melaporkan kadar protein kukis substitusi tepung ikan lele sebesar 12,8 g/100 g dan Pratiwi et al. (2022) dengan kadar protein kukis tepung ikan gabus sebesar 14,2 g/100 g. Dengan demikian, garlic cookies F1 berpotensi sebagai pangan camilan fungsional sumber protein bagi remaja yang membutuhkan asupan protein 65–75 g/hari berdasarkan AKG 2019 (Kemenkes RI, 2019).

Energi dari Lemak

Energi yang bersumber dari lemak (calorie from fat) pada F0 tercatat sebesar 262,80 ± 0,000 Kkal/100g dan mengalami penurunan menjadi 255,51 ± 0,354 Kkal/100g pada F1. Hasil uji statistik menunjukkan nilai signifikansi (Sig. 2-tailed = 0,022), yang berada di bawah α = 0,05, sehingga terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua produk pada parameter ini.
Penurunan energi dari lemak pada F1 mengindikasikan bahwa substitusi tepung ikan Red Devil tidak meningkatkan densitas kalori dari komponen lemak produk. Hal ini dapat dijelaskan melalui mekanisme substitusi parsial tepung terigu dengan tepung ikan yang secara umum memiliki kadar lemak lebih rendah, sehingga meskipun formula kedua produk menggunakan mentega dalam jumlah tetap, pengaruh tepung ikan terhadap komponen lemak total tetap memberikan perbedaan yang terukur secara statistik (Manley, 2021). Penurunan energi dari

lemak ini menjadi nilai tambah produk F1, mengingat konsumsi lemak berlebih berkaitan dengan risiko penyakit kardiovaskular dan obesitas pada remaja (Kemenkes RI, 2019).

Kadar Lemak Total

Kadar lemak total pada F0 sebesar 29,45 ± 0,354% mengalami sedikit penurunan menjadi 28,39 ± 0,000% pada F1. Hasil uji statistik menunjukkan nilai signifikansi (Sig. 2-tailed = 0,149), yang berada di atas taraf nyata α = 0,05, sehingga tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua produk dalam hal kadar lemak total. Tidak adanya perbedaan signifikan ini dapat dijelaskan melalui penggunaan mentega dalam jumlah yang tetap dan sama pada kedua formulasi, sehingga komponen lemak utama dalam produk tidak mengalami perubahan yang berarti. Substitusi tepung terigu dengan tepung ikan Red Devil memang berpotensi menurunkan kadar lemak karena tepung ikan memiliki kandungan lemak yang lebih rendah dibandingkan kontribusi lemak dari bahan-bahan lain dalam formula, namun perbedaan tersebut tidak cukup besar untuk mencapai taraf signifikansi statistik (Manley, 2021). Kadar lemak kedua produk masih berada dalam kisaran normal untuk produk cookies komersial (25–35 g/100 g), sehingga dari aspek kandungan lemak, kedua produk dianggap setara (Hasibuan & Sumartini, 2022).

Karbohidrat

Kadar karbohidrat mengalami penurunan yang cukup besar dari 52,36 ± 0,368% pada F0 menjadi 37,91 ± 0,269% pada F1. Nilai signifikansi (Sig. 2-tailed = 0,014) yang berada di bawah α = 0,05 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua produk dalam kandungan karbohidrat. Penurunan ini merupakan konsekuensi logis dari substitusi sebagian tepung terigu (sumber utama karbohidrat) dengan tepung ikan Red Devil yang memiliki kandungan karbohidrat sangat rendah. Perhitungan karbohidrat menggunakan metode by difference (MU-01-07), yaitu dengan mengurangkan persentase air, abu, protein, dan lemak dari 100%, sehingga peningkatan pada komponen lain secara otomatis akan menurunkan nilai karbohidrat (Sudarmadji et al., 1997). Penurunan karbohidrat pada F1 secara tidak langsung berimplikasi positif bagi konsumen dengan kebutuhan diet rendah karbohidrat. Meskipun demikian, dalam konteks fungsionalitas produk cookies, penurunan karbohidrat yang cukup drastis ini dapat mempengaruhi karakteristik tekstur dan warna produk akibat reaksi Maillard yang bergantung pada ketersediaan gula pereduksi dari karbohidrat (Kim et al., 2021).

Kalsium / Calcium (Ca) (mg/100g)

Kandungan kalsium meningkat dari 18,97 ± 0,141 mg/100 g pada F0 menjadi 1.337,56 ± 0,707 mg/100 g pada F1, atau sekitar 70 kali lipat. Nilai signifikansi (Sig. 2-tailed = 0,000) menunjukkan perbedaan yang sangat nyata antara kedua produk. Peningkatan ini berasal dari tepung ikan Red Devil yang menggantikan 20% tepung terigu. Dengan proporsi tepung ikan sekitar 12% dari bobot kukis, kalsium tepung diperkirakan ±11.000 mg/100 g (±11%), yang berada di antara kalsium tepung tulang ikan nila sekitar 10% (Njoroge & Lokuruka, 2020) dan tepung tulang ikan pisau 31,31% (Asikin et al., 2024). Nilai tersebut hanya masuk akal jika tepung ikan yang digunakan mencakup tulang ikan. Peningkatan kalsium kukis seiring penambahan tepung ini juga sejalan dengan kukis tepung tulang ikan tenggiri (Hasibuan & Sumartini, 2022). Dengan ukuran kukis 15 g per keping, satu keping F1 menyumbang sekitar 200 mg kalsium (±17% AKG remaja usia 13–18 tahun sebesar 1.200 mg/hari; Kemenkes RI, 2019), sehingga tiga keping (45 g) memenuhi sekitar separuh kebutuhan harian. Namun, bioavailabilitas kalsium belum diuji sehingga nilai ini menggambarkan kandungan, bukan penyerapan.

Tingkat Kesukaan

Hasil tingkat kesukaan panelis terhadap produk acuan dan produk pengembangan disajikan pada Tabel 4. Uji statistik menunjukkan bahwa penambahan tepung ikan Red Devil 20% menurunkan skor kesukaan warna (p = 0,000) dan rasa (p = 0,047) secara signifikan, sedangkan aroma (p = 0,103), tekstur (p = 0,575), dan penilaian keseluruhan (p = 0,892) tidak berbeda nyata dibandingkan produk acuan.

Tabel 4. Tingkat Kesukaan Remaja Terhadap *Garlic Cookies*

Sifat Sensoris	Produk Acuan	Produk Pengembangan	*Asymp. Sig. (2-tailed)*
Warna	4,550 ± 0,614[a]	3,850 ± 0,638 [b]	0,000
Aroma	4,338 ± 0,674 [a]	3,238 ± 0,638 [a]	0,103
Rasa	4,175 ± 0,725 [a]	3,775 ± 0,763 [b]	0,047
Tekstur	4,338 ± 0,635 [a]	4,175 ± 0,689 [a]	0,575
Keseluruhan	4,475 ± 0,616 [a]	3,713 ± 0,578 [a]	0,892

Catatan: a, b Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan (p<0,05).

Skor kesukaan warna turun dari 4,550 ± 0,614 pada produk acuan menjadi 3,850 ± 0,638 pada produk pengembangan (p = 0,000). Penurunan ini diduga berkaitan dengan warna tepung ikan yang lebih gelap dan reaksi Maillard yang lebih intens pada adonan berprotein lebih tinggi, sehingga kukis tampak lebih cokelat dibandingkan produk acuan.

Skor kesukaan aroma produk pengembangan (3,238 ± 0,638) secara numerik lebih rendah daripada produk acuan (4,338 ± 0,674), tetapi perbedaan tersebut tidak signifikan (p = 0,103). Pada taraf substitusi 20%, aroma khas ikan diduga masih tertutup oleh aroma bawang putih dan mentega sehingga tidak menurunkan penerimaan aroma secara nyata. Pada tepung tulang ikan tenggiri, aroma ikan yang lebih kuat pada taraf 20–30% menurunkan kesukaan panelis (Hasibuan & Sumartini, 2022), dan pada cracker tepung tulang ikan sapu-sapu skor aroma juga lebih rendah daripada kontrol (Utami et al., 2024).

Skor kesukaan rasa menurun dari 4,175 ± 0,725 pada produk acuan menjadi 3,775 ± 0,763 pada produk pengembangan, dan penurunan ini signifikan (p = 0,047). Penurunan tersebut diduga disebabkan oleh rasa khas ikan dan peningkatan kadar mineral pada tepung ikan yang mengubah cita rasa kukis. Hasil ini sejalan dengan saran penambahan penutup rasa dan aroma amis pada pengembangan produk berikutnya.

Skor kesukaan tekstur produk pengembangan (4,175 ± 0,689) tidak berbeda nyata dengan produk acuan (4,338 ± 0,635; p = 0,575). Hal ini menunjukkan bahwa substitusi 20% tepung ikan Red Devil belum mengubah tekstur kukis secara berarti menurut penilaian panelis. Skor penilaian keseluruhan produk pengembangan (3,713 ± 0,578) secara numerik lebih rendah daripada produk acuan (4,475 ± 0,616), tetapi perbedaan tersebut tidak signifikan (p = 0,892). Dengan demikian, penerimaan keseluruhan kukis dengan tepung ikan Red Devil 20% dinilai sebanding dengan produk acuan, meskipun warna dan rasanya perlu diperbaiki.

Kebaruan penelitian ini terletak pada pemanfaatan tepung ikan Red Devil dari Danau Toba sebagai substitusi parsial tepung terigu pada garlic cookies yang dirancang bagi remaja, dengan dukungan data laboratorium berupa kadar protein 14,46% dan kalsium 1.337,56 mg/100 g serta data penerimaan panelis remaja. Kontribusi penelitian ini adalah formulasi kukis sumber protein dan kalsium berbasis bahan lokal yang sekaligus mendukung pengendalian ikan invasif, dengan catatan bahwa skor warna dan rasa lebih rendah daripada produk acuan dan kadar air serta abu melampaui batas SNI.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Secara keseluruhan, substitusi tepung ikan Red Devil 20% pada garlic cookies (F1) memberikan dampak positif yang sangat signifikan terhadap profil gizi produk, terutama dalam hal peningkatan protein (8,79% - 14,46%) dan kalsium (18,97 - 1.337,56 mg/100 g). Peningkatan kalsium yang mencapai lebih dari 6.950% dibandingkan kontrol merupakan kontribusi nyata tepung ikan Red Devil sebagai sumber mineral yang kaya kalsium alami. Pada uji kesukaan, panelis remaja menilai warna dan rasa produk pengembangan lebih rendah daripada produk acuan ($p < 0,05$), sedangkan aroma, tekstur, dan penilaian keseluruhan tidak berbeda nyata, sehingga penerimaan keseluruhan produk sebanding dengan produk acuan. Meskipun terdapat peningkatan kadar abu dan kadar air yang melampaui batas SNI 01-2973-2011, hal ini dapat diantisipasi melalui optimasi proses pengeringan dan formulasi yang lebih lanjut. Dengan demikian, garlic cookies substitusi tepung ikan Red Devil 20% terbukti secara ilmiah berpotensi sebagai produk pangan fungsional sumber kalsium dan protein yang sangat relevan untuk mendukung pemenuhan kebutuhan gizi remaja Indonesia dalam upaya percepatan penurunan angka stunting nasional.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, terdapat beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut. Pertama, kadar air (9,80%) dan kadar abu (9,41%) garlic cookies F1 masih melampaui batas SNI 01-2973-2011, sehingga perlu dilakukan optimasi suhu dan lama pemanggangan serta pengeringan tepung ikan, serta pengayakan dengan ukuran mesh yang lebih halus agar kadar abu dapat ditekan. Kedua, skor kesukaan pada atribut warna, aroma, dan rasa produk pengembangan masih lebih rendah dibandingkan produk acuan, sehingga disarankan penambahan bahan penutup aroma amis, seperti rempah atau perisa alami, serta perbaikan formulasi untuk meningkatkan daya terima sensoris. Ketiga, perlu dilakukan uji umur simpan dan pengujian keamanan pangan, meliputi cemaran logam berat (Pb, Hg, Cd) dan mikrobiologi, mengingat bahan baku berasal dari perairan Danau Toba. Keempat, penelitian lanjutan perlu menguji bioavailabilitas kalsium secara in vivo atau intervensi pada remaja serta menetapkan takaran saji yang tepat agar asupan kalsium tidak melebihi batas atas yang dianjurkan. Terakhir, produk ini dapat dikembangkan lebih lanjut melalui kerja sama dengan nelayan dan UMKM di sekitar Danau Toba sebagai upaya pemanfaatan ikan Red Devil yang bernilai ekonomi sekaligus mendukung pengendalian spesies invasif.

Kontribusi Author

Seluruh penulis berkontribusi pada konseptualisasi, pelaksanaan penelitian, analisis data, dan penyusunan naskah, serta menyetujui versi akhir naskah.

Pernyataan Pengungkapan AI

Penulis menyatakan bahwa naskah penelitian ini disiapkan, diteliti, ditulis, dan disunting secara mandiri tanpa menggunakan bantuan teknologi atau teknik kecerdasan buatan (AI).

Pernyataan Similarity Check

Naskah ini telah diperiksa menggunakan Turnitin dengan tingkat kesamaan 26% (batas maksimal 30%). Laporan hasil pemeriksaan dilampirkan.

REFERENSI

Asikin, A. N., Kusumaningrum, I., & Hidayat, T. (2024). Chemical characteristics of butter cookies with knife-fish (Chitala sp.) bone flour addition as a healthy snack of high calcium. Food Research, 8(2), 78–83. https://doi.org/10.26656/fr.2017.8(2).046

Bappenas. (2020). Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020–2024. Kementerian PPN/Bappenas. https://www.bappenas.go.id

BSN. (2011). SNI 01-2973-2011: Biskuit. Badan Standardisasi Nasional.

Fatma, R. (2017). Pengolahan Red Devil (Amphilophus labiatus) Waduk Sermo menjadi asam amino sebagai sumber nutrisi tanaman durian (Durio zibenthinus). Jurnal Agroteknologi FP USU, 5(1), 42–43. https://doi.org/10.32734/ja.v5i1.2287

Hasibuan, N. E., & Sumartini. (2022). Karakteristik fisiko-kimia kukis dengan penambahan tepung tulang ikan tenggiri (Scomberomorus commerson). JPB Kelautan dan Perikanan, 17(2), 157–166. https://doi.org/10.15578/jpbkp.v17i2.842

Isroliyah, A., Solichin, A., & Rudiyanti, S. (2021). Kebiasaan makanan dan luas relung ikan Red Devil (Amphilophus labiatus) di perairan Waduk Jatibarang, Semarang. Jurnal Pasir Laut, 5(2), 96–102. https://doi.org/10.14710/jpl.2021.35190

Kemenkes RI. (2019). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2019 tentang Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan untuk Masyarakat Indonesia. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.

Kemenkes RI. (2024). Survei Status Gizi Indonesia (SSGI) 2024. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.

Kim, J., Lee, S., & Park, H. (2021). Development and quality characteristics of garlic butter cookies with varying ratios of butter and garlic powder. Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition, 50(3), 287–295. https://doi.org/10.3746/jkfn.2021.50.3.287

KKP. (2025). Statistik Perikanan Tangkap dan Budidaya Indonesia 2024. Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. https://www.kkp.go.id

Manley, D. (2021). Manley's technology of biscuits, crackers and cookies (4th ed.). Woodhead Publishing. https://doi.org/10.1533/9780857093646

Mozaffarian, D., & Rimm, E. B. (2006). Fish intake, contaminants, and human health: Evaluating the risks and the benefits. JAMA: Journal of the American Medical Association, 296(15), 1885–1899. https://doi.org/10.1001/jama.296.15.1885

Njoroge, J. G., & Lokuruka, M. N. I. (2020). Sensory acceptability of cookies fortified with tilapia fish bone powder. Journal of Food and Nutritional Sciences Research. [lengkapi volume, halaman, dan DOI]

Pratiwi, D. A., Noviasari, S., & Fransisca, M. (2022). Substitusi tepung ikan gabus (Channa striata) pada cookies sebagai pangan fungsional pemulihan gizi anak. Jurnal Gizi dan Pangan, 17(2), 89–98. https://doi.org/10.25182/jgp.2022.17.2.89-98

Rosyidah, A., Nurjanah, & Tarman, K. (2023). Karakteristik fisikokimia dan organoleptik kukis dengan substitusi tepung ikan lele (Clarias sp.). Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis, 15(1), 101–112. https://doi.org/10.29244/jitkt.v15i1.40123

Salampessy, R. B. S., Susanto, A., & Irianto, H. E. (2024). Pengembangan produk kukis ikan gabus (Channa striata) menggunakan mixture design. Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia, 27(1), 37–48. https://doi.org/10.17844/jphpi.v27i1.45733

Simanjuntak, C. P. H., Nurfiarini, A., & Rahardjo, M. F. (2024). Distribusi dan ancaman ikan Red Devil (Amphilophus labiatus) terhadap biodiversitas ikan endemik Danau Toba. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia, 30(1), 15–26. https://doi.org/10.15578/jppi.30.1.2024.15-26

Sudarmadji, S., Haryono, B., & Suhardi. (1997). Prosedur analisa untuk bahan makanan dan pertanian (Edisi ke-4). Liberty.

Sulistyawati, E., Arifin, Z., & Pratama, G. (2024). Stabilitas oksidasi lemak ikan Red Devil (Amphilophus labiatus) dalam bentuk segar dan tepung selama penyimpanan. Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia, 27(1), 55–64. https://doi.org/10.17844/jphpi.v27i1.43210

Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (1974). Instructional development for training teachers of exceptional children: A sourcebook. Indiana University, Center for Innovation in Teaching the Handicapped.

Utami, S. N., Amir, N., Kasmiati, Fahrul, Syahrul, & Sumule, O. (2024). Characteristics of crackers fortified with the sailfin catfish (Pterygoplichthys pardalis) bone meal. Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries, 28(4), 401–414.

Victora, C. G., Adair, L., Fall, C., Hallal, P. C., Martorell, R., Richter, L., & Sachdev, H. S. (2008). Maternal and child undernutrition: Consequences for adult health and human capital. The Lancet, 371(9609), 340–357. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)61692-4

Wisnumurti, W., Putra, M. M. P., & Puspita, I. D. (2026). Karakteristik fisikokimia dan komposisi peptida gelatin ikan invasif Amphilophus labiatus. Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia, 29(3), 224–237. http://dx.doi.org/10.17844/7ty4zp27

WHO. (2021). Double burden of malnutrition: Policy brief. World Health Organization. https://www.who.int/publications/i/item/9789240014015