

DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/psnp.18522>

Inovasi Produk Minuman Berprotein Tinggi Berbasis Hidrolisat Protein Ikan Lele (*Clarias sp.*)

Product Innovation of High Protein Drinks Based on Catfish Protein Hydrolysate (Clarias sp.)

Hardini Dwi Yuliyanti¹ Pandapotan Harbin Mariduk Siregar¹, Reza Putri Amalia Dewi², Imal Najaf
Fitroh Agustin³, Pujoyuwono Martosuyono⁴ Ajeng Kurniasari Putri⁴ dan Hasta Octavini⁴

¹ Politeknik Ahli Usaha Perikanan, Jl. Raya Pasar Minggu, Kec. Ps. Minggu,
Jakarta Selatan, Jakarta 12520, Indonesia

² Politeknik Kelautan dan Perikanan Karawang, Jl. Lingkar Tanjung Pura Km 3, Karangpawitan Karawang, Jawa
Barat 41315, Indonesia,

³ Politeknik Kelautan dan Perikanan Sidoarjo, Jl. Raya Buncitan, Kecamatan Sidoarjo, Kabupaten Sidoarjo, Jawa
Timur 61254, Indonesia

⁴ Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan,
Jl. KS Tubun Petamburan VI, Jakarta Pusat, DKI Jakarta, 10260, Indonesia

*E-mail: hardinidy2@gmail.com

ABSTRAK

Caramol merupakan produk inovatif berupa minuman berprotein tinggi berbasis Hidrolisat Protein Ikan (HPI) dari ikan lele (*Clarias sp.*) yang diharapkan berkontribusi dalam program penanggulangan stunting di Indonesia. Produk ini masih berupa *prototype* dengan nama Caramol (*Clarias Milk Protein*) yang mencerminkan kandungan protein tinggi dari ikan lele sebagai bahan utamanya. HPI diproduksi melalui proses hidrolisis enzimatis menggunakan enzim alcalase, menghasilkan cairan dan bubuk protein dengan karakteristik mutu kimiawi dan mikrobiologi yang memenuhi standar pangan. Untuk mengatasi aroma amis yang masih kuat pada HPI, dilakukan modifikasi proses pencucian bahan baku menggunakan natrium bikarbonat, yang terbukti efektif meningkatkan kualitas sensori produk akhir. Produk Caramol, baik dalam bentuk cair maupun bubuk, menunjukkan kadar protein tinggi (hingga 49,84%), rendah lemak, serta aman dikonsumsi berdasarkan uji mikrobiologi (*E. coli* <3,0 MPN/g dan *Salmonella* negatif). Uji viskositas, warna, dan sensori menunjukkan bahwa Caramol memiliki karakteristik fisik dan organoleptik yang disukai konsumen. Dari sisi ekonomi, Caramol memiliki nilai B/C rasio sebesar 1,3 dan *payback period* kurang dari satu bulan, yang menunjukkan bahwa produk ini tidak hanya bernilai gizi tinggi tetapi juga layak dikembangkan secara komersial sebagai pangan fungsional untuk mendukung gizi anak.

Kata kunci: Hidrolisat protein ikan, HPI, Caramol, stunting, protein tinggi, minuman fungsional.

ABSTRACT

Caramol is an innovative product in the form of a high-protein drink based on Fish Protein Hydrolysate (FPH) derived from catfish (Clarias sp.), which is expected to contribute to Indonesia's stunting prevention program. This product is still a prototype called Caramol (Clarias Milk Protein), reflecting its high protein content sourced from catfish as the main ingredient. The FPH is produced through enzymatic hydrolysis using alcalase enzyme, resulting in both liquid and powdered forms with acceptable chemical and microbiological

*quality. To reduce the strong fishy odor commonly found in FPH, the raw material was treated with sodium bicarbonate, which effectively improved the sensory quality of the final product. Caramol, in both powder and liquid form, contains high protein levels (up to 49.84%), low fat, and is microbiologically safe for consumption (*E. coli* <3.0 MPN/g, *Salmonella* negative). Viscosity, color, and sensory evaluation indicate that Caramol has favorable physical and organoleptic properties. Economically, Caramol demonstrates a B/C ratio of 1.3 and a payback period of less than one month, indicating that this nutritionally rich product is commercially viable as a functional food to improve child nutrition.*

Keywords: Fish protein hydrolysate, FPH, Caramol, stunting, high protein, functional beverage.

PENDAHULUAN

Latar belakang

Hidrolisat Protein Ikan (HPI) merupakan produk hidrolisis dari komponen protein ikan, yang dapat dilakukan dengan berbagai metode. Metode klasik menggunakan hidrolisis asam atau basa kuat atau menggunakan proses enzimatik menggunakan enzim protease. Penggunaan asam dan basa kuat dapat memecah ikatan peptida antar asam amino dan ikatan kovalen didalam struktur asam amino sehingga produk yang dihasilkan tidak hanya berupa peptida tetapi menghasilkan beberapa senyawa hasil ikatan silang asam amino seperti lysoalanin, ornithoalanin dan lanthionine serta reaksi isomerisasi asam amino dari konformasi L-asam amino menjadi D-asam amino yang tidak dapat diserap dalam metabolisme (Villamil et al., 2016). Keberadaan lysinoalanin dan D-serine memicu terjadinya pembengkakan pada jaringan ginjal hewan coba serta menurunkan daya cerna dan nilai gizi produk hidrolisat.

Penggunaan enzim proteolitik seperti alkalase dapat menghilangkan efek negatif dari hidrolisis asam atau basa karena enzim hanya bekerja secara spesifik pada ikatan peptida dalam molekul protein, sehingga produk yang dihasilkan hanya berupa peptida berukuran kecil yang memiliki keunggulan berupa daya cerna yang jauh lebih tinggi mencapai 98,7% (Zilda et al., 2021).

Berdasarkan proses pembuatan HPI oleh Martosuyono et al., (2019), terdapat kelemahan yaitu aroma ikan yang masih cukup kuat, sehingga membatasi aplikasi pada produk, terutama produk cair karena memberikan keberterimaan konsumen yang terbatas. Uji Hedonik pada produk inovasi minuman berbasis HPI mendapatkan nilai 5 pada skala 1-7 karena aroma ikan masih cukup kuat. Untuk mengatasi masalah tersebut perlu dilakukan perbaikan proses preparasi sebelum proses hidrolisis untuk meminimumkan keberadaan senyawa yang berkontribusi kuat dalam terbentuknya aroma amis pada ikan seperti senyawa amina.

Stunting telah diidentifikasi menjadi masalah serius di dunia, termasuk Indonesia karena menciptakan kondisi malnutrisi kronis pada anak dibawah usia 5 tahun yang berimbas pada

perkembangan selanjutnya pada usia dewasa (Chasanah et al., 2019). Pemerintah fokus memenuhi kebutuhan protein dan gizi masyarakat, khususnya balita, guna menurunkan stunting. Indonesia termasuk lima besar negara dengan stunting tinggi pada anak di bawah lima tahun (Anton et al., 2023). Menurut UNICEF & Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2023), stunting disebabkan oleh kekurangan gizi pada 1000 Hari Pertama Kehidupan (HPK), sejak pembuahan hingga usia dua tahun (Rukhil Amaniah et al., 2022). Penurunan stunting ditargetkan sebesar 14% pada tahun 2024 dalam mengatasi penyebab utama masalah stunting (Widayatun, 2023). Rendahnya kualitas protein yang mengandung asam amino esensial berkontribusi pada stunting (Nirmalasari, 2020). Survei Status Gizi Indonesia (SSGI) mencatat prevalensi stunting turun dari 24,4% di tahun 2021 menjadi 21,6% (2022), sedangkan standar WHO menetapkan angka <20%. Oleh karena itu, pemerintah mengadakan program Makanan Bergizi Gratis (MBG) sebagai salah satu upaya dalam pencegahan stunting (Andin et al., 2025).

Program Makan Bergizi Gratis (MBG) telah menjadi program unggulan dalam mendorong sirkular ekonomi daerah, khususnya dalam penyediaan bahan pangan untuk Satuan Pelayanan Pemenuhan Gizi (SPPG). Program MBG bertujuan untuk memastikan anak-anak Indonesia mendapatkan asupan gizi yang optimal dengan menambahkan ikan sebagai sumber protein hewani yang berkualitas tinggi dan mudah dikonsumsi (BGN, 2025). Upaya pencegahan stunting dalam program MBG dapat dilakukan dengan mengonsumsi ikan yang berprotein tinggi dan mudah didapatkan, salah satunya adalah ikan lele. Potensi produksi lele cukup besar, namun pemanfaatannya untuk diolah menjadi produk-produk dengan nilai tambah yang cukup tinggi masih belum optimal (Ciptawati et al., 2021). Produksi perikanan budi daya pembesaran ikan lele mencapai 1.136.619 ton pada tahun 2023 meningkat sebesar 3,1% dibandingkan tahun 2022 yaitu 1.101.863 ton (KKP, 2023).

Produk hasil pemanfaatan ikan lele yang cukup potensial adalah hidrolisat protein ikan (Yayuk & Christian, 2024). Hidrolisat protein ikan dapat dimanfaatkan dalam bidang pangan, pakan, pertanian, mikrobiologi dan farmasi (Taniyo et al., 2021). HPI ikan lele memiliki sifat fungsionalnya lebih tinggi yaitu dapat menambah energi, mudah dicerna, memperbaiki jaringan tubuh yang rusak dan meningkatkan daya tahan tubuh sehingga lebih luas pemanfaatannya (Primawestri et al., 2023). Produk tersebut lebih baik dibandingkan dari sumber hewani lainnya karena memiliki komposisi protein cukup lengkap (Yuniarti et al., 2021).

Aplikasi HPI pada berbagai produk pangan untuk meningkatkan protein telah banyak diteliti terutama untuk makanan tambahan balita seperti MPASI (Putri et al., 2019), biskuit (Asare et al., 2016), kerupuk (Junianto et al., 2019), penyedap rasa (Prayudi & Yuniarti, 2023), tablet *effervescent* (Yuniarti, et al., 2025). Aplikasi HPI untuk produk minuman seperti susu

masih sangat terbatas, bahkan belum ditemukan dalam publikasi Indonesia yang membahas hal tersebut. Salah satu yang pernah dilaporkan adalah minuman *ready to serve* berbasis mangga yang diperkaya dengan hidrolisat protein *whey* (Yadav et al., 2016). Saat ini terdapat produk serupa susu yang diperkaya HPI, namun masih memiliki kekurangan berupa aroma ikan yang masih cukup kuat.

Dalam tulisan ini disampaikan perbaikan proses penanganan bahan baku ikan sebelum proses hidrolisis untuk meningkatkan kualitas produk HPI yang dihasilkan dan pengembangan produk berbasis HPI melalui formulasi untuk menghasilkan produk serupa susu yang diperkaya HPI untuk meningkatkan kualitas protein dan keberterimaan konsumen melalui upaya pengurangan aroma ikan pada produk serupa susu seperti yang beredar di pasaran saat ini.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Kegiatan pengumpulan data dilaksanakan dari Bulan April sampai dengan Juni 2025 di Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan, Jakarta Pusat. Jenis data yang diambil terdiri atas data primer dan sekunder. Kegiatan laboratorium meliputi proses pembuatan HPI dan aplikasi formulasi produk caramol. Data primer meliputi analisis proksimat (kadar air, abu, protein, lemak dan karbohidrat), pengujian mikrobiologi (ALT, kapang/khamir), uji kekentalan, pengukuran warna, dan data hasil uji sensori. Data sekunder diperoleh dari hasil studi kepustakaan baik dari buku, laporan, studi pustaka, *textbook*, referensi lainnya, dan komunikasi pribadi sebagai pembandingan. Kedua jenis data tersebut dianalisis secara kualitatif dan kuantitatif.

Bahan dan Alat

Alat dan Bahan

Alat

Alat yang digunakan dalam pembuatan HPI adalah meja preparasi, pisau, nampan, timbangan digital, *meat grinder*, bioreaktor dengan pengatur suhu dan pengaduk, sistem filtrasi (mikro dan ultra), dan *spray dryer*. Alat yang digunakan dalam pembuatan produk Caramol, yaitu sendok pengaduk, *sealer*, termometer, *mixing apparatus*, *beaker glass*, gunting, timbangan digital, kompor, panci ukuran 50 cm, dirigen dan lemari pendingin.

Alat laboratorium yang di gunakan untuk pengujian yaitu Multiscan™ Go, perangkat soxhlet, oven, desikator, cawan porselin, tanur pengabuan, pH meter, timbangan analitik, *spektrofotometer*, sentrifuge, Viscometer LV- Brookfield (uji kekentalan), *Colourflex EZ* (uji warna), lembar *scoresheet* hedonik dan alat gelas laboratorium lainnya.

Bahan

Bahan yang digunakan untuk pembuatan HPI terdiri dari ikan lele, air dan enzim alcalase 2.4 LFG. Bahan yang digunakan untuk pembuatan minuman berprotein tinggi (Caramol) adalah HPI bubuk, skim bubuk, krimer, bubuk cokelat, pemanis alami, vanili dan garam.

Metode

Pembuatan Hidrolisat Protein Ikan (HPI)

Produksi hidrolisat protein ikan secara enzimatis mengacu pada metode yang dikembangkan oleh Martosuyono et al (2019) dengan modifikasi. Sebanyak 76 kg ikan lele segar dibuang kepala dan isi perut. Ikan dicuci sebelum digiling dengan *meat grinder*. Hasil penggilingan dicuci dengan 0,5% natrium bikarbonat dalam air dingin dengan penambahan es. Hasil pencucian digunakan untuk proses hidrolisis selanjutnya. Hidrolisis dilakukan dalam bioreaktor yang dilengkapi pengaduk dan pengatur suhu dengan enzim alcalase 2.4 L FG dari Novozyme dengan konsentrasi 0,75 ml enzim/kg ikan pada suhu 55°C selama 5 jam. Pada akhir hidrolisis dilakukan inaktivasi enzim dengan pemanasan pada suhu 80°C selama 15 menit. Hidrolisat kasar selanjutnya dilakukan penyaringan dengan mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi dengan ukuran pori 5 µm dan 0,1 µm menghasilkan hidrolisat bening dan fraksi residu. Sebagian hidrolisat bening selanjutnya diubah menjadi serbuk dengan proses *spray drying* menggunakan maltodekstrin 15% sebagai pengisi dan sebagian lagi tetap dalam kondisi cair. Kedua fraksi digunakan dalam pembuatan produk inovasi serupa susu.

Pembuatan Produk Minuman Serupa Susu (Caramol)

Proses pembuatan susu dimulai dengan penggunaan HPI cair dan bubuk sebagai bahan baku utama. Selanjutnya, bahan-bahan tambahan seperti pemanis alami, bubuk coklat, creamer dan skim bubuk ditambahkan untuk memberikan rasa, tekstur, dan kestabilan pada susu. Campuran ini kemudian dihomogenkan menggunakan *mixer* untuk memastikan semua bahan tercampur merata dan menghasilkan tekstur minuman yang konsisten. Produk minuman serbuk yang dihasilkan kemudian dikemas ke dalam wadah untuk menjaga kualitas produk selama penyimpanan dan distribusi. Terakhir, produk susu yang telah dikemas disimpan pada suhu sekitar 6 – 8°C untuk menjaga kualitas dan kesegaran produk.

Analisis proksimat bahan baku dan produk

Pengujian kimiawi yang dilakukan mengacu pada SNI untuk pengujian kadar air (SNI 2354.2:2015), kadar lemak (SNI 2354-3:2017), kadar abu (SNI 2354.1:2010), kadar karbohidrat menggunakan *by difference* dan kadar protein menggunakan metode *Bradford* dilakukan sebanyak 2 kali ulangan disetiap pengujian.

Pengujian Mikrobiologi

Pengujian mikrobiologi yang dilakukan pada bahan baku dan HPI yaitu ALT yang mengacu pada Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan nomor 13 tahun 2019 tentang batas maksimal cemaran mikroba dalam pangan olahan. Perhitungan ALT sebagai berikut (BSN, 2015a).

Pengujian organoleptik (SNI 2729:2021)

Pada proses penerimaan bahan baku dilakukan uji organoleptik yang bertujuan untuk mengetahui mutu bahan baku Ikan lele yang akan digunakan sebagai proses pengolahan HPI, sedangkan HPI tidak diuji secara organoleptik. Rumus yang dapat digunakan sebagai berikut :

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}$$

$$S = \sqrt{s}$$

$$P = \left(x - \left(1,96 \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \right) \leq \mu \leq \left(x + \left(1,96 \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \right)$$

Keterangan:

n = Jumlah panelis

S² = Keragaman nilai mutu

1,96 = Koefisien standar deviasi pada taraf 95%

\bar{x} = Nilai mutu rata rata

x_i = Nilai mutu dari panelis ke-1, dimana i=1 sampai n

S = Simpangan baku nilai mutu

Pengujian sensori dilakukan untuk produk Caramol dengan uji *scoring test* dengan skala 9,7 dan 5 dilakukan oleh 30 panelis dengan 3 kali pengamatan. Setiap skala angka dalam *scoresheet* pada lampiran 2 ditunjang dengan spesifikasi masing-masing produk, sehingga mudah dipahami panelis.

Analisis Parameter Fisik Pada Produk Caramol

Pengujian Kekentalan (Viskositas)

Alat yang digunakan untuk pengukuran viskositas adalah Viscometer LV- Brookfield. Pada pengukuran viskositas dengan sampel cair digunakan spindle berukuran 1 dengan speed 12.

Pengukuran Warna

Pengukuran warna dilakukan menggunakan Hunter L*, a*, b* Colourflex EZ. Sebelum melakukan pengukuran warna, Hunter L*, a*, b* Colourflex EZ terlebih dahulu distandardisasi

dengan menggunakan piringan khusus berwarna hitam dan putih.

Perhitungan analisis usaha produk inovasi

Analisis ekonomi pembuatan produk dilakukan dengan menghitung biaya produksi (Biaya tetap, biaya variabel), penerimaan dan total pendapatan. Selanjutnya dihitung secara sederhana kelayakan usaha dapat diperkirakan dengan menghitung BEP (*Break Event Point*), B/C Rasio (*Benefit Cost Rasio*), dan R/C Rasio (*Return Cost Ratio*).

Perhitungan *Break Even Point* (BEP)

BEP harga dan BEP produksi memberikan informasi lebih spesifik mengenai harga jual dan jumlah produk yang harus dijual untuk mencapai titik impas.

$$\text{BEP Produksi} = \frac{\text{TC}}{\text{Harga penjualan}}$$
$$\text{BEP Harga} = \frac{\text{TC}}{\text{Total produksi}}$$

Keterangan:

BEP Produksi = *break event point* produksi (gram);

BEP Harga = *break event point* harga (Rp/gram);

TC = total *cost* (Rp)

Perhitungan R/C Rasio (*Return Cost Ratio*)

Analisis R/C Rasio diamati oleh penulis dengan melakukan perhitungan kelayakan usaha produk inovasi 1 bulan sekali dan dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{RC} = \text{TR}/\text{TC}$$

Keterangan:

RC = *Return Cost Ratio*

TR = Penerimaan total

TC = Biaya produksi total

Perhitungan *Benefit Cost Rasio* (B/C *Ratio*)

Analisis B/C rasio membandingkan total manfaat yang dihasilkan terhadap total biaya yang dikeluarkan. Perhitungan B/C rasio diperoleh dari membagi keuntungan dengan biaya produksi. Sehingga diperoleh hasil :

$$\text{B/C} = \text{Keuntungan}/\text{biaya produksi}$$

Perhitungan Laba/Rugi

Laba/rugi dapat diketahui dengan melihat besarnya keuntungan dan kerugian pada kurun waktu tertentu.

Rumus laba/rugi adalah sebagai berikut :

$$\text{Laba atau rugi} = \text{Penerimaan} - (\text{biaya tetap} + \text{biaya variabel})$$

HASIL DAN BAHASAN

Pembuatan Hidrolisat Protein Ikan (HPI)

Produksi hidrolisat protein ikan (HPI) secara enzimatik dari ikan lele mengacu pada metode yang dikembangkan oleh Martosuyono et al., (2019) dengan modifikasi. Sebanyak 76 kg ikan lele dalam keadaan hidup diperoleh dari pemasar ikan lele di Kota Bekasi dan dibawa ke Laboratorium sampai siap untuk digunakan. Bobot rata-rata ikan yang digunakan dalam percobaan ini berkisar 200 g dan panjang 29 cm per ekor. Sebelum disiangi ikan dipingsankan menggunakan suhu rendah yaitu suhu 5°C dengan menggunakan air dan es sampai ikan tidak ada pergerakan lagi. Tujuan proses ini yaitu untuk mencegah pembusukan dan menjaga kesegaran ikan agar tetap layak konsumsi (Untari et al., 2023). Ikan lele membutuhkan waktu paling cepat untuk pingsan dibandingkan jenis ikan lainnya dikarenakan ikan lele tidak memiliki sisik, sehingga pada saat diberikan suhu rendah, saraf tubuhnya langsung merespon dengan cepat (Brijs et al., 2021).

Ikan disiangi dengan membuang kepala dan isi perut, yang dilanjutkan dengan pencucian sebelum digiling dengan *meat grinder*. Hasil penggilingan dicuci dengan 0,5% natrium bikarbonat dalam air dingin dengan penambahan es. Pencucian dengan Natrium bikarbonat bertujuan untuk menghilangkan sisa darah, mengurangi kandungan lemak dan menurunkan kandungan senyawa penyebab aroma amis seperti gugus amina pada ikan. Aroma amis pada ikan adalah hasil dari reaksi mikroba dan kimia yang terjadi ketika protein dan lemak ikan terkena panas serta oksigen. Bau amis pada ikan ini berasal dari degradasi lipid dan reaksi bakteri yang meningkat seiring berjalannya waktu. Bakteri psikrofilik pada ikan akan mengubah Trimetilamina N-oksida (TMAO) menjadi trimetilamina, molekul yang membuat aroma amonia pada ikan. Aroma amonia inilah yang membuat ikan berbau amis. Tahap pencucian ini dilakukan sebagai perbaikan pada metode sebelumnya yang menyebabkan kuatnya aroma amis pada produk hidrolisat.

Daging lumat yang sudah melalui proses pencucian selanjutnya digunakan dalam proses hidrolisis. Hidrolisis dilakukan dengan enzim alkalase 2.4 L FG dari Novozyme dengan konsentrasi 0,75 ml enzim/kg ikan. Hidrolisis dilakukan pada suhu 55°C selama 5 jam dalam bioreactor yang dilengkapi dengan pengaduk dan pengatur suhu. Pada akhir hidrolisis dilakukan inaktivasi enzim dengan pemanasan pada suhu 80°C selama 15 menit. Hidrolisat

kasar selanjutnya dilakukan penyaringan dengan mikrofiltrasi dan ultrafiltrasi dengan ukuran pori 5 μm dan 0,1 μm menghasilkan hidrolisat bening dan fraksi residu. Sebagian hidrolisat bening selanjutnya diubah menjadi serbuk dengan proses *spray drying* menggunakan maltodekstrin 15% sebagai pengisi dan sebagian lagi tetap dalam kondisi cair. Kedua jenis produk hidrolisat selanjutnya akan digunakan sebagai bahan formulasi produk caramol cair dan serbuk.

Perhitungan rendemen

Rendemen bahan baku ikan pada tiap tahap penyiapan dihitung untuk mengetahui persentase jumlah HPI yang dihasilkan terhadap berat bahan baku sebelum dihidrolisis (Yuniarti et al., 2024). Hasil rendemen dari proses penyiangan, penggilingan/pelumatan dan pengepresan daging dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil rendemen proses penyiangan, penggilingan/pelumatan dan pengepresan daging

Proses	Berat awal (kg)	Berat akhir (kg)	Hasil (%)
Penyiangan	76	54	71,05
Penggilingan/pelumatan	54	43	76,62
Pencucian dan Pengepresan	43	38	88,37

Persentase rendemen yang dihasilkan pada proses penyiangan, penggilingan/pelumatan dan pengepresan daging secara berurutan adalah sebesar 71,05%, 76,62% dan 88,37%. Dari penelitian Oktasari et al., (2015) daging lumat ikan lele menghasilkan rendemen sebesar 30,54%. Bahan baku daging lele mempunyai kelebihan pada kandungan proteinnya yang tinggi dan lebih fleksibel untuk diolah menjadi produk olahan. Nilai rendemen yang dihasilkan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu ukuran ikan dan teknik pemotongan kepala oleh pengolah. Perbedaan rendemen ikan lele yang digunakan dengan lele dumbo adalah memiliki rendemen daging sebesar 30-40% dari keseluruhan tubuhnya. Hal ini sesuai dengan pendapat Asyari et al., (2019) yaitu ikan lele dumbo memiliki rendemen daging sebesar 30-40% dari keseluruhan tubuhnya. Hal ini terjadi karena ikan lele dumbo memiliki rendemen tulang dan kepala yang cukup besar yaitu 27,49 % dan 14,61 %.

Analisis karakteristik mutu organoleptik pada bahan baku, kimiawi dan mikrobiologi pada HPI

Pengujian organoleptik bahan baku

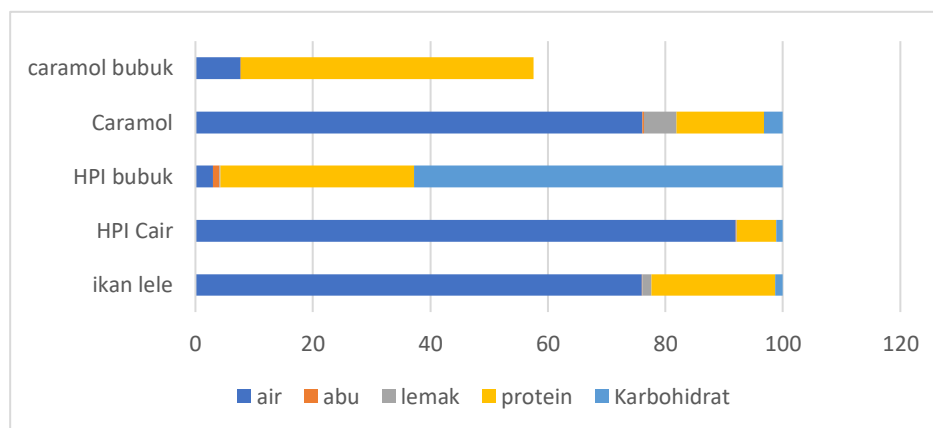
Uji organoleptik pada proses penerimaan bahan baku bertujuan untuk mengetahui mutu bahan baku Ikan lele pada proses pengolahan hidrolisat protein ikan. Penilaian uji organoleptik

dilakukan untuk mengukur spesifikasi kenampakan yakni mata, insang, lendir permukaan badan, spesifikasi daging, bau, dan tekstur.

Hasil organoleptik Ikan lele mendapatkan rata-rata interval $P(9,0 \leq \mu \leq 9,0)$. Nilai ini memiliki spesifikasi kenampakan ikan segar memiliki kenampakan mata dengan bola mata cembung, kornea dan pupil jernih, mengkilap spesifik jenis ikan, kenampakan insang dengan warna insang merah darah atau merah kecoklatan, dengan sedikit lendir agak keruh, kenampakan lendir permukaan badan dengan lapisan lendir jernih, transparan, mengkilap cerah, sayatan daging sangat cemerlang, spesifik jenis dan jaringan daging sangat kuat, memiliki bau sangat segar dan spesifik jenis kuat serta memiliki tekstur yang padat dan kompak. Hal ini menunjukkan penanganan ikan lele sudah sesuai dengan standar SNI 2729:2021 (BSN, 2021) bahwa nilai organoleptik minimal 7.

Pengujian kimiawi dan mikrobiologi pada bahan baku, HPI cair dan bubuk

Analisis karakteristik mutu kimiawi dan mikrobiologi hidrolisat protein ikan lele yaitu pengujian proksimat terdiri dari kadar air, kadar abu, kadar lemak dan kadar protein sedangkan pengujian mikrobiologi terdiri dari uji ALT. Hasil pengujian kimiawi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Komposisi kimiawi bahan baku dan produk

Komposisi kimia daging ikan lele segar menunjukkan hasil yang bervariasi. Analisis proksimat mengungkapkan bahwa kadar air pada daging ikan lele mencapai 76%. Tingginya kadar air ini disebabkan oleh penggunaan ikan segar sebagai bahan baku. Selain itu, perbedaan lingkungan, spesies, ukuran ikan, serta jenis pakan juga dapat mempengaruhi tinggi rendahnya kadar air (Gea et al., 2025). Hasil analisis proksimat kadar abu pada daging ikan lele yaitu sebesar 0,1%, lemak sebesar 1,54%, protein 21,09% dan karbohidrat 1,27%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa daging ikan lele memiliki kualitas yang cukup baik sebagai bahan baku pembuatan hidrolisat protein ikan (Ansori et al., 2022).

Komposisi kimiawi pada hidrolisat protein ikan lele diperoleh hasil yang berbeda. Hasil dari analisis kimiawi tersebut menunjukkan bahwa kadar air yang terdapat pada hidrolisat cair protein ikan lele yaitu sebesar 92% (bb), hasil hidrolisat protein ikan lele berupa cairan karena proses penambahan air dengan perbandingan 1:1 pada saat dihidrolisis yang dapat menyebabkan tingginya nilai kadar air. Hasil analisis proksimat kadar abu pada hidrolisat protein ikan lele yaitu sebesar 0,10% (bk). Analisis kadar lemak pada hidrolisat protein ikan lele yaitu sebesar 0,06% (bk) dan karbohidrat sebesar 1,1%.

Hidrolisat cair protein ikan lele menghasilkan kadar protein yaitu sebesar 6,74% (bk). Hasil ini sejalan dengan penelitian Nuryanto et al., (2023) yang menyatakan bahwa produk hidrolisat protein ikan yang telah di hidrolisis memiliki nilai kadar protein setengah dari kadar protein bahan baku dikarenakan pada proses hidrolisis menggunakan air dengan perbandingan 1:1. Produk hidrolisat protein ikan dapat menghasilkan protein lebih tinggi apabila setelah dipekatkan.

Hasil dari analisis proksimat HPI serbuk kadar air sebesar 3% yang menunjukkan bahwa sebagian besar air dalam hidrolisat cair telah diuapkan. Analisis kadar abu dalam HPI serbuk sebesar 1,1%, kadar lemak 0,11% dan kadar protein sebesar 33% dan karbohidrat (*by difference*) sebesar 62,79%. Hal ini menunjukkan bahwa hasil hidrolisat protein ikan lele lebih besar kandungan proteinnya ketika diubah menjadi serbuk daripada masih berbentuk cairan, sehingga sangat efisien apabila di olah menjadi suatu produk olahan berprotein tinggi.

Hasil uji mikrobiologi yaitu ALT ikan lele didapat sebesar $1,44 \times 10^4$ CFU/g, ALT HPI cair didapat sebesar $4,9 \times 10^3$ CFU/g. Berdasarkan Peraturan Badan POM RI Nomor 13 Tahun 2019 tentang Batas Maksimum Cemarkan Mikroba dalam Pangan. Kategori pangan hewani mentah seperti ikan segar, batas maksimum ALT yang diperbolehkan adalah sebesar 5×10^5 CFU/g. Dengan demikian, nilai ALT yang diperoleh masih berada jauh di bawah ambang batas tersebut, sehingga dapat disimpulkan bahwa ikan lele yang diuji masih memenuhi syarat mutu mikrobiologi dan dinyatakan aman untuk digunakan sebagai bahan baku pangan.

Alur proses pengolahan produk minuman berprotein tinggi (Caramol)

Kenampakan visual minuman berprotein tinggi (Caramol)

Caramol bubuk yang dihasilkan memiliki warna coklat, tekstur halus dan seragam, dengan sedikit aglomerasi ringan yang masih wajar dan menunjukkan tingkat kelembapan rendah. Selain itu, kenampakan Caramol setelah dicairkan membentuk campuran yang homogen dan warna yang tidak terlalu gelap juga mengindikasikan bahwa proporsi bubuk kakao tidak terlalu

tinggi. Kenampakan visual Caramol dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kenampakan visual Caramol

Caramol bubuk memiliki tekstur halus dan homogen sedangkan pada Caramol cair menunjukkan warna coklat susu, tidak terlalu gelap dan cukup jernih, tanpa endapan besar, menandakan larutan homogen dan kelarutan yang cukup baik, sejalan dengan penelitian oleh Prayudi & Suhwardan (2022) yang menyatakan bahwa HPI memiliki kelarutan yang tinggi, sehingga saat ditambahkan ke dalam formulasi minuman bubuk.

Pengemasan pada minuman berprotein tinggi (Caramol)

Produk Caramol yang sudah siap akan dikemas menggunakan kemasan sachet dan box untuk susu bubuk sedangkan susu cair menggunakan botol kaca berukuran 250 g. Kemasan *sachet* yang digunakan berukuran 9 x 13 cm dengan berat bersih 35 g setelah itu dimasukkan kedalam box berukuran 10 x 6,5 x 14 cm dengan isi 6 *sachet*/box. Kemasan box diisi dengan laminasi foil dengan berat bersih 210 gram. Kemasan Caramol dapat dilihat pada Gambar 3.



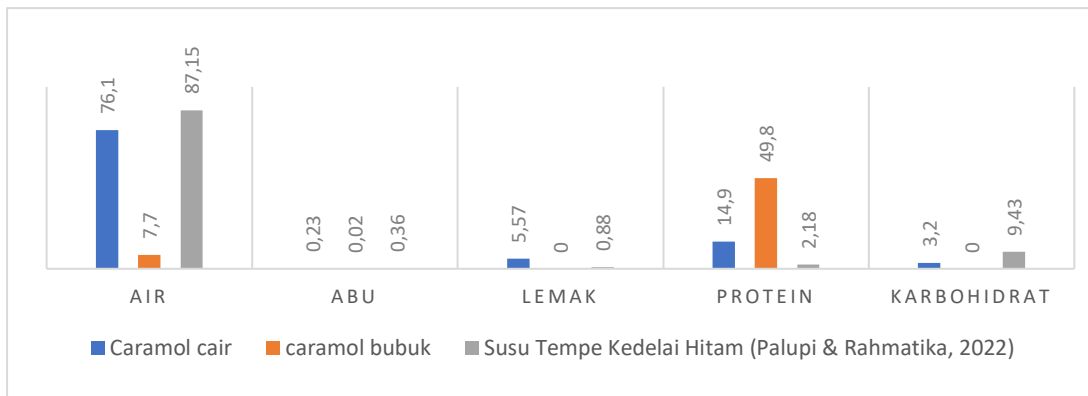
Gambar 3. Kemasan box, *sachet* dan botol Caramol

Material kemasan *sachet* yang digunakan berbahan dasar laminasi foil sangat efektif sebagai penghalang terhadap cahaya, oksigen, kelembapan, dan bau, tahan terhadap suhu tinggi maupun rendah, cukup kuat dan tidak mudah sobek sehingga produk di dalamnya terlindungi dari kerusakan akibat paparan lingkungan luar (Dewi et al., 2022). Kemasan box dibuat dari bahan karton *ivory* dengan ketebalan 300 gsm.

Analisis karakteristik mutu produk minuman berprotein tinggi (Caramol)

Pengujian kimiawi pada produk minuman berprotein tinggi (Caramol)

Pengujian kimiawi pada produk Caramol bertujuan untuk mengetahui komposisi kimiawi seperti kadar air, abu, lemak dan protein. Informasi ini penting untuk menilai kualitas dan keamanan produk, serta memastikan kepatuhan terhadap standar mutu pangan (Hikmah et al., 2023). Hasil uji kimiawi pada produk Caramol dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Komposisi kimia produk Caramol dan pembandingan

Berdasarkan Gambar 4 komposisi kimiawi pada produk Caramol diperoleh hasil yang berbeda. Adapun parameter-parameter kimiawi yang diuji meliputi kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein dan kadar karbohidrat.

Kadar air

Kadar air pada Caramol cair tercatat sebesar 76,10% dan Caramol bubuk sebesar 7,7%, lebih rendah dibandingkan dengan hasil dari Palupi & Rahmatika (2022) yaitu 87,15%. Hal ini menunjukkan bahwa Caramol memiliki konsentrasi padatan terlarut lebih tinggi. Kadar air yang lebih rendah ini mengindikasikan daya simpan produk yang lebih baik karena aktivitas air yang lebih kecil, yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba (Handayani et al., 2022).

Kadar abu

Caramol cair memiliki kadar abu sebesar 0,23% dan Caramol bubuk sebesar 0,02%, lebih rendah dibandingkan susu tempe kedelai hitam dari Palupi & Rahmatika (2022) yang menunjukkan 0,36%. Kadar abu menggambarkan jumlah mineral total dalam produk. Rendahnya kadar abu pada Caramol dapat menunjukkan kandungan mineral yang lebih rendah karena perbedaan bahan baku dan metode pengolahan. Susu tempe kedelai mengandung lebih banyak mineral alami dari kedelai dan proses fermentasi.

Kadar lemak

Kadar lemak pada Caramol sebesar 0,10% jauh lebih rendah susu tempe kedelai hitam dari Palupi & Rahmatika (2022) yaitu 5,65%. Penambahan HPI pada Caramol berpengaruh karena proses hidrolisis menyingkirkan fraksi lemak ikan sehingga HPI rendah lemak. Kandungan lemak ini tidak hanya menambah cita rasa, tetapi juga berkontribusi pada tekstur dan stabilitas produk selama penyimpanan. Rendahnya lemak pada Caramol membuatnya lebih rendah kalori (*low fat*), namun kurang kaya rasa dan tekstur dibandingkan susu tempe kedelai hitam.

Kadar protein

Kadar protein merupakan parameter utama dalam pengayaan beras analog yang berperan dalam perbaikan jaringan, produksi enzim dan hormon dalam tubuh. Caramol cair memiliki kadar protein 14,90% dan Caramol bubuk sebesar 49,84%, jauh lebih tinggi dibandingkan susu tempe kedelai hitam oleh Palupi & Rahmatika (2022) yaitu sebesar 5,40%. Peningkatan signifikan ini berasal dari penambahan HPI yang memang diformulasikan untuk memperkaya nilai protein (Prayudi & Yuniarti, 2023). Penambahan HPI dapat meningkatkan kadar protein pada makanan fungsional secara signifikan, bahkan mencapai lebih dari 3 kali lipat tergantung konsentrasi HPI yang digunakan (Yuniarti, Fristina, et al., 2025).

Kadar karbohidrat

Caramol memiliki kadar karbohidrat sebesar 2,06%, ini lebih rendah dibandingkan dengan susu tempe kedelai hitam oleh Palupi & Rahmatika (2022) menunjukkan nilai 20,33%. Kandungan karbohidrat yang tinggi pada susu tempe kedelai hitam, yang berasal dari laktosa alami dan tambahan gula, memberikan energi yang lebih besar serta rasa manis yang lebih kuat, sedangkan Caramol lebih cocok untuk diet rendah karbohidrat.

Pengujian mikrobiologi pada produk minuman berprotein tinggi (Caramol)

Pengujian mikrobiologi yang dilakukan pada produk pangan untuk memastikan tidak adanya mikroba patogen yang menyebabkan keracunan pangan, dan menghindari akibat dari kontaminasi silang pada saat produksi. Adapun hasil yang didapatkan setelah melaksanakan pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian mikrobiologi pada produk Caramol

Kode	Parameter		
	<i>E.coli</i> (MPN/gram)	<i>Salmonella</i>	Total kapang/khamir (CFU/gram)
Caramol	<3,0	Negatif	7×10^1
Standar*	10^2	Negatif	10^2

*Peraturan BPOM No 13 Tahun 2019

Berdasarkan Tabel 2 Hasil pengujian mikrobiologi pada Caramol menunjukkan *E.coli* dengan nilai *Most Probable Number* (MPN). Rata-rata nilai ini dibandingkan dengan standar Badan POM RI Nomor 13 tahun 2019, yang menetapkan batas maksimum cemaran mikroba dalam makanan dan minuman, yaitu MPN *coliform* < 3/100 mL. Hasil pengujian menunjukkan <3,0 MPN/g, Caramol dinyatakan memenuhi syarat kualitas dan layak untuk dikonsumsi.

Hasil uji kapang/khamir pada produk Caramol menunjukkan bahwa jumlah kapang/khamir yang terdeteksi sebesar 7×10^1 koloni per gram, yang masih berada dalam batas aman untuk konsumsi. Selain itu, hasil pengujian terhadap bakteri *Salmonella* menunjukkan hasil negatif, yang berarti tidak terdapat kontaminasi bakteri patogen tersebut dalam sampel. Berdasarkan kedua parameter tersebut, produk Caramol dinyatakan layak untuk dikonsumsi dan telah memenuhi persyaratan mutu mikrobiologi sesuai dengan Peraturan BPOM Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2019 tentang Persyaratan Mutu Pangan Olahan.

Pengujian fisik pada Caramol

Pengujian kekentalan (viskositas)

Nilai viskositas yang diperoleh dari analisis sampel Caramol menunjukkan rata-rata yang didapat sebesar 3,22 Pa.s, ini tergolong tinggi untuk produk susu cair, dan indikator adanya peningkatan kekentalan akibat penambahan protein dari HPI, serta padatan total yang cukup besar. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Bista et al.,(2020) yang membandingkan viskositas minuman susu tinggi protein mendapatkan nilai viskositas berkisar 2,8–3,5 Pa.s, yang menunjukkan konsistensi sebagai produk fungsional tinggi protein sehingga viskositas Caramol tersebut masih dalam rentang viskositas tersebut.

Pengukuran warna

Pada produk Caramol, karakteristik warna mencerminkan kestabilan formulasi dan keberhasilan pencampuran bahan. Hasil pengukuran warna pada Caramol dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengukuran warna

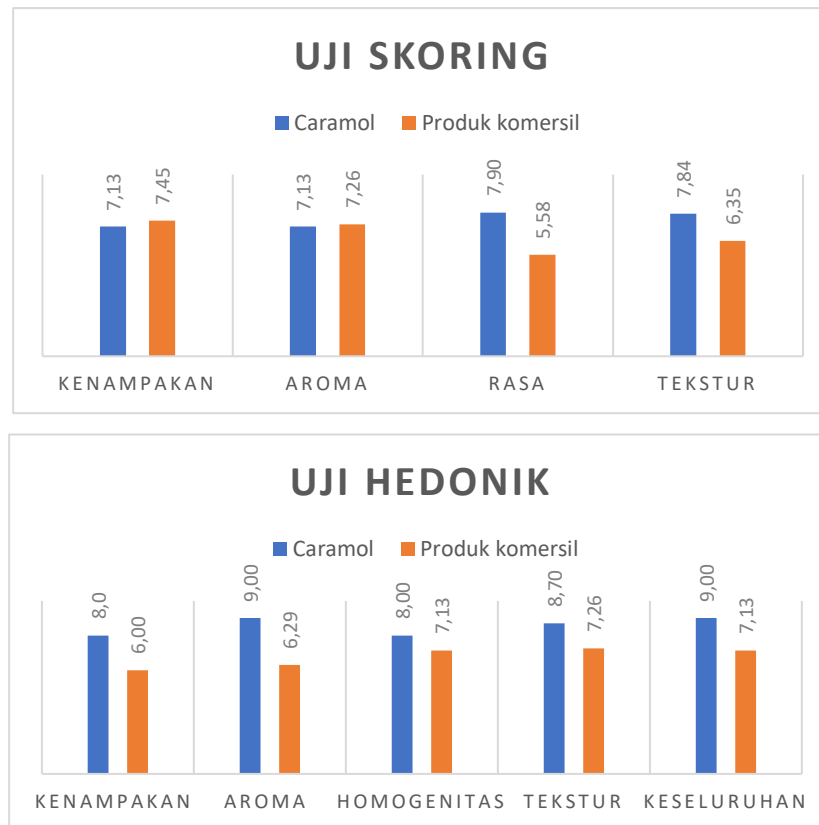
Kode	L*	a*	b*
CA_3	59,27	7,29	14,61
CA_2	59,46	7,3	14,51
CA_1	59,48	7,3	14,49
Yoghurt**	38,60	-2,10	1,58
Rata-rata	59,40	7,30	14,54

** (Rahmah et al., 2024)

Hasil pengukuran warna Caramol menggunakan alat colorimeter menunjukkan nilai rata-rata L* sebesar 59,40, a* sebesar 7,30, dan b* sebesar 14,54. Nilai L* yang berada pada kisaran 59,40 menunjukkan bahwa susu memiliki intensitas kecerahan yang sedang, menandakan warna coklat tidak terlalu gelap namun juga tidak terlalu terang. Nilai a* yang positif sekitar 7,30 menunjukkan kecenderungan warna ke arah kemerahan, sedangkan nilai b* yang juga positif di kisaran 14,5 menunjukkan kecenderungan warna ke arah kekuningan. Hasil pengukuran warna tersebut jika dibandingkan dengan penelitian oleh Rahmah et al., (2024) pada yoghurt menunjukkan nilai L* lebih rendah yaitu sebesar 38,60, yang mengindikasikan warna yang cenderung gelap dengan tingkat kecerahan rendah. Nilai a* sebesar -2,10 menunjukkan adanya nuansa hijau yang ringan, sedangkan nilai b* sebesar 1,58 mengindikasikan warna kuning yang sangat lemah. Warna ini khas untuk yoghurt alami yang dihasilkan melalui proses fermentasi, di mana pigmen alami seperti riboflavin dan aktivitas bakteri asam laktat memberikan warna krem pucat dengan sedikit nuansa hijau.

Karakteristik sensori produk Caramol

Uji sensori yang dilakukan meliputi uji hedonik dan uji *scoring* pada panelis tidak terlatih sebanyak 30 orang. Karakteristik yang dinilai pada uji *scoring* terbagi menjadi 2 untuk kondisi bubuk meliputi kenampakan, aroma, homogenitas dan tekstur. Pada kondisi cair meliputi kenampakan, aroma, tekstur dan rasa. Uji hedonik yang digunakan yaitu dengan skala 1—9. Pengujian sensori produk akhir mengacu pada SNI 2346:2015 tentang petunjuk pengujian sensori. Hasil pengujian sensori dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil uji skoring dan uji hedonik

Berdasarkan hasil uji skoring dan uji hedonik yang ditampilkan pada diagram, dapat disimpulkan bahwa produk Caramol secara umum memiliki keunggulan dibandingkan produk komersil, terutama pada aspek rasa, tekstur, dan penilaian keseluruhan. Pada uji skoring, Caramol memperoleh skor yang lebih tinggi untuk rasa 7,90 dan tekstur 7,84 dibandingkan produk komersil yang hanya mendapatkan skor 5,58 untuk rasa dan 6,35 untuk tekstur. Hal ini menunjukkan bahwa panelis lebih menyukai rasa dan tekstur Caramol. Namun, pada aspek kenampakan dan aroma, produk komersil sedikit lebih unggul dengan skor 7,45 dan 7,26, sementara Caramol memperoleh skor 7,13 untuk kedua aspek tersebut.

Sementara itu, pada uji hedonik, Caramol menunjukkan keunggulan pada kenampakan 8,00, homogenitas 8,00, tekstur 8,70, dan penilaian keseluruhan 9,00, yang semuanya lebih tinggi dibandingkan produk komersil. Secara keseluruhan, hasil ini mengindikasikan bahwa Caramol lebih disukai oleh panelis dalam hal penampilan, aroma, homogenitas, tekstur, dan keseluruhan produk. Dengan demikian, Caramol memiliki potensi besar untuk diterima oleh konsumen jika dipasarkan, terutama jika dilakukan perbaikan pada aspek aroma.

Analisis usaha dan pemasaran produk Caramol

Analisis Usaha Caramol merupakan kajian tentang pengembangan produk susu yang diperkaya dengan protein dari ikan lele (*Clarias sp.*). Poin-poin utama terkait analisis usaha ini terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Analisis usaha produk Caramol

Variabel	Nilai		
	Caramol serbuk sachet	Caramol serbuk box	Caramol cair
Biaya Bahan Baku (a) (Rp)	4.841.000	4.846.000	3.131.000
Biaya Variabel (b) (Rp)	4.447.500	2.550.000	1.595.000
Total Biaya operasional (a+b) (Rp)	9.438.500	7.396.000	4.726.000
Berat produksi			
Berat total produksi (gram)	72.000	72.000	70.000
Jumlah kemasan (sachet/box)	2.100		
Jumlah produk (box/botol)	350	300	300
Target Margin (30%)			
Margin 30% x Total biaya operasional (Rp)	2.831.550	2.218.800	1.417.800
Harga sachet Caramol (Rp)	5.100		
Harga box/botol Caramol (Rp)	30.500	38.000	17.700
Analisa Usaha			
Pendapatan penjualan (Rp)	12.250.000	9.766.200	6.300.000
Keuntungan kotor (Rp)	2.811.500	2.370.000	1.574.400
B/C Rasio (Kelayakan usaha)	1,3	1,3	1,3
Payback period (bulan)	0,029	0,038	0,59
Break Event Point Caramol	270	195	225

Analisis usaha produk Caramol pada Tabel 3 menggunakan analisis ekonomi sederhana dengan beberapa asumsi. Asumsi yang digunakan dalam analisis ekonomi sederhana ini yaitu:

- 1) Skala Produksi sebanyak 70 kg produk per batch
- 2) Tidak memperhitungkan investasi peralatan pembuatan HPI dan Caramol;
- 3) Tidak menghitung penyusutan alat;
- 4) Tidak menggunakan investasi pinjaman bank, sehingga bunga pinjaman tidak dimasukkan;
- 5) Tidak menghitung biaya tenaga kerja;
- 6) Tidak memakai analisis usaha yang menggunakan biaya variabel.

Analisis usaha menunjukkan bahwa Caramol serbuk sachet paling menguntungkan

dengan pendapatan tertinggi (Rp 12,25 juta), keuntungan kotor Rp 2,81 juta, dan waktu balik modal tercepat (0,029 bulan). Caramol cair memiliki biaya produksi terendah (Rp 4,73 juta) dan BEP rendah (225 unit), cocok untuk pasar harga ekonomis. Sementara itu, Caramol serbuk box menasar segmen premium dengan harga Rp 38.000/box dan keuntungan Rp 2,37 juta. Ketiga produk memiliki B/C Rasio 1,3, menandakan usaha ini layak dikembangkan, namun fokus utama sebaiknya pada serbuk *sachet* karena kombinasi volume penjualan, margin, dan perputaran modal yang paling optimal.

SIMPULAN

Produk Caramol merupakan inovasi minuman berprotein tinggi berbasis hidrolisat protein ikan (HPI) dari ikan lele berbentuk *prototype* yang dikembangkan sebagai solusi pangan fungsional untuk mendukung program pencegahan stunting. Proses produksi HPI dilakukan secara enzimatik dan menghasilkan bubuk protein dengan kadar protein tinggi sebesar 49,80% serta kadar air rendah. Produk Caramol, baik dalam bentuk bubuk maupun cair, terbukti memiliki mutu kimiawi, mikrobiologi, fisik, dan sensori yang baik serta disukai panelis. Selain itu, analisis usaha menunjukkan bahwa produksi Caramol layak secara finansial dengan B/C Rasio sebesar 1,3 dan *payback period* kurang dari satu bulan, sehingga berpotensi dikembangkan lebih lanjut sebagai alternatif pangan sehat bernilai ekonomi tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Andin, A., Risti, D., Latifah, I., Panuntun, M., Nur, M., Selviani, R., Yogyakarta, U. P., Bantul, K., & Istimewa, P. D. (2025). *Penerapan Nilai Pancasila Melalui Program Makan Bergizi Gratis*. 3(1), 370–383.
- Ansori, Manual, U., Brämswig, K., Ploner, F., Martel, A., Bauernhofer, T., & Hilbe, W., Kühr, T., Leitgeb, C., Mlineritsch, B., Petzer, A., Seebacher, V., Stöger, H., Girschikofsky, M., Hochreiner, G., Ressler, S., Romeder, F., Wöll, E., Brodowicz, T., Baker, D. (2022). Karakteristik Hidrolisat Protein Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dengan Menggunakan Konsentrasi Enzim Papain Yang Berbeda. *Science*, 7(1), 1–8.
- Anton, S. S., Dewi, N. M. U. K., & Adiba, I. G. (2023). Kajian Determinan Stunting Pada Anak di Indonesia. *Jurnal Yoga Dan Kesehatan*, 6(2), 201–217. <https://doi.org/10.25078/jyk.v6i2.2907>
- Asare, S. N., Ijong, F. G., & Rieuwpassa, F. J. (2016). *Penambahan Hidrolisat Protein Ikan Lemuru (Sardinella lemuru) Pada Pembuatan Biskuit*. 10–18.
- Asyari, M., Afrianto, E., & Intan, R. P. (2019). Fortifikasi Surimi Lele Dumbo Sebagai Sumber Protein Terhadap Tingkat Kesukaan Donat Ubi Jalar. *Jurnal Perikanan Kelautan*, VII(2), 71–79.
- BGN. (2025). *BGN Bersama KKP dan APCI Diskusikan Potensi Menu Ikan Untuk MBG*.
- Bista, A., Tobin, J. T., O'Donnell, C. P., & O'Shea, N. (2020). Monitoring viscosity and total

- solids content of milk protein concentrate using an inline acoustic flowmeter at laboratory scale. *Foods*, 9(9). <https://doi.org/10.3390/foods9091310>
- Brijs, J., Sundell, E., Hjelmstedt, P., Berg, C., Senčić, I., Sandblom, E., Axelsson, M., Lines, J., Bouwsema, J., Ellis, M., Saxer, A., & Gräns, A. (2021). Humane slaughter of African sharptooth catfish (*Clarias gariepinus*): Effects of various stunning methods on brain function. *Aquaculture*, 531(August 2020), 735887. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735887>
- BSN. (2021). *SNI 2729-2021 Ikan Segar*. www.bsn.go.id
- Chasanah, E., Susilowati, R., Yuwono, P., Zilda, D. S., & Fawzya, Y. N. (2019). Amino acid profile of biologically processed fish protein hydrolysate (FPH) using local enzyme to combat stunting. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 278(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/278/1/012013>
- Ciptawati, E., Budi Rachman, I., Oktiyani Rusdi, H., & Alvionita, M. (2021). Analisis Perbandingan Proses Pengolahan Ikan Lele terhadap Kadar Nutrisinya. *IJCA (Indonesian Journal of Chemical Analysis)*, 4(1), 40–46. <https://doi.org/10.20885/ijca.vol4.iss1.art5>
- Dewi, P. R., Darmayanti, L. P. T., & Nocianitri, K. A. (2022). Pengaruh Jenis Kemasan Terhadap Karakteristik Cookies Ampas Tahu Selama Penyimpanan. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 11(2), 261. <https://doi.org/10.24843/itepa.2022.v11i02.p08>
- Gea, R., Zai, R., & Lombu, F. P. (2025). *Analisis Kinerja Pertumbuhan Ikan Patin (Pangasius Sp .) pada Sistem Budidaya dengan Kolam Terpal*. 3.
- Handayani, D., Nurwantoro, N., & Pramono, Y. B. (2022). Karakteristik Kadar Air, Kadar Serat dan Rasa Beras Analog Ubi Jalar Putih dengan Penambahan Tepung Labu Kuning. *Jurnal Teknologi Pangan*, 6(2), 14–18. <https://doi.org/10.14710/jtp.2022.26035>
- Hikmah, S. N., Handayani, L., & Nurhayati, N. (2023). Perbandingan Komposisi Kimia dan Uji Hedonik terhadap Perisa Menggunakan Bahan Baku Limbah Ikan yang Berbeda. *Jurnal TILAPIA*, 4(2), 53–64. <https://doi.org/10.30601/tilapia.v4i2.4237>
- Junianto, Khan, A. M. A., & Rostini, I. (2019). *Fortikasi Protein Pada Kerupuk Melarat dengan Tepung Hidrolisat Protein Daging Ikan Nila (Oreochromis niloticus) (Oreochromis niloticus) Meat*. 22, 111–118.
- KKP. (2023). *Produksi Perikanan Budi Daya Pembesaran*. <https://portaldata.kkp.go.id/datainsight/produksi-ikan-budidaya>
- Martosuyono, P., Fawzya, Y. N., Patantis, G., & Sugiyono. (2019). Enzymatic production of fish protein hydrolysates in a pilot plant scale. *Squalen Bulletin of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology*, 14(2), 85–92. <https://doi.org/10.15578/squalen.v14i2.398>
- Nirmalasari, N. O. (2020). Stunting Pada Anak : Penyebab dan Faktor Risiko Stunting di Indonesia. *Qawwam: Journal For Gender Mainstreaming*, 14(1), 19–28. <https://doi.org/10.20414/Qawwam.v14i1.2372>
- Nuryanto, N., Putri, A. R., Chasanah, E., Sulchan, M., Afifah, D. N., Martosuyono, P., & Asmak, N. (2023). Profil Asam Amino Makanan Pendamping Asi (Mp-Asi) Protein Hidrolisat Ikan Kuniran. *Journal of Nutrition College*, 12(3), 232–237. <https://doi.org/10.14710/jnc.v12i3.40395>
- Oktasari, T., Suparmi, & Rahman, K. (2015). Pembuatan isolat protein ikan gurami (*Osphronemus gouramy*). *Jurnal Online Mahasiswa*, 1–12.
- Palupi, E., & Rahmatika, M. (2022). Peningkatan Nilai Gizi Pada Susu Tempe Kedelai Hitam

- (Glycine soja sieb). *Jurnal Ilmu Gizi Dan Dietetik*, 1(1), 42–49. <https://doi.org/10.25182/jigd.2022.1.1.42-49>
- Prayudi, A., & Suhwardan, H. (2022). Potensi Hidrolisat Protein Ikan Sebagai Penambah Nutrisi pada Produk Minuman Susu. *Prosiding Seminar Nasional Perikanan Indonesia Ke-23*, 397–407. <http://dx.doi.org/10.15578/psnp.12016>
- Prayudi, A., & Yuniarti, T. (2023). Karakteristik Kimia Hidrolisat Protein dan Penguat Rasa Dari Hasil Sampung Fillet Ikan Kakap (*Lutjanus sp*) yang Dihidrolisis Secara Enzimatis. *Buletin Jalanidhitah Sarva Jivitam*, 4(2), 103. <https://doi.org/10.15578/bjsj.v4i2.11322>
- Primawestri, M., Sumardianto, & Kurniasih, R. A. (2023). Karakteristik Stik Ikan Lele (*Clarias gariepinus*) Dengan Perbandingan Rasio Daging dan Tulang. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Perikanan*, 5(1), 1–23.
- Putri, Y. I., Anwar, S., Afifah, D. N., Chasanah, E., Fawzya, Y. N., & Martosuyono, P. (2019). Optimasi Formula MP-ASI Bubuk Instan Sumber Protein dengan Substitusi Hidrolisat Protein Ikan (HPI) dan Tepung Kacang Hijau Menggunakan Response Surface Methodology (RSM). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 8(4), 123. <https://doi.org/10.17728/jatp.4346>
- Rahmah, M., Sutiknyawati, Y., & Dewi, K. (2024). *Karakteristik Yoghurt Susu Kambing Dengan Penambahan Sari Nanas (Ananas Comosus (L.) Merr.)*. 7(2), 21–30.
- Rukhil Amania, Muhammad Nur Hidayat, Izatul Hamidah, Endah Wahyuningsih, & Asnun Parwanti. (2022). Pencegahan Stunting Melalui Parenting Education Di Desa Pakel Bareng. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Darul Ulum*, 1(1), 52–68. <https://doi.org/10.32492/dimas.v1i1.566>
- Taniyo, W., Salimi, Y. K., & Iyabu, H. (2021). Karakteristik Dan Aktivitas Antioksidan Hidrolisat Protein Ikan Nike (*Awaous melanocephalus*). *Dalton: Jurnal Pendidikan Kimia Dan Ilmu Kimia*, 4(2), 52–63. <https://doi.org/10.31602/dl.v4i2.5935>
- UNICEF & Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023). Menuju Masa Depan Indonesia Bebas Masalah Kekurangan Gizi. *Www.Unicef.Org*, 1–12.
- Untari, D. S., Wibowo, T. A., & Pamungkas, I. W. (2023). Identifikasi Kualitas Kesegaran dan Nilai Keasaman (pH) Ikan Laut di Kota Metro Provinsi Lampung. *Jurnal Ilmiah AgriSains*, 24(3), 159–169. <https://doi.org/10.22487/jiagrisains.v24i3.2023.159-169>
- Villamil, O., Váquiro, H., & Solanilla, J. F. (2016). Fish viscera protein hydrolysates: production, potential applications and functional and bioactive properties. *Food Chemistry*. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.12.057>
- Widayatun. (2023). Keberhasilan Dan Tantangan Penurunan Kasus Stunting Di Indonesia: Upaya Mencapai Target Sdgs. *Jurnal Kependudukan Dan Pembangunan Berkelanjutan*, 1(1), 33–43. <https://doi.org/10.33476/jkpb.v1i1.99>
- Yadav, D. N., Vishwakarma, R. K., Borad, S., Bansal, S., Jaiswal, A. K., & Sharma, M. (2016). Development of protein fortified mango based ready-to-serve beverage. *Journal of Food Science and Technology*, 53(10), 3844–3852. <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2395-5>
- Yayuk, C., & Christian, V. (2024). *Pengembangan Produk Sambal Bawang dengan Penambahan Tepung Tulang Ikan Lele*. 7(1), 16–24.
- Yuniarti, T., Arrahmi, N. Y., Dharmayanti, N., Sugiwati, S., Mulyono, M., Hidayat, T., Martosuyono, P., Maulani, A., & Alghany, A. (2024). Karakteristik Fisikokimia dan Aktivitas Antioksidan Hidrolisat Protein Ikan Kakap (*Lutjanus sp.*) Skala Pilot. *Jurnal*

- Pascapanen Dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan*, 19(1), 61.
<https://doi.org/10.15578/jpbkp.v19i1.985>
- Yuniarti, T., Fristina, D., Asriani, Leilani, A., & Amrizal, S. N. (2025). *Karakteristik Mutu Es Krim Dengan Penambahan Hidrolisat Protein Ikan Rucah*. 28.
- Yuniarti, T., Prayudi, A., Supenti, L., Suhwardan, H., & Martosuyono, P. (2021). Produksi dan Profil Kimia Hidrolisat Protein dari Hasil Samping Pengolahan Udang Segar. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 23(1), 63. <https://doi.org/10.22146/jfs.59906>
- Yuniarti, T., Putri, N. A., Dharmayanti, N., Mulyono, M., Sugiwati, S., Pujoyuwono, M., Dewi, I. J. P., Maulani, A., & Hidayat, T. (2025). *Optimization of Effervescent Tablets in Sensory Acceptance*. 17(1), 223–237.
- Zilda, D. S., Patantis, G., Fawzuya, Y. N., & Martosuyono, P. (2021). Optimasi Produksi Hidrolisat Protein Ikan Kuniran (*Upeneus sulphureus*) Secara Enzimatis. *Jurnal Pascapanen Dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan*, 16(2), 151.
<https://doi.org/10.15578/jpbkp.v16i2.782>