

PENGARUH FORTIFIKASI HIDROLISAT PROTEIN IKAN TERHADAP KARAKTERISTIK FISIK DAN KOMPOSISI GIZI SNACK BAR PISANG

The Effect of Fish Protein Hydrolysate Fortification on the Characteristics and Nutritional Composition of Banana Snack Bars

Alfia Nadhiroh^{1*}, A Suhaeli Fahmi¹, Tri Winarni Agustini¹, Widya Rusyanto²

¹Departemen Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Kota Semarang, Jawa Tengah, Indonesia 50275

²Pusat Pengendalian dan Pengawasan Mutu Pasca Panen, Badan Pengawasan dan Pengendalian Mutu Hasil Kelautan dan Perikanan, Jakarta Pusat, Indonesia 10110

Email: alfianadhiroh123@gmail.com

ABSTRAK

Snack bar merupakan camilan praktis dan bergizi, biasanya dibuat dari kacang-kacangan, buah kering, dan oatmeal. Penambahan protein ikan, berupa HPI (Hidrolisat Protein Ikan) yang memiliki kualitas tinggi dan asam amino esensial lengkap, dapat meningkatkan kandungan gizi produk. Penambahan HPI juga akan mempengaruhi karakteristik warna, rasa, aroma dan tekstur produk. Dalam penelitian ini, HPI yang digunakan telah melalui proses mikroenkapsulasi untuk mengurangi rasa pahit dan meningkatkan stabilitasnya. Penelitian ini menggunakan buah pisang kepok matang sebagai bahan *snack bar* dan HPI dengan kandungan protein 17,084%. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh fortifikasi HPI terhadap karakteristik fisik dan komposisi gizi *snack bar* pisang. Penelitian dilakukan secara eksperimental laboratories menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan percobaan konsentrasi fortifikasi HPI yang berbeda, yaitu K (0%), A (5%), B (8%), dan C (10%), masing-masing perlakuan percobaan diulang dengan 3 ulangan percobaan. Data dianalisis menggunakan SPSS 16; dengan uji ANOVA dan Duncan untuk data parametrik, serta Kruskal-Wallis dan Mann-Whitney untuk data non-parametrik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari sisi karakteristik fisik, peningkatan konsentrasi HPI menurunkan kekerasan dan kecerahan warna, serta menurunkan tingkat kesukaan panelis terhadap kenampakan dan bau, sedangkan dari sisi kandungan gizi, peningkatan konsentrasi HPI meningkatkan kadar protein, kadar abu, dan beberapa asam amino. Perlakuan terbaik diperoleh pada fortifikasi 8% (B), dengan kekerasan 712,8 gf, warna $L^* = 40,48$; $a^* = 9,45$; $b^* = 44,13$, serta karakteristik produk berwarna kuning kecoklatan, tekstur padat-lentur, rasa manis sedikit asam, dan sedikit bau/aroma ikan. Kandungan gizinya meliputi protein 7,72%, air 18,51%, lemak 15,83%, karbohidrat 56,89%, abu 1,05%, dan peningkatan kandungan asam amino tirosin, asam aspartat, glisin, dan lisin.

Kata kunci: Fortifikasi; Hidrolisat Protein Ikan; Protein; *Snack Bar*

ABSTRACT

Snack bars are practical and nutritious snacks, typically made from nuts, dried fruits, and oatmeal. The addition of fish protein in the form of Fish Protein Hydrolysate (FPH), which has high quality and a complete profile of essential amino acids, can improve the nutritional value of the product. FPH addition also affects product characteristics such as color, taste, aroma, and texture. In this study, FPH was microencapsulated to reduce bitterness and improve stability. Ripe kepok banana was used as the base ingredient, and FPH with 17.084% protein content was added. The objective of this study was to analyze the effect of FPH fortification on the physical characteristics and nutritional composition of banana snack bars. A Completely Randomized Design (CRD) was applied with four FPH concentrations: K (0%), A (5%), B (8%), and C (10%), each with three replications. Data were analyzed using SPSS 16; ANOVA and Duncan tests were used for parametric data, and Kruskal-Wallis and Mann-Whitney tests for non-parametric data. The results showed that increasing FPH concentration decreased hardness and brightness, and reduced panelist preference for appearance and aroma. In contrast, the protein content, ash, and several amino acids increased. The best treatment was obtained with 8% FPH (B), showing a hardness of 712.8 gf, color values of $L^* = 40.48$; $a^* = 9.45$; $b^* = 44.13$, and sensory attributes of yellowish-brown color, soft-dense texture, slightly sweet and sour taste, and mild fish aroma. Nutritional content included 7.72% protein, 18.51% moisture, 15.83% fat, 56.89% carbohydrate, 1.05% ash, and increased levels of tyrosine, aspartic acid, glycine, and lysine.

Keywords: Fish Protein Hydrolysate; Fortified; Protein; *Snack Bar*

PENDAHULUAN

Protein berperan penting dalam menjaga kesehatan dan fungsi tubuh. Berdasarkan sumbernya, protein terbagi menjadi protein hewani dan nabati. Protein hewani, seperti daging, ayam,

ikan, telur, dan susu, memiliki nilai biologis lebih tinggi dibandingkan protein nabati, sehingga lebih efektif dalam mendukung pertumbuhan (Purnamasari & Febri, 2023). Di antara sumber protein hewani, ikan memiliki keunggulan karena mengandung asam amino esensial lengkap, mudah dicerna,

serta kaya akan omega-3 yang bermanfaat bagi kesehatan jantung dan otak. Sementara itu, protein nabati tetap berkontribusi terhadap kesehatan karena kaya serat dan antioksidan, meskipun perlu dikombinasikan dengan sumber lain untuk melengkapi asam amino esensial. Menurut Rahma *et al.* (2024), ikan tidak hanya menjadi sumber protein berkualitas tinggi, tetapi juga menyediakan nutrisi penting seperti omega-3, vitamin D, B12, serta mineral seperti selenium dan iodium, yang berperan dalam menjaga kesehatan tubuh secara keseluruhan.

Meskipun ikan kaya akan protein berkualitas tinggi, sifatnya yang mudah mengalami kerusakan menjadi kendala tersendiri. Oleh karena itu, diperlukan pengolahan lebih lanjut untuk menjaga kualitas protein, meningkatkan nilai jual, dan memperluas penggunaannya dalam industri pangan. Produk olahan ikan berprotein tinggi meliputi tepung ikan, konsentrat protein ikan (KPI), dan hidrolisat protein ikan (HPI). Tepung ikan dibuat melalui proses pengukusan, pengeringan, dan penghalusan dengan kandungan protein kasar sekitar 58–68%. KPI merupakan hasil ekstraksi dan pengeringan yang mengurangi kadar lemak dan air, namun masih memiliki aroma khas ikan. HPI yang dihasilkan melalui hidrolisis protein menjadi peptida kecil, memiliki daya cerna lebih tinggi dibandingkan tepung ikan dan KPI. Hal tersebut didukung oleh penelitian Resti *et al.* (2024) bahwa penggunaan HPI pada produk mizpepi (mie kering maizena dan HPI) dapat meningkatkan daya cerna protein 43,6 hingga 75,3%. Selain itu, HPI kaya akan protein, mengandung asam amino lengkap, serta meningkatkan sifat fungsional pangan. Menurut Prayudi & Suhrawanda (2022), HPI berkontribusi dalam meningkatkan cita rasa, kelarutan, serta tekstur produk, sehingga dapat digunakan sebagai suplemen maupun bahan tambahan dalam pangan.

Saat ini, camilan praktis, mudah dibawa, dan bernutrisi tinggi semakin diminati oleh masyarakat. Salah satu pilihan yang populer adalah *snack bar*. Produk ini dibuat dari berbagai bahan seperti kacang-kacangan, buah kering, dan oatmeal, serta terus mengalami inovasi, termasuk penambahan pisang yang kaya akan serat, vitamin B6, dan kalium. Penambahan pisang pada *snack bar* berfungsi untuk menambah cita rasa dan meningkatkan kandungan gizi. *Snack bar* umumnya mengandalkan kacang-kacangan sebagai sumber protein utama karena kandungan protein dan seratnya yang tinggi. Menurut Asriasih *et al.* (2020), kandungan gizi *snack bar* komersial per 30 gram mencakup 108–160 kkal energi, 1,5–7,2 gram protein, serta berbagai nutrisi lainnya. Sebagai alternatif, Hidrolisat Protein Ikan (HPI) berpotensi menggantikan sumber protein nabati dalam *snack bar*. HPI mengandung lebih dari 60% protein total dengan asam amino esensial lengkap, dihasilkan melalui proses hidrolisis protein ikan. HPI dari ikan gabus, misalnya, memiliki manfaat fungsional tinggi dan dapat meningkatkan nilai gizi produk (Deviarni *et al.*, 2021). HPI kini semakin banyak digunakan sebagai bahan pangan fungsional karena kandungan gizinya yang tinggi serta memiliki aktivitas bioaktif. Wu *et al.* (2024), menyebutkan bahwa penambahan HPI dalam produk roti mampu meningkatkan kadar protein, memperbaiki kelembutan, dan meningkatkan kemampuan menyerap air, meskipun bisa menimbulkan rasa pahit akibat keberadaan peptida berukuran kecil. Untuk mengatasi hal rasa pahit tersebut dan meningkatkan stabilitas selama pemrosesan, HPI dapat melalui proses mikroenkapsulasi menggunakan bahan penyalut seperti maltodekstrin (Wang *et al.*, 2023).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh fortifikasi HPI terhadap karakteristik produk dan kandungan gizi *snack bar* berbasis pisang kepok matang, yang diolah terlebih

dahulu menjadi puree tanpa penambahan air sebelum dicampurkan ke dalam adonan. Selain itu, dalam penelitian ini HPI yang digunakan sudah melalui proses mikroenkapsulasi dengan maltodekstrin untuk mengurangi rasa pahit. Parameter yang diamati mencakup kekerasan, warna, uji sensori, serta kandungan proksimat dan asam amino. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan produk pangan berbasis ikan yang inovatif dan bernutrisi tinggi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Produksi dan Pengemasan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro pada bulan Agustus – Desember 2024. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan rancangan acak lengkap (RAL), terdiri dari 4 perlakuan, yaitu K (fortifikasi HPI 0%), A (fortifikasi HPI 5%), B (fortifikasi HPI 8%), C (fortifikasi HPI 10%) dengan masing – masing perlakuan 3 ulangan. Analisis yang dilakukan, meliputi tekstur (kekerasan), warna, uji sensori, kadar protein, kadar karbohidrat, kadar lemak, kadar air, kadar abu dan profil asam amino.

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini, diantaranya timbangan digital, *baking paper*, loyang dan oven serta peralatan untuk analisis, berupa alat destruksi, destilasi, labu destilasi, erlenmeyer, buret, gelas ukur, tabung reaksi, timbangan analitik, pipet tetes, pengaduk, cawan porselen, desikator, alat penjepit, sendok *stainless steel*, alat penghancur, *extractor soxhlet*, labu alas bulat, kertas saring, timbangan analitik, oven, desikator, pipet dan gelas ukur, tungku pengabuan, HPLC, UPLC, *Lloyd Texture Analyzer TA/TX*, komputer *Software Nexygen Plus*, *Photobox* ukuran 24 cm x 27,5 cm x 33 cm.

Bahan Hidrolisat Protein Ikan didapatkan dari Kementerian Kelautan dan Perikanan dengan spesifikasi kandungan gizi yaitu protein (17,084%), karbohidrat (75,186%), lemak (0,13%), air (6,32%), dan abu (1,28%). Bahan lain yang digunakan dalam penelitian ini adalah pisang kepok kuning matang, tepung terigu, tepung maizena, telur, margarin, gula pasir yang didapatkan dari Superindo. Bahan yang digunakan dalam pengujian *snack bar* adalah NaOH, HCl, aquades, natrium bisulfat, kertas Whatman 54, batu didih, H₃BO₃, etanol, H₂SO₄, H₂O₂, Na₂S₂O₃, Asam borat, indikator *methyl red*, indikator bromocresol dan chloroform. Komposisi bahan yang digunakan untuk pembuatan *snack bar* pisang tersaji Tabel 1.

Table 1. Composition of HPI-fortified banana *Snack Bars* (in %) **Tabel 1.** Komposisi Bahan *Snack bar* Pisang Yang Difortifikasi HPI (dalam %)

Bahan	Perlakuan			
	K	A	B	C
HPI	0	5	8	10
Tepung terigu	28	23	20	18
Tepung maizena	8	8	8	8
Gula pasir	8	8	8	8
Margarin	14	14	14	14
Telur ayam negeri	14	14	14	14
Pisang kepok	28	28	28	28
Total	100	100	100	100

Metode Penelitian

Proses pembuatan *snack bar* merupakan modifikasi dari proses pembuatan *snack bar* dalam penelitian Sarifudin *et al.* (2015). Pembuatan *snack bar* diawali dengan menghaluskan pisang kepek matang menjadi *puree* tanpa penambahan air. Selanjutnya, gula, telur, dan margarin dikocok hingga mengembang. Campuran tepung terigu, tepung maizena, dan *puree* pisang dicampurkan ke dalam adonan pertama, kemudian ditambahkan HPI sesuai perlakuan. Setelah tercampur rata, adonan dipanggang pada suhu 150°C selama 30 menit. Setelah tahap pemanggangan pertama, adonan dipotong ukuran 6 × 2 × 0,5 cm, kemudian dipanggang kembali pada suhu yang sama selama 20 menit untuk menghasilkan tekstur yang lebih kering dan renyah. Produk akhir kemudian didinginkan pada suhu ruang ± 25°C dan dikemas sebelum dilakukan pengujian.

Pengujian mutu sampel *snack bar* pisang meliputi uji tekstur (kekerasan), uji warna, uji sensori serta uji kandungan gizi yang meliputi kadar protein, karbohidrat, lemak, air, abu dan profil asam amino. Data yang didapatkan diolah menggunakan SPSS versi 16. Data parametrik dianalisis dengan uji ANOVA dan Duncan sebagai uji lanjut. Sementara data non parametrik dianalisis dengan uji *Kruskall-Wallis* dan Uji *Mann Whitney* sebagai uji lanjut.

Uji Sensori

Uji sensori dilaksanakan dengan menggunakan metode deskriptif dan skoring hedonik. Parameter pengujian sensori meliputi kenampakan, rasa, bau, dan tekstur. Jumlah panelis yang melakukan uji sensori yaitu 37 panelis. Sampel sejumlah 4 perlakuan yang berbeda disiapkan dalam kondisi acak dan diberi kode acak untuk menghindari bias dalam penilaian. Panelis memberikan deskripsi sensori atas setiap sampel yang diberikan dan menilai kesukaan atas produk dengan menggunakan skala penilaian hedonik 1-9, dimana 1 menunjukkan tidak suka dan 9 menunjukkan sangat suka.

Uji Asam Amino

Pengujian asam amino dilakukan menggunakan UPLC (*Ultra Performance Liquid Chromatography*) berdasarkan metode *Waters Acquity H-Class*. Sampel *snack bar* ditimbang, lalu dihidrolisis menggunakan larutan HCl pekat untuk memecah protein menjadi asam amino bebas. Setelah itu, larutan hasil hidrolisis dipindahkan ke labu ukur 50 mL, ditambahkan aquades hingga volume penuh, dan dihomogenkan. Larutan kemudian disaring menggunakan syringe filter ukuran 0,2 µm untuk memisahkan partikel kasar. Setelah disaring, larutan ditambahkan internal standar dan dilakukan proses derivatisasi, yaitu mengubah asam amino menjadi bentuk yang mudah dideteksi oleh alat. Sampel hasil derivatisasi diinjeksi ke sistem UPLC. Analisis menggunakan kolom C18 dengan fase gerak eluen AccQ.Tag Ultra dan akuabides. Suhu kolom diatur 49 °C, dan deteksi dilakukan dengan detektor PDA. Proses pemisahan dan pengukuran asam amino dilakukan berdasarkan panjang gelombang tertentu. Kadar asam amino dihitung berdasarkan rasio luas area puncak kromatogram antara analit (ASpl) dan internal standar (AIS), dengan rumus berikut:

Rasio standar atau sampel = $\frac{A_{Spl}}{A_{IS}}$ (1)

Kadar asam amino = $\frac{Rasio\ sampel}{Rasio\ standar} \times \frac{C_{Std}}{1000000} \times BM \times Va \times FP$
..... (2)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Produk

Tekstur (Kekerasan)

Uji kekerasan produk bertujuan untuk menilai ketahanan produk terhadap tekanan atau deformasi akibat pengaruh eksternal. Nilai kekerasan produk *snack bar* pisang yang difortifikasi HPI tersaji pada Tabel 2.

Table 2. Texture of HPI-Fortified Banana Snack Bars
Tabel 2. Tekstur *Snack bar* Pisang yang Difortifikasi HPI

Perlakuan	Kekerasan (gf)
K	1129,3 ± 129,6 ^c
A	913,7 ± 48 ^b
B	712,8 ± 84,3 ^a
C	694,6 ± 15,1 ^a

Catatan: Data yang disajikan merupakan nilai rata-rata dari 3x pengulangan ± standar deviasi, huruf-huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan (p>0,05)

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa fortifikasi HPI pada *snack bar* pisang berpengaruh terhadap tekstur kekerasan *snack bar*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan fortifikasi HPI berpengaruh terhadap kekerasan *snack bar* pisang. Nilai kekerasan produk menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi HPI. HPI yang digunakan telah melalui proses mikroenkapsulasi dengan maltodekstrin. Sebagai bahan penyalut, maltodekstrin memiliki sifat higroskopis yang dapat meningkatkan retensi air sehingga membantu mempertahankan kelembaban *snack bar* pisang dan mencegah *snack bar* pisang menjadi keras atau kering. Selain itu, maltodekstrin juga dapat mengganggu proses pembentukan jaringan pada antara protein dan pati, yang berkontribusi untuk menghasilkan tekstur keras pada produk. Meskipun produk *snack bar* pisang melalui proses pemanggangan yang cukup lama, maltodekstrin akan membantu mengurangi kehilangan air yang berlebihan sehingga menghasilkan *snack bar* pisang yang lembut. Berdasarkan hal tersebut, komposisi kimia dari bahan yang digunakan sangat mempengaruhi tekstur produk *snack bar* pisang. Menurut Jamilah *et al.* (2024) menjelaskan bahwa tekstur memiliki peran penting dalam menentukan kualitas produk *snack bar*. Tekstur pada *snack bar* disebabkan oleh formulasi bahan, seperti kandungan kimia, bahan yang digunakan memiliki jumlah kadar air yang rendah atau tinggi sehingga tekstur produk yang dihasilkan lunak atau keras.

Perlakuan kontrol (tanpa HPI) memiliki nilai kekerasan tertinggi, sedangkan perlakuan dengan fortifikasi HPI 10% memiliki kekerasan paling rendah. Hal ini menunjukkan bahwa protein terhidrolisis dalam HPI cenderung mengganggu pembentukan struktur jaringan gluten, sehingga tekstur *snack bar* menjadi lebih lunak. Hal tersebut bertolak belakang dengan penelitian Pratama *et al.* (2014) yang menggunakan tepung ikan, hasil penelitian ini menunjukkan penurunan nilai kekerasan seiring peningkatan konsentrasi fortifikasi HPI. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh perbedaan bentuk protein yang digunakan. Tepung ikan masih mengandung protein utuh yang

dapat membentuk jaringan padat selama pemanggangan, sehingga meningkatkan kekerasan produk. Sementara itu, HPI mengandung peptida pendek hasil hidrolisis, yang tidak membentuk struktur kaku dan justru menghasilkan tekstur yang lebih lembut. Perbedaan pengaruh terhadap tekstur antara biskuit yang diformulasi dengan tepung ikan dan *snack bar* pisang yang difortifikasi dengan HPI berkaitan dengan perbedaan bentuk fisik serta karakteristik fungsional dari bahan tambahan tersebut. Tepung ikan yang berbentuk padat berperan sebagai penguat struktur mekanis produk, sedangkan HPI yang bersifat larut dan terdiri dari peptida berukuran kecil tidak mampu membentuk struktur padat, sehingga cenderung menurunkan kekompakan dan kekenyalan tekstur produk. Menurut Handayani *et al.* (2018), semakin tinggi konsentrasi HPI lele dumbo yang ditambahkan, maka tekstur opak singkong akan semakin kurang renyah. Proses penambahan protein dapat mempengaruhi tekstur produk. Protein tersebut akan berikatan dengan gula membentuk senyawa dan mengurangi gelatinisasi pati sehingga tekstur produk semakin menurun.

Warna

Hasil analisis warna *snack bar* pisang disajikan dalam Tabel 3. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa fortifikasi HPI berpengaruh terhadap warna *snack bar* pisang. Hasil analisis warna menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi HPI yang digunakan maka semakin rendah nilai L^* (kecerahan) dari *snack bar*. HPI tersusun atas asam amino dan gula pereduksi. Jumlah senyawa asam amino dan gula pereduksi tersebut akan mempengaruhi hasil warna L^* pada *snack bar*. Kedua komponen tersebut dapat bereaksi jika diberi perlakuan suhu tinggi membentuk reaksi Maillard. Reaksi *maillard* akan bekerja membentuk senyawa melanoidin (warna coklat) sehingga produk akhir *snack bar* memiliki warna lebih coklat. Menurut Witono *et al.* (2014), faktor rasio gula dan asam amino berpengaruh terhadap pembentukan warna produk. Semakin tinggi jumlah asam amino pada produk maka semakin banyak pembentukan warna yang terjadi. Asam amino lisin berperan penting dalam pembentukan warna karena berikatan dengan gugus karbonil sehingga menimbulkan warna coklat pada produk.

Table 3. Color Analysis Results of Banana Snack Bars Fortified with HPI

Tabel 3. Hasil Analisis Warna *Snack bar* Pisang yang Difortifikasi dengan HPI

Perlakuan	L^*	a^*	b^*
K	$51,94 \pm 3,11^c$	$0,01 \pm 2,23^a$	$49,20 \pm 1,11^c$
A	$42,81 \pm 1,34^b$	$8,32 \pm 1,71^b$	$46,86 \pm 0,41^b$
B	$40,48 \pm 2,08^{ab}$	$9,45 \pm 1,89^{bc}$	$44,13 \pm 1,20^{ab}$
C	$36,01 \pm 3,17^a$	$12,43 \pm 2,21^c$	$41,77 \pm 2,09^a$

Catatan: Data yang disajikan merupakan nilai rata-rata dari 3x pengulangan $\pm$ standar deviasi, huruf-huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p>0,05$)

Berdasarkan Tabel 3. kenaikan nilai a^* pada produk *snack bar* dipengaruhi oleh banyaknya konsentrasi hidrolisat protein yang digunakan pada produk. Semakin tinggi konsentrasi HPI maka nilai a^* pada produk akhir akan meningkat. Produk *snack bar* kontrol memiliki nilai a^* 0,01 yang artinya netral. Hasil tersebut dipengaruhi oleh bahan yang digunakan yaitu buah pisang kepek kuning. Buah pisang

memiliki pigmen warna putih dan sebagian besar warna kuning. Penggunaan buah pisang dalam jumlah yang cukup banyak mempengaruhi warna produk *snack bar* sehingga produk *snack bar* berada pada warna netral. Menurut Putri *et al.* (2015), pengolahan pisang kepek menjadi tepung menghasilkan warna tepung yang lebih cerah jika dibandingkan dengan tepung pisang lainnya. Warna tersebut dipengaruhi oleh warna daging buah pada pisang kepek yaitu putih dengan sedikit kuning pada bagian dalam.

Tabel 3. menunjukkan nilai b^* yang didapat berada pada rentang positif 49,20 – 41,77. Semakin tinggi konsentrasi HPI maka nilai b^* *snack bar* semakin menurun. Warna yang dihasilkan menunjukkan *snack bar* memiliki warna kuning yang dominan. Penurunan tersebut disebabkan oleh proses pemanggangan yang menggunakan suhu tinggi dan waktu yang lama serta jumlah asam amino yang terdapat pada HPI. Gula reduksi yang terdapat pada bahan – bahan yang digunakan akan bereaksi dengan gugus amino dari HPI. Reaksi tersebut akan membentuk warna kecoklatan atau disebut dengan melanoidin. Semakin banyak asam amino yang bereaksi dengan gula reduksi maka semakin banyak warna kecoklatan yang terbentuk dan mempengaruhi warna pada produk. Hal tersebut menyebabkan warna b^* mengalami penurunan karena adanya warna coklat yang terbentuk. Menurut Ridhani *et al.* (2021), terbentuknya reaksi *maillard* dipengaruhi oleh pH, jumlah gula, tipe gula, suhu dan jumlah asam amino. Reaksi ini akan menghasilkan warna coklat melanoidin dengan bobot molekul yang besar. Senyawa melanoidin memiliki manfaat untuk meningkatkan intensitas warna coklat pada produk, kandungan antioksidan dan mampu menutupi aroma yang kurang baik.

Nilai Sensori

Hasil uji sensori *snack bar* pisang meliputi nilai hedonik dan deskripsi produk. Hasil uji hedonik produk *snack bar* pisang tersaji dalam Tabel 4. dan deskripsi produk *snack bar* pisang yang difortifikasi HPI tersaji dalam Tabel 5.

Table 4. Hedonic Value of HPI-Fortified Banana Snack Bars

Tabel 4. Nilai Hedonik *Snack bar* Pisang Yang Difortifikasi HPI

Perlakuan	Spesifikasi			
	Kenampakan	Rasa	Bau	Tekstur
K	$7,89 \pm 1,45^b$	$7,89 \pm 1,45^b$	$7,00 \pm 1,41^b$	$7,00 \pm 1,41^{ab}$
A	$8,11 \pm 1,05^b$	$7,89 \pm 1,05^b$	$7,44 \pm 0,88^b$	$7,22 \pm 1,20^{ab}$
B	$8,56 \pm 0,88^b$	$6,78 \pm 1,56^{ab}$	$6,56 \pm 1,67^{ab}$	$7,89 \pm 1,05^b$
C	$6,56 \pm 0,88^a$	$6,33 \pm 1,00^a$	$5,67 \pm 1,00^a$	$6,11 \pm 1,05^a$

Catatan: Huruf-huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p>0,05$); Skala 1 = sangat tidak suka, 3 = tidak suka, 5 = netral, 7 = suka, 9 = sangat suka

Table 5. Product Description of HPI Fortified Banana Snack Bars

Tabel 5. Deskripsi Produk *Snack bar* Pisang Yang Difortifikasi HPI

Perlakuan	Spesifikasi			
	Kenampakan	Rasa	Bau	Tekstur
K	Kuning pucat	Manis dan pisang kuat	Spesifik pisang kuat, tidak amis, bau khas <i>snack</i> .	Tidak mudah rapuh dan padat

Perlakuan	Spesifikasi			
	Kenampakan	Rasa	Bau	Tekstur
A	Kuning sedikit lebih cerah	Manis, pisang kuat, sedikit rasa ikan	Bau pisang sedikit kuat, bau amis tidak kuat	Padat, sedikit mudah rapuh, dan <i>chewy</i> ringan
B	Kuning kecoklatan	Pisang kurang kuat, manis sedikit asam, rasa ikan kuat	Bau pisang tidak kuat dan bau amis agak kuat	Cukup padat, mudah rapuh dan sedikit liat
C	Coklat kekuningan, sedikit lengket	Pisang kurang kuat, manis, asam dan rasa ikan kuat	Tidak beraroma pisang, dan bau amis kuat	Lembut, mudah rapuh, lebih <i>chewy</i> dan empuk

Kenampakan

Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa panelis menyukai produk *snack bar* pisang yang memiliki kenampakan kuning kecoklatan. Kenampakan *snack bar* dapat dilihat berdasarkan komposisi bahan yang digunakan. Bahan yang dominan adalah pisang kepek sehingga dihasilkan kenampakan *snack bar* berwarna kuning. Fortifikasi HPI menyebabkan perubahan warna dari kuning pucat menjadi semakin coklat. Hal ini sesuai dengan uji warna L^*a^*b pada Tabel 3. bahwa semakin banyak fortifikasi HPI maka warna *snack bar* pisang menjadi semakin gelap, merah dan kuning. Kenampakan *snack bar* kuning kecoklatan lebih disukai panelis dibandingkan dengan kenampakan kuning pucat dan coklat kekuningan. Hal tersebut sejalan dengan Harsanto & Widyastuti (2024), bahwa pada prinsipnya panelis cenderung menyukai warna bolu kukus yang coklat tidak pekat karena memiliki kenampakan yang menarik. Warna produk yang cenderung kekuningan dan cerah lebih diminati panelis. Kenampakan produk tersebut dipengaruhi oleh bahan yang digunakan.

Berdasarkan hasil uji hedonik terhadap kenampakan, perlakuan K, A, dan B menunjukkan kenaikan nilai kenampakan dari 7,89 hingga 8,56. Hal tersebut mengindikasikan bahwa fortifikasi HPI hingga 8% tidak menurunkan daya tarik visual produk *snack bar* pisang. Panelis menilai kenampakan berdasarkan warna dari produk *snack bar*. Warna kuning kecoklatan lebih menarik bagi panelis, sejajar dengan warna kuning pucat alami dari kontrol. Sementara perlakuan C dengan kenampakan coklat kekuningan mengalami penurunan dikarenakan memberikan gambaran bahwa *snack bar* sedikit gosong sehingga kurang menarik bagi panelis. Selain bahan baku, pengaruh lain yang mempengaruhi kenampakan *snack bar* adalah proses pemanggangan. *Snack bar* melalui proses pemanggangan yang cukup lama dengan suhu tinggi.

Penggunaan suhu tinggi yang lama akan menyebabkan adanya reaksi dari adonan yaitu reaksi pencoklatan. Menurut Sunarto *et al.* (2023), proses pemanggangan berperan penting dalam kenampakan *snack bar*. Akibat proses pemanggangan terjadi reaksi *maillard* yang menghasilkan warna kecoklatan dari gula pereduksi yang bereaksi dengan asam amino.

Rasa

Rasa mewakili ketepatan komposisi bahan yang digunakan. *Snack bar* dengan rasa yang buruk akan langsung tidak disukai oleh panelis. Parameter rasa didapatkan perlakuan kontrol (K) dan A (5% HPI) memperoleh nilai tertinggi yang sama, yakni 7,89, yang dikategorikan dalam tingkat kesukaan tinggi. Ini menunjukkan bahwa fortifikasi hingga 5% tidak mempengaruhi cita rasa *snack bar* pisang, sementara peningkatan konsentrasi HPI lebih lanjut cenderung menurunkan penerimaan panelis terhadap rasa *snack bar*. Seiring bertambahnya fortifikasi HPI, hasil hedonik rasa juga semakin menurun. Rasa manis dari pisang kepek kurang mampu menutupi rasa ikan yang pahit dan memiliki *after taste* asam. Namun untuk fortifikasi dengan konsentrasi rendah, rasa manis pisang kepek dapat menutupi rasa dari HPI. Souza *et al.* (2014), menyatakan bahwa HPI memiliki karakteristik organoleptik yang unik, sehingga perlu variasi formula dan bahan untuk menutupi rasa ikan. Pengalokasian HPI pada manisan, seperti kue dan *snack bar* dida dianjurkan melebihi 15% karena dapat mengganggu penerimaan produk oleh konsumen.

Bau

Pada parameter bau, perlakuan K dan A menunjukkan nilai tertinggi dan tidak berbeda nyata, yang berarti aroma produk pada tingkat fortifikasi ini masih disukai oleh panelis. Nilai perlakuan B juga tidak berbeda signifikan, namun cenderung menurun. Aroma khas protein ikan belum terlalu dominan pada konsentrasi ini, berbeda dengan perlakuan C yang memperlihatkan penurunan signifikan dalam penerimaan terhadap aroma akibat aroma ikan yang kuat. Fortifikasi HPI yang semakin tinggi menyebabkan produk semakin kurang diterima oleh panelis. Namun, penggunaan konsentrasi yang tepat dapat memperkaya aroma *snack bar* dan produk dapat diterima baik oleh panelis. HPI memiliki bau yang khas ikan, sehingga perlu bahan lain yang mampu menutupi bau tersebut. Penggunaan buah pisang kepek bertujuan untuk menutupi aroma ikan yang dihasilkan dari HPI. Buah pisang kepek yang melalui proses pemanggangan memiliki aroma yang harum dan manis. Aroma tersebut disebabkan oleh reaksi *maillard* yang menghasilkan senyawa *volatile*. Menurut Hustiany *et al.* (2023), aroma pisang berasal dari *flavor* alami buah pisang, namun juga dapat dihasilkan dari proses karamelisasi dan reaksi *maillard*. Aroma yang dihasilkan berupa aroma karamel, manis, dan *fruity*.

Tekstur

Hasil parameter tekstur, perlakuan B menunjukkan nilai hedonik tertinggi dan berbeda nyata dengan perlakuan C, namun tidak berbeda nyata dengan K dan A. Hal ini menunjukkan bahwa fortifikasi HPI 8% menghasilkan tekstur yang disukai panelis. Tekstur perlakuan B yang cukup padat namun tetap lembut saat dikunyah, memberikan pengalaman konsumsi yang menyenangkan. Sementara itu, perlakuan C

menunjukkan penurunan nilai secara signifikan, menandakan bahwa fortifikasi HPI hingga 10% membuat produk menjadi lebih rapuh dan kurang disukai. Hal tersebut sejalan dengan hasil uji kekerasan *snack bar* pisang pada Tabel 2. yang menunjukkan bahwa semakin banyak HPI yang difortifikasi maka tekstur *snack bar* pisang semakin menurun (lembut dan rapuh). Tekstur ini dipengaruhi oleh maltodekstrin yang terdapat dalam HPI yang bersifat menyerap air, sehingga melembutkan struktur namun pada konsentrasi tinggi akan membuat produk menjadi berpasir dan mudah hancur. Maltodekstrin ini juga dapat menghambat ikatan antara pati dengan protein. Tekstur yang dihasilkan tersebut mempengaruhi penilaian panelis. Tekstur yang disukai panelis yaitu lembut dan tidak mudah rapuh sehingga nyaman ketika dimakan dan tidak berantakan. Hal tersebut sejalan dengan prinsip *snack bar* yang mudah dibawa, tidak berantakan dan mengenyangkan. Menurut Rizkaprilisa *et al.* (2023), *snack bar* sudah menjadi konsumsi publik seiring dengan berjalannya waktu karena dikenal sebagai cemilan praktis dan tinggi protein. *Snack bar* yang dibuat dengan bahan lokal dengan tekstur yang keras, tidak mudah rapuh atau patah lebih disukai oleh masyarakat karena lebih mudah dikonsumsi.

Kandungan Gizi

Kadar Protein

Hasil kadar protein *snack bar* pisang disajikan dalam Tabel 6. Hasil statistik menunjukkan bahwa fortifikasi HPI berpengaruh nyata terhadap kadar protein *snack bar* pisang. Tabel 6. menunjukkan bahwa kadar protein *snack bar* pisang meningkat dari 6,51% - 7,98 % seiring dengan fortifikasi HPI. *Snack bar* dengan fortifikasi 5% (A) memiliki kadar protein sebesar 7,51%, mendekati hasil penelitian Hidayah *et al.* (2018) pada *cookies* yang difortifikasi HPI sebesar 7,38%. Perbedaan ini disebabkan oleh jenis dan bagian ikan yang digunakan dalam pembuatan HPI serta formulasi produk yang berbeda. Menurut Pratama *et al.* (2014), kandungan protein pada biskuit akan dipengaruhi oleh kadar protein tepung tulang ikan yang ditambahkan karena tepung tulang ikan memiliki kandungan protein yang tinggi. Namun, total protein tepung ikan yang cukup tinggi tidak menunjukkan kualitas protein sebagai nutrisi. Protein dalam limbah tulang ikan sebagian besar merupakan kolagen dengan kualitas protein rendah dan kekurangan asam amino triptofan serta asam amino esensial lainnya.

Table 6. Protein Content of HPI-Fortified Banana Snack Bars

Tabel 6. Kadar Protein *Snack bar* Pisang yang Difortifikasi HPI

Perlakuan	Kadar Protein (%)
K	6,51 ± 0,19 ^a
A	7,51 ± 0,48 ^b
B	7,72 ± 0,21 ^b
C	7,98 ± 0,05 ^b

Catatan: Data yang disajikan merupakan nilai rata-rata dari 3x pengulangan ± standar deviasi, huruf-huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p>0,05$)

Kenaikan kadar protein pada *snack bar* disebabkan konsentrasi HPI yang ditambahkan, dengan kandungan protein dari HPI sebesar 17,084%. Semakin tinggi konsentrasi HPI yang difortifikasi, maka semakin tinggi kadar protein *snack bar*. Protein yang terdapat pada produk *snack bar* ini merupakan protein terlarut, sedangkan protein tak larut sudah dipisahkan pada proses penyaringan saat hidrolisis. Menurut Purba *et al.*

(2020), peningkatan kandungan protein pada produk pangan yang diberi bahan hidrolisis dikarenakan pengaruh proses hidrolisis yang menyebabkan protein tak larut terkonversi menjadi senyawa nitrogen yang dapat larut dan selanjutnya senyawa tersebut dipecah menjadi senyawa sederhana, seperti asam amino dan peptide yang mudah dicerna oleh tubuh.

Dibandingkan dengan *snack bar* komersial, kadar protein *snack bar* pisang dalam penelitian ini masih relatif rendah. Kadar protein biskuit dengan HPI lemuru (8,75% - 9,4%) (Asare *et al.*, 2018), *cookies* tepung ikan teri (9,48%) (Ramadhan *et al.*, 2019), dan *cookies* ikan gabus (14,09%) (Ganap *et al.*, 2020). Selain itu, *snack bar* komersial umumnya menggunakan campuran kacang-kacangan yang memiliki kandungan protein tinggi. Menurut Asriasih *et al.* (2020), kadar protein *snack bar* komersial berkisar antara 1,5 – 7,2 gram per 30 gram produk, tergantung pada komposisi bahan baku yang digunakan.

Kadar Karbohidrat

Hasil kadar karbohidrat *snack bar* pisang disajikan dalam Tabel 7. Hasil uji statistik menunjukkan fortifikasi HPI tidak berpengaruh terhadap kadar karbohidrat *snack bar* pisang. Berdasarkan Tabel 7. *snack bar* pisang yang difortifikasi HPI memiliki kadar karbohidrat berkisar 56,10 % - 58,88%. Nilai tersebut lebih rendah jika dibandingkan penelitian Pratama *et al.* (2014), kadar karbohidrat dari biskuit yang ditambahkan tepung tulang ikan jangilus berkisar antara 73,46 – 76,26%, penelitian Hidayah *et al.* (2023), kadar karbohidrat *cookies* dengan penambahan HPI berkisar 72,77% serta penelitian Asare *et al.* (2018), biskuit dengan penambahan HPI memiliki kadar karbohidrat sebesar 66,89% - 68,53%. Kandungan karbohidrat yang ditemukan pada produk perikanan akan dipengaruhi oleh proses pengolahan disamping kandungan awalnya pada ikan. Karbohidrat dapat terurai menjadi senyawa yang lebih sederhana.

Table 7. Carbohydrate Content of HPI-Fortified Banana Snack Bars

Tabel 7. Kadar Karbohidrat *Snack bar* Pisang Yang Difortifikasi HPI

Perlakuan	Kadar Karbohidrat (%)
K	58,88 ± 1,50 ^a
A	57,56 ± 1,64 ^a
B	56,89 ± 0,71 ^a
C	56,10 ± 1,16 ^a

Catatan: Data yang disajikan merupakan nilai rata-rata dari 3x pengulangan ± standar deviasi, huruf-huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p>0,05$)

Penurunan kadar karbohidrat disebabkan oleh berkurangnya konsentrasi tepung terigu dan konsentrasi HPI yang meningkat. Tepung terigu yang digunakan merupakan tepung terigu protein sedang. Tepung terigu memiliki kandungan gizi setiap 100 gramnya, yaitu energi 165 kkal, karbohidrat 77,3 g, protein 8,9 g, lemak 1,3 g, kalsium 16,0 mg, fosfor 106 mg, dan zat besi 1,2 mg (Kementerian Kesehatan, 2018). Imanningsih (2012), menjelaskan hasil proksimat tepung terigu diantaranya, kadar air 11,97%, abu 0,72%, protein 10,30%, lemak 1,60%, karbohidrat 75,41%. Selain itu, tepung terigu mengandung pati sebesar 60,33%. Tingginya kandungan

pati pada tepung terigu ini tersusun atas amilosa sebesar 10,23% dan amilopektin 89,77%.

Kadar Lemak

Kandungan lemak memberi pengaruh *shortening* pada *snack bar*, sehingga menghasilkan produk *snack bar* pisang disajikan dalam Tabel 8. Kadar lemak *snack bar* pisang yang difortifikasi HPI berkisar 15,83% – 16,31%. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa fortifikasi HPI tidak berpengaruh nyata terhadap kadar lemak *snack bar* pisang. Hal tersebut disebabkan HPI yang digunakan memiliki kandungan lemak yang rendah sebesar 0,13%. Kecilnya kadar lemak HPI menyebabkan tidak adanya dampak pada kadar lemak *snack bar*. Namun, keseluruhan *snack bar* pisang pada Tabel 8. memiliki kadar lemak yang tinggi. Tingginya kadar lemak *snack bar* dipengaruhi oleh bahan tambahan yang digunakan seperti telur dan margarin. Hal tersebut selaras dengan penelitian Dewi *et al.* (2021), kadar lemak *snack bar* yang terbuat dari *puree* pisang kepek putih dan tepung gembili menghasilkan sekitar 15,57% - 18,91% serta Warkey *et al.* (2023), kadar lemak produk *finger stick* dengan penambahan konsentrat protein ikan 20% sebesar 16,52% dipengaruhi oleh bahan-bahan yang berlemak tinggi, seperti mentega, telur dan susu. Penggunaan lemak dalam pembuatan biskuit berfungsi sebagai pengemulsi, pembentuk cita rasa dan memberikan tekstur pada makanan. Melalui proses pemanggangan, lemak tersebut akan terbagi menjadi lapisan pati dan gluten sehingga menghasilkan biskuit yang renyah.

Table 8. Fat Content of HPI-Fortified Banana Snack Bars

Tabel 8. Kadar Lemak *Snack bar* Pisang yang Difortifikasi HPI

Perlakuan	Kadar Lemak (%)
K	16,31 ± 0,39 ^a
A	15,89 ± 0,36 ^a
B	15,83 ± 0,31 ^a
C	16,16 ± 0,51 ^a

Catatan: Data yang disajikan merupakan nilai rata-rata dari 3x pengulangan ± standar deviasi, huruf-huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan (p>0,05)

Kadar lemak *snack bar* yang difortifikasi HPI pada penelitian ini lebih tinggi jika dibandingkan *cookies* dengan penambahan HPI yaitu 14,09% (Hidayah *et al.*, 2023) dan lebih rendah jika dibandingkan biskuit yang ditambahkan HPI berkisar 17,34% - 20,05% (Asare *et al.*, 2018), *snack bar* tulang ikan patin 17,89% (Fitria dan Marlina, 2024), *cookies* ikan gabus 24,33% (Ganap *et al.*, 2020), *cookies* ikan gaguk 32% (Fitria *et al.*, 2021). Menurut Asare *et al.* (2018), terdapat hubungan antara protein dan lemak, semakin tinggi protein pada suatu bahan pangan maka semakin rendah kandungan lemaknya. Lemak tersebut berfungsi sebagai *shortening* sehingga biskuit menjadi lezat dan renyah.

Kadar Air

Hasil kadar air *snack bar* pisang disajikan dalam Tabel 9. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa fortifikasi HPI tidak berpengaruh terhadap kadar air *snack bar* pisang. Hasil tersebut disebabkan oleh penggunaan bahan yang memiliki kadar air

tinggi, seperti pisang kepek. Menurut Pratama *et al.* (2014), selama pemanggangan terjadi proses penguapan kadar daripada permukaan produk oleh proses evaporasi yang diikuti dengan perpindahan kelembapan ke permukaan secara terus – menerus hilang ke lingkungan oven. Kadar air yang rendah akan menyebabkan biskuit memiliki rasa gosong dan warna gelap, namun jika terlalu tinggi akan mempengaruhi tekstur menjadi tidak renyah, patah dan perubahan flavor selama penyimpanan. Hasil tersebut lebih tinggi jika dibandingkan dengan biskuit yang ditambah HPI yaitu 2% - 4,56% (Asare *et al.*, 2018), *cookies* ikan gabus sebesar 2,68% (Ganap *et al.*, 2020), *cookies* dengan penambahan HPI sebesar 4,09% (Hidayah *et al.*, 2023), *cookies* tepung ikan gaguk sebesar 8,35% (Fitria *et al.*, 2021). Menurut Mayasari (2015), semakin rendah kadar air yang terdapat dalam produk biskuit maka akan mempengaruhi kenampakan fisik yang kurang baik, seperti gosong dan terlalu gelap. Namun, apabila kadar air pada biskuit terlalu tinggi maka akan mempengaruhi tekstur dari produk, seperti tidak renyah, *checking* dan perubahan rasa selama penyimpanan.

Table 9. Moisture Content of HPI-Fortified Banana Snack Bars

Tabel 9. Kadar Air *Snack bar* Pisang yang Difortifikasi HPI

Perlakuan	Kadar Air (%)
K	17,05 ± 1,70 ^a
A	17,98 ± 2,40 ^a
B	18,51 ± 0,72 ^a
C	18,58 ± 1,64 ^a

Catatan: Data yang disajikan merupakan nilai rata-rata dari 3 ulangan ± standar deviasi, huruf-huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan (p>0,05)

Tingginya kadar air pada antarsampel disebabkan oleh HPI yang telah melalui proses mikroenkapsulasi maltodekstrin. Meskipun hasil menunjukkan konsentrasi fortifikasi HPI tidak berbeda nyata terhadap kadar air, namun terjadi kadar air meningkat seiring dengan banyaknya konsentrasi HPI yang difortifikasikan. Maltodekstrin yang terkandung dalam HPI bersifat higroskopis sehingga mampu menyerap air dan mempertahankan kelembapan dari lingkungan. Proses mikroenkapsulasi HPI dengan maltodekstrin juga meningkatkan kelarutan dan dispersibilitas HPI yang menyebabkan HPI mudah berinteraksi dengan air sehingga meningkatkan retensi air. Setiawan *et al.* (2025), menjelaskan bahwa proses pemanggangan yang berfungsi untuk menurunkan kadar air, namun proses pendinginan setelah pemanggangan menyebabkan bahan-bahan kembali menyerap udara. Bahan pangan yang telah dikeringkan atau dipanggang cenderung bersifat higroskopis, artinya mudah menyerap kelembapan dari udara jika dibiarkan terbuka atau tidak segera dikemas dengan baik. Hal tersebut serupa dengan penelitian Darmawan (2022), bahwa nugget yang ditambahkan HPI lele mempengaruhi kadar airnya. Kadar air nugget kontrol didapatkan sebesar 55,34%, seiring penambahan HPI 10 gram didapatkan kadar air sebesar 61,68%. Hal tersebut disebabkan sifat HPI yang digunakan yaitu higroskopis. Dengan memiliki sifat tersebut, HPI cenderung mudah menyerap uap air dari lingkungan sehingga kadar air pada produk meningkat seiring dengan jumlah HPI yang digunakan.

Kadar Abu

Hasil kadar abu *snack bar* pisang disajikan dalam Tabel 10. Hasil uji statistik pada Tabel 10. menunjukkan bahwa fortifikasi HPI berpengaruh terhadap kadar abu *snack bar* pisang. Hasil tersebut dipengaruhi oleh kadar abu HPI dan terigu yang rendah. Kadar abu *snack bar* pisang yang difortifikasi HPI berkisar antara 1,05 - 1,25%. Kadar abu HPI yang digunakan yaitu 1,28%, sedangkan kadar abu tepung terigu 1% (Kementerian Kesehatan, 2018). Smith *et al.* (2023), menjelaskan bahwa pengukuran kadar abu merupakan salah satu parameter penting untuk mengevaluasi nutrisi dan komposisi dalam suatu sampel. Semakin tinggi nilai kadar abu maka semakin banyak kandungan bahan anorganik dalam produk tersebut. Kadar abu dalam bahan pangan yang mengandung buah-buahan menunjukkan jumlah mineral yang terkandung dalam bahan tersebut.

Table 10. Ash Content of HPI-Fortified Banana Snack Bars

Tabel 10. Kadar Abu *Snack bar* Pisang Yang Difortifikasi HPI

Perlakuan	Kadar Abu (%)
K	1,25 ± 0,03 ^b
A	1,07 ± 0,05 ^a
B	1,05 ± 0,03 ^a
C	1,18 ± 0,05 ^b

Catatan: Data yang disajikan merupakan nilai rata-rata dari 3x pengulangan ± standar deviasi, huruf-huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p > 0,05$)

Hasil kadar abu tersebut sedikit berbeda dengan penelitian Hidayah *et al.* (2018) *cookies* dengan penambahan HPI 5% memiliki kadar abu 1,62% dan penelitian Pratama *et al.* (2014), kadar abu biskuit tepung tulang ikan jangilus berkisar antara 0,62% - 3,89%. Perbedaan tersebut dapat disebabkan oleh bahan – bahan yang digunakan dan kadar abu dari HPI yang digunakan. Menurut Fadhillah & Nurhalimah (2024), pengukuran abu sangat krusial dilakukan untuk mengevaluasi kualitas produk, menentukan jenis bahan yang digunakan, menilai parameter gizi makanan serta memperkirakan kandungan dan keaslian bahan yang digunakan.

Profil Asam Amino

Data profil asam amino *snack bar* pisang tersaji dalam Tabel 11. Hasil pengujian yang tersaji pada Tabel 11 menunjukkan fortifikasi HPI mempengaruhi kandungan asam amino pada *snack bar*. Asam amino tersebut terdiri dari asam amino esensial dan non esensial. Berdasarkan hasil, kandungan asam amino tertinggi pada perlakuan K dimiliki oleh leusin yaitu sebesar 3243,6 mg/kg. Asam amino tertinggi pada perlakuan B dimiliki oleh asam aspartate sebanyak 3825,6 mg/kg. Peningkatan hasil asam amino dari perlakuan K dengan B. Peningkatan asam amino tertinggi diperoleh asam amino tirosin, asam aspartate, alanin, glisin, dan lisin. Menurut Sumandiarsa *et al.* (2020), masing-masing asam amino memiliki peran didalam tubuh. Lisin berperan untuk *cross-linking* biosintesis protein, pembentukan *antibody* pada darah sehingga apabila terjadi kekurangan maka akan menyebabkan mudah lelah, rambut rontok, anemia dan mudah kelelahan. Isoleusin berperan dalam pembentukan otot dan hemoglobin. Serta metionin berperan sebagai *precursor* sistein.

Table 11. Amino Acid Profile of HPI-Fortified Banana Snack Bars (in mg/kg)

Tabel 11. Profil Asam Amino *Snack bar* Pisang Yang Difortifikasi HPI (dalam mg/kg)

Asam Amino	K		B	
	mg/kg	%	mg/kg	%
Esensial				
Leusin	3243,6	0,32	3372,0	0,34
Lisin	1410,4	0,14	1771,1	0,18
Valin	2272,8	0,23	1773,5	0,18
Fenilalanin	2624,5	0,26	2492,5	0,25
Treonin	1412,0	0,14	1623,5	0,16
Histidin	1815,2	0,18	1423,7	0,14
Isoleusin	1257,0	0,13	1308,7	0,13
Metionin	89,6	0,01	89,1	0,01
Triptofan	503,4	0,05	580,6	0,06
Non esensial				
Alanin	2059,9	0,21	2650,2	0,27
Asam Aspartat	3185,2	0,32	3825,6	0,38
Glisin	2483,1	0,25	2878,3	0,29
Asam Glutamat	11082,6	1,11	9457,7	0,95
Sistine	1349,5	0,13	930,5	0,09
Arginin	2123,7	0,21	2278,3	0,23
Prolin	4470,9	0,45	3882,1	0,39
Serin	2933,2	0,29	2923,3	0,29
Tirosin	309,6	0,03	1208,0	0,12

Pada kelompok asam amino esensial, kandungan leusin memiliki jumlah tertinggi dibandingkan yang lain, dengan 3243,6 mg/kg di perlakuan K dan meningkat sebagai 3372,0 mg/kg pada perlakuan B. Leusin berperan penting pada sintesis protein serta pemeliharaan otot. Selain itu, arginin pula memiliki jumlah yang cukup tinggi, yaitu 2123,7 mg/kg pada perlakuan K serta semakin tinggi menjadi 2278,3 mg/kg pada perlakuan B, yang berperan dalam fungsi metabolisme dan sistem imun. Asam amino arginin merupakan asam amino yang banyak ditemukan pada hewan laut sehingga hewan laut sering dikenali dengan makanan yang tinggi protein. Sementara itu, lisin, treonin, dan isoleusin memiliki kadar yang lebih rendah dibandingkan leusin serta arginin. Menurut Lalopua *et al.* (2022), setiap asam amino memiliki peran penting dalam tubuh, seperti treonin dapat meningkatkan kinerja usus dan proses pencernaan serta menjaga keseimbangan protein yang terdapat dalam tubuh. Selain itu, isoleusin juga berperan penting dalam proses pertumbuhan, membantu memperbaiki jaringan yang rusak, meningkatkan kecerdasan, dan pembentuk asam amino non esensial lainnya.

Sementara itu, di kelompok asam amino non-esensial, asam aspartat mempunyai kandungan tertinggi, yaitu 3185,2 mg/kg pada perlakuan K dan meningkat menjadi 3825,6 mg/kg pada perlakuan B. Asam aspartat berperan penting dalam siklus energi serta sintesis asam amino lainnya. Selain itu, glisin pula memiliki kadar yang relatif tinggi, dengan 2483,1 mg/kg pada perlakuan K serta semakin tinggi menjadi 2878,3 mg/kg pada perlakuan B, yang berperan pada produksi enzim dan hormon. Sementara itu, tirosin mempunyai jumlah yang paling rendah dibandingkan dengan asam amino yang lain, terutama di perlakuan K yang hanya 309,6 mg/kg, tetapi semakin tinggi signifikan pada perlakuan B menjadi 1208,0 mg/kg. Menurut Kaya *et al.* (2024), asam amino tirosin berperan dalam meningkatkan energi dan sebagai *precursor* dopamin serta adrenalin. Selain itu, tirosin mampu mengobati penyakit mental,

seperti depresi, mengurangi tingkat stress, kecemasan dan meningkatkan kewaspadaan.

Peningkatan kandungan beberapa asam amino pada perlakuan B menunjukkan bahwa proses fortifikasi dengan HPI memberikan dampak positif terhadap peningkatan kadar asam amino dalam produk. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan HPI bisa menaikkan kualitas protein dalam *snack bar*, menjadikannya sumber protein yang lebih baik. Terutama, peningkatan di leusin, arginin, dan asam aspartat memberikan manfaat pada pertumbuhan otot, sistem imun, serta metabolisme energi.

KESIMPULAN

Fortifikasi HPI pada *snack bar* pisang memberikan pengaruh terhadap karakteristik produk. Berdasarkan hasil uji sensori, *snack bar* dengan formulasi tertentu masih diterima oleh panelis, meskipun terjadi penurunan nilai kesukaan pada parameter rasa dan bau. Fortifikasi HPI pada produk *snack bar* pisang memberikan pengaruh terhadap kandungan gizi, meliputi kadar protein, kadar abu dan asam amino. Perlakuan terbaik diperoleh pada fortifikasi HPI 8% (B), dengan karakteristik produk, meliputi kekerasan sebesar 712,8 gf dengan nilai warna $L^* = 40,48$; $a^* = 9,45$; dan $b^* = 44,13$ dan karakteristik produk warna kuning kecoklatan, manis sedikit asam, *aroma ikan* tipis serta tekstur yang cukup padat dan lembut serta kandungan gizi, meliputi kadar protein sebesar (7,72%), kadar air (18,51%), kadar lemak (15,83%), kadar karbohidrat (56,89%), kadar abu (1,05%) serta peningkatan asam amino diantaranya: tirosin, asam aspartat, alanin, glisin, lisin, treonin, arginin, leusin, dan isoleusin.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Kelautan dan Perikanan RI, atas dukungan yang diberikan dalam penelitian ini sebagai bagian dari kerja sama antara FPIK Universitas Diponegoro dan Ditjen PDSPKP Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia dengan nomor kerjasama 108/UN7.F10/KS/IX/2024.

DAFTAR PUSTAKA

- Asare, S. N., Ijong, F. G. I., Rieuwpassa, F. J., & Setiawati, N. P. (2018). Penambahan Hidrolisat Protein Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*) Pada Pembuatan Biskuit. *Jurnal Ilmiah Tindalung*, 4(1), 10-18.
- Asriasih, D. N., & Purbowati, R. M. A. (2020). Nutrition Value Of Mixed Flour *Snack bar* (Mocaf & Red Bean Flour) And Commercial *Snack bar*. *JGK*, 12, 21-8.
- Darmawan, E. (2022). Nugget Antistunting dengan Memanfaatkan Hidrolisat Protein dari Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian*, 4(1): 1 - 5. <https://doi.org/10.37631/agrotech.v4i1.581>
- Deviarni, I. M., Nur'aenah, N., & Fitriyani, E. (2021). Sifat Kimiawi Hidrolisat Protein Ikan Gabus (*Channa striata*). *Journal Galung Tropika*, 10(1), 91-97. <https://doi.org/10.31850/jgt.v10i1.717>
- Dewi, F. A. S., Wulandari, Y. W., & Widanti, Y. A. (2021).

Komposisi Gizi Dan Sifat Sensoris *Snack bar* Dengan Variasi Rasio Tepung Gembili (*Dioscorea esculenta* L.) Dan Tepung Pisang (*Musa paradisiaca* L.). *JITIPARI (Jurnal Ilm Teknol dan Ind Pangan UNISRI)*, 6(1), 17-29.

- Fadhilah, S., & Nurhalimah, S. (2024). Analisis Kimia Pati Sagu dari Berbagai Pati Lokal. *Karimah Tauhid*, 3(10), 11726-11738. <https://doi.org/10.30997/karimahtauhid.v3i10.15531>
- Fitria, F., & Marlina, Y. (2024). Utilization of Patin Fish Bone Waste in Making *Snack bar*. *JPK: Jurnal Proteksi Kesehatan*, 13(1), 18-26. <https://doi.org/10.36929/jpk.v13i1.758>
- Fitria, D. W., Simanjutak, B.T., & Sari, A. P. (2021). Pengaruh Umur Simpan Cookies Pelangi Ikan Gaguk (*Arius thalassinus*) terhadap Perubahan Kadar Protein, Lemak, Kalsium dan Air. *Ilmu Gizi Indonesia*, 5(1): 27 - 36. <https://doi.org/10.35842/ilgi.v5i1.205>
- Ganap, E. P., Amalia, R. R., Sugmana, P. A., & Hidayati, L. I. (2021). Nilai Gizi dan Daya Terima Cookies Ikan Gabus sebagai Makanan Tambahan untuk Ibu Hamil di Kabupaten Sleman, DIY. *Jurnal Kesehatan Reproduksi*, 7(3), 133. <https://doi.org/10.22146/jkr.61004>
- Handayani, R. O. S. A., Liviawaty, E., & Andriani, Y. (2018). Penambahan Hidrolisat Protein Lele Dumbo terhadap Tingkat Kesukaan Opak Singkong. *Jurnal Perikanan dan Kelautan Unpad*, 9(2), 484179.
- Harsanto, B. W., & Widyastuti, R. (2024). Evaluasi Substitusi Tepung Kulit Kakao Dan Tepung Kulit Carica Pada Bolu Kukus. *Agrisaintifika: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 8(1), 149-160. <https://doi.org/10.32585/ags.v8i1.5215>
- Hidayah, N., Poernomo, A., Rohadatul'aisy, N. I., & Sugiyono, S. (2023). Mutu dan Umur Simpan Cookies yang Difortifikasi dengan Hidrolisat Protein Ikan. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 18(1), 75-86. <http://dx.doi.org/10.15578/jpbkp.v18i1.941>
- Hustiany, R., Purba, F., Nuradina, F., & Turana, S. (2023). Pengaruh Lama Dan Suhu Pemanasan Serta Pengecilan Ukuran Terhadap Mutu Puree Pisang Talas (*Musa paradisiacal var sapientum* L.). *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 17(4), 884-895. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v17i4.17512>
- Imanningsih, N. (2012). Profil Gelatinisasi Beberapa Formulasi Tepung-Tepungan Untuk Pendugaan Sifat Pemasakan. *Penelitian Gizi Dan Makanan*, 35(1), 13-22. <https://doi.org/10.22435/pgm.v35i1.3079.13-22>
- Jamilah, N., D. Hidayati, dan U. Purwandari. (2024). Physical and Chemical Characteristic of *Snack Bars* from Jewawut Flour and Mocaf as Effect of Temperature and Roasting Time. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan Unisri*, 9(1): 20 - 31.
- Kaya, A. O. W., Wattimena, M. L., Nanlohy, E. E. E. M., & Lewerissa, S. (2024). Proksimat Dan Profil Asam Amino Kerang Bulu (Anadara antiquata) Asal Desa Ohoiletman Kabupaten Maluku Tenggara. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 27(2), 159-

173. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v27i2.43226>
- Kementerian Kesehatan. (2018). Tabel Komposisi Pangan Indonesia 2017. Jakarta: Kementrian Kesehatan Republik Indonesia.
- Lalopua, V. M. N., Silaban, B. B., Gaspers, F. F., & Labobar, S. (2022). Profil Asam Amino Dan Kualitas Protein Lobster Bambu (*Panulirus versicolor*) Segar. Jurnal Teknologi Hasil Perikanan, 2(1): 121 – 127. <https://doi.org/https://doi.org/10.30598/jinasua.2022.2.1.1211>
- Mayasari, R. (2016). Kajian Karakteristik Biskuit yang Dipengaruhi Perbandingan Tepung Ubi Jalar (*Ipomea batatas* L.) dan Tepung Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris* L.) (Doctoral dissertation, Fakultas Teknik Unpas).
- Pratama, R. I., I, Rostini, dan E. Liviawaty. (2014). Karakteristik Biskuit dengan penambahan Tepung Tulang Ikan jangilus (*Istiophorus sp.*). Jurnal Akuatika, 5(1): 30 – 39.
- Prayudi, A., & Suhwardan, H. (2022). Potensi Hidrolisat Protein Ikan Sebagai Penambah Nutrisi pada Produk Minuman Susu. In Prosiding Seminar Nasional Perikanan Indonesia (pp. 397-407).
- Purnamasari, V. I. & F. Febry. (2023). Literatur Review: Perbandingan Asupan Protein Hewani dan Protein Nabati Pada Balita Stunting Di Indonesia. Malayati Nursing Journal, 5(4): 116-1129. <https://doi.org/10.33024/mnj.v5i4.9000>
- Putri, T. K., Veronika, D., Ismail, A., Karuniawan, A., Maxiselly, Y., Irwan, A. W., & Sutari, W. (2015). Pemanfaatan Jenis- Jenis Pisang (Banana Dan Plantain) Lokal Jawa Barat Berbasis Produk Sale Dan Tepung. Kultivasi, 14(2). <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v14i2.12074>
- Ramadhan, R. Nuryanto, Wijayanti, H. S. (2019). Kandungan Gizi dan Daya Terima Cookies Berbasis Tepung Ikan Teri (*Stolephorus sp.*) sebagai PMT-P Untuk Balita Gizi Kurang. Journal of Nutrition College, 8(4): 264 - 273. <http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jnc/>
- Rahma, A. A., Nurlaela, R. S., Meilani, A., Saryono, Z. P., & Pajrin, A. D. (2024). Ikan Sebagai Sumber Protein dan Gizi Berkualitas Tinggi Bagi Kesehatan Tubuh Manusia. Karimah Tauhid, 3(3), 3132–3142. <https://doi.org/10.30997/karimahtauhid.v3i3.12341>
- Resti, N., Ayustaningwarno, F., Nuryanto, N., Chasanah, E., Purwani, E. Y., Zhu, F., Sudarmawan, I., & Afifah, D. N. (2024). Physicochemical Quality Of Dry Noodles From Maize Flour And Fish Protein Hydrolyzate (Mizepi) As A Potential Emergency Food. *Food Production, Processing and Nutrition*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s43014-024-00266-0>
- Ridhani, A. M., & Aini, N. (2021). Potensi Penambahan Berbagai Jenis Gula Terhadap Sifat Sensori Dan Fisikokimia Roti Manis: Review. Pasundan Food Technology Journal, 8(3), 61–68. <https://doi.org/10.23969/pftj.v8i3.4106>
- Rizkaprilisa, W., Rhema Alicia, Hapsari, M. W., Anggraeni, N., Murti, P. D. B., & Mahardika, A. (2023). Potensi Pangan Lokal Sebagai *Snack bar* Mpasi Balita: Systematic Review. Science Technology and Management Journal, 3(1), 1–5. <https://doi.org/10.53416/stmj.v3i1.119>
- Sarifudin, A., R. Ekafitri, D. N. Surahman, dan S. K. D. F. A. Putri. (2015). Pengaruh Penambahan Telur pada Kandungan Proksimat, Karakteristik Aktivitas Air Bebas (Aw) dan Tekstural *Snack bar* Berbasis Pisang. AGRITECH, 35(1): 1–8. <https://doi.org/10.22146/agritech.9413>
- Setiawan, V., N. W. Wisaniyasa, & I. G. A. M. Putra. (2025). Pengaruh Suhu Pengeringan Terhadap Karakteristik Minuman Serbuk instan Sari Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris* L.). Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan, 14(1): 82 - 97. <https://doi.org/10.24843/itepa.2025.v14.i01.p07>
- Smith, A., S. Liline, dan S. Sahetapy. (2023). Analisis Kadar Abu pada Salah Merah (*Slacca edulis*) di Desa Riring dan Desa Buria Kecamatan Taniwel Kabupaten Seram Bagian Barat Provinsi Maluku. Biopendi, 10(1): 51 – 57. <https://doi.org/10.30598/biopendixvol10issue1page51-57>
- Souza, H. B. De, Medina, L. De S., Torres, T. P., Xavier, D. T. O., Nascimento, J. L., Silva, D. R. Da, Oliveira, G. G., Matiucci, M. A., Feihmann, A. C., Signor, A., & Souza, M. L. R. De. (2024). Production Of Protein Bars With Nile Tilapia Protein Concentrate. Food Science and Technology, 44. <https://doi.org/10.5327/fst.00210>
- Sumandiarsa, K., Siregar, R. R., & Dewi, K. A. S. (2020). Pengaruh Metode Pemasakan Terhadap Nilai Sensori Dan Profil Asam Amino Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) Masak. Jurnal Kelautan Dan Perikanan Terapan (JKPT), 3(2), 51. <https://doi.org/10.15578/jkpt.v3i2.8719>
- Sunarto, S., Hendrayati, H., & Anwar, N. F. (2023). Daya Terima Dan Kandungan Serat Pangan *Snack bar* “SANGTUL” Sebagai Pangan Fungsional Sumber Prebiotik. Media Kesehatan Politeknik Kesehatan Makassar, 18(2), 219–228. <https://doi.org/10.32382/medkes.v18i2.229>
- Warkey, A. A., Leiwakabessy, J., & Matrutty, T. E. A. A. (2023). Fortifikasi Konsentrat Protein Ikan Tuna Dalam Pembuatan Finger Stick. Inasua: Jurnal Teknologi Hasil Perikanan, 3(2), 199 –206. <https://doi.org/10.30598/jinasua.2023.3.2.199>
- Witono, Y., Taruna, I., Siti Widrati, W., & Ratna, A. (2014). Hidrolisis Ikan Bernilai Ekonomi Rendah Secara Enzimatis Menggunakan Protease Biduri. Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan, 25(2), 140–145. <https://doi.org/10.6066/jtip.2014.25.2.140>
- Wu, H., et al. (2024). Effect of Fish Protein Hydrolysate on the Quality of Functional Bread Products. Foods, 13(5), 698. <https://doi.org/10.3390/foods13050698>
- Wang, Y., et al. (2023). Reduction of bitterness in fish protein hydrolysate using exoproteases and encapsulation techniques. Foods, 13(19), 3120. <https://doi.org/10.3390/foods13193120>