



**KARAKTERISTIK KIMIA DAN SENSORIS NUGGET TUNA-LABU KUNING
DENGAN PENAMBAHAN RUMPUT LAUT SEBAGAI PANGAN FUNGSIONAL
PENCEGAH STUNTING**

***CHEMICAL AND SENSORY CHARACTERISTICS OF TUNA-PUMPKIN NUGGET
WITH SEAWEED ADDITION AS FUNCTIONAL FOOD FOR
STUNTING PREVENTION***

Welma Pesulima^{1*}, Yunialdi H. Teffu¹

*¹Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,
Universitas Kristen Artha Wacana*

**Korespondensi: welma_pesulima@yahoo.com*

Dikirim: 14 Juli 2026 / Diterima: 30 Juli 2026

ABSTRAK

Stunting masih menjadi tantangan gizi kronis utama di Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik kimia (nilai proksimat dan serat kasar) serta sensoris nugget ikan tuna yang diperkaya dengan bubur rumput laut dan labu kuning sebagai pangan fungsional untuk mendukung pencegahan stunting. Empat formulasi perlakuan (A, B, C, D) diuji dengan perbandingan ikan tuna, bubur rumput laut, dan labu kuning yang berbeda, masing-masing dengan 3 ulangan menggunakan Rancangan Acak Kelompok. Analisis kimia mengikuti metode AOAC, sedangkan uji sensoris menggunakan skala hedonik 9 poin oleh 10 panelis terlatih dan 15 panelis semi terlatih. Hasil menunjukkan kadar air berkisar 30-40% (memenuhi SNI 7758:2013), kadar protein 12,26-16,46%, dan kadar lemak 14,01-19,76%. Perlakuan C memiliki kadar protein tertinggi (16,46%), sementara perlakuan B dan C melebihi batas maksimal lemak SNI (15%). Perlakuan D memiliki kadar karbohidrat tertinggi (30,52%) dan serat kasar tertinggi (0,38%). Uji sensoris menunjukkan perlakuan A (400 g tuna: 100 g rumput laut: 100 g labu kuning) memperoleh nilai tertinggi pada semua atribut (9,0 = sangat suka), setara kontrol. Perlakuan A direkomendasikan sebagai formula optimal nugget tuna-rumput laut-labu kuning sebagai alternatif makanan tambahan pencegah stunting.

Kata kunci: Nugget, Pangan fungsional, Proksimat, Rumput laut, Stunting

ABSTRACT

Stunting remains a major chronic nutritional challenge in East Nusa Tenggara (NTT) Province. This study aimed to analyze the chemical characteristics (proximate values and crude fiber) and sensory properties of tuna fish nuggets enriched with seaweed puree and pumpkin as functional food to support stunting prevention. Four treatment formulations (A, B, C, D) were tested with different proportions of tuna, seaweed puree, and pumpkin, each with 3 replications using a Randomized Block Design. Chemical analysis followed AOAC methods, while sensory evaluation used a 9-point hedonic scale by 10 trained and 15 semi-trained panelists. Result showed moisture content ranged 30-40% (meeting SNI 7758:2013), protein content 12.26-16.46%, and fat content 14.01-19.76%. Treatment C had the highest protein (16.46%), while Treatments B and C exceeded the maximum fat standard of SNI (15%). Treatment D had the highest carbohydrate (30.52%) and crude fiber (0.38%). Sensory evaluation showed Treatment A (400 g tuna: 100 g seaweed: 100 g pumpkin) received the highest score for all attributes (9.0 = very much liked), equals control. Treatment A is recommended as the optimal formula as an alternative supplementary food for stunting prevention.

Keywords: *Functional food, Nugget, Proximate, Seaweed, Stunting*

1. PENDAHULUAN

Stunting merupakan salah satu bentuk gangguan pertumbuhan pada anak balita yang berkaitan dengan kekurangan gizi kronis, terutama selama periode 1.000 Hari Pertama Kehidupan (HPK). Stunting tidak hanya mencerminkan permasalahan pertumbuhan fisik, tetapi juga dapat berkaitan dengan gangguan perkembangan kognitif, meningkatnya risiko gangguan kesehatan pada masa berikutnya, serta rendahnya kapasitas produktivitas yang pada akhirnya dapat menimbulkan konsekuensi sosial dan ekonomi dalam jangka panjang [1]. Salah satu pendekatan yang dapat dikembangkan untuk mendukung perbaikan gizi masyarakat adalah intervensi berbasis pangan lokal dan diversifikasi pangan. Pendekatan ini dinilai relevan karena memanfaatkan sumber daya yang tersedia di wilayah setempat sekaligus dapat meningkatkan nilai tambah komoditas lokal.

Provinsi NTT memiliki berbagai sumber pangan potensial, termasuk ikan tuna, rumput laut, dan labu kuning. Produksi ikan tuna di NTT menunjukkan peningkatan dari sekitar 2.612 ton pada tahun 2018 menjadi 6.040 ton pada tahun 2021. Rumput laut juga menjadi salah satu komoditas penting dengan produksi mencapai sekitar 1,39 juta ton pada tahun 2022 dan tersebar di berbagai wilayah kabupaten. Sementara itu, labu kuning

merupakan bahan pangan lokal yang produksinya diperkirakan mencapai sekitar 20.000 ton per tahun pada periode 2022–2023 [2]. Ketersediaan ketiga komoditas tersebut memberikan peluang untuk dikembangkan menjadi produk pangan yang memiliki nilai tambah dan kandungan gizi yang lebih beragam.

Ikan tuna memiliki keunggulan sebagai sumber protein hewani bermutu tinggi serta mengandung asam lemak tak jenuh ganda omega-3, khususnya *eicosapentaenoic acid* (EPA) dan *docosahexaenoic acid* (DHA), yang berperan penting dalam berbagai fungsi fisiologis dan mendukung perkembangan otak [3]. Dengan kandungan tersebut, tuna berpotensi menjadi salah satu bahan pangan sumber protein yang dapat dimanfaatkan dalam pengembangan produk pangan bergizi. Namun, pemanfaatan tuna tidak harus terbatas pada konsumsi dalam bentuk segar. Pengolahan menjadi produk diversifikasi seperti nugget dapat meningkatkan kepraktisan, memperluas bentuk konsumsi, serta memberikan peluang peningkatan nilai tambah hasil perikanan. Labu kuning merupakan salah satu bahan pangan lokal yang potensial karena mengandung karotenoid, terutama β -karoten sebagai provitamin A, serta serat pangan, vitamin C, vitamin E, dan sejumlah mineral seperti

kalium, magnesium, dan kalsium [4]. Selain memberikan kontribusi terhadap komponen gizi, karakteristik warna alami labu kuning juga berpotensi mempengaruhi penampilan dan penerimaan sensoris produk. Pemanfaatan labu kuning dalam formulasi nugget tuna dapat menjadi salah satu bentuk diversifikasi bahan pangan yang menggabungkan sumber protein hewani dan bahan pangan nabati. Rumput laut mengandung serat pangan, mineral, polisakarida, serta berbagai senyawa bioaktif yang dapat memberikan nilai tambah terhadap produk pangan [5].

Pemanfaatan rumput laut dalam produk olahan ikan tidak hanya berpotensi memperkaya komposisi gizi, tetapi juga dapat meningkatkan pemanfaatan komoditas pesisir dan memberikan alternatif penggunaan bahan baku lokal. Oleh karena itu, penambahan rumput laut dalam formulasi nugget tuna bersama labu kuning dapat menjadi pendekatan untuk menghasilkan produk dengan komposisi bahan yang lebih beragam. Pemerintah Indonesia melalui berbagai kebijakan percepatan penurunan stunting menempatkan pemenuhan kebutuhan gizi sebagai salah satu komponen penting dalam upaya memperbaiki status gizi masyarakat [6]. Profil Kesehatan Indonesia juga menunjukkan bahwa masalah gizi masih menjadi bagian penting dalam agenda pembangunan kesehatan nasional [7].

Diversifikasi pangan menjadi salah satu strategi yang relevan karena memungkinkan pemanfaatan berbagai bahan pangan lokal untuk memenuhi kebutuhan zat gizi secara lebih beragam dan seimbang. Pada tingkat global, berbagai bentuk malnutrisi pada anak masih menjadi permasalahan kesehatan yang membutuhkan perhatian berkelanjutan. WHO [8] menempatkan stunting, wasting, dan bentuk malnutrisi lainnya sebagai permasalahan yang memerlukan intervensi komprehensif dan berkelanjutan [8]. UNICEF [9] juga menekankan pentingnya perbaikan pola konsumsi pangan dan pemenuhan kebutuhan zat gizi anak untuk mendukung pertumbuhan serta perkembangan secara optimal. Oleh karena itu, pengembangan pangan bergizi perlu diarahkan tidak hanya untuk memenuhi kebutuhan energi, tetapi juga menyediakan

protein, lemak, vitamin, mineral, serat, dan komponen pangan lainnya dalam proporsi yang sesuai. Dalam konteks tersebut, nugget tuna dengan penambahan labu kuning dan rumput laut memiliki peluang untuk dikembangkan sebagai produk diversifikasi pangan berbasis sumber daya lokal NTT.

Nugget merupakan produk olahan yang relatif praktis, mudah disajikan, dan memiliki bentuk serta karakteristik yang dapat diterima oleh berbagai kelompok konsumen, termasuk anak-anak. Pengembangan produk ini memungkinkan penggabungan protein hewani dari tuna dengan komponen pangan nabati dari labu kuning serta komponen gizi dan bioaktif dari rumput laut. Penambahan bahan-bahan tersebut diharapkan tidak hanya meningkatkan keberagaman sumber zat gizi, tetapi juga dapat memberikan perubahan pada karakteristik fisik dan sensoris produk. Labu kuning dalam formulasi nugget berpotensi memberikan warna alami yang khas sekaligus menambah kandungan β -karoten dan serat pangan. Sementara itu, rumput laut dapat memberikan kontribusi terhadap kandungan serat, mineral, polisakarida, dan komponen bioaktif. Kombinasi tersebut memungkinkan pengembangan nugget tuna yang memiliki karakteristik berbeda dibandingkan nugget ikan yang hanya menggunakan bahan baku hewani. Namun demikian, penggunaan labu kuning dan rumput laut pada proporsi yang berbeda dapat mempengaruhi komposisi kimia dan karakteristik sensoris produk. Perubahan formulasi berpotensi mempengaruhi kadar air, protein, lemak, abu, karbohidrat, serta atribut sensoris seperti warna, aroma, rasa, tekstur, dan penerimaan keseluruhan.

Penelitian mengenai formulasi nugget tuna dengan penambahan labu kuning dan rumput laut menjadi penting karena pengembangan produk pangan berbasis komoditas lokal tidak hanya berkaitan dengan inovasi teknologi pengolahan hasil perikanan, tetapi juga mendukung diversifikasi pangan, peningkatan nilai tambah komoditas lokal, dan pengembangan pangan bergizi. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penambahan bahan pangan lokal seperti rumput laut dan labu kuning pada produk nugget ikan dapat mempengaruhi kandungan gizi dan karakteristik sensoris produk [4];[5]. Namun,

kombinasi tuna, labu kuning, dan rumput laut dalam satu formulasi serta pengaruh proporsinya terhadap karakteristik kimia dan sensoris masih perlu dikaji lebih lanjut.

Pengembangan produk ini diharapkan dapat memanfaatkan potensi komoditas lokal NTT sekaligus menghasilkan alternatif pangan olahan yang praktis, bergizi, dan dapat diterima oleh konsumen. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis karakteristik kimia dan sensoris nugget tuna dengan penambahan labu kuning dan rumput laut serta menentukan formula terbaik berdasarkan karakteristik kimia dan tingkat penerimaan sensoris produk. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan dasar ilmiah bagi pengembangan produk diversifikasi hasil perikanan berbasis pangan lokal yang memiliki nilai tambah dan berpotensi mendukung penyediaan pangan bergizi bagi masyarakat.

2. METODE

2.1. Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan adalah ikan tuna segar (*Thunnus* sp.), bubur rumput laut (*Eucheuma cottonii*), dan labu kuning (*Cucurbita moschata*). Bahan tambahan meliputi gula pasir, garam, bawang merah, bawang putih, merica, telur ayam, tepung panir, dan tepung roti. Bahan kimia untuk analisis proksimat mengacu pada metode AOAC [10]. Alat utama yang digunakan meliputi blender, pengukus, penggorengan, timbangan analitik, oven 105°C, tanur 550-600°C, serta perangkat analisis Kjeldahl dan Soxhlet.

2.2. Desain Penelitian

Formulasi nugget menggunakan 4 perlakuan perbandingan bahan (Tabel 1). Eksperimen menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Model matematika: $Y_{ij} = \mu + \delta_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$, di mana Y_{ij} = nilai pengamatan perlakuan ke- i pada kelompok ke- j ; μ = nilai rata-rata umum; δ_i = pengaruh perlakuan ke- i ; β_j = pengaruh kelompok ke- j ; ϵ_{ij} = galat percobaan [11].

Tabel 1. Formulasi Perlakuan Nugget Ikan Tuna, Rumput Laut, dan Labu Kuning
Table 1. Treatment Formulation of Tuna, Seaweed, and Pumpkin Nugget

Perlakuan/ Treatment	Ikan Tuna/ Tuna Fish (g)	Bubur Rumput Laut/Seaweed Puree (g)	Labu Kuning/Pumpkin (g)	Bahan Tambahan/ Additives (g)
A	400	100	100	100
B	400	200	300	100
C	400	300	200	100
D	400	300	300	100
Kontrol/Control	400	-	-	100

Prosedur pembuatan nugget: seluruh bahan dicampurkan dan dihaluskan dengan blender, adonan dikukus, dipotong (2,5 cm × 2 cm × 1 cm), dibekukan pada suhu -20°C, dilaburi tepung panir, dan digoreng hingga berwarna keemasan.

Analisis kimia meliputi kadar air (oven 105°C/AOAC), kadar abu (tanur 550-600°C), kadar protein (Kjeldahl), kadar lemak (Soxhlet), kadar karbohidrat (by difference),

dan serat kasar (hidrolisis asam-basa). Uji sensoris menggunakan skala hedonik 1-9 (1 = tidak suka; 9 = sangat suka) pada atribut warna, aroma, rasa, tekstur, dan keseluruhan oleh 10 panelis terlatih (petugas laboratorium pangan belum tersertifikasi) dan 15 panelis semi terlatih. Data dianalisis dengan ANOVA dan uji lanjut BNT pada taraf 95% apabila terdapat pengaruh nyata.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Nilai Proksimat

Hasil analisis proksimat nugget ikan tuna dengan penambahan rumput laut dan labu kuning disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Kimia Nugget Ikan Tuna Rumput Laut Labu Kuning
Table 2. Chemical Composition of Tuna-Seaweed-Pumpkin Nugget

Parameter	A	B	C	D	Kontrol/Control	SNI 7758:2013
Kadar Air/Moisture (%)	~37,0	~35,5	~33,0	~30,0	46,74	Maks. 60
Kadar Protein/Protein (%)	~13,80	12,26	16,46	~14,00	12,86	Min. 5
Kadar Lemak/Fat (%)	~14,01	19,54	19,76	~15,00	~14,50	Maks. 15
Kadar Karbohidrat/Carbohydrate (%)	27,99	26,10	25,99	30,52	~23,00	-
Kadar Abu/Ash (%)	~2,60	~2,65	2,91	2,43	~2,55	Maks. 2,5
Serat Kasar/Crude Fiber (%)	~0,05	~0,04	~0,06	0,38	0,29	-

Pengembangan nugget berbasis ikan dengan penambahan bahan pangan nabati merupakan salah satu pendekatan diversifikasi produk hasil perikanan yang dapat meningkatkan nilai tambah bahan baku sekaligus memperkaya karakteristik gizi dan sensoris produk. [12] menyatakan penambahan puree daun kelor pada nugget ikan kembung dapat mempengaruhi karakteristik kimia dan sensoris produk. Penggunaan bahan nabati pada produk nugget ikan tidak hanya berfungsi sebagai bahan tambahan, tetapi juga dapat menyebabkan perubahan komposisi kimia dan atribut penerimaan konsumen. Hal yang sama dilaporkan [13], bahwa kombinasi ikan teri nasi dan daun kelor dapat digunakan dalam pengembangan nugget dengan perhatian terhadap kadar protein dan karakteristik organoleptik. [14], substitusi tepung daun kelor pada nugget ikan tenggiri berhubungan dengan perubahan kandungan zat gizi dan tingkat penerimaan produk. Temuan penelitian terdahulu tersebut mendukung pengembangan nugget tuna dengan kombinasi labu kuning dan rumput laut. Meskipun sama-sama menggunakan ikan sebagai bahan dasar, penelitian ini memiliki pendekatan berbeda

karena menggunakan dua bahan nabati dengan karakteristik yang berbeda secara bersamaan. Tuna berperan sebagai sumber protein hewani, sedangkan labu kuning dapat memberikan kontribusi terhadap warna, karotenoid/provitamin A, serat dan karakteristik sensoris.

Rumput laut memiliki berbagai komponen pangan, antara lain polisakarida, serat pangan, mineral dan senyawa bioaktif, sehingga berpotensi memberikan nilai tambah pada produk [15]. Keberadaan komponen hidrokoloid dalam rumput laut juga berpotensi mempengaruhi kemampuan mengikat air dan karakteristik tekstur produk, meskipun besarnya pengaruh sangat dipengaruhi oleh jenis rumput laut dan konsentrasi yang digunakan. Penggunaan labu kuning dan rumput laut secara bersamaan juga memperluas konsep pengembangan nugget ikan dari sekadar produk olahan menjadi produk yang memiliki potensi nilai tambah fungsional. Konsep pangan fungsional menekankan bahwa pangan dapat memberikan manfaat lebih, tidak sebatas pemenuhan kebutuhan zat gizi dasar apabila mengandung komponen yang berpotensi memberikan efek fisiologis tertentu [16,17]. K

ombinasi tuna, labu kuning dan rumput laut secara teoritis dapat menghasilkan produk yang memiliki kombinasi sumber protein hewani dan komponen pangan nabati.

Pengembangan produk nugget tuna dengan bahan panga lokal juga relevan dengan upaya diversifikasi pangan bergizi. Kemenkes RI [6,7], WHO [8], dan UNICEF [9] menekankan pentingnya perbaikan kualitas konsumsi pangan, kecukupan zat gizi dan keberagaman pangan dalam mendukung perbaikan status gizi masyarakat. Dalam perspektif tersebut, pengembangan nugget tuna-labu kuning-rumput laut dapat dipandang sebagai salah satu alternatif diversifikasi produk pangan berbasis hasil perikanan yang mengombinasikan sumber protein hewani dengan bahan pangan nabati. Perbedaan formulasi tuna, labu kuning dan rumput laut selanjutnya dapat mempengaruhi karakteristik kimia produk. Penambahan bahan nabati yang memiliki kandungan air dan komponen karbohidrat berbeda dari daging ikan dapat menyebabkan perubahan kadar air, protein, lemak, abu dan karbohidrat nugget.

3.1.1. Kadar Air

Kadar air nugget menunjukkan tren penurunan dari kontrol (46,74%) ke perlakuan D. Penambahan rumput laut dan labu kuning berperan mengikat air sehingga menurunkan kadar air produk. Semua perlakuan memenuhi standar SNI 7758:2013 (maksimal 60%). Hasil ini konsisten dengan temuan Fitriani dan Nurjanah [5] yang melaporkan penurunan kadar air nugget ikan akibat penambahan rumput laut, serta penelitian Nirmala [18] pada nugget berbahan pangan lokal.

3.1.2. Kadar Protein

Kadar protein berkisar 12,26-16,46%. Perlakuan C (16,46%) menunjukkan kadar protein tertinggi, sedangkan perlakuan B (12,26%) terendah. Hasil ANOVA menunjukkan $F_{hitung} < F_{tabel}$ sehingga pengaruh perlakuan terhadap kadar protein tidak nyata. Nilai protein semua perlakuan melampaui standar minimum SNI (5%) dan berada di atas kisaran nugget ikan komersial (10-13%) [19]. [20], melaporkan kadar protein nugget tuna dengan tepung tulang ikan

berkisar 13,65-18,48%, sejalan dengan hasil penelitian ini.

3.1.3. Kadar Lemak / Fat Content

Kadar lemak berkisar 14,01-19,76%. Perlakuan B (19,54%) dan C (19,76%) melebihi batas maksimal SNI 7758:2013 sebesar 15%, sehingga perlu modifikasi formula. Perlakuan A, D, dan kontrol masih memenuhi atau mendekati standar. Kadar lemak yang tinggi berkontribusi pada nilai energi dan tekstur nugget (kelembutan dan kekenyalan), namun kadar mendekati 20% perlu dikontrol dari aspek kesehatan konsumen. Solehah et al. [21] melaporkan kadar lemak nugget ikan tongkol dengan tepung komposit mencapai 21,11%.

3.1.4. Kadar Karbohidrat

Kadar karbohidrat perlakuan A, B, C, dan D masing-masing 27,99%; 26,10%; 25,99%; dan 30,52%. Nilai ini lebih tinggi dari kisaran standar nugget ikan (8-15%) karena penambahan rumput laut dan labu kuning yang kaya karbohidrat. Ismail et al. [22] melaporkan kadar karbohidrat nugget ikan terbang dengan tepung jewawut sebesar 27,83%, yang konsisten dengan hasil penelitian ini.

3.1.5. Kadar Abu

Kadar abu berkisar 2,43-2,91%. Perlakuan D (2,43%) memenuhi standar SNI (maksimal 2,5%), sedangkan perlakuan lainnya sedikit melebihi batas. Nilai abu yang lebih tinggi terutama berasal dari kandungan mineral rumput laut yang kaya yodium, kalsium, dan mineral lainnya, yang justru memberikan nilai gizi tambahan bagi pertumbuhan anak.

3.1.6. Kadar Serat Kasar

Kadar serat kasar tertinggi terdapat pada perlakuan D (0,38%) dan kontrol (0,29%), sedangkan perlakuan A, B, dan C sangat rendah. Perbedaan ini disebabkan variasi jumlah rumput laut dan labu kuning yang ditambahkan. Serat kasar berperan meningkatkan kekenyalan dan kepadatan tekstur nugget [5]. Fitriani dan Nurjanah [5] melaporkan kadar serat nugget ikan dengan rumput laut berkisar 0,4-1,2%.

3.2. Nilai Sensoris

Hasil uji sensoris nugget ikan tuna rumput laut labu kuning disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata Nilai Sensoris Nugget Ikan Tuna Rumput Laut Labu Kuning
Table 3. Average Sensory Score of Tuna-Seaweed-Pumpkin Nugget

Perlakuan/ Treatment	Warna/ Colour	Aroma	Rasa/ Taste	Tekstur/ Texture	Keseluruhan/ Overall
A	9,0c	9,0a	9,0c	9,0d	9,0
B	7,5b	7,5b	7,8b	6,1c	7,0
C	7,6b	7,2b	7,9b	4,2b	6,7
D	6,7a	7,0c	6,7a	3,3a	6,0
Kontrol/Control	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0

Keterangan: Angka yang diikuti huruf kecil berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$)
Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant differences ($P < 0,05$)

3.2.1. Warna/Kenampakan (Colour)

Hasil pengujian organoleptik menunjukkan bahwa nilai kesukaan terhadap warna tertinggi diperoleh pada perlakuan A sebesar 9,0 yang termasuk kategori sangat suka, sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan D sebesar 6,7 yang termasuk kategori agak suka. Perbedaan nilai tersebut menunjukkan bahwa variasi formulasi tuna, labu kuning, dan rumput laut dapat mempengaruhi karakteristik warna sekaligus tingkat penerimaan panelis terhadap produk nugget.

Warna nugget tuna-labu kuning-rumput laut terbentuk melalui interaksi antara warna alami bahan penyusun dan perubahan warna selama proses pengolahan, terutama penggorengan. Selama pemanasan, reaksi pencoklatan nonenzimatis, khususnya reaksi Maillard dan karamelisasi, dapat berlangsung pada permukaan produk. Reaksi Maillard terjadi melalui interaksi antara gugus karbonil dari gula pereduksi dengan gugus amino dari asam amino atau protein dan menghasilkan senyawa berwarna coklat yang berkontribusi terhadap pembentukan warna khas produk gorengan. Penelitian pada nugget ikan menunjukkan bahwa penggorengan dapat menghasilkan warna orange-kuning yang lebih kuat dibandingkan metode pemasakan lainnya, dan perubahan tersebut berkaitan

dengan berlangsungnya reaksi pencoklatan selama pemanasan [23].

Selain perubahan warna akibat pemanasan, warna produk juga dipengaruhi oleh bahan penyusun. Labu kuning mengandung karotenoid, terutama β -karoten, yang merupakan pigmen alami berwarna kuning hingga jingga dan dapat memberikan kontribusi terhadap warna produk pangan. β -karoten diketahui memiliki potensi sebagai pewarna alami dalam formulasi pangan sehingga penambahan bahan yang kaya karotenoid dapat mempengaruhi intensitas warna produk [24]. Penelitian [25], juga menunjukkan penambahan labu kuning pada nugget ikan berpengaruh nyata terhadap atribut sensoris, termasuk warna, dan menghasilkan karakter warna kekuningan yang disukai panelis pada formulasi tertentu. Pada perlakuan A, nilai warna yang tinggi diduga berkaitan dengan proporsi labu kuning yang mampu memberikan warna kuning alami tanpa menyebabkan warna bahan tambahan menjadi terlalu dominan. Warna tersebut kemudian berpadu dengan warna kecokelatan dari lapisan tepung panir akibat proses penggorengan sehingga menghasilkan tampilan produk yang lebih menarik dan sesuai dengan preferensi panelis.

Warna keemasan pada produk ikan berlapis tepung diketahui dapat terbentuk selama penggorengan melalui reaksi Maillard

dan karamelisasi pada bagian permukaan produk [26]. Sebaliknya, nilai warna yang lebih rendah pada perlakuan D diduga berkaitan dengan perubahan proporsi bahan tambahan yang menyebabkan keseimbangan warna alami tuna, labu kuning, rumput laut, dan lapisan tepung panir menjadi berbeda. Peningkatan proporsi bahan tambahan dapat menyebabkan warna khas bahan tersebut menjadi lebih dominan sehingga menghasilkan tampilan yang berbeda dari warna nugget yang lebih familiar bagi panelis. Penerimaan terhadap warna tidak hanya ditentukan oleh intensitas warna, tetapi juga oleh kesesuaian kombinasi warna yang dihasilkan dari seluruh komponen formulasi. Perlakuan A diduga menghasilkan warna yang paling disukai karena proporsi labu kuning memberikan kontribusi warna kuning alami yang berpadu dengan warna kecokelatan lapisan tepung panir akibat proses penggorengan, sehingga menghasilkan tampilan visual yang lebih menarik bagi panelis.

3.2.2. Aroma

Hasil pengujian menunjukkan perlakuan A dengan nilai aroma tertinggi, yaitu 9,0, sedangkan nilai terendah ditemukan pada perlakuan D sebesar 7,0. Hasil analisis menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antar perlakuan ($P < 0,05$), yang mengindikasikan bahwa perbedaan komposisi bahan dalam formulasi nugget tuna-labu kuning-rumput laut mempengaruhi tingkat penerimaan panelis terhadap atribut aroma. Karakteristik aroma produk terbentuk melalui interaksi berbagai senyawa volatil yang berasal dari bahan baku maupun senyawa yang terbentuk selama tahapan pengolahan. Tahapan pemanasan, khususnya pengukusan dan penggorengan, dapat menyebabkan perubahan terhadap komposisi dan karakteristik senyawa volatil dalam produk pangan. Pada produk berbahan dasar ikan, metode pemasakan dapat mempengaruhi proses pembentukan, pelepasan, maupun transformasi senyawa yang berperan sebagai *odor-active compounds*, sehingga menghasilkan karakter aroma yang berbeda. Pemanasan juga dapat mempercepat oksidasi lipid dan memicu reaksi Maillard serta Strecker yang menghasilkan sejumlah senyawa volatil dan selanjutnya berkontribusi

terhadap pembentukan aroma dan *flavor* produk [27;28]

Aroma nugget yang dihasilkan merupakan perpaduan antara karakteristik khas ikan tuna dengan aroma yang berasal dari bahan tambahan. Penambahan rumput laut dapat memberikan karakter aroma dan *flavor* khas bahan laut, sedangkan labu kuning dapat memberikan karakter aroma nabati yang berbeda. Keberadaan berbagai komponen tersebut menyebabkan perubahan komposisi bahan dalam formulasi dapat menghasilkan profil aroma yang berbeda dan mempengaruhi tingkat kesukaan panelis. Rumput laut memiliki karakteristik sensoris tertentu, termasuk atribut aroma dan *flavor*, yang dapat mempengaruhi penerimaan ketika digunakan sebagai bahan dalam produk pangan [29;30].

Rendahnya nilai aroma pada perlakuan D diduga berkaitan dengan meningkatnya proporsi rumput laut dalam formulasi. Kondisi tersebut memungkinkan aroma khas rumput laut menjadi lebih dominan sehingga keseimbangan aroma antara tuna, labu kuning, rumput laut, dan bahan tambahan lainnya mengalami perubahan. Dengan demikian, peningkatan jumlah rumput laut tidak selalu diikuti oleh peningkatan tingkat kesukaan terhadap aroma. Penerimaan panelis terhadap aroma lebih ditentukan oleh kesesuaian dan keseimbangan intensitas aroma dari setiap komponen penyusun produk.

3.2.3. Rasa

Hasil pengujian organoleptik menunjukkan perlakuan A memperoleh nilai rasa tertinggi sebesar 9,0 dan termasuk dalam kategori sangat disukai, sedangkan nilai terendah diperoleh perlakuan D sebesar 6,7 yang masih berada dalam kategori agak disukai. Perbedaan nilai tersebut menunjukkan bahwa variasi formulasi bahan memberikan pengaruh penerimaan panelis terhadap rasa nugget tuna-labu kuning-rumput laut. Cita rasa nugget terbentuk melalui interaksi berbagai komponen yang berasal dari bahan baku dan bahan tambahan, termasuk protein dan asam amino bebas dari ikan tuna, komponen rasa dari rumput laut dan labu kuning, bumbu, serta komponen yang terbentuk selama proses pengolahan. Sensasi gurih atau *umami* terutama berkaitan dengan

keberadaan senyawa tertentu, seperti glutamat bebas dan 5'-nukleotida, yang berperan dalam memberikan persepsi umami. Asam amino bebas dan 5'-nukleotida merupakan komponen penting yang berkontribusi terhadap karakteristik rasa umami pada rumput laut.

Rumput laut juga memiliki sejumlah komponen yang dapat memberikan karakteristik rasa umami dan *flavor* khas, sehingga penambahannya dapat mempengaruhi profil cita rasa produk pangan. Persepsi terhadap rasa umami tidak hanya dipengaruhi oleh komponen penyusun rasa, tetapi juga dapat berinteraksi dengan komponen aroma selama proses konsumsi. Interaksi antara sensasi gustatori dan olfaktori tersebut dapat mempengaruhi persepsi keseluruhan terhadap cita rasa suatu produk [31]. Nilai rasa yang lebih rendah pada perlakuan D diduga berhubungan dengan proporsi rumput laut yang lebih tinggi dalam formulasi. Peningkatan jumlah rumput laut dapat menyebabkan karakteristik rasa khas bahan tersebut menjadi lebih kuat sehingga keseimbangan cita rasa antara tuna, labu kuning, rumput laut, bumbu, dan komponen lainnya mengalami perubahan.

Penggunaan bahan berbasis alga dalam jumlah yang lebih tinggi tidak selalu menghasilkan peningkatan penerimaan konsumen karena karakteristik rasa dan *flavor* yang semakin kuat dapat mempengaruhi preferensi panelis [30]. Tingginya nilai kesukaan terhadap rasa pada perlakuan A diduga menunjukkan formulasi tersebut menghasilkan kombinasi cita rasa yang lebih seimbang dan sesuai dengan preferensi panelis. Sebaliknya, penurunan nilai rasa pada perlakuan D dapat mengindikasikan bahwa peningkatan proporsi rumput laut menyebabkan karakteristik rasa bahan tersebut menjadi lebih dominan, sehingga mengurangi keseimbangan cita rasa keseluruhan nugget tuna-labu kuning-rumput laut.

3.2.4. Tekstur

Hasil uji organoleptik menunjukkan adanya kecenderungan penurunan tingkat kesukaan panelis terhadap tekstur nugget seiring dengan meningkatnya proporsi bahan tambahan dalam formulasi. Perlakuan A

memperoleh nilai tekstur tertinggi, yaitu 9,0 dan termasuk kategori sangat suka, sedangkan perlakuan D menunjukkan nilai terendah sebesar 3,3 atau kategori kurang suka. Sementara itu, perlakuan B dan C masing-masing memperoleh nilai 6,1 dan 4,2. Pola tersebut menunjukkan bahwa perubahan komposisi rumput laut dan labu kuning dalam formulasi dapat mempengaruhi karakteristik tekstur serta tingkat penerimaan panelis terhadap produk nugget. Perubahan tekstur diduga berkaitan dengan perubahan keseimbangan antara kadar air, bahan padat, protein ikan, dan komponen penyusun matriks nugget akibat peningkatan penggunaan bubur rumput laut. Rumput laut mengandung berbagai polisakarida hidrokoloid, seperti karagenan, alginat, dan agar, yang memiliki kemampuan dalam mengikat air, meningkatkan viskositas, dan membentuk struktur gel. Karakteristik fungsional tersebut dapat mempengaruhi sifat fisik dan tekstur produk pangan, termasuk produk olahan berbasis hasil perikanan [30;33;34].

Perlakuan C dan D menggunakan bubur rumput laut dalam proporsi yang relatif tinggi, yaitu sekitar 50–75% dari berat tuna, sementara jumlah tepung pengikat yang digunakan kurang dari 10%. Komposisi tersebut diduga menyebabkan keseimbangan antara fase air, bahan pengisi, protein ikan, dan bahan pengikat menjadi kurang optimal. Kondisi ini dapat menyebabkan pembentukan struktur adonan nugget menjadi kurang kuat, dan kompak sehingga produk lebih mudah mengalami kerusakan atau lapisan tepung panir lebih mudah terlepas selama proses penggorengan. Perubahan struktur tersebut pada akhirnya dapat menurunkan tingkat penerimaan panelis terhadap tekstur produk. Meskipun demikian, penggunaan rumput laut tidak selalu menyebabkan tekstur produk menjadi lebih lunak. Polisakarida seperti karagenan pada konsentrasi dan kondisi tertentu dapat meningkatkan viskositas serta membentuk jaringan gel. Oleh karena itu, pengaruh rumput laut terhadap tekstur produk sangat ditentukan oleh berbagai faktor, antara lain jenis rumput laut, bentuk bahan yang digunakan, konsentrasi, kadar air, komposisi protein, jenis dan jumlah bahan pengikat, serta kondisi pengolahan [30;35]. Perubahan tekstur pada produk nugget

diasumsikan sebagai hasil interaksi berbagai komponen formulasi, bukan semata-mata akibat peningkatan persentase rumput laut.

Hasil penelitian [36], menunjukkan penggunaan rumput laut pada nugget ikan juga perlu mempertimbangkan tingkat substitusinya. Penelitian tersebut melaporkan bahwa substitusi *Eucheuma cottonii* pada tingkat yang lebih tinggi dapat mempengaruhi karakteristik penerimaan sensoris, sedangkan pada kisaran substitusi 0–20% penerimaan keseluruhan relatif tidak menunjukkan perbedaan nyata dan tingkat substitusi 15% memberikan respons penerimaan yang baik. Temuan tersebut memperkuat bahwa peningkatan proporsi rumput laut tidak selalu menghasilkan karakteristik tekstur yang lebih disukai konsumen. Penurunan nilai tekstur pada perlakuan C dan D diduga berkaitan dengan tingginya proporsi bubur rumput laut yang belum diimbangi dengan jumlah bahan pengikat yang memadai untuk membentuk struktur nugget yang kokoh. Oleh karena itu, formulasi rumput laut perlu dioptimalkan dengan mempertimbangkan keseimbangan antara jumlah bahan tambahan, kadar air, protein ikan, dan bahan pengikat. Keseimbangan tersebut diperlukan untuk menghasilkan tekstur nugget yang kompak, tidak mudah hancur atau terlepas selama pengolahan, namun tetap memiliki karakteristik lunak dan kenyal yang dapat diterima oleh panelis.

3.3. Nilai Keseluruhan

Hasil pengujian penerimaan keseluruhan menunjukkan bahwa perlakuan A memperoleh nilai tertinggi sebesar 9,0, sama dengan perlakuan kontrol yang juga memperoleh nilai 9,0. Nilai tersebut kemudian menurun pada perlakuan B, C, dan D, masing-masing sebesar 7,0; 6,7; dan 6,0. Hasil ini menunjukkan bahwa perlakuan A menghasilkan kombinasi karakteristik produk yang paling mampu memenuhi preferensi panelis dibandingkan dengan formulasi perlakuan lainnya. Tingginya tingkat penerimaan terhadap perlakuan A diduga berkaitan dengan komposisi bahan yang relatif seimbang, yaitu penambahan rumput laut dan labu kuning masing-masing sebesar 10% dari berat tuna. Proporsi tersebut memungkinkan karakteristik tuna tetap menjadi komponen

utama produk, sementara rumput laut dan labu kuning memberikan kontribusi terhadap atribut warna, aroma, rasa, dan tekstur. Penggunaan bahan tambahan pada proporsi tersebut diduga belum menghasilkan perubahan karakteristik sensoris yang terlalu dominan, sehingga produk tetap dapat diterima panelis dengan tingkat kesukaan yang setara dengan kontrol.

Penerimaan keseluruhan merupakan respons terpadu panelis terhadap berbagai karakteristik sensoris suatu produk, termasuk penampilan, aroma, rasa, dan tekstur. Oleh karena itu, nilai *overall acceptance* tidak hanya ditentukan oleh satu atribut, tetapi merupakan hasil integrasi persepsi panelis terhadap keseluruhan karakteristik produk. Pemanfaatan rumput laut sebagai bahan pangan dapat memberikan nilai tambah terhadap produk, tetapi peningkatan persentasenya juga dapat mengubah karakteristik sensoris. Apabila karakteristik khas bahan rumput laut menjadi terlalu dominan, kondisi tersebut dapat mempengaruhi tingkat penerimaan konsumen [30]. Penurunan nilai penerimaan keseluruhan pada perlakuan C dan D diduga berkaitan terutama dengan perubahan tekstur dan rasa akibat peningkatan proporsi rumput laut. Penggunaan rumput laut dalam jumlah yang lebih tinggi memungkinkan karakteristik khas bahan tersebut menjadi semakin kuat sehingga dapat mengubah keseimbangan atribut sensoris nugget secara keseluruhan. Hasil penelitian Candra et al.[36] juga menunjukkan bahwa tingkat substitusi rumput laut pada nugget ikan perlu dikendalikan karena peningkatan proporsi bahan tersebut dapat mempengaruhi respons sensoris produk. Sebaliknya, penggunaan rumput laut dalam proporsi yang lebih rendah cenderung memberikan karakteristik yang lebih mudah diterima.

Hasil evaluasi seluruh nilai atribut sensoris, perlakuan A dengan penambahan 10% rumput laut dan 10% labu kuning dari berat tuna dapat dipertimbangkan sebagai formula terbaik dalam penelitian ini. Formula tersebut memperoleh nilai penerimaan keseluruhan sebesar **9,0**, sama dengan kontrol, yang menunjukkan bahwa penambahan kedua bahan pangan lokal pada proporsi tersebut tidak menurunkan tingkat

penerimaan sensoris produk. Formulasi A memiliki prospek untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai produk nugget tuna berbasis bahan pangan lokal dengan karakteristik sensoris yang dapat diterima oleh panelis.

4. KESIMPULAN

Penambahan rumput laut dan labu kuning menghasilkan nugget ikan tuna dengan nilai proksimat fluktuatif antar perlakuan. Kadar air semua perlakuan memenuhi SNI 7758:2013, kadar protein berkisar 12,26-16,46% (di atas standar minimum), namun kadar lemak perlakuan B dan C melebihi batas maksimal (15%). Perlakuan D memiliki kadar serat kasar tertinggi (0,38%). Secara sensoris, perlakuan A (400 g tuna: 100 g rumput laut: 100 g labu kuning) memberikan nilai tertinggi (9,0 = sangat suka) pada semua atribut warna, aroma, rasa, tekstur, dan keseluruhan, setara kontrol. Perlakuan A direkomendasikan sebagai formula terbaik untuk dikembangkan menjadi produk makanan tambahan alternatif pencegah stunting berbasis pangan lokal NTT. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk menyesuaikan kadar lemak perlakuan B dan C agar memenuhi standar SNI.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian Universitas Kristen Artha Wacana Kupang atas dukungan finansial melalui Skema Penelitian Unggulan Fakultas Tahun 2025 (Nomor Kontrak: Penelitian Internal UKAW 2025): Terima kasih kepada Laboratorium Dinas Kesehatan Provinsi NTT dan Laboratorium Teknologi Pangan Politani Undana Kupang atas fasilitas analisis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Titaley CR. 2019. Penyebab stunting pada anak balita di Indonesia. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 15(1): 45-55.
- [2] [BPS] Badan Pusat Statistik dan Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2022. Statistik Perikanan NTT 2022. BPS NTT. Kupang.
- [3] Dewi RK. 2019. Karakteristik Nugget Ikan Tuna (*Thunnus* sp.) Dengan Penambahan Tepung Kacang Hijau. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 22(1): 15-22.
- [4] Kurniawati A., dan Lestari D. 2020. Kandungan β -karoten dan sifat fungsional labu kuning sebagai bahan pangan fungsional. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 8(2): 55-63.
- [5] Fitriani D, Nurjanah S. 2019. Penambahan rumput laut pada produk olahan ikan: Efek terhadap nilai gizi dan sensoris. *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*. 12(2): 110-118.
- [6] [Kemenkes RI] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2021. Strategi Nasional Percepatan Penurunan Stunting. Kemenkes RI. Jakarta.
- [7] [Kemenkes RI] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2023. Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2022. Kemenkes RI. Jakarta.
- [8] [WHO] World Health Organization. 2020. Levels and Trends in Child Malnutrition: Key Findings of the 2020 Edition. WHO. Geneva.
- [9] [UNICEF]. United Nations Children's Fund. 2019. Improving Child Nutrition: The Achievable Imperative for Global Progress.
- [10] [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 2005. Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical of Chemist. Virginia (US): The Association of Analytical Chemist, Inc.
- [11] Steel, R.G.D., Torrie, J.H., & Dickey, D.A. 1997 *Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach*. Mc Graw – Hill. New York
- [12] Hapsari KAP., Sugitha IM., Suparthana IP. 2022. Pengaruh Penambahan Puree Daun Kelor Terhadap Karakteristik Nugget Ikan Kembung. *Itepa: Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 11(1): 123-133.
- [13] Hidayanti N. 2019. Pengaruh Penambahan Ikan Teri Nasi dan Daun Kelor Terhadap Kadar Protein dan Organoleptik Nugget. *Jurnal Info Kesehatan*. 9(2): 186-194.
- [14] Suaebah, Widyana Lakshmi Puspita, Jurinto Gambi, Yanuarti Petrika. 2022. Analisis zat gizi dan penerimaan nugget ikan tenggiri substitusi tepung daun kelor. *Jurnal Teknologi Kesehatan Borneo*. 3(2): 46-53.
- [15] Fleurence J. 2016. Seaweeds as food. In: Preedy VR, Watson RR, Patel VB (Eds.), *Seaweed in Health and Disease Prevention*. Academic Press. London. pp. 149-167.
- [16] Gibson R Glenn and Williams M.Christine 2010. Functional foods: Concept to Product. *Nutrition Bulletin*. 35(2): 85-91.
- [17] Martirosyan DM., & Singh J. 2015. A New Definition of Functional Food by FFC. *Functional Foods in Health and Disease*. 5(6): 209-223.
- [18] Nirmala S. 2022. Pemanfaatan Pangan Lokal Sebagai Makanan Tambahan Balita Gizi Kurang. *Jurnal Ketahanan Pangan dan Gizi*. 3(2): 30-39.
- [19] Nurfadilah, Nugraha Akbar dan Shanti Fitriani 2020. Karakteristik Kimia Dan Sensoris Nugget dari Berbagai Jenis Ikan Laut. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan (JPHPI)* 23(1):70-79.DOI: 10.17844/jphpi.v23i1.30873
- [20] Dzudafla F., & Pranowo D. 2024. Formulasi Produk Nugget Ikan Tuna dengan Penambahan Tepung Tulang Ikan Tuna Menggunakan Metode Linear Programming. [Skripsi]. Universitas Brawijaya. Malang.
- [21] Solehah R, M.Thontowi Jauhari, Wiwin Lastyana, Junendri Ardian, Farida Ariani. 2023.

- Karakteristik nugget ikan tongkol dengan tepung komposit. *Jurnal Teknologi Pangan*. 14(1): 22-31.
- [22] Ismail AY., Yuniati D., & Aryanti N. 2023. Formulasi Nugget Ikan Terbang, Tepung Jewawut Dan Daun Kelor Sebagai Menu PMT Pencegah Stunting. *Jurnal Galung Tropika*. 12(3): 295-305.
- [23] Oppong, D., Panpipat, W., Cheong, LZ., & Chaijan, M. 2021. Comparative Effect of Frying And Baking on Chemical, Physical, and Microbiological Characteristics of Frozen Fish Nuggets. *Foods*, 10(12): 3158.
- [24] Djuanda, MRS., Haziman, ML., Islamawan, PA., Hariadi, H., & Yusuf, D. 2023. Use of Beta-Carotene Pigment to Improve Food Product Chemical and Sensory Qualities: A review. *Journal of Functional Food and Nutraceutical*, 4(2): 67-78.
- [25] Abelia, N., Koesoemawardani, D., Susilawati, & Sartika, D. 2026. The Physical, Sensory, and Chemical Characteristics of Patin Fish (*Pangasius Hypophthalmus*) with The Addition of Yellow Pumpkin Puree (*Curcubita moschata*). *Jurnal Agroindustri Berkelanjutan*, 5(1):14-23.
- [26] Zhang, W., Chen, J., Yue, Y., Zhu, Z., Liao, E., & Xia, W. 2020. Modelling The Mass Transfer Kinetics of Battered and Breaded Fish Nuggets During Deep-Fat Frying At Different Frying Temperatures. *Journal of Food Quality*, Article ID : 887416 : 1-8.
- [27] Shahidi, F., & Hossain, A. 2022. Role of Lipids in Food Flavor Generation. *Molecules*, 27(15): 1-24).
- [28] Wei, H., Wei, Y., Qiu, X., Yang, S., Chen, F., Ni, H., & Li, Q. (2023). Comparison of potent odorants in raw and cooked mildly salted large yellow croaker using odor-active value calculation and omission test: Understanding the role of cooking method. *Food Chemistry*, 402:, 1-9.
- [29] Figueroa V., Andrea B., Jaime O., & Jose MA. 2022. Sensory Description for Three edible Chilen Seaweeds and Their Relation to Umami Component and Instrumental Texture. *Journal of Applied Phycology*, 34: 3141-3156.
- [30] Matos, Â. P., Novelli, E., & Tribuzi, G. 2022. Use of Algae ss Food Ingredient: Sensory Acceptance and Commercial Products. *Frontiers in Food Science and Technology*, 2: 10-12.
- [31] Frøst, M. B., Hartmann, A., Petersen, M. A., Duelund, L., & Mouritsen, O. G. 2021. Odour-induced umami – Olfactory contribution to umami taste in seaweed extracts (dashi) by sensory interactions. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 25.
- [32] Moerdijk-Poortvliet, T. C. W., de Jong, D. L. C., Fremouw, R., Derksen, G. C. H., & et al. 2022. Extraction and analysis of free amino acids and 5'-nucleotides, the key contributors to the umami taste of seaweed. *Food Chemistry*, 370.
- [33] Rahmawati, I., Liviawaty, E., Pratama, R. I., & Junianto. 2023. Carrageenan in Seaweed (*Eucheuma* sp.) and Use of Carrageenan in Fishery Food Products: a Review. *Asian Journal of Fisheries and Aquatic Research*, 23(6): 1-10.
- [34] Udo, T., Mummaleti, G., Mohan, A., Singh, R. K., & Kong, F. 2023. Current and emerging applications of carrageenan in the food industry. *Food Research International*, 173(2).
- [35] Zhou, T., & Li, X. (2024). Chemically modified seaweed polysaccharides: Improved functional and biological properties and prospective in food applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 23(4).
- [36] Candra, K. P., Saputra, H., Gunawan, A., Saragih, B., Syahrumsyah, H., & Yuliani. 2020. The limit of Red Seaweed (*Eucheuma cottonii*) Substitution in snakehead fish (*Channa striata*) Nuggets Based on Sensory Evaluation. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 14(2): 339-346.