



**PROKSIMAT DAN PROFIL ASAM AMINO KERUPUK RUMPUT LAUT
(*Eucheuma cottonii*) FORTIFIKASI TEPUNG TULANG
DAN KULIT IKAN TUNA (*Thunnus albacares*)**

***PROXIMATE AND AMINO ACID PROFILE OF SEAWEED CRACKERS
(Eucheuma cottonii) FORTIFIED WITH YELLOWFIN TUNA (Thunnus
albacares) BONE AND SKIN FLOUR***

Arwita Irawati^{1*}, Zazkiah Nurul Izzyah², Asjun Asjun³

¹Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Institut Teknologi dan Bisnis Nobel Indonesia

²Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Institut Teknologi dan Bisnis Nobel Indonesia

³Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

*Korespondensi: arwita@nobel.ac.id

Dikirim: 10 Juni 2026 / Diterima: 29 Juli 2026

ABSTRAK

Kerupuk rumput laut merupakan produk pangan berbasis *Eucheuma cottonii* yang berpotensi sebagai pangan fungsional apabila difortifikasi dengan bahan kaya protein dan mineral. Penelitian ini bertujuan menganalisis komposisi proksimat, kadar serat kasar, dan profil asam amino kerupuk rumput laut yang difortifikasi dengan tepung tulang dan kulit ikan tuna pada berbagai konsentrasi. Penelitian ini merupakan lanjutan dari tahap sebelumnya yang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan konsentrasi tepung tulang dan kulit ikan tuna: F1 (0%), F2 (5%), F3 (10%), F4 (15%), dan F5 (20%), masing-masing dengan tiga ulangan, untuk menentukan perlakuan terbaik. Berdasarkan hasil tahap tersebut, penelitian ini dilanjutkan dengan analisis lanjutan pada perlakuan terbaik (terpilih). Analisis proksimat mengacu pada metode AOAC meliputi kadar air, abu, lemak, protein, serat kasar, dan karbohidrat. Profil asam amino perlakuan terpilih dianalisis menggunakan HPLC (metode IK.LP-04.7-LT-1.0). Hasil menunjukkan fortifikasi berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap seluruh parameter proksimat. Perlakuan terpilih F4 (15%) memiliki kadar air 5,03%; abu 7,72%; lemak kasar 17,00%; protein kasar 0,63%; serat kasar 10,70%; dan karbohidrat 58,91%. Profil asam amino F4 menunjukkan total asam amino 10,88% (w/w) dengan glutamat sebagai asam amino dominan (2,74%), diikuti glisin (1,96%) dan arginin (1,13%). Kehadiran delapan asam amino esensial lengkap menjadikan kerupuk rumput laut fortifikasi tepung tulang dan kulit ikan tuna sebagai pangan fungsional bernilai gizi tinggi.

Kata kunci: Asam Amino, *Eucheuma cottoni*, Fortifikasi, Proksimat, Tepung Tulang dan Kulit Ikan Tuna

ABSTRACT

Seaweed crackers based on *Eucheuma cottonii* are potential functional food products when fortified with protein- and mineral-rich ingredients. This study aimed to analyze the proximate composition, crude fiber content, and amino acid profile of seaweed crackers fortified with yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) bone and skin flour at various concentrations. A completely randomized design (CRD) was applied with five treatment levels of tuna bone and skin flour: F1 (0%), F2 (5%), F3 (10%), F4 (15%), and F5 (20%), each with three replications. Proximate analysis followed AOAC methods covering moisture, ash, fat, protein, crude fiber, and carbohydrate content. The amino acid profile of the selected treatment was analyzed by HPLC (IK.LP-04.7-LT-1.0 method). Results showed that fortification significantly affected ($p < 0.05$) all proximate parameters. The selected treatment F4 (15%) had moisture 5.03%; ash 7.72%; crude fat 17.00%; crude protein 0.63%; crude fiber 10.70%; and carbohydrate 58.91%. Amino acid profile of F4 showed total amino acids of 10.88% (w/w), with glutamate as the highest (2.74%), followed by glycine (1.96%) and arginine (1.13%). The presence of eight complete essential amino acids makes these fortified seaweed crackers a high-nutritional-value functional food.

1. PENDAHULUAN

Rumput laut *Eucheuma cottonii* merupakan salah satu komoditas unggulan perikanan budidaya Indonesia yang memiliki produksi besar dan nilai ekonomis yang terus meningkat. Indonesia menempati posisi sebagai salah satu produsen rumput laut terbesar di dunia, dengan produksi yang terus tumbuh setiap tahunnya [1]. Rumput laut jenis ini kaya akan karagenan, serat pangan, mineral, dan berbagai senyawa bioaktif yang bermanfaat bagi kesehatan, sehingga menjadikannya bahan baku potensial untuk berbagai produk pangan fungsional, salah satunya adalah kerupuk.

Kerupuk merupakan salah satu produk camilan tradisional yang sangat populer di Indonesia dan digemari oleh berbagai kalangan masyarakat. Kerupuk berbahan dasar rumput laut memiliki keunggulan kandungan serat pangan yang tinggi, namun relatif rendah protein dan mineral dibandingkan kebutuhan gizi harian. Fortifikasi dengan bahan kaya protein dan mineral menjadi salah satu strategi untuk meningkatkan nilai gizi produk kerupuk rumput laut [2].

Ikan tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*) merupakan spesies ikan tuna yang paling banyak dieksploitasi secara komersial di Indonesia. Proses pengolahan ikan tuna menghasilkan sejumlah besar limbah, meliputi tulang, kulit, kepala, dan jeroan, yang jumlahnya dapat mencapai 50-70% dari total berat ikan [3]. Limbah tulang dan kulit ikan tuna

mengandung protein kolagen berkualitas tinggi, mineral kalsium dan fosfor dalam jumlah besar, serta berbagai asam amino esensial yang penting bagi tubuh manusia [4].

Pemanfaatan tepung tulang dan kulit ikan tuna sebagai bahan fortifikasi pada produk pangan olahan merupakan solusi inovatif yang dapat meningkatkan nilai tambah limbah perikanan sekaligus memperkaya kandungan gizi produk. Tulang ikan tuna banyak mengandung kalsium, fosfat, magnesium, natrium, dan florida [5]. Kulit ikan tuna sendiri diketahui kaya akan kolagen dan protein sehingga berpotensi dikembangkan menjadi gelatin maupun tepung sumber protein untuk produk pangan fungsional [6]. Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa penambahan tepung tulang ikan pada berbagai produk pangan dapat meningkatkan kadar protein, abu, dan kalsium secara signifikan [7]. Penelitian lain juga melaporkan bahwa fortifikasi produk olahan seperti kerupuk dengan hasil samping ikan tuna berupa tulang dan kulit mampu meningkatkan kandungan protein dan mineral produk sekaligus menurunkan biaya produksi dibandingkan penggunaan ikan utuh [6].

Analisis proksimat, serat kasar, dan profil asam amino merupakan parameter penting untuk mengetahui nilai gizi suatu produk pangan secara komprehensif.

Ketiga parameter ini memberikan gambaran menyeluruh mengenai kandungan makronutrien, serat, dan kualitas protein yang sangat dibutuhkan dalam evaluasi pangan fungsional [8]. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis komposisi proksimat, kadar serat kasar, dan profil asam amino kerupuk rumput laut (*Eucheuma cottoni*) yang difortifikasi dengan tepung tulang dan kulit ikan tuna (*Thunnus albacares*).

2. METODE

2.1. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan meliputi timbangan analitik, blender, ayakan, dandang (alat kukus), kompor, pisau, oven, tanur, perangkat Soxhlet, perangkat Kjeldahl, instrument HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*), pencetak kerupuk, dan loyang pengering. Bahan baku utama yang digunakan adalah rumput laut segar *Eucheuma cottoni* yang diperoleh dari petani budidaya di perairan Takalar, Sulawesi Selatan, serta tulang dan kulit ikan tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*) segar yang diperoleh dari industri pengolahan ikan tuna di kawasan Makassar. Bahan pendukung meliputi tepung tapioka, garam, bawang putih, baking powder, dan air.

2.2. Parameter

Parameter yang diuji dalam penelitian ini adalah proksimat, profil asam amino dan serat kasar.

2.3. Prosedur Penelitian

1. Pembuatan Tepung Tulang dan Kulit Ikan Tuna

Pada penelitian ini, tepung kulit ikan tuna diperoleh melalui proses penghalusan menggunakan blender, sedangkan tepung tulang ikan tuna yang telah dihaluskan digunakan sebagai perlakuan kontrol (pembandingan). Tepung kombinasi tulang dan kulit ikan tuna, yang dicampur pada perbandingan berat 1:3, digunakan sebagai bahan fortifikasi pada taraf konsentrasi F1–

F5. Kedua kelompok bahan tersebut kemudian direbus pada suhu 100°C selama 60 menit untuk melunakkan jaringan sekaligus mempermudah proses pengeringan. Setelah direbus, bahan dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 8 jam hingga kadar air turun di bawah 10%. Bahan kering selanjutnya dihaluskan menggunakan *disc mill* dan diayak dengan ayakan berukuran 100 mesh untuk memperoleh tepung berukuran partikel seragam [6]. Tepung yang dihasilkan disimpan dalam wadah tertutup rapat pada suhu ruang hingga digunakan pada tahap pembuatan kerupuk.

2. Pembuatan Kerupuk Rumput

Rumput laut *Eucheuma cottonii* segar dicuci bersih, direndam dalam air tawar selama 24 jam, kemudian diblansir pada suhu 70°C selama 5 menit. Rumput laut yang telah diblansir dihaluskan menggunakan blender basah hingga membentuk pasta. Tepung tapioka, pasta rumput laut, tepung tulang dan kulit ikan tuna sesuai konsentrasi perlakuan (0%, 5%, 10%, 15%, 20%), garam, bawang putih halus, dan baking powder dicampur hingga terbentuk adonan homogen. Adonan dikukus selama 45 menit, didinginkan, diiris tipis (2-3 mm), dikeringkan dalam oven 60°C selama 12 jam, kemudian digoreng pada suhu 180°C selama 45 detik [5].

2.4. Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan tahap lanjutan dari penelitian sebelumnya yang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor dengan lima taraf perlakuan konsentrasi tepung tulang dan kulit ikan tuna, yaitu F1 (0%/kontrol), F2 (5%), F3 (10%), F4 (15%), dan F5 (20%), masing-masing diulang sebanyak tiga kali. Berdasarkan hasil tersebut, diperoleh satu perlakuan terbaik yang selanjutnya dianalisis lebih lanjut meliputi komposisi proksimat dan profil asam amino.

2.5. Prosedur Analisis

1. Analisis Proksimat dan Serat Kasar

Analisis proksimat yang dilakukan dengan perlakuan terpilih dan mengacu pada metode AOAC (2016) meliputi: kadar air (AOAC 925.10) dengan metode oven pada suhu 105°C; kadar abu (AOAC 923.03) dengan metode pengabuan kering pada suhu 550°C; kadar lemak kasar (AOAC 920.39) dengan metode ekstraksi Soxhlet menggunakan pelarut n-heksana; kadar protein kasar (AOAC 920.87) dengan metode Kjeldahl; kadar serat kasar (AOAC 962.09) dengan metode hidrolisis asam-basa; dan kadar karbohidrat dihitung secara by difference [9].

2. Analisis Profil Asam Amino

Analisis profil asam amino dilakukan pada perlakuan terpilih (F4) menggunakan metode IK.LP-04.7-LT-1.0 dengan instrumen HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*). Sampel dihidrolisis menggunakan HCl 6N pada suhu 110°C selama 24 jam dalam tabung tertutup rapat. Hidrolisatnya diencerkan, disaring, dan diinjeksikan ke dalam kolom HPLC. Sebanyak 15 komponen asam amino dianalisis dan hasilnya dinyatakan dalam persen berat per berat (% w/w) [10].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Deskripsi Produk Hasil Penelitian

Kerupuk rumput laut hasil fortifikasi tepung tulang dan kulit ikan tuna pada perlakuan terpilih (F4) menunjukkan penampakan fisik berwarna coklat, bertekstur renyah setelah digoreng. Produk terlihat kering dan renyah, dengan struktur berlapis yang mengembang setelah proses penggorengan, serta tidak menunjukkan tanda-tanda gosong atau warna gelap berlebih yang mengindikasikan proses penggorengan berjalan pada suhu dan waktu yang sesuai. Gambaran Umum Produk Kerupuk Rumput Laut Perlakuan Terpilih seperti terlihat pada Gambar 1.

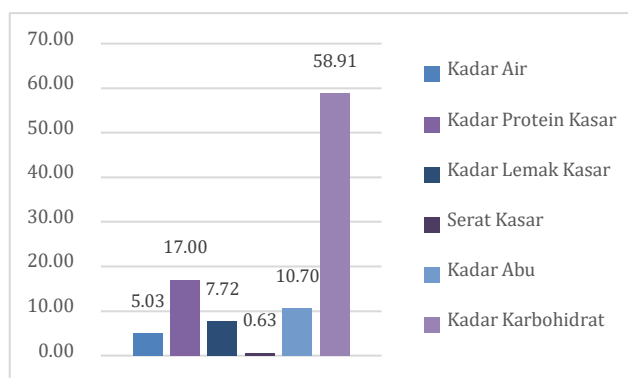


Gambar 1. Kerupuk Rumput Laut Fortifikasi Tepung Tulang dan Kulit Ikan Tuna Perlakuan Terpilih (F4).

Fig. 1. Seaweed Crackers Fortified with Tuna Bone and Skin Flour, Selected Treatment (F4).

3.2. Komposisi Proksimat dan Serat Kasar Perlakuan Terpilih

Hasil analisis proksimat dan serat kasar kerupuk rumput laut pada berbagai konsentrasi fortifikasi tepung tulang dan kulit ikan tuna disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Komposisi Proksimat Camilan Sehat Perlakuan Terpilih.

Fig 2. Proximate Composition of Selected Healthy Snack Treatments.

3.2.1. Kadar Air

Kadar air kerupuk rumput laut mengalami penurunan seiring meningkatnya konsentrasi fortifikasi tepung tulang dan kulit ikan tuna, yaitu sebesar 5,03% dibandingkan penelitian sebelumnya sebesar 7,54% [6]. Penurunan ini diduga disebabkan oleh sifat tepung yang merupakan kombinasi tulang dan kulit ikan tuna, yang kaya akan protein dan mineral (kalsium dan fosfor). Kandungan protein dan mineral tersebut cenderung berikatan dengan pati membentuk matriks yang lebih kompak, sehingga menurunkan kemampuan adonan mengikat air bebas dan menghasilkan kadar air produk akhir yang

lebih rendah. Kontribusi rumput laut *Eucheuma cottonii* terhadap kadar air berasal dari kandungan karagenan yang bersifat hidrokoloid dan memiliki daya ikat air (*water holding capacity*) tinggi, sehingga secara alami cenderung meningkatkan kadar air produk. Namun, karena proporsi rumput laut dalam formulasi tidak diubah antar perlakuan, penurunan kadar air yang teramati lebih dipengaruhi oleh peningkatan konsentrasi tepung tulang dan kulit ikan tuna dibandingkan oleh rumput laut itu sendiri.

Kadar air pada produk pangan yang terlalu rendah dapat menyebabkan produk berwarna gelap, sedangkan kadar air yang terlalu tinggi menyebabkan tekstur tidak renyah [9]. Kadar air pada perlakuan terpilih berada di bawah 8%, memenuhi syarat mutu kerupuk ikan berdasarkan SNI (maksimal 12%), dan berkontribusi positif terhadap kerenyahan tekstur serta umur simpan produk [11]. Hasil ini menunjukkan bahwa fortifikasi tepung tulang dan kulit ikan tuna berperan lebih dominan dalam menurunkan kadar air dibandingkan pengaruh rumput laut, sekaligus menegaskan bahwa kombinasi kedua bahan tersebut efektif menghasilkan kerupuk dengan kadar air yang memenuhi standar mutu. Hal ini sejalan dengan penelitian pembuatan kerupuk tulang ikan gabus dengan kadar air 3,83–5,10%, di mana rendahnya kadar air dipengaruhi oleh proses pengeringan terkait suhu, kelembaban, dan kecepatan aliran udara [12].

3.2.2. Kadar Abu

Kadar Abu dalam penelitian ini sebesar 7,72% jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yaitu sebesar 1,45% tergolong lebih tinggi. Peningkatan ini mencerminkan tingginya kandungan mineral pada tepung yang digunakan, yaitu kombinasi tepung tulang dan kulit ikan tuna serta rumput laut. Tulang ikan tuna dikenal kaya akan kalsium dan fosfor yang merupakan komponen utama penyusun matriks tulang [10], sementara kulit ikan tuna juga menyumbang kandungan mineral yang tidak kalah penting, terutama kalsium, fosfor, serta sejumlah mineral mikro lain yang terikat pada jaringan kolagen kulit. Penambahan rumput laut turut memperkaya kadar abu produk

karena rumput laut secara alami mengandung mineral makro seperti kalsium, natrium, kalium, dan magnesium, serta mineral mikro seperti zat besi dan iodium. Dengan demikian, tingginya kadar abu pada produk ini merupakan hasil kontribusi gabungan dari ketiga bahan tersebut (tulang, kulit ikan, dan rumput laut), bukan hanya berasal dari komponen tulang saja.

Jika dibandingkan lagi dengan penelitian sebelumnya, kadar abu yang lebih rendah sebesar 11% dengan penambahan tepung tulang ikan tuna pada kerupuk ubi kamang [6]. Tepung tulang ikan tuna memiliki kandungan abu sebanyak 46,34% [13]. Semakin tinggi kadar abu sejalan dengan semakin tingginya kadar mineral [14]. Fungsi dari menganalisis kadar abu yaitu untuk mengetahui tingkat kebersihan dan kemurnian pangan yang menggambarkan kandungan mineral yang tersisa dari pembakaran dapat menguap [15]. Analisis kadar abu menggambarkan total mineral pada produk pangan setelah proses pengabuan [11].

Tingginya kadar abu pada produk ini justru menjadi nilai tambah tersendiri, karena mengindikasikan bahwa produk yang dihasilkan memiliki densitas mineral yang baik, khususnya kalsium dan fosfor yang bermanfaat bagi kesehatan tulang konsumen. Namun demikian, kadar abu yang terlalu tinggi juga perlu diperhatikan karena dapat memengaruhi karakteristik sensori produk, seperti tekstur dan after-taste yang cenderung lebih "berpasir" atau berkapur akibat residu mineral. Oleh karena itu, formulasi proporsi tepung tulang-kulit ikan dan rumput laut dalam penelitian ini dapat dikatakan sudah cukup optimal untuk menghasilkan produk dengan kandungan mineral tinggi tanpa mengorbankan penerimaan konsumen secara signifikan.

3.2.3. Kadar Lemak

Kadar lemak kerupuk sebesar 7,72% jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang lebih tinggi, yaitu sebesar 42,12% [7]. Kadar lemak yang relatif rendah pada kerupuk rumput laut terfortifikasi ini memberikan keunggulan sebagai produk camilan yang lebih menyehatkan, terutama

bagi konsumen yang membatasi asupan lemak [16]. Meskipun demikian, kandungan lemak pada level tersebut masih cukup untuk berperan sebagai pelarut vitamin larut lemak.

Tepung yang digunakan dalam penelitian ini merupakan kombinasi tulang dan kulit ikan tuna, sehingga karakteristik kadar lemaknya berbeda dengan tepung yang hanya berasal dari tulang. Kulit ikan tuna diketahui memiliki kandungan lemak yang jauh lebih tinggi dibandingkan bagian tubuh lain, yaitu sebesar 9,17%, dibandingkan dengan daging (0,51%) dan telur (0,63%) [17]. Sementara itu, tepung tulang ikan tuna yang diolah secara mandiri (tanpa kombinasi kulit) hanya menghasilkan kadar lemak berkisar 3,05–3,83% [18]. Perbedaan ini menunjukkan bahwa penambahan komponen kulit ke dalam tepung berkontribusi meningkatkan kadar lemak dibandingkan penggunaan tepung tulang saja, sehingga karakteristik tepung kombinasi tulang-kulit pada penelitian ini berbeda dari tepung tulang tunggal yang digunakan pada penelitian pembandingan.

Perbandingan dengan penelitian tepung tulang ikan gabus pada kerupuk menunjukkan kadar lemak berkisar antara 14,75–19,39%, lebih besar dibandingkan kerupuk tepung tulang dan kulit ikan tuna pada penelitian ini. Perbedaan ini diduga tidak hanya disebabkan oleh perbedaan sumber tepung (kombinasi tulang-kulit ikan tuna versus tulang ikan gabus saja), tetapi juga oleh lamanya waktu perebusan dan suhu proses pembuatan tepung. Berdasarkan penelitian [10], kurang lamanya waktu perebusan dan suhu yang digunakan pada tepung tulang ikan gabus menyebabkan kandungan lemak yang dihasilkan masih tinggi.

3.2.4. Kadar Protein

Protein mempunyai fungsi sebagai zat pembangun dan mempertahankan jaringan yang telah ada sebelumnya. Penambahan tepung kombinasi tulang dan kulit ikan tuna berpengaruh nyata terhadap peningkatan kadar protein kerupuk yang dihasilkan, karena kedua bahan tersebut sama-sama kaya akan protein, khususnya kolagen. Kadar Protein Kasar pada penelitian ini sebesar 0,63% jika dibandingkan dengan penelitian

sebelumnya sebesar 5,9% masih tergolong rendah [10]. Berdasarkan penelitian sebelumnya, penambahan tepung tulang gabus mendapatkan hasil kadar protein berkisar antara 1,96% hingga 6,14%, menunjukkan bahwa penambahan tepung tulang ikan semakin tinggi dapat meningkatkan kadar protein pada kerupuk [12]. Hal ini sejalan dengan penelitian ini, di mana kombinasi tepung tulang dan kulit ikan tuna turut menyumbang protein kolagen yang cukup tinggi pada adonan kerupuk.

Protein kolagen dari tulang ikan merupakan protein fungsional yang memiliki sifat pembentuk gel, pengemulsi, dan penahan air yang baik, sekaligus kaya akan asam amino spesifik seperti glisin, prolin, dan hidroksiprolin [19]. Kulit ikan tuna juga mengandung kolagen dengan karakteristik serupa, sehingga kombinasi kedua bahan ini saling melengkapi dalam menyumbang protein struktural pada produk, meskipun secara kuantitatif kontribusi protein dari kulit ikan relatif lebih kecil dibandingkan tulang karena proporsi penggunaannya dalam formulasi yang lebih rendah. Dengan demikian, tingkat kadar protein kerupuk pada penelitian ini dipengaruhi oleh proporsi tepung tulang dan kulit ikan tuna yang ditambahkan, semakin tinggi proporsi keduanya maka semakin tinggi pula kadar protein yang dihasilkan.

3.2.5. Kadar Serat Kasar

Serat kasar merupakan senyawa yang dianalisa dilaboratorium yang tidak dapat dihidrolisa oleh asam atau alkali, tetapi dapat dijadikan indeks kadar serat makanan yang pada umumnya didalamnya ditemukan sebanyak 0,2-0,5 bagian jumlah serat makanan [11]. Kadar serat kasar pada penelitian ini sebesar 10,70 % bila dibandingkan dengan penelitian sebelumnya tergolong tinggi sebesar 5,60 % [11]. Serat pangan yang tinggi rumput laut bermanfaat bagi kesehatan pencernaan, pengontrolan kadar kolesterol darah, dan pencegahan berbagai penyakit degeneratif [20]. Kerupuk rumput laut ini tetap mempertahankan keunggulan kandungan serat yang berasal dari bahan bakunya, yaitu rumput laut yang digunakan sebagai bahan baku utama dan secara alami kaya akan serat pangan.

Keunggulan ini juga sejalan dengan penelitian sebelumnya pada kerupuk beras yang difortifikasi dengan rumput laut *Eucheuma cottonii* dan bawang dayak, di mana penambahan rumput laut sebagai bahan fortifikan tetap mampu meningkatkan kandungan serat produk [21]. Dengan demikian, tingginya kandungan serat pada kerupuk rumput laut dalam penelitian ini menegaskan bahwa rumput laut, baik digunakan sebagai bahan baku utama maupun sebagai bahan fortifikan, secara konsisten memberikan kontribusi serat yang unggul dibandingkan bahan lain seperti tulang ikan.

3.2.6. Kadar Karbohidrat

Kadar karbohidrat pada penelitian ini sebesar 58,91% jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya sebesar 82,76% masih tergolong rendah [22]. Bila dibandingkan juga dengan penelitian lainnya yaitu penambahan tepung tulang ikan gabus pada kerupuk memiliki kadar karbohidrat berkisar antara 56,05% hingga 72% masih tergolong lebih rendah. Rendahnya kadar karbohidrat pada penelitian ini erat kaitannya dengan komposisi bahan baku yang digunakan, yaitu kombinasi tepung tulang dan kulit ikan tuna serta rumput laut. Penambahan tepung tulang dan kulit ikan tuna menyumbang kandungan protein dan mineral yang cukup tinggi pada adonan, sehingga secara proporsional menurunkan persentase karbohidrat dalam produk akhir, mengingat kadar karbohidrat dihitung secara *by difference* dari komponen air, abu, protein, dan lemak. Demikian pula penambahan rumput laut turut berkontribusi menurunkan kadar karbohidrat, karena rumput laut memiliki kandungan serat pangan dan mineral yang tinggi namun kandungan pati/karbohidrat sederhananya relatif rendah dibandingkan tepung tapioka. Selain itu, pada perlakuan terpilih F4, jumlah tepung tapioka yang digunakan lebih rendah bila dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini diduga berkurangnya jumlah tepung tapioka seiring banyaknya tepung tulang, kulit ikan tuna, dan rumput laut yang ditambahkan ke dalam adonan kerupuk menyebabkan kandungan karbohidratnya semakin rendah, karena tepung tapioka merupakan sumber karbohidrat utama pada kerupuk tergantikan sebagian oleh bahan-bahan tersebut. Kadar

karbohidrat pada perlakuan terpilih menunjukkan bahwa kerupuk ini tetap menjadi sumber energi yang baik bagi konsumen, meskipun nilai gizinya telah diperkaya dengan protein dan mineral dari tepung tulang dan kulit ikan tuna, serta serat dan mineral dari rumput laut [23].

3.3. Profil Asam Amino Perlakuan Terpilih (F4)

Hasil analisis profil asam amino kerupuk rumput laut perlakuan terpilih F4 (konsentrasi tepung tulang dan kulit ikan tuna 15%) menggunakan metode HPLC disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Profil Asam Amino Kerupuk Rumput Laut Perlakuan Terpilih F4 (15%)

Table 1. Amino Acid Profile of Seaweed Crackers Selected Treatment F4 (15%)

Asam Amino	Hasil (w/w) %
Asam Amino Esensial	
Leucine (Leu)	0,51
Phenylalanine (Phe)	0,44
Valine (Val)	0,41
Threonine (Thr)	0,39
Lysine (Lys)	0,3
Isoleucine (Ile)	0,27
Methionine (Met)	0,23
Histidine (His)	0,21
Asam Amino Non-Esensial	
Glutamate (Glu)	2,74
Glycine (Gly)	1,96
Arginine (Arg)	1,13
Aspartic Acid (Asp)	0,85
Alanine (Ala)	0,8
Serine (Ser)	0,5
Tyrosine (Tyr)	0,14
Total Asam Amino	10,88

3.3.1. Profil Asam Amino Esensial

Tulang ikan tuna dikenal sebagai sumber protein dan mineral, terutama kalsium dan fosfor, sedangkan kulit ikan tuna kaya akan kandungan protein dan kolagen. Pada penelitian ini, kulit ikan tuna diolah menjadi tepung dengan cara diblender, sementara tulang ikan tuna yang telah dihaluskan digunakan sebagai perlakuan

kontrol. Proses penghalusan tersebut pada dasarnya tidak melibatkan perlakuan kimia maupun pemanasan tambahan, sehingga kandungan protein dan mineral pada tepung tulang, tepung kulit, maupun tepung kombinasi keduanya diduga tetap merepresentasikan komposisi bahan asalnya, meski kemungkinan tetap terdapat variasi akibat perbedaan struktur jaringan antara tulang dan kulit. Ikan pada umumnya mengandung asam amino seperti glisina, prolina, dan hidrosiprolina yang termasuk ke dalam golongan asam amino nonesensial [7].

Kelompok asam amino esensial pada perlakuan terpilih F4 terdiri dari 8 jenis dengan total 2,76% (w/w), yaitu leusin (0,51%), fenilalanin (0,44%), valin (0,41%), treonin (0,39%), lisin (0,3%), isoleusin (0,27%), metionin (0,23%), dan histidin (0,21%). Leusin merupakan asam amino esensial dengan konsentrasi tertinggi, diikuti oleh fenilalanin dan valin. Ketiga asam amino ini—leusin, isoleusin, dan valin—tergolong dalam kelompok *branched-chain amino acids* (BCAA) yang berperan penting dalam mengaktifkan jalur sintesis protein serta metabolisme energi pada jaringan otot [24]. Lisin, meskipun berada pada konsentrasi yang relatif rendah (0,3%), dikenal sebagai salah satu asam amino esensial pembatas (*limiting amino acid*) yang sering menjadi faktor pembatas kualitas protein pada bahan pangan nabati, sehingga keberadaannya pada produk fortifikasi berbasis protein hewani ini menjadi nilai tambah tersendiri. Meskipun demikian, sebagian asam amino esensial seperti lisin, metionin, dan treonin relatif tidak stabil terhadap suhu tinggi maupun kondisi pH ekstrem selama proses pengolahan. Namun demikian, hasil penelitian menunjukkan bahwa fortifikasi dengan tepung tulang dan kulit ikan pada produk yang dipanggang atau digoreng tetap memberikan peningkatan kandungan protein dan asam amino secara keseluruhan dibandingkan produk tanpa fortifikasi [25].

Pada kelompok asam amino esensial, komponen yang perlu diperhatikan pasca pengolahan kerupuk rumput laut adalah lisin, metionin, dan treonin, karena ketiganya relatif tidak stabil pada suhu tinggi atau kondisi pH ekstrem. Meskipun demikian, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa fortifikasi dengan

tepung tulang dan kulit ikan pada produk yang dipanggang atau digoreng tetap memberikan peningkatan kandungan protein dan asam amino secara keseluruhan dibandingkan produk tanpa fortifikasi [26].

3.3.2. Profil Asam Amino Non-Esensial

Kelompok asam amino non-esensial pada perlakuan terpilih F4 terdiri dari asam glutamat (2,74%), glisin (1,96%), arginin (1,13%), asam aspartat (0,85%), alanin (0,8%), serin (0,5%), dan tirosin (0,14%). Asam glutamat merupakan komponen dengan konsentrasi tertinggi pada kelompok ini sekaligus pada keseluruhan profil asam amino produk. Tingginya kadar asam glutamat berkaitan erat dengan perannya sebagai kontributor utama rasa umami pada produk berbasis hasil perikanan, sebagaimana dilaporkan pada hidrolisat protein ikan kakap yang secara konsisten menunjukkan dominasi asam glutamat dibandingkan asam amino lainnya [18]. Glisin, sebagai komponen dominan kedua, mengindikasikan keberadaan protein kolagen pada produk, mengingat glisin menyusun hampir sepertiga dari total residu asam amino pada struktur triple helix kolagen [15]. Hal ini konsisten dengan karakteristik kulit ikan tuna sebagai limbah pengolahan yang kaya akan kolagen, di mana kolagen dari kulit ikan tuna diketahui didominasi oleh glisin, asam glutamat, dan alanin, dengan tambahan residu asam amino lain seperti arginin dan histidin. Arginin turut berperan sebagai prekursor sintesis protein serta senyawa bioaktif, dan bersama glisin merupakan komponen khas penyusun struktur kolagen pada jaringan ikat hewani [24]. Sementara itu, asam aspartat, alanin, dan serin umumnya berperan sebagai prekursor metabolik dalam biosintesis asam amino lain serta turut berkontribusi terhadap cita rasa gurih produk berbasis protein hewani [27]. Kandungan protein pada produk turunan kolagen kulit ikan tuna sendiri tergolong sangat tinggi, dilaporkan dapat mencapai lebih dari 90% [28], sehingga penambahan tepung kulit ikan tuna pada produk ini berpotensi besar meningkatkan densitas protein sekaligus kandungan asam amino non-esensial secara keseluruhan.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menjawab tujuan yang ditetapkan, yaitu mengungkap komposisi proksimat, kadar serat kasar, dan profil asam amino kerupuk rumput laut *Eucheuma cottoni* yang difortifikasi tepung tulang dan kulit ikan tuna. Perlakuan F4 dengan konsentrasi fortifikasi 15% terpilih sebagai formulasi kerupuk rumput laut terbaik, ditandai dengan kadar air 5,03%; abu 7,72%; lemak kasar 17,00%; protein kasar 0,63%; serat kasar 10,70%; serta karbohidrat (*by difference*) 58,91%. Analisis lanjutan pada profil asam amino kerupuk rumput laut tersebut mengidentifikasi 15 jenis asam amino dengan kadar total 10,88% (w/w), didominasi asam glutamat (2,74%), diikuti glisin (1,96%) dan arginin (1,13%), dengan kedelapan asam amino esensial teridentifikasi secara lengkap. Temuan ini menunjukkan bahwa fortifikasi tepung tulang dan kulit ikan tuna efektif meningkatkan nilai gizi kerupuk rumput laut, sehingga produk kerupuk rumput laut fortifikasi ini layak dipertimbangkan sebagai pangan fungsional bernilai gizi tinggi dengan potensi pengembangan pada skala komersial.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan dan Laboratorium Pengujian Kimia Terpadu, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin atas dukungan fasilitas penelitian. Terima kasih juga disampaikan kepada seluruh teknisi laboratorium dan mahasiswa yang telah membantu proses penelitian hingga selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suryono, T., Hidayat, T., & Pramesti, R. (2020). Produksi dan pemanfaatan rumput laut *Eucheuma cottonii* di Indonesia: Tinjauan potensi dan tantangan. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 22(1): 1–12.
- [2] Astuti, R. M., Setyaningsih, I., & Suptijah, P. (2021). Karakteristik fisikokimia dan organoleptik kerupuk fortifikasi tepung tulang ikan tuna. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 24(3): 412–423.
- [3] Santos, S. D., Martins, V. G., Salas-Mellado, M., & Prentice, C. (2018). Functional properties of protein hydrolysates from yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) by-products. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 27(4): 421–433.
- [4] Nurilmala, M., Wahyuni, M., & Nurjanah. (2017). Pemanfaatan limbah tulang ikan untuk produksi gelatin. *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*, 6(2): 115–124.
- [5] Efrinelti S., Yurnalis, Salihat Rera A., Hermalena L., Sidabalok I., Yessirita N. (2025). Fortifikasi Kalsium Pada Kerupuk Ubi Kamang Dengan Tepung Tulang Ikan Tuna (*Thunnus sp.*). *Jurnal Research Ilmu Pertanian* : e-ISSN: 2747-2167.
- [6] Prabowo, Y., Subekti, S., & Wahyuningsih, S. (2022). Fortifikasi tepung kulit ikan tuna pada produk kerupuk: Analisis proksimat dan organoleptik. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 14(2): 315–326.
- [7] Nurilmala, M., Jacoeb, A.M., dan Dzaky, R.A. 2017. Karakteristik Gelatin Kulit Ikan Tuna Sirip Kuning. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(2): 339–350.
- [8] Lantu, dkk. 2024. Peningkatan Nilai Tambah Hasil Samping Ikan Tuna (Tulang dan Kulit) Melalui Fortifikasi Kerupuk. *Jurnal Pengolahan Perikanan Tropis (JPPT)*, 3: 126–132.
- [9] Hasanah, U., Nurhidajah, N., & Sumardianto, S. (2020). Kandungan gizi dan karakteristik organoleptik crackers substitusi tepung ikan bandeng. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 10(1): 1–8.
- [10] Putra M. Ryo, Nopianti Rodiana, Herpandi. (2015). Fortifikasi Tepung Tulang Ikan Gabus (*Channa striata*). *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan- Fishtech*, 4(2): 128-139.
- [11] Korompot Abdul R.H, Fatimah Feti, Wuntu D. Audy. (2018). Kandungan Serat Kasar Dari Bakasang Ikan Tuna (*Thunnus sp.*) Pada Berbagai Kadar Garam, Suhu Dan Waktu Fermentasi. *Jurnal Ilmiah Sains* 18 (1) : 31-34.
- [12] Pratama, R. I., Rostini, I., & Liviawaty, E. (2014). Karakteristik biskuit dengan penambahan tepung tulang ikan jangilus (*Istiophorus sp.*). *Jurnal Akuatika*, 5(1).
- [13] Febry Fatmalina, Flora Rostika, Ningsih Windi Indah Fajar. (2024). Optimalisasi kandungan gizi cookies berbahan dasar ikan gabus dan jagung sebagai makanan tambahan untuk menanggulangi stunting pada balita. *Jurnal SAGO : Gizi dan Kesehatan*, 5(3) : 754-756.
- [14] Meiyasa, F., & Tarigan, N. (2020). Pemanfaatan Limbah Tulang Ikan Tuna (*Thunnus sp.*) Sebagai Sumber Kalsium Dalam Pembuatan Stik Rumput Laut. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 24(1): 67–76.
- [15] Khan, M. N. (2012). Development Of Protein Enriched Shrimp Crackers From Shrimp Shell Wastes. *J. Bangladesh Agril.*, 2(10): 367–374.
- [16] Slowing, K., Benedi, J., & Carretero, E. (2019). Dietary fiber and its role in the prevention of non-communicable diseases. *Nutrients*, 11(7), 1627.
- [17] Hadinoto, S., & Idrus, S. (2018). Proporsi dan Kadar Proksimat Bagian Tubuh Ikan Tuna Ekor Kuning (*Thunnus albacares*) dari Perairan Maluku. *Majalah BIAM*, 14(2): 51–57.
- [18] A Hafsiyah, N. A. (2018). Analisis Kandungan Gizi Tepung Tulang Ikan Tuna (*Thunnus sp.*) sebagai

- Alternatif Perbaikan Gizi Masyarakat. *Sifonoforos*, 1, 18-19.
- [19] Rahmawati, P. Z., & Wahyuni, A. L. (2021). Karakteristik kimia dan warna biscuit substitusi tepung cacing tanah (*lumbricus rubellus*) dan tepung ubi jalar oranye (*ipomoea batatas*) sebagai makanan tambahan potensial pada anak dengan hipoproteinemia. *Jurnal Nutrisia*, 23(1): 1-13.
- [20] Muchtadi, T. R., Sugiyono, & Ayustaningwarno, F. (2010). Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan. Bandung: Alfabeta.
- [21] Nugraeni, C.D., Dewi, D.P., Alawiyah, T., Salim, G., & Hutapea, T.P.H. 2023. Karakteristik Kimia dan Antioksidan Kerupuk Beras yang Terfortifikasi Rumput Laut *Eucheuma cottonii* dan Bawang Dayak. *Arwana: Jurnal Ilmiah Program Studi Perairan*, 5(2): 157-161.
- [22] Alkhamdan Taufik, Husain Rahim. (2022). Pemanfaatan Tepung Ikan Gabus (*Channa Striata*) Dalam Pembuatan Kerupuk Ikan. *Jurnal Jambura Fish Processing*, 4(1): 25-36
- [23] Suleiman, M. K., Aliero, A. A., & Gital, A. A. (2022). Nutritional evaluation of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) products processed by different methods. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 17(1): 1-9.
- [24] Devita Liza, Nurimala Mala, Lioe Nuryani H., Suhartono Maggy T. (2021). Chemical and Antioxidant Characteristics of Skin-Derived Collagen Obtained by Acid-Enzymatic Hydrolysis of Bigeye Tuna (*Thunnus obesus*). *Journal PMC PubMed Central*. 19 (4): 222.
- [25] Andhikawati, A., Junianto., Permana R., Oktavia Y. (2021). Review: Komposisi Gizi Ikan. *Jurnal Marinade*, Universitas Maritim Raja Ali Haji, hal. 76-84.
- [26] Nurilmala Mala, Hizbullahh H., H., Karnia E., Kusumaningtyas E., Ochiai Y. (2020). Characterization and Antioxidant Activity of Collagen, Gelatin, and Derived Peptides from Yellowfin Tuna (*Thunnus albacares*) Skin. *Journal PMC PubMed Central*. 18 (2): 98
- [27] Khalida A., Agustuno., Paramita W. L. (2017). Penambahan Lisin Pada Komersial Terhadap Retensi Protein Dan Retensi Energi Ikan Bawal Air Tawar. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. Universitas Airlangga, hal. 98-106.
- [28] Tarigan, E.R., Nair, H., & Swastawati, F. (2018). Profil asam amino ikan tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*) segar dan olahan. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 7(1): 1-8.