ISSN : 2621 - 1475

Karakteristik Gelatin Teripang Pasir (*Holothuria scabra*) yang Diekstrak Menggunakan Larutan Basa (NaOH) dengan Pengeringan Oven dan Dehidrasi Kulkas

Characteristics of Sand Sea Cucumber Gelatin (Holothuria scabra) Extracted Using Base Solution (NaOH) with Oven Drying and Refrigerator Dehydration

Nurtin Farida[1)], Ansharullah[2*)], Asnani[1)]

[1)]Jurusan Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Halu Oleo Jalan H.E.A Mokodompit Kampus Bumi Tridharma, Anduonohu, Kendari, Sulawesi Tenggara, Indonesia

[2)]Jurusan Ilmu Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Halu Oleo Jalan H.E.A Mokodompit Kampus Bumi Tridharma, Anduonohu, Kendari, Sulawesi Tenggara, Indonesia

Corresponding author[*)]: aansharullah@gmail.com (085340521372)

Cara sitasi: Farida, N., Ansharullah, & Asnani. (2026). Karakteristik Gelatin Teripang Pasir (*Holothuria scabra*) yang Diekstrak Menggunakan Larutan Basa (NaOH) dengan Pengeringan Oven dan Dehidrasi Kulkas. *Jurnal Fish Protech*, *9*(2): 218-228.

ABSTRACT

This study aims to analyze the characteristics of fresh sand sea cucumber (Holothuria scabra) and the physicochemical properties of its extracted gelatin using a 5% sodium hydroxide (NaOH) solution combined with two drying methods (oven drying and refrigerator dehydration) in three replications. A descriptive method was employed to evaluate the proximate composition (moisture, ash, protein, fat, and carbohydrate contents) and the amino acid profile of the fresh raw material. The tested physicochemical parameters of the gelatin included yield, gel strength, viscosity, and functional group analysis using Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy. The results demonstrated that oven drying yielded the best characteristics, producing a significantly higher yield (37.43%), gel strength (248.5 g Bloom), and viscosity (3.65 cP) compared to the refrigerator dehydration method, thus meeting commercial gelatin quality standards. Furthermore, FTIR analysis confirmed that the oven-dried gelatin possessed a more complete and stable functional group structure (Amides A, I, II, and III), exhibiting high structural similarity to commercial fish gelatin

Keywords: *FTIR, Gelatin, Holothuria scabra, NaOH Extraction, Oven Drying*.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik teripang pasir (*Holothuria scabra*) segar, serta sifat fisikokimia gelatin hasil ekstraksi menggunakan larutan natrium hidroksida (NaOH) 5% dengan dua metode pengeringan yaitu (oven dan dehidrasi kulkas) dengan tiga kali ulangan. Metode deskriptif digunakan untuk mengevaluasi komposisi proksimat (kadar air, abu, protein, lemak, dan karbohidrat) serta profil asam amino bahan baku segar. Parameter fisikokimia gelatin yang diuji meliputi rendemen, kekuatan gel, viskositas, dan analisis gugus fungsi menggunakan spektroskopi *Fourier Transform Infrared* (FTIR). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengeringan dengan oven memberikan hasil karakteristik terbaik dengan menghasilkan nilai rendemen (37,43%), kekuatan gel (248,5 g Bloom), dan viskositas (3,65 cP) yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan metode dehidrasi kulkas, sehingga telah memenuhi standar mutu gelatin komersial. Selain itu, analisis FTIR mengonfirmasi bahwa gelatin hasil pengeringan oven memiliki struktur gugus fungsi yang lebih lengkap dan stabil (Amida A, I, II, dan III) serta menunjukkan kemiripan struktural yang tinggi dengan gelatin ikan komersial.

Kata Kunci: *Ekstraksi NaOH, FTIR, Gelatin, Pengeringan Oven, Teripang Pasir.*

ISSN : 2621 - 1475

PENDAHULUAN

Perairan laut Indonesia merupakan zona tropis yang terkenal dengan Keanekaragaman hayati laut yang unik pada beberapa ekosistemnya, mencakup banyak biota laut yang memiliki kepentingan ekonomi dan ekologi yang signifikan, termasuk terumbu karang. Berbagai macam organisme laut tumbuh subur dan berlimpah di perairan Indonesia. Salah satu aset biologis yang penting adalah teripang (*Holothuroidea*), yang diakui sebagai sumber daya perikanan yang memiliki signifikasi ekonomi cukup besar. Pemanfaatan teripang di Indonesia sebagai bahan pangan masih tergolong rendah dibandingkan produk perikanan lainnya. Sementara itu, teripang dikenal sebagai sumber biofarmaka yang potensial serta kaya akan nutrisi, khususnya protein. Sejalan dengan hal tersebut, beberapa penelitian membuktikan bahwa kandungan protein kolagen yang tinggi pada dinding tubuh teripang sangat potensial untuk dikonversi menjadi gelatin berkualitas tinggi (Pangestuti *et al.,* 2021).

Potensi tersebut salah satunya ditemukan pada teripang pasir (*Holothuria scabra*), spesies bernilai ekonomis tinggi yang memiliki kandungan kolagen signifikan. Karnila *et al.* (2020), melaporkan bahwa serat kolagen pada jaringan ikat *H. scabra* merupakan komponen protein paling dominan yang menyusun dinding tubuhnya. Hal ini sejalan dengan temuan Syahputra *et al*. (2021), yang menyatakan bahwa matriks dinding tubuh teripang pasir didominasi oleh protein kolagen yang dapat diisolasi secara optimal melalui metode ekstraksi asam-basa. Tingginya kandungan kolagen fungsional tersebut memberikan peluang besar untuk dikonversi menjadi gelatin komersial melalui proses hidrolisis parsial.

Penggunaan larutan basa sebagai proses hidrolisis menjadi salah satu yang sering digunakan dalam pembuatan gelatin, seperti penggunaan larutan natrium hidroksida (NaOH). Pemilihan konsentrasi dan lama perendaman dalam NaOH harus disesuaikan agar tidak merusak struktur kolagen yang berdampak pada mutu akhir gelatin. Konsentrasi NaOH yang tepat sangat mempengaruhi rendemen serta karakteristik fisikokimia gelatin, seperti viskositas, kejernihan, dan kekuatan gel. Nurilmala *et al*. (2017), melaporkan bahwa penggunaan larutan NaOH 5% pada kulit ikan pari selama 48 jam mampu menghasilkan gelatin dengan rendemen dan viskositas yang baik, sehingga penggunaan konsentrasi ini dapat digunakan untuk bahan baku lain seperti teripang pasir.

Pengeringan bahan baku sebelum proses ekstraksi merupakan salah satu faktor penentu mutu gelatin yang dihasilkan. Tahap ini bertujuan untuk menurunkan kadar air bahan guna mencegah kerusakan selama masa penyimpanan, sekaligus menjaga stabilitas struktur kolagen sebagai bahan dasar pembentukan gelatin. Dalam implementasinya, metode pengeringan seperti penggunaan oven dan dehidrasi kulkas memiliki mekanisme yang berbeda dalam menghilangkan molekul air dari jaringan teripang pasir (*H. scabra*).

Metode pengeringan dengan oven banyak digunakan karena mampu menurunkan kadar air secara cepat melalui pemanfaatan suhu tinggi. Namun, paparan termal yang berlebihan berisiko menyebabkan degradasi protein, sehingga berpotensi menurunkan kualitas gelatin yang dihasilkan, sebaliknya dehidrasi kulkas menggunakan suhu rendah yang memungkinkan pengurangan kadar air secara bertahap tanpa merusak stabilitas protein.

Perbedaan kondisi suhu selama proses pengeringan tersebut diduga kuat memengaruhi karakteristik struktural kolagen yang diekstraksi, yang pada gilirannya berdampak langsung pada sifat fisik maupun kimia produk gelatin akhirnya. Araújo *et al.* (2021) melaporkan bahwa peningkatan suhu pengeringan menyebabkan penurunan kekuatan gel, sedangkan kondisi optimum pengeringan konvektif pada suhu 59,14 °C menghasilkan gelatin dengan kekuatan gel sebesar 507,33 g dan kadar protein 90,71%. Sebagai alternatif, dehidrasi kulkas menggunakan suhu rendah sehingga berpotensi meminimalkan kerusakan protein selama proses pengeringan. Namun, informasi mengenai pengaruh pengeringan oven dan dehidrasi kulkas terhadap karakteristik gelatin teripang pasir (*H. scabra*) yang diekstrak menggunakan larutan NaOH masih terbatas.

Oleh sebab itu, penelitian ini penting dilakukan untuk mengetahui bagaimana perbedaan metode pengeringan oven dan dehidrasi kulkas mempengaruhi karakteristik gelatin teripang pasir hasil ekstraksi menggunakan larutan basa (NaOH). Diharapkan, hasil penelitian ini dapat memberikan informasi ilmiah mengenai metode pengolahan yang tepat untuk menghasilkan gelatin berkualitas tinggi, sekaligus mendukung pemanfaatan sumber daya laut secara berkelanjutan dan halal.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah teripang pasir segar (*H. scabra*) diperoleh dari nelayan wilayah pesisir Desa Tapulaga, Kecamatan Soropia, Kabupaten Konawe dan bahan lainnya yaitu larutan basa (NaOH), asam asetat (CH_3COOH)dan

ISSN : 2621 - 1475

aquades. Alat-alat utama yang digunakan untuk penelitian karakteristik gelatin teripang pasir meliputi: spatula, *beaker glass, water bath* (Memmert), timbangan analitik (Ohaus), pH meter (Hanna Instruments), Erlenmeyer, oven (Memmert), kertas saring, gelas ukur, cawan porselen, labu takar, nampan plastik, toples ukuran sedang, mortar dan *pestle*, alat uji *texture analyzer* (Brookfield CT3), serta *viscometer* (Brookfield), serta kulkas laboratorium (*laboratory refrigerator;* Sharp) yang digunakan dalam proses dehidrasi sampel.

Metode

Prosedur Penelitian

Persiapan Sampel Segar Teripang Pasir

Preparasi sampel diawali dengan membersihkan 4 kg teripang pasir dari kontaminan fisik yang menempel, seperti pasir dan makroalga, menggunakan air mengalir. Teripang yang telah bersih kemudian disiangi dengan membelah bagian bawah tubuh untuk menghilangkan jeroan dan pasir yang terdapat di dalam perut teripang. Setelah proses pembersihan dan penyiangan selesai, dilakukan pengujian proksimat dan analisis asam amino pada sebagian sampel teripang pasir segar. Selanjutnya, teripang yang telah bersih dibagi menjadi dua bagian, masing-masing sebanyak 1,5 kg. Bagian pertama dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60°C selama 12 jam, sedangkan bagian kedua dikeringkan di kulkas pada suhu 4°C selama 48 jam.

Ekstrak Gelatin Teripang Pasir yang Dikeringkan Oven dan Kulkas

Ekstraksi gelatin dari teripang pasir halal merujuk pada Nugraheni *et al.* (2021) yang dimodifikasi. Tahap pembuatan gelatin dimulai dengan cara sebanyak 150 g teripang pasir kering dari oven dan kulkas yan telah dilakukan pengecilan ukurannya selanjutnya dilakukan proses perendaman menggunakan NaOH 5% dengan perbandingan 1:3 (w/v). Perlakuan perendaman dilakukan selama 48 jam. Filtrat yang diperoleh dari hasil perendaman kemudian ditimbang dan dicatat hasilnya. Teripang hasil perendaman NaOH selanjutnya direndam menggunakan asam asetat sampai diperoleh tingkat pH yang netral. Sampel yang telah direndam dan telah dinetralkan selanjutnya ditambahkan aquades (1:3 (w/v)) dan diekstraksi selama 5 jam pada suhu 80 °C menggunakan *water bath*. Hasil ekstraksi selanjutnya disaring menggunakan kertas saring untuk menghasilkan larutan gelatin. Larutan gelatin yang diperoleh kemudian dioven pada suhu 70 °C selama 3-5 jam untuk menghasilkan serbuk gelatin untuk dianalisis.

Prosedur Analisis

Analisis Proksimat dan Asam Amino Teripang Pasir Segar

Analisis proksimat teripang pasir segar, meliputi kadar air, protein, lemak, dan abu dilakukan menurut metode AOAC (2005). Karbohidrat dihitung sebagai selisih antara 100 dan jumlah total air, lemak, protein, dan abu. Sementara itu profil asam amino sampel dilakukan menurut metode Sroyraya *et al.* (2017).

Rendemen Gelatin Teripang Pasir

Rendemen gelatin (%) teripang dihitung menggunakan metode AOAC (2005). Perhitungan rendemen gelatin diperoleh berdasarkan perbandingan antara bobot kering gelatin dengan bobot awal teripang kering, Karnila *et al*. (2011).

Viskositas

Analisis viskositas terhadap gelatin dilakukan berdasarkan AOAC (2005), Larutan sampel dibuat pada konsentrasi 6,67% (basis basah). Larutan kemudian diukur viskositasnya menggunakan *Brookfield Syncro-Ectric Viscometer.* Pengujian dilakukan pada suhu 60°C dengan kecepatan 60 rpm menggunakan spindel no. 1, dan hasilnya disajikan dalam satuan cP.

Kekuatan Gel

Kekerasan gel diukur dengan terlebih dahulu membuat larutan sampel sebanyak 7,5 g yang dilarutkan dalam 105 ml air suling. Larutan diaduk pada hot plate selama 15 menit pada suhu 60°C, kemudian didinginkan selama 2 jam pada suhu 10 °C. Kekerasan gel kemudian diuji menggunakan *Brookfield CT3 Texture Analyzer* pada kecepatan probe 0,5 m/s, dan dilakukan dalam satuan g bloom.

Karakteristik Gugus Fungsi Gelatin (FTIR)

Gugus fungsi sampel diukur dengan *Fourier transform infrared* (FTIR). Pengujian dilakukan dengan metode Ananda *et al.* (2018), di mana spektrum FTIR sampel diperoleh dari 2 mg gelatin dalam 100 mg KBr (kalium bromida) dan diletakkan pada sel kristal spektrofotometer FTIR. Pengukuran dilakukan pada 4000– 500 cm–1 pada suhu kamar.

Analisis Data

Penelitian karakteristik gelatin teripang pasir yang diekstrak menggunakan larutan basa (NaOH) dengan pengerigan oven dan kulkas tiga kali ulangan dianalisis secara deskriptif. Teknik analisis data dihitung menggunakan Ms. Excel untuk melihat rata-rata

ISSN : 2621 - 1475

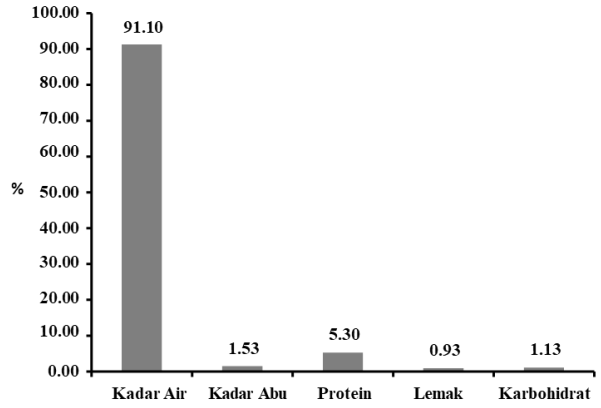
persentase nilai rendemen, viskositas, kekuatan gel, dan analisis FTIR.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Karakteristik Proksimat Teripang Pasir Segar

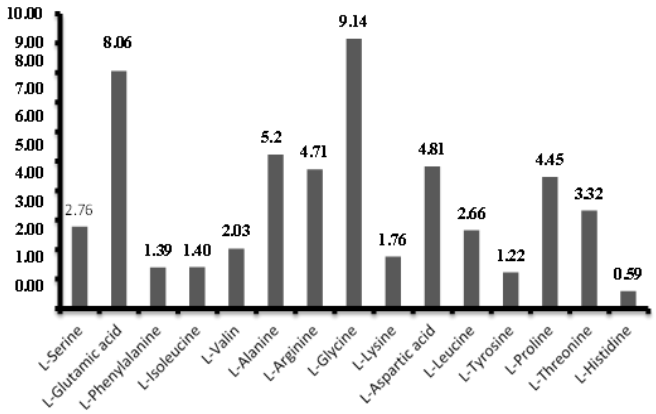
Hasil komposisi proksimat dari teripang pasir segar disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil uji proksimat teripang pasir segar

Asam Amino Teripang Pasir Segar

Hasil identifikasi asam amino dari teripang pasir segar pada penelitian ini menjukkan bahwa teripang pasir mengandung berbagai jenis asam amino esensial dan non esensial yang penting untuk pemenuhan kebutuhan nutrisi dan fungsi biologis. Komposisi asam amino tersebut menggambarkan kandungan protein yang berkualitas. Profil lengkap komposisi asam amino teripang pasir segar dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Hasil uji asam amino teripang pasir segar

Nilai Rendeman Gelatin Teripang Pasir

Pengukuran terhadap nilai rendemen untuk menilai seberapa efektif proses pengolahan gelatin. Dua metode pengeringan yang diterapkan adalah pengeringan menggunakan oven dan pengeringan di kulkas. Gelatin direndam dalam larutan NaOH 5% selama 48 jam untuk memaksimalkan proses ekstraksi. Hasil dari pengukuran nilai rendemen gelatin yang diperoleh pada penelitian ini disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Nilai rendemen gelatin teripang pasir 3 kali ulangan

Pengeringan Teripang Pasir	Teripang Kering (g)	Gelatin Kering (g)	Rendeman (%)
P1	U1=50,3	U1=16,8	33,3
	U2=50,6	U2=19,7	38,9
	U3=50,1	U3=20,1	40,1
Rata-rata			37,43%
P2	U1=50,29	U1=3,19	6,34
	U2=50,01	U2=3,02	6,03
	U3=50,05	U3=3,08	6,15
Rata-rata			6,34%

Keterangan : n= 3 kali ulangan
P1 = Perlakuan pengeringan dengan oven
P2 = Perlakuan pengeringan dengan kulkas

Karakteristik Fisikokimia

Karakteristik fisikokimia dari gelatin teripang pasir yang dianalisis adalah viskositas dan kekuatan gel. Hasil analisis viskositas dan kekuatan gel dari gelatin yang dihasilkan pada perlakuan pengeringan oven dan kulkas pada penelitian ini disajikan pada Tabel 2 berikut.

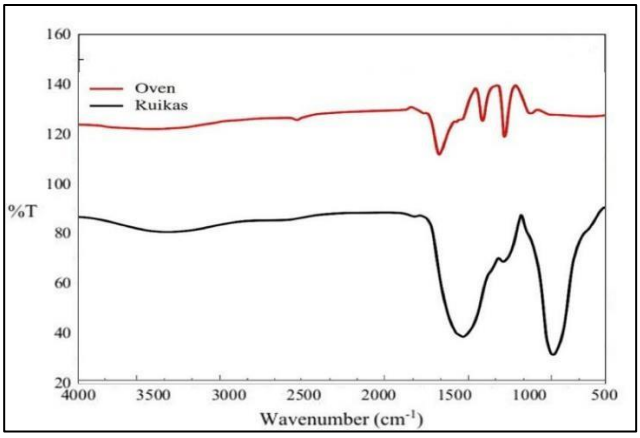
Tabel 2. Hasil uji karakteristik fisikokimia gelatin teripang pasir

Parameter	Perlakuan Pengeringan Teripang Pasir		British Standart 757b
	Oven	Kulkas	
Kekuatan Gel	248,5± 2,23	59,9±2,23	40-300 g Bloom
Viskositas	3, 65± 0,15	1,76±0,05	1,5-7 cP

Karakteristik Gugus Fungsi Gelatin (FTIR)

Karakterisasi gugus fungsi gelatin dari teripang pasir dengan pengukuran dilakukan pada 4000– 500 cm–1 pada suhu kamar. Hasil analisis gugus fungsi gelatin yang dihasilkan pada perlakuan pengeringan oven dan kulkas pada penelitian ini disajikan pada Gambar 3 berikut.

ISSN : 2621 - 1475



Gambar 3. Spektrum hasil pengukuran dari gelatin teripang pasir dengan menggunakan spektrofotometer FTIR

Tabel 3. Hasil analisis gugus fungsi FTIR gelatin P1 dan P2

Daerah Serapan	Bilangan Gelombang (cm^{-1})	Gelatin		Keterangan
		P1	P2	
Amide A	-3300	3370	3271	*Stretching* gugus NH dan OH
Amide I	1600-1690	1647	1640	*Stretching* gugus C=O (karbonil)
Amide II	1480-1575	1437	1548	*Bending* NH dan *Stretching* CN
Amide III	1229-1301	1280	-	*Stretching* CN dan *bending* NH
CH_3	1460-1380	1393	-	*Bending* CH (rantai samping)

Pembahasan

Komposisi Proksimat Teripang Pasir Segar

Berdasarkan hasil penelitian, teripang pasir segar memiliki kadar air sebesar 91,10%, kadar lemak 0,93%, kadar abu 1,53%, kadar protein 5,30%, dan karbohidrat 1,13%. Kadar air yang terdeteksi sebesar 91,10% menjadi komponen paling dominan dalam jaringan teripang yang diuji. Nilai ini mengindikasikan bahwa teripang pasir yang digunakan memiliki kesegaran tinggi dan belum melalui proses penyimpanan jangka panjang. Kandungan air ini berperan penting dalam menjaga turgiditas jaringan, mendukung metabolisme seluler, serta menentukan tekstur kenyal khas teripang segar.

Kadar air teripang pasir pada penelitian ini masih berada dalam rentang yang dilaporkan oleh Zhang *et al*. (2020), yaitu antara 85–91% untuk berbagai spesies teripang. Hal ini menunjukkan bahwa tingginya kadar air tersebut sejalan dengan karakteristik fisiologis khas dari *H. scabra*.

Kandungan lemak dari teripang pasir segar dalam penelitian ini adalah sebesar 0,93%. Lemak tersebut umumnya berasal dari asam lemak tak jenuh yang penting untuk aktivitas biologis. Nilai ini masih dalam kisaran wajar untuk spesies teripang segar, mengingat Bordbar *et al.* (2011), melaporkan bahwa teripang merupakan bahan pangan rendah lemak dan kolesterol.

Penelitian oleh Sroyraya *et al.* (2017), pada *H. scabra* menunjukkan bahwa organisme ini mengandung kadar lemak yang sangat rendah sekitar 1,55% pada seluruh tubuh dan 1,02% pada dinding tubuh. Kadar lemak yang rendah ini memperkuat validitas temuan pada penelitian ini dan menunjukkan karakteristik bahan baku yang ideal untuk menghasilkan gelatin dengan tingkat kemurnian tinggi tanpa gangguan lipid berlebih (Bordbar *et al*., 2011).

Analisis kadar abu menunjukkan hasil sebesar 1,53% dari berat basah. Kandungan abu ini mencerminkan total mineral anorganik yang terkandung dalam tubuh teripang pasir segar yang diuji. Hasil ini sejalan dengan penelitian Husnawati *et al.* (2024), yang melaporkan kadar abu teripang pasir segar berkisar antara 1% hingga 2%. Oleh karena itu, kadar abu dari spesimen yang digunakan dalam penelitian ini menunjukkan stabilitas kandungan mineral dalam jaringan *H. scabra* segar dari lokasi pengambilan sampel.

Kadar protein teripang pasir segar tercatat sebesar 5,30%. dari berat basah. Meskipun nilai ini relatif lebih rendah daripada kandungan protein pada ikan atau daging, tetapi teripang pasir tetap menjadi alternatif yang prospektif sebagai sumber protein laut. Protein tersebut dikenal memiliki profil asam amino esensial yang baik dan potensial sebagai bahan baku fungsional. Barzkar *et al*. (2024), menyatakan bahwa dinding tubuh teripang mengandung protein struktural yang sebagian besar terdiri dari kolagen, yang dapat diekstraksi menjadi gelatin dan memiliki aplikasi luas di industri pangan, *nutraceutical*, farmasi, dan kosmetik karena sifat fungsionalnya sebagai gelatin dan bioaktif lainnya. Nilai protein ini konsisten dengan analisis proksimat beberapa spesies teripang yang melaporkan kadar protein di kisaran 0,87% sampai 6,2% serta komposisi asam amino yang kaya, menjadikannya sumber nutrisi yang menjanjikan untuk pengembangan produk pangan fungsional maupun ekstraksi protein bioaktif.

Kadar karbohidrat yang relatif rendah, yaitu 1,13%, merupakan karakteristik umum pada organisme laut invertebrata. Asjun *et al.* (2023), menyebutkan bahwa teripang dan biota laut sejenis lebih mengandalkan protein

ISSN : 2621 - 1475

dan lemak sebagai sumber energi utama, sehingga kadar karbohidratnya cenderung minimal.

Penelitian yang dilakukan oleh Elfath *et al.* (2019) di wilayah pesisir Sudan menunjukkan bahwa teripang pasir segar (*H. Scabra*) memiliki kadar air sebesar 89,17%, kadar protein 5,06%, kadar lemak 0,29%, kadar abu 1,01%, dan kadar karbohidrat 4,47%. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian ini, kadar air dan protein menunjukkan nilai yang serupa, yaitu masing- masing 91,10% dan 5,30%. Namun, terdapat perbedaan mencolok pada kadar lemak, dimana penelitian tersebut melaporkan kadar lemak yang jauh lebih rendah (0,29%) dibandingkan kadar lemak dalam penelitian ini yang mencapai 5,30%. Selain itu, kadar abu dalam penelitian tersebut sedikit lebih rendah, sedangkan kadar karbohidrat yang ditemukan justru lebih tinggi daripada hasil penelitian ini.

Perbedaan nilai komposisi proksimat ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti perbedaan lokasi pengambilan sampel, musim penangkapan, umur teripang, serta metode analisis yang digunakan. Faktor lingkungan dan kondisi habitat juga sangat memengaruhi kandungan nutrisi pada teripang pasir. Meskipun demikian, baik hasil penelitian ini maupun Elfath *et al.* (2019), sama-sama menunjukkan bahwa teripang pasir segar memiliki kadar air dan protein yang cukup tinggi, sehingga sangat potensial untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pangan maupun produk olahan bernilai tambah.

Asam Amino Teripang Pasir Segar

Berdasarkan Gambar 2 pada diagram terlihat bahwa profil asam amino dari teripang pasir segar yang teridentifikasi yaitu sebanyak 15 jenis asam amino yang berkisar antara 0,59-9,14%. Asam amino glisin memiliki persentase yang paling tinggi dibandingkan dengan yang lain yang dimana memperoleh nilai sebesar 9,14%, diikuti asam glutamat dan alanin. Sedangkan yang terendah yaitu pada asam amino histidine. Tingginya persentase asam amino terutama asam amino glisin dan terdapatnya asam amino prolin mengindikasikan bahwa teripang pasir memiliki potensi yang cukup besar dalam menghasilkan gelatin. Hal ini sesuai dengan Yuswan *et al*. (2021), bahwa gelatin tersusun atas kandungan asam amino yang dominan meliputi glisin, prolin, dan hidroksiprolin.

Asam amino teripang pasir pada penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Bordbar *et al*. (2011) dan Sumbad *et al*. (2020), yang juga menemukan dominasi glisin, prolin, dan asam glutamat pada spesies *H. scabra* maupun spesies teripang lainnya. Glisin dan prolin merupakan asam amino dominan yang menyumbang struktur utama kolagen dalam jaringan tubuh teripang. Kesamaan ini menunjukkan bahwa pola dominasi asam amino non-esensial merupakan ciri khas umum dari genus *Holothuria* dan berperan penting dalam nilai fungsionalnya sebagai sumber gelatin. Sementara itu, kelompok asam amino esensial seperti leusin, treonin, lisin, dan valin juga terdeteksi, meskipun dalam konsentrasi yang lebih rendah dibandingkan dengan asam amino non-esensial. Keberadaan asam amino esensial ini memberikan nilai tambah dari segi gizi. Asam amino esensial tersebut memiliki fungsi penting dalam perbaikan jaringan, pembentukan enzim, serta dukungan terhadap pertumbuhan dan sistem kekebalan tubuh. Meski kadarnya kecil, kehadiran asam amino ini memperkuat potensi teripang pasir sebagai bahan pangan bernilai gizi tinggi.

Nilai Rendeman Gelatin Teripang Pasir

Rendemen dihitung berdasarkan perbandingan antara gelatin serbuk yang dihasilkan dengan bobot teripang pasir kering sebagai bahan baku. Penelitian ini menunjukkan bahwa metode dan kondisi pengeringan bahan baku teripang pasir segar (*H. scabra*) berpengaruh signifikan terhadap rendemen gelatin yang dihasilkan. Berdasarkan Tabel 1, rendemen tertinggi diperoleh dari bahan baku yang dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60°C selama 12 jam, yaitu sebesar 37,43%. Sebaliknya, bahan baku yang disimpan dalam kulkas pada suhu 4°C selama 48 jam hanya menghasilkan rendemen sebesar 6,34%. Perbedaan yang mencolok ini mengindikasikan bahwa kondisi awal bahan baku sebelum proses ekstraksi sangat menentukan keberhasilan pelepasan gelatin

Pengeringan menggunakan oven pada suhu sekitar 59–60 °C selama ±12 jam efektif menurunkan kadar air pada bahan baku segar dan menghasilkan gelatin dengan sifat fisikokimia dan fungsional yang diinginkan, yang mendukung penetrasi larutan basa dalam perendaman serta denaturasi awal kolagen, hal ini sejalan dengan hasil penelitian oleh Araújo *et al.* (2021) menemukan bahwa kondisi pengeringan tersebut memberikan gelatin dengan kadar air terendah dan struktur protein yang sesuai untuk proses ekstraksi yang efisien.

Sebaliknya, bahan baku yang hanya didinginkan dalam kulkas 4°C selama 48 jam tetap dalam kondisi segar dan basah, sehingga kandungan airnya masih tinggi. Hal ini menyebabkan jaringan kolagen cenderung rapat dan tidak terpecah secara mikrostruktur, sehingga proses penetrasi larutan basa menjadi tidak maksimal. Bahan baku segar yang memiliki kadar air tinggi cenderung memperlambat laju difusi pelarut ke dalam jaringan, sehingga dapat menghambat proses ekstraksi gelatin dari kolagen. Hal ini karena struktur jaringan belum terbuka

ISSN : 2621 - 1475

secara optimal sebelum perlakuan pre-treatment sehingga resistensi terhadap penetrasi larutan meningkat (Mulyani *et al.,* 2017). Sebelum tahap ekstraksi, bahan baku umumnya direndam dalam larutan NaOH 5% sebagai perlakuan alkali awal, yang berfungsi untuk melebarkan struktur kolagen, menghilangkan protein non-kolagen, dan memecah ikatan silang antar serat kolagen sehingga mempermudah gelatin dilepaskan saat proses lanjutan (Ramli *et al.,* 2020). Larutan basa pada konsentrasi menengah seperti 5% terbukti efektif dalam melepas gelatin dari struktur kolagen, terutama bila didahului pengeringan yang memadai untuk mengurangi kadar air dan memaksimalkan keterbukaan jaringan (Gustami, 2024).

Kondisi bahan baku yang dikeringkan menggunakan oven tidak hanya lebih ringan secara massa, tetapi juga menyebabkan perubahan struktur kolagen yang mempermudah larutan basa meresap dan bekerja secara maksimal dalam tahap *pretreatment.* Sebaliknya, bahan segar yang disimpan dalam kulkas tetap kenyal dan lembap, sehingga jaringan masih padat dan lebih sulit ditembus larutan basa selama *pretreatment* ekstraksi gelatin. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa metode pengeringan panas seperti oven dapat memodifikasi struktur kolagen sehingga mengurangi kadar air dan mempermudah penetrasi kimiawi selama perlakuan basa/alkali, dibandingkan dengan bahan yang tidak melalui tahap pengeringan intensif (Rather *et al*., 2022; Omar *et al*., 2016).

Efisiensi pengeringan oven juga mencerminkan keunggulan dari sisi teknis dan ekonomis. Meskipun durasi pengeringan hanya 12 jam, hasil rendemennya lebih tinggi dibandingkan dengan bahan yang disimpan dalam kulkas selama 48 jam. Selain menghemat waktu, metode ini juga cocok untuk pengolahan skala laboratorium maupun skala produksi kecil. Studi-studi terbaru menunjukkan bahwa pengeringan bahan gelatin pada suhu oven/hot air dalam kisaran 55–70 °C dapat menjadi metode yang efisien untuk memperoleh rendemen dan kualitas gelatin yang baik dari bahan baku kolagen, karena panas moderat membantu modifikasi struktur protein kolagen tanpa kerusakan besar yang merugikan, sehingga meningkatkan kemampuan penetrasi larutan dan pelepasan gelatin selanjutnya (Araújo *et al*., 2021; Tkaczewska *et al*., 2019). Sebaliknya, penyimpanan bahan pada suhu rendah (misalnya di kulkas) bukan merupakan perlakuan denaturasi panas, sehingga struktur kolagen tetap rigid dan tidak banyak berubah, yang dapat menjadi alasan rendahnya rendemen pada perlakuan pendinginan.

Dengan demikian, kombinasi antara pengeringan bahan baku teripang pasir segar menggunakan oven 60°C selama 12 jam dan perendaman dalam NaOH 5% selama 48 jam terbukti paling optimal dalam menghasilkan gelatin. Rendemen yang tinggi mencerminkan efektivitas metode ini dalam mempersiapkan bahan baku dan memfasilitasi pelepasan gelatin secara maksimal.

Karakteristik Fiskokimia

Viskositas

Hasil analisis viskositas menunjukkan bahwa metode pengeringan bahan baku *teripang pasir segar* (*H. scabra*) berpengaruh signifikan terhadap kualitas fisik gelatin yang dihasilkan. Viskositas gelatin dari bahan baku yang dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60°C selama 12 jam tercatat sebesar 3,65 cP, sedangkan viskositas gelatin dari bahan yang dikeringkan menggunakan kulkas 4°C selama 48 jam hanya sebesar 1,76 cP. Meskipun keduanya masih berada dalam kisaran standar viskositas gelatin menurut British Standard 757b (1,5–7 cP), perbedaan nilai ini menunjukkan bahwa pengeringan oven menghasilkan gelatin dengan kemampuan membentuk larutan kental yang lebih baik.

Viskositas merupakan salah satu indikator penting dalam menentukan kualitas fungsional gelatin. Nilai viskositas berkaitan erat dengan struktur molekul gelatin, termasuk berat molekul rata-rata dan panjang rantai peptida dalam gelatin, yang terbentuk selama proses hidrolisis kolagen. Proses penanganan bahan baku, termasuk pengeringan dengan oven, dapat memengaruhi distribusi ukuran molekul dan rantai peptida tersebut, sehingga berdampak pada viskositas larutan gelatin akhir. Pengolahan yang mempertahankan panjang rantai peptida dan mencegah hidrolisis berlebihan cenderung menghasilkan gelatin dengan berat molekul yang lebih tinggi dan viskositas yang lebih besar, dibandingkan produk dari perlakuan yang menyebabkan pemutusan ikatan peptida yang terlalu intensif (*Joy et al*., 2024).

Sebaliknya, bahan baku yang hanya didinginkan dalam kulkas tetap menyimpan kadar air tinggi, yang menyebabkan jaringan kolagen tetap utuh dan padat. Kondisi ini tidak mendukung proses denaturasi yang diperlukan dalam ekstraksi gelatin, sehingga hasil akhirnya adalah gelatin dengan rantai peptida lebih pendek dan berat molekul rendah, yang menyebabkan viskositasnya juga lebih rendah. Literatur terbaru menunjukkan bahwa gelatin dengan distribusi berat molekul rendah cenderung memiliki viskositas yang lebih kecil, karena minimnya pemutusan struktur kolagen akibat tidak adanya perlakuan panas atau denaturasi awal yang memadai (Joy *et al*., 2024; Huang *et al*., 2020). Rendahnya viskositas tersebut menunjukkan keterbatasan pengeringan kulkas dalam mempersiapkan bahan baku untuk menghasilkan gelatin berkualitas tinggi.

ISSN : 2621 - 1475

Penelitian lain juga memperkuat temuan ini, bahwa gelatin dari bahan baku yang mengalami dehidrasi termal memiliki viskositas lebih tinggi karena proses denaturasi awal membantu pembukaan struktur *triple helix* kolagen menjadi bentuk *random coil*, yang penting dalam pembentukan jaringan koloid kental. Literatur menunjukkan bahwa perlakuan panas moderat dapat mengubah konformasi kolagen dan meningkatkan interaksi antar rantai gelatin, sehingga menghasilkan viskositas dan sifat reologi yang lebih baik (Zhang *et al*., 2022; Araújo *et al.,* 2021). Oleh karena itu, suhu pengeringan yang dikendalikan seperti dalam metode oven berperan penting dalam tahap awal pengolahan gelatin, meskipun proses ekstraksi dilakukan kemudian.

Gelatin dengan viskositas tinggi umumnya memiliki kestabilan termal dan kemampuan membentuk gel yang lebih kuat, karena jaringan koloid yang terbentuk lebih rapat dan interaksi antar rantai gelatin yang lebih intens (Zhang *et al*., 2022; Joy *et al.,*2024). Hal ini menjadikan gelatin dari pengeringan oven lebih unggul secara komersial dibandingkan gelatin dari bahan baku segar yang hanya mengalami pendinginan. Dengan demikian, perbedaan signifikan dalam viskositas antara kedua metode pengeringan bahan baku menunjukkan bahwa pengeringan oven 60 °C selama 12 jam merupakan perlakuan yang lebih optimal untuk produksi gelatin dari *H. scabra*. Selain menghasilkan rendemen yang lebih tinggi, gelatin yang dihasilkan juga memiliki kualitas fungsional lebih baik, terutama dari segi kemampuan membentuk larutan kental dan jaringan gel yang stabil.

Kekuatan Gel

Perlakuan pengeringan bahan baku teripang pasir segar menggunakan oven 60°C selama 12 jam, diikuti perendaman dalam larutan NaOH 5% selama 48 jam, menghasilkan gelatin dengan kekuatan gel sebesar 248,5 gBloom. Nilai ini masih berada dalam rentang standar British Standard 757b (40–300 gBloom), dan menunjukkan bahwa metode ini efektif dalam menghasilkan gelatin berkualitas tinggi. Sebaliknya, gelatin dari bahan baku yang dikeringkan menggunakan kulkas 4°C selama 48 jam menunjukkan kekuatan gel yang jauh lebih rendah, yaitu 59,9 gBloom, mendekati batas bawah standar tersebut.

Perbedaan kekuatan gel ini dapat dijelaskan oleh proses denaturasi kolagen dan pemecahan ikatan silang protein yang lebih efektif terjadi pada suhu pengeringan yang lebih tinggi. Menurut Gunawan *et al*. (2017), suhu pengeringan oven mampu menurunkan kadar air secara signifikan dan melonggarkan struktur kolagen, sehingga memudahkan penetrasi larutan basa dan pelepasan molekul gelatin dengan berat molekul tinggi. Molekul-molekul ini, ketika dilarutkan kembali, dapat membentuk jaringan gel yang kuat. Penelitian serupa oleh Widyaninggar *et al.* (2012) juga menunjukkan bahwa gelatin dari kulit ikan lele yang dikeringkan dengan suhu tinggi memiliki kekuatan gel yang lebih besar, yaitu berkisar antara 69 hingga 90 gBloom, dibandingkan bahan yang tidak mengalami dehidrasi optimal sebelumnya.

Selain itu, perendaman dalam larutan NaOH 5% memiliki peran penting dalam meningkatkan kekuatan gel. Proses ini membantu memecah protein non-kolagen, lemak, dan ikatan silang kolagen yang menghambat ekstraksi, sebagaimana dilaporkan oleh pamaharyani *et al.* (2020), dalam penelitian mereka terhadap kulit ikan patin. Kombinasi antara pengeringan oven dan perlakuan basa menciptakan kondisi yang ideal untuk menghasilkan gelatin dengan berat molekul tinggi dan struktur peptida panjang, yang berkontribusi langsung terhadap peningkatan kekuatan gel.

Karakterisasi Gugus Fungsi Gelatin (FTIR)

Spektroskopi FTIR (*Fourier Transform Infrared*) digunakan untuk memastikan bahwa hasil ekstraksi dari bahan baku teripang pasir (*H. Scabra*) memang berupa gelatin, melalui deteksi gugus fungsi spesifik dari molekul protein hasil hidrolisis kolagen.

Pada Amide A, gelatin oven menunjukkan puncak di 3370 cm^{-1}, gelatin kulkas pada 3271 cm^{-1}, dan gelatin ikan komersial secara umum berada pada rentang area 3200–3400 cm^{-1}. sebagaimana ditinjau oleh Muyonga *et al.* (2004). Puncak ini berhubungan dengan regangan N-H dan O-H, yang mencerminkan keberadaan gugus amina dan hidroksil. Fatimah (2021), dalam penelitiannya pada gelatin ikan mujair juga melaporkan puncak Amide A di kisaran 3300 cm^{-1}, yang mendekati hasil oven, menunjukkan struktur amina yang kuat pada gelatin berkualitas baik

Serapan Amide I pada gelatin oven berada di 1647 cm^{-1}, sesuai dengan kisaran umum gelatin ikan komersial yaitu pada rentang 1600-1700 cm^{-1}, (khususnya daerah 1630-1660 cm^{-1}, sebagaimana dijelaskan dalam studi Muyonga *et al.* (2004). Puncak pada gelatin oven ini juga mendekati nilai serapan gelatin komersial ikan sebesar 1635 cm^{-1}, yang dikaji dalam penelitian Benjakul *et al.* (2011). Gugus ini menunjukkan regangan C=O (karbonil) dari struktur sekunder protein (heliks α). Sementara itu, puncak pada gelatin kulkas bergeser jauh ke 1548 cm^{-1}, menandakan struktur yang kurang stabil akibat suhu

ISSN : 2621 - 1475

rendah pengeringan yang tidak mendukung denaturasi kolagen secara optimal.

Puncak Amida II, yang merepresentasikan tekukan N–H dan regangan C–N, hanya terdeteksi pada gelatin hasil pengeringan oven di sejumlah gelombang $1437\ cm^{-1}$, sedangkan pada gelatin pengeringan kulkas puncak tersebut tidak teridentifikasi. Hal ini menunjukkan bahwa pengeringan oven berperan penting dalam mempertahankan keutuhan struktur ikatan peptida dari kerusakan selama proses pengeringan. Adanya pergeseran puncak (*shifting*) jika dibandingkan dengan gelatin sapi komersial yang berada pada 1540 cm^{-1} (Juliasti, 2015) diduga dipengaruhi oleh perbedaan sumber bahan baku serta tingkat kerapatan ikatan hidrogen antar-rantai polipeptida pada gelatin teripang

Puncak Amide III muncul pada 1280 cm^{-1} (gelatin oven), yang merupakan ciri dari struktur heliks gelatin dan sesuai dengan rentang gelatin komersial (1230–1300 cm^{-1}). Hal ini sejalan dengan Joy *et al.* (2024), yang menyatakan bahwa pita Amide III gelatin umumnya terdeteksi pada kisaran 1240–1290 cm^{-1} dan berkaitan erat dengan keutuhan struktur heliks peptida pasca ekstraksi. Dengan demikian, struktur heliks peptida pada gelatin hasil pengeringan oven dalam penelitian ini terbukti masih dapat dipertahankan.

Gugus CH_3 (metil) teridentifikasi pada 1393 cm^{-1} (oven) dan 1019 cm^{-1} (kulkas). Nilai oven masih berada dalam kisaran gelatin komersial (1380–1450 cm^{-1}) dan mengindikasikan adanya gugus metil dari rantai samping asam amino, sebagaimana juga ditemukan oleh Benjakul, (2011). Spektrum FTIR gelatin teripang pasir dari bahan baku yang dikeringkan dengan oven menunjukkan kecocokan yang baik dengan spektrum gelatin komersial sapi, terutama pada gugus Amide A, I, III, dan C=O bebas. Sementara itu, gelatin dari pengeringan kulkas menunjukkan serapan yang lemah atau tidak muncul pada beberapa gugus penting, mengindikasikan bahwa metode tersebut kurang efektif dalam menghasilkan gelatin berkualitas tinggi.

KESIMPULAN

Teripang pasir segar (*Holothuria scabra*) terbukti memiliki potensi besar sebagai bahan baku alternatif yang potensial untuk produksi gelatin halal, didukung oleh komposisi proksimat yang memadai serta profil asam amino yang kaya. Proses ekstraksi menggunakan larutan basa berhasil menghasilkan gelatin yang kualitas fisikokimianya sangat dipengaruhi oleh metode dehidrasi yang digunakan. Metode pengeringan dengan oven terbukti lebih unggul dibandingkan dehidrasi kulkas dalam menghasilkan gelatin dengan integritas struktural yang lebih baik, Hasil pengujian FTIR gelatin dengan hasil oven memiliki gugus fungsi (Amide A, Amide I, Amide II, Amide III) lebih lengkap dan mendekati karakteristik gelatin komersial serta sifat mekanik dan viskositas yang memenuhi syarat untuk berbagai aplikasi industri.

DAFTAR PUSTAKA

Ananda, A. R., Triastuti, R. J., & Andriyono, S. (2018). Isolasi dan karakterisasi gelatin dari teripang (*Phyllophorus* sp.) dengan metode ekstraksi yang berbeda. *Jurnal Ilmu Kelautan dan Pesisir*, *7*(1), 1–11.

AOAC. (2005). *Official methods of analysis of AOAC International* (18th ed.). AOAC International.

Araújo, C. S., Pino-Hernández, E., Souza Batista, J. T., Joele, M. R. S. P., Rego, J. A. R., & Lourenço, L. F. H. (2021). Optimization of fish gelatin drying processes and characterization of its properties. *Scientific Reports*, *11*, Article 20655.

Asjun, M., & Anwar, L. O. (2023). Analisis komposisi kimia dan hidroksiprolin terhadap potensi kolagen teripang pasir (*Holothuria scabra*) asal perairan Desa Batu Jaya. *Jurnal Perikanan Technopreneur*, *1*(2), 60–67.

Barzkar, N., Attaran-Fariman, G., Taheri, A., & Venmathi Maran, B. A. (2024). Extraction and characterization of collagen and gelatin from body wall of sea cucumbers *Stichopus horrens* and *Holothuria arenicola*. *PeerJ*, *12*, Article e18149.

Bordbar, S., Anwar, F., & Saari, N. (2011). High-value components and bioactives from sea cucumbers for functional foods—A review. *Marine Drugs*, *9*(10), 1761–1805.

Elfath, N. A., Putri, R. M. S., & Apriandi, A. (2020). Minuman fungsional teripang pasir (*H. scabra*) dan teripang hitam (*Holothuria atra*). *Marinade*, *3*(1), 47–58.

Fatimah, S. (2021). Isolasi dan karakterisasi gugus fungsi gelatin dari kulit ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) menggunakan FTIR. *Jurnal Kimia dan Kebijakan Ilmiah*, *5*(1), 12–20.

Gunawan, F., Suptijah, P., & Uju, U. (2017). Ekstraksi dan karakterisasi gelatin kulit ikan tenggiri (*Scomberomorus commersonii*) dari Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, *20*(3), 568–581.

Gustami, V. A., Nurilmala, M., & Jacoeb, A. M. (2024). Characteristics of collagen from swim bladder of catfish (*Pangasius* sp.) under different ultrasound

ISSN : 2621 - 1475

exposure times. *BIO Web of Conferences*, *147*, Article 01023. EDP Sciences.

Huang, C. Y., Kuo, J. M., Wu, S. J., & Tsai, H. T. (2016). Isolation and characterization of fish scale collagen from tilapia (*Oreochromis* sp.) by a novel extrusion–hydro-extraction process. *Food Chemistry*, *190*, 997–1006.

Husnawati, Asnani, A., Wahyuni, S., & Asjun, A. (2024). Karakteristik gelatin sebagai alternatif sumber gelatin halal dari teripang pasir (*Holothuria scabra*). *Jurnal Sains dan Inovasi Perikanan (Jsipi)*, *8*(2), 201–214.

Joy, J. M., Padmaprakashan, A., Pradeep, A., Paul, P. T., Mannuthy, R. J., & Mathew, S. (2024). A review on fish skin-derived gelatin: Elucidating the gelatin peptides — Preparation, bioactivity, mechanistic insights, and strategies for stability improvement. *Foods*, *13*(17), Article 2793.

Juliasti, R., Legowo, A. M., & Pramono, Y. B. (2015). Pemanfaatan limbah tulang kaki kambing sebagai sumber gelatin dengan perendaman menggunakan asam klorida. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, *4*(1), 5–10.

Karnila, R., Astawan, M., Sukarno, S., & Wresdiyati, T. (2011). Karakteristik konsentrat protein teripang pasir (*H. scabra*) dengan bahan pengekstrak aseton. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, *16*(2), 43–52.

Mulyani, S., Setyabudi, F. S., Pranoto, Y., & Santoso, U. (2017). Physicochemical properties of gelatin extracted from buffalo hide pretreated with different acids. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, *37*(5), 708–715. h

Muyonga, J. H., Cole, C. G. B., & Asabuwa, M. N. (2004). Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopic study of acid soluble collagen and gelatin from skins and bones of Nile perch (*Lates niloticus*). *Food Hydrocolloids*, *18*(4), 577–584.

Nugraheni, A. W., Anggo, A. D., & Dewi, E. N. (2021). Pengaruh jenis asam terhadap karakterisasi gelatin kulit ikan ayam-ayam (*Abalistes stellaris*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, *3*(2), 78–85.

Nurilmala, M., Nasirullah, M. T., Nurhayati, T., & Darmawan, N. (2021). Karakteristik fisik-kimia gelatin dari kulit ikan patin, ikan nila, dan ikan tuna. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, *23*(1), 71–77.

Omar, W. H. W., Ho, L. H., & Azahari, M. H. (2016). Effect of drying method on functional properties and emulsifying behavior of gelatin hydrolysate. *International Food Research Journal*, *23*(6), 2415–2423.

Pamaharyani, L. I., Harahap, K. S., Azka, A., Lailatussifa, R. R., Nasrudin, A. R., Istyaningrum, N. P., ... & Kaliky, N. A. P. S. B. (2025). *Bioteknologi hasil perikanan*. PT Penerbit Qriset Indonesia.

Pangestuti, R., Shin, K. H., & Kim, S. K. (2021). Sea cucumber collagen and gelatin: A review on their safe extraction, properties, and potential applications. *Marine Drugs*, 19(11), 621

Ramli, R. A., Razali, U. H. M., & Noor, N. Q. I. M. (2023). Optimization of extraction conditions of gelatin from buffalo (*Bubalus bubalis*) skins using response surface methodology. *Heliyon*, *9*(3), Article e14251.

Rather, J. A., Akhter, N., Mohsin, M., & Majid, I. (2022). Extraction of gelatin from poultry byproduct: Influence of drying techniques on functional and physicochemical properties. *Frontiers in Nutrition*, *9*, Article 892994.

Syahputra, G., Hariyatun, H., & Balai Bio Industri Laut, M. F. (2021). Extraction and characterization of collagen from sand sea cucumber (*Holothuria scabra*). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, *26*(3), 319–326.

Sroyraya, M., Hanna, P. J., Siangcha, T., Tinikul, R., Jattujan, P., Poomtong, T., & Sobhon, P. (2017). Nutritional components of sea cucumber *Holothuria scabra*. *Functional Foods in Health and Disease*, *7*(3), 168–181.

Sumbad, L. N., Sabanal, J. N., & Villarante, I. J. G. (2020). Nutritional composition of dried sea cucumber (*Holothuria scabra*) from Zamboanga Sibugay, Philippines. *International Journal of Marine Science*, *10*(1), 1–6.

Tkaczewska, J., Wielgosz, M., Kulawik, P., & Zając, M. (2019). The effect of drying temperature on the properties of gelatin from carp (*Cyprinus carpio*) skin. *Czech Journal of Food Sciences*, *37*(4), 246–251.

Widyaninggar, A., Triyana, K., & Rohman, A. (2012). Differentiation between porcine and bovine gelatin in capsule shells based on amino acid profiles and principal component analysis. *Indonesian Journal of Pharmacy*, *23*(2), 104–109.

Yuswan, M. H., Jalil, N. H. A., Mohamad, H., Keso, S., Mohamad, N. A., Yusoff, T. S. T. M., ... & Mustafa, S. (2021). Hydroxyproline determination for initial detection of halal-critical food ingredients (gelatin and collagen). *Food Chemistry*, *337*, Article 127762.

ISSN : 2621 - 1475

Zhang, F. X., Wang, A. N., Li, Z. H., He, S. W., & Shao, L. J. (2011). Preparation and characterisation of collagen from freshwater fish scales. *Food Chemistry*, *119*(1), 104–109.