

Characterization of Skipjack Tuna (*Katsuwonus pelamis*) Bone Collagen Extracted Using Ethanol as a Solvent

Wa Melati^{1*}, Miladiarsi², Juniati binti Lukman¹

¹ Program Studi Sains Biomedis, Fakultas Teknologi Kesehatan, Universitas Megarezky, Manggala, Makassar, 90234, Indonesia

² Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lambung Mangkurat, Jl. Jend. A. Yani Km. 35,5, Banjarbaru, Kalimantan Selatan, 70714, Indonesia.

*Correspondence: wamelati99@gmail.com

ABSTRACT

Background: Skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) bone, an abundant fishery byproduct in Indonesia, contains protein and collagen with potential as an alternative collagen source for pharmaceutical and cosmetic use. Ethanol extraction is comparatively simple and more environmentally friendly than acid- or enzyme-based methods. **Objective:** This study aimed to determine the yield and physicochemical characteristics of collagen extracted from skipjack tuna bone using ethanol. **Methods:** Bone powder was macerated in 95% ethanol (1:10) for 72 hours, with solvent replacement every 24 hours, followed by concentration using a rotary evaporator. Yield, moisture, and ash content were determined gravimetrically; functional groups were identified by FTIR; protein content was measured by the Lowry method using a BSA standard curve. **Results:** Extraction yield was 9.76%, moisture content 1.01%, and ash content 0.036% — all within the gelatin quality reference SNI 8076:2014 (maximum moisture 16%; maximum ash 3.25%), used as a benchmark given the absence of a dedicated fish-bone collagen standard. FTIR spectra showed absorption bands for NH (3458.37, 3010.88 cm^{-1}), CH (2854.65, 2226.01 cm^{-1}), C=O (1743.65 cm^{-1}), and C-N (1462.04 cm^{-1}) groups, consistent with collagen structure and indicating the product had not been denatured into gelatin. The BSA standard curve showed a low coefficient of determination ($R^2 = 0.518$), so the sample's protein content could not be reliably determined from this curve. **Conclusion:** Ethanol extraction of skipjack tuna bone yielded a physicochemical profile meeting the available gelatin quality reference, with FTIR groups consistent with collagen structure. Protein quantification requires an improved calibration curve in future work.

Keywords: Collagen; Skipjack Tuna Bone; Ethanol Extraction; FTIR Spectroscopy; Yield

Received: 10 Juli 2025 | **Revised:** 11 Agustus 2025 | **Accepted:** 19 Agustus 2025 | **Published:** 20 Agustus 2025

Cite this article: Melati, W., Miladiarsi, & Lukman, J. (2025). Characterization of Skipjack Tuna (*Katsuwonus pelamis*) Bone Collagen Extracted Using Ethanol as a Solvent. Journal of Biomedical Sciences and Health, 2(2), 81–89. <https://doi.org/10.34310/jbsh.v2.i2.230>

Karakterisasi Kolagen Tulang Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) Hasil Ekstraksi Menggunakan Pelarut Etanol

ABSTRAK

Latar Belakang: Tulang ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*), limbah perikanan yang melimpah di Indonesia, mengandung protein dan kolagen yang berpotensi sebagai sumber kolagen alternatif untuk farmasi dan kosmetik. Ekstraksi memakai pelarut etanol relatif sederhana dan ramah lingkungan dibandingkan metode asam atau enzimatis. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan mengetahui rendemen serta karakteristik fisikokimia (kadar air, kadar abu, gugus fungsi) kolagen dari ekstrak tulang ikan cakalang menggunakan pelarut etanol. **Metode:** Tulang ikan cakalang diekstraksi melalui perendaman serbuk simplisia dalam etanol 95% (1:10) selama 72 jam dengan penggantian pelarut tiap 24 jam, dilanjutkan pemekatan menggunakan rotary evaporator. Rendemen, kadar air, dan kadar abu ditentukan secara gravimetri; gugus fungsi diidentifikasi memakai FTIR; kadar protein diukur dengan metode Lowry menggunakan kurva standar BSA. **Hasil:** Rendemen ekstrak 9,76%, kadar air 1,01%, dan kadar abu 0,036% — ketiganya memenuhi standar mutu gelatin SNI 8076:2014 (kadar air maksimum 16%; kadar abu maksimum 3,25%), dipakai sebagai acuan karena belum ada SNI khusus kolagen tulang ikan. Spektrum FTIR menunjukkan pita serapan gugus NH ($3458,37$ dan $3010,88\text{ cm}^{-1}$), CH ($2854,65$ dan $2226,01\text{ cm}^{-1}$), C=O ($1743,65\text{ cm}^{-1}$), dan C-N ($1462,04\text{ cm}^{-1}$), konsisten dengan struktur kolagen dan mengindikasikan produk belum terdenaturasi menjadi gelatin. Kurva standar BSA menunjukkan koefisien determinasi rendah ($R^2 = 0,518$), sehingga kadar protein sampel tidak dapat ditentukan secara andal dari kurva ini. **Kesimpulan:** Ekstrak etanol tulang ikan cakalang menghasilkan rendemen dan karakteristik fisikokimia yang memenuhi acuan mutu gelatin yang tersedia, dengan gugus fungsi FTIR yang konsisten dengan struktur kolagen. Kuantifikasi kadar protein memerlukan perbaikan kurva kalibrasi pada penelitian lanjutan.

Kata kunci: Kolagen, Tulang Ikan Cakalang, Ekstraksi Etanol, Spektroskopi FTIR, Rendemen.

1. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki potensi sumber daya perikanan yang sangat besar, dengan peningkatan produksi signifikan dari 123.363 ton pada 2017 menjadi 471.009 ton pada 2019. Data Kementerian Kelautan dan Perikanan (2022) menunjukkan produksi ikan tangkap laut mencapai Rp1,79 triliun. Posisi geografis Indonesia sebagai negara kepulauan menjadikan perairannya kaya akan sumber daya ikan pelagis, termasuk ikan cakalang (*K. pelamis*) yang banyak dimanfaatkan di perairan Teluk Bone, Sulawesi (Umar dkk., 2019). Salah satu wilayah yang menonjol adalah perairan Sulawesi Selatan, titik pertemuan Samudera Pasifik dan Samudera Hindia yang menjadikannya sangat subur dan kaya akan biota laut, termasuk ikan pelagis seperti tuna, tongkol, dan cakalang (*K. pelamis*) (Maharani Putri dkk., 2023).

Ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*), anggota famili Scombridae, adalah salah satu jenis ikan pelagis paling penting di perairan

Indonesia. Ikan ini kaya akan nutrisi, mengandung 15 jenis asam amino (termasuk 9 esensial), 73,03% air, dan 20,15% protein. Berbagai bagian ikan cakalang telah dimanfaatkan, seperti produksi peptida antioksidan dari otot, serta gelatin dan kolagen dari kulit dan tulangnya (Lahagu dkk., 2023). Tulang ikan cakalang sendiri menyusun 8,1–11,1% dari bobot tubuhnya, dan sekitar 30% dari tulang ini adalah komponen organik, salah satunya kolagen. Kolagen merupakan protein melimpah di jaringan hewan (Astiana dkk., 2016).

Bagian tubuh ikan cakalang yang banyak dimanfaatkan tidak hanya dagingnya, tetapi juga kepala, tulang, sirip, dan jeroan. Tulang ikan merupakan limbah padat terbesar dari pengolahan ikan, seringkali hanya diolah menjadi tepung ikan untuk pakan ternak. Jika tidak dimanfaatkan dengan baik, limbah ini dapat mencemari lingkungan, padahal limbah tulang ikan memiliki potensi besar untuk diolah menjadi kolagen (Sembiring dkk., 2020).

Kolagen dari tulang ikan memiliki beragam manfaat, antara lain sebagai antioksidan, antiseptik, antiinflamasi, dan anti-aging. Di industri farmasi, kolagen berfungsi sebagai pembawa obat (seperti mini-pellet dan tablet), formulasi gel untuk sistem penghantaran terkontrol, serta bahan pengontrol untuk penghantaran transdermal dan nanopartikel kolagen. Salah satu metode untuk mengekstraksi kolagen dari tulang ikan cakalang adalah maserasi, yang mengekstrak zat aktif yang larut dalam cairan pengekstrak menggunakan pelarut organik seperti etanol.

Etanol merupakan pelarut polar yang efektif dalam melarutkan senyawa organik. Menurut Evayana dan Aminah (2022), etanol dapat mengekstrak senyawa aktif lebih banyak dibandingkan pelarut organik lainnya karena kekuatan penarikan senyawa polarnya yang tinggi, sehingga meningkatkan laju perpindahan massa dan mempermudah ekstraksi kolagen. Penelitian oleh Kumoro dkk. (2022) menunjukkan bahwa rendemen protein dari tulang ikan pita yang diekstraksi dengan etanol mencapai 29,6%, jauh lebih tinggi dibandingkan pelarut NaOH pada tulang ikan tongkol dan tuna (Gustini dkk., 2022). Berdasarkan potensi limbah tulang ikan cakalang tersebut, penelitian ini bertujuan menguji nilai rendemen dan karakteristik kolagen yang dihasilkan dari ekstrak tulang ikan cakalang menggunakan pelarut etanol.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan desain penelitian kuantitatif dengan jenis penelitian eksperimental, menggunakan sampel tulang ikan cakalang (*K. pelamis*). Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Sains Biomedis, Universitas Megarezky, Makassar. Populasi pada penelitian ini adalah tulang ikan cakalang (*K. pelamis*) yang diperoleh dari Pasar Paotere, Kota Makassar, sedangkan sampel yang digunakan yaitu ekstrak tulang ikan cakalang (*K. pelamis*). Kriteria inklusi pada penelitian ini adalah tulang ikan cakalang (*K. pelamis*) yang segar, sudah dipotong kecil, dikukus, dan dikeringkan. Kriteria eksklusi adalah tulang ikan cakalang (*K. pelamis*) yang tidak segar, tidak dikukus, dan tidak dikeringkan.

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi spektrofotometer Ultraviolet-Visible (UV-Vis), spektrofotometer Fourier Transform Infrared (FTIR), desikator, tanur, neraca analitik, oven, cawan porselin, gelas kimia 250 mL, gelas ukur 50 mL, labu ukur, mortar, blender, kertas saring, dan pipet tetes. Bahan yang digunakan meliputi tulang ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*), silika gel, akuades, etanol (C₂H₅OH) 95%, kalium bromida (KBr), larutan Lowry A, larutan Lowry B, dan Bovine Serum Albumin (BSA).

2.2 Prosedur Penelitian Pembuatan Ekstrak Tulang Ikan Cakalang (*K. pelamis*)

Sampel tulang ikan cakalang (*K. pelamis*) yang telah dikumpulkan dipotong menjadi bagian kecil dan direbus selama 15 menit untuk mempermudah pembersihan daging. Sampel kemudian dikeringkan dengan cara diangin-anginkan dan dilanjutkan dengan penghilangan air menggunakan oven pada suhu 80–90°C. Sampel kering dihaluskan menggunakan blender hingga diperoleh serbuk simplisia tulang ikan. Serbuk simplisia tersebut kemudian direndam menggunakan etanol 95% dengan perbandingan 1:10 (b/v). Proses perendaman dilakukan selama 72 jam dengan penggantian pelarut setiap 24 jam. Ekstrak yang diperoleh selanjutnya diuapkan menggunakan rotary evaporator sehingga diperoleh ekstrak kental tulang ikan cakalang.

2.3 Penentuan Rendemen

Rendemen kolagen diperoleh dari perbandingan berat kering kolagen yang dihasilkan dengan berat bahan baku tulang. Rendemen kolagen dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Rendemen Kolagen (\%)} = (\text{Berat kering kolagen (g)} / \text{Berat awal bahan baku tulang (g)}) \times 100\% \dots (1)$$

2.4 Uji Kadar Air

Timbang cawan porselin kosong kemudian masukkan ke dalam oven dengan suhu 105°C selama 60 menit. Kemudian dinginkan dalam desikator selama 15 menit lalu timbang dan dicatat bobotnya. Timbang kolagen sebanyak 1 gram dalam cawan yang telah diketahui bobotnya kemudian masukkan

ke dalam oven pada suhu 105°C dan panaskan selama 60 menit. Kemudian di masukkan ke dalam desikator dan ditimbang hingga beratnya konstan. Kadar air ditentukan menggunakan persamaan sebagai berikut (Nurfitriyani dkk., 2024).

$$\text{Kadar air (\%)} = (W1 - W2) / (W1 - W) \times 100\% \dots (2)$$

Keterangan: W = berat cawan kosong (g); W1 = berat cawan berisi sampel sebelum dikeringkan (g); W2 = berat cawan berisi sampel setelah dikeringkan (g).

2.5 Uji kadar Abu

Timbang cawan porselin kosong kemudian masukkan ke dalam oven dengan suhu 105°C selama 60 menit. Kemudian dinginkan dalam desikator selama 15 menit, lalu timbang dan catat bobotnya. Timbang sampel sebanyak 1,02 gram dalam cawan, kemudian masukkan ke dalam tanur pengabuan dengan suhu 600°C selama 120 menit. Abu yang terbentuk dimasukkan ke dalam desikator dan ditimbang hingga beratnya konstan. Kadar abu ditentukan menggunakan persamaan berikut (Nurfitriyani dkk., 2024).

$$\text{Kadar abu (\%)} = (W2 - W) / (W1 - W) \times 100\% \dots (3)$$

Keterangan: W = berat cawan kosong (g); W1 = berat cawan berisi sampel sebelum diabukan (g); W2 = berat cawan berisi abu setelah diabukan (g).

2.6 Uji Spektrofotometer Fourier Transform Infra-Red (FTIR)

Penentuan gugus fungsi menggunakan alat FTIR sesuai prosedur analisis. Kolagen tulang ikan cakalang sebanyak 0,02 g dan 0,1 g kalium bromida (KBr) dihaluskan menggunakan mortar hingga tercampur. Campuran dimasukkan ke dalam set holder, kemudian dicari serapan bilangan gelombang kolagen tulang ikan cakalang yang dideteksi pada rentang gelombang 4000–500 cm⁻¹. Spektrum yang dihasilkan dianalisis untuk menentukan gugus-gugus fungsi protein pada kolagen tulang ikan cakalang.

2.7 Uji kadar Protein

Preparasi sampel Timbang 1 gram sampel ekstrak kolagen tulang ikan cakalang (*K. pelamis*), kemudian larutkan dalam 100 mL aquades di gelas kimia kemudian ambil 0,5 mL larutan tersebut dan masukkan ke dalam labu takar 50 mL, dan tambahkan aquades hingga tanda batas

Pembuatan larutan induk Timbang 2,5 gr BSA (Bovine serum albumin) dalam gelas kimia, lalu tambahkan sedikit aquades hingga homogen. Pindahkan larutan ke dalam labu takar 50 mL, kemudian tambahkan aquades sampai tanda batas.

Pembuatan kalibrasi Siapkan larutan standar BSA dengan konsentrasi 0, 600, 700, 800,900 ppm. Kemudian tambahkan larutan induk ke dalam setiap labu takar 50 mL (sesuai dengan konsentrasi yang diinginkan) lalu encerkan dengan aquades hingga tanda batas.

Pengukuran kadar protein pada sampel Siapkan 6 tabung reaksi, tabung reaksi pertama hingga kelima berisi larutan standar 0, 600, 700, 800, 900 ppm dengan tabung 0 ppm berfungsi sebagai blanko untuk tabung keenam tambahkan sampel sebanyak 0,5 mL, selanjutnya masukkan 0,5 mL Lowry B ke masing masing tabung lalu vortex selama 5 menit dan inkubasi 10 menit. Selanjutnya di tambahkan 0,5 mL lowry A ke seluruh tabung dan vortex kembali kemudian di inkubasi pada suhu ruang selama 30 menit. Dan ukur absorbansi pada panjang gelombang 400 hingga 800 nm pada UV Vis.

2.8 Analisis Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan microsoft excel untuk menghitung regresi linear dan koefisien determinan (R²).

3. HASIL

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah tulang ikan cakalang yang diekstraksi menggunakan pelarut etanol untuk menghasilkan kolagen. Hasil rendemen ekstrak tulang ikan cakalang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Rendemen Ekstak Tulang Ikan Cakalang

Ekstrak	Berat Simplisia (gram)	Berat Ekstrak (gram)	Rendemen (%)
Etanol 95%	1.000	97,600	9,76%

3.1 Analisis proksimat

Hasil analisis proksimat dari ekstrak kolagen tulang ikan cakalang (*K. pelamis*), meliputi uji kadar air dan uji kadar abu, disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Proksimat Tulang Ikan Cakalang

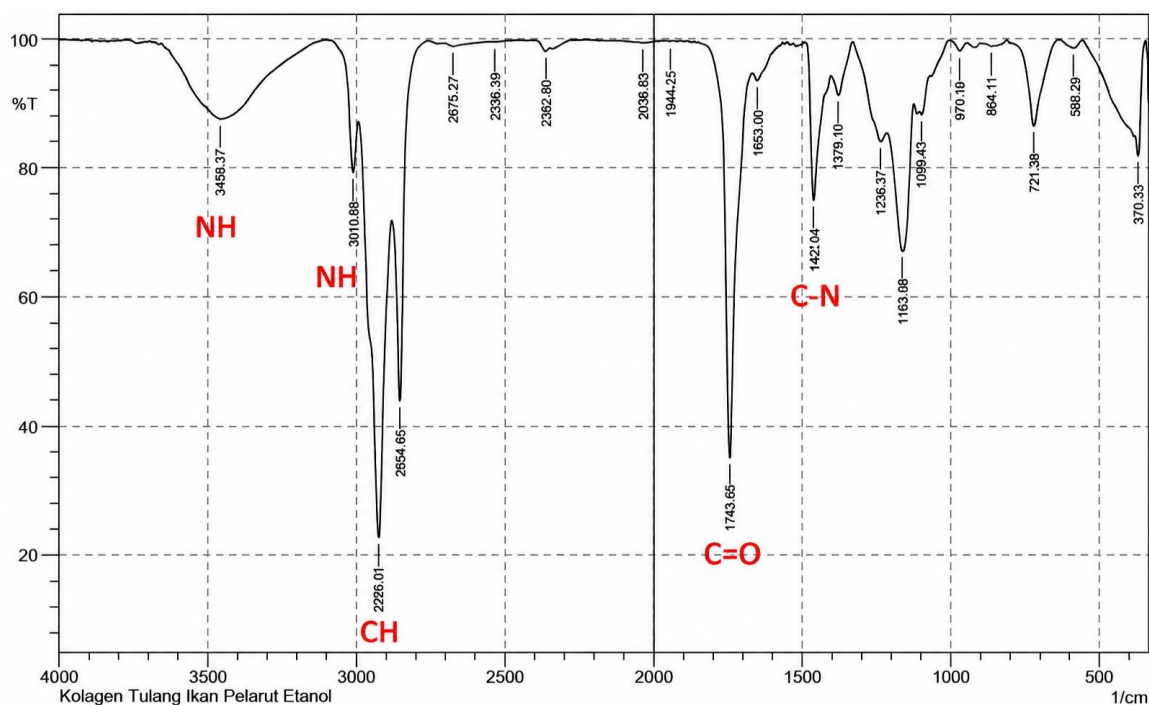
Prameter Uji	Hasil (%)	Standar SNI 8076:2014
--------------	-----------	-----------------------

Uji
Organoleptik:

Warna	Coklat Hitam Pekat	-
Bau	Bau Khas Tulang Ikan	-
Bentuk	Kental Agak Cair	-
Kadar Air	1,01 %	Max 16 %
Kadar Abu	0,036	Max 3,250 %

3.2 Identifikasi gugus fungsi kolagen menggunakan FTIR

Karakterisasi kolagen dari tulang ikan cakalang (*K. pelamis*) yang diekstraksi menggunakan pelarut etanol diidentifikasi menggunakan Fourier Transform Infrared (FTIR). Tujuan pengukuran FTIR adalah memastikan bahwa senyawa yang diperoleh adalah kolagen berdasarkan gugus fungsinya. Serapan gugus fungsi kolagen diukur pada bilangan gelombang 4000–400 cm^{-1} (Mberato dkk., 2020).

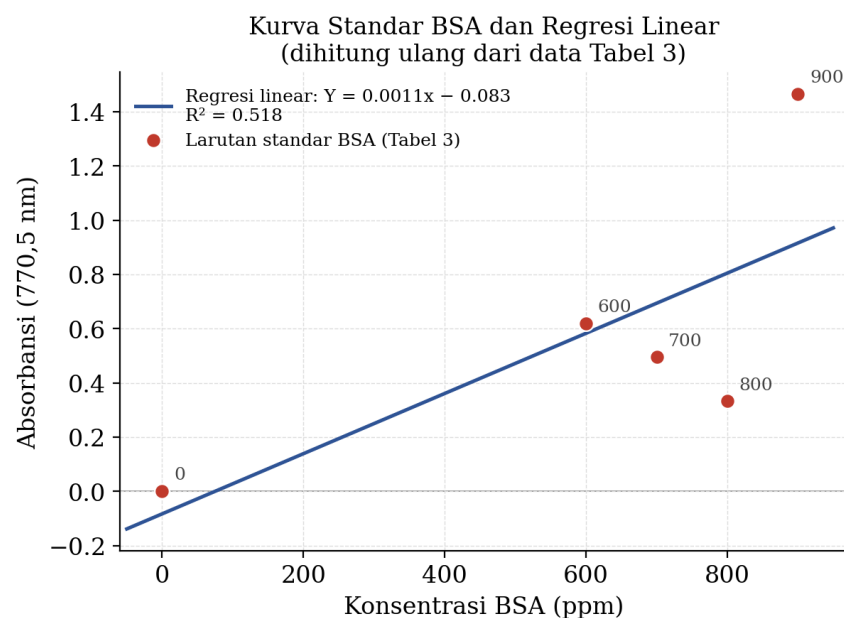
**Gambar 1.** Spektrum FTIR kolagen tulang ikan cakalang (*K. pelamis*) hasil ekstraksi pelarut etanol

3.3 Analisis UV-Vis

Berdasarkan data pengukuran absorbansi larutan standar BSA pada Tabel 3, absorbansi tidak meningkat secara konsisten seiring bertambahnya konsentrasi. Kurva standar BSA beserta garis regresi liniernya disajikan pada Gambar 2. Hasil perhitungan ulang dengan metode kuadrat terkecil (least squares) memberikan persamaan regresi linier $Y = 0,0011x - 0,083$ dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,518.

Tabel 3. Hasil pengukuran absorbansi larutan standar BSA

No	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi 770,5 (nm)
1	0	0,001
2	600	0,619
3	700	0,495
4	800	0,332
5	900	1,465



Gambar 2. Kurva standar BSA dan regresi linier (dihitung ulang dari data Tabel 3)

Tabel 4. Hasil pengukuran kadar protein ekstrak tulang ikan cakalang (*K. pelamis*)

No	Kode Sampel	Absorbansi 770,5 (nm)	Kadar Protein (%)
1.	Kolagen	-0,618	TD*

*TD = tidak dapat ditentukan secara andal. Nilai absorbansi sampel (-0,618) berada di luar rentang linier kurva kalibrasi BSA yang memiliki koefisien determinasi rendah ($R^2 = 0,518$), sehingga estimasi konsentrasi protein melalui interpolasi kurva ini tidak dapat dipertanggungjawabkan secara statistik (lihat bagian Keterbatasan Penelitian).

4. PEMBAHASAN

Data pada Tabel 1 menunjukkan hasil rendemen kolagen tulang ikan cakalang. Rendemen yang diperoleh pada penelitian ini menggunakan pelarut etanol 95% adalah

sebesar 9,76%. Nilai rendemen merupakan parameter penting untuk mengetahui tingkat efisiensi proses ekstraksi. Nilai ini dipengaruhi oleh jenis bahan baku, konsentrasi pelarut, dan suhu ekstraksi. Peningkatan suhu ekstraksi

pada batas tertentu dapat meningkatkan rendemen kolagen karena proses ekstraksi berlangsung lebih sempurna, meskipun suhu yang berlebihan berisiko merusak struktur triple helix kolagen sehingga rendemen justru dapat menurun.

Data pada Tabel 2 menunjukkan hasil analisis kadar air kolagen tulang ikan cakalang (K. pelamis) menggunakan pelarut etanol 95%, yaitu sebesar 1,01%. Nilai tersebut berada jauh di bawah ambang 16% yang menjadi acuan pada SNI 8076:2014 tentang gelatin, standar yang digunakan di sini sebagai pembanding karena Indonesia belum memiliki Standar Nasional Indonesia khusus untuk kolagen tulang ikan. Kadar air yang rendah mengindikasikan mutu simpan yang baik, sebagaimana ditegaskan oleh Mulyani dkk. (2021) bahwa semakin rendah kadar air kolagen, semakin panjang pula umur simpannya karena aktivitas mikroba dan reaksi hidrolitik dapat ditekan. Nilai kadar air ekstrak etanol tulang ikan cakalang pada penelitian ini juga lebih rendah dibandingkan kolagen kulit tuna sirip kuning pada penelitian Rahmawan Kusa dkk. (2022) yang mencapai 2,91%.

Kadar abu yang diperoleh pada penelitian ini adalah 0,036%, jauh di bawah batas maksimum 3,250% yang menjadi acuan pembanding pada SNI 8076:2014. Rendahnya kadar abu ini mengindikasikan kandungan mineral anorganik yang rendah pada ekstrak, sejalan dengan prinsip bahwa semakin rendah kadar abu suatu ekstrak kolagen, semakin tinggi pula tingkat kemurniannya (Sembiring dkk., 2020). Nilai ini juga lebih rendah dibandingkan kadar abu kolagen dari limbah produksi tuna loin pada penelitian Rahantan dkk. (2024) yang mencapai 3,25%.

Hasil spektrum FTIR sampel kolagen tulang ikan cakalang (K. pelamis) pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1. Analisis gugus fungsi menunjukkan puncak serapan pada bilangan gelombang $3458,37\text{ cm}^{-1}$ dan $3010,88\text{ cm}^{-1}$ yang mengindikasikan keberadaan gugus NH dari amida A dan amida B (Mberato dkk., 2020). Puncak pada bilangan gelombang $2226,01\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan vibrasi ulur gugus CH, sedangkan bilangan gelombang $1743,65\text{ cm}^{-1}$ mengidentifikasi vibrasi ulur gugus karbonil C=O pada amida I, penciri utama struktur sekunder rantai polipeptida kolagen (Puspitasari & Saryanti, 2024).

Bilangan gelombang $1462,04\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan vibrasi ulur C-N pada ikatan peptida amida II, sedangkan puncak tambahan pada $1379,10\text{ cm}^{-1}$ konsisten dengan pita serapan yang pada penelitian kolagen sejenis dikaitkan dengan getaran gugus prolina dan hidroksiprolina penyusun struktur triple helix (Mberato dkk., 2020). Kombinasi keempat gugus fungsi tersebut, yaitu NH, CH, C=O, dan C-N, memperkuat indikasi bahwa senyawa yang diperoleh dari ekstrak tulang ikan cakalang merupakan kolagen.

Kurva standar dibuat menggunakan Bovine Serum Albumin (BSA) sebagai protein acuan sebelum absorbansi sampel diukur. Data absorbansi larutan standar BSA pada berbagai konsentrasi, sebagaimana disajikan pada Tabel 3 dan Gambar 2, tidak menunjukkan pola peningkatan yang konsisten seiring bertambahnya konsentrasi; absorbansi pada konsentrasi 700 ppm dan 800 ppm justru lebih rendah dibandingkan pada 600 ppm. Perhitungan ulang menggunakan metode kuadrat terkecil terhadap data tersebut menghasilkan persamaan regresi linier $Y = 0,0011x - 0,083$ dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,518. Nilai R^2 ini jauh di bawah ambang linieritas yang dapat diterima untuk kurva kalibrasi analitik, yang pada praktik laboratorium umumnya mensyaratkan R^2 minimal 0,990. Rendahnya linieritas ini kemungkinan disebabkan oleh galat pengenceran larutan standar, degradasi reagen Lowry selama inkubasi, atau interferensi matriks pada pengukuran spektrofotometri. Dengan demikian, kurva kalibrasi yang dihasilkan pada penelitian ini tidak layak dijadikan dasar penentuan konsentrasi protein secara kuantitatif.

Hasil pengukuran sampel ekstrak etanol tulang ikan cakalang (K. pelamis) menunjukkan nilai absorbansi sebesar -0,618 pada panjang gelombang 770,5 nm. Nilai absorbansi negatif ini berada di luar rentang data kalibrasi (0,001–1,465) dan tidak dapat diinterpolasi secara bermakna menggunakan persamaan regresi pada Gambar 2, mengingat linieritas kurva yang rendah ($R^2 = 0,518$) sebagaimana telah diuraikan pada subbab sebelumnya. Oleh karena itu, kadar protein ekstrak tulang ikan cakalang pada penelitian ini tidak dapat ditentukan secara andal melalui metode Lowry dengan kurva kalibrasi yang diperoleh,

sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4. Temuan ini menjadi catatan penting bagi penelitian selanjutnya untuk memperbaiki rentang konsentrasi standar dan mengulang pengukuran dengan replikasi yang memadai sebelum kadar protein kolagen dapat dilaporkan secara kuantitatif.

5. KETERBATASAN PENELITIAN

Penelitian ini memiliki sejumlah keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam menginterpretasikan hasil. Pertama, pengukuran rendemen, kadar air, dan kadar abu dilakukan tanpa ulangan (replikasi), sehingga variabilitas dan tingkat kepercayaan hasil belum dapat dievaluasi secara statistik. Kedua, kurva kalibrasi BSA yang digunakan untuk menentukan kadar protein memiliki linieritas yang rendah ($R^2 = 0,518$) dan absorbansi sampel berada di luar rentang data standar, sehingga kadar protein kolagen tidak dapat dilaporkan pada penelitian ini. Ketiga, standar SNI 8076:2014 yang digunakan sebagai pembanding kadar air dan kadar abu merupakan standar mutu gelatin, bukan standar khusus kolagen, mengingat belum tersedianya Standar Nasional Indonesia untuk kolagen tulang ikan. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan rentang konsentrasi standar protein yang lebih sesuai, melakukan replikasi pengukuran, dan mempertimbangkan metode kuantifikasi protein alternatif seperti Bradford assay atau BCA assay untuk memperoleh hasil yang lebih andal.

6. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa ekstrak etanol tulang ikan cakalang (K. pelamis) menghasilkan rendemen kolagen sebesar 9,76%, dengan kadar air 1,01% dan kadar abu 0,036%. Identifikasi menggunakan spektrofotometer FTIR menunjukkan keberadaan gugus fungsi NH, CH, C=O, dan C-N yang merupakan penciri khas kolagen, sehingga mengonfirmasi bahwa senyawa yang diperoleh dari ekstrak tulang ikan cakalang mengandung kolagen. Kadar protein kolagen belum dapat ditentukan secara kuantitatif pada penelitian ini karena keterbatasan linieritas kurva kalibrasi BSA, sehingga diperlukan penelitian lanjutan dengan metode kuantifikasi protein yang lebih andal. Dengan karakteristik rendemen dan gugus

fungsi yang diperoleh, ekstrak tulang ikan cakalang (K. pelamis) berpotensi dikembangkan sebagai salah satu sumber kolagen alternatif untuk aplikasi farmasi dan kosmetik, meskipun diperlukan kajian lebih lanjut untuk pemurnian dan kuantifikasi kadar protein yang akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Astiana, I., Nurjanah, N., & Nurhayati, T. (2016). Characterization of acid soluble collagen from redbelly yellowtail fusilier fish skin (*Caesio cuning*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 19(1), 79–93. <https://doi.org/10.17844/jphpi.2016.19.1.79>
- Evayana, E., & Aminah, S. (2022). Determination of total levels of white turmeric flavonoids (*Curcuma zedoria* Rosc.) with variation of solvent types. *Media Eksakta*, 18(1), 1–5. <https://doi.org/10.22487/me.v18i1.995>
- Gustini, N., Hapsari, Y., Syahputra, G., & Rosyidah, A. (2022). Profil asam amino kolagen larut asam teripang pasir (*Holothuria scabra*). *Prosiding Sains Nasional dan Teknologi*, 12(1), 72–77. <https://doi.org/10.36499/psnst.v12i1.7094>
- Kumoro, A. C., Wardhani, D. H., Kusworo, T. D., Djaeni, M., Ping, T. C., & Fajar Azis, Y. M. (2022). Fish protein concentrate for human consumption: A review of its preparation by solvent extraction methods and potential for food applications. *Annals of Agricultural Sciences*, 67(1), 42–59. <https://doi.org/10.1016/j.aoas.2022.04.003>
- Lahagu, O., Breemer, R., & Palijama, S. (2023). The effect of concentration of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) powder and drying time on the chemical characteristics of purple sweet potato (*Ipomoea batatas* L) tortilla chips. *Jurnal Agrosilvopasture-Tech*, 2(1), 54–61. <https://doi.org/10.30598/j.agrosilvopasture-tech.2023.2.1.54>
- Maharani Putri, N. N. F., Salampeasy, R. B., & Sayuti, M. (2023). Karakteristik mutu,

- rantai dingin, rendemen dan produktivitas pengolahan tuna (*Thunnus sp.*) cube beku di CV. Satu Tuna Nusantara, Denpasar-Bali. Buletin Jalanidhitah Sarva Jivita, 5(1), 11. <https://doi.org/10.15578/bjsj.v5i1.12142>
- Mberato, S. P., Rumengan, I. F. M., Warouw, V., Wulur, S., Rumampuk, N. D. T., Undap, S. L., Suptijah, P., & Luntungan, A. H. (2020). Penentuan struktur molekul kolagen sisik ikan kakatua (*Scarus sp*) berdasarkan serapan molekul terhadap gelombang FTIR (Fourier-transform infrared spectroscopy analysis). Jurnal Pesisir dan Laut Tropis, 8(1), 7. <https://doi.org/10.35800/jplt.8.1.2020.27285>
- Mulyani, S., Hintono, A., Adefatma, N. R., & Pahlawan, I. F. (2021). Ekstraksi kolagen dari kulit kerbau menggunakan asam asetat. Majalah Kulit, Karet, dan Plastik, 37(2), 51. <https://doi.org/10.20543/mkpp.v37i2.7025>
- Nurfitriyani, A., Triyastuti, M. S., Shitophyta, L. M., Wahidi, B. R., & Mukhaimin, I. (2024). Perhitungan kadar air, rendemen dan uji organoleptik pada ikan asin. Media Teknologi Hasil Perikanan, 12(1), 45–55. <https://doi.org/10.35800/mthp.12.1.2024.53300>
- Puspitasari, D., & Saryanti, D. (2024). Preparation and characterization of nano collagen from bone and skin of Asian swamp eel (*Monopterus albus*) potentially as cosmetic raw material. Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology, 11(2), 140–147. <https://doi.org/10.24198/ijpst.v11i2.38842>
- Rahantan, M., Lalopua, V. M. N., & Savitri, I. K. E. (2024). Karakteristik mutu kolagen dari limbah produksi tuna loin (Quality characteristic of collagen extracted from tuna loin production waste). Biopendix: Jurnal Biologi, Pendidikan dan Terapan, 10(2), 234–243. <https://doi.org/10.30598/biopendixvol10issue2page234-243>
- Rahmawan Kusa, S., Silvana Naiu, A., & Yusuf, N. (2022). Karakteristik kolagen kulit tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*) pada waktu hidro-ekstraksi berbeda dan potensinya dalam bentuk sediaan nanokolagen. Media Teknologi Hasil Perikanan, 10(2), 107–116. <https://doi.org/10.35800/mthp.10.2.2022.41716>
- Sembiring, T. E. S., Reo, A. R., Onibala, H., Montolalu, R. I., Taher, N., Mentang, F., & Damongilala, L. J. (2020). Ekstraksi kolagen tulang ikan tuna (*Thunnus sp*) dengan asam klorida. Media Teknologi Hasil Perikanan, 8(3), 107–110. <https://doi.org/10.35800/mthp.8.3.2020.29573>
- Umar, M. T., Safruddin, & Zainuddin, M. (2019). Potential utilization of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) in Bone Bay. Torani: Journal of Fisheries and Marine Science, 2(2), 58–68. <https://doi.org/10.35911/torani.v2i2.7053>