



CHARACTERIZATION OF COLLAGEN FROM SKIPJACK TUNA (*Katsuwonus pelamis*) BONE USING SODIUM HYDROXIDE HYDROLYSIS SUPERVISED

KARAKTERISTIK KOLAGEN TULANG IKAN CAKALANG (*Katsuwonus pelamis*) DENGAN HIDROLISIS MENGGUNAKAN NATRIUM HIDROKSIDA

Nur Aini Abdul Rahman, Wahdaniar, Nur Insani Amir

Biomedical science, Megarezky University, Manggala, Makassar, 90234, Indonesia.

ARTICLE INFO

Article History:
Received : 21 Juli 2025
Revise : 10 Agustus
Accepted: 12 Agustus 2025

*Corresponding Nur Aini Abdul Rahman
Biomedical science,
Megarezky University,
Manggala, Makassar, 90234,
Indonesia, Indonesia Email:
ainirahman1198@gmail.com

ABSTRACT

Kolagen merupakan protein struktural utama yang ditemukan dalam jaringan ikat hewan vertebrata, mencakup 25-30% dari total protein hewani. Kolagen dari tulang ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) memiliki sifat biokompatibel dan rendah antigenisitas, sehingga potensial untuk diaplikasikan di industri kosmetik, farmasi, dan pangan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai rendemen kolagen dan mengkarakterisasi ekstrak kolagen dari tulang ikan cakalang. Untuk mendapatkan ekstrak kolagen yang lebih murni, ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi menggunakan pelarut natrium hidroksida (NaOH) 5%. Larutan ini berfungsi efektif dalam proses *degreasing* dan *demineralisasi* untuk menghilangkan lemak dan mineral yang mengganggu. Hasil penelitian menunjukkan rendemen ekstrak kolagen sebesar 29,85% dari berat simplisia, yang dianggap baik karena melebihi 10%. Karakterisasi proksimat memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI 8076:2014), dengan kadar air 4,03% (maks. 16%) dan kadar abu 0,18% (maks. 3,25%), serta karakteristik organoleptik kental, coklat kehitaman, dan berbau amis. Analisis gugus fungsi menggunakan FTIR mengidentifikasi puncak serapan khas kolagen pada panjang gelombang $3450,65\text{ cm}^{-1}$ (O-H), $2926,01\text{ cm}^{-1}$ (C-H), $1637,56\text{ cm}^{-1}$ (C=O) dan $1408,04\text{ cm}^{-1}$ (C-N). Namun, uji kadar protein menggunakan metode *Lowry* diperoleh konsentrasi kolagen sebesar 134,2 ppm atau 53,6% yang berada di bawah standar SNI 8076:2014 (>75%). Rendahnya hasil ini diduga karena perbedaan prinsip metode *Lowry* dengan metode *Kjeldahl* yang ditetapkan SNI, di mana penggunaan standar kalibrasi pada metode *Lowry* dapat menimbulkan ketidakakuratan hasil.

Kata Kunci : Ekstraksi Kolagen, FTIR, Kolagen Ikan Cakalang *K. pelamis*, Metode *Lowry*, Rendemen

ABSTRACT

Collagen is the main structural protein found in the connective tissue of vertebrate animals, accounting for 25-30% of total animal protein. Collagen from skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) bones has biocompatible properties and low antigenicity, making it a potential candidate for application in the cosmetic, pharmaceutical, and food industries. This study aims to determine the collagen yield and characterize collagen extracts from skipjack tuna bones. To obtain a purer collagen extract, extraction was performed using the maceration method with a 5% sodium hydroxide (NaOH) solvent. This solution effectively functions in the *degreasing* and *demineralization* processes to remove fats and minerals that interfere with the extraction. The results showed a collagen extract yield of 29.85% of the raw material weight, which is considered good as it exceeds 10%. Proximate characterization meets the Indonesian National Standard (SNI 8076:2014), with a moisture content of 4.03% (max. 16%) and ash content of 0.18% (max. 3.25%), as well as organoleptic characteristics of being thick, dark brown, and having a fishy odor. Functional group analysis using FTIR identified characteristic collagen absorption peaks at wavelengths of 3450.65 cm^{-1} (O-H), 2926.01 cm^{-1} (C-H), 1637.56 cm^{-1} (C=O), and 1408.04 cm^{-1} (C-N). However, protein content testing using the *Lowry* method yielded a collagen concentration of 134.2 ppm or 53.6%, which is below the SNI 8076:2014 standard (>75%). This low result is likely due to the difference in principles between the *Lowry* method and the *Kjeldahl* method specified by SNI, where the use of calibration standards in the *Lowry* method can lead to inaccuracies in the results.

Keywords: Collagen Extraction, FTIR, Skipjack Fish Collagen (*K. pelamis*), *Lowry* Method, Yield

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara dengan wilayah perairan laut yang sangat luas mencapai 6.315.222 km² (Indrastuti *et al.*, 2022; Badan Infomasi Geospasial). Luas perairan ini menyimpan potensi keanekaragaman hayati laut yang melimpah, dengan teridentifikasinya 2.150.000 hewan laut yang tersebar di berbagai selat di Indonesia. Salah satu wilayah dengan potensi organisme laut yang signifikan adalah selat makassar, dengan panjang 600 km dan lebar 100-200 km, serta kedalaman mencapai lebih dari 2000 meter (Haiyqal *et al.*, 2023; Setiawan, 2022). Kekayaan hayati diperairan ini merupakan bagian dari potensi besar yang dimiliki Indonesia bagian timur.

Beberapa ikan yang sering ditemukan di Indonesia bagian timur adalah kelompok ikan pelagis utama yang menjadi komoditas penting di Indonesia adalah Tuna, Tongkol, dan Cakalang (TTC) (Mawarida *et al.*, 2022). Ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) merupakan salah satu jenis ikan dari familia *Scombridae* (tuna) yang umum ditemukan di perairan terbuka, terutama di bagian timur Indonesia (Salindeho & John, 2019; Syam *et al.*, 2023).

Pemanfaatan ikan cakalang tidak hanya terbatas pada dagingnya, bagian tubuh lain seperti kepala, tulang, sirip, dan jeroan memiliki potensi untuk dimanfaatkan lebih lanjut (Indrastuti *et al.*, 2022). Tulang dan kulit ikan, yang menyumbang sekitar 20% dari total berat ikan, merupakan limbah utama yang dapat diolah menjadi kolagen (Sembiring *et al.*, 2020). Kolagen dari tulang ikan cakalang umumnya mengandung kolagen tipe I, yang ditemukan dikulit, jaringan ikat, dan tulang (Widiyastuti & Megantara, 2021). Keunggulan kolagen, seperti sifat daya tarik tinggi (*tensile strength*), antigenesitas rendah, dan biokompabilitas yang baik, menjadikannya banyak digunakan dalam industri kosmetik, farmasi (untuk penyembuhan luka), dan makanan (Romadhon *et al.*, 2019).

Kolagen dapat diperoleh dari tulang ikan melalui proses ekstraksi, yang secara esensial melibatkan penggunaan pelarut yang tepat (Nahor *et al.*, 2020). Salah satu metode ekstraksi adalah metode maserasi dengan memanfaatkan natrium hidroksida (NaOH) sebagai pelarut basa (Sunarya *et al.*, 2022). NaOH dipilih sebagai pelarut karena kemampuannya untuk menetralkan senyawa organik, meningkatkan kekuatan penarikan senyawa basa, dan mempercepat laju perpindahan massa dalam matriks jaringan, sehingga mempermudah ekstraksi kolagen (Jafari *et al.*, 2020; Pratiwi *et al.*, 2023). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa rendemen kolagen dari ikan tongkol dan tuna hasil dari ekstraksi menggunakan pelarut NaOH menghasilkan masing-masing sebanyak 1,75% dan 5,93% (Gustin, 2024; Rahantan *et al.*, 2024). Penelitian ini bertujuan mengkarakterisasi kolagen dari tulang ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*), yang diperoleh dari Pasar Ikan Poetere, Kota Makassar. Kolagen diekstrak melalui hidrolisis menggunakan natrium hidroksida (NaOH) 5%, lalu dianalisis untuk rendemen, FTIR, dan UV-Vis. Mengingat terbatasnya data, hasil penelitian ini diharapkan dapat melengkapi informasi yang ada dan menjadi landasan bagi pengembangan produk kolagen.

METODE

Penelitian ini merupakan desain kuantitatif yang dilakukan secara eksperimental menggunakan sampel dari tulang ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) yang kemudian diekstraksi dengan pelarut basa natrium hidroksida (NaOH). Hasil ekstraksi akan diperoleh ekstrak kolagen dan dilakukan analisis secara fisika dan kimia.

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah tulang ikan cakalang yang diperoleh dari pasar ikan poetere kota Makassar, Natrium hidroksida (NaOH) 5%, asam klorida (HCl) 10%, pereaksi Lowry A, pereaksi Lowry B, aquades (H₂O), kertas saring, pH digital. Alat yang digunakan pada penelitian ini



adalah Spektrofotometer *Ultraviolet-Visible* (UV-Vis), Spektrofotometer *Fourier Transform Infrared* (FTIR), *rotary evaporator*, desikator, tanur, neraca analitik, oven, cawan porselin, gelas kimia 250 mL, gelas ukur 50 mL, labu ukur 50 mL, labu takar 10 mL, labu takar 5 mL, pipet ukur, bulb, tabung reaksi, mortar, alu, blender, pipet tetes.

Preparasi Sampel

Sampel tulang ikan cakalang dipotong kecil lalu dipanaskan dengan api kecil selama 20 menit untuk menghilangkan sisa daging dan darah, kemudian diangin-anginkan. Terakhir, tulang dihaluskan dengan ditumbuk dan diblender, lalu diayak hingga menjadi serbuk simplisia.

Proses Ekstraksi Kolagen Tulang Ikan Cakalang

Metode maserasi digunakan dalam penelitian ini karena merupakan teknik ekstraksi dingin yang meminimalkan degradasi kolagen yang sensitif terhadap panas. Serbuk simplisia tulang ikan diekstraksi dengan NaOH 5% (1:10) hingga terendam. Konsentrasi NaOH 5% dipilih karena efektif untuk menghilangkan lemak dan mineral pengganggu melalui proses *degreasing* dan demineralisasi sehingga membantu mendapatkan ekstrak kolagen yang lebih murni. Sampel kemudian disimpan di wadah tertutup pada suhu kamar selama tiga hari, dengan pengadukan sesekali dan penggantian pelarut setiap 1x24 jam dengan volume yang sama. Filtrat yang didapat selanjutnya dinetralkan dengan HCl 10% hingga pH 7. Setelah netral, ekstrak disaring dan diuapkan menggunakan *rotary evaporator* untuk memperoleh ekstrak kolagen kental.

Penentuan Rendemen Kolagen

Perhitungan nilai rendemen dapat diperoleh menggunakan rumus dibawah ini (Tuslinah *et al.*, 2021).

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{bobot kolagen}}{\text{Bobot simplisia}} \times 100$$

Uji Kadar Air

Oven dipanaskan hingga mencapai suhu 105 °C, kemudian cawan porselin dimasukkan ke dalam oven. Setelah itu, cawan didinginkan dalam desikator selama 15 menit setelah 1 jam, lalu ditimbang. Sampel sebanyak 1g dimasukkan ke dalam cawan yang telah dipanaskan dalam oven pada suhu 105 °C selama 60 menit. Kemudian, sampel dimasukkan kembali ke dalam desikator dan ditimbang hingga beratnya konstan. Kadar air ditentukan menggunakan persamaan (Endah *et al.*, 2023) Sebagai berikut:

$$\text{kadar air \%} = \frac{w - (w_1 - w_2)}{w_1 - w_2} \times 100$$

Keterangan:

W = Berat sampel sebelum dikeringkan

W₁ = Berat cawan + sampel

W₂ = Berat cawan kosong

Uji Kadar Abu

Panasakan oven hingga mencapai suhu 105 °C suhu, kemudian masukkan cawan porselin selama 60 menit. Setelah itu, dinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang hingga beratnya tidak berubah (konstan). Sampel ditimbang sebanyak 1,02 gr dalam cawan dan dipanaskan di dalam oven 105 °C kemudian dinginkan. Langkah selanjutnya masukkan ke dalam tanur yang telah dipanaskan

hingga suhunya mencapai 600 °C selama 120 menit dan telah berbentuk abu. Abu ditempatkan dalam desikator dan ditimbang berulang kali hingga beratnya tidak berubah. Kadar abu kemudian dihitung menggunakan rumus persamaan (Endah *et al.*, 2023) sebagai berikut:

$$\text{kadar abu \%} = \frac{w_1 - w_2}{w} \times 100$$

Keterangan:

W = Berat sampel sebelum dikeringkan

W₁ = Berat cawan + sampel

W₂ = Berat cawan kosong

Uji Organoleptik

Kolagen diamati bentuk fisik, bau, dan warna ekstrak tulang ikan cakalang menggunakan panca indra.

Identifikasi Gugus Fungsi Dengan Fourier Transform Infrared (FTIR)

Penentuan gugus fungsi menggunakan alat FTIR sesuai prosedur analisis. Kolagen tulang ikan cakalang sebanyak 0,02 gr dan 0,1 gr kalium bromida dihaluskan menggunakan mortar sampai tercampur. Campuran dimasukkan kedalam set holder, kemudian dicari serapan bilangan gelombang dari kolagen tulang ikan cakalang dideteksi pada bilangan gelombang 37 sekitar 4000-500 cm⁻¹. Spektrum tersebut dianalisis untuk menentukan gugus-gugus fungsi protein pada kolagen tulang ikan cakalang (Safithri *et al.*, 2020).

Uji Kadar Protein Menggunakan Metode Lowry

1) Preparasi sampel

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

2) 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 sehingga diperoleh larutan induk dengan konsentrasi 5000 ppm.

3) Pembuatan kalibrasi

Siapkan 5 labu takar 50 mL beri label sesuai dengan konsentrasi yaitu 0, 600, 900 ppm. Pipet larutan BSA ke dalam masing-masing labu takar 50 mL sebanyak 0, 6, 9 mL kemudian tambahkan aquades hingga tanda batas.

4) Pengukuran kadar protein pada sampel

Siapkan 4 tabung reaksi. Tabung reaksi pertama hingga kelima berisi larutan standar 0, 600, 900 ppm dengan tabung 0 ppm berfungsi sebagai blanko. Untuk tabung keempat, tambahkan sampel sebanyak 2,5 mL. Selanjutnya, masukkan 5 mL Lowry B ke masing-masing tabung, lalu vortex selama 5 menit dan inkubasi 10 menit. Setelah itu, tambahkan 2,5 mL Lowry A ke seluruh tabung, vortex kembali, dan inkubasi selama 30 menit. Terakhir, ukur absorbansi pada panjang gelombang 400 sampai 800 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Analisis Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan microsoft excel untuk menghitung regresi



linear dan koefisien determinan (R^2).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen

Perhitungan rendemen dilakukan dengan membandingkan antar berat ekstrak kental (gram), yang diperoleh setelah evaporasi dengan berat simplisia (gram). Perhitungan ini bertujuan untuk mengetahui presentase bahan yang tersisa setelah proses ekstraksi dan tingkat efektivitas dari hasil yang didapatkan.

Tabel 1. Hasil rendemen ekstrak kolagen tulang ikan cakalang

Ekstrak	Berat Ekstrak (gram)	Berat Simplisia (gram)	Rendemen
NaOH	298,5	1.000	29,85%

Presentase rendemen ekstrak tulang ikan cakalang diperoleh yaitu 29,85%. Rendemen menunjukkan efektifitas suatu perlakuan. Nilai rendemen yang tinggi menunjukkan tingkat efektifitas yang juga tinggi (Rahantan *et al.*, 2024). Menurut Saerang *et al* (2023), perhitungan rendemen ekstrak dianggap baik apabila nilai yang didapat lebih dari 10%.

Hasil analisis proksimat ekstrak kolagen tulang ikan cakalang *K. pelamis* yang meliputi pengujian organoleptik, kadar air, dan kadar abu, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai analisis uji proksimat

No	Uji	Hasil	Standar SNI 8076:2014
1.	Organoleptik: Bentuk Warna Bau	Kental Coklat Kehitaman Amis	-
2.	Kadar Air	4,03%	Max 16 %
3.	Kadar Abu	0,18 %	Max 3,25%

Uji Organoleptik

Pada hasil uji organoleptik Tabel 2, menunjukkan ekstrak kolagen yang dihasilkan memiliki karakteristik sensori yang khas, dimana parameter bentuk, warna, bau menjadi penentu dalam menentukan produk yang siap dipasarkan. Ekstrak kolagen dari tulang ikan cakalang memperlihatkan bentuk ekstrak yang dihasilkan yaitu kental mengindikasikan reservasi struktur triple helix yang baik. Sementara parameter warna coklat kehitaman yang sesuai dengan karakteristik kolagen tipe I hasil ekstraksi larutan basa yang dihidrolisis dengan asam kuat. Warna ini dipengaruhi oleh kadar pigmen residual. Parameter bau menunjukkan aroma amis yang khas ini menunjukkan pada sampel yang terdapat senyawa volatil sebagai konterbutor utama aroma tersebut.

Uji Kadar Air

Pada uji kadar air yang diperoleh sebesar 4,03%. angka ini memenuhi standar SNI 8076:2014 dengan batas maksimum 16%. Pengujian kadar air ini sangat penting karena memengaruhi kualitas kolagen secara keseluruhan, termasuk tekstur, mutu, rasa, dan masa simpannya. Seperti dijelaskan Rahantan *et al.*, (2024) keberadaan air dapat memicu pertumbuhan mikroba dan aktivitas kimia yang

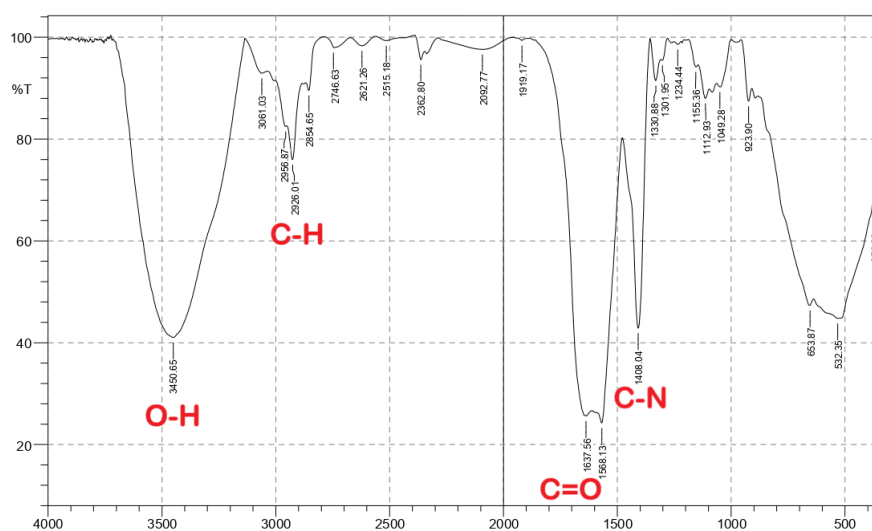
bisa merusak tekstur, warna, rasa, dan aroma produk.

Uji Kadar Abu

Pada Tabel 2 Nilai kadar abu yang dihasilkan dari ekstrak kolagen dari tulang ikan cakalang *K. pelamis* sebesar 0,18%. Angka ini memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) 8076:2014 yang menetapkan batas maksimum 3,25%, menunjukkan kandungan mineral yang rendah. kadar abu yang rendah juga menjadi indikator keberhasilan kolagen. Apabila kadar abu semakin rendah, tingkat kemurnian semakin tinggi.

Identifikasi Fungsi dengan *Fourier Transform Infrared (FTIR)*

Analisis FTIR digunakan untuk menganalisis gugus fungsi serta struktur molekul kolagen. Gugus fungsi kolagen dari tulang ikan cakalang (*K. Pelamis*) dan standar kolagen ikan. Kolagen yang analisis dengan metode FTIR adalah kolagen yang telah dilakukan perendaman menggunakan pelarut NaOH 5%.



Gambar 1. Spektrum hasil FTIR ekstrak kolagen tulang ikan cakalang *K. pelamis* pelarut NaOH 5%

Berdasarkan Gambar 1 Analisis FTIR digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang terdapat pada sampel tulang ikan cakalang. Spektrum FTIR sampel tulang ikan cakalang *K. pelamis* dengan panjang gelombang 500 – 4000 cm^{-1} menunjukkan puncak-puncak karakteristik yang mengidentifikasikan keberadaan senyawa organik kompleks, terutama protein dan lipid. Dominan puncak pada daerah 1650 cm^{-1} (amida I) dan 1550 cm^{-1} (amida II) menjadi bukti adanya struktur protein, didukung oleh puncak lebar di 3300-3500 cm^{-1} yang berasal dari fibrasi gugus N-H dan O-H.

Puncak lebar pada bilangan gelombang 3450,65 cm^{-1} menunjukkan vibrasi stretching O-H dari molekul air yang terperap dalam sampel hal ini wajar mengingat metode preparasi sampel yang melibatkan air dalam proses pembersihan, dimana sebagian kecil air masih tertahan pada struktur fibril kolagen. Adanya puncak lemah pada bilangan gelombang 2926,01 cm^{-1} merupakan ciri khas stretching C-H dari rantai asam lemak, mengindikasikan kandungan lipid residual dalam sampel. Puncak tajam terdapat pada bilangan gelombang 1637,56 cm^{-1} (amida I) disebabkan oleh stretching C=O pada ikatan peptida. Sementara, pada puncak 1408,04 cm^{-1} (amida II) muncul dari Bending C-N. Kehadiran puncak amida I dan amida II pada bilangan gelombang tersebut menunjukkan struktur tripel helix kolagen tipe I sebagaimana dilaporkan Hizbullah (2018). Semua sinyal gugus fungsi yang terdeteksi ini sesuai

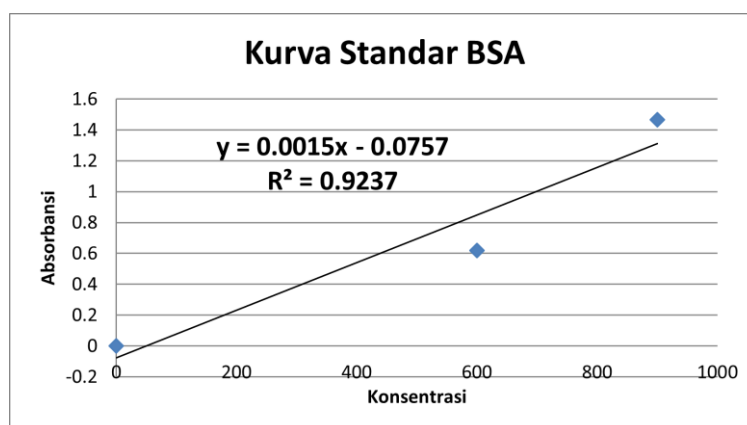
dengan struktur kolagen, sehingga membuktikan adanya kolagen dalam sampel tulang ikan cakalang K. pelamis.

Uji Kadar Protein menggunakan Metode Lowry

Berdasarkan dari pada Tabel 3 di peroleh nilai absorbansinya yang dihasilkan dari variasi konsentrasi larutan standar.

Tabel 3. Pengukuran Absorbansi Larutan Standar BSA

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi 770,5 (nm)
0	0,001
600	0,619
900	1,465



Gambar 2. Kurva Standar BSA

Perhitungan Kadar Protein menggunakan rumus:

$$\text{Kadar protein (\%)} = \frac{X \cdot \text{Faktor pengencer} \cdot \text{Volume}}{\text{Berat sampel (mg)}} \times 100\%$$

Keterangan:

X = konsentrasi protein (mg/mL)

Faktor pengencer

Volume = volume sampel awal (mL)

Berat sampel (mg)

Hasil pengukuran absorbansi larutan standar BSA pada Tabel 3 diperoleh nilai absorbansinya yang dihasilkan dari variasi konsentrasi larutan standar. Pengukuran absorbansi dilakukan dengan spektrofotometer UV-Vis pada rentang panjang gelombang 400 - 800 nm. Berdasarkan Gambar 2 diperoleh persamaan regresi linear $y = 0,0015x - 0,0757$ dan nilai $R^2 = 0,923$. Menurut Pratiwi et al., (2023) mengatakan bahwa jika nilai R^2 mendekati 1, maka nilai linearitasnya baik dan memenuhi kriteria penerimaan.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Larutan Uji

Konsentrasi Sampel	Absorbansi 770,5 (nm)	Kadar protein (%)
Kolagen 134,2 ppm	0,277	53,6%

Berdasarkan persamaan garis regresi $Y = 0,0015x - 0,0757$ diperoleh konsentrasi sampel ekstrak NaOH tulang ikan cakalang *K. pelamis* yaitu konsentrasi kolagen 134,2 ppm dengan presentase kadar protein 53,6%.

Berdasarkan Tabel 4 hasil analisis larutan uji menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 400 - 800 nm, maka diperoleh konsentrasi protein 134,2 ppm dan kadar protein 53,6% angka tersebut berada dibawah standar minimum SNI 8076:2014 yaitu di atas 75%.

Perbedaan pada hasil pemeriksaan dapat disebabkan dari metode pemeriksaan kadar protein yang ditetapkan oleh SNI menggunakan metode *Kjeldal*, sedangkan penelitian ini menerapkan metode Lowry. Kedua metode tersebut memiliki prosedur kerja yang tidak sama. Menurut Kisnawaty et al (2024), metode *Kjeldahl* menentukan kadar protein melalui tiga tahap utama yaitu destruksi, destilasi, dan titrasi. Berbeda halnya dengan metode *Lowry* yang mengukur protein dengan menggunakan standar BSA dan melibatkan analisis lebih lanjut seperti pengukuran absorbansi. Perbedaan dalam prinsip kedua metode ini dapat mengakibatkan variasi pada hasil kadar protein yang diperoleh, khususnya pada metode *Lowry*. Penggunaan standar kalibrasi dapat menimbulkan ketidakakuratan jika komposisi protein dalam sampel yang diuji tidak sepenuhnya sesuai dengan karakteristik protein standar.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa persentase rendemen ekstrak kolagen tulang ikan cakalang *K. pelamis* adalah 29,85%. Ekstrak kolagen kental dianalisis menggunakan FTIR diperoleh gugus fungsi O-H, C-H, C=O, C-N dan kadar protein yang diperoleh hasil analisis menggunakan UV-Vis yaitu konsentrasi protein 134,2 ppm dan kadar protein 53,6%.

REFERENSI

- Bhernama, B. G., Nasution, Reni. S., & Nisa, Syarifah. U. (2020). Ekstraksi Gelatin Dari Tulang Ikan Kakap Putih (*Lates calcarifer*) Dengan Asam HCl. *Jurnal Sains Natural*, 10(2), 43. <https://doi.org/10.31938/jsn.v10i2.282>
- Endah, D., Munadi, R., & Farnatubun, M. W. (2023). Analisis Proksimat dan Kolagen pada Kulit Ikan Tawassang (*Naso thynnoides*). *ILTEK : Jurnal Teknologi*, 18(02), 103–107. <https://doi.org/10.47398/iltek.v18i02.124>
- Gustin, O. D. (2024). *Optimasi Ekstraksi Dan Karakterisasi Kolagen Dari Kulit Dan Tulang Ikan Tongkol (Euthynnus affinis)*.
- Haiyqal, S. V., Ismanto, A., Indrayanti, E., & Andrianto, R. (2023). Karakteristik Tinggi Gelombang Laut pada saat Periode Normal, El Niño dan La Niña di Selat Makassar. *Jurnal Kelautan Tropis*, 26(1), 190–202. <https://doi.org/10.14710/jkt.v26i1.17003>
- Hanivia, M. R., & Jariah. (2022). Pengaruh Konsentrasi Asam Klorida Dan Metode Ekstraksi Microwave Terhadap Karakteristik Kolagen Tulang Ikan Tuna (*Thunus sp*). *Teknologi Pangan : Media Informasi Dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, 13(2), 156–165. <https://doi.org/10.35891/tp.v13i2.3026>
- Indrastuti, Magfirah, Sukmawati, S., & Marlisa Bossa Samang, A. (2022). Pemanfaatan Limbah Ikan Cakalang Dalam Meningkatkan Kemandirian Ekonomi Masyarakat Nelayan Di Desa Pambusuang. *JURNAL ABDIMAS GORONTALO*, 5(2), 37–42.
- Jafari, H., Lista, A., Siekapen, M. M., Ghaffari-Bohlouli, P., Nie, L., Alimoradi, H., & Shavandi, A. (2020). Fish collagen: Extraction, characterization, and applications for biomaterials engineering.



- In *Polymers* (Vol. 12, Issue 10, pp. 1–37). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/polym12102230>
- Kisnawaty, S. W., Sudana, F. P., Titik, D. N., & Muhammad, M. A. (2024). Analisis Kadar Protein dengan Metode Lowry pada Berbagai Jenis Produk Susu yang Beredar di Lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta. *Antigen : Jurnal Kesehatan Masyarakat Dan Ilmu Gizi*, 2(3), 12–20. <https://doi.org/10.57213/antigen.v2i3.277>
- Mawarida, R., Tumulyadi, A., Setyohadi, D., Sumberdaya Perikanan, P., Perikanan dan Ilmu Kelautan, F., Brawijaya, U., Veteran, J., & Timur, J. (2022). *Analisis Dinamika Populasi Ikan Cakalang (Katsuwonus pelamis) Di WPP 573 Yang Didaratkan Di TPI Pondok Dadap, Sendangbiru, Malang, Jawa Timur* (Vol. 9). <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/cms/>
- Nahor, E. M., Rumagit, B. I., & YTOu, H. (2020). Perbandingan Rendemen Ekstrak Etanol Daun Andong (*Cordyline futilosa* L.) Menggunakan Metode Ekstraksi Maserasi dan Sokhletasi. *Prosiding Seminar Nasional*, 40–44.
- Pratiwi, L. I., Haryati, S., & Pratama, G. (2023). *Optimasi Kolagen dari Kulit Ikan Payus (Elops hawaiiensis) dengan Perbedaan Konsentrasi Natrium Hidroksida (NaOH)*.
- Pujiastuti, N., & Santoso, B. (2020). Kandungan Protein Tempe Kedelai Yang Berbeda Bahan Pengemas Primer Dan Parameter penyimpanan. *Journal of Pharmaceutical and Sciences Electronic*, 8(1), 76–86. <https://doi.org/10.36490/journal-jps.com>
- Puteri, N. P., Dewi, L., & Mahardika, A. (2020). Penambahan putih telur sebagai peningkat protein pada tempe kedelai. *Edubiotik : Jurnal Pendidikan, Biologi Dan Terapan*, 5(02). <https://doi.org/10.33503/ebio.v5i02.768>
- Rahantan, M., Milca Lalopua, V. N., & Savitri, I. K. (2024). Karakteristik Mutu Kolagen Dari Limbah Produksi Tuna Loin. *Biopendix*, 10(2), 234–243.
- Romadhon, Sastro Darmanto, Y., & Ayu Kurniasih, R. (2019). *Karakteristik Kolagen Dari Tulang, Kulit, Dan Sisik Ikan Nila*.
- Saerang, M. F., Edy, H. J., & Siampa, J. P. (2023). Formulasi Sediaan Krim Dengan Ekstrak Etanol Daun Gedi Hijau (*Abelmoschus manihot* L.) Terhadap *Propionibacterium acnes*. *PHARMACON*, 12(3), 350–357.
- Safithri, M., Tarman, K., Suptijah, P., & Sagita, N. (2020). *Karakteristik Kolagen Larut Asam Teripang Gama (Stichopus variegatus)*.
- Salindeho, N., & John, K. (2019). Karakteristik Fisikokimia Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) Asap Menggunakan Bahan Pengasap Sabut Kelapa Cangkang Pala Dan Kombinasi Kedua Bahan Pengasap. In *UNSRAT PRESS*.
- 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. <https://doi.org/10.35800/mthp.8.3.2020.29573>
- Setiawan, A. (2022). Keanekaragaman Hayati Indonesia: Masalah dan Upaya Konservasinya. *Indonesian Journal of Conservation*, 11(1), 13–21.
- Siviroj, P., Ruangsuriya, J., & Ongprasert, K. (2024). Changes in Protein Levels during the Storage and Warming of Breast Milk in a Domestic Environment. *Children*, 11(9). <https://doi.org/10.3390/children11091133>
- Sunarya, Y. J. P. P., Kustiar, Y., Djenar, N. S., & Permanasari, A. R. (2022). Pengaruh Metode Hidrolisis Terhadap Karakteristik Kimia Senyawa Kalsium Hasil Ekstraksi dari Cangkang Telur Ayam. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 8(1), 25–31. <https://doi.org/10.22487/kovalen.2022.v8.i1.15803>
- Syam, S., Asmah, N., & Lestari, N. A. L. (2023). Efektivitas Antibakteri Ekstrak Tulang Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) terhadap *Streptococcus mutans* dan *Porphyromonas gingivalis* Antibacterial Effect of Skipjack Tuna (*Katsuwonus pelamis*) on *Streptococcus mutans* and *Porphyromonas gingivalis*. *E-GiGi*, 11(2), 306–312. <https://doi.org/10.35790/eg.v11i2.46>
- Tuslinah, L., Rahmawati, L., Nurjanah, I., Ramdan, M., & Aprilia, A. Y. (2021). Karakterisasi Gelatin Dari Tulang Ikan Tongkol Dan Tulang Ikan Gurame. In *Karakteristik Gelatin ... Journal of Pharmacopolium* (Vol. 4, Issue 3).
- Widiyastuti, S., & Megantara, S. (2021). *Review Artikel: Sumber Dan Manfaat Kolagen Dalam*

Industri Kosmetik.