

CHARACTERIZATION OF SKAPSAT FISH (*Katsiwonus pelamis*) BONE COLLAGEN BY HYDROLYSIS USING ETHANOL ASA SOLVENT

KARAKTERISASI KOLAGEN TULANG IKAN CAKALANG (*Katsuwonus pelamis*) DENGAN HIDROLISIS MENGGUNAKAN PELARUT ETANOL

Wa Melati¹, Miladiarsi², Juniati binti lukman³

^{1,3}Biomedical Science Program, Megarezky Institute of Health Science, Manggala, Makassar, 90234, Indonesia

²Plant Protection, Faculty of Agriculture, Lambung Mangkurat University, Jl.Gen.Achmad Yani Km. 35.5 Banjarbaru, South Kalimantan

ARTICLE INFO

Article History:
Received: 20 Juli 2025
Revise: 11 Agustus 2025
Accepted: 11 Agustus 2025

*Corresponding authors:

Wa Melati
Biomedical sciences,
Megarezky University,
Manggala, Makassar,
90234, Indonesia
Email:
wamelati99@gmail.com

ABSTRACT

Kolagen merupakan salah satu jenis protein yang banyak terkandung di jaringan hewan salah satunya yaitu ikan cakalang Tulang ikan cakalang kaya akan nutrisi, mengandung 15 jenis asam 20,15% protein dan sekitar 30% adalah kolagen. Tulang ikan cakalang dapat dimanfaatkan sebagai sumber kolagen alternatif. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai rendemen kolagen yang dihasilkan dari ekstrak tulang ikan cakalang menggunakan pelarut Etanol. Penelitian ini merupakan desain penelitian kuantitatif dengan jenis penelitian eksperimental. Tulang ikan cakalang di rendam menggunakan etanol 95% selama 37 jam. Dihasilkan nilai rendemen kolagen 9,76%, kadar air sebanyak 1,01 % dan kadar abu sebanyak 0,036 % nilai tersebut masih memenuhi standar SNI kolagen, kadar protein yang di dapatkan pada penelitian ini yaitu sebanyak 0,996% dan hasil FTIR pada penelitian ini di dapatkan gugus fungsi Amida A, B, I, II, dan III. Hal ini menunjukkan bahwa hasil dari penelitian benar-benar kolagen dan belum terdenaturasi menjadi gelatin.

Kata Kunci : Kolagen, Protein, Tulang ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*), Etanol

Collagen is one type of protein that is widely contained in animal tissues, one of which is skipjack. Skipjack bones (*K. pelamis*) are rich in nutrients, containing 15 types of acids 20.15% protein and about 30% is collagen. Skipjack bones can be utilized as an alternative collagen source. The main objective of this study was to determine the yield value of collagen produced from skipjack bone extract using Ethanol solvent. This research is a quantitative research design with experimental research type. Tuna bones were soaked using 95% ethanol for 37 hours. The resulting collagen yield value is 9.76%, water content is 1.01% and ash content is 0.036%, this value still meets the SNI collagen level, the protein content obtained in this study is 0.996% and the FTIR results in this research obtained the NH, NH, CH, C=O and C-N functional groups. This shows that the results of the study are really collagen and have not been denatured into gelatin.

Keywords: Collagen, Protein, Skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) bones, Ethanol

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 Menteri Kelautan dan Perikanan (2022) menunjukkan produksi ikan tangkap laut mencapai Rp1,79 triliun. Angka ini didorong oleh posisi geografis Indonesia sebagai negara kepulauan dengan luas perairan sekitar 6.400.000 km² (Anugrah & Alfarizi, 2021). Salah satu wilayah yang menonjol adalah perairan Sulawesi Selatan Perairan ini merupakan titik pertemuan Samudera Pasifik dan Samudera Hindia, menjadikannya sangat subur dan kaya akan biota laut. Potensi perikanan di Sulawesi Selatan mencapai 296.132 ton [2] termasuk ikan pelagis seperti tuna, tongkol, dan cakalang (*K. pelamis*) (Maharani Putri *et al.*, 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 *et al.*, 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 *et al.*, 2016)

Bagian tubuh ikan cakalang yang banyak dimanfaatkan tidak hanya dagingnya, tetapi juga kepala, tulang, sirip, dan jeroan (Sukmawati *et al.*) Tulang ikan merupakan limbah padat terbesar dari pengolahan ikan dengan estimasi 17.560 ton, 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 *et al.*, 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 (Savitri *et al.*, 2024) Salah satu metode efektif untuk mengekstraksi kolagen dari tulang ikan cakalang adalah teknik maserasi, yang mengekstrak zat aktif yang larut dalam cairan pengekstrak. Ekstraksi ini biasanya menggunakan pelarut organik seperti etanol.

Etanol merupakan pelarut polar yang efektif dalam melarutkan senyawa organik. Menurut Evayana dan. Aminah (Evayana & 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 (Kumoro *et al.*, 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 *et al.*, 2022)

METODE

Penelitian ini merupakan desain penelitian kuantitatif dengan jenias penelitian eksperimental menggunakan sampel dari tulang ikan cakalang (*K. pelamis*), penelitian ini dilakukan di laboratorium Sains Biomedis Universitas Megarezky Makassar. Pupulasi pada penelitian adalah tulang ikan cakalang (*K. pelamis*) yang di peroleh dari pasar poetere kota Makassar sedangkan Sampel yang di gunakan pada penelitian ini yaitu ekstrak tulang ikan cakalang (*K. pelamis*). Kriteria inklusi pada penelitian ini ialah;



Tulang ikan cakalang (*K. Pelami*) yang segar dan sudah di potong kecil, dikukus, dan dikeringkan. Kriteria ekskulusi yaitu; tulang ikan cakalang (*K. Pelamis*) yang tidak segar, tidak di kukus dan tidak di keringkan.

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah 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, pipet tetes. Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah tulang ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*), silika gel, aquades, etanol (C₂H₅OH) 95%, kalium A, Larutan Lowry B, *Bovine serum albumin* (BSA).

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

Sampel tulang ikan cakalang (*K. Pemami*) yang sudah di kumpul di potong menjadi bagian kecil dan di rebus selama 15 menit untuk mempermudah pembersihan daging. Kemudian keringkan dengan cara diangin-anginkan, dan dilakukan penghilangan air dengan cara dioven pada suhu 80-900C haluskan sampel kering tersebut menggunakan blender untuk mendapatkan serbuk simplisia tulang ikan. Serbuk simplisia tersebut kemudia di rendam menggunakan etanol 90% dengan perbandingan 1:10. Proses perendaman ini dilakukan selama 72 jam dengan penggantian pelarut dilakukan setiap 1x24 jam. Ekstrak yang diperoleh kemudian diuapkan menggunakan *rotary evaporator* sehingga diperoleh ekstrak kental tulang ikan cakalang.

Penentuan Rendemen

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

$$\text{Rendaman Kolagen (\%)} = \frac{\text{Berat kering kolegen (g)}}{\text{Berat awal bahan baku tulang}} \times 100 \dots (3.1)$$

Uji Kadar Air

Timbang cawan porselin kosong kemudian masukan ke dalam oven dengan suhu 105oC 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 masukan ke dalam oven pada suhu 105oC dan panaskan selama 60 menit. Kemudian di masukan ke dalam desikator dan ditimbang hingga beratnya konstan. Kadar air ditentukan menggunakan persamaan sebagai berikut (Nurfitriyani et al., 2024)

$$\text{Kadar air} = \frac{W1 - W}{W2 - W} \times 100\% \dots \dots \dots (3.2)$$

Keterangan :

W = Berat Cawan kosong

W1 = Berat Awal

W2 = Berat Akhir



Uji kadar Abu

Timbang cawan porselin kosong kemudian masukan ke dalam oven dengan suhu 105oC selama 60 menit. Kemudian dinginkan dalam desikator selama 15 menit lalu ditimbang kemudian catat bobotnya. Timbang sampel sebanyak 1,02 gram dalam cawan kemudian dimasukan ke dalam tanur pengabuan dengan suhu 600oC selama 120 menit. Abu dimasukan ke dalam desikator dan ditimbang hingga beratnya konstan Kadar abu ditentukan menggunakan persamaan sebagai berikut (Arlin Wijayanti, 2024)

$$\text{Kadar abu} = \frac{w1 - w2}{w} \times 100\% \dots \dots \dots (3.3)$$

Keterangan :

W = Berat sampel sebelum dikeringkan

W1 = Berat cawan sampel

W2 = Berat Cawan Kosong

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 dihaluskan menggunakan mortar sampai tercampur. Campuran dimasukkan kedalam set holder, kemudian dicari serapan bilangan gelombang dari kolagen tulang ikan cakalang dideteksi pada gelombang sekitar 4000-500 cm⁻¹. Spektrum tersebut dianalisis untuk menentukan gugus-gugus fungsi protein pada kolagen tulang ikan cakalang

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.

Analisis Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan microsoft excel untuk menghitung regresi linear dan koefisien determinan (R^2).

HASIL

Sampel yang digunakan pada penelitian ini yaitu tulang ikan cakalang untuk melihat adanya kadar kolagen pada sampel menggunakan pelarut etanol. Tabel 1. Hasil rendemen dari tulang ikan cakalang

Tabel 1. Hasil Rendemen Ekstak Tulang Ikan Cakalang

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

Analisis proksimat

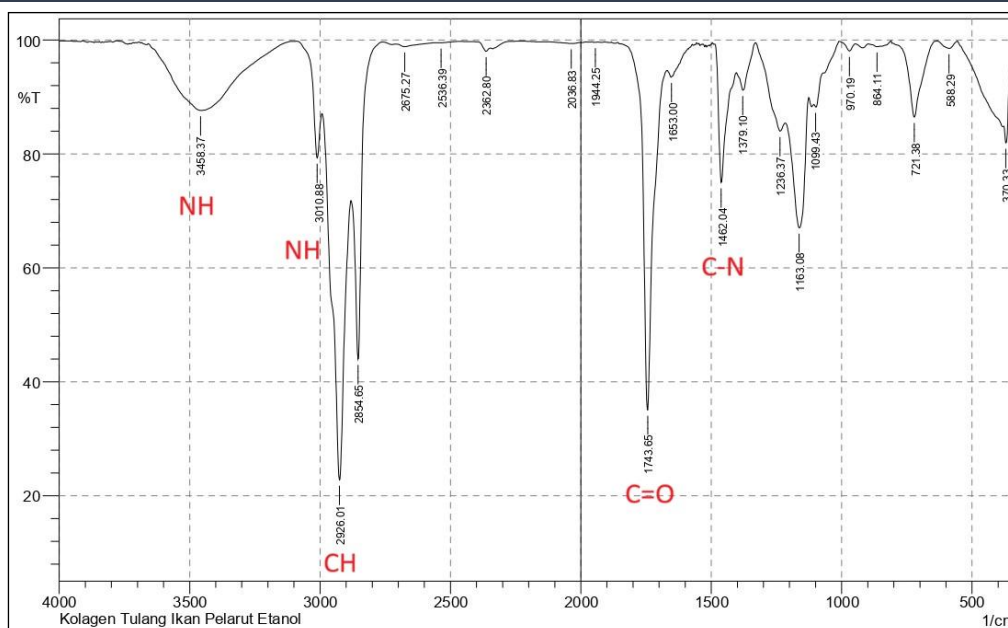
Hasil analisis proksimat dari ekstrak kolagen tulang ikan cakalang (K. pelami) meliputi uji kadar air dan uji kadar abu dapat dilihat pada tabel 2.

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 %

Identifikasi gugus fungsi kolagen menggunakan FTIR

Karakterisasi kolagen dari tulang ikan cakalang (K. pelamis) menggunakan pelarut etanol diidentifikasi menggunakan Fourier Transform Infra-Red (FTIR). Tujuan utama pengukuran FTIR adalah untuk memastikan bahwa senyawa yang didapatkan adalah kolagen berdasarkan gugus fungsinya. Sarapan gugs fungsi kolagen di ukur pada gelombang 400 cm¹ – 4.000 cm¹ (Mberato *et al.*, 2020)



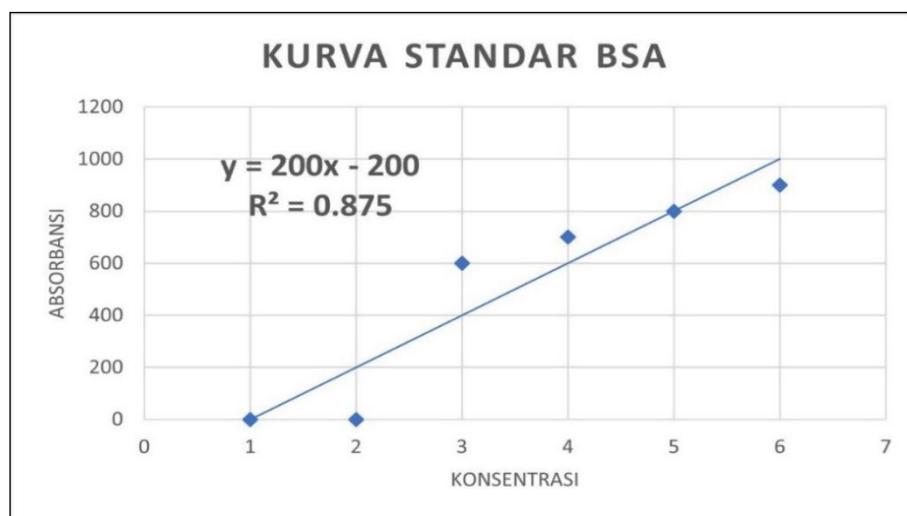
Gambar 1. Spetrum FTIR Kolagen tulang ikan cakalang pelarut etanol

Analisis UV-Vis

Dari Tabel 4.3. di bawah dapat dilihat absorbansi yang dihasilkan dari fariasi konsentrasi larutan standar BSA dan dibuat kurva larutan standar BSA. Seperti yang tertera pada gambar 4.2. persamaan garis regresi linear $Y = 200x - 200$ dengan koefisien regresi (R^2) = 0,875.

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. 4.2. Kurfa standar BSA

Tabel 4. 1 Hasil pengukuran kadar kolagen ekstrak tulang ikan cakalang (K. pelamis)

No	Kode Sampel	Absorbansi 770,5 (nm)	Kadar Kolagen (ppm)
1.	Kolagen	-0,618	0,996

PEMBAHASAN

Data pada tabel 1. Menunjukkan hasil rendemen kolagen tulang ikan cakalang. Rendemen tulang ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) yang diperoleh pada penelitian ini menggunakan pelarut Etanol 95 % yaitu sebanyak 9,76%. Nilai rendamen merupakan parameter yang penting untuk mengetahui tingkat efisiensi dari suatu proses pengolahan. Nilai rendamen sangat dipengaruhi oleh bahan baku serta suhu ekstraksi. Semakin tinggi suhu ekstraksi maka semakin banyak rendamen kolagen yang dihasilkan, hal itu terjadi karena naiknya suhu maka proses ekstraksi kolagen semakin sempurna dan jumlah kolagen yang diperoleh semakin banyak.

Data pada tabel 2. Menunjukkan nilai dari Hasil analisis kadar air terhadap kolagen dari tulang ikan Cakalang (*K. pelamis*) pada penelitian ini dengan menggunakan pelarut etanol 95% yaitu sebanyak 1,01%. Nilai kadar air tersebut memenuhi mutu kolagen Standar Nasional Indonesia (SNI 8076:2014) batas maksimum kolagen tulang ikan yaitu 16%. Hasil tersebut dapat di katakan sangat baik karena menurut penelitian Mulyani (2021) menyatakan bahwa semakin rendah kadar air kolagen akan meningkatkan kualitas kolagen, karena memiliki umur simpan yang lebih panjang. Selain itu nilai kadar air ekstrak etanol kolagen tulang ikan cakalang (*K. pelamis*) pada penelitian ini lebih rendah atau minim kadar air jika di dibandingkan dengan peneltian yang telah dilakukan oleh Rahmawan (2022) yaitu sebanyak 2,91% pada kulit ikan tuna sirip kuning.



Kadar abu yang diperoleh pada penelitian ini yaitu sebanyak 0,036 %. Dimana nilai kadar abu tersebut masih dibawah batas kadar abu yang di perkenankan olah Standar Nasional Indonesia (SNI 8076:2014) dengan syarat mutu kolagen untuk kadar abu pada sampel kolagen tulang ikan yaitu sebesar 3,250%. Hasil tersebut dapat di katakan baik karena menurut penelitian yang di lakukan oleh Maita dan Thohari (2020) menyatakan bahwa Rendahnya kadar abu ini menunjukkan bahwa kandungan mineral yang rendah. Semakin rendah kadar abu yang dihasilkan maka mutu dan tingkat kemurnian ekstrak pegagan semakin tinggi. Selain itu kadar abu ekstrak etanol kolagen tulang ikan cakalang (*K. pelamis*) pada penelitian ini lebih rendah jika di bandingkan dengan penelitian yang di lakukan oleh Savitri (2024) yaitu sebanyak 3,25 pada tulang dan ekor ikan tuna.

Hasil spektrum FTIR sampel kolagen Tulang Ikan Cakalang (*K. pelamis*) pada penelitian ini ditunjukan pada Gambar 4.1. Dimana hasil analisis gugus fungsi kolagen tulang ikan cakalang (*K. Pelamis*) menunjukkan puncak serapan pada panjang gelombang 3458,37 dan 3010, 88 cm^{-1} yang menunjukan kehadiran NH dari gugus amida (Puspitasari & Saryanti, 2024). Pada panjang gelombang 2926.01 cm^{-1} menunjukan adanya gugus CH pada kolagen. Sedangkan Bilangan gelombang 1743,65 mengidentifikasi adanya vibrasi regangan gugus karbonil C=O. Vibrasi ini sangat krusial karena merupakan ciri khas struktur sekunder peptida yang terdapat di sepanjang rantai polipeptida (Puspitasari & Saryanti, 2024). Bilangan gelombang 1462,04 cm^{-1} , dimana untuk wilayah serapan ini adanya vibrasi renggangan CN pada ikatan peptida. Bilangan gelombang 1379.1 cm^{-1} . yang menunjukan vibrasi CH dan NH yang berikat langsung dengan struktur *triple helix*, Menurut Mberato (2020) bilangan gelombang 1743,65 cm^{-1} , regangan C=O amida ini berperan sebagai indikator adanya serina dari protein kolagen. Sehingga penelitian ini benar mengandung kolagen.

Sebelum mengukur absorbansi sampel, kurva standar dibuat menggunakan Bovine Serum Albumin (BSA) sebagai standar protein. Dari data absorbansi standar BSA dapat dilihat pada Gambar 4.2. dimana diperoleh persamaan regresi linear $Y = 200x - 200$, persamaan ini akan menjadi dasar perhitungan untuk menentukan konsentrasi protein dalam sampel berdasarkan nilai absorbansinya. dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0.875 Nilai R^2 ini menunjukkan seberapa baik titik data mendekati garis regresi linear. Angka 0.875 menunjukkan adanya korelasi linear yang cukup kuat antara konsentrasi BSA dan absorbansinya, meskipun tidak sempurna dimana Idealnya adalah nilai R^2 mendekati 1 (misalnya 0.99 atau lebih tinggi).

Berdasarkan hasil pengukuran sampel ekstrak etanol tulang ikan cakalang (*K. pelami*) menunjukan nilai absorbansi sebanyak -0,618 pada panjang gelombang 770,5 nm. Dengan menggunakan persamaan regresi dari kurva standar, absorbansi ini dikonversi menjadi konsentrasi protein. Perhitungan menunjukkan bahwa ekstrak etanol tulang ikan cakalang (*K. pelami*) mengandung kadar protein sebesar 0,996 %, nilai ini tidak memenuhi syarat mutu kolagen SNI 8076:2014 yaitu diatas 75%. Tetapi jika di bandingkan dengan kadar protein pada tulang ikan tenggiri pada penelitian yang di lakukan olah Disyacitta (2024)Yaitu sebanyak 0,46%. Kadar protein tulang ikan cakalang (*K. pelamis*) pada penelitian ini sedikit lebih tinggi.



KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa Ekstrak etanol kolagen tulang ikan cakalang (*K. pelamii*) menghasilkan rendemen terbaik sebesar 9,76%. kadar air yang cukup rendah 1,01 %, kadar abu 0,36%. Identifikasi kolagen ekstrak etanol tulang ikan cakalang (*K. pelamis*) menggunakan FTIR untuk mengetahui gugus fungsi yang dihasil. Gugus fungsi yang di hasilkan yaitu, NH, C=O, CH dan C-N, ini menunjukkan bahawa hasil dari penelitian ini benar-benar kolagen. serta kadar protein yang yaitu sebanyak 0,996 ppm. Sehingga ekstrak etanol tulang ikan cakalang (*K. pelamis*) dapat di jadikan alternatif sebagai sumber kolagen dan juga tulang ikan cakalang (*K. pelamis*) dapat dijadikan sebagai bahan-bahan farmasi.

REFERENCES

- Anugrah, A. N., & Alfarizi, A. (2021). Literature Review Potensi Dan Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Laut Di Indonesia. *Jurnal Sains Edukatika Indonesia (JSEI)*, 3(2), 31–36.
- Arlin Wijayanti, S. H. R. D. E. (2024). Karakteristik Kimiawi Bakso Ikan Patin (*Pangasius Sp.*) Melalui Pemberian Tepung Konjak (*Amorphophallus oncophyllus*) . *Jurnal Ilmu Perikanan Dan Kelautan Indonesia* , VI(1)(2685–7227), 15–29.
- 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>
- Disyacitta, C., Astuti, S., Susilawati, S., & Koesoemawardani, D. (2024). *Sifat Kimia, Fisik dan Sensori Kerupuk Pangsit pada Berbagai Konsentrasi Tepung Tulang Ikan Tenggiri Chemical, Physical and Sensory Properties of Dumpling Crackers with Different Concentrations of Mackerel Bone Flour*. <https://doi.org/10.17509/edufortech.v9i1>
- 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. <https://doi.org/10.36499/psnst.v12i1.7094>
- Kumoro, A. C., Wardhani, D. H., Kusworo, T. D., Djaeni, M., Ping, T. C., & Ma'rifat Fajar Azis, Y. (2022). Fish protein concentrate for human consumption: A review of its preparation by solvent extraction methods and potential for food applications. In *Annals of Agricultural Sciences* (Vol. 67, Issue 1, pp. 42–59). Faculty of Agriculture, Ain-Shams University. <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., Salampessy, 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 Jivitam*, 5(1), 11. <https://doi.org/10.15578/bjsj.v5i1.12142>
- Maita Eka Permatasari, S., Thohari, I., Penambahan Gelatin sebagai Enkapsulan Ekstrak Pegagan terhadap Kadar Air, P., Abu, K., Rendemen Sri Maita Eka Permatasari, dan, & Imam Thohari, dan. (n.d.). *The Use Of Gelatin As Pegagan Extracted Enkapsulan (Centella Asiatica) On Water Content, Ash Content, Solubility And Rendemen*.



- 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). In *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis* (Vol. 8).
- 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/mkcp.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*, 45–55. <https://doi.org/10.35800/mthp.12.1.2024.53300>
- Pemanfaatan Sumber Daya Ikan Cakalang di Perairan Teluk Bone, P., Tauhid Umar, M., & Mukti Zainuddin, dan. (2019). *Potencial utilization of skipjack tuna (Katsuwonus pelamis) in Bone Bay*. 2(2), 58–68.
- 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. In *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology Journal Homepage : Farmasi, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional* (Issue 2). <http://jurnal.unpad.ac.id/ijpst/>
- Rahmawan Kusa, S., Silvana Naiu, A., Yusuf Universitas Negeri Gorontalo Jl Jend Sudirman No, N., Tim, D., & Kota Tengah, K. (2022). *Media Teknologi Hasil Perikanan Agustus 2022*, 10(2): 107-116 *Media Teknologi Hasil Perikanan Terakreditasi Nasional (Sinta 4)*(2): 107-116 *SK Ditjen Risbang Kemristekdikti Karakteristik Kolagen Kulit Tuna Sirip Kuning (Thunnus Albacares) Pada Waktu Hidro-Ekstraksi Berbeda Dan Potensinya Dalam Bentuk Sediaan Nanokolagen*. <https://doi.org/10.35800/mthp.10.2.2022.41716>
- Savitri, E., Rahantan Karakteristik Mutu Kolagen, M., Rahantan, M., Milca Lalopua, V. N., & Savitri, I. K. (n.d.-a). *Vonda Milca N Lalopua, Imelda K Karakteristik Mutu Kolagen Dari Limbah Produksi Tuna Loin Quality Characteristic Of Collagen Extracted From Tuna Loin Production Waste*.
- Savitri, E., Rahantan Karakteristik Mutu Kolagen, M., Rahantan, M., Milca Lalopua, V. N., & Savitri, I. K. (n.d.-b). *Vonda Milca N Lalopua, Imelda K Karakteristik Mutu Kolagen Dari Limbah Produksi Tuna Loin Quality Characteristic Of Collagen Extracted From Tuna Loin Production Waste*.
- 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 KLOORIDA. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 8(3), 107. <https://doi.org/10.35800/mthp.8.3.2020.29573>
- Sukmawati, S., Marlisa Bossa Samang, A., Studi Teknologi Hasil Pertanian, P., & Sulawesi Barat, U. (n.d.). Utilization of Skipjack Tuna Waste for Increasing the Economic Independence of Fisherman Communities in Pambusuang Village. *Jurnal Abdimas Gorontalo*, 5(2), 37–42.