



Pemanfaatan Tulang dan Kulit Ikan Laut: Ekstraksi Gelatin dan Pemanfaatannya Sebagai Alternatif Gelatin Babi dalam Industri Pangan dan Farmasi

Apliana Reza Sungkwarini¹, Nurkhasanah Mahfudh^{1*)}

¹Fakultas Farmasi Universitas Ahmad Dahlan
Jl. Prof. Soepomo, Janturan, Yogyakarta, 55164, Indonesia

*)Corresponding author: 2508062152@webmail.uad.ac.id

(Received: August 3, 2026; Accepted: September 30, 2026)

Abstrak

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia dengan hasil laut yang melimpah, salah satunya adalah ikan. Kulit dan tulang ikan laut berpotensi menjadi sumber kolagen untuk produksi gelatin karena kandungan proteinnya yang tinggi. Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian mengenai potensi kulit dan tulang ikan sebagai alternatif gelatin halal. Analisis dilakukan secara studi literatur melalui google, google scholar, pubmed, NCBI dan software publish or perish. Hasil *review* menunjukkan bahwa ikan kakap merah, ikan tuna, ikan cakalang, ikan makarel, ikan tongkol, dan ikan tembang berpotensi sebagai gelatin, dilihat dari parameter nilai pH, viskositas, dan kekuatan gelnnya. Perbedaan hasil pH tersebut dipengaruhi oleh suhu dan metode ekstraksi yang digunakan. Gelatin dari kulit dan tulang ikan memiliki karakteristik fisikokimia yang memenuhi standar nasional maupun internasional, dengan hasil yang paling mendekati kekuatan gelatin sapi berasal dari tulang ikan tuna. Sehingga kulit dan tulang ikan berpotensi dikembangkan sebagai alternatif gelatin halal pengganti gelatin babi.

Kata Kunci: Tulang Ikan; Kulit Ikan; Gelatin; Ekstraksi; Karakteristik

Abstract

Utilization of Marine Fish Bones and Skins: Gelatin Extraction and Its Use as an Alternative to Pork Gelatin in the Food and Pharmaceutical Industries. Indonesia is the world's largest archipelago and has abundant marine resources, including marine fish. Marine fish skin and bones can serve as a source of collagen for gelatin production because of their high protein content. Therefore, a study is needed to assess the potential of fish skin and bones as an alternative to halal gelatin. The analysis was conducted through a literature review using Google, Google Scholar, PubMed, NCBI, and Publish or Perish. The review found that red snapper, tuna, skipjack tuna, mackerel, tongkol, and tembang have potential as gelatin sources based on pH, viscosity, and gel strength parameters, with pH variations influenced by temperature and the extraction method used. Gelatin derived from fish skin and bones possesses physicochemical characteristics that meet both national and international standards, with tuna bone gelatin yielding results closest to those of bovine gelatin. Therefore, fish skin and bones have the potential to be developed as an alternative to pork gelatin.

Keywords: *Fish Bones; Fish Skin; Gelatin; Extraction; Characteristics*

How to Cite This Article: Sungkowarini, A. R., & Mahfudh, N. (2026). Pemanfaatan Tulang dan Kulit Ikan Laut: Ekstraksi Gelatin dan Pemanfaatannya Sebagai Alternatif Gelatin Babi dalam Industri Pangan dan Farmasi. *Indonesia Journal of Halal*, 9(1). <https://doi.org/10.14710/halal.v9i1.33680>

PENDAHULUAN

Gelatin adalah hasil hidrolisis kolagen, yaitu protein struktural utama pada jaringan ikat hewan seperti kulit, tulang, dan tendon. Gelatin sering dimanfaatkan dalam berbagai bidang industri, terutama industri farmasi. Sifat gelatin yang termoreversibel dalam membentuk gel, memiliki ketahanan tinggi terhadap air, serta mudah larut dalam air panas, menjadikannya banyak dimanfaatkan sebagai bahan utama dalam pembuatan cangkang kapsul obat (Batu et al., 2024; Nurilmala et al., 2022). Selain itu gelatin banyak difungsikan juga sebagai penstabil, pengemulsi, zat pengental, serta bahan matriks untuk implan (Febriana et al., 2021).

Sumber gelatin dan kolagen yang ada di pasaran umumnya berasal dari kulit dan tulang hewan mamalia, terutama babi dan sapi. Sekitar 46% berasal dari kulit babi, 29,4% dari kulit sapi, dan 23,1% dari tulang babi dan sapi (Said & Sarbon, 2022). Namun, penggunaan babi sebagai sumber gelatin menimbulkan masalah terkait status kehalalannya. Hal ini berkaitan dengan jumlah gelatin yang diimpor Indonesia dari negara-negara seperti Cina, Jepang, India, Australia, dan Selandia Baru per tahun 2022 mencapai 2,45 ribu ton hingga diperkirakan mencapai 4,75 ribu ton di tahun 2026 (Bank, 2022). Kondisi ini menjadi titik krusial yang perlu diperhatikan agar kehalalan sumber gelatin yang digunakan dalam suatu produk dapat terjamin. Oleh karena itu diperlukan alternatif sumber gelatin yang lebih jelas kehalalannya, salah satunya adalah pembuatan gelatin dari tulang ikan (Yin et al., 2025).

Menurut data Kementerian Kelautan dan Perikanan tahun 2024, Indonesia merupakan salah satu negara dengan keanekaragaman sumber ikan terbesar di dunia, dengan 37% dari total spesies ikan di

dunia yang ditemukan di perairan Indonesia. Sesuai dengan geografi Indonesia sebagai negara kepulauan, total luas perairan lautnya mencapai 6,4 juta km². Produksi perikanan laut berdasarkan komoditas utama dalam data statistik menunjukkan urutan terbanyak adalah ikan tongkol (39,48%), ikan cakalang (23,87%), ikan tuna (20,00%), dan udang (16,63%) (Badan Pusat Statistik, 2024). Jumlah ikan yang sangat tinggi ini dapat dimanfaatkan sebagai alternatif sumber gelatin yang halal. Sebagaimana dijelaskan dalam surah Al-Ma'idah ayat 96, makanan yang berasal dari laut adalah halal, namun tetap perlu dihindari pada tahap proses pembuatan gelatin dari ikan yang memungkinkan untuk menggugurkan kehalalannya.

Ikan laut sebagai salah satu sumber protein yang cukup tinggi di antaranya ikan kembung (21 gram), tuna (24,11%), ikan cakalang (30,06±0,002%), serta beberapa jenis ikan lain (Hardianti et al., 2024; Prasetyo et al., 2025; Rohmah et al., 2024) Hal ini sejalan dengan potensi ikan laut yang ada di Indonesia. Banyaknya jumlah ikan dapat menimbulkan masalah terkait peningkatan limbah perikanan berupa tulang ikan, kulit, kepala ikan, dan organ dalam. Limbah kulit dan tulang ikan dapat dimanfaatkan sebagai gelatin melalui pengolahan lebih lanjut (Pakalla et al., 2024).

Ekstraksi gelatin dari kulit atau tulang ikan dapat dilakukan dengan tiga metode, yaitu dengan perlakuan asam (tipe A), perlakuan basa (tipe B), dan metode dengan enzimatik. Perlakuan dengan asam merupakan metode konvensional yang dilakukan dengan menghilangkan garam kalsium dari tulang melalui pengasaman menggunakan asam encer, sehingga menghasilkan kolagen protein tulang yang mengandung gelatin larut air (Samatra et al.,

2022). Proses alkali, digunakan untuk ekstraksi gelatin dari tulang berbagai hewan yang umumnya membutuhkan waktu pemrosesan lebih lama akibat kandungan mineral yang lebih tinggi (Usman et al., 2022). Hasil perlakuan awal alkali menghasilkan bahan baku yang dimurnikan sebelum ekstraksi, sehingga menghindari kehilangan hasil yang tidak diinginkan. Namun, alkali berlebih dapat mengakibatkan penurunan hasil karena kolagen cenderung larut dalam air. (Samatra et al., 2022). Metode enzimatis semakin banyak dikembangkan karena prosesnya lebih singkat dan sifatnya yang spesifik, sehingga enzim dapat bekerja secara selektif pada ikatan tertentu dalam molekul kolagen dan membantu meningkatkan laju hidrolisis (Derkach et al., 2022).

Oleh karena itu, tujuan penulisan artikel ini adalah menganalisis potensi ikan laut sebagai sumber gelatin halal berdasarkan berbagai hasil penelitian yang telah dilakukan.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam studi pustaka ini adalah melakukan pencarian artikel jurnal nasional dan internasional di media online seperti Google, Google Scholar, NCBI, PubMed, dan software Publish or Perish, dari tahun 2021 sampai 2025, dengan kata kunci utama “Tulang ikan, kulit ikan, gelatin, ekstraksi, karakteristik, alternatif”. Referensi yang digunakan kemudian dianalisis dan ditinjau ulang hingga memenuhi spesifikasi. Kriteria inklusi yaitu artikel penelitian dan review rentang waktu 5 tahun terakhir serta kriteria eksklusi artikel tanpa data hasil nilai pH, viskositas, kekuatan gel. Hasil pencarian menggunakan kata kunci yang sesuai diperoleh sekitar 50 artikel jurnal. Setelah dilakukan analisis awal, terdapat 6 artikel yang memenuhi spesifikasi untuk dianalisis lebih lanjut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gelatin diperoleh dari berbagai sumber hewani melalui proses hidrolisis parsial atau denaturasi termal, dengan karakteristik fisik :

berbentuk serbuk, tidak memiliki rasa khas, teksturnya kasar, dan berwarna kuning sedikit kecoklatan (Hakim et al., 2025; Rather et al., 2022). Secara kimia, gelatin tersusun dari 18 jenis asam amino yang kompleks. Komponen utama asam aminonya, yaitu sekitar 57% terdiri dari glisin, prolin, dan hidroksiprolin, sedangkan 43% lainnya merupakan senyawa lain (Alipal et al., 2021). Gelatin tersusun atas protein, garam, dan air dengan ikatan kolagen utama berupa ikatan peptida (-CONH-). Struktur gelatin diperoleh melalui hidrolisis parsial dengan pemutusan rantai ikatan kovalen pada ikatan peptida, sehingga struktur heliksnya berubah menjadi rantai acak (Jia et al., 2024).

Karakter fisik dan kimia gelatin yang diekstraksi dari berbagai jenis kulit dan tulang ikan menunjukkan variasi yang cukup signifikan, meliputi kadar protein, pH, viskositas, dan kekuatan gel. Variasi yang terjadi dipengaruhi oleh perbedaan jenis ikan dan metode ekstraksi gelatin yang digunakan. Kadar protein gelatin dari tulang ikan yang dihasilkan berkisar antara 24,11% hingga 30,0062%, yang menunjukkan bahwa gelatin yang diperoleh memiliki kemurnian cukup tinggi karena kadar protein ikan yang digunakan juga cukup tinggi.

Tabel 1. Hasil pH gel gelatin beberapa jenis ikan laut yang dihidrolisis dengan asam

No	Sampel	pH	Jenis pelarut	Referensi
1	Kulit ikan makarel	6-7	Asam Asetat + Pepsin	(Herawati et al., 2023)
2	Tulang Ikan tembang	5,4	HCl (5%)	(Batu et al., 2024)
3	Tulang ikan tongkol	4,33	Asam Asetat 5%	(Al-faroji et al., 2023)

Nilai pH pada hasil ekstraksi gelatin dari kulit ikan dapat digunakan sebagai parameter dalam karakterisasi gelatin, karena memiliki pengaruh terhadap stabilitas dan

kelarutan gelatin. Nilai pH gelatin kulit ikan umumnya asam lemah hingga mendekati netral ($\pm 4-6$), yang dipengaruhi oleh suhu dan metode ekstraksi yang digunakan.

Suhu dapat memengaruhi nilai pH karena menentukan derajat hidrolisis protein dan pembentukan gugus kimia. Suhu tinggi pada proses ekstraksi gelatin dari kulit ikan tuna, seperti pada penelitian (Rao et al., 2025) menunjukkan bahwa suhu tinggi dapat meningkatkan degradasi kolagen dan mengubah struktur kimia gelatin dimana semakin banyak terbentuk gugus asam akan menyebabkan pH lebih rendah (Rao et al., 2025). Dalam jurnal (Batu et al., 2024) disebutkan bahwa proses ekstraksi dari tulang ikan tembang pada suhu sedang ($\pm 70^\circ\text{C}$) menghasilkan pH 5,4. Hal ini menunjukkan nilai pH masih dalam rentang normal, mendekati netral, sehingga proses hidrolisis tidak terlalu ekstrem.

Metode ekstraksi yang dimaksud dapat mempengaruhi pH yang dihasilkan adalah penggunaan asam dalam ekstraksi gelatin. Hasil pH pada ekstraksi gelatin dari tulang ikan tongkol pada jurnal (Al-faraji et al., 2023) yaitu 4,33, lebih rendah dibandingkan dengan penelitian (Batu et al., 2024), meskipun proses ekstraksi dilakukan pada suhu yang sama, yaitu $\pm 70^\circ\text{C}$. Sedangkan proses pengeringan isolat gelatin berbeda, yaitu 70°C untuk ikan tembang dan 55°C untuk ikan tongkol. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh penggunaan asam kuat dalam ekstraksi dan pengaruh suhu pengeringan isolat gelatin struktur kolagen dan jumlah gugus asam yang terbentuk sehingga berpengaruh terhadap pH. Asam yang digunakan dapat meninggalkan residu yang menyebabkan penurunan pH (Diharmia et al., 2022). Penggunaan asam kuat pada hidrolisis yang berlebihan dan penurunan pH yang terlalu drastis akan berpengaruh terhadap kekuatan gel akibat rusaknya struktur gel. Perbedaan suhu pengeringan isolat ini kemungkinan besar menjadi penyebab pH gelatin ikan tongkol lebih rendah daripada pH gelatin ikan tembang, karena peningkatan suhu dapat menyebabkan

ikatan antarmolekul melemah dan mengalami degradasi yang signifikan pada suhu 70°C (Nisa et al., 2025; Wang et al., 2024).

Tabel 2. Hasil viskositas gel gelatin beberapa jenis ikan laut

No	Sampel	Viskositas (Cp)	Referensi
1	Kulit ikan kakap merah	7,25	(Safi'i et al., 2021)
2	Tulang ikan tembang	4,53	(Batu et al., 2024)
3	Kulit ikan tuna	8,6	(Mafazah, 2024)
4	Tulang ikan tongkol	3,44	(Al-faraji et al., 2023)

Viskositas gelatin merupakan parameter penting yang berkaitan langsung dengan kualitas gelatin, di mana viskositas yang tinggi membentuk sifat gel yang lebih kuat dan stabil (Nugraheni et al., 2021). Viskositas yang diperoleh berdasarkan hasil beberapa jurnal penelitian berkisar antara 3,44 cP hingga 8,6 cP. Viskositas gelatin ikan berdasarkan standar Gelatin Manufacturers Institute of America tahun 2019 berkisar antara 1,5–7,5 cP. (America, 2019). Gelatin dari kulit ikan tuna menunjukkan viskositas tertinggi, yang menunjukkan bahwa kualitas gelatin yang dihasilkan dari ikan tuna lebih kuat dibandingkan dengan gelatin dari ikan lain.

Perbedaan nilai viskositas dapat dipengaruhi oleh pelarut asam yang digunakan dalam proses ekstraksi dan pembuatan gelatin. Tingkat keasaman larutan asam dapat memengaruhi viskositas; semakin tinggi tingkat keasaman, viskositas akan semakin rendah. Hal ini dapat terjadi karena keasaman dapat memecah ikatan sekunder pada protein, sehingga rantai asam amino menjadi lebih pendek akibat hidrolisis lebih lanjut. Selain itu, hidrolisis juga menyebabkan ikatan antarmolekul gelatin dengan larutan

semakin berkurang sehingga nilai viskositasnya juga menurun (Nugraheni et al., 2021).

Tabel 3. Hasil kekuatan gel gelatin beberapa jenis ikan laut

No	Sampel	Kekuatan gel (g.bloom)	Referensi
1	Kulit ikan kakap merah	349.59	(Safi'i et al., 2021)
2	Kulit ikan kembung	218	(Yin et al., 2025)
3	Kulit ikan tuna	271	
4	Kulit ikan cakalang	229	
5	Kulit ikan tuna	291,73	(Mafazah, 2024)

Kekuatan gel merupakan salah satu indikator utama kualitas gelatin yang menunjukkan kemampuan gelatin dalam membentuk jaringan gel yang lebih kuat. Kekuatan gel secara umum dapat menurun seiring dengan meningkatnya suhu ekstraksi (Trilaksani et al., 2012). Penurunan kekuatan gel ini berkaitan dengan pemendekan panjang rantai asam amino yang terjadi ketika hidrolisis tidak optimal.

Penelitian (Mafazah, 2024; Yin et al., 2025) membahas ekstraksi gelatin dari kulit ikan tuna dengan perbedaan spesifik dalam prosesnya. Penelitian (Yin et al., 2025) menggunakan NaOH selama 2 jam dengan mengganti NaOH setiap 30 menit. Kemudian dilanjutkan dengan perendaman selama 12 jam menggunakan asam asetat 0,2 mol/L, menghasilkan nilai *Bloom* 271 g. Sedangkan pada penelitian (Mafazah, 2024) dilakukan optimasi dengan NaOH 0,01 M selama 12 jam, kemudian direndam dalam asam asetat 0,075 M selama 18 jam, sehingga menghasilkan nilai *bloom* sebesar 291,73 g. Perbedaan waktu dan konsentrasi asam yang digunakan dalam perendaman dapat menyebabkan perbedaan nilai kekuatan gel yang dihasilkan. Yin et al. (2025)

membandingkan hasil ekstraksi gelatin dari kulit ikan kembung, ikan tuna, dan ikan cakalang, dengan hasil kekuatan gel tertinggi berasal dari ikan tuna. Keunggulan ikan tuna dikaitkan dengan kandungan prolin yang lebih tinggi (14,3%). Prolin sebagai salah satu jenis asam amino non-esensial, merupakan komponen utama kolagen yang membantu menstabilkan struktur triple-helix selama proses ekstraksi gelatin serta meningkatkan kestabilan termal (Gustini et al., 2022). Hasil kekuatan gel ikan tuna ini juga yang paling mendekati kekuatan gelatin sapi (bovine), yaitu 309,74 g sehingga berpotensi sebagai alternatif gelatin halal dari kulit ikan tuna.

Pemanfaatan kulit atau tulang ikan dapat mendukung konsep zero waste dalam industri perikanan, sehingga dapat meningkatkan nilai ekonomi dari pemanfaatan limbah tersebut (Reza & Annissa, 2023). Hasil viskositas dan kekuatan gelatin dari tulang dan kulit ikan dipengaruhi oleh metode ekstraksi dan optimasi proses ekstraksi gelatin, sehingga menghasilkan gelatin yang sesuai untuk dimanfaatkan dalam aplikasi industri farmasi, khususnya dalam pembuatan cangkang kapsul (Nurilmala et al., 2023). Gelatin dari tulang ikan ini sejalan dengan semakin meningkatnya kebutuhan gelatin halal sebagai faktor utama keamanan dan kenyamanan konsumen Muslim dengan sifat fungsional serupa dengan gelatin mamalia.

KESIMPULAN

Kulit ikan kakap merah, ikan tuna, ikan cakalang, dan ikan makarel, serta tulang ikan tongkol dan ikan tembang, berpotensi dikembangkan sebagai alternatif gelatin halal pengganti gelatin babi. Gelatin dari kulit dan tulang ikan memiliki karakteristik fisikokimia yang memenuhi standar nasional maupun internasional, dengan hasil yang paling mendekati kekuatan gelatin sapi adalah gelatin dari tulang ikan tuna.

DAFTAR PUSTAKA

Al-faroji, D. S., Sabrina, M., Sumiardi, A., Suryani, N., & Danang, D. (2023).

- Karakterisasi Gelatin Tulang Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) dengan Penghidrolisat Asam Asetat. *Jurnal Kartika Kimia*, 6(1), 78–85. <https://doi.org/https://doi.org/10.26874/jkk.v6i1.206>
- Alipal, J., Pu, N. A. S. M., Lee, T. C., Nayan, N. H. M., Sahari, N., Basri, H., Idris, M. I., & Abdullah, H. Z. (2021). A review of gelatin : Properties, sources, process, applications, and commercialisation. *Materials Today: Proceedings*, 42, 240–250. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.922>
- America, G. M. I. of. (2019). Gelatin Handbook.
- Badan Pusat Statistik. (2024). Produksi Perikanan Tangkap di Laut Menurut Komoditas Utama (Ton), 2024. Web Pag. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTUxNSMy/produksi-perikanan-tangkap-di-laut-menurut-komoditas-utama.html>
- Bank, W. (2022). Indonesia Imports of Gelatin (HS Code 350300). <https://wits.worldbank.org/trade/comtrade/en/country/IDN/year/2022/tradeflow/Imports/partner/ALL/product/350300>
- Batu, M. S., Kolo, M. M., & Saka, A. R. (2024). Sintesis dan Karakterisasi Cangkang Kapsul Obat dari Gelatin Tulang Ikan Tembang (*Sardinella fimbriata*). *Indonesian Journal of Halal*, 7(1), 1–11. <https://doi.org/https://doi.org/10.14710/halal.v7i1.19806>
- Derkach, S. R., Kolotova, D. S., & Kuchina, Y. A. (2022). Characterization of Fish Gelatin Obtained from Atlantic Cod Skin Using Enzymatic Treatment. *Polymer Journal*, 14(4), 1–17. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/polym14040751>
- Diharmia, A., Nurhanifa, H., & Saria, I. (2022). Karakteristik gelatin tulang ikan nila (*Oreochromis niloticus*) di ekstrak dengan asam dan basa. *Acta Aquatica*, 9(2), 120–124. <https://doi.org/https://doi.org/https://doi.org/10.29103/aa.v9i2.6159>
- Febriana, L. G., Stannia, N. A. S., Fitriani, A. N., & Putriana, N. A. (2021). Potensi Gelatin dari Tulang Ikan sebagai Alternatif Cangkang Kapsul Berbahan Halal: Karakteristik dan Pra Formulasi. *Majalah Farmasetika*, 6(3), 223–233. <https://doi.org/https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v6i3.33183>
- Gustini, N., Hapsari, Y., Syahputra, G., & Rosyidah, A. (2022). Profil Asam Amino Kolagen Larut Asam Teripang Pasir (*Holothuria Scabra*). *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, 12(1), 72–77. <https://doi.org/10.36499/psnst.v12i1.7094>
- Hakim, A. R., Jumiono, A., & Akil, S. (2025). Karakteristik Gelatin dari Cangkang Kerang Hijau (*Perna viridis*) sebagai Alternatif Gelatin Halal. *Jurnal Ilmiah Pangan Halal*, 7(1), 76. <https://doi.org/https://doi.org/10.30997/jiph.v7i1.18244>
- Hardianti, F., Muslimin, I., & Ghela, M. M. (2024). Pengembangan Potensi Lokal Ikan Tuna Sirip Kuning (*Thunnus albacares*) Menjadi Cemilan Sehat untuk Mencegah Stunting di Kota Sorong, Papua Barat Daya. *Jurnal Galung Tropika*, 13(3), 337–350. <https://doi.org/https://doi.org/10.31850/jgt.v13i3.1234>
- Herawati, E., Titisari, R. S., Astirin, O. P., & Herawati, E. (2023). Characterization of Collagen Hydrolysate Gel from Mackerel Scad Skin (*Decapterus macarellus*). *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(7), 5568–5573. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i7.3983>
- Jia, X., Fan, X., Chen, C., Lu, Q., Zhou, H., Zhao, Y., Wang, X., Han, S., Ouyang, L., Yan, H., Dai, H., & Geng, H. (2024). Chemical and Structural Engineering of Gelatin-Based Delivery Systems for Therapeutic Applications : A Review. *Biomacromolecules*, 25(2), 546–589.

- <https://doi.org/10.1021/acs.biomac.3c01021>
- Mafazah, E. M. (2024). Kulit Ikan Tuna Yellowfin (*Thunnus albacares*) untuk Produksi Gelatin dengan Variasi Larutan NaOH dan Waktu. *Journal of Innovative Food Technology and Agricultural Product*, 2(1), 29–34. <https://doi.org/10.31316/jitap.v2i1.6605>
- Nisa, K., Wahidah, M. N., Kurnyawaty, N., & Arifin, Z. (2025). Pengaruh Suhu Gelatinasi dan Suhu Pengeringan Terhadap Sifat Fisik Mekanik Edible Film Kitosan Cangkang Kepiting Rajungan. *Journal of Research and Education Chemistry*, 7(2), 442–457. [https://doi.org/10.25299/jrec.2025.vol7\(2\).21663](https://doi.org/10.25299/jrec.2025.vol7(2).21663)
- Nugraheni, A., Anggo, A., & Dewi, E. (2021). Pengaruh Jenis Asam Terhadap Karakteristik Gelatin Kulit Ikan Ayam-Ayam (*Abalistes stellaris*). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Perikanan*, 3(2), 78–85. <https://doi.org/10.14710/jitpi.2021.13144>
- Nurilmala, M., Sriwahyuni, D., Nugraha, R., Ridzna, V., Darmawan, N., Apriliani, E., Putri, W., & Wirabudi, A. (2023). Response surface methodology (RSM) for optimization of gelatin extraction from pangasius fish skin and its utilization for hard capsules. *Arabian Journal of Chemistry*, 16(8), 104938. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2023.104938>
- Nurilmala, M., Suryamarevita, H., Husein, H., & Jacob, A. M. (2022). Fish skin as a biomaterial for halal collagen and gelatin. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(2), 1100–1110. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.09.056>
- Pakalla, J. T., Fetriyuna, F., Ahmad, P., & Utoro, R. (2024). Pemanfaatan Limbah Ikan Sebagai Sumber Alternatif Produksi Gelatin, Sebuah Tinjauan Literatur Singkat. *Jurnal Pangan Dan Gizi*, 14(2), 1–7. <https://doi.org/10.26714/jpg.14.2.2024.43-50>
- Prasetyo, D. Y. B., Agustini, T. W., Anjani, G., & Riyadi, P. H. (2025). Kandungan Gizi dan Antioksidan Hidrolisat Protein Limbah Ikan Cakalang Hasil Optimasi pH, Suhu dan Lama Hidrolisis. *Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 21(4), 306–316.
- Rao, Z., Shi, H., Wang, J., & Xia, G. (2025). Physicochemical and Functional Properties of Skipjack Tuna (*Katsuwonus pelamis*) Bone Gelatin Extracted at Different Temperatures. *Journal Food*, 14(13), 1–18. <https://doi.org/10.3390/foods14132256>
- Rather, J. A., Akhter, N., Showkat, Q., Mir, S. A., Makroo, A., Majid, D., Barba, F. J., Mousavi, A., Dar, N., & Val, D. (2022). A comprehensive review on gelatin: Understanding impact of the sources, extraction methods, and modifications on potential packaging applications. *Food Packaging and Shelf Life*, 34, 100945. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2022.100945>
- Reza, M., & Annissa, D. (2023). Fish-based gelatin: exploring a sustainable and halal alternative. *Journal of Halal Science and Research*, 4(2), 55–67. <https://doi.org/10.12928/jhsr.v4i2.8596>
- Rohmah, S. A., Hapsari, D. R., & Puspasari, E. (2024). Kajian Pustaka : Penggunaan Ikan Kembung Sebagai Upaya Peningkatan Kadar Protein Produk. *Karimah Tauhid*, 3(10), 11564–11572. <https://doi.org/10.30997/karimahtauhid.v3i10.15566>
- Safi'i, I., Tjahjaningsih, W., & Masithah, E. D. (2021). Optimization of Extraction Time on the Characteristics of Gelatin from Scales of Red Snapper (*Lutjanus sp.*). *International Conference on Biotechnology and Food Sciences*, 679(1), 1–6. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/679/1/012010>

- Said, N. S., & Sarbon, N. M. (2022). Physical and Mechanical Characteristics of Gelatin-Based Films as a Potential Food Packaging Material : A Review. *Journal Membranes*, 12(442), 1–26. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/membranes12050442>
- Samatra, M. Y., Noor, N. Q. I. M., Razali, U. H. M., Bakar, J., & Shaarani, S. M. (2022). Bovidae-based gelatin : Extraction method, physicochemical and functional properties, applications, and future trends. *Comprehensive Reviews In Food Science And Food Safety*, 21(4), 3153–3176. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12967>
- Trilaksani, W., Nurilmala, M., & Setiawati, I. H. (2012). Ekstraksi Gelatin Kulit Ikan Kakap Merah (*Lutjanus Sp.*) Dengan Proses Perlakuan Asam. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 15(3), 240–250.
- Usman, M., Sahar, A., Aadil, R. M., Inam-ur-raheem, M., Rahman, U., & Sameen, A. (2022). Gelatin extraction from fish waste and potential applications in food sector. 154–163. <https://doi.org/10.1111/ijfs.15286>
- Wang, Y., Zhang, L., Cao, G., Li, Z., & Du, M. (2024). Effect of Heat Treatment on Gelatin Properties and the Construction of High Internal Phase Emulsions for 3D Printing. *Journal Food*, 13(4), 4009. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/foods13244009>
- Yin, Q., Shi, H., Zhao, Y., Yu, G., Wu, H., & Xia, G. (2025). Physicochemical and functional properties of gelatin obtained from frigate mackerel (*Auxis thazard*), skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*), Longtail tuna (*Thunnus tonggol*), and yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) skin. *Food Chemistry: X*, 27, 102360. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2025.102360>