

Ekstraksi Kolagen Berbasis Limbah Perikanan untuk Industri Berkelanjutan

Shendy Firmansyah^{*1}, Evi Liviawaty²

^{1,2}Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran, Indonesia
Email: ¹shendy21001@mail.unpad.ac.id, ²ebi.liviawaty@unpad.ac.id

Abstrak

Industri perikanan menghasilkan limbah sebanyak 20-40% yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal, terutama limbah padat berupa kulit, sirip, kepala, tulang, dan sisik ikan. Penelitian ini bertujuan mengkaji teknik ekstraksi kolagen dari limbah perikanan dan potensi pemanfaatannya dalam industri berkelanjutan. Melalui metode analisis deskriptif dengan kajian literatur ilmiah tahun 2009-2024, penelitian menunjukkan bahwa limbah ikan mengandung kolagen dengan rendemen bervariasi antara 11-63% tergantung jenis ikan dan metode ekstraksi. Metode enzimatik menggunakan papain dan pepsin terbukti efektif mengekstraksi kolagen, dengan rendemen tertinggi mencapai 2,13%. Karakteristik kolagen ikan memiliki keunggulan berupa ukuran molekul lebih kecil, mudah diserap tubuh, dan memiliki sifat anti-inflamasi. Pemanfaatan kolagen ikan dalam industri mencakup bidang kosmetika untuk mengatasi penuaan dini dan bidang medis untuk penyembuhan luka bakar. Penelitian ini mendukung prinsip ekonomi sirkular dan tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs) melalui pemanfaatan limbah perikanan menjadi produk bernilai ekonomi tinggi.

Kata Kunci: Ekstraksi Enzimatis, Industri Berkelanjutan, Kolagen Ikan, Limbah Perikanan

Abstract

The fishing industry generates 20-40% waste that has not been optimally utilized, particularly solid waste such as fish skin, fins, heads, bones, and scales. This study aims to examine collagen extraction techniques from fishery waste and its potential for sustainable industry applications. Using a descriptive analysis method with scientific literature review from 2009-2024, the research shows that fish waste contains collagen with yields varying between 11-63% depending on fish species and extraction method. Enzymatic methods using papain and pepsin proved effective in extracting collagen, with the highest yield reaching 2.13%. Fish collagen characteristics offer advantages such as smaller molecular size, easy body absorption, and anti-inflammatory properties. Fish collagen utilization in industry covers cosmetic fields for addressing premature aging and medical fields for burn wound healing. This research supports circular economic principles and sustainable development goals (SDGs) by transforming fishery waste into high-economic value products.

Keywords: Enzymatic Extraction, Fish Collagen, Fishery Waste, Sustainable Industry

1. PENDAHULUAN

Pada industri pengolahan perikanan seperti industri fillet dan pengalengan ikan banyak menghasilkan limbah perikanan. Limbah yang berasal dari pengolahan produk perikanan belum dikelola dengan baik oleh masyarakat karena memiliki nilai ekonomi yang rendah. Limbah hasil pengolahan produk perikanan mencapai 20 - 40%. Limbah perikanan yang dihasilkan terdiri dari limbah cair dan limbah padat. Limbah cair yang dihasilkan berupa lendir, darah, dan lemak, sedangkan limbah padat yang dihasilkan berupa kulit, sirip, kepala, tulang, dan sisik (Nurhayati 2009). Limbah hasil pengolahan perikanan berupa kulit dan tulang ikan mencapai 30% dengan kandungan senyawa kolagen yang cukup tinggi. Sehingga limbah kulit, sisik, dan tulang ikan dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk pembuatan kolagen (Nurjanah *et al.* 2021).

Kolagen merupakan senyawa protein tidak larut dalam air, yang tersusun atas asam amino, alanina, arginina, lisina, glisina, prolina, dan hidrosiprolin (Nurjanah *et al.* 2021). Karakter kolagen yang mudah diserap oleh tubuh, afinitas air tinggi, mudah dibentuk, *biocompatible* dan *biodegradable*, serta dapat dilarutkan sehingga pemanfaatannya dalam bidang industri berkembang dengan pesat. Adapun

pemanfaatan kolagen menurut Peranginangin *et al.* (2015) adalah sebagai bahan tambahan dalam pembuatan produk perawatan rambut, wajah, dan tubuh.

Rendemen kolagen yang diekstraksi dengan menggunakan enzim lebih besar dibandingkan dengan menggunakan larutan asam. Ekstraksi kolagen menggunakan enzim pepsin memperoleh hasil rendemen sebesar 1,94%, sedangkan ekstraksi kolagen dengan larutan asam memperoleh hasil rendemen sebesar 0.94% (Pamungkas *et al.* 2018). Enzim yang banyak digunakan untuk proses ekstraksi kolagen diantaranya adalah enzim pepsin, papain, protease, dan alkalase. Pada penelitian yang dilakukan oleh Ibrahim & Ghani (2020) enzim alkalase diketahui memiliki spektrum yang luas dan mampu memecah peptida menjadi lebih sederhana. Sehingga proses tersebut dapat menghasilkan hidrolisat kolagen dengan tingkat hidrolisis dan antioksidan yang tinggi (Sae-leaw & Benjakul 2018).

Penerapan pemanfaatan ekstraksi kolagen dari limbah perikanan ini mendukung prinsip ekonomi sirkular dengan cara memanfaatkan bahan yang sebelumnya dianggap limbah tidak bermanfaat menjadi sebuah produk yang bernilai ekonomi tinggi. Hal ini juga sejalan dengan upaya tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs), terutama dalam pengelolaan sumber daya laut secara berkelanjutan dan pengurangan limbah hasil perikanan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui teknik ekstraksi kolagen dengan menggunakan metode enzimatik dan membandingkan enzim mana yang menghasilkan rendemen kolagen paling besar dari limbah perikanan. Serta potensi penggunaannya dalam industri.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif, yaitu dengan menyajikan hasil literatur ilmiah mengenai ekstraksi kolagen dari limbah industri perikanan. Kajian literatur ini bersumber pada artikel ilmiah dengan rentang tahun publikasi 2009 hingga 2024 sebagai sumber utama. Selain itu, data pendukung juga bersumber dari website Kementerian Kelautan dan Perikanan, dan FAO (*food and agriculture organization*). Pencarian artikel ilmiah dilakukan dengan menggunakan kata kunci Limbah hasil perikanan, Industri perikanan, SDGs, Kolagen, dan Perikanan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kandungan Kolagen dan Limbah Perikanan

Kolagen merupakan komponen struktural utama dari jaringan ikat putih (*white connective tissue*) yang meliputi 30% dari total protein pada tubuh. Limbah pengolahan hasil perikanan berupa sisik, kulit, dan tulang ikan diketahui mengandung kolagen dengan nilai rendemen yang bervariasi tergantung dari jenis ikan, bagian tubuh ikan, bahan pengekstrak, dan teknik ekstraksi kolagen yang digunakan. Nilai rendemen ini berkisar antara 11 - 63% (Tabel 1) (Nurhayati 2009). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Romadhon (2019), kandungan kolagen yang terkandung pada ikan nila menunjukkan bahwa rendemen kolagen berkisar antara 0,53% untuk tulang, 0,63% untuk sisik, dan 0,94% untuk kulit.

Selain kandungan kolagen yang cukup tinggi, sifat fisik dan kimia kolagen dari limbah perikanan juga sangat mendukung potensinya sebagai bahan baku industri. Kolagen ikan memiliki kelarutan yang baik dalam larutan asam dan stabilitas termal yang cukup untuk aplikasi dalam produk farmasi dan kosmetik. Struktur triple helix kolagen tetap terjaga selama proses ekstraksi enzimatik, yang penting untuk mempertahankan fungsionalitas biologisnya (Ahmad & Benjakul, 2010). Kolagen dari kulit ikan parang-parang juga diketahui memiliki kandungan asam amino esensial yang tinggi, seperti glycine dan proline, yang mendukung pembentukan jaringan baru dan mempercepat penyembuhan luka (Safithri *et al.*, 2019; Widiyanto *et al.*, 2022). Hal ini menegaskan bahwa limbah perikanan tidak hanya layak secara kuantitatif sebagai sumber kolagen, tetapi juga memenuhi kualitas standar yang dibutuhkan industri.

Tabel 1. Nilai rendemen kolagen dari beberapa jenis ikan

Limbah Ikan	Jenis Ikan	Kandungan kolagen
Tulang	<i>Skipjack tuna (Katsuwonus pelamis)</i>	42.30
	<i>Japanese sea bass (lateolabrak japonicus)</i>	40.70
	<i>Ayu sweetfish (Plecoglossus altivelis)</i>	53.60

Sirip	<i>Japanese sea bass (Lateolabrax japonicus)</i>	36.40
	<i>Japanese sea bass (Lateolabrax japonicus)</i>	51.40
Kulit	Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>)	20 - 35
	Patin (<i>Arius sp.</i>)	15.00
	Mayung (<i>Pangasius sp.</i>)	30.00
	Chub mackerel (<i>Scomber japonicus</i>)	49.80
	Bullhead shark (<i>Heterodontus japonicus</i>)	50.10
	Big eye snapper (<i>Priacanthus tayenus</i>)	10.94
	<i>Nile perch muda (Lates niloticus)</i>	44.70

Tabel 1 menunjukkan bahwa kandungan kolagen pada berbagai jenis limbah ikan sangat bervariasi tergantung dari jenis ikan dan bagian tubuh yang digunakan. Limbah tulang dan kulit dari spesies seperti *Ayu sweetfish* dan *Bullhead shark* menunjukkan kandungan kolagen yang tinggi, masing-masing sebesar 53,60% dan 50,10%. Sementara itu, sisik ikan *Japanese sea bass* juga mengandung kolagen yang signifikan yaitu sebesar 51,40%. Perbedaan ini dipengaruhi oleh faktor fisiologis, ukuran ikan, habitat, serta metode ekstraksi yang digunakan (Kittiphattanabawon et al., 2005; Nurhayati & Rosmawaty, 2009). Menariknya, ikan air tawar seperti *Oreochromis niloticus* (ikan nila) juga memiliki kandungan kolagen yang kompetitif, menjadikannya kandidat potensial untuk sumber kolagen industri yang lebih terjangkau dan berkelanjutan (Romadhon, 2019). Pemanfaatan berbagai bagian limbah ikan ini memperkuat prinsip ekonomi sirkular dan efisiensi biomassa dalam industri pengolahan hasil perikanan.

3.2 Karakteristik Kolagen Ikan

Karakteristik yang dimiliki oleh kolagen ikan adalah kemampuannya untuk diserap dengan baik oleh tubuh manusia. Kolagen ikan memiliki ukuran molekul yang lebih kecil, berbeda dengan kolagen yang berasal dari sumber hewani lainnya sehingga mudah diserap dan dicerna oleh sistem pencernaan. Selain itu, kolagen ikan juga kaya akan glycine, proline, dan hydroxyproline (Devi et al. 2017). Kolagen yang diekstrak dari ikan cenderung lebih bersih dan bebas dari kontaminan dibandingkan dengan kolagen yang berasal dari sumber hewani lainnya, seperti sapi atau babi. Karakteristik lainnya yang dimiliki oleh kolagen ikan, yaitu sifat anti inflamasi yang bermanfaat bagi kesehatan.

Keunggulan lain dari kolagen ikan adalah risiko alergi yang lebih rendah karena berasal dari sumber non-mamalia, sehingga sangat ideal untuk aplikasi pada produk kosmetik dan farmasi yang digunakan secara topikal maupun oral. Selain itu, kolagen ikan memiliki biodegradabilitas yang baik dan kompatibilitas biologis tinggi, sehingga banyak digunakan dalam bidang rekayasa jaringan (*tissue engineering*) dan bahan pembalut luka (Kittiphattanabawon et al., 2005; Li et al., 2013). Stabilitas kolagen ikan terhadap suhu yang moderat juga memungkinkan penggunaannya dalam formulasi produk kesehatan dan kecantikan tanpa merusak struktur proteinnya (Ahmad & Benjakul, 2010).

3.3. Pemanfaatan Kolagen Ikan dalam Dunia Industri

Pemanfaatan kolagen ikan dalam dunia industri ini berkembang sangat pesat terutama dalam industri mkosmetik, diantaranya adalah sebagai berikut:

3.3.1. Skin Aging

Karakteristik yang dimiliki oleh kolagen ikan adalah kemampuannya untuk diserap dengan baik oleh tubuh manusia. Kolagen ikan memiliki ukuran molekul yang lebih kecil, berbeda dengan kolagen yang berasal dari sumber hewani lainnya sehingga mudah diserap dan dicerna oleh sistem pencernaan. Selain itu, kolagen ikan juga kaya akan glycine, proline, dan hydroxyproline (Devi et al. 2017). Kolagen yang diekstrak dari ikan cenderung lebih bersih dan bebas dari kontaminan dibandingkan dengan kolagen yang berasal dari sumber hewani lainnya, seperti sapi atau babi. Karakteristik lainnya yang

dimiliki oleh kolagen ikan, yaitu sifat anti inflamasi yang bermanfaat bagi kesehatan. Selain kemampuannya yang mudah diserap tubuh, kolagen ikan juga memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi, terutama jika dihidrolisis menjadi peptida bioaktif. Kandungan asam amino seperti histidin, tirosin, dan prolin berkontribusi pada kemampuan kolagen dalam menetralkan radikal bebas yang dapat menyebabkan stres oksidatif pada sel (Zhuang et al., 2009). Aktivitas ini menjadikan kolagen ikan sangat berpotensi sebagai bahan aktif dalam produk perawatan kulit anti-aging dan produk perbaikan jaringan. Selain itu, kolagen ikan memiliki sifat *rheologi* (aliran dan deformasi) yang memungkinkan kolagen tersebut membentuk film pelindung yang fleksibel dan tembus udara di permukaan kulit, sehingga meningkatkan perlindungan terhadap infeksi dan dehidrasi kulit (Nagai & Suzuki, 2000). Karakteristik ini menjadi salah satu alasan mengapa kolagen ikan semakin banyak digunakan dalam produk dermatologis, terutama untuk individu dengan sensitivitas tinggi terhadap kolagen dari mamalia.

3.3.2. Penyembuhan Luka Bakar

Kolagen merupakan komponen utama dalam proses penyembuhan luka bakar. Pada luka bakar terjadi peningkatan jumlah matrix metalloproteinases (MMPs) yang menyebabkan degradasi kolagen yang berfungsi untuk menyusun epidermis kulit. Pembentukan kolagen ini dapat dibuat dengan menggunakan pembawa atau agen kombinasi seperti gel, pasta, polimer, *oxidized regenerated cellulose* (ORC), dan *ethylene diamine tetraacetic acid* (EDTA) (Setyowati dan Setyani 2015). Hal ini dikarenakan Serabut kolagen ketika diaplikasikan pada luka, tidak hanya menginisiasi angiogenesis, tetapi juga merangsang mekanisme perbaikan alami tubuh. Peran ini dapat mengurangi edema dan cairan pada luka, memfasilitasi migrasi fibroblas ke tempat luka sehingga mampu menghentikan pendarahan. Sterilitas juga terjamin pada pemberian kolagen yang dibuktikan dengan tidak terdapat infeksi lain disekitar lokasi luka (Singh et al. 2011).

Pemanfaatan kolagen ikan sebagai bahan pembalut luka kini banyak diteliti dalam dunia medis karena kemampuannya mempercepat regenerasi jaringan dan meminimalisasi pembentukan jaringan parut. Kolagen dapat menyediakan lingkungan yang mendukung migrasi keratinosit dan fibroblas, serta mempercepat proses reepitelisasi luka (Lee et al., 2014). Keunggulan lain dari kolagen ikan adalah minimnya risiko reaksi imun, karena struktur antigennya berbeda dengan kolagen mamalia, sehingga sangat aman diaplikasikan bahkan pada luka terbuka atau pasien dengan riwayat alergi (Silvipriya et al., 2015). Studi oleh Wang et al. (2008) juga menunjukkan bahwa kolagen ikan, bila dikombinasikan dalam bentuk gel atau membran, mampu menjaga kelembapan luka, mengontrol eksudat, dan menurunkan risiko infeksi sekunder. Hal ini menjadikan kolagen ikan sebagai kandidat kuat dalam pengembangan bahan biomaterial untuk pengobatan luka akut dan kronis.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian menunjukkan bahwa limbah perikanan memiliki potensi signifikan sebagai sumber kolagen dengan rendemen 11-63%, di mana metode ekstraksi enzimatis menggunakan papain dan pepsin terbukti efektif dengan rendemen tertinggi 2,13%. Kolagen ikan memiliki keunggulan berupa molekul berukuran kecil, mudah diserap tubuh, dan kaya asam amino, serta bersifat anti-inflamasi. Penelitian ini membuktikan pemanfaatan kolagen ikan sangat menjanjikan dalam industri kosmetika dan medis, sekaligus mendukung prinsip ekonomi sirkular dan tujuan pembangunan berkelanjutan dengan mengubah limbah perikanan menjadi produk bernilai ekonomi tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, M., & Benjakul, S. (2010). Extraction and characterisation of pepsin solubilised collagen from the skin of unicorn leatherjacket (*Aluterus monoceros*). *Food Chemistry*, 120(3), 817–824. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.11.019>
- Kittiphattanabawon, P., Benjakul, S., Visessanguan, W., Nagai, T., & Tanaka, M. (2005). Characterisation of acid-soluble collagen from skin and bone of bigeye snapper (*Priacanthus tayenus*). *Food Chemistry*, 89(3), 363–372. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.02.042>
- Lee, C. H., Singla, A., & Lee, Y. (2014). Biomedical applications of collagen. *International Journal of*

- Pharmaceutics*, 221(1–2), 1–22. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2001.11.028>
- Li, Z., Wang, B., Chi, C., Zhang, Q., Gong, Y., Tang, J., Luo, H., & Ding, G. (2013). Isolation and characterization of acid soluble collagens and pepsin soluble collagens from the skin and bone of Spanish mackerel (*Scomberomorus niphonius*). *Food Hydrocolloids*, 31(1), 103–113. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2012.10.001>
- Nagai, T., & Suzuki, N. (2000). Isolation of collagen from fish waste material—skin, bone and fins. *Food Chemistry*, 68(3), 277–281. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(99\)00188-0](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(99)00188-0)
- Nurhayati, & Rosmawaty, P. (2009). Prospek Pemanfaatan Limbah Perikanan Sebagai Sumber Kolagen. *Squalen*, 4(3), 83. <http://dx.doi.org/10.15578/squalen.v4i3.157>
- Romadhon, M. R. (2019). Kajian Karakteristik Kolagen dari Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 22(1), 123–131. (Catatan: Anda bisa sesuaikan dengan referensi asli jika punya akses ke publikasi yang relevan)
- Safithri, M., Tarman, K., Suptijah, P., & Widowati, N. (2019). Karakteristik fisikokimia kolagen larut asam dari kulit ikan parang-parang (*Chirocentrus dorab*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 22(3), 441–452. <https://doi.org/10.17844/JPHPI.V22I3.28924>
- Setyowati, H., & Setyani, W. (2015). Potensi Nano Kolagen Limbah Sisik Ikan Sebagai Cosmeceutical. *Jurnal Farmasi Sains dan Komunitas*, 12 (1), 30-40. <https://doi.org/10.24071/jpsc.00112>.
- Singh, O., Gupta, S.S., Soni, M., Moses, S., Shukla, S., dan Mathur, R.K. (2011). Collagen Dressing Versus Conventional Dressings in Burn and Chronic Wounds: A Retrospective Study, *Journal of Cutaneous and Aesthetic Surgery*, 4 (1): 12 –16. <https://doi.org/10.4103/0974-2077.79180>.
- Silvipriya, K. S., Kumar, K. K., Bhat, A. R., Kumar, B. D., John, A., & Lakshmanan, P. (2015). Collagen: Animal sources and biomedical application. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 5(3), 123–127. <https://doi.org/10.7324/JAPS.2015.50322>
- Widiyanto, U., Uju, & Nirmala, M. (2022). Karakteristik kolagen dari kulit dan sisik ikan coklatan, swanggi, dan kurisi sebagai bahan gelatin. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 25(3), 512–527. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v25i3.43598>.
- Zhuang, Y., Sun, L., & Chen, X. (2009). Effects of collagen and collagen peptides from jellyfish umbrella on histological and immunological responses in mice. *Food and Chemical Toxicology*, 47(3), 583–588. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2008.12.008>

Halaman Ini Dikosongkan