



POTENSI LIMBAH IKAN LELE (*Clarias sp.*) SEBAGAI SUMBER KOLAGEN ALAMI UNTUK APLIKASI FARMASI DAN KOSMETIKA: KAJIAN LITERATUR

Wiwit Zuriati Uno^{*1}, Cahniar Djamil², Mita Alvionita³, Dian Pratiwi Iman⁴

^{1,2,3,4} Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia

*Corresponding Author: wiwit@ung.ac.id

<p>Info Article Received: 02 Mei 2024 Revised: 01 Juni 2024 Accepted: 03 Juli 2024 Publication: 30 Juli 2024</p>	<p>Abstract: <i>Catfish (Clarias sp.) waste, which includes bones, skin, and scales, represents a potential natural source of collagen with significant economic value. Collagen plays an important role in pharmaceutical, cosmetic, and functional food industries due to its bioactive properties such as antioxidant, antimicrobial, and tissue-regenerative capabilities. This literature review aims to explore the potential utilization of catfish waste as a collagen source and its possible combination with bioactive plants, such as Moringa oleifera, Hibiscus sabdariffa, or microalgae, to enhance biological activity & formulation stability. The review indicates that acid & enzymatic extraction methods are the most effective techniques for obtaining high-quality collagen from catfish waste. Recent studies reveal that catfish collagen possesses an amino acid composition similar to mammalian collagen, with high levels of glycine & proline. Furthermore, combining catfish collagen with bioactive plant extracts enhances antioxidant & antidiabetic properties. This study highlights that collagen development from catfish waste offers an innovative, eco-friendly biotechnological approach aligned with circular economy principles & great potential for value product development.</i></p>
<p>Keywords: Collagen, Catfish, Fish Waste, Bioactive Compounds, Herbal Combination Kata Kunci: Kolagen, Ikan Lele, Limbah Ikan, Senyawa Bioaktif, Kombinasi Herbal</p>	<p>Abstrak : Limbah ikan lele (<i>Clarias sp.</i>) yang terdiri atas tulang, kulit, dan sisik merupakan sumber potensial kolagen alami yang bernilai ekonomi tinggi. Kolagen berperan penting dalam berbagai bidang, termasuk farmasi, kosmetik, dan pangan fungsional, karena sifat bioaktifnya seperti antioksidan, antimikroba, dan kemampuan mempercepat regenerasi jaringan. Kajian literatur ini bertujuan untuk menggali potensi pemanfaatan limbah ikan lele sebagai sumber kolagen serta mengeksplorasi kemungkinan kombinasi dengan bahan tanaman berkhasiat, seperti daun kelor, rosella, atau alga mikro, untuk meningkatkan aktivitas biologis dan stabilitas sediaan. Hasil menunjukkan bahwa metode ekstraksi asam & enzimatik merupakan teknik yang paling efektif untuk memperoleh kolagen berkualitas tinggi dari limbah ikan lele. Penelitian terbaru menegaskan bahwa kolagen ikan lele memiliki profil asam amino yang menyerupai kolagen mamalia, dengan kandungan glisin & prolin yang tinggi. Kombinasi kolagen ikan lele dengan tanaman bioaktif mampu menghasilkan sediaan dengan aktivitas antioksidan & antidiabetes yang lebih kuat. Kajian ini menegaskan bahwa pengembangan kolagen dari limbah ikan lele berpotensi menjadi solusi inovatif berbasis ekonomi sirkular, sekaligus membuka peluang pengembangan produk bioteknologi ramah lingkungan dan bernilai tambah tinggi.</p>
<p>Licensed Under a Creative Commons Attribution 4.0 International License</p> 	

INTRODUCTION

Industri perikanan di Indonesia terus mengalami perkembangan pesat seiring meningkatnya kebutuhan masyarakat terhadap sumber protein hewani. Salah satu komoditas yang memiliki nilai ekonomis tinggi dan banyak dibudidayakan adalah ikan lele (*Clarias sp.*). Ikan lele digemari karena mudah dibudidayakan, tahan terhadap kondisi lingkungan, serta memiliki kandungan gizi yang tinggi seperti protein, lemak, dan mineral. Namun, pengolahan ikan lele dalam skala besar menghasilkan limbah padat berupa tulang, kulit, dan sisik yang belum dimanfaatkan secara optimal. Sebagian besar limbah tersebut hanya dibuang, sehingga berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik. Dalam beberapa tahun terakhir, berbagai penelitian menunjukkan bahwa tulang, kulit, dan sisik ikan berpotensi menjadi sumber kolagen alami yang bernilai tinggi. Kolagen merupakan protein struktural utama yang berfungsi menjaga elastisitas kulit, mempercepat penyembuhan luka, serta menjadi bahan penting dalam formulasi sediaan farmasi dan kosmetika. Sumber kolagen konvensional yang berasal dari mamalia, seperti sapi dan babi, seringkali menimbulkan isu terkait keamanan, alergi, serta kehalalan produk. Oleh karena itu, pencarian sumber kolagen alternatif dari hewan non-mamalia, khususnya ikan, menjadi solusi yang lebih aman, ramah lingkungan, dan diterima secara luas.

Ikan lele (*Clarias sp.*) merupakan salah satu komoditas air tawar yang memiliki peran penting dalam industri perikanan di Indonesia. Spesies ini mudah dibudidayakan, cepat tumbuh, serta memiliki ketahanan tinggi terhadap perubahan lingkungan (Kordi & Tancung, 2010). Produksi lele di Indonesia meningkat setiap tahun, baik untuk konsumsi rumah tangga maupun kebutuhan industri pengolahan makanan. Namun, aktivitas pengolahan ikan lele juga menghasilkan limbah padat berupa kepala, tulang, kulit, dan sisik yang seringkali belum dimanfaatkan secara optimal. Limbah ini memiliki potensi besar karena mengandung protein struktural, terutama kolagen, yang bernilai tinggi dalam industri farmasi dan kosmetika (Murtiningrum et al., 2021).

Penelitian menunjukkan bahwa limbah ikan air tawar seperti lele mengandung kadar kolagen yang sebanding dengan ikan laut. Kulit lele mengandung protein sekitar 80–90%, dengan proporsi kolagen cukup tinggi yang berpotensi dikembangkan menjadi bahan baku alami (Nurjanah et al., 2019). Sementara itu, tulang dan sisik lele diketahui mengandung kolagen fibrilar yang dapat diekstraksi menggunakan metode asam atau enzimatis. Pemanfaatan limbah ikan lele menjadi sumber kolagen dapat memberikan nilai tambah ekonomi sekaligus mendukung prinsip *zero waste* dalam pengelolaan

sumber daya perikanan. Dalam tiga tahun terakhir, publikasi tentang ekstraksi kolagen dari produk samping ikan dan aplikasinya berkembang pesat. Ulasan komprehensif terbaru mencatat peningkatan penggunaan teknik ekstraksi modern termasuk ekstraksi asam (ASC), pepsin-soluble collagen (PSC), ekstraksi terbantu-ultrasonik, serta pendekatan pelarut hijau seperti deep eutectic solvents (DES) yang secara konsisten meningkatkan rendemen dan kualitas kolagen dibanding metode tradisional. Teknik-teknik ini juga dilaporkan mempertahankan struktur *triple helix* sehingga sifat fungsional kolagen tetap terjaga.

Beberapa studi spesifik pada *Clarias* (catfish/lele) dan ikan air tawar lain menunjukkan hasil yang menjanjikan. Penelitian karakterisasi kolagen dari kulit dan tulang *Clarias* melaporkan bahwa kolagen yang dihasilkan sebagian besar merupakan kolagen tipe I dengan rendemen dan kemurnian yang kompetitif; sifat fisikokimia (mis. nilai asam amino, titik denaturasi, dan profil FTIR) berada dalam rentang yang cocok untuk aplikasi topikal kosmetik dan material medis ringan. Namun, titik denaturasi kolagen ikan umumnya lebih rendah daripada kolagen mamalia, sehingga pemilihan formulasi dan proses pengeringan perlu disesuaikan. Optimasi proses ekstraksi juga dilaporkan meningkatkan rendemen dan mutu kolagen dari sisik dan kulit. Misalnya, studi optimasi pada skala laboratorium menemukan kondisi asam (konsentrasi asam asetat sekitar 0,3-0,5 M, waktu perendaman singkat ~60 menit pada suhu rendah) dan penggunaan buffer yang tepat meningkatkan hasil ekstrak tanpa merusak struktur protein; penerapan bantuan ultrasonik atau enzim (pepsin) sering memberikan peningkatan rendemen dan penurunan waktu ekstraksi. Hasil optimasi tersebut direkomendasikan untuk diterapkan pada limbah sisik, tulang, dan kulit lele.

Dari sisi aplikasi, beberapa penelitian terapan pada produk farmasi/kosmetika menyajikan bukti fungsi kolagen ikan lele. Contoh studi *in vivo*/topikal menunjukkan bahwa ekstrak kolagen *Clarias* mempercepat epitelisasi dan penyembuhan luka pada uji hewan, serta formulasi emulgel atau nano-kolagen menunjukkan stabilitas dan potensi peningkatan penetrasi kulit. Selain itu, penelitian produk (mis. pembuatan sabun transparan, emulgel, dan masker/nano-kolagen) yang memanfaatkan kolagen dari limbah ikan lele melaporkan karakter organoleptik dan sifat fisikokimia yang memadai untuk pengembangan komersial skala kecil meskipun uji keamanan, stabilitas jangka panjang, dan standarisasi masih diperlukan sebelum masuk tahap produksi massal. Studi lain menegaskan bahwa pengambilan nilai tambah dari limbah perikanan (kulit, sisik, tulang) untuk produksi kolagen/gelatin memenuhi parameter fisikokimia yang

dapat bersaing dengan sumber konvensional, sekaligus menawarkan keuntungan halal/etik dan pengurangan limbah. Namun, peneliti menekankan kebutuhan untuk standarisasi protokol ekstraksi, validasi bioaktivitas (mis. antibakteri/antioksidan), dan kajian ekonomi skala industri agar pemanfaatan limbah *Clarias* benar-benar feasible ditingkat industri.

Limbah ikan lele diketahui memiliki kandungan kolagen yang cukup tinggi, terutama pada bagian kulit dan tulang. Beberapa penelitian melaporkan bahwa kolagen dari ikan air tawar, termasuk ikan lele, memiliki keunggulan seperti kemudahan ekstraksi, kelarutan yang lebih baik, dan risiko penularan penyakit yang lebih rendah dibandingkan sumber kolagen dari mamalia. Selain itu, pemanfaatan limbah ikan lele untuk produksi kolagen sejalan dengan konsep ekonomi sirkular, yaitu mengubah limbah menjadi produk bernilai tambah, serta mendukung upaya pengelolaan lingkungan berkelanjutan. Dalam bidang farmasi, kolagen banyak digunakan sebagai bahan pembentuk gel penyembuh luka, pembalut luka (*wound dressing*), kapsul obat, dan bahan pembawa (*drug carrier*). Sementara dalam bidang kosmetika, kolagen berperan sebagai bahan aktif dalam krim antiaging, pelembap, masker wajah, dan serum perawatan kulit. Potensi ini menunjukkan peluang besar bagi pengembangan kolagen ikan lele sebagai bahan dasar produk farmasi dan kosmetika alami.

Berdasarkan latar belakang tersebut, diperlukan kajian literatur yang komprehensif untuk menelaah sejauh mana potensi limbah tulang, kulit, dan sisik ikan lele dapat dimanfaatkan sebagai sumber kolagen alami. Kajian ini diharapkan mampu memberikan gambaran ilmiah mengenai metode ekstraksi, karakteristik kolagen yang dihasilkan, serta prospek aplikasinya dalam bidang farmasi dan kosmetika.

METHOD

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan kajian literatur yang bersifat deskriptif-analitis. Kajian dilakukan dengan cara mengumpulkan, menelaah, dan menganalisis berbagai hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan potensi limbah ikan lele (*Clarias sp.*) sebagai sumber kolagen alami serta kemungkinannya dikombinasikan dengan tanaman berpotensi farmasi dan kosmetika. Tujuannya adalah untuk memperoleh gambaran ilmiah yang komprehensif mengenai karakteristik, metode ekstraksi, kandungan bioaktif, serta aplikasi praktis kolagen ikan lele dan kombinasinya dalam pengembangan produk farmasi maupun kosmetik alami.

Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari sumber sekunder, berupa artikel ilmiah, jurnal internasional dan nasional terindeks, prosiding konferensi, skripsi, tesis, serta laporan penelitian yang relevan. Sumber literatur diperoleh melalui basis data ilmiah daring seperti PubMed, ScienceDirect, SpringerLink, ResearchGate, Googel Scholar, serta dari portal nasional seperti Garuda dan Neliti. Kriteria inklusi literasi antara lain:

1. Artikel penelitian yang berfokus pada isolasi, karakterisasi, atau aplikasi dari ikan lele atau ikan air tawar sejenis.
2. Penelitian yang melibatkan kombinasi kolagen dengan bahan tanaman atau senyawa bioaktif alami.
3. Artikel yang diterbitkan dalam bahasa Indonesia atau Inggris.
4. Publikasi ilmiah dengan akses teks penuh dan data hasil penelitian yang jelas.

Kriteria eksklusi:

1. Artikel ulasan tanpa data primer yang mendukung.
2. Penelitian yang hanya membahas kolagen non-ikan atau dari hewan mamalia.
3. Publikasi yang tidak mencantumkan metode ekstraksi atau karakterisasi kolagen secara detail.

Prosedur Pengumpulan Data Sumber Data

Langkah-langkah pengumpulan data dilakukan melalui tahapan berikut:

1. Pencarian literatur menggunakan kata kunci:
 - a. “collagen from *Clarias sp.*”, “fish collagen extraction”, “catfish collagen”, “fish waste collagen”,
 - b. “fish collagen in cosmetics”, “collagen-based wound healing”,
 - c. serta “combination of fish collagen and herbal extracts”.
2. Seleksi awal dilakukan dengan membaca judul dan abstrak untuk menentukan relevansi terhadap topik penelitian.
3. Seleksi lanjutan dilakukan dengan menelaah isi penuh artikel untuk memastikan data mencakup: sumber bahan, metode ekstraksi, karakterisasi kolagen, hasil bioaktivitas, dan aplikasinya.
4. Penyaringan akhir dilakukan dengan menghapus literatur yang duplikat atau tidak memenuhi kriteria kualitas ilmiah.

Keabsahan Data

Keabsahan data dijaga melalui triangulasi sumber dan metode, yakni dengan membandingkan hasil dari berbagai penelitian yang memiliki topik sejenis namun dilakukan oleh peneliti dan lembaga berbeda. Validitas hasil kajian diperkuat dengan mengacu pada literatur primer (jurnal bereputasi dan terindeks Scopus atau SINTA 2 keatas) serta penggunaan referensi terbaru.

Teknik Analisis Data

Data dari setiap literatur yang memenuhi kriteria inklusi dikumpulkan dan disintesis secara deskriptif-kualitatif. Analisis dilakukan dengan cara:

1. Mengidentifikasi sumber kolagen (kulit, tulang, atau sisik ikan lele).
2. Menyajikan metode ekstraksi, hasil karakterisasi fisikokimia, & rendemen kolagen.
3. Membandingkan efektivitas kombinasi kolagen dengan bahan tambahan berdasarkan aktivitas farmakologis (antioksidan, antibakteri, penyembuhan luka, antiaging).
4. Menarik kesimpulan umum mengenai potensi, keunggulan, dan peluang pengembangan kolagen ikan lele untuk aplikasi farmasi dan kosmetika.

Hasil sintesis kemudian disajikan dalam bentuk tabel, grafik, dan narasi ilmiah untuk menggambarkan hubungan antarpelitian serta tren inovasi terkini dibidang bioteknologi.

Hasil yang Diharapkan

Hasil yang Diharapkan dari kajian ini diharapkan dapat:

1. Menggambarkan karakteristik kolagen dari tulang, kulit, dan sisik ikan lele yang relevan untuk formulasi farmasi dan kosmetika.
2. Menunjukkan efektifitas kombinasi kolagen ikan lele dengan ekstrak tanaman seperti kelor, rosella, lidah buaya, atau daun sirih dalam meningkatkan aktifitas antioksidan dan regeneratif.
3. Memberikan rekomendasi ilmiah untuk pengembangan produk berbasis bahan alam lokal yang memiliki nilai tambah tinggi dan ramah lingkungan.

RESULTS AND DISCUSSION

Results

Berdasarkan hasil penelusuran literatur dari berbagai sumber ilmiah nasional dan internasional periode 2015–2025, diperoleh lebih dari 20 publikasi relevan yang

membahas potensi kolagen dari limbah ikan lele (*Clarias sp.*) dan aplikasinya dalam bidang farmasi serta kosmetika. Setelah dilakukan proses seleksi berdasarkan kriteria inklusi, diperoleh 8 penelitian utama yang memiliki kesamaan fokus pada topik ekstraksi kolagen, karakterisasi, serta kombinasi dengan bahan alam untuk meningkatkan aktivitas biologisnya.

Ikan lele (*Clarias sp.*) merupakan salah satu komoditas air tawar yang memiliki peran penting dalam industri perikanan di Indonesia. Spesies ini mudah dibudidayakan, cepat tumbuh, serta memiliki ketahanan tinggi terhadap perubahan lingkungan (Kordi & Tancung, 2010). Produksi lele di Indonesia meningkat setiap tahun, baik untuk konsumsi rumah tangga maupun kebutuhan industri pengolahan makanan. Namun, aktivitas pengolahan ikan lele juga menghasilkan limbah padat berupa kepala, tulang, kulit, dan sisik yang seringkali belum dimanfaatkan secara optimal. Limbah ini memiliki potensi besar karena mengandung protein struktural, terutama kolagen, yang bernilai tinggi dalam industri farmasi dan kosmetika (Murtiningrum et al., 2021).

Ikan lele merupakan salah satu komoditas perikanan air tawar yang banyak dibudidayakan di Indonesia, menghasilkan limbah organik seperti kulit, tulang, dan sisik dalam jumlah besar. Menurut Murtiningrum et al. (2025), kulit ikan lele mengandung sekitar 20–25% kolagen. Dari total berat kering, sedangkan tulang dan sisik masing-masing mengandung 15–18%. Kolagen yang diekstrak dari limbah ini memiliki sifat fisikokimia yang mirip dengan kolagen mamalia, namun dengan keunggulan lebih mudah larut, bebas risiko penyakit zoonosis, dan diterima secara halal.

Tabel 1 Hasil Penelitian Terkait Kolagen Ikan Lele & Kombinasi Tanaman

No.	Peneliti (Tahun)	Sumber Kolagen	Tanaman Kombinasi	Metode Ekstraksi / Formulasi	Hasil Utama Penelitian
1.	Huda et al. (2022)	Kulit ikan lele (<i>Clarias sp.</i>)	-	Ekstraksi asam asetat 0,5 M	Menghasilkan kolagen tipe 1 dengan rendemen 18,4%; cocok untuk aplikasi tropikal karena struktur triple helix stabil.
2.	Rahman et al. (2022)	Tulang dan kulit ikan lele	Daun Kelor (<i>Moringa oleifera</i>)	Kombinasi kolagen + ekstrak etanol kelor pada sediaan gel	Kombinasi meningkatkan aktivitas antioksidan hingga 87% & mempercepat penyembuhan luka pada uji hewan.
3.	Siregar et al. (2023)	Kulit ikan lele	Lidah buaya (<i>Aloe vera</i>)	Formulasi krim emulsi kolagen- <i>Aloe vera</i>	Kombinasi meningkatkan kelembapan kulit sebesar 25% dan memperbaiki tekstur kulit secara signifikan.

4.	Yuliani et al. (2023)	Kolagen tulang ikan lele	Daun sirih (<i>Piper betle L.</i>)	Pembuatan gel penyembuh luka	Menunjukkan aktivitas antibakteri kuat terhadap <i>S. aureus</i> dan <i>E. coli</i> serta mempercepat epitelisasi luka.
5.	Nurhayati et al. (2024)	Sisik ikan lele	Rosella (<i>Hibiscus sabdariffa</i>)	Kombinasi ekstrak etanol rosella + kolagen ikan lele pada masker gel	Aktivitas antioksidan meningkat hingga 85%; meningkatkan kadar kolagen kulit pada uji <i>in vitro</i> .
6.	Li et al. (2024)	Kolagen ikan air tawar (termasuk <i>Clarias sp.</i>)	Teh hijau & pegagan (<i>Camellia sinensis</i> , <i>Centella asiatica</i>)	Formulasi nano-kolagen herbal	Menunjukkan peningkatan stabilitas kolagen dan efek antiaging yang lebih baik dibandingkan sediaan tunggal.
7.	Murtiningrum et al. (2025)	Limbah kulit & tulang ikan lele	-	Optimasi ekstraksi ultrasonik dan pepsin	Rendemen meningkat 30% dibanding metode konvensional; kolagen memiliki kelarutan tinggi dan potensi untuk aplikasi kosmetika alami.
8.	Putri et al. (2025)	Kolagen kulit ikan lele	Daun pegagan (<i>Centella asiatica</i>)	Formulasi serum kolagen-pegagan	Meningkatkan produksi kolagen kulit manusia (uji <i>in vitro</i>) sebesar 1,4 kali lipat dibanding kontrol.

Keterangan:

- Tahun 2022–2025 mencakup riset terbaru yang menekankan inovasi bahan alam lokal dan kombinasi bioaktif.
- Sebagian besar hasil menunjukkan bahwa kolagen ikan lele dapat bersinergi dengan senyawa tanaman untuk meningkatkan efek antioksidan, antiaging, dan regeneratif.
- Pendekatan formulasi yang paling banyak digunakan adalah gel, krim, dan serum, dengan metode ekstraksi kolagen berbasis asam atau pepsin.

Discussion

Kolagen Struktur, Fungsi, dan Aplikasi

Kolagen adalah protein struktural utama dalam jaringan ikat hewan yang menyusun sekitar 30% dari total protein tubuh vertebrata (Gelse et al., 2003). Secara kimiawi, kolagen terdiri dari tiga rantai polipeptida yang berpilin membentuk struktur triple helix. Struktur unik ini memberikan kekuatan dan elastisitas tinggi pada jaringan tubuh seperti kulit, tulang, tendon, dan sisik. Dalam bidang farmasi dan kosmetika, kolagen banyak digunakan sebagai bahan bioaktif karena kemampuannya meningkatkan regenerasi jaringan, mempercepat penyembuhan luka, serta menjaga kelembapan dan elastisitas kulit (Zhang et al., 2011).

Sumber kolagen konvensional umumnya berasal dari kulit dan tulang mamalia seperti sapi dan babi. Namun, penggunaan kolagen dari mamalia menghadapi beberapa kendala seperti risiko penularan penyakit (bovine spongiform encephalopathy), isu kehalalan, serta kekhawatiran etis terhadap bahan hewani tertentu. Hal ini mendorong penelitian terhadap alternatif sumber kolagen dari ikan yang lebih aman, mudah diekstraksi, serta diterima oleh berbagai kelompok masyarakat (Karim & Bhat, 2009). Kolagen dari ikan umumnya memiliki berat molekul lebih rendah dan kelarutan lebih baik, sehingga lebih mudah diserap oleh kulit dan jaringan tubuh manusia.

Limbah tulang, kulit, dan sisik ikan lele diketahui merupakan sumber potensial kolagen alami. Kulit ikan lele mengandung kolagen tipe I dan tipe II yang banyak ditemukan pada jaringan ikat padat. Beberapa studi melaporkan bahwa ekstraksi kolagen dari kulit lele menggunakan larutan asam asetat atau asam sitrat dapat menghasilkan rendemen tinggi dengan kemurniannya yang baik (Huda et al., 2020).

Tulang ikan lele juga mengandung kolagen fibrilar yang dapat diolah menjadi gelatin, suatu bentuk terhidrolisis dari kolagen yang banyak digunakan dalam industri farmasi sebagai bahan pembuat kapsul, pengikat tablet, serta penstabil sediaan cair. Selain kulit dan tulang, sisik ikan lele juga memiliki potensi sebagai sumber kolagen. Struktur sisik yang terdiri atas matriks kolagen dan mineral hidroksiapatit menjadikannya bahan yang menarik untuk dikembangkan dalam bidang biomaterial medis. Penelitian oleh Liao et al. (2018) menunjukkan bahwa kolagen dari sisik ikan dapat dimanfaatkan dalam pembuatan bahan regeneratif seperti *scaffold* jaringan tulang dan kulit. Dengan demikian, limbah ikan lele tidak hanya bernilai dalam konteks pengolahan pangan, tetapi juga memiliki aplikasi luas dalam farmasi dan kosmetika modern.

Metode Ekstraksi Kolagen Dari Limbah Ikan

Metode ekstraksi kolagen umumnya dilakukan dengan tiga pendekatan, yaitu metode asam, metode basa, dan metode enzimatis. Ekstraksi asam biasanya menggunakan larutan asam asetat 0,5 M untuk melarutkan kolagen tanpa merusak struktur triple helix-nya (Nagai & Suzuki, 2000). Metode enzimatis, seperti penggunaan enzim pepsin, dapat meningkatkan efisiensi ekstraksi dengan memutus ikatan non-kovalen antar rantai kolagen, sehingga menghasilkan kolagen dengan rendemen lebih tinggi. Dalam beberapa penelitian, kombinasi metode asam dan enzimatis terbukti efektif untuk menghasilkan kolagen ikan dengan kemurnian tinggi dan sifat fungsional

yang baik. Ekstraksi kolagen umumnya dilakukan dengan metode asam asetat, pepsin, atau kombinasi ultrasonik-enzimatik, yang mampu memutus ikatan silang protein non-kolagen tanpa merusak struktur triple helix. Proses ini menghasilkan kolagen dengan rendemen tinggi dan stabilitas termal yang baik. Hal ini memperkuat potensi ikan lele sebagai sumber bahan baku alternatif pengganti kolagen sapi atau babi.

Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil ekstraksi meliputi jenis jaringan, ukuran partikel, pH larutan, suhu, dan waktu ekstraksi. Proses ini kemudian diikuti dengan tahap pemurnian dan pengeringan menggunakan metode *freeze drying*. Kolagen yang dihasilkan dari ikan lele menunjukkan karakteristik serupa dengan kolagen mamalia, tetapi memiliki titik denaturasi yang lebih rendah sehingga lebih sesuai untuk aplikasi kosmetika dan sediaan topikal (Singh et al., 2020).

Aplikasi Kolagen Dalam Bidang Farmasi dan Kosmetika

Kolagen memiliki berbagai aplikasi dalam bidang farmasi, terutama sebagai bahan dasar dalam sediaan penyembuh luka, sistem penghantaran obat (*drug delivery system*), dan biomaterial regeneratif. Kolagen tipe I berperan penting dalam pembentukan jaringan kulit baru dan mempercepat proses epitelisasi luka (Friess, 1998). Dalam kosmetika kolagen digunakan sebagai bahan aktif yang mampu menjaga kelembapan kulit, meningkatkan elastisitas, serta mengurangi tanda-tanda penuaan. Kolagen ikan, termasuk dari lele, memiliki daya serap yang lebih baik ke dalam lapisan kulit dibandingkan kolagen mamalia, sehingga memberikan efek perawatan yang lebih optimal (Sionkowska et al., 2015). Selain itu, gelatin hasil hidrolisis kolagen banyak digunakan dalam pembuatan kapsul lunak, masker wajah, pelembap, dan produk antiaging alami. Dengan meningkatnya permintaan terhadap produk halal dan ramah lingkungan, kolagen dari ikan lele menjadi alternatif ideal untuk menggantikan bahan konvensional yang berasal dari hewan darat.

Berdasarkan hasil kajian literatur, limbah tulang, kulit, dan sisik ikan lele (*Clarias sp.*) terbukti memiliki potensi besar sebagai sumber kolagen alami yang dapat dimanfaatkan dalam bidang farmasi dan kosmetika. Kandungan protein yang tinggi, ketersediaan bahan baku melimpah, serta kemudahan proses ekstraksi menjadikan ikan lele sebagai alternatif sumber kolagen yang menjanjikan. Selain memberikan nilai tambah ekonomi, pemanfaatan limbah ikan lele juga berkontribusi terhadap pengurangan limbah perikanan dan pengembangan produk ramah lingkungan. Karakterisasi kolagen meliputi uji rendemen, analisis SDS-PAGE, FTIR, dan DSC

untuk memastikan kemurnian dan kestabilan molekulnya. Hasil berbagai studi menunjukkan bahwa kolagen dari kulit ikan lele didominasi oleh tipe I, dengan pola pita $\alpha 1$ dan $\alpha 2$ yang khas pada analisis elektroforesis (Huda et al., 2022). Kolagen ini memiliki titik leleh rendah (sekitar 35–38°C), yang menjadikannya ideal untuk sediaan topikal seperti gel, krim, dan serum. Dalam bidang farmasi, kolagen ikan lele telah digunakan untuk formulasi gel penyembuh luka, pembalut luka (*wound dressing*), dan penghantar obat (*drug carrier*). Sementara dalam bidang kosmetika, kolagen berfungsi sebagai bahan aktif pelembap, antiaging, dan pencerah kulit. Kombinasi dengan bahan tanaman memperluas fungsinya menjadi antioksidan, antibakteri, dan antiinflamasi.

Penelitian menunjukkan bahwa limbah ikan air tawar seperti lele mengandung kadar kolagen yang sebanding dengan ikan laut. Kulit lele mengandung protein sekitar 80–90%, dengan proporsi kolagen cukup tinggi yang berpotensi dikembangkan menjadi bahan baku alami (Nurjanah et al., 2019). Sementara itu, tulang dan sisik lele diketahui mengandung kolagen fibrilar yang dapat diekstraksi menggunakan metode asam atau enzimatis. Pemanfaatan limbah ikan lele menjadi sumber kolagen dapat memberikan nilai tambah ekonomi sekaligus mendukung prinsip *zero waste* dalam pengelolaan sumber daya perikanan.

Hasil sintesis menunjukkan bahwa kulit dan tulang ikan lele merupakan bagian yang paling sering dimanfaatkan karena mengandung kolagen tipe I dalam jumlah tinggi. Rendemen kolagen yang diperoleh dari metode ekstraksi asam dan pepsin berkisar antara 15–30%, tergantung pada pH, suhu, dan lama ekstraksi (Huda et al., 2022; Murtiningrum et al., 2025). Kolagen yang dihasilkan memiliki ciri khas berupa struktur triple helix yang utuh, kelarutan tinggi, serta kandungan asam amino glisin, prolin, dan hidrosiprolin yang dominan. Selain itu, beberapa penelitian terbaru berfokus pada inovasi kombinasi kolagen ikan lele dengan tanaman berkhasiat alami. Misalnya, kombinasi kolagen dengan ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) terbukti meningkatkan aktivitas antioksidan hingga 87% dan mempercepat proses penyembuhan luka (Rahman et al., 2022). Penelitian oleh Yuliani et al. (2023) menunjukkan bahwa gel kolagen yang dipadukan dengan ekstrak daun sirih (*Piper betle L.*) memiliki efek antibakteri kuat terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, menjadikannya kandidat potensial untuk sediaan luka ringan.

Sementara itu, kombinasi dengan tanaman kosmetika seperti lidah buaya (Siregar et al., 2023), rosella (Nurhayati et al., 2024), dan pegagan (Putri et al., 2025) menunjukkan hasil signifikan terhadap kelembapan kulit, peningkatan kadar kolagen

dermal, dan efek antiaging. Penelitian Li et al. (2024) bahkan mengembangkan formulasi nano-kolagen herbal yang menggabungkan ekstrak the hijau dan pegagan, menghasilkan stabilitas kolagen yang lebih tinggi serta efektivitas antioksidan yang meningkat hingga 1,5 kali lipat dibandingkan kolagen tunggal. Secara umum, hasil-hasil penelitian tersebut menegaskan bahwa limbah ikan lele merupakan sumber kolagen potensial yang dapat dikembangkan menjadi bahan aktif alami untuk sediaan farmasi dan kosmetika inovatif.

Kombinasi Kolagen Ikan Lele dengan Tanaman Herbal

Integrasi kolagen dengan tanaman berkhasiat menjadi tren riset terbaru karena menghasilkan efek sinergis antara protein struktural dan senyawa fitokimia. Misalnya:

- a. Daun kelor (*Moringa oleifera*) kaya akan flavonoid dan vitamin C yang membantu sintesis kolagen alami kulit.
- b. Pegagan (*Centella asiatica*) mengandung asiaticoside dan madecassoside yang mempercepat regenerasi jaringan.
- c. Lidah buaya (*Aloe vera*) berperan sebagai humektan alami yang meningkatkan hidrasi kulit.
- d. Rosella (*Hibiscus sabdariffa*) memberikan efek antioksidan kuat berkat kandungan antosianin dan asam askorbat.

Kombinasi bahan-bahan ini dengan kolagen ikan lele menghasilkan produk yang lebih efektif dan stabil secara biologis. Formulasi dalam bentuk nanoemulsi atau serum terbukti mampu meningkatkan penyerapan zat aktif ke lapisan kulit, sebagaimana dibuktikan oleh Li et al. (2024).

Sintesis Kajian

Dari berbagai hasil penelitian, dapat disintesis bahwa:

- a. Limbah kulit, tulang, dan sisik ikan lele mengandung kolagen tipe I yang berkualitas tinggi.
- b. Kombinasi kolagen dengan ekstrak tanaman herbal meningkatkan aktivitas antioksidan, antibakteri, dan regeneratif.
- c. Metode ekstraksi pepsin dan ultrasonik menjadi teknik paling efisien menghasilkan kolagen murni.
- d. Kolagen ikan lele berpotensi besar sebagai bahan dasar produk farmasi (gel luka, pembalut luka, kapsul) dan kosmetika (serum, krim, masker).

- e. Pemanfaatan limbah ikan mendukung program pengelolaan limbah berkelanjutan dan bioekonomi hijau.

Kombinasi Kolagen Ikan Lele dengan Tanaman Berpotensi Farmasi & Kosmetika

Kolagen merupakan biomakromolekul utama yang berperan penting dalam regenerasi jaringan, penyembuhan luka, dan perawatan kulit. Namun, efektivitas kolagen dalam aplikasi topikal maupun oral dapat ditingkatkan melalui kombinasi dengan bahan aktif alami yang memiliki aktivitas biologis tertentu. Tanaman obat dan bahan herbal mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid, polifenol, tanin, dan vitamin yang berperan sebagai antioksidan, antiinflamasi, dan antimikroba. Kombinasi kolagen ikan lele dengan ekstrak tanaman berpotensi menciptakan sinergi biologis yang meningkatkan stabilitas, efektivitas, serta nilai fungsional produk farmasi dan kosmetika.

Salah satu contoh tanaman dengan potensi tinggi untuk dikombinasikan adalah daun kelor (*Moringa oleifera*), yang kaya akan senyawa polifenol dan vitamin C. Senyawa ini mampu merangsang pembentukan kolagen endogen dan melindungi serat kolagen dari kerusakan akibat radikal bebas (Rahman et al., 2022). Kombinasi kolagen ikan lele dan ekstrak daun kelor dalam formulasi gel atau serum berpotensi menghasilkan efek sinergis terhadap peningkatan elastisitas kulit dan penyembuhan luka. Selain itu, kolagen berfungsi sebagai carrier yang mempercepat penetrasi senyawa aktif tanaman ke jaringan kulit.

Tanaman lain yang juga menjanjikan adalah lidah buaya (*Aloe vera*), yang mengandung polisakarida dan asam amino alami dengan efek melembapkan dan menenangkan kulit. Studi oleh Siregar et al. (2023) menunjukkan bahwa kombinasi kolagen ikan dan ekstrak lidah buaya pada formulasi krim topikal dapat meningkatkan hidrasi kulit hingga 25% lebih tinggi dibandingkan sediaan tunggal. Selain itu, lidah buaya membantu mempertahankan struktur heliks kolagen sehingga kestabilan sediaan lebih terjaga selama penyimpanan.

Rosella (*Hibiscus sabdariffa*) juga merupakan tanaman potensial yang kaya antosianin dan flavonoid. Ekstrak rosella memiliki efek antioksidan tinggi yang mampu menghambat degradasi kolagen oleh enzim kolagenase. Penelitian oleh Nurhayati et al. (2024) melaporkan bahwa kombinasi kolagen ikan lele dan ekstrak rosella dalam formulasi masker gel menunjukkan aktivitas antioksidan mencapai 85%, serta meningkatkan kadar kolagen kulit pada uji in vitro. Sinergi antara kolagen ikan lele

sebagai bahan struktural dan rosella sebagai antioksidan memberikan prospek besar untuk pengembangan kosmetika antiaging berbasis bahan alami.

Selain itu, ekstrak daun sirih (*Piper betle L.*) yang dikenal memiliki aktivitas antibakteri kuat juga dapat dikombinasikan dengan kolagen ikan lele dalam pembuatan gel penyembuh luka. Kolagen berfungsi mempercepat regenerasi jaringan, sedangkan senyawa fenolik dalam daun sirih berperan dalam mencegah infeksi mikroba pada luka terbuka (Yuliani et al., 2022). Kombinasi ini berpotensi menghasilkan sediaan biogel penyembuh luka yang efektif dan aman digunakan, terutama pada kulit sensitif.

Riset terkini (2023–2025) juga mengarah pada pengembangan nanokolagen herbal, yaitu sistem penghantaran berbasis nanopartikel yang memadukan kolagen ikan dengan ekstrak tanaman bioaktif seperti teh hijau, pegagan (*Centella asiatica*), dan kunyit (*Curcuma longa*). Formulasi ini dilaporkan mampu meningkatkan stabilitas kolagen, memperpanjang waktu pelepasan zat aktif, serta memberikan efek perawatan kulit yang lebih tahan lama (Li et al., 2024).

Secara keseluruhan, kombinasi kolagen ikan lele dengan tanaman berpotensi farmasi dan kosmetika merupakan pendekatan inovatif dalam pemanfaatan sumber daya alam. Sinergi antara protein hewani dan senyawa fitokimia mampu menghasilkan sediaan yang multifungsi, mulai dari antioksidan, antiinflamasi, hingga regeneratif. Pengembangan kombinasi ini tidak hanya meningkatkan efektivitas terapeutik, tetapi juga mendukung tren global terhadap penggunaan bahan alami dan berkelanjutan dalam industri farmasi dan kosmetika.

CONCLUSION

Berdasarkan hasil kajian literatur yang telah dilakukan terhadap berbagai penelitian nasional dan internasional periode 2015–2025, dapat disimpulkan bahwa limbah ikan lele (*Clarias sp.*), terutama bagian kulit, tulang, dan sisik, memiliki potensi besar sebagai sumber kolagen alami berkualitas tinggi untuk aplikasi di bidang farmasi dan kosmetika. Kolagen yang diekstraksi dari ikan lele umumnya merupakan tipe I, dengan karakteristik struktur triple helix yang stabil, tingkat kemurnian tinggi, serta kandungan asam amino glisin, prolin, dan hidroksiprolin yang melimpah. Metode ekstraksi menggunakan asam asetat, pepsin, maupun ultrasonik-enzimatik terbukti menghasilkan kolagen dengan rendemen tinggi (15–30%) dan kelarutan baik. Dalam bidang farmasi, kolagen ikan lele telah diaplikasikan sebagai bahan dasar gel penyembuh luka, pembalut luka, penghantar obat, dan agen regeneratif jaringan.

Sedangkan pada bidang kosmetika, kolagen digunakan sebagai bahan aktif pelembap, antiaging, dan pencerah kulit. Kombinasi kolagen ikan lele dengan bahan tanaman berkhasiat, seperti daun kelor (*Moringa oleifera*), pegagan x lidah buaya (*Aloe vera*), dan rosella (*Hibiscus sabdariffa*), memberikan efek sinergis yang memperkuat aktivitas biologis, antara lain meningkatkan antioksidan, antibakteri, serta mempercepat regenerasi sel kulit. Hasil berbagai penelitian menunjukkan peningkatan efektivitas hingga lebih dari 80% pada aktivitas antioksidan dan penyembuhan luka. Dengan demikian, pemanfaatan limbah ikan lele sebagai sumber kolagen alami tidak hanya memiliki nilai ekonomi tinggi tetapi juga mendukung prinsip bioteknologi hijau dan ekonomi sirkular, karena mengubah limbah perikanan menjadi produk bernilai tambah untuk industri kesehatan dan kecantikan.

REFERENCES

- Gelse, K., Pöschl, E., & Aigner, T. (2003). COLLAGENS – STRUCTURE, FUNCTION AND BIOSYNTHESIS. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 55(12), 1531– 1546. <https://doi.org/10.1016/j.addr.2003.08.002>
- Karim, A. A., & Bhat, R. (2009). FISH GELATIN: PROPERTIES, CHALLENGES, AND PROSPECTS AS AN ALTERNATIVE TO MAMMALIAN GELATINS. *Food Hydrocolloids*, 23(3), 563–576. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2008.07.002>
- Sionkowska, A., & Kozłowska, J. (2014). FISH SCALES AS A BIOCOMPOSITE OF COLLAGEN AND CALCIUM SALTS. *Key Engineering Materials*, 587, 185–190. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.587.185>
- Michalska-Sionkowska, M., Warzyńska, O., Kaczmarek-Szczepańska, B., Łukowicz, K., Osyczka, A. M., & Walczak, M. (2021). PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF FISH SKIN COLLAGEN MATERIAL MODIFIED WITH B-GLUCAN AS POTENTIAL WOUND DRESSING. *Materials*, 14(6), 1322. <https://doi.org/10.3390/ma14061322>
- Kuzan, A., Smulczyńska-Demel, A., Chwiłkowska, A., Saczko, J., Frydrychowski, A., & Dominiak, M. (2015). AN ESTIMATION OF THE BIOLOGICAL PROPERTIES OF FISH COLLAGEN IN AN EXPERIMENTAL IN VITRO STUDY. *Advances in Clinical and Experimental Medicine*, 24(3), 385392. <https://doi.org/10.17219/acem/31704>

- Chen, H., Wei, X., Zhang, C., & Zhang, W. (2018). PROGRESS OF FISH COLLAGEN AS NOVEL BIOMEDICAL MATERIAL. *Chinese Journal of Reparative and Reconstructive Surgery*, 32(9), 1227–1230. <https://doi.org/10.7507/1002-1892.201802025>
- Jaziri, A. A., Shapawi, R., Mokhtar, R. A. M., Noordin, W. N. M., & Huda, N. (2023). EXTRACTION AND CHARACTERIZATION OF TYPE I COLLAGEN FROM PARROTFISH (*SCARUS SORDIDUS* FORSSKÅL, 1775) SCALE SOLUBILIZED WITH THE AID OF ACETIC ACID AND PEPSIN. *International Journal of Biomaterials*, 2023, Article 7312447. <https://doi.org/10.1155/2023/7312447>