

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ikan merupakan salah sumber makanan hewani yang kaya nutrisi seperti asam amino, lemak tak jenuh, dan vitamin. Tetapi pada ikan terdapat bagian yang tidak dapat dimakan seperti tulang, sisik, kulit, dan sirip akan menjadi limbah. Pada industri ikan, limbah ikan merupakan bahan baku yang dijadikan produk sampingan karena masih memiliki nutrisi yang dapat diolah kembali. Diperkirakan lebih dari 50% jaringan ikan termasuk sirip, kepala, kulit dan jeroan dibuang karena dianggap "limbah".

Dalam limbah ikan terdapat kolagen yang berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber kolagen alternatif dan memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Kolagen adalah protein yang terdapat pada hewan yang terdiri dari sekitar 30% total protein (El-Rashidy *et al.*, 2015). Pada aplikasinya, kolagen juga banyak digunakan pada industri makanan, kosmetik, dan farmasi (Cutajar *et al.*, 2022).

Setiap tahun buangan dari perikanan dunia melebihi 20 juta ton setara dengan 25% dari total produksi hasil tangkapan perikanan laut (Caruso G., 2015). Pada tahun 2011, volume produksi budidaya ikan nila di Indonesia dapat mencapai 328.473 ton lalu pada tahun 2012 mengalami kenaikan menjadi 338.659 ton. Permintaan ekspor daging filet nila sangat tinggi yang menyebabkan limbah tulang ikan yang dihasilkan juga semakin banyak dan menjadi limbah. Didapatkan rendemen tulang pada setiap harinya sebanyak 5,5 ton (Hidayat *et al.*, 2016).

Menurut FAO, konsumsi ikan meningkat dari 6 kg/kapita pada tahun 1950 menjadi 20 kg/kapita pada tahun 2018. Total ikan yang ditangkap dan budidaya ikan pada tahun 2018 telah mencapai 178 miliar ton dan didapatkan 35% total ikan yang tidak digunakan. Diperkirakan pada tahun 2018 hingga 2030, proporsi ikan yang tidak digunakan dapat meningkat menjadi 40-45% (FAO, 2020).

Penelitian tentang ekstraksi kolagen telah banyak dilakukan dan mencakup banyak aspek seperti jenis limbah, jenis pelarut, dan metode. Menurut Hadfi & Sarbon, (2019), *Efektivitas* ekstraksi kolagen limbah ikan dapat ditentukan oleh berbagai

faktor yaitu jenis limbah, tempat hidup ikan, jenis pelarut, konsentrasi pelarut, metode, suhu, dan waktu perendaman.

Ekstraksi kolagen telah dibahas di beberapa literatur *review* (Bhagwat & Dandge, 2018; Hashim *et al.*, 2015; Jayathilakan *et al.*, 2012; Ahmed *et al.*, 2020; Ideia *et al.*, 2020; Jafari *et al.*, 2020) tetapi kajian yang diberikan terlalu luas. Untuk itu diperlukan *review* yang menunjukkan status perkembangan terkini atau *state of the art* tentang ekstraksi kolagen dari limbah ikan dan berbagai peluang valorisasinya. Manfaat dari *review* ini ada 2 secara ilmiah yaitu memetakan status terkini terkait *pretreatment* ekstraksi kolagen, metode ekstraksi kolagen, dan secara aplikasi yaitu memberi dasar bagi pengembangan berbagai produk valorisasi berbasis kolagen limbah ikan.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang di atas dan *review-review* yang telah dibaca, maka rumusan masalah yang dapat diangkat adalah:

- Metode ekstraksi kolagen dari limbah ikan mana yang paling efektif?
- Faktor apa saja yang mempengaruhi hasil dari ekstraksi kolagen limbah ikan?
- Apa saja valorisasi dan manfaat yang dapat dihasilkan dari kolagen limbah ikan?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan *review* ini adalah untuk menggali metode apa yang paling efektif dalam ekstraksi dengan perlakuan yang berbeda dan limbah yang berbeda, mencari hal yang mempengaruhi hasil ekstraksi serta valorisasi dari kolagen limbah ikan.

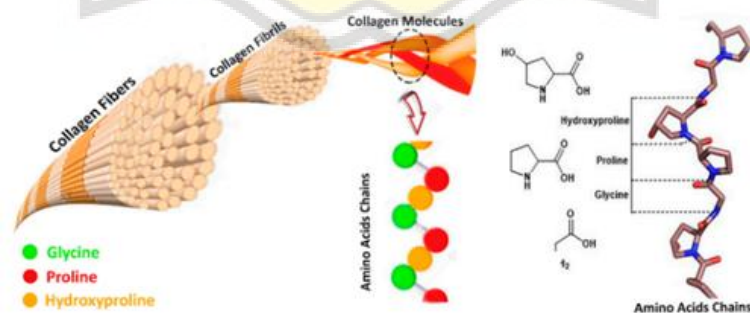
1.4. Tinjauan Pustaka

1.4.1. Kolagen Limbah Ikan

Pada industri ikan, limbah ikan merupakan bahan baku yang dijadikan produk sampingan karena masih memiliki nutrisi yang dapat diolah kembali. Kandungan kalsium pada tulang ikan sangatlah tinggi yang dapat bagi otot dan saraf, pembekuan darah, dan aktivasi beberapa enzim sehingga mempertahankan

pertumbuhan tulang dan perkembangan tulang. limbah ikan juga mengandung kolagen yang memiliki beberapa fungsi sebagai anti hipertensi, mencegah penuaan, meningkatkan kepadatan tulang, membentuk tulang, metabolisme kulit, dan meningkatkan agregasi trombosit. (He *et al.*, 2017). Limbah ikan dimanfaatkan kurang optimal karena hanya sebatas untuk pakan ternak dan pupuk yang tergolong nilai ekonomisnya rendah. Dalam limbah ikan terdapat protein kolagen yang merupakan serabut protein yang terkandung pada jaringan ikat hewan. Biasanya larutan asam digunakan untuk menghidrolisis kolagen tulang hewan sedangkan larutan basa digunakan untuk menghidrolisis kolagen kulit hewan (Hidayat *et al.*, 2016).

Kolagen dapat diklasifikasikan menjadi 2 kelompok menurut sifatnya. Pertama, sifat yang berhubungan dengan pengentalan, pembentukan gel, tekstur gel, dan daya ikat air. Sedangkan yang kedua, sifat yang berhubungan dengan perilaku permukaan seperti pembentukan busa, emulsi, stabilisasi, fungsi koloid pelindung, adhesi dan kohesi, dan kapasitas pembentukan film. Selain itu, kolagen adalah agen aktif permukaan yang baik dan menunjukkan kemampuannya untuk menembus antarmuka bebas lipid (El-Rashidy *et al.*, 2015). Terdapat beberapa tipe kolagen, kolagen tipe I yang paling melimpah pada tubuh yang terdapat pada tulang, kulit, tendon, dan organ. Tipe II dapat ditemukan di tulang rawan, dan tipe III dapat ditemukan di serat retikuler, darah, dan kulit. Kolagen tipe III juga dapat ditemukan di kulit, dinding pembuluh darah, dan serat retikuler paru-paru, hati, dan limpa (Jafari *et al.*, 2020).

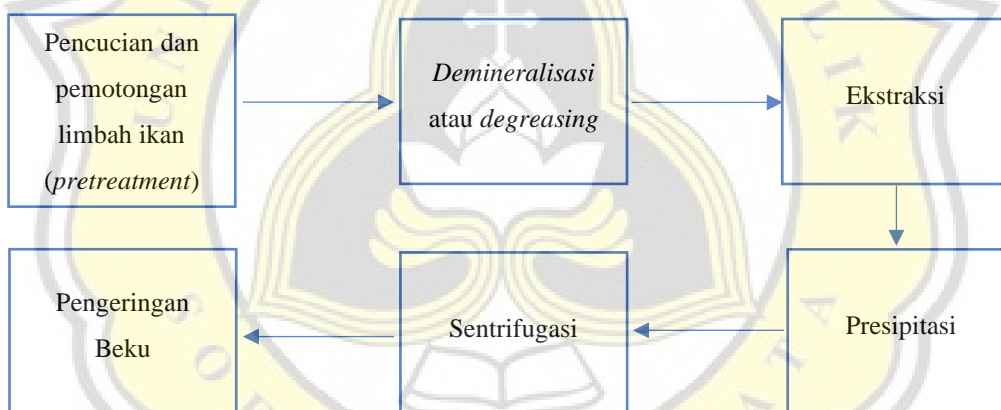


(Jafari *et al.*, 2020)

Gambar 1. Kandungan Kolagen dan Struktur Kolagen

Gambar 1 merupakan struktur serat kolagen, fibril, rantai alfa tiga helix, dan residu asam amino 4-hydroxyproline (Hyp), Glycine (Gly), dan Proline serta struktur rantai asam amino pada kolagen. Kolagen yang dihasilkan oleh organisme didefinisikan sebagai kolagen endogen, yang terdiri dari tiga rantai asam amino panjang berbentuk helikoid. Rantai polipeptida yang dibentuk oleh urutan berulang $(\text{Gly-X-Y})_n$ membentuk kolagen, di mana X dan Y dapat ditempati oleh asam amino apa pun, meskipun posisi ini biasanya ditempati oleh prolin dan 4-hydroxyproline (Hyp). Kolagen dapat rusak dikarenakan paparan sinar ultraviolet, penuaan dan tembakau. Degradasi kolagen akan menghasilkan kulit kendur, kerutan, sendi kaku, dan kulit kering oleh karena itu pentingnya mengidentifikasi sumber kolagen baru untuk aplikasi jaringan regeneratif (Jafari *et al.*, 2020).

1.4.2. Ekstraksi



Gambar 2. Alur Ekstraksi Kolagen Limbah Ikan

Ekstraksi merupakan proses pemisahan suatu zat berdasarkan perbedaan kelarutan. Dalam mengekstrak tulang ikan, dilakukan beberapa tahapan supaya proses dapat berjalan dengan lancar. Pertama dilakukan yaitu proses pencucian untuk menghilangkan daging yang masih menempel dengan cara perebusan kemudian limbah dipotong dengan ukuran tertentu untuk memperluas permukaannya lalu direndam dengan larutan, suhu dan waktu tertentu. Kemudian dilanjutkan proses *demineralisasi* supaya mineral pada limbah ikan hilang dengan cara direndam menggunakan larutan asam tertentu selama 2 hari hingga terbentuk limbah yang lebih lunak atau *degreasing* untuk menghilangkan lemak menggunakan butanol

kemudian dilakukan pencucian hingga pH netral (± 7). Setelah itu hasil *demineralisasi* atau *degreasing* diekstraksi menggunakan metode tertentu lalu dilakukan proses presipitasi untuk mendapatkan hasil kolagen yang lebih murni. Hasil kolagen yang didapatkan dari presipitasi dimasukkan *rotary vacuum evaporator* untuk dilakukan proses sentrifugasi dan hasil kolagen akan disimpan dengan cara pengeringan beku. (Ridhay *et al.*, 2016; Adiningsih & Tatik, 2015). Hasil dan sifat fisikokimia kolagen yang diekstraksi bervariasi sesuai dengan jenis metode ekstraksi (El-Rashidy *et al.*, 2015).

1.4.3. Jenis Ekstraksi

Dalam ekstraksi terdapat berbagai macam metode untuk menghasilkan hasil ekstrak yang maksimal. Biasanya ekstraksi dibagi menjadi dua macam yaitu secara fisik dan secara kimia. Secara fisik contohnya adalah *Ultra-sonication assisted extraction* (UAE), *Microwave-Assisted Extraction* (MAE), dan *Pressurized liquid extraction* (PLE). Untuk ekstraksi secara kimia contohnya adalah *Acid solubilization extraction* (ASC), *Salt solubilization extraction*, dan *Pepsin solubilization extraction* (PSC). Pada ekstraksi kolagen limbah ikan, metode yang digunakan adalah sebagai berikut.

1.4.3.1. Acid solubilization extraction

Acid Soluble Collagen (ASC) biasanya menggunakan asam asetat 0,5M terkadang juga menggunakan asam sitrat, asam laktat, dan asam klorida. Larutan asam ini meningkatkan tolakan antar molekul tropokolagen yang dapat menyebabkan induksi pelarutan molekul kolagen. Jumlah kolagen yang didapatkan tergantung pada usia dan spesies hewan, berbagai faktor yang digunakan untuk ekstraksi kolagen meliputi: konsentrasi asam, waktu perawatan asam, suhu, proporsi larutan asam dan bahan baku yang digunakan (Jafari *et al.*, 2020). Ekstraksi kolagen biasanya dicapai pada suhu 4°C selama 24 hingga 48 jam. Ekstraksi kolagen dari produk samping turunan makanan laut telah efektif dicapai dengan menggunakan berbagai parameter seperti waktu, konsentrasi asam asetat dan suhu. Hasil penelitian telah menunjukkan bahwa kolagen terlarut asam diperoleh secara efektif

dari limbah pengolahan ikan dan memiliki potensi dalam aplikasi komersial (Hukmi & Sarbon, 2018)

1.4.3.2. Salt solubilization extraction

Kolagen juga dapat diekstraksi dari sumber makanan laut dengan menggunakan larutan natrium klorida (NaCl) dan kolagen yang diperoleh disebut sebagai kolagen larut garam (SSC). Namun, teknik ini telah terbatas digunakan untuk ekstraksi kolagen karena kelarutannya yang lebih rendah dalam garam (Jafari *et al.*, 2020).

1.4.3.3. Pepsin solubilization extraction

Biasanya, ekstraksi kolagen ini dicapai dengan menggunakan larutan asam yang berbeda (asam asetat, asam laktat, asam klorida, asam sitrat) dengan bantuan enzim. Kolagen dari sumber yang berbeda tidak sepenuhnya larut dalam media asam sehingga hasil yang diperoleh rendah. Untuk mencapai hasil kolagen yang maksimal, beberapa enzim digunakan seperti pepsin, tripsin, papain dan kolagenase yang berbeda dalam kondisi lingkungan dan pH tertentu dan proses ini disebut metode ekstraksi enzimatik. Dari semua enzim tersebut, pepsin merupakan enzim yang banyak digunakan untuk ekstraksi kolagen dari sumber makanan laut (Jafari *et al.*, 2020). Pepsin dapat digunakan baik sendiri atau dalam kombinasi dengan konsentrasi asam asetat yang berbeda. Kolagen yang diperoleh dengan menggunakan pepsin disebut kolagen larut pepsin. Berbagai peneliti mempelajari bahwa penggunaan konsentrasi terbatas enzim (pepsin) bersama dengan asam meningkatkan hasil kolagen. Ekstraksi ini memiliki beberapa keuntungan yaitu dapat meningkatkan efisiensi ekstraksi dengan meningkatkan kelarutan kolagen dalam media asetat, pencernaan enzimatik dapat mengurangi antigenisitas kolagen, dan enzimatik ekstraksi tidak mengganggu struktur *triple helix* kolagen (Pal *et al.*, 2015).

1.5. Hasil Awal Pemetaan Pustaka

Pemetaan awal berdasarkan artikel-artikel *review* tentang limbah ikan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pemetaan Artikel-Artikel *Review* yang Telah Ada

| No | Tujuan Penelitian | Temuan | Sitasi |
|----|---|---|-------------------------------------|
| 1 | Meninjau struktur, fungsi dan aplikasi kolagen dalam industri makanan | Kolagen dapat digunakan pada industri makanan dan minuman yang biasanya digunakan dalam bentuk serat kolagen. Menjelaskan sumber komersial kolagen, struktur komposisi kolagen, tipe kolagen, dan pengaplikasian kolagen ke dalam makanan dan minuman (suplemen, bahan tambahan makanan, coating, minuman, dan bahan pembawa). | (Hashim <i>et al.</i> , 2015) |
| 2 | Memberikan informasi terkait pemulihan kolagen dari produk sampingan makanan laut serta protease kolagenolitik dari berbagai sumber mikroba. | Kolagen dapat diaplikasikan dalam industri terutama farmasi dan makanan. Kolagen juga dianggap sebagai biomaterial yang sangat baik untuk pembengkakan sistem pembalut luka dan konstruksi rekayasa jaringan karena biokompatibilitasnya. Dalam industri makanan dapat dijadikan suplemen makanan untuk membantu memenuhi kebutuhan kolagen dalam tubuh. | (Bhagwat & Dandge, 2018) |
| 3 | Mengulas penggunaan obat dan farmasi dari limbah industri daging dan ikan | kolagen ikan menarik untuk industri pengolahan makanan karena digunakan untuk menghasilkan gelatin yang diekstraksi dari kolagen. sekitar 28% diolah menjadi tepung ikan dan minyak. Limbah ikan yang mengandung minyak tinggi atau memiliki tulang yang berlebihan atau tidak cocok untuk dimakan dapat diubah menjadi pakan dan produk industri yang berharga. | (Jayathilakan <i>et al.</i> , 2012) |
| 4 | Mengulas metode ekstraksi kolagen saat ini dan pembentukan peptidanya. Selain itu, aplikasi kolagen dan aktivitas biologis peptida kolagen yang diperoleh juga dibahas. | Mendeteksi kolagen menggunakan berbagai macam ekstraksi yaitu <i>Acid solubilization extraction</i> , <i>salt solubilization extraction</i> , <i>pepsin solubilization extraction</i> , dan <i>Ultrasonication assisted extraction</i> . Dalam pengaplikasiannya, kolagen digunakan dalam industri farmasi, rekayasa jaringan organ, bidang medis, makanan, dan kosmetik | (Ahmed <i>et al.</i> , 2020) |
| 5 | Untuk meninjau metode ekstraksi dan karakterisasi produk bernilai tambah dari produk sampingan ikan saat ini, serta aplikasi aktual dan potensialnya. | Ekstraksi kolagen biasanya dilakukan dalam larutan asam dalam prosedur yang disebut <i>Acid Soluble Collagen</i> (ASC).. Untuk meningkatkan ekstraksi kolagen, diusulkan melakukan langkah hidrolisis enzimatik. Pepsin biasanya ditambahkan untuk memecah beberapa ikatan peptida, menghasilkan efisiensi yang lebih tinggi dalam ekstraksi kolagen (metode <i>Pepsin Soluble Collagen</i> , PSC). | (Ideia <i>et al.</i> , 2020) |

| No | Tujuan Penelitian | Temuan | Sitasi |
|----|--|---|-------------------------------|
| 6 | Tinjauan terbaru tentang status isolasi kolagen dari produk sampingan ikan dengan fokus khusus pada parameter yang terlibat dalam isolasi kolagen dari produk sampingan ikan menggunakan makalah yang diterbitkan dari Januari 2014 hingga Juni 2020 | Menjelaskan tentang apa itu kolagen, struktur kolagen, metode ekstraksi (<i>Acid Extraction Procedure</i> dan <i>Pepsin-Aided AcOH Extraction Procedure</i>), cara mendeteksi hasil ekstraksi kolagen, aplikasi kolagen ke biomaterial, dan faktor yang mempengaruhi hasil ekstraksi tetapi kurang dijelaskan secara rinci. Terdapat juga beberapa penjelasan mengenai ekstraksi <i>Deep Eutectic Solvent</i> (DES), <i>Supercritical Fluid Extraction</i> (SFE), dan <i>Extrusion and Ultrasound-Assisted Extraction of Collagen</i> . | (Jafari <i>et al.</i> , 2020) |

Pada Tabel 1. Didapatkan artikel-artikel *review* yang telah membahas metode ekstraksi, dan valorisasi dari limbah ikan. Terdapat beberapa metode ekstraksi yang telah dilakukan yaitu *Acid Soluble Collagen* (ASC), *Pepsin Soluble Collagen* (PSC), *salt solubilization extraction*, *Ultra-sonication assisted extraction*, dan *physical aided extraction*. Temuan penting lainnya yang didapatkan adalah kolagen memiliki berbagai tipe serta banyak fungsi pengaplikasian pada makanan dan minuman, kesehatan, serta kosmetik. Pada kondisi asam, kolagen memiliki kelarutan yang lebih rendah sehingga hasil lebih rendah tetapi dapat ditingkatkan dengan melakukan hidrolisis enzimatis menggunakan pepsin.