

PEMANFAATAN KOLAGEN DARI HEWAN

Farid Ahmad, Retna Ayu Septiani*, Dinda Aisyah, Sylva Ayu Widya Cahyati, Neni Sri Gunarti

Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Buana Perjuangan Karawang, Indonesia

*Penulis Korespondensi: fm19.retnaseptiani@mhs.ubpkarawang.ac.id

Abstrak

Pemanfaatan hewan tidak hanya dimanfaatkan sebagai bahan baku makanan, tetapi disisi lain ternyata hewan bisa dimanfaatkan sebagai biomaterial yang penting bagi aplikasi medis seperti kolagen. Review artikel ini membahas tentang pemanfaatan kolagen dari berbagai jenis hewan sesuai dengan parameter yang relevan. Review artikel diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah tentang berbagai jenis kolagen pada hewan. Metode yang digunakan yaitu studi pustaka dengan mencari beberapa sumber jurnal yang berbeda. Data inklusi yang digunakan pada review ini yaitu jurnal 10 tahun terakhir (2012-2022). Kolagen biasanya banyak sekali ditemui dikulit sapi dan babi tetapi pada kedua hewan tersebut masih jadi permasalahan di Indonesia, namun selain dari kedua hewan tersebut kolagen juga dapat ditemukan di hewan mamalia seperti kerbau dan ayam, tetapi perlu disembelih agar mendapatkan aspek kehalalannya. Kolagen juga bisa didapatkan pada biota laut seperti bulu babi, ikan tuna, ikan patin, ikan cakalang, ikan manyung, ikan bandeng, ikan nila, ikan parang-parang, ikan cod, kerang hijau, kerang darah, dan teripang gamma.

Kata kunci : Kolagen, Hewan, Kulit kerbau, Tulang Ayam, Sisik Ikan, Ikan, Bulu babi

Abstract

The use of animals is not only used as a raw material for food, but on the other hand it turns out that animals can be used as important biomaterials for medical applications such as collagen. This review article discusses the utilization of collagen from various types of animals according to the relevant parameters. Article reviews are expected to provide scientific information about the various types of collagen in animals. The method used is literature study by looking for several different journal sources. The inclusion data used in this review are journals for the last 10 years (2012-2022). Collagen is usually found in the skin of cows and pigs, but these two animals are still a problem in Indonesia. Apart from these two, collagen can also be found in mammals such as buffalo and chickens, but they need to be slaughtered to get the halal aspect. Collagen can also be found in marine life such as sea urchins, tuna, catfish, skipjack tuna, sea catfish, milkfish, tilapia, machete fish, cod, green mussels, blood clams, and gamma sea cucumbers.

Keywords: Collagen, Animals, Buffalo skin, Chicken Bones, Fish Scales, Fish, Sea urchins.

PENDAHULUAN

Menurut National Geographic Indonesia tahun 2019 bahwasannya negara Indonesia mendapatkan peringkat keanekaragaman hayati daratan kedua setelah Brazil. Akan tetapi, jika keanekaragaman hayati daratan tersebut ditambahkan dengan keanekaragaman hayati lautan, maka negara Indonesia menjadi negara dengan

keanekaragaman hayati tertinggi dunia. Indonesia memiliki keanekaragaman fauna yang tinggi seperti 115 spesies mamalia, 97 spesies ikan terumbu karang dan 1.400 spesies ikan air tawar (Lasabuda, 2013; LIPI, 2021; Setiawan, 2022). Keragaman dalam pemanfaatan hewan mendorong terbentuknya pola yaitu sebuah sistem atau cara kerja yang tetap dalam memanfaatkan

berbagai jenis hewan (Yogi *et al.*, 2019). pemanfaatan hewan tidak hanya dimanfaatkan sebagai bahan baku makanan, tetapi disisi lain ternyata hewan bisa dimanfaatkan sebagai biomaterial yang penting bagi aplikasi medis seperti kolagen.

Kolagen berasal dari bahasa Yunani yakni “*cola*” yang berarti lem (*glue*) dan “*genno*” yang berarti kelahiran (*birth*). Hal ini disebabkan karakteristik kolagen yang melekatkan sel untuk membentuk kerangka jaringan dan organ tubuh. Molekul kolagen berdiameter 1,5 nm dengan panjang 280 nm dan berat molekulnya 290.000 Dalton. Kandungan kolagen berupa tiga rantai polipeptida dengan lebih dari 1000 asam amino dimasing-masing rantainya (Setyowati dan Setyani, 2015).

Kolagen merupakan golongan protein utama dari jaringan ikat vertebrata, yang membentuk sekitar 25 % sampai 35 % dari kandungan protein tubuh. Kolagen telah diidentifikasi dalam jaringan hewan mamalia lebih dari 27 bentuk, tidak hanya itu kolagen juga banyak di temukan pada hewan-hewan laut (Asa *et al.*, 2016; Astiana *et al.*, 2016). Protein tersebut terdiri dari tiga rantai polipeptida (*triple helix*) dan telah banyak digunakan sebagai bahan biomedis. jaringan ikat utama tersebut dapat ditemukan pada kulit, gigi, dan tulang. Kolagen telah banyak digunakan untuk kepentingan biomedis, farmasetika, industri makanan, industri obat, dan industri kosmetik (Ata *et al.*, 2016; Nurilmala *et al.*, 2020; Gadi *et al.*, 2017).

Kolagen biasanya terdapat pada hamper 25 % dari total massa protein yang berada di tulang, tendon, jaringan ikat, kulit dan pembuluh darah. Kolagen yang tersedia secara komersial umumnya berasal dari hewan babi ataupun sapi. Namun hal tersebut menjadi faktor permasalahan di Indonesia karena babi merupakan hewan yang haram bagi umat muslim dan sapi dilarang bagi umat hindu, juga pada hewan seperti kerbau, kambing dan ayam perlu untuk disembelih agar mendapatkan aspek kehalalan (Asa *et al.*, 2016;

Rahman dan Wathani, 2020; Mulyani *et al.*, 2021). Kolagen dari hewan banyak sekali pemanfaatannya diantaranya sebagai antioksidan (Prastyo *et al.*, 2020), sebagai anti septik (Hu *et al.*, 2017), sebagai anti inflamasi (Chen *et al.*, 2018), sebagai antiaging (Budiarti Eka *et al.*, 2019), sebagai kosmetika (Sekarsari *et al.*, 2022; Setyowati *et al.*, 2015), aplikasi biomedis (Carvalho *et al.*, 2018) serta moisturizer (Hepni, 2021).

Review artikel ini membahas tentang pemanfaatan kolagen dari berbagai jenis hewan sesuai dengan parameter yang relevan. Review artikel diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah tentang berbagai jenis hewan.

METODE PENELITIAN

Pada review jurnal ini, metode yang digunakan yaitu studi pustaka dengan mencari beberapa sumber jurnal yang berbeda. Data inklusi yang digunakan pada review ini yaitu jurnal 10 tahun terakhir (2012-2022), kemudian dengan kata kunci bahasa Indonesia dan bahasa Inggris. Selain itu, data yang diperoleh dari jurnal tersebut merupakan pencarian data dengan menggunakan beberapa sumber seperti : Google Scholar dan PubMed.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil riview artikel ini berisi tentang penelitian Pemanfaatan Kolagen Dari Hewani, yang dapat dijadikan sebagai alternatif cadangan sumber bahan baku kolagen yang berasal dari gelembung renang, sisik ikan, tulang ayam, dan kulit ikan. Penelitian ini sangat membantu untuk mencari sumber bahan baku kolagen selain dari hewan mamalia seperti sapi dan babi yang berisiko menyebabkan penyebaran penyakit hewan meluar. Penelitian masing-masing dicantumkan dalam tabel 1.

Tabel 1. Hasil Penelitian Sumber Kolagen Dari Hewan

Referensi	Bahan baku	Manfaat	Metode isolasi	Hasil
Sekarsari et al., 2022	Gelembung Renang Ikan Manyung (<i>Arius thalassinus</i>)	Sebagai Pengemulsi <i>Body Cream</i>	Preparasi Bahan Baku, Deproinase, Ekstraksi Kolagen Larut Asam	Hasil terbaik pada penambahan kolagen yaitu dengan nilai konsentrasi 7,5%.
Wahid Hilmiati et al., 2022	Limbah Sisik Ikan Bandeng (<i>Chanos chanos</i>)	Sebagai Anti Aging	Maserasi, Ekstraksi Kolagen Larut Asam	Hasil terbaik dari kolagen sisik ikan bandeng (<i>Chanos chanos</i>) yaitu dengan konsentrasi 5%.
Budiarti Eka et al., 2019	Limbah Tulang Ayam (<i>Gallus gallus domesticus</i>)	Sebagai Anti Aging	Optimasi Ekstraksi Kolagen, Karakteristik Kolagen, Hasil Ekstraksi Karakteristik dan preparasi bahan baku	Hasil Rendemen paling tinggi yaitu dengan nilai 12,5%
Prastyo Et al., 2020	Kulit Ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>)	Sebagai Antioksidan	optimasi fase praperlakuan kolagen, ekstraksi kolagen, dan optimasi proses hidrolisis kolagen.	Hasil rendemen terbaik dari penambahan kolagen yaitu IC ₅₀ .
Putra et al., 2013	Kulit ikan nila hitam (<i>Oreochromis niloticus</i>)	Sebagai alternatif kolagen	Uji proksimat, Preparasi sampel sebagai tahap awal memulai ekstraksi, Penghilangan protein non kolagen dengan larutan NaOH 0,1M, Proses ekstraksi kolagen, Pemurnian (dialisis) dan liofilisasi kolagen, Karakteristik kolagen	Perlakuan asam asetat 0,75 M dengan waktu ekstraksi 16 jam menghasilkan rendemen bubuk kolagen terbesar (5,96%).
Ardhani et al., 2019	Kulit Ikan Parang-Parang (<i>Chirocentrus dorab</i>)	Sebagai Antioksidan	DPPH dan CUPRAC	Kolagen dari kulit ikan parang-parang yaitu dengan nilai IC ₅₀ 926,25 ppm terhadap DPPH dan nilai kapasitas antioksidan 104,14 mol trolox/g ekstrak pada konsentrasi 100 ppm.
Carvalho et al., 2018	Kulit ikan Cod (<i>Gadus sp</i>)	Sebagai aplikasi Biomedis	Uji kolorimetri, SDS-PAGE dan komposisi asam amino.	Kolagen menunjukkan efek yang bergantung pada konsentrasi dalam metabolisme

				dan pada adhesi sel sel MRC-5 fibroblas paru.
Hu et al., 2017	Dari Kulit Ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>)	Sebagai Antiseptik	In Vivo, In Vitro	Dalam penelitian ini, peptida kolagen laut yang dibuat dari kulit ikan nila dengan hidrolisis enzimatik komposit terdiri dari polipeptida dengan berat molekul kurang dari 5 kDa.
Chen et al., 2018	Sisik Bandeng (<i>Chanos chanos</i>)	Sebagai Anti-inflamasi	Peredaman Radikal bebas 2,2-azinobis-3-Ethylbenzothiazoline-6-Sulfonic Acid (ABTS) dan Metode DPPH	Hasil dari sisik ikan bandeng keratinosit manusia setelah penambahan 100 mg/mL sisik ikan bandeng memiliki presentase 95% yang mempunyai aktivitas antioksidan tinggi dan menunjukkan aktivitas anti-inflamasi
Aryanti et al., 2018	Cangkang Kerang Darah (Anadara granosa) dan Cangkang Kerang Hijau (<i>Mytilus viridis</i>)	Sebagai bahan baku makanan dan kosmetik farmasi	Ekstraksi Demineralisasi	Perlakuan asam asetat 0,75 M dengan hasil rendemen 2,03 % kerang darah, sementara 1,96 % kerang hijau. Pada perlakuan waktu ekstraksi 2 hari dengan rendemen 1,74 % kerang darah dan 1,85 % kerang hijau.
Setiyowati et al., 2017	Tulang ikan	Cosmeceutical	Ekstraksi demineralisasi	Memiliki kualitas dan efektifitas yang sama dengan bahan sintetik
Ata et al., 2016	Kulit Dan Tulang Ikan Cakalang (<i>Katsuwonus pelamis</i>)	Sumber alternatif kolagen hewan darat terkait isu penyakit BSE	Ekstraksi dengan cara perendaman menggunakan larutan asam asetat 0,5 M	Nilai rendemen kolagen yang diperoleh dari kulit ikan dan tulang ikan cakalang sebesar 14,48 dan 16,71%
Sembiring et al., 2020	Tulang Ikan Tuna (<i>Thunnus sp.</i>)	Sumber alternatif kolagen hewan darat terkait isu penyakit BSE	Ekstraksi kolagen dari ikan tuna (<i>Thunnus sp.</i>) Menggunakan Asam Klorida 1% dan 3%.	Perlakuan lama waktu ekstraksi 36 jam dengan konsentrasi HCl 3% menghasilkan nilai rendemen, kadar air dan pH paling tinggi yaitu berturut-turut 5,65 gram, 12% dan 5,19. Hasil ini

				membuktikan bahwa semakin tinggi konsentrasi asam yang diberikan maka dapat menghasilkan kolagen yang lebih maksimal.
Mulyani et al., 2021	Kulit kerbau (<i>Bubalus bubalis</i>)	Alternatif pembuatan kolagen halal	Ekstraksi dengan menggunakan asam asetat 0,5 M, 1 M dan 1,5 M	Ekstraksi kolagen dari kulit kerbau optimum dilakukan dengan konsentrasi asam asetat 1 M dengan lama ekstraksi 72 jam yang dapat menghasilkan kolagen dengan rendemen $1,42 \pm 0,27\%$, berdasarkan faktor konsentrasi, dan $1,70 \pm 0,35\%$ berdasarkan faktor lama ekstraksi. Kadar air kolagen $4,19 \pm 0,14\%$, teridentifikasi sebagai kolagen tipe I, dan belum mengalami degradasi menjadi gelatin.
Hepni, 2021	Ikan patin (<i>Pagassius sp</i>)	Sebagai moisturizer	Ekstraksi dan karakterisasi dengan spektrofotometri infra merah	Hasil uji statistic menunjukkan probabilitas lebih kecil dari 0,05. Kelembaban tertinggi yaitu pada formula FE yang mengandung 3,5% kolagen dengan persentase kelembaban 53,0%
Idiawati et al., 2022	Bulu Babi (<i>Diadema Setosum</i>)	Alternatif dari kolagen mamalia konvensional	Ekstraksi	Menggunakan pelarut HCl 3% menghasilkan rendemen sebesar 7,68%, analisis kadar air menghasilkan nilai sebesar 21,31%, analisis kadar abu menghasilkan nilai sebesar 48,2%
Alhana et al., 2015	Daging Teripang Gamma (<i>Stichopus variegatus</i>)	Aplikasi produk kosmetik dan obat	Deproteinasi	perlakuan terbaik, yaitu konsentrasi larutan NaOH 0,3% dan larutan asam asetat 0,1%. Kolagen mengandung air

				13,64%; protein 67,68%; abu 4,15%; derajat putih 69,25%; suhu puncak pelelehan 163,67°C dan pH 7,37.
--	--	--	--	--

PEMBAHASAN

Kolagen diketahui mempunyai banyak manfaat di dunia medis dan farmasi. Aplikasi kolagen antara lain adalah penanganan penderita hipertensi, permasalahan urinary, sakit yang berkaitan dengan osteoarthritis, rekayasa jaringan untuk implantasi pada manusia dan penghambatan penyakit angiogenic, seperti komplikasi diabetes, obesitas dan arthritis.

Beragam manfaat yang dapat dihasilkan dari kolagen sisik ikan yang pertama sebagai pengemulsi produk kosmetik *bodyscrub* engan penambahan kolagen gelembung ikan manyung dengan konsentrasi 0%, 2,5%, 5% dan 7,5%. Parameter yang digunakan mulai dari viskositas, stabilitas emulsi, pH, daya lekat, hedonik dan daya hantar. Hasil penelitian menunjukan formulasi bodyscrub terbaik ada pada penggunaan kolagen gelembung renang ikan dengan konsentrasi 7,5% berdasarkan hasil stabilitas emulsi yang paling tinggi mencapai 100% yaitu $84,22 \pm 1,38\%$ (Sekarsari *et al.*, 2022). Manfaat kolagen sisik ikan yang kedua adalah sebagai anti aging menggunakan pengujian stabilitas sediaan yang di ekstraksi dengan formulasi konsentrasi 5%, 6%, dan 7%. Dengan hasil uji stabilitas serta uji kadar air an kadar minyak menunjukan bahwa krim anti aging dengan konsentrasi 5% sudah memberikan efek anti aging alam memperbaiki kondisi kulit pada punggung tangan (Wahid *et al.*, 2022). Bukan hanya sisik ikan yang dapat memberikan sifat anti aging, kolagen dari tulang ayam juga bisa menghasilkan aktivitas anti aging secara in vitro dengan teknik isolasi kolagen dengan variasi konsentrasi NaOH yaitu 0,05 M, 0,10 M, dan 0,20 M dengan perendaman menggunakan asam asetat 1M. Berdasarkan aktivitas antioksidan, antiglikasi, serta antitirosinase, kolagen dengan

perenaman NaOH 0,10 M dan pengadukan selama 6 jam memiliki siat anti aging yang paling baik (Budiarti *et al.*, 2019).

Manfaat kolagen dari sisik ikan nila yang keempat adalah sebagai antioksidan secara in vitro dengan 3 fase seperti praperlakuan, ekstrasi kolagen, serta hidrolisis kolagen dengan konsentrasi (4.000 U/g, 6.000 U/g, 8.000 U/g untuk sampel) dengan waktu hidrolisis selama 60 menit, 120 menit dan 180 menit. Dan hasil menunjukan hirolisis selama 120 menit dengan pemberian konsentrasi enzim sebesar 8.000 U/g memiliki rata-rata hirolisis sebesar 33,94%, serta rerata nilai IC_{50} terbaik yakni 93,32 $\mu\text{g/ml}$, termasuk pada kategori senyawa antioksidan kuat. Dan nilai zeta potensil hirolis kolagen kulit ikan nila adalah -10,9mV (Prastyo *et al.*, 2020). Selain ikan nila, ikan parang-parang juga dapat dimanfaatkan kulturnya sebagai antioksidan dengan metode salting out dan dianalisis. Menggunakan konsentrasi NaOH 0,1 M selama 12 jam, 0,5 M selama 48 jam, NaCl 1 M selama 12 jam untuk salting out dan didialisis selama 12 jam menggunakan air suling. Konsentrasi protein terlarut selama 12 jam praperlakuan adalah 0,791 rpm dengan hasil kolagen sebanyak 0,9%. Dengan hasil IC_{50} dari metode DPPH adalah 926,25 ppm dengan kapasitas antioksidan kolagen sebesar 100ppm adalah 10,4,14 μmol trolox/g ekstrak (Ardhani *et al.*, 2019). Manfaat kolagen yang kelima adalah sebagai bahan pembuatan kosmetikal dengan mengamati karakteristik gelembung renang meliputi proksimat, pH, logam berat, mikroba, asam amino, gugus fungsi, bobot molekul, dan stabilitas termal. Praperlakuan dengan NaOH 0,1 M selama 8 jam (K1T4) dan ekstraksi asam pada konsentrasi 0,25 molar selama 72 jam (M1M3) adalah perlakuan terbaik

menghasilkan rendemen kolagen $14,51 \pm 0,43\%$; kadar air $12,12 \pm 0,04\%$ bb; protein $88,54 \pm 0,08\%$ bb; lemak $1,31 \pm 0,23\%$ bb; abu $0,17 \pm 0,03\%$ bb; tidak terdeteksi logam berat (Pb, Hg, As, Cd); pH 4,31; negatif cemaran *E. coli* dan *Salmonella* (Setiyowati *et al.*, 2017).

Pemanfaatan kolagen selanjutnya berasal dari tulang ikan patin yang diformulasikan sebagai sediaan lotion dengan konsentrasi 1%, 1,5%, 2,5%, 3,5% an evaluasi seiaan lotion kolagen menggunakan SG-7D. Hasil uji statistik menunjukkan probabilitas lebih kecil dari 0,05. Kelembaban tertinggi yaitu pada formula FE yang mengandung 3,5% kolagen dengan persentase kelembaban 53,0% dengan level "Lembab" tetapi lebih rendah dari lotion yang beredar dipasaran dengan persentase sebesar 54,3%. Sehingga dapat disimpulkan Kolagen tulang ikan patin dapat diformulasi menjadi sediaan *lotion* tipe emulsi minyak dalam air (M/A) (Hepni, 2021). Manfaat kolagen selanjutnya berasal dari tulang dan sisik ikan bandeng yang dapat berfungsi sebagai anti inflamasi dengan menggunakan metode MSCP, dimana MSCP mendemonstrasikan aktivitas anti inflamasi dengan mengurangi aktivitas ipoksigenase dan radikal oksida nitrat (NOA) (Chen *et al.*, 2018). Pemanfaatan kolagen kesembilan berfungsi sebagai antiseptik pada luka bakar kususnya. Dengan menggunakan kulit ikan nila yang kemudian dilakukan evaluasi aktivitas penyembuhan secara in vitro dan in vivo. Hasil menunjukkan bahwa kolagen yang dihasilkan ari kulit ikan nila dengan berat molekul kurang dari 5 kDa sebesar 99,14% menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam perawatan luka (Hu *et al.*, 2017). Dan yang terakhir adalah kolagen yang berasal dari kulit ikan, tulang ikan dapat dimanfaatkan sebagai sumber kolagen alternatif (Alhana *et al.*, 2015; Idiawati *et al.*, 2022; Mulyani *et al.*, 2021; Sembiring *et al.*, 2020; Ata *et al.*, 2016).

Metode ekstraksi kolagen umumnya didasarkan atas sifat kelarutan kolgaen dalam larutan garam netral, asam maupun asam yang ditambah dengan enzim.

Sebelum ekstraksi biasanya dilakukan pretreatment atau preparasi terlebih dahulu untuk menghilangkan pengotor, lemak dan protein non kolagen. Preparasi dapat dilakukan alcohol dan larutan asam atau basa encer (Nazeer *et al.*, 2014; Singh, Benjakul dan Maqsood, 2014; Silva *et al.*, 2011). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sesuai dengan hasil yang ada pada tabulasi diatas, menjelaskan bahwa kolagen bukan hanya didapat dari hewan mamalia seperti sapi dan babi namun juga bisa didapatkan dari limbah hewan seperti sisik ikan, kulit ikan, gelembung renang ikan dan limbah tulang ayam.

PENUTUP

Kolagen tidak hanya bisa didapat dari hewan mamalia seperti sapi dan babi, tetapi juga bisa didapat dari limbah tulang ayam, sisik ikan, kulit ikan, dan gelembung renang ikan, tulang ikan, bulu babi hingga teripang gamma. Bahan-bahan tersebut dapat menjadi sumber pembuatan kosmetik, serta sumber kolagen alternatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanti, A., Dewi, M., Hapsari, A. P., & Mashadi, S. (2018). Perbandingan kadar kolagen cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) dengan cangkang kerang hijau (*Mytilus viridis*) di Bandengan, Kendal, Jawa Tengah. *Jurnal Pharmascience*, 5(2).
- Asa, F. N. M., Sumarsih, S., Zaidan, A. H., Fahmi, M. Z., Hikmawati, D., & Astuti, S. D. (2016). Komposit Kolagen Fibril-Alginat Sebagai Kandidat Membran Hidrogel Skin Substitute. *Jurnal Biosains Pascasarjana*, 18(2), 112-122.
- Astiana, I., & Nurjanah, N. T. (2016). Karakteristik kolagen larut asam dari kulit ikan ekor kuning. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 19(1), 79-93.

- Ata, S. T., Yulianty, R., Sami, F. J., & Ramli, N. (2016). Isolasi kolagen dari kulit dan tulang ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*). *Journal of Pharmaceutical and Medicinal Sciences*, 1(1), 27-30.
- Ata, S. T., Yulianty, R., Sami, F. J., & Ramli, N. (2016). Isolasi kolagen dari kulit dan tulang ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*). *Journal of Pharmaceutical and Medicinal Sciences*, 1(1), 27-30.
- Budiarti, E., Budiarti, P., Aristri, M. A., & Batubara, I. (2019). Kolagen dari Limbah Tulang Ayam (*Gallus gallus domesticus*) terhadap Aktivitas Anti Aging secara In Vitro. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 15(1), 44-59.
- Chen, Y. P., Liang, C. H., Wu, H. T., Pang, H. Y., Chen, C., Wang, G. H., & Chan, L. P. (2018). Antioxidant and anti-inflammatory capacities of collagen peptides from milkfish (*Chanos chanos*) scales. *Journal of food science and technology*, 55(6), 2310-2317.
- Gadi, DS. Trilaksani, W. & Nurhayati, T. (2017). Histologi, Ekstraksi Dan Karakterisasi Kolagen Gelembung Renang Ikan Cunang Muarenesox talabon. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 9(2). 665-683.
- Hu, Z., Yang, P., Zhou, C., Li, S., & Hong, P. (2017). Marine collagen peptides from the skin of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*): Characterization and wound healing evaluation. *Marine drugs*, 15(4), 102.
- Mulyani, S., Hintono, A., Adefatma, N. R., & Pahlawan, I. F. (2021). Ekstraksi kolagen dari kulit kerbau menggunakan asam asetat. *Majalah Kulit, Karet, dan Plastik*, 37(2), 51-58.
- Nurilmala, M., Hizbullah, H. H., Karnia, E., Kusumaningtyas, E., & Ochiai, Y. (2020). Characterization and antioxidant activity of collagen, gelatin, and the derived peptides from yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) skin. *Marine drugs*, 18(2), 98.
- Prastyo, D. T., & Trilaksani, W. (2020). Aktivitas antioksidan hidrolisat kolagen kulit ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 23(3), 423-433.
- Rahman, v. R., & wathoni, n. (2020). Review Artikel: Aktivitas Antioksidan Kolagen dari Berbagai Hewan. *Farmaka*, 18(2), 154-161.
- Sekarsari, C., Swastawati, F., & Kurniasih, R. A. (2022). Pemanfaatan kolagen gelembung renang ikan manyung (*Arius thalassinus*) sebagai pengemulsi body cream. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 4(1), 31-39.
- Idiawati, N., Novita, I., Nurdiansyah, S. I., Minsas, S., & Siregar, S. (2022). Identifikasi kolagen dari cangkang bulu babi (*Diadema Setosum*) asal perairan pulau lemukutan. *Marinade*, 5(02), 136-141.
- Lasabuda R. (2013). Tinjauan Teoritis Pembangunan Wilayah Pesisir dan Lautan dalam Perspektif Negara Kepulauan Republik Indonesia. *Jurnal Ilmiah Platax Vol. I-2, Januari 2013*. Halaman 92-101.
- Setiawan, A. (2022). Keanekaragaman hayati Indonesia: Masalah dan upaya konservasinya. *Indonesian Journal of Conservation*, 11(1), 13-21
- Sembiring, T. E. S., Reo, A. R., Onibala, H., Montolalu, R. I., Taher, N., Mentang, F., & Damongilala, L. J. (2020). Ekstraksi Kolagen Tulang Ikan Tuna (*Thunnus sp*) dengan asam klorida. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 8(3), 107-110.
- Setyowati, H., & Setyani, W. (2015). Potensi nanokolagen limbah sisik ikan sebagai cosmeceutical. *Jurnal Farmasi Sains dan Komunitas (Journal of Pharmaceutical Sciences and Community)*, 12(1).
- Alhana, S. P., & Tarman, K. (2015). Ekstraksi dan karakterisasi kolagen dari daging teripang gamma

(*Stichopus variegatus*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 18(2), 150-161.

Setyowati, H., & Setyani, W. (2015). Potensi nanokolagen limbah sisik ikan sebagai cosmeceutical. *Jurnal Farmasi Sains dan Komunitas (Journal of Pharmaceutical Sciences and Community)*, 12(1).

Yogi, Y., Anwari, M. S., & Kartikawati, S. M. Etnozoologi sebagai pertanda oleh masyarakat dayak simpakng di desa mekar raya kecamatan simpang dua kabupaten ketapang. *Jurnal hutan lestari*, 7(2).

Widiyanto, W., Uju, U., & Nurilmala, M. (2022). Karakteristik kolagen dari kulit dan sisik ikan coklatan, swanggi, dan kurisi sebagai bahan gelatin. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 25(3).