

KARAKTERISASI MIKROSTRUKTUR DAN KOMPOSISI UNSUR GELATIN KEPALA IKAN KURISI (*Nemipterus Bathybius*) MENGGUNAKAN SCANNING ELECTRON MICROSCOPY-ENERGY DISPERSIVE X-RAY (SEM-EDX)

CHARACTERIZATION OF MICROSTRUCTURE AND ELEMENTAL COMPOSITION OF PINK PERCH HEAD GELATIN (*Nemipterus Bathybius*) USING SCANNING ELECTRON MICROSCOPY-ENERGY DISPERSIVE X-RAY (SEM-EDX)

Ulfatul Mardiyah^{a,*}, Siti Nur Aisyah Jamil^a, Lovi Sandra^a

^aProgram Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ibrahimy, Situbondo, Jawa Timur

*Koresponden penulis: ulfa11bee@gmail.com

Abstrak

Gelatin ikan merupakan salah satu alternatif pengganti gelatin sapi maupun babi. Kepala ikan kurisi merupakan salah satu limbah yang memiliki potensi sebagai bahan baku gelatin. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui mikrostruktur dan komposisi unsur gelatin ikan kurisi dan gelatin komersial sebagai pembandingan menggunakan *Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-Ray* (SEM-EDX). Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa gelatin ikan kurisi memiliki struktur permukaan yang lebih porus. Sedangkan mikrostruktur gelatin komersial memiliki bentuk yang lebih baik, yakni jaringan permukaan yang dimiliki gelatin komersial lebih seragam dibandingkan dengan gelatin ikan kurisi. Beberapa unsur yang terdeteksi dalam gelatin komersial maupun gelatin kepala ikan kurisi antara lain lain: karbon (C), nitrogen (N), oksigen (O), natrium (Na), sulfur (S) dan klor (Cl). Sedangkan unsur fosfor (P) dan kalsium (Ca) hanya terdeteksi pada gelatin kepala ikan kurisi. Selain itu, unsur kalium (K) hanya terdeteksi pada gelatin komersial.

Kata kunci: Gelatin, *Nemipterus bathybius*, SEM-EDX

Abstract

Fish gelatin is an alternative to bovine and porcine gelatin. Pink perch heads are one of the wastes that has potential as a raw material for gelatin. The purpose of this study was to determine the microstructure and elemental composition of Pink Perch Gelatin and commercial gelatin as a comparison using Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-Ray (SEM-EDX). The results showed that the pink perch gelatin had a more porous structure. While the microstructure of commercial gelatin has a better structure, the surface network of commercial gelatin is more uniform than that of pink perch gelatin. Several elements were detected in commercial gelatin and pink perch gelatin, including carbon (C), nitrogen (N), oxygen (O), sodium (Na), sulfur (S) and chlorine (Cl). The elements phosphorus (P) and calcium (Ca) were only detected in pink perch gelatin. In addition, elemental potassium (K) was only detected in commercial gelatin.

Keywords: Gelatin, *Nemipterus bathybius*, SEM-EDX

PENDAHULUAN

Sektor perikanan di Indonesia merupakan salah satu komoditas utama yang sangat potensial karena memiliki nilai produksi yang terus meningkat dari tahun ke tahun. Tercatat pada tahun 2017 produksi hasil perikanan nasional mencapai 23,26 juta ton [1]. Salah

satu ikan yang banyak diproduksi menjadi produk olahan setengah jadi (seperti surimi dan fillet) adalah ikan kurisi [2]. Praktek pengolahan ikan tentu akan menghasilkan sejumlah besar produk sampingan (limbah) yang dapat mencapai hingga tiga perempat dari total berat ikan. Dalam pengolahan ikan kurisi seperti surimi dapat menghasilkan limbah

Article history:

Diterima / Received 20 April 2022

Disetujui / Accepted 03 June 2022

Diterbitkan / Published 19 August 2022

©2022 at <http://jfmr.ub.ac.id>

kepala mencapai 30% [3]. Beberapa produk samping produksi perikanan tersebut biasanya diolah menjadi produk bernilai komersial rendah (misalnya, tepung ikan putih) atau dibuang begitu saja sehingga berdampak buruk terhadap lingkungan [4]. Sehingga hasil samping pengolahan ikan seperti kulit, sisik, maupun tulang ikan dapat dipertimbangkan sebagai bahan baku alternatif untuk pembuatan bahan berprotein tinggi, terutama untuk produksi gelatin *food grade* karena mengandung kolagen dalam jumlah besar [5].

Gelatin adalah polimer alami yang merupakan hasil dari proses hidrolisis kolagen [5][6]. Gelatin menunjukkan sifat biokompatibel, hidrofilik, dan *biodegradable*. Gelatin juga bersifat mudah larut dalam air yang menyebabkan kestabilan termal dan mekaniknya cukup rendah [7]. Gelatin ikan (terutama dari ikan Tropis) dilaporkan memiliki karakteristik yang mirip dengan gelatin sapi atau babi, sehingga dapat dipertimbangkan sebagai alternatif gelatin untuk digunakan dalam produk makanan. Produksi dan pemanfaatan gelatin ikan tidak hanya untuk memenuhi kebutuhan konsumsi, tetapi juga sebagai sarana untuk memanfaatkan beberapa produk sampingan dari industri perikanan [5].

Gelatin diproduksi melalui proses termal dan kimia untuk mendegradasi kolagen. Selama pemberian termal selama proses ekstraksi berlangsung, akan terjadi pemecahan struktur *tripel helix* dari kolagen sehingga menghasilkan untaian molekul gelatin [8]. Stabilitas sifat fisik serta reologi gelatin harus diperhatikan dalam penggunaan gelatin secara luas [9]. Dimana beberapa sifat tersebut memiliki keterkaitan dengan susunan peptida dalam pembentukan jaringan tiga dimensi gelatin [10]. Bentuk mikrostruktur permukaan dapat menggambarkan ikatan silang dan jaringan tiga dimensi gelatin yang terbentuk. Pengamatan mikrostruktur gelatin dapat dilakukan menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) [7] [11].

Karakterisasi dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dilakukan untuk mengamati bagaimana bentuk struktur topografi atau permukaan bahan, cacat struktur, bentuk dan ukuran butiran bahan, serta suatu komposisi unsur maupun cemaran dalam suatu bahan. Hasil yang diperoleh dari

karakterisasi ini berupa *Scanning Electron Micrograph* yang menunjukkan bentuk tiga dimensi struktur permukaan bahan yang dapat diperbesar dari 1.000 hingga 40.000 kali perbesaran. Hasil SEM yang berupa gambar topografi menyajikan bentuk permukaan bahan dengan berbagai lekukan dan tonjolan, sedangkan *Energy Dispersive X-Ray* (EDX) digunakan untuk analisis elemental kimia bahan [12] [7].

Pengamatan mikrostruktur gelatin ikan telah banyak dilakukan. Salah satunya pada gelatin kulit ikan swangi *Priacanthus tayenus* dan *Priacanthus macracanthus* [13], gelatin kulit ikan pogot (*Aluterus monoceros*) [14], gelatin kulit ikan kakap putih (*Lates calcarifer*) [6], gelatin kulit ikan patin, ikan baung (*Hemibagrus nemurus*), ikan gabus (*Channa striata*) dan ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) [15]. Namun, informasi mengenai pengamatan mikrostruktur dan kandungan unsur gelatin yang berasal dari kepala ikan kurisi sangat terbatas, sehingga penelitian mengenai karakterisasi gelatin kepala ikan kurisi menggunakan SEM-EDX sangat penting dilakukan untuk mengetahui bentuk mikrostruktur sebagai gambaran ikatan silang dan jaringan tiga dimensi yang terbentuk pada gelatin kepala ikan kurisi, dan untuk mengetahui kandungan unsur pada gelatin kepala ikan kurisi yang selanjutnya dibandingkan dengan gelatin komersial

METODE

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah kepala ikan kurisi (*Nemipterus bathybius*) dan gelatin komersial yang diperoleh dari Merck.

Alat-alat yang digunakan antara lain *beaker glass*, spatula, gelas arloji, neraca analitik, dan instrumen SEM merk FEI type Inspect S50.

Persiapan Sampel

Dilakukan *degreasing* pada kepala ikan kurisi menggunakan air panas dengan suhu 80 °C selama 20 menit. Selanjutnya dipisahkan sisa daging yang terdapat pada bagian kepala untuk selanjutnya dilakukan proses ekstraksi.

Ekstraksi Gelatin

Kepala ikan kurisi sebanyak 100 gr direndam dengan HCl 2,98% (hasil optimasi pada penelitian sebelumnya) dengan perbandingan 1:3 b/v selama 48 jam. Kepala ikan yang sudah direndam kemudian disaring hingga diperoleh residu dalam bentuk ossein kepala ikan kurisi. Selanjutnya ossein hasil perendaman dengan HCl ditambahkan akuades 300 ml untuk proses ekstraksi gelatin. Tahap ekstraksi ini dilakukan di atas *waterbath* dengan suhu 74 °C selama 5,42 jam (Hasil optimasi suhu dan waktu pada penelitian sebelumnya). Selanjutnya dilakukan penyaringan hingga diperoleh filtrat yang mengandung gelatin. Filtrat yang dihasilkan kemudian dikeringkan menggunakan kabinet drayer selama 48 jam hingga diperoleh lembaran gelatin yang selanjutnya akan diamati bentuk mikrostruktur permukaan gelatin dan kandungan unsurnya menggunakan SEM-EDX.

Analisis Mikrostruktur dan Kandungan Unsur Gelatin dengan *Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-ray* (SEM-EDX)

Serbuk gelatin ditimbang sebanyak 0,1 gr, kemudian ditempatkan pada specimen holder yang dilapisi *double sticky tape*. Sampel dibersihkan menggunakan hand blower yang bertujuan menghilangkan debu maupun pengotor yang terdapat pada sampel. Sampel yang nonkonduktif (seperti sampel organik dan polimer) dilapisi dengan emas murni atau karbon selama 1 jam di mesin *coating evaporator* sebelum diamati di mikroskop. *Coating* tersebut bertujuan agar sampel mampu menjadi penghantar listrik. Selanjutnya sampel dimasukkan ke dalam *specimen chamber* pada mesin SEM-EDX untuk dilakukan pemotretan pada pembesaran 1000 kali sampai 10.000 kali dengan jarak kerja 6-10 mm pada 5,0-10,0 kV. Sumber elektron dipancarkan menuju sampel untuk memindai permukaan sampel, kemudian emas sebagai konduktor akan memantulkan elektron ke detektor pada mikroskop SEM-EDX. Hasil pemindaian akan diteruskan ke lensa detektor.

Prinsip kerja dari *Scanning Electron Microscopy* (SEM) yaitu dengan memanfaatkan berkas elektron untuk dapat berinteraksi dengan sampel dan memindai

keseluruhan permukaan sampel. Akibatnya, sampel akan mengeluarkan elektron baru yang dapat dideteksi oleh detektor. Hasil yang ditangkap oleh detektor kemudian dikirim ke monitor sehingga monitor menerjemahkan informasi berupa topografi permukaan sampel [16].

Analisis Data

Pengamatan komposisi unsur gelatin ikan kurisi dilakukan dengan tiga kali pengulangan. Hasil pengamatan yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan gelatin komersial menggunakan uji *t* (*t test*) dengan taraf kepercayaan $\alpha = 0,05$ menggunakan MINITAB.

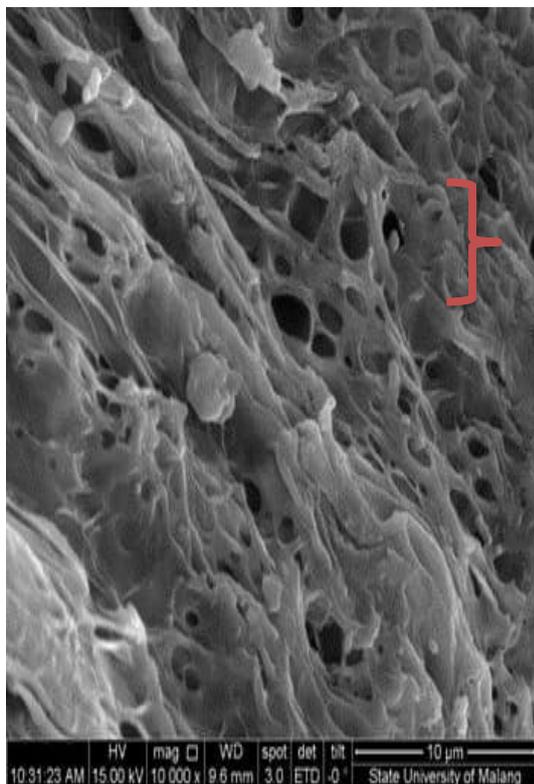
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan mikrostruktur permukaan gelatin dilakukan menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Hasil pengamatan struktur permukaan gelatin kepala ikan kurisi dapat dilihat pada Gambar 2.

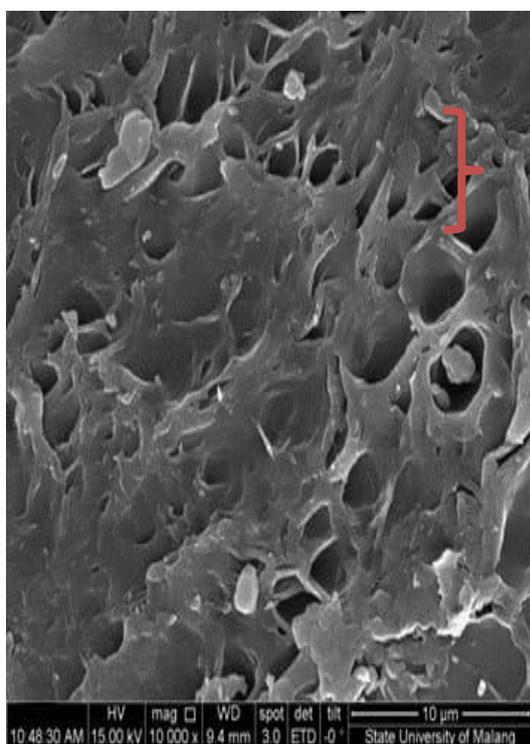
Hasil topografi gelatin pada pembesaran 10.000 menunjukkan bahwa permukaan gelatin komersial memiliki jaringan permukaan yang lebih seragam dibandingkan dengan gelatin ikan kurisi, selain itu permukaan gelatin komersial terlihat lebih kompak dan padat, sedangkan permukaan gelatin ikan kurisi terlihat lebih porus.

Bentuk mikrostruktur jaringan gelatin berhubungan dengan karakteristik fisikokimia seperti sifat gel gelatin maupun distribusi berat molekul gelatin. Gelatin dengan struktur jaringan yang lebih padat umumnya memiliki berat molekul tinggi, di mana *junction zone* pada gelatin tersebut akan membentuk ikatan yang lebih kuat dibandingkan dengan gelatin yang memiliki berat molekul rendah, hal ini akan menyebabkan agregasi dengan jaringan yang kuat dan mampu bertahan terhadap gaya yang diberikan [17]. Struktur permukaan yang halus dengan rongga yang lebih kecil dan seragam seperti yang terlihat pada struktur permukaan gelatin komersial (Gambar 1) cenderung lebih mampu bertahan terhadap gaya yang diberikan dan umumnya memiliki kekuatan gel yang lebih tinggi dibandingkan gelatin dengan bentuk permukaan yang berongga lebih besar dan tidak seragam seperti

yang terlihat pada struktur permukaan gelatin ikan kurisi (Gambar 2) [6].



Gambar 1 Mikrostruktur Gelatin Komersial



Gambar 2. Mikrostruktur Gelatin Ikan Kurisi

Komposisi Unsur Gelatin

Hasil analisis komposisi unsur gelatin menunjukkan adanya sejumlah unsur yang terkandung dalam gelatin komersial maupun pada gelatin kepala ikan kurisi persatuan berat (*Weight; Wt*) dan persatuan atom (*Atomic; At*) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Beberapa unsur yang terdeteksi dalam gelatin komersial maupun gelatin kepala ikan kurisi antara lain: karbon (C), nitrogen (N), oksigen (O), natrium (Na), sulfur (S) dan klor (Cl). Sedangkan unsur fosfor (P) dan kalsium (Ca) hanya terdeteksi pada gelatin ikan kurisi. Selain itu, unsur kalium (K) hanya terdeteksi pada gelatin komersial.

Jumlah unsur C, N dan O yang merupakan penyusun utama protein memiliki persentase paling tinggi dibandingkan dengan unsur yang lain. Namun persentase C, N pada gelatin komersial lebih besar dibandingkan dengan persentase unsur C dan N pada gelatin ikan kurisi, hal ini dapat menggambarkan kadar protein pada gelatin komersial lebih tinggi dibandingkan gelatin ikan kurisi. Berdasarkan uji *t test*, perbedaan keduanya signifikan ($P < 0,05$) pada skala At, namun tidak signifikan ($P > 0,05$) pada skala Wt.

Berdasarkan uji *t test* berat unsur (Wt) Na (natrium), S (sulfur) dan Cl (klor) memiliki perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$) antara gelatin komersial dan gelatin ikan kurisi. Sedangkan untuk persen atom (At) menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$) untuk semua unsur kecuali unsur Na (natrium) dan S (sulfur).

Kandungan unsur Cl (klor) pada gelatin ikan kurisi lebih tinggi secara signifikan jika dibandingkan dengan gelatin komersial baik berdasarkan skala At maupun Wt. Hal ini diduga karena residu hasil perendaman dengan HCl dalam proses ekstraksi masih tersisa di dalam gelatin ikan kurisi.

Jenis mineral yang terkandung dalam gelatin dapat berpengaruh terhadap pembentukan gel gelatin. Penelitian menyebutkan bahwa penambahan kalsium klorida (CaCl_2) mampu menurunkan kekuatan gel gelatin [18]. Selain itu, kekuatan gel gelatin akan semakin menurun seiring meningkatnya konsentrasi natrium klorida (NaCl) [19]. Hal itu disebabkan karena natrium klorida dapat menghambat pembentukan ikatan hidrogen maupun interaksi hidrofobik lainnya, sehingga

hal ini dapat berpengaruh terhadap stabilitas *junction zone* pada gelatin.

Tabel 1. Komposisi Unsur Gelatin

NO	Unsur	Weight (Wt %)		Atomic (At %)	
		Gelatin Komersial	Gelatin Ikan Kurisi	Gelatin Komersial	Gelatin Ikan Kurisi
1	C (Karbon)	51,87 ^a	30,72 ^a	58,53 ^a	41,64 ^b
2	N (Nitrogen)	17,84 ^a	8,09 ^a	17,29 ^a	9,37 ^b
3	O (Oksigen)	26,79 ^a	36,11 ^a	22,71 ^a	36,92 ^b
4	Na (Natrium)	1,02 ^a	0,68 ^b	0,61 ^a	0,48 ^a
5	P (Fosfor)	-	10,20	-	5,41
6	S (Sulfur)	1,05 ^a	1,29 ^b	0,45 ^a	0,66 ^a
7	Cl (Klor)	1,60 ^a	4,28 ^b	0,61 ^a	1,97 ^b
8	K (Kalium)	3,49	-	1,20	-
9	Ca (Kalsium)	-	8,63	-	3,55

Catatan : Notasi yang berbeda untuk baris yang sama menunjukkan perbedaan pada $\alpha = 0,05$

Kandungan mineral yang cukup tinggi dapat mempengaruhi karakteristik fisik dan reologi gelatin, terutama jika mineral-mineral tersebut dapat berasosiasi dengan gugus fungsional protein pada gelatin seperti OH, COOH dan NH₂. Ikatan antar gugus fungsional protein dengan mineral dapat menjadi penghambat interaksi antar molekul gelatin, akibatnya agregasi yang terbentuk menghasilkan jaringan yang lebih lemah [20].

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian mikrostruktur permukaan gelatin menggunakan *Scanning Electron Microscopy – Energy Dispersive X-ray* dapat disimpulkan bahwa bentuk permukaan gelatin ikan kurisi dan gelatin komersial memiliki kemiripan yang khas, yaitu dengan adanya rongga-rongga yang menggambarkan *junction zone* antar molekul gelatin. Selain itu, adanya unsur karbon (C), nitrogen (N) dan oksigen (O) pada gelatin ikan kurisi dan gelatin komersial dalam jumlah yang tinggi dapat menunjukkan bahwa kandungan utama keduanya adalah protein, meski terdapat beberapa mineral pengotor dalam gelatin kepala ikan kurisi yang diduga berasal dari residu proses ekstraksi. Oleh karena itu, gelatin yang berasal dari kepala ikan kurisi dapat dijadikan sebagai alternatif gelatin untuk digunakan dalam produk makanan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Ibrahimy dan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya yang telah mendukung penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Kelautan dan Perikanan, *Produktivitas Perikanan Indonesia*. Jakarta: Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia, 2018.
- [2] U. Mardiyah Program Studi Pengolahan Hasil Perikanan and A. Perikanan Ibrahimy, “Ekstraksi Gelatin Kepala Ikan Kurisi (*Nemipterus bathybius*) dengan Perlakuan Asam,” *Samakia J. Ilmu Perikan.*, vol. 8, no. 2, pp. 23–27, 2017.
- [3] M. D. Pratomo *et al.*, “Karakteristik Pepton dari Limbah Ikan Kurisi (*Nemipterus* sp.) sebagai Media Pertumbuhan Bakteri yang Terjamin Halal,” *J. Aquac. Fish Heal.*, vol. 9, no. 2, p. 104, 2020, doi: 10.20473/jafh.v9i2.16126.
- [4] N. F. Mohtar, C. Perera, and S. Y. Quek, “Optimisation of gelatine extraction from hoki (*Macrurus novaezelandiae*) skins and measurement of gel strength and SDS–

- PAGE,” *Food Chem.*, vol. 122, no. 1, pp. 307–313, Sep. 2010, doi: 10.1016/J.FOODCHEM.2010.02.027.
- [5] A. A. Karim and R. Bhat, “Fish gelatin: properties, challenges, and prospects as an alternative to mammalian gelatins,” *Food Hydrocoll.*, vol. 23, no. 3, pp. 563–576, 2009, doi: 10.1016/j.foodhyd.2008.07.002.
- [6] S. Sinthusamran, S. Benjakul, and H. Kishimura, “Characteristics and gel properties of gelatin from skin of seabass (*Lates calcarifer*) as influenced by extraction conditions,” *Food Chem.*, vol. 152, pp. 276–284, 2014, doi: 10.1016/j.foodchem.2013.11.109.
- [7] G. Thakur, A. Mitra, A. Basak, and D. Sheet, “Characterization and scanning electron microscopic investigation of crosslinked freeze dried gelatin matrices for study of drug diffusivity and release kinetics,” *Micron*, vol. 43, no. 2–3, pp. 311–320, 2012, doi: 10.1016/j.micron.2011.09.007.
- [8] U. Mardiyah, S. B. Widjanarko, and K. Fibrianto, “Optimization of Time and Temperature Gelatin Extraction from Pink Perch (*Nemipterus bathybius*) Head using Response Surface Methodology (RSM),” *J. Exp. Life Sci.*, vol. 9, no. 2, pp. 97–104, Jun. 2019, doi: 10.21776/ub.jels.2019.009.02.06.
- [9] A. Abedinia *et al.*, “Poultry gelatin: Characteristics, developments, challenges, and future outlooks as a sustainable alternative for mammalian gelatin,” *Trends Food Sci. Technol.*, vol. 104, no. August, pp. 14–26, 2020, doi: 10.1016/j.tifs.2020.08.001.
- [10] H. Yang and Y. Wang, “Food Hydrocolloids Effects of concentration on nanostructural images and physical properties of gelatin from channel catfish skins,” *Food Hydrocoll.*, vol. 23, no. 3, pp. 577–584, 2009, doi: 10.1016/j.foodhyd.2008.04.016.
- [11] K. D. Vernon-Parry, “Scanning electron microscopy: an introduction,” *III-Vs Rev.*, vol. 13, no. 4, pp. 40–44, Jul. 2000, doi: 10.1016/S0961-1290(00)80006-X.
- [12] R. E. dan R. J. B. Smallman, *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material*. Jakarta: Erlangga, 2000.
- [13] S. Benjakul, K. Oungbho, W. Visessanguan, Y. Thiansilakul, and S. Roytrakul, “Characteristics of gelatin from the skins of bigeye snapper, *Priacanthus tayenus* and *Priacanthus macracanthus*,” *Food Chem.*, vol. 116, no. 2, pp. 445–451, 2009, doi: 10.1016/j.foodchem.2009.02.063.
- [14] P. Kaewruang, S. Benjakul, T. Prodpran, and S. Nalinanon, “Physicochemical and functional properties of gelatin from the skin of unicorn leatherjacket (*Aluterus monoceros*) as affected by extraction conditions,” *Food Biosci.*, vol. 2, pp. 1–9, 2013, doi: 10.1016/j.fbio.2013.03.002.
- [15] I. Ratnasari, S. S. Yuwono, H. Nusyam, and S. B. Widjanarko, “Extraction and characterization of gelatin from different fresh water fishes as alternative sources of gelatin,” *Int. Food Res. J.*, vol. 20, no. 6, pp. 3085–3091, 2013.
- [16] A. Weillie Zhou, Robert P. Apkarian, Zhong Lin Wang and D. Joy, “Fundamentals of Scanning Electron Microscopy,” New York: Springer, 2006.
- [17] H. Yang, Y. Wang, P. Zhou, and J. M. Regenstien, “Effects of alkaline and acid pretreatment on the physical properties and nanostructures of the gelatin from channel catfish skins,” *Food Hydrocoll.*, vol. 22, pp. 1541–1550, 2008, doi: 10.1016/j.foodhyd.2007.10.007.
- [18] N. M. Sarbon, C. S. Cheow, Z. W.

- Kyaw, and N. K. Howell, "Effects of different types and concentration of salts on the rheological and thermal properties of sin croaker and shortfin scad skin gelatin," *Int. Food Res. J.*, vol. 21, no. 1, pp. 317–324, 2014.
- [19] S. S. Choi and J. M. Regenstien, "Physicochemical and Sensory Characteristics of Fish Gelatin," *J. Food Sci.*, vol. 65, no. 2, pp. 194–199, 2000, doi: 10.1111/j.1365-2621.2000.tb15978.x.
- [20] B. P. Wulandari, Agus Supriadi, "Pengaruh Defatting dan Suhu Ekstraksi terhadap Karakter Fisik Gelatin Tulang Ikan Gabus (*Channa striata*)," *Fishtech*, vol. II, pp. 38–45, 2013, [Online]. Available: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/7130/1/LUZARDO-BUIATRIA-2017.pdf>.