

UJI SINTESIS GELATIN DARI TULANG SAPI BERDASARKAN KONSENTRASI CH₃COOH DAN WAKTU PERENDAMAN

Jesica Dyah Permata Sari, Siti Fatimah

Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Abstrak

Gelatin memiliki banyak kegunaan di industri, terutama pada industri pangan. Tulang sapi merupakan sumber kolagen bahan baku pembuatan gelatin. Perlunya pengolahan limbah tulang sapi agar bernilai ekonomis dan memberikan manfaat bagi manusia serta tidak merusak lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses sintesis gelatin dengan pengaruh variasi konsentrasi pelarut CH₃COOH dan waktu ekstraksi. Sintesis gelatin dari tulang sapi dilakukan dengan variasi konsentrasi CH₃COOH 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% dengan waktu ekstraksi 4 dan 8 jam serta waktu perendaman 4 dan 8 hari. Parameter analisis uji kualitas gelatin meliputi uji kuat tarik, kekuatan gel, pH, rendemen dan uji antimikroba. Hasil uji kekuatan gel terbesar pada CH₃COOH konsentrasi 5% dengan waktu perendaman selama 4 hari sebesar 33,2 bloom load, kuat tarik terbesar pada CH₃COOH konsentrasi 5% dengan waktu perendaman 8 hari sebesar 16,84 MPa, nilai pH terbesar pada CH₃COOH konsentrasi 5% dengan waktu perendaman 4 hari sebesar 5,34, nilai rendemen terbesar 5% dengan waktu perendaman 4 hari 2,263 dan uji anto mikroba < 3 APM/gr.

Kata kunci : Gelatin, Asam Asetat, Tulang Sapi, Ekstraksi

Abstract

Gelatin has many uses in industry, especially in the food industry. Beef bones are a source of collagen, the raw material for making gelatin. It is necessary to process cow bone waste so that it has economic value and provides benefits to humans and does not damage the environment. This research aims to determine the gelatin synthesis process with the influence of variations in CH₃COOH solvent concentration and extraction time. Synthesis of gelatin from beef bones was carried out with varying CH₃COOH concentrations of 5%, 10%, 15%, 20% and 25% with extraction times of 4 and 8 hours and soaking times of 4 and 8 days. Gelatin quality test analysis parameters include tensile strength test, gel strength, pH, yield and antimicrobial test. The results of the greatest gel strength test on CH₃COOH with a concentration of 5% with a soaking time of 4 days were 33.2 bloom load, the greatest tensile strength on CH₃COOH with a concentration of 5% with a soaking time of 8 days was 16.84 MPa, the largest pH value with CH₃COOH with a concentration of 5% with a soaking time of 4 days was 5.34, the highest yield value was 5% with a soaking time of 4 days 2.263 and an anto-microbial test < 3 APM/gr.

Keyword : Gelatin, Acetic Acid, Beef Bone, Extraction

1. PENDAHULUAN

Hewan ternak yang digunakan untuk menghasilkan daging dan susu adalah sapi. Hasil pemotongan daging sapi menghasilkan produk utama yaitu daging. Tulang merupakan bagian yang belum dimanfaatkan secara optimal dan ekonomis. Dari pemotongan sapi seberat 500-700 kg akan menghasilkan tulang yang beratnya hingga 50 kg. Jika tidak diolah secara maksimal akan mengganggu lingkungan. Oleh karena itu, dicari alternatif agar tulang dapat digunakan secara maksimal yaitu dijadikan gelatin. Tulang sapi mengandung 58,30% Ca₃(PO₄)₂; 7,07% CaCO₃; 2,09% Mg₃(PO₄)₂; 1,96% CaF₂ dan 4,62% kolagen (Yusnita,

Anita and Itnawita, 2012).

Gelatin merupakan protein sederhana yang diproduksi oleh hidrolisis kolagen (terutama komponen tulang dan kulit dalam jaringan penghubung hewan) diperoleh dengan hidrolisis asam. Gelatin dibuat melalui proses berdasarkan bahan dasar yang digunakan dengan proses hidrolisis asam dan basa (Perwitasari, 2008).

Perbedaan kedua proses ini terletak pada proses perendamannya. Berdasarkan kekuatan ikatan kovalen silang protein dan jenis bahan yang diekstrak, maka penerapan jenis asam maupun basa organik dan metoda ekstraksi lainnya seperti lama hidrolisis, pH dan suhu akan berbeda-beda. Asam mampu mengubah serat kolagen triple heliks menjadi rantai tunggal, sedangkan larutan perendam basa hanya mampu menghasilkan rantai ganda (Tazwir, Ayudiarti and Peranginangin, 2014).

Dalam industri makanan, gelatin ditemukan di berbagai macam manisan, makanan penutup, dan produk daging. Gelatin lebih lanjut, atau kolagen terhidrolisis, telah diketahui disuntikkan ke dalam daging seperti dada ayam sebagai agen pengikat air atau pemompa (Grundy *et al.*, 2016).

Asam mampu mengubah serat kolagen triple heliks menjadi rantai tunggal, sedangkan larutan perendam basa hanya mampu menghasilkan rantai ganda. Hal ini menyebabkan pada waktu yang sama jumlah kolagen yang dihidrolisis oleh larutan asam lebih banyak dari pada larutan basa (Tazwir, Ayudiarti and Peranginangin, 2014).

Sifat fisik akan sangat mempengaruhi kualitas gelatin, terutama kekuatan gel, viskositas dan titik leleh. Karakteristik tersebut dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti konsentrasi larutan gelatin, waktu pemanasan gel, suhu pemanasan gel, pH dan kandungan garam. Selain itu, ada faktor lain dalam proses mengekstraksi gelatin itu sendiri, misalnya keasaman larutan perendaman dan dipercaya bahwa suhu ekstraksi juga mempengaruhi sifat gelatin (Tazwir, Ayudiarti and Peranginangin, 2014). Penelitian ini mempelajari pembuatan gelatin dari bahan baku tulang sapi mentah. Pengaruh konsentrasi pelarut asam asetat dan waktu ekstraksi terhadap karakteristik gelatin diteliti lebih dalam. Karakteristik gelatin dinyatakan dengan uji kekuatan gel, uji kuat tarik, pH, rendemen dan uji antimikroba.

2. METODE

Metode penelitian sintesis gelatin tulang sapi yaitu proses ekstraksi dengan menggunakan tulang sapi mentah sebagai bahan baku utama dan asam klorida (HCl) sebagai larutan perendamannya. Variasi konsentrasi HCl (4%, 5%, 6%, dan 7%), serta variasi waktu

ekstraksi (4 jam dan 6 jam).

2.1 Alat dan Bahan

Peralatan penelitian mencakup Aluminium foil, *beaker glass*, blender, *Brookfield CT-3 Analyzer*, corong bugner, erlenmeyer, gelas ukur, *hot plate*, indikator pH universal, karet hisap, kertas saring whatman, labu ukur, loyang/pencetak, magnetic stirrer, oven, palu, panic, pengaduk, ph meter, pipet ukur, pisau, saringan, thermometer, timbangan analitik, *universal testing machine*, wadah plastic, *waterbath*. Bahan yang digunakan dalam penelitian terdiri dari aquades, CH₃COOH, tulang sapi, dan gliserol 20%.

2.2 Cara Kerja

Berikut merupakan cara kerja yang dilakukan dalam penelitian ini

2.2.1. Tahap *Degreasing*

Tulang sapi dibersihkan dari sisa-sisa daging dan lemak yang masih menempel (*degreasing*) dengan merendamnya dalam air pada suhu 80°C selama ±30 menit. Selanjutnya membersihkan tulang dengan sikat, dilakukan pencucian menggunakan air mengalir, lalu dikeringkan dan dipotong kecil-kecil.

2.2.2. Tahap Demineralisasi

Tulang sapi yang telah bersih dilakukan penimbangan sebanyak 250 g, kemudian dilakukan perendaman dalam pelarut CH₃COOH (demineralisasi). Konsentrasi CH₃COOH yang digunakan pada penelitian ini yaitu 5%, 10%, 15%, 20% dan 20%. Perendaman tulang ikan belida dalam pelarut CH₃COOH dilakukan selama 4 hari dan 8 hari dengan perbandingan massa tulang sapi dengan pelarut asam adalah 1:4 sampai terbentuk ossein, ossein adalah tulang yang lunak. *Ossein* kemudian dilakukan pencucian dengan air kran, terakhir bilas dengan akuades hingga pH nya netral.

2.2.3. Tahap Ekstraksi

Ossein yang telah netral tersebut, kemudian dilakukan ekstraksi dalam *waterbath* pada suhu 80°C selama 4 dan 6. Ekstrak yang dihasilkan, kemudia dilakukan penyaringan menggunakan kertas saring. Filtrat yang diperoleh, dimasukkan kedalam nampan yang berukuran 20 cm × 30 cm. Selanjutnya dilakukan pengeringan dalam oven pada suhu 60°C selama ±48 jam. Hasil lembaran gelatin yang diperoleh, dilakukan pemotongan kecil-kecil, kemudian dilakukan penghalusan dengan blender hingga dihasilkan tepung gelatin.

2.2.4. Tahap Analisa

Setelah proses ekstraksi selesai produk gelatin ini di analisa uji kuat tarik, kekuatan gel, pH, randemen dan uji antimikroba.

2.3 Prosedur Analisis

2.3.1 Uji kuat Tarik

1) Pembuatan Edible Film Gelatin

Pada uji kuat tarik, gelatin dibuat dalam bentuk edible film. Pembuatan edible film mengacu pada (Wijayani, Darmanto and Susanto, 2021) dengan modifikasi, bubuk gelatin diambil sebanyak 2,6 gram (2,6% b/v) selagi memanaskan aquades sebanyak 100 ml yang dipanaskan pada suhu 80°C kemudian dicampurkan dan diaduk selagi dipanaskan. Gliserol ditambahkan dengan perbandingan gelatin dan gliserol 10:1 yaitu sebanyak 0,26 gram. Proses pengadukan dan pemanasan selama 30 menit. Kemudian larutan yang terbentuk dituangkan pada cetakan.

2) Pengukuran Ketebalan Edible Film Gelatin

Ketebalan *edible film* diukur menggunakan micrometer sekrup (ketelitian 0,01 mm). Pengukuran dilakukan pada lima titik berbeda. Hasil pengukuran kemudian dimasukkan dalam persamaan di bawah ini untuk mendapatkan nilai ketebalan *edible film*.

$$\text{Ketebalan Edible Film} = \frac{A1+A2+A3+A4+A5}{5} \quad (1)$$

3) Pengujian Kuat Tarik Edible Film Gelatin

Sampel lembaran gelatin dijepit dengan aksesoris penarik pada alat *Universal Testing Machine* instrumen lalu diaktifkan displacement untuk merenggangkan sampel dan dihentikan ketika sampel terputus. Nilai kuat tarik/tensile strength dapat ditentukan dengan rumus berikut.

$$\text{Tensile Strength} \left(\frac{N}{mm^2} \right) = \frac{\text{Gaya (N)}}{\text{Satuan luas (mm}^2\text{)}} \quad (2)$$

4) Uji Kekuatan Gel

Sample gelatin diambil sebanyak 7,5 gram dan dimasukkan ke dalam beaker glass kemudian dilarutkan dengan 105 ml aquadest dan diaduk hingga homogen. Beaker glass ditutup dengan aluminium foil dan dibiarkan pada suhu ruangan selama 1-4 jam. Kemudian beaker glass tersebut dipanaskan pada suhu 60°C selama 15 menit agar sampel larut hingga homogen. Beaker glass dibiarkan dingin selama 15 menit pada suhu ruangan kemudian didinginkan di dalam refrigerated waterbath selama 17 jam. Kalibrasi alat gelometer (settingan pabrik :jarak 4 mm, kecepatan 0.5 mm/dtk). Pindahkan gelas sample dan lap sisa air pada bagian luar gelas lalu letakkan gelas ditengah gelometer untuk memulai pengukuran. Hasil pengukuran dinyatakan dalam gram bloom (Gelatin Manufacturers of Europe (GME), 2020).

2.3.2 Uji pH

Penentuan nilai pH dapat dilakukan dengan melarutkan 6,67% gelatin pada suhu 55-60°C atau sample gelatin sebanyak 7.5 gram dimasukkan ke dalam beaker glass dan dilarutkan dengan 105 ml air deionisasi (aquadest) lalu aduk rata. Beaker glass ditutup dengan karet penutup atau kaca arloji dan biarkan pada suhu ruangan selama 1-4 jam. Beaker glass yang sudah berisi sample lalu dipanaskan pada suhu 65°C selama 20 menit guna untuk melarutkan sample hingga homogen. Tentukan pH larutan gelatin sesuai petunjuk pH meter. Aduk larutan dengan baik agar mengenai batang elektroda dan bilas dengan air aquades hangat sesudah pengujian. (Gelatine Manufacturers of Europe (GME), 2020).

2.3.3 Uji Rendemen

Rendemen yang dihasilkan dipengaruhi oleh proses penirisan air yang mengakibatkan kandungan air pada tulang semakin tinggi. Untuk mengetahui rendemen gelatin dari tulang sapi, maka dapat dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{berat gelatin}}{\text{berat bahan baku tulang kering}} \times 100 \% \quad (3)$$

2.3.4 Uji Antimikroba

Pengujian cemaran mikroba dilakukan dengan parameter bakteri *Escherichia coli* pada sampel gelatin di Laboratorium Pengujian Balai Pengujian dan Sertifikasi Mutu Barang Surakarta dengan metode APM (Angka Paling Mungkin) merujuk pada SNI 19-2897-1992.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kekuatan Gel

Kekuatan gel merupakan salah satu sifat penting dalam gelatin adalah mampu mengubah cairan menjadi padatan. Kemampuan inilah yang menyebabkan gelatin sangat banyak manfaatnya dalam bidang pangan maupun non pangan. Hasil nilai kekuatan gel gelatin dari tulang sapi dengan perbedaan konsentrasi dan lama perendaman dalam larutan asam asetat ditampilkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil kekuatan gel (g/Bloom) gelatin tulang sapi.

Konsentrasi asam asetat (%)	Kekuatan Gel (bloom load)		Keterangan			
			GMIA (2012)	SNI (1995)	Gelatin Teknis	Gelatin PA
	4	8				
5	33,2	27,6	50-300	75-300	62±0,03	283±0,05
10	27,4	21,7				
15	21,9	19,2				
20	19,7	17,4				
25	19,1	15,9				

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa konsentrasi asam asetat dan lama perendaman memberikan pengaruh yang berbeda. Konsentrasi asam asetat memberikan pengaruh yang sangat nyata, sedangkan lama perendaman tidak terlalu berpengaruh terhadap kekuatan gel gelatin tulang sapi.

Hasil uji untuk konsentrasi asam asetat menunjukkan bahwa gelatin tulang sapi yang diproduksi dengan menggunakan larutan asam asetat 5% lebih tinggi dibanding konsentrasi asam asetat 10%, 15%, 20%, dan 25%. Hal ini menunjukkan bahwa kekuatan gel cenderung menurun dengan meningkatnya konsentrasi asam asetat yang sesuai dengan pernyataan Arnesen and Gildberg (2002) yang menyatakan bahwa kandungan hidrosiprolin yang rendah menyebabkan rendahnya kekuatan gel gelatin. Kekuatan gel berhubungan dengan kemampuan mengubah cairan menjadi padatan.

3.2 Kuat Tarik

Nilai kuat tarik gelatin dari tulang sapi dengan perbedaan konsentrasi dan lama perendaman dalam larutan asam asetat ditampilkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji kuat tarik gelatin tulang sapi

Konsentrasi asam asetat (%)	<i>Tensile Strength</i> (MPa)	
	4 hari	8 hari
5	16,84	13,89
10	14,91	13,52
15	13,18	11,21
20	11,22	10,32
25	11,17	9,89

Dari penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil pengaruh konsentrasi CH_3COOH terhadap kuat tarik edible film gelatin tulang sapi. Seiring kenaikan konsentrasi, maka kuat tarik pada edible film gelatin tulang sapi semakin rendah, begitu juga dengan sebaliknya. Hal ini disebabkan semakin tinggi kadar protein dan nilai kekuatan gel gelatin yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan edible film, maka semakin tinggi nilai kuat tarik edible film. Nilai kuat tarik dalam penelitian ini berbanding lurus dengan hasil kekuatan gel gelatin. Kekuatan gel yang tinggi memiliki gaya intermolekuler yang kuat antar rantai polimer, banyaknya protein yang terkandung menunjukkan rantai polimer protein yang terdapat larutan gelatin saling berikatan (Wijayani et al., 2021). Kuat tarik edible film dan kekuatan gel gelatin semakin menurun seiring kenaikan konsentrasi asam hal ini diduga tingginya konsentrasi asam maka struktur rantai asam amino semakin terbuka yang menyebabkan pemotongan rantai asam amino. Rantai polipeptida B yang semakin pendek karena hidrolisis lanjut oleh sisa ion H^+ menjadi dasar asumsi bahwa berat molekulnya menjadi semakin menurun (Tazwir et

al., 2014).

3.3 Nilai pH

Nilai pH merupakan salah satu sifat kimia gelatin yang penting. Rataan nilai pH gelatin tulang sapi ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil nilai pH gelatin tulang sapi.

Konsentrasi asam asetat (%)	Lama Perendaman (hari)		Rataan	Standar	
	4	8		SNI	GME
5	5,34	5,24	5,29	4,5-6,5	3,8-7,6
10	5,27	5,08	5,17		
15	4,91	4,88	4,89		
20	4,77	4,62	4,69		
25	4,71	4,57	4,64		
Rataan	5	4,87			

Hasil uji nilai pH konsentrasi asam asetat menunjukkan bahwa nilai pH gelatin yang menggunakan konsentrasi 25% dengan konsentrasi lainnya lebih rendah dari konsentrasi asam asetat lainnya. Artinya semakin meningkat konsentrasi asam asetat, nilai pH semakin rendah. Rendahnya pH disebabkan karena masih terdapat larutan asam asetat yang terperangkap tidak hilang pada waktu pencucian tulang. Untuk faktor lama perendaman menunjukkan bahwa nilai pH gelatin yang menggunakan lama perendaman 4 hari dan 8 hari memiliki nilai pH yang tidak jauh berbeda dengan nilai pH gelatin komersil yakni 5,77 dan masih termasuk dalam standar gelatin industri.

3.4 Rendemen

Rendemen gelatin merupakan jumlah gelatin kering hasil produksi dari sejumlah bahan baku tulang yang diperoleh melalui proses ekstraksi (Gómez-Guillén et al. 2010). Rendemen gelatin tulang sapi yang diperoleh dari penelitian ini berkisaran 1,58-2,26 %.

Tabel 4. Hasil uji rendemen gelatin tulang sapi.

Konsentrasi asam asetat (%)	Rendemen (%)	
	4	8
5	2,263	1,817
10	2,065	2,097
15	1,891	1,752
20	1,697	1,733
25	1,672	1,583

Hasil analisis rendemen menunjukkan bahwa terdapat pengaruh antara konsentrasi asam asetat dan lama perendaman. Rendemen tertinggi diperoleh pada perlakuan konsentrasi asam asetat 5% dengan lama perendaman 4 hari yaitu sebesar 2,263% dan rendemen terendah

diperoleh pada perlakuan konsentrasi asam asetat 25% dengan lamaperendaman 8 hari sebesar 1,583%.. Hal ini disebabkan semakin tinggi konsentrasi asam asetat yang digunakan menyebabkan larutan asam asetat masuk kedalam struktur tulangsapi menjadi menggebung dan menyebabkan tulang sapi semakin hancur sehingga gelatin akan terlarut dalam larutan perendaman dan ikut terbuang saat pencucian denganair mengalir. Semakin lama perendaman menyebabkan menurunnya nilai rendemen. Menurunnya nilai rendemen disebabkan oleh banyaknya jaringan fibril kolagen yang rusak dengan meningkatnya waktu perendaman, sehingga jumlah komponen kolagen yang terlarut dalam asam akan lebih tinggi (Azara, 2017).

3.5 Uji Antimikroba

Gelatin telah banyak digunakan sebagai aditif dalam industri pangan, obat-obatan (farmasi) dan kosmetik. Perlakuan dan penyimpanan gelatin yang tidak tepat dapat membuat gelatin rentan terkontaminasi mikroorganisme. Pada penelitian ini gelatin yang diuji yaitu gelatin dengan konsentrasi pelarut CH₃COOH 5% dengan waktu ekstraksi 4 hari. Penelitian ini menggunakan parameter mikroba *Escherichia coli* dengan metode APM (Angka Paling Memungkinkan) yang hasilnya dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Analisis Cemaran Mikroba Gelatin Tulang Sapi.

Jenis Uji	Konsentrasi HCl (%)	Waktu Perendaman	Hasil Uji	Cara Uji
<i>Escherichia coli</i> , APM/gr	5	4	< 3	SNI 19-2897-1992

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI), Indonesia menetapkan cemaran mikroba APM *Escherichia coli* pada bahan pangan sebesar < 3 APM/gr. Dari hasil yang didapatkan, uji cemaran mikroba gelatin pada penelitian ini telah sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh SNI yaitu sebesar < 3 APM/gr.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, mengenai sintesis gelatin dari tulang sapi menggunakan larutan CH₃COOH dapat disimpulkan sebagai berikut :

- 1) Pengaruh perendaman tulang sapi dengan variasi konsentrasi HCl yang berbeda mempengaruhi hasil analisis kekuatan gel, kuat tarik, pH, rendemen, dan cemaran mikroba. Kekuatan gel cenderung mengalami peningkatan seiring dengan penurunan konsentrasi, kuat tarik *edible film* gelatin berbanding lurus dengan kekuatan gel, pH relatif

- mengalami penurunan seiring dengan kenaikan konsentrasi, rendemen dengan konsentrasi yang berlebihan cenderung menyebabkan hasil yang rendah serta uji aktivitas mikroba *Escherichia coli* pada gelatin dengan pelarut HCl memenuhi standar SNI yaitu < 3 APM/gr.
- 2) Waktu ekstraksi mempengaruhi hasil analisis kekuatan gel, kuat tarik, pH, rendemen, dan cemar mikroba. Waktu ekstraksi yang lama relatif menurunkan kekuatan gel, kuat tarik dan pH. Namun waktu ekstraksi yang lama cenderung dapat meningkatkan rendemen.
 - 3) Didapatkan hasil uji kekuatan gel terbesar pada HCl konsentrasi 4% dan 5% dengan waktu ekstraksi 4 jam sebesar 12,5 bloom, uji kuat tarik terbesar pada HCl konsentrasi 4% dengan waktu ekstraksi 4 jam sebesar 2,22 MPa, pH terbesar pada HCl konsentrasi 4% dengan waktu ekstraksi 4 jam sebesar 4,3, rendemen terbesar pada HCl konsentrasi 5% dengan waktu ekstraksi 6 jam sebesar 20,72% dan uji aktivitas mikroba < 3 APM/g

4.2 Saran

Berdasarkan hasil dari kesimpulan mengenai penelitian sintesis gelatin tulang sapi diatas, Adapun saran sebagai berikut :

- 1) Diperlukan proses demineralisasi/pencucian sebelum melalui tahap ekstraksi secara benar sampai pH benar-benar netral agar tidak mempengaruhi hasil uji gelatin tulang sapi
- 2) Untuk analisis kuat tarik pada *edible film* gelatin perlu karakterisasi lebih lanjut seperti uji ketebalan, perpanjangan/elongasi, kelarutan, laju transmisi uap, dll.

DAFTAR PUSTAKA

- Alhana, A., Suptijah, P. and Tarman, K. (2015) 'Extraction and Characterization of Collagen from Sea Cucumber Flesh', *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 18(2), pp. 150–161. doi: 10.17844/jphpi.2015.18.2.150.
- Astiana, I., Nurjanah, N. and Nurhayati, T. (2016) 'Characterization of Acid Soluble Collagen from Redbelly Yellowtail Fusilier Fish Skin (*Caesio cuning*)', *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 19(1), pp. 79–93. doi: 10.17844/jphpi.2016.19.1.79.
- Azara, R. (2017) 'Pembuatan dan Analisis Sifat Fisikokimia Gelatin dari Limbah Kulit Ikan Kerapu (*Ephinephelus Sp.*)', *J. Rekapangan*. 11(1): 62-69.
- Gadi, D. S., Trilaksani, W. and Nurhayati, T. (2017) 'Histologi, Ekstraksi dan Karakterisasi Kolagen Gelembung Renang Ikan Cunang (*Muarenesox talabon*)', *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 9(2), pp. 665–683.
- Gelatine Manufacturers of Europe (GME) (2020) *Standardised methods for the testing of edible gelatine Gelatine Monograph*.
- Grundy, H. H. *et al.* (2016) 'A mass spectrometry method for the determination of the species of origin of gelatine in foods and pharmaceutical products', *Food Chemistry*, 190, pp. 276–284. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.05.054.
- Guillén, G., M. E. López Caballero, A. Alemán, A. López de Lacey, B. Giménez, and P. Montero García. (2010) 'Antioxidant and antimicrobial peptide fractions from squid

and tuna skin gelati', *Sea By-Products As Real Material*, 661(2): 89–115.

- Muflih, A. (2014) 'Gelatin ikan dan pemanfaatannya', *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan*, 5(2), pp.105–107.
- Perwitasari, D. S. (2008) 'Hidrolisis Tulang Sapi Menggunakan HCl untuk Pembuatan Gelatin', *Makalah Seminar Nasional Soeardjo Brotohardjono 'Pengolahan Sumber Daya Alam dan Energi Terbarukan'*, pp. 1–9. Available at: <https://core.ac.uk/download/pdf/12218210.pdf>.
- Tazwir, T., Ayudiarti, D. L. and Peranginangin, R. (2014) 'Optimasi Pembuatan Gelatin dari Tulang Ikan Kaci-Kaci (*Plectorhynchus chaetodonoides* Lac.) Menggunakan Berbagai Konsentrasi Asam dan Waktu Ekstraksi', *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 2(1), p. 35. doi: 10.15578/jpbkp.v2i1.26.
- Wijayani, K. D., Darmanto, Y. S. and Susanto, E. (2021) 'KARAKTERISTIK EDIBLE FILM DARI GELATIN KULIT IKAN YANG BERBEDA', *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 43(1), pp. 59–64.
- Yuliana, R., Rahim, E. A. and Hardi, J. (2017) 'Sintesis Hidroksiapatit Dari Tulang Sapi Dengan Metode Basah Pada Berbagai Waktu Pengadukan Dan Suhu Sintering', *Kovalen*, 3(3), p. 201. doi: 10.22487/j24775398.2017.v3.i3.9329.
- Yusnita, N., Anita, S. and Itnawita (2012) 'Kemampuan serapan abu tulang sapi terhadap variasikonsentrasi ion nitrat', 3(2008), pp. 1–4.