



**CHARACTERISTICS OF HALAL GELATIN FROM SPANISH  
MACKEREL (*Scomberomorus commersonii*) BONE GELATIN  
ISOLATED WITH BROMELAIN ENZYME PRETREATMENT**  
*KARAKTERISTIK GELATIN HALAL DARI TULANG IKAN TENGGIRI  
(*Scomberomorus commersonii*) YANG DIISOLASI DENGAN PRETREATMENT  
ENZIM BROMELAIN*

Received: 15/08/2024; Revised: 25/10/2024; Accepted: 01/12/2024; Published: 16/12/2024

Anisa Hanif\*, Ika Qurrotul Afifah  
Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga, Yogyakarta  
\*Corresponding author: ahanif261@gmail.com

**ABSTRACT**

In this research, gelatin was isolated and characterized from mackerel fish bone (*Scomberomorus commersonii*) by varying the bromelain enzyme concentration as an alternative source of halal gelatin. This study aimed to detect the presence of typical gelatin absorption in the FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) spectrum of products isolated from mackerel fish bone waste and to analyze the effect of bromelain enzyme on yield, pH, water content, ash content, and gelatin protein content. Pretreatment processes were carried out using enzymes with variations of 0; 1; 1,5; and 2% for 6 hours, followed by a 13% citric acid solution for 96 hours. Extraction was conducted using distilled water as a solvent heated at 75°C for 6 hours. The gelatin solution was concentrated for 24 hours and dried for 48 hours in an oven at 60°C. Characterization using FTIR spectrophotometer indicated the presence of gelatin absorption bands such as Amide A, Amide I, Amide II, and Amide III. Gelatin isolated from mackerel fish bone had a yield ranging from 3,64-7,57%, pH values of 3,88-5,15, water content of 7,63-10,19%, ash content of 2,19-5,92%, and protein content of 65,68-88,47%. An increase in yield of up to 50% compared to the yield of non-enzymatic gelatin occurred when the enzyme bromelain was added at 1.5% in the pretreatment process. The characteristics of mackerel fish bone gelatin meet the requirements of GMIA (2012) and SNI (1995), however, for the ash content, only the addition of 1,5% enzyme met the standard. The yield, pH, water content, ash content, and protein content of mackerel fish bone gelatin were significantly influenced by the concentration of the bromelain enzyme used.

**Keywords:** Citric Acid, Bromelain, Mackerel Bones

**ABSTRAK**

Pada penelitian ini gelatin diisolasi dan dikarakterisasi dari tulang ikan tenggiri (*Scomberomorus commersonii*) dengan variasi konsentrasi enzim bromelain sebagai alternatif gelatin halal. Studi ini bertujuan untuk mendeteksi keberadaan serapan khas gelatin pada spektrum FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) produk hasil isolasi dari limbah tulang ikan tenggiri dan menganalisis pengaruh variasi enzim bromelain terhadap rendemen, pH, kadar air, kadar abu, dan kadar protein gelatin. Proses pretreatment dilakukan menggunakan variasi enzim 0; 1; 1,5; dan 2% selama 6 jam dan larutan asam sitrat 13% selama 96 jam. Ekstraksi kemudian dilakukan menggunakan pelarut akuades pada suhu 75°C selama 6 jam. Larutan gelatin dipekatkan selama 24 jam dan dikeringkan selama 48 jam dalam oven dengan suhu 60°C. Hasil karakterisasi menggunakan spektrofotometer FTIR menunjukkan keberadaan serapan khas gelatin berupa Amida A, I, II, dan III. Gelatin yang diisolasi dari tulang ikan tenggiri memiliki rendemen pada rentang 3,64-7,57%, pH 3,88-5,15, kadar air 7,63-10,19%, kadar abu 2,19-5,92%, dan kadar protein pada rentang 65,68-88,47%. Peningkatan rendemen hingga 50% dibandingkan dengan rendemen gelatin non enzimatis terjadi pada penambahan enzim bromelain 1,5% pada proses pretreatment. Karakteristik gelatin yang dihasilkan memenuhi standar GMIA (2012) dan SNI (1995), namun kadar abu yang memenuhi standar hanya gelatin yang diisolasi dengan Pelabuhan enzim 1,5%. Rendemen, pH, kadar air, kadar

abu, dan kadar protein gelatin tulang ikan tenggiri secara signifikan dipengaruhi oleh konsentrasi enzim bromelain yang digunakan.

**Kata Kunci:** Asam Sitrat, Bromelain, Tulang Tenggiri

**How to cite:** Hanif. A & Afifah, I. Q. 2024. Characteristics of halal gelatin from spanish mackerel (*Scomberomorus commersonii*) bone gelatin isolated with bromelain enzyme pretreatment. *Journal of Halal Product and Research*. 7(2), 147-157, <https://dx.doi.org/10.20473/jhpr.vol.7-issue.2.147-157>

## PENDAHULUAN

Gelatin adalah polimer multifungsi yang dihasilkan ketika kolagen dari kulit, tendon, dan tulang hewan terhidrolisis parsial. Polimer ini banyak dimanfaatkan sebagai zat aditif pada sektor industri seperti makanan, kosmetik, dan farmasi (Rather *et al.* 2022). Pada tahun 2021, pasar gelatin dunia mencapai 1,83 miliar USD dan diproyeksikan mengalami peningkatan setiap tahunnya. Bahan baku gelatin setiap tahunnya didominasi oleh kulit babi sebesar 44%, diikuti oleh kulit sapi sebesar 28%, tulang 27%, dan sumber lain sebesar 1% (Ramli *et al.* 2023). Produk yang berasal dari babi dan turunannya memiliki hukum haram bagi umat muslim, sedangkan yang berasal dari sapi diperbolehkan selama proses penyembelihannya mengikuti syariat Islam. Namun, penyebaran penyakit hewan ternak *bovine spongiform encephalopathy* (BSE) telah menimbulkan kekhawatiran lain yang menjadi perhatian serius bagi pengembangan produksi gelatin (Nurilmala *et al.* 2022). Permintaan gelatin yang meningkat ini tidak diimbangi dengan ketersediaan bahan baku yang memadai. Hasil tangkapan laut Indonesia dapat dijadikan alternatif material mentah gelatin halal.

Salah satu ikan yang memiliki kuantitas tangkapan dalam jumlah besar adalah ikan tenggiri. Produksi ikan tenggiri di Indonesia pada tahun 2011 mencapai 132,705 ton, tahun 2012 mengalami peningkatan menjadi 141,557 ton, dan pada tahun 2013 produksinya mencapai 151,628 ton. Rata-rata produksi ikan tenggiri meningkat sekitar 9,35% setiap tahunnya. Peningkatan limbah buangan seperti kulit dan tulangnya yang mencapai 30% dari berat total ikan tenggiri juga terjadi ketika kenaikan produksi yang menambah beban permasalahan lingkungan jika tidak dikelola (Gunawan *et al.* 2017). Meskipun tulang ikan tenggiri mengandung kandungan kolagen sekitar 15–17%, penggunaannya saat ini hanya terbatas pada pembuatan pakan ikan dan pupuk organik (Adiningsih *et al.* 2016; Fernianti *et al.* 2020). Kolagen dapat dikonversi menjadi gelatin melalui proses hidrolisis parsial dengan perlakuan kimiawi maupun enzimatik.

Enzim yang dapat dimanfaatkan untuk menghidrolisis kolagen adalah protease (Matulesy *et al.* 2023) seperti enzim bromelain. Protein dapat dihidrolisis oleh bromelain menjadi zat yang lebih sederhana seperti asam amino dan peptida rantai pendek. (Dzulqaidah *et al.* 2021). Hidrolisis secara enzimatik dapat meningkatkan rendemen hasil isolasi dan mempersingkat waktu ekstraksi karena dapat menurunkan energi aktivasi reaksi (Sugihartono *et al.* 2019). Haryati *et al.* (2019) telah melakukan isolasi gelatin dari kulit ikan baronang menggunakan enzim bromelain pada proses *pretreatment* dengan variasi 1, 1,5, dan 2% dan lama ekstraksi 2, 4, dan 6 jam. Perlakuan penambahan enzim bromelain 2% dan waktu ekstraksi 4 jam dengan rendemen 6,5%, kadar air <0,5%, dan kadar abu <0,5% menghasilkan gelatin dengan karakteristik paling baik. Isolasi dan karakterisasi gelatin dari limbah surimi dengan *pretreatment* kombinasi enzimatik dan asam telah berhasil dilakukan oleh Norziah *et al.* (2014). Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa rendemen yang didapatkan meningkat hampir 50% dibandingkan perlakuan non enzimatik, yakni sebesar 18,3%. Konsentrasi enzim dapat mempengaruhi banyaknya rendemen yang diperoleh (Haryati *et al.* 2019).

Berdasarkan pemaparan tersebut, dalam penelitian ini dilakukan eksplorasi gelatin dari tulang ikan tenggiri dan dilakukan pengkajian terkait pengaruh penambahan enzim bromelain pada proses *pretreatment* sampel terhadap karakteristik gelatin yang dihasilkan. Penambahan enzim yang dikombinasikan dengan asam pada proses *pretreatment* ini diharapkan dapat menghasilkan gelatin dengan kualitas yang memenuhi SNI (Standar Nasional Indonesia) dan GMIA (*Gelatin Manufacturers Institute of America*).



## METODOLOGI

### Alat dan Bahan

Alat-alat yang diperlukan meliputi pisau, ember, panci, toples kaca, gelas beaker, spatula, kaca arloji, erlenmeyer, termometer, corong kaca, buret, statif, seperangkat alat destilasi kjeldahl, labu ukur, pipet tetes, *magnetic stirrer*, *hot plate stirrer Cimarec*, *waterbath Shel Lab*, *shaker incubator Stuart S1500*, neraca analitik *Ohaus*, desikator, oven *Memmert UN 55*, *muffle furnace Thermolyne*, cawan porselen, penjepit cawan, mortar, alu, pH meter *Consort C6010*, dan spektrofotometer FTIR *Agilent Cary 630*.

Adapun bahan-bahan yang digunakan meliputi tulang ikan tenggiri, asam sitrat ( $C_6H_8O_7$ ), (Ensign), enzim bromelain (Xi'an Best Bio-Tech Co., Ltd.), akuades, kalium fosfat (Merck), katalisator  $HgO.K_2SO_4$ , asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) (Merck),  $NaOH-Na_2S_2O_3$ , asam borat ( $H_3BO_3$ ) (Merck), indikator universal, kertas saring, indikator BCG-MR, dan asam klorida (HCl) (Merck).

### Isolasi Gelatin

Proses isolasi gelatin terbagi dalam empat tahap, yaitu *degreasing*, *pretreatment*, ekstraksi, dan pengeringan. Pada tahap *degreasing*, sampel direbus dalam air bersuhu  $70^\circ C$  selama 30 menit berdasarkan penelitian Fernianti *et al.* (2020) dengan modifikasi. Tulang kemudian diperkecil sekitar 1-2 cm untuk memperluas permukaan kontak. Tahap *pretreatment* dibagi menjadi dua yakni penghilangan protein non kolagen dilanjutkan dengan demineralisasi. Hidrolisis dilakukan dengan merendam potongan tulang selama 6 jam dalam enzim bromelain dengan variasi 0; 1; 1,5; dan 2% dalam buffer pH 7 (fosfat) pada *shaker incubator* bersuhu  $55^\circ C$  berdasarkan penelitian Haryati *et al.* (2019) dengan modifikasi. Perendaman asam sitrat 13% (1:4 b/v) selanjutnya dilakukan selama 96 jam sehingga terbentuk *ossein* yang kemudian dinetralkan menggunakan air mengalir. *Ossein* kemudian direndam akuades dalam *waterbath* suhu  $75^\circ C$  selama 6 jam (1:3 b/v) untuk mengekstraksi gelatin (Adiningsih *et al.* 2016). Hasil ekstraksi disaring sehingga didapatkan larutan gelatin yang selanjutnya dipekatkan menggunakan gelas beaker dalam oven pada suhu  $60^\circ C$  selama 24 jam. Pada tahap terakhir, hasil pemekatan dikeringkan dengan oven suhu  $60^\circ C$  selama 48 jam sehingga diperoleh lembaran gelatin. Gelatin hasil isolasi dihaluskan dengan mortar alu Rares *et al.* (2017).

### Analisis Serapan Khas Gelatin Menggunakan Spektrofotometer FTIR

Analisis keberadaan serapan khas gelatin dilakukan dengan menggunakan instrumen FTIR Diamond ATR pada  $\lambda$  4000-650  $cm^{-1}$ . Sampel gelatin diletakkan di atas diamond sampling window dan dipastikan kontak dengan alat pengepres sampel, selanjutnya dilakukan pembacaan (Aziz *et al.* 2017).

### Perhitungan Rendemen

Rendemen diperoleh dengan membandingkan massa kering gelatin hasil isolasi dan massa sampel awal. Rendemen ditentukan dengan persamaan (Rodiah *et al.* 2018):

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{total massa gelatin kering}}{\text{massa bahan tulang kelinci}} \times 100\%$$

### Analisis pH

Gelatin sebanyak 0,2 g dilarutkan dalam akuades 20 mL pada suhu  $80^\circ C$ . Sampel selanjutnya dihomogenkan dan diukur derajat keasamannya dengan pH meter (Gumilar *et al.* 2018).

### Kadar Air

Cawan porselen dikeringkan dengan oven selama 1 jam pada suhu  $105^\circ C$  kemudian ditimbang setelah dilakukan proses pendinginan dalam desikator selama 15 menit. Sampel ditimbang sebanyak 3 g kemudian dikeringkan pada suhu yang sama selama 5 jam dalam cawan. Cawan ditimbang untuk memperoleh massa gelatin tanpa air setelah didinginkan kembali dalam desikator (Pertwi *et al.* 2018). Kadar air ditentukan dengan persamaan:

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{\text{berat awal} - \text{berat akhir}}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

### Kadar Abu

Sampel sebanyak 3 g dimasukkan dalam *muffle furnace* bersuhu  $600^\circ C$  selama 6 jam sampai seluruh sampel mengalami perubahan warna menjadi abu-abu. Cawan porselen selanjutnya ditimbang



untuk mendapatkan massa abu setelah didiamkan dalam desikator (Fernianti *et al.* 2020). Kadar abu ditentukan menggunakan persamaan:

$$\% \text{ Kadar Abu} = \frac{\text{berat abu}}{\text{berat gelatin}} \times 100\%$$

### Kadar Protein

Kadar protein dianalisis menggunakan metode kjeldahl yang terdiri dari tiga tahapan. Destruksi diawali dengan penimbangan 100 mg sampel kemudian dilakukan penambahan 0,5-1g katalis  $\text{HgO} \cdot \text{K}_2\text{SO}_4$ . Sampel dibungkus dan dimasukkan ke dalam labu kjeldahl, selanjutnya ditambahkan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat sebanyak 3 mL. Destruksi dilakukan dalam lemari asam menggunakan pemanasan pada suhu  $430^\circ\text{C}$  hingga larutan jernih. Hasil destruksi didinginkan kemudian diencerkan dan dimasukkan dalam labu destilasi. Sebanyak 20 mL larutan  $\text{NaOH} \cdot \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  ditambahkan ke dalam rangkaian alat destilasi. Destilat ditampung dalam erlenmeyer yang telah ditambahkan  $\text{H}_3\text{BO}_3$  4% 5 mL dan indikator BCG-MR. Destilasi diakhiri saat tetesan destilat tidak bersifat basa yang megindikasikan bahwa seluruh N telah terdestilasi. Pada tahap terakhir, dilakukan titrasi dengan larutan standar  $\text{HCl}$  0,02N (AOAC 1983).

### Teknik Analisis Data

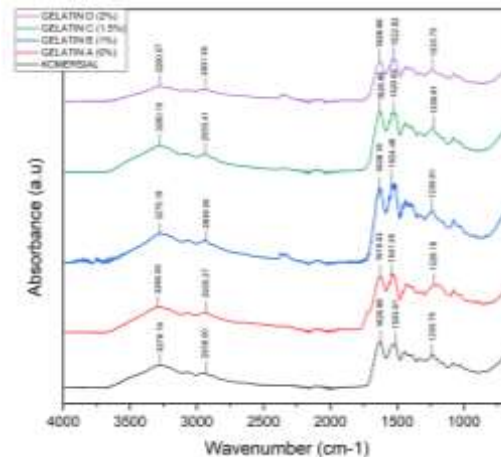
Spektra hasil analisis menggunakan instrumen spektrofotometer FTIR dibandingkan dengan spektra gelatin komersial, sedangkan data hasil analisis yang lain dibandingkan dengan SNI 01-3735-1995 dan GMIA. Analisis variasi (ANOVA) dilakukan menggunakan *Microsoft Excel* pada signifikansi 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan tulang ikan tenggiri selama ini hanya terbatas pada pembuatan pakan ikan dan pupuk organik saja, padahal potensi nilai jualnya tinggi apabila diolah menjadi gelatin karena memiliki kandungan protein yang cukup besar yaitu 31,92% dengan kadar lemak rendah sebesar 1,41% (Irwan *et al.* 2020). Selain mengurangi limbah pengolahan, tulang ikan tenggiri ini dapat menjadi salah satu bahan alternatif pembuatan gelatin halal.

### Analisis Gugus Fungsi Produk Hasil Isolasi

Spektra gelatin yang diisolasi pada masing-masing variasi konsentrasi enzim bromelain dibandingkan dengan gelatin komersial. Spektra hasil penggabungan tercantum pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Puncak Serapan FTIR Gelatin Komersial Dan Gelatin Tulang Ikan Tenggiri Yang Diisolasi Menggunakan Variasi Konsentrasi Enzim Bromelain 0; 1; 1,5; Dan 2%

Berdasarkan Gambar 1, puncak serapan gelatin tulang ikan tenggiri dapat dilihat pada **Tabel 1**:

**Tabel 1.** Puncak Serapan Gelatin Tulang Ikan Tenggiri Dibandingkan Dengan Gelatin Komersial Hasil Analisis FTIR

Daerah Serapan	Bilangan gelombang pada puncak serapan (cm <sup>-1</sup> )					Dugaan Gugus Fungsi
	Komersial	Konsentrasi Enzim				
		0%	1%	1,5%	2%	
Amida A (3600-2300 cm <sup>-1</sup> )	3278,19	3280,05	3278,19	3280,10	3280,57	NH stretching OH stretching (Niraputri et al. 2021)
	2939,00	2935,27	2939,00	2933,41	2931,55	CH <sub>2</sub> stretching (Febryana et al. 2018)
Amida I (1661-1636 cm <sup>-1</sup> )	1626,98	1619,53	1638,16	1626,96	1626,98	C=O stretching (Maryam et al. 2019)
Amida II (1560-1335 cm <sup>-1</sup> )	1522,61	1541,25	1524,48	1522,62	1522,62	NH bending CN stretching (Maryam et al. 2019)
Amida III (1300-1200 cm <sup>-1</sup> )	1233,75	1228,16	1235,61	1235,61	1233,75	NH bending (Maryam et al. 2019)

Serapan IR khas gelatin pertama merupakan gugus amida A yang terletak di bilangan gelombang 3600-2300 cm<sup>-1</sup>. Gelatin komersial menunjukkan keberadaan amida A di bilangan gelombang 3278,19 cm<sup>-1</sup>, sedangkan gelatin hasil isolasi dengan penambahan enzim konsentrasi 0; 1; 1,5; dan 2% juga menunjukkan adanya gugus amida A pada bilangan gelombang 3280,05 cm<sup>-1</sup>, 3278,19 cm<sup>-1</sup>, 3280,10 cm<sup>-1</sup>, dan 3280,57 cm<sup>-1</sup> secara berturut-turut. Bentuk serapan amida A pada umumnya adalah tajam dan sempit yang disebabkan oleh N-H bebas. Keberadaan gugus OH dapat menyebabkan serapan melebar (Niraputri *et al.* 2021). Kurva amida A dalam penelitian ini mengindikasikan keberadaan regangan ikatan N-H pada gugus amida yang berasosiasi dengan ikatan hidrogen dan keberadaan gugus OH pada hidrosiprolin. Bagian amida A kedua pada gelatin komersial dan gelatin penambahan enzim 0; 1; 1,5; dan 2% secara berturut-turut ditunjukkan pada bilangan gelombang 2939,00 cm<sup>-1</sup>, 2935,27 cm<sup>-1</sup>, 2939,00 cm<sup>-1</sup>, 2933,41 cm<sup>-1</sup>, dan 2931,55 cm<sup>-1</sup>. Puncak amida A yang kedua ini menunjukkan interaksi gugus NH dengan CH<sub>2</sub> ketika karboksilat stabil (Maryam *et al.* 2019).

Gugus khas gelatin selanjutnya adalah amida I yang terdapat pada daerah serapan 1661-1636 cm<sup>-1</sup>. Gelatin komersial dan gelatin penambahan enzim 0; 1; 1,5; dan 2% menunjukkan keberadaan gugus amida I pada bilangan gelombang 1626,98 cm<sup>-1</sup>, 1619,53 cm<sup>-1</sup>, 1638,16 cm<sup>-1</sup>, 1626,96 cm<sup>-1</sup>, dan 1626,98 cm<sup>-1</sup> secara berturut-turut. Serapan IR tersebut menunjukkan adanya ikatan rangkap C=O (Niraputri *et al.* 2021). Maryam *et al.* (2015) menyatakan bahwa pita serapan menunjukkan adanya ikatan antara regangan C=O dengan gugus karboksil.

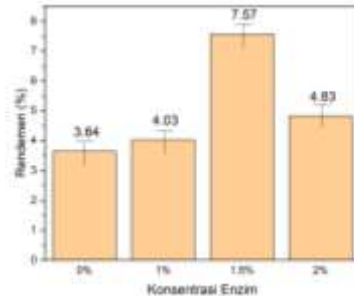
Puncak serapan khas gelatin berikutnya adalah amida II pada daerah serapan 1560-1335 cm<sup>-1</sup>. Gelatin komersial dan gelatin penambahan enzim 0; 1; 1,5; dan 2% menunjukkan gugus amida II pada bilangan gelombang 1522,61 cm<sup>-1</sup>, 1541,25 cm<sup>-1</sup>, 1524,48 cm<sup>-1</sup>, 1522,62 cm<sup>-1</sup>, dan 1522,62 cm<sup>-1</sup> secara berturut-turut. Serapan tersebut dapat terjadi karena deformasi ikatan NH dalam protein dan vibrasi *bending* CH<sub>2</sub> (Febryana *et al.* 2018). Puncak serapan khas gelatin terakhir adalah amida III yang memiliki daerah serapan 1300-1200 cm<sup>-1</sup>. Gelatin komersial dan gelatin dengan penambahan enzim 0; 1; 1,5; dan 2% menunjukkan keberadaan gugus amida III pada bilangan gelombang 1233,75 cm<sup>-1</sup>, 1228,16 cm<sup>-1</sup>, 1235,61 cm<sup>-1</sup>, 1235,61 cm<sup>-1</sup>, dan 1235,61 cm<sup>-1</sup> secara berturut-turut. Serapan tersebut dapat terjadi karena struktur *triple helix* kolagen yang terlibat dalam peregangannya menjadi *single helix* (Nurilmala *et al.* 2017). Namun, kemungkinan masih terdapat sebagian struktur *triple helix* yang belum terdegradasi seluruhnya (Niraputri *et al.* 2021).





## Rendemen

Rendemen dinyatakan dalam persentase yang menunjukkan efisiensi dan efektivitas metode yang digunakan dalam isolasi gelatin (Fernianti *et al.* 2020). Peningkatan rendemen mengindikasikan semakin efektif metode yang digunakan. Rendemen gelatin tulang ikan tenggiri yang berhasil terekstraksi ditunjukkan pada **Gambar 2**.

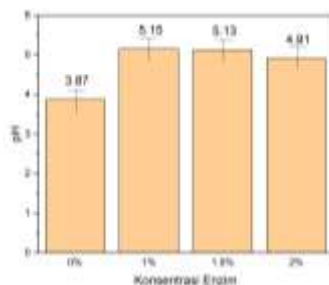


**Gambar 2.** Rendemen Gelatin Yang Diisolasi Dari Tulang Ikan Tenggiri Yang Diisolasi Menggunakan Variasi Konsentrasi Enzim Bromelain 0; 1; 1,5; Dan 2%

Rendemen gelatin hasil penelitian berada pada rentang 3,64% hingga 7,57%. Berdasarkan grafik, rendemen paling tinggi didapatkan pada perlakuan penambahan enzim 1,5% sebesar 7,57%, sedangkan rendemen paling rendah didapatkan pada perlakuan non enzimatis yaitu 3,64%. Rendemen gelatin tulang ikan tenggiri tanpa perlakuan enzim pada penelitian Rodiah *et al.* (2018) memiliki nilai yang lebih rendah yaitu 2,46% jika dibandingkan dengan hasil studi ini. Hasil penelitian ini selaras dengan hasil studi Triastuti *et al.* (2022) yang mengisolasi gelatin berbahan dasar sisik ikan kakap menggunakan metode *pretreatment* kombinasi enzim bromelain dengan asam sitrat. Hasil rendemen paling baik pada penelitian tersebut yakni sebesar 9,54% diperoleh pada penambahan enzim 1%. Pada konsentrasi enzim yang lebih besar, rendemen mengalami penurunan akibat hidrolisis lanjutan sehingga sebagian gelatin ikut terdegradasi. Uji statistika menunjukkan bahwa konsentrasi enzim berpengaruh signifikan terhadap rendemen pada taraf kepercayaan 95%.

## Nilai pH

pH merupakan aspek penting dalam penentuan mutu gelatin, karena pH berkaitan dengan sifat fisik dan pengaplikasian gelatin (Triastuti *et al.* 2022). Derajat keasaman gelatin tulang ikan tenggiri yang diperoleh dari hasil pengukuran menggunakan pH meter ditunjukkan pada **Gambar 3**.



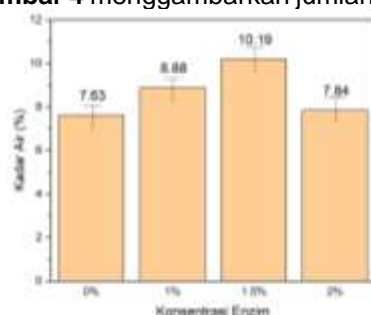
**Gambar 3.** Nilai pH Gelatin Yang Diisolasi Dari Tulang Ikan Tenggiri Menggunakan Variasi Konsentrasi Enzim Bromelain 0; 1; 1,5; dan 2%

Nilai pH dalam penelitian ini berada pada rentang nilai 3,88-5,15. pH tertinggi diperoleh pada ekstraksi dengan perlakuan konsentrasi enzim 1% yakni 5,15, sedangkan nilai pH terendah diperoleh pada perlakuan non enzimatis, yakni 3,88. Data yang diperoleh masih berada di kisaran pH yang asam, namun telah memenuhi standar mutu GMIA yang menyatakan bahwa pH gelatin yang dihasilkan melalui *treatment* larutan asam (tipe A) adalah 3,8-5,5. Rendahnya nilai pH dapat terjadi karena perendaman menggunakan asam akan menyebabkan *swelling*. Sisa asam akan terserap dan tertinggal dalam serat kolagen sehingga sulit dihilangkan dan ikut terekstraksi (Adiningsih *et al.* 2016).

Nurilmala *et al.* (2017) mengisolasi gelatin dari kulit ikan tuna sirip kuning menggunakan asam asetat yang menghasilkan produk dengan rentang pH 5,4-5,9, sedangkan penelitian Triastuti *et al.* (2022) yang mengisolasi gelatin dari sisik ikan kakap menggunakan enzim bromelain dan asam sitrat menghasilkan pH pada rentang 3,83-4,48. Pada penelitian tersebut tidak ditemukan perbedaan yang nyata antara penambahan variasi konsentrasi enzim terhadap pH gelatin. Berbeda dengan kedua penelitian tersebut, dalam penelitian ini uji beda menunjukkan bahwa konsentrasi enzim sangat berpengaruh terhadap nilai pH pada taraf kepercayaan 95%. Hal ini dapat disebabkan proses netralisasi yang kurang maksimal dan tidak dilakukan secara konstan sehingga menyebabkan nilai pH berbeda secara signifikan.

### Kadar Air

Analisis ini penting dilakukan karena masa simpan gelatin dipengaruhi oleh keberadaan air di dalamnya. Air memungkinkan terjadinya aktivitas metabolisme mikroba, enzim, dan perubahan kimiawi yang terjadi selama penyimpanan. Proses tersebut dapat mengubah aroma, warna, tekstur dan rasa bahan (Bhernama *et al.* 2020). **Gambar 4** menggambarkan jumlah air dalam gelatin tulang ikan tenggiri.



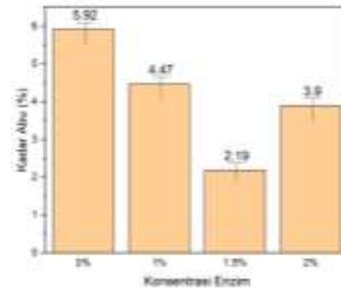
**Gambar 4.** Kadar Air Yang Terdeteksi Dalam Gelatin Tulang Ikan Tenggiri Yang Diisolasi Menggunakan Enzim Bromelain 0; 1; 1,5; Dan 2%

Kadar air gelatin tulang ikan tenggiri dengan perlakuan enzim berada pada rentang 7,63-10,19%. Kadar air paling tinggi diperoleh pada perlakuan konsentrasi enzim 1,5% sebesar 10,19%, sedangkan kadar air paling rendah didapatkan pada perlakuan non enzimatis yakni 7,63%. Kadar air gelatin yang berhasil diekstraksi telah sesuai dengan SNI 06-3735-1995 yang menyatakan kadar susut pengeringan maksimal adalah 16%. Kualitas gelatin semakin tinggi ketika kadar air di dalamnya semakin rendah.

Penelitian Adiningsih *et al.* (2016) yang melakukan isolasi gelatin tulang ikan tenggiri menggunakan asam sitrat tanpa perlakuan enzimatis menghasilkan kadar air pada rentang 13,66-14,45%. Apabila hasil kadar airnya dibandingkan dengan penelitian ini, maka hasil penelitian ini lebih rendah daripada penelitian Adiningsih *et al.* (2016). Penelitian yang telah dilakukan oleh Triastuti *et al.* (2022) terkait isolasi gelatin sisik ikan kakap dengan *pretreatment* enzimatis kombinasi asam menghasilkan kadar air pada rentang 8-12%. Hasil tersebut tidak jauh beda dengan hasil penelitian ini. Uji statistika menunjukkan bahwa konsentrasi enzim yang digunakan sangat berpengaruh terhadap kadar air pada taraf kepercayaan 95%. Keberadaan air dalam gelatin dapat disebabkan oleh proses pengeringan dan penyimpanan yang tidak memadai, kondisi pada saat proses pengeringan seperti suhu yang tidak stabil dan kelembaban selama penyimpanan (Matulesy *et al.* 2021).

## Kadar Abu

Kadar abu mengindikasikan keberadaan mineral dalam suatu bahan yang tidak terbakar selama pengabuan yang menentukan kemurniannya (Triastuti *et al.* 2022). **Gambar 5.** Menunjukkan jumlah abu yang terkandung dalam gelatin hasil isolasi.



**Gambar 5.** Kadar Abu Yang Terdeteksi Dalam Gelatin Tulang Ikan Tenggiri Yang Diisolasi Menggunakan Enzim Bromelain 0; 1; 1,5; Dan 2%

Perlakuan perendaman menggunakan  $H_3PO_4$  9% selama 48 jam menyebabkan kadar abu gelatin naik, sedangkan durasi perendaman 144 jam menghasilkan gelatin dengan kadar abu terendah. Kadar abu gelatin pada penelitian ini tergolong tinggi dan belum memenuhi batas maksimum 3,25% menurut SNI 06-3735-1995 dan 0,3-2% menurut GMIA (2012). Kadar abu yang tinggi menunjukkan bahwa metode ekstraksi yang digunakan belum optimal karena kandungan mineral dalam gelatin masih tinggi (Khirzin *et al.* 2019). Kadar abu juga dipengaruhi oleh konsentrasi dan jenis asam serta lama perendaman yang dipilih dalam proses sebelum tahap ekstraksi utama (Febriana *et al.* 2021).

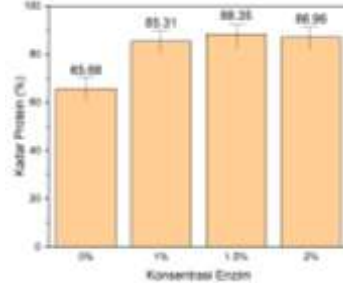
Kadar abu produk isolasi dari dalam penelitian ini berada pada rentang 2,19-5,92%. Kadar abu paling tinggi diperoleh pada perlakuan non enzimatis sebesar 5,92%, sedangkan kadar abu paling rendah didapatkan pada perlakuan enzim 1,5% yakni 2,19%. Apabila data yang diperoleh dibandingkan dengan SNI 06-3735-1995, hasil penelitian yang masuk kriteria hanya perlakuan penambahan enzim 1,5% saja, karena nilai maksimum kadar abu menurut SNI adalah 3,25%.

Fernianti *et al.* (2020) melakukan isolasi gelatin berbahan tulang ikan tenggiri menggunakan asam sitrat 20% tanpa *pretreatment* enzimatis yang memiliki kadar abu pada rentang 3,75-6,62%. Jumlah pengotor berupa mineral dalam gelatin pada penelitian tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan yang berada dalam gelatin melalui *pretreatment* enzimatis. Enzim dapat membantu merusak susunan tulang dan mendegradasi protein non kolagen sehingga membantu pelarutan senyawa anorganik sebelum diekstraksi dan kadar abu menurun (Matulesy *et al.* 2023). Uji statistika menunjukkan bahwa kadar abu sangat dipengaruhi oleh konsentrasi enzim pada taraf kepercayaan 95%. Kadar abu berkaitan erat dengan proses demineralisasi sebagai proses penghilangan mineral menghasilkan *ossein*. Apabila *ossein* yang dihasilkan memiliki tingkat kemurnian yang rendah, maka besar kemungkinan mineral larut dalam air akan ikut terekstraksi, sehingga memberikan kontribusi pada tingginya kadar abu. Ikan tenggiri merupakan ikan laut bertulang keras dan mengandung lebih banyak mineral daripada tulang ikan tawar, sehingga tidak menutup kemungkinan bahwa kadar abu yang dihasilkan akan lebih tinggi dibandingkan gelatin berbahan tulang ikan tawar atau bahan lainnya (Rodiah *et al.* 2018).



## Kadar Protein

Metode kjeldahl telah digunakan secara universal dan memiliki reproduibilitas yang baik untuk menghitung konsentrasi protein dalam suatu bahan (Rosaini *et al.* 2015). Kadar protein produk hasil isolasi ditunjukkan pada **Gambar 6**.



**Gambar 6.** Kadar Protein Yang Terdeteksi Dalam Gelatin Tulang Ikan Tenggiri Yang Diisolasi Menggunakan Enzim Bromelain 0; 1; 1,5; Dan 2%

Kadar protein gelatin hasil isolasi dari tulang ikan tenggiri menggunakan perlakuan enzim cukup tinggi yaitu 85,31%-88,47%. Gelatin yang didapatkan dari perlakuan non enzimatis mengandung protein paling rendah yakni 65,68%, sedangkan kadar protein paling tinggi didapatkan pada perlakuan penambahan enzim 1,5% sebesar 88,47%. Kadar protein ini belum memiliki ketetapan baik dalam standar nasional maupun internasional sehingga tidak bisa dinilai kualitasnya (Pertiwi *et al.* 2018).

Penelitian Adiningsih *et al.* (2016) terkait isolasi gelatin dari sumber yang sama menggunakan asam sitrat tanpa perlakuan enzimatis menghasilkan kadar protein pada rentang 47,31-58,83%. Penelitian Norziah *et al.* (2014) terkait pemanfaatan limbah pabrik pengolahan surimi menghasilkan gelatin dengan kadar protein yang berkisar antara 86,87-88,47% dengan *pretreatment* enzimatis. Apabila dibandingkan dengan hasil penelitian ini, maka *pretreatment* enzimatis menghasilkan gelatin dengan kadar protein yang lebih tinggi dibandingkan tanpa perlakuan enzimatis. Uji statistika menunjukkan bahwa konsentrasi enzim sangat mempengaruhi kadar protein. Jumlah protein yang dihasilkan meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi enzim bromelain sampai titik tertentu. Konsentrasi enzim bromelain yang optimum diduga mampu memaksimalkan degradasi struktur protein menjadi gelatin, namun pada konsentrasi yang berlebih, enzim bromelain dapat mendenaturasi protein yang berakibat menurunkan kadar protein (Cahyono *et al.* 2018).

## KESIMPULAN

Serapan berupa amida A, I, II, dan III yang identik dengan gelatin terdeteksi pada hasil analisis gelatin tulang ikan tenggiri menggunakan spektrofotometer FTIR. Rendemen gelatin yang berhasil diproduksi 3,64-7,57%, pH 3,88-5,15, kadar air 7,63-10,19%, kadar abu 2,19-5,92%, dan kadar protein pada rentang 65,68-88,47%. Penambahan enzim bromelain 1,5% pada proses *pretreatment* meningkatkan rendemen hingga 50% dibandingkan dengan rendemen gelatin non enzimatis. Rendemen dan 4 parameter lain yang dianalisis sangat dipengaruhi oleh konsentrasi enzim bromelain yang dipilih. Hasil yang didapatkan telah memenuhi standar GMIA dan SNI, kecuali parameter SNI kadar abu yang hanya dipenuhi oleh perlakuan penambahan enzim 1,5%.

## REFERENSI

- Adiningsih, Yuni, and Tatik Purwanti. 2016. "Karakterisasi Mutu Gelatin Ikan Tenggiri (*Scomberomorus Commersonii*) Dengan Perendaman Menggunakan Asam Sitrat Dan Asam Sulfat." *Jurnal Riset Teknologi Industri* 9(2):149–56. doi: 10.26578/jrti.v9i2.1713.
- AOAC. 1983. "AOAC Official Method 981.10 Crude Protein in Meat."
- Aziz, Azrul Hafiz Abdul, Nurul Asyikeen Ab Mutalib, Russly Abdul Rahman, Irwandi Jaswir, Mohamed Elwathig Saeed Mirghani, Fitri Octavianti, and Adi Rahmadsyah. 2017. "The Authentication of Halal Dental Materials Using Rapid Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy." *Advanced Science Letters* 23(5):4750–52. doi: 10.1166/asl.2017.8883.



- Bhernama, Bhayu Gita, Reni Silvia Nasution, and Syarifah Ummayaton Nisa. 2020. "Ekstraksi Gelatin Dari Tulang Ikan Kakap Putih (*Lates calcarifer*) dengan Asam HCl." *Jurnal Sains Natural* 10(2):43–55. doi: 10.31938/jsn.v10i2.282.
- Cahyono, Eko, Rostiati Rahmatu, Samliok Ndohe, and Asriaty Mantung. 2018. "Ekstraksi dan Karakterisasi Gelatin Tulang Tuna Pada Berbagai Konsentrasi Enzim Papain." *Jurnal Fishtech* 7(2):148–53. doi: 10.36706/fishtech.v7i2.6594.
- Dzulqaidah, Intan, Regina Brigita Zanuba, Andi Siti Fatimah Alwi, Arista Rizkika Putri Salsabila, Siswandi Mursidi, and Handa Muliastari. 2021. "Ekstraksi dan Uji Aktivitas Enzim Bromelin Kasar dari Buah Nanas." *Journal of Agritechology and Food Processing* 1(2):80–84. doi: 10.31764/jafp.v1i2.6974.
- Febryana, Wahdafitri, Nora Idiawati, and Muhammad Agus Wibowo. 2018. "Ekstraksi Gelatin Dari Kulit Ikan Belida (*Chitala Lopis*) Pada Proses Perlakuan Asam Asetat." *Jurnal Kimia Khatulistiwa* 7(4):93–102.
- Fernianti, Dewi, Heni Juniar, and Nola Dwiayu Adinda. 2020. "Pengaruh Massa Ossein dan Waktu Ekstraksi Gelatin dari Tulang Ikan Tenggiri dengan Perendaman Asam Sitrat Belimbing Wuluh." *Jurnal Distilasi* 5(2):1–9. doi: 10.32502/jd.v5i2.3027.
- GMIA. 2012. "Gelatin Handbook."
- Gumilar, Jajang, Andri Pratama, and Fakultas Peternakan, Universitas Padjajaran. 2018. "Produksi dan Karakteristik Gelatin Halal Berbahan Dasar Usus Ayam." *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 28(1):75–81. doi: 10.24961/j.tek.ind.pert.2018.28.1.75.
- Gunawan, Febri, Pipih Suptijah, and Uju Uju. 2017. "Extraction and Characterization Gelatin of Skin Mackerel (*Scomberomorus commersonii*) From Province Bangka Belitung Island." *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 20(3):568–81. doi: 10.17844/jphpi.v20i3.19814.
- Haryati, D., L. Nadhifa, Humairah, and N. Abdullah. 2019. "Extraction and Characterization of Gelatin From Rabbitfish Skin (*Siganus Canaliculatus*) with Enzymatic Method Using Bromelin Enzyme." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 8(1):44–48. doi: 10.1088/1755-1315/355/1/012095.
- Irwan, Muh, Mustafa, Masing, and Ramli. 2020. "Pengaruh Waktu Ekstraksi Terhadap Kualitas Gelatin dari Tulang Ikan Tenggiri dengan Berbantuan Ultrasonik." *SNITT-Politeknik Negeri Balikpapan* 187–93.
- Maryam, St., Nurmaya Effendi, and Kasmah Kasmah. 2019. "Produksi dan Karakterisasi Gelatin dari Limbah Tulang Ayam dengan Menggunakan Spektrofotometer Ftir (Fourier Transform Infra Red)." *Majalah Farmaseutik* 15(2):96–104. doi: 10.22146/farmaseutik.v15i2.47542.
- Matulessy, Dellen N., Yuny Erwanto, Philipus J. Kastanya, and Marcus J. J. Latupapua. 2023. "Bromelin untuk Produksi Gelatin Tulang Kambing Kacang." *Agrinimal Jurnal Ilmu Ternak dan Tanaman* 11(2):83–91. doi: 10.30598/ajitt.2023.11.2.83-91.
- Matulessy, Dellen Naomi, Yuny Erwanto, Nurliyani Nurliyani, Edi Suryanto, Mohammad Zainal Abidin, and Thoyib Rohman Hakim. 2021. "Characterization and Functional Properties of Gelatin from Goat Bone through Alcalase and Neutrase Enzymatic Extraction." *Veterinary World* 2397–2409. doi: 10.14202/vetworld.2021.2397-2409.
- Niraputri, Viola, Romadhon, and Slamet Suharto. 2021. "Pengaruh Lama Perendaman Asam Klorida Terhadap Kekuatan Gel Gelatin Teripang Hitam (*Holothuria Leucospilota*)." *Pena Akuatik* 20(1):17–31.
- Norziah, M. H., H. Y. Kee, and M. Norita. 2014. "Response Surface Optimization of Bromelain-Assisted Gelatin Extraction from Surimi Processing Wastes." *Food Bioscience* 5:9–18. doi: 10.1016/j.fbio.2013.10.001.
- Nurilmala, Mala, Agoes Mardiono Jacob, and Rofi Ahmad Dzaky. 2017. "Quality of Cultured Wader Pari During Storage at Different Temperature." *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 20(2):339. doi: 10.17844/jphpi.v20i2.18049.
- Nurilmala, Mala, Heny Suryamarevita, Hanifah Husein Hizbullah, Agoes M. Jacob, and Yoshihiro Ochiai. 2022. "Fish Skin as a Biomaterial for Halal Collagen and Gelatin." *Saudi Journal of Biological Sciences* 29(2):1100–1110. doi: 10.1016/j.sjbs.2021.09.056.
- Pertiwi, Mega, Yoni Atma, Apon Mustopa, and Rizkia Maisarah. 2018. "Karakteristik Fisik dan Kimia Gelatin dari Tulang Ikan Patin dengan Pre-Treatment Asam Sitrat." *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 7(2):83–91. doi: 10.17728/jatp.2470.



- Ramli, Rabiatal Amirah, Umi Hartina Mohamad Razali, and Nor Qhairul Izzreen Mohd Noor. 2023. "Optimization of Extraction Conditions of Gelatin from Buffalo (*Bubalus Bubalis*) Skins Using Response Surface Methodology." *Heliyon* 9(3):1–10. doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e14367.
- Rares, Ratna C., Meity Sompie, Arie Dp. Mirah, and Jerry A. D. Kalele. 2017. "Pengaruh Waktu Perendaman dalam Larutan Asam Asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) Terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Gelatin Ceker Ayam." *ZOOTEC* 37(2):268. doi: 10.35792/zot.37.2.2017.16063.
- Rather, Jahangir A., Najmeenah Akhter, Qazi Showkat Ashraf, Shabir A. Mir, Hilal A. Makroo, Darakshan Majid, Francisco J. Barba, Amin Mousavi Khaneghah, and B. N. Dar. 2022. "A Comprehensive Review on Gelatin: Understanding Impact of the Sources, Extraction Methods, and Modifications on Potential Packaging Applications." *Food Packaging and Shelf Life* 34:100945. doi: 10.1016/j.fpsl.2022.100945.
- Rodiah, Siti, Mariyamah Mariyamah, Riska Ahsanunnisa, Desti Erviana, Fachur Rahman, and Annisa Widya Budaya. 2018. "Pemanfaatan Limbah Tulang Ikan Tenggiri Sebagai Sumber Gelatin Halal Melalui Hidrolisis Larutan Asam Dengan Variasi Rasio Asam." *ALKIMIA: Jurnal Ilmu Kimia dan Terapan* 2(1):34–42. doi: 10.19109/alkimia.v2i1.2260.
- Rosaini, Henni, Roslinda Rasyid, and Vinda Hagramida. 2015. "Penerapan Kadar Protein Secara Kjeldahl Beberapa Makanan Olahan Kerang Remis (*Corbiculla moltkiana* Prime.) dari Danau Singkarak." *Jurnal Farmasi Higea* 7(2):120–27.
- SNI. 1995. "Mutu Dan Cara Uji Gelatin."
- Sugihartono, Yuny Erwanto, and Rina Wahyuningsih. 2019. *Kolagen Dan Gelatin Untuk Industri Pangan Dan Kesehatan*. Yogyakarta: Lily Publisher.
- Triastuti, Warlinda Eka, Suprpto, Elly Agustiani, Lailatul Qomariyah, Agung Subyakto, Treisnaning Widagsntri, and Marchel Abednego Septa K. 2022. "The Production of Gelatin from Snapper Scales (*Lutjanus Camphecanus* Sp.) through Enzymatic Pretreatment." *IPTEK The Journal of Engineering* 8(1):44–48. doi: 10.12962/j23378557.v8i1.a12860.

