
KARAKTERISASI GELATIN DARI TULANG IKAN TONGKOL DAN TULANG IKAN GURAME

Lilis Tuslinah, , Leli Rahmawati, Iis Nurjanah, Ruswanto, Ummi Mardiana Ramdan, Ade Yeni Aprilia
Program Studi Farmasi, STIKes Bakti Tunas Husada, Jl.Cilolohan 36 Tasikmalaya, Indonesia
Email : lilis_tuslinah@stikes-bth.ac.id

Received: 6-Dec-2021; Revised: 17-Dec-2021; Accepted: 28-Dec-2021 ; Available online: 31-Dec-2021

ABSTRACT

Gelatin is a high molecular weight protein composed of various amino acids linked by peptide bonds. The manufacture of gelatin usually uses acid method because it is more effective and efficient than the alkaline method. Acid condition to hydrolyze collagen into gelatin. In this study, the isolation and physicochemical characterization of gelatin from bone waste of tongkol fish and gurami fish was carried out using the acid method. Optimal conditions for the isolation of the demineralization process using HCl solution at pH 2 for 24 hours, the collagen hydrolysis process using HCl pH 2 for 72 hours. The recovery of gelatin obtained from bone waste of tongkol fish was 8.02% and from gurami fish 4.33%. Parameter values of gelatin quality from bone waste of tongkol fish and gurami fish include drying shrinkage 2.31% and 12.39%, water content 8.85% and 11.32%, total ash 1.87% and 1.56%, the degree of acidity is 4,16 and 6,03 and the viscosity is 6,67 cP and 5 cP. The results of characterization with FTIR showed that the functional groups in the gelatin molecules of both fishbone sources were in the range of wave numbers according to standard gelatin.

Keywords: gelatin, tongkol fishbone, gurami fishbone

ABSTRAK

Gelatin adalah protein berbobot molekul tinggi yang tersusun dari berbagai asam amino yang saling terikat melalui ikatan peptida. Pembuatan gelatin biasanya menggunakan larutan asam karena lebih efektif dan efisien dibandingkan metode basa. Asam berfungsi untuk hidrolisis kolagen menjadi gelatin. Pada penelitian ini dilakukan isolasi dan karakterisasi fisika kimia gelatin dari limbah tulang ikan tongkol dan tulang ikan gurame dengan menggunakan metode asam. Kondisi optimasi isolasi proses demineralisasi menggunakan larutan HCl pada pH 2 selama 24 jam, proses hidrolisis kolagen menggunakan HCl pH 2 selama 72 jam. Rendemen gelatin yang diperoleh dari tulang ikan tongkol 8,02% dan dari ikan gurame 4,33%. Nilai parameter kualitas gelatin dari tulang ikan tongkol dan tulang ikan gurame masing – masing meliputi susut pengeringan 2,31% dan 12,39%, kadar air 8,85% dan 11,32%, kadar abu 1,87% dan 1,56%, derajat keasaman 4,16 dan 6,03 serta viskositasnya 6,67 cP dan 5 cP. Hasil karakterisasi dengan FTIR menunjukkan gugus fungsi pada molekul gelatin kedua sumber tulang ikan berada pada rentang bilangan gelombang sesuai dengan gelatin standar.

Kata kunci : Gelatin, ikan tongkol (*Euthynnus affinis*), ikan gurame (*Osphronemus gourami*, Lac)

PENDAHULUAN

Gelatin adalah senyawa kimia yang berbobot molekul tinggi yang tersusun dari beberapa asam amino yang terikat melalui ikatan peptida (Rohman, 2012). Gelatin banyak digunakan dalam berbagai bidang, diantaranya pangan dan farmasi, di bidang farmasi digunakan untuk pembuatan kapsul, sebagai pengikat pada sediaan tablet, sebagai penyalut pada tablet salut, pada agar-agar untuk pembiakan bakteri, bahan pembantu untuk sediaan suppositoria, emulsi, dan mikroenkapsulasi. Pada industri makanan digunakan sebagai pengental, industri kosmetika dan fotografi (Gelatin Manufacturers Institute of America (GMIA), 2012).

Untuk memenuhi kebutuhan gelatin yang semakin meningkat, Indonesia masih sangat tergantung kepada impor. Impor gelatin untuk kebutuhan dalam negeri sekitar 2.000-3.000 ton gelatin per tahun. Pemanfaatan gelatin untuk industri makanan secara fungsional digunakan untuk meningkatkan kadar protein pada bahan pangan. Gelatin pada industri pangan digunakan sebagai bahan pengikat (*binder agent*), penstabil (*stabilizer*), pembentuk gel (*gelling agent*), perekat (*adhesive*), pengikat viskositas (*viskositas agent*) dan pengemulsi (*emulsifier*) (Ward, 1997)

Berdasarkan data Direktorat Jenderal Penguatan Daya Saing Produk Kelautan dan Perikanan, kebutuhan masyarakat terhadap konsumsi ikan per kapita setiap tahunnya terjadi peningkatan dimana pada tahun 2017 sebesar 47,12 kg/kapita dan ada tahun 2020 menjadi 56,39 kg/kapita. Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia menargetkan peningkatan angka konsumsi ikan nasional pada tahun 2024 sebesar 62, 50 kg/kapita. Meningkatnya konsumsi ikan akan berdampak terhadap meningkatnya limbah tulangnya. Limbah perikanan harus bisa ditangani dengan baik dan bisa dimanfaatkan menjadi produk yang mempunyai manfaat sehingga tidak menyebabkan dampak negatif terhadap lingkungan dan manusia. Tulang ikan banyak mengandung kolagen yang bisa dijadikan sumber untuk produksi gelatin halal

Kolagen adalah senyawa organik golongan protein yang merupakan komponen utama dari kulit, sisik dan tulang suatu organisme hidup yang berjumlah 25-30% dari total protein dan berperan penting dalam menjaga integritas struktur biologis beberapa jaringan (Marousek J, Marouskova A, Myskova K, Vachal J, Vochozka M, 2015). Gelatin diperoleh dari hasil hidrolisis kolagen dan denaturasi melalui proses pemanasan. Pada saat proses denaturasi panas dan proses hidrolisis susunan kolagen triple helix bergabung dengan tiga peptida melalui ikatan kovalen.

METODE PENELITIAN

Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain alat-alat gelas laboratorium, neraca analitik, tanur (Mettler), oven (Mettler), waterbath, desikator, pH-meter (Meter Toledo), lakmus Universal (Merck), viskometer Brookfield (RVDV-1), spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu), dan spektrofotometer FTIR (Shimadzu).

Bahan

Bahan-bahan yang dibutuhkan meliputi adalah tulang ikan tongkol, tulang ikan gurami, HCl (Merck), gelatin standar (Sigma Aldrich), pereaksi Bradford (Merck).

Penyiapan Bahan

Pengumpulan bahan baku diperoleh dari limbah tulang ikan tongkol dan ikan gurame dari Pasar Cikurubuk Kota Tasikmalaya

Degreasing

Tulang ikan dibersihkan dari sisa daging ikan yang menempel pada tulang ikan yang bertujuan untuk menghilangkan daging dan pengotor yang menempel pada tulang. Ukuran tulang yang besar dipotong menjadi bagian yang lebih kecil sekitar 1-2 cm, pemotongan dimaksudkan untuk menambah luas permukaan atau kontak antara pelarut dan sampel. Setelah dipotong, tulang dibersihkan dengan air yang mengalir (Gelatin Manufacturers Institute of America (GMIA), 2012).

Demineralisasi

Tulang dimasukkan ke dalam wadah yang telah berisi larutan HCl dengan optimasi pH 2 selama 24 jam. Hal ini bertujuan untuk menghilangkan mineral seperti kalsium pada tulang. Kemudian tulang ditiriskan dan ditimbang (GMIA, 2012).

Hidrolisis

Setelah ditimbang tulang kemudian dihidrolisis dengan cara direndam dalam larutan asam klorida pH 2 selama 72 jam. Kemudian dinetralkan dengan aquadest (Gelatin Manufactur, 2004).

Ekstraksi

Ossein yang telah terbentuk dari proses hidrolisis ditambahkan dengan aquadest pada suhu 60°C selama 2 jam. Ekstrak disaring dan filtratnya ditampung. Filtrat yang terbentuk kemudian didinginkan dalam lemari pendingin hingga terbentuk gelatin (Gelatin Manufacturers Institute of America (GMIA), 2012).

Pengeringan

Masukkan gelatin padat dalam cawan kemudian dipanaskan dalam oven dengan suhu 70°C selama 24 jam (Gelatin Manufacturers Institute of America (GMIA), 2012).

Karakterisasi Gelatin

Spektrofotometer FTIR digunakan untuk karakterisasi gugus fungsi pada gelatin menggunakan metode pelet KBr. Sampel bubuk gelatin dicampurkan dengan serbuk kering KBr, ditumbuk hingga halus. Campuran tersebut kemudian dimampatkan dalam sebuah cetakan menggunakan pompa hidrolik sehingga membentuk kepingan tipis (pelet).

Penentuan Kadar Gelatin

Gelatin yang diperoleh dari tulang ikan tongkol kemudian ditimbang sebanyak 50 mg dilarutkan dalam 10 mL aquadest pada suhu 60-70° C. Pipet larutan gelatin sebanyak 0,1 mL add 5 mL dengan reagen Bradford dan divortek selama 5 menit. Kemudian ukur pada Panjang gelombang maksimumnya. Absorbansi yang diperoleh lalu dihitung kadarnya menggunakan persamaan regresi linier hasil kurva kalibrasi larutan gelatin standar.

Rendemen

Pengujian nilai rendemen dapat diperoleh menggunakan rumus dibawah ini:

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{bobot gelatin kering}}{\text{bobot tulang ikan segar}} \times 100\%$$

Kadar Abu

Krus kosong dimasukkan ke dalam oven dan dipanaskan pada suhu 105° C selama 30 menit. Hal ini bertujuan untuk menghilangkan kandungan air atau lemak yang menempel pada krus. Krus ditimbang sampai beratnya konstan. Timbang sampel dan dimasukkan ke dalam krus, kemudian ditimbang. Krus yang berisi sampel dimasukkan ke dalam tanur, dipijarkan perlahan dan dinaikan suhunya bertahap dari 200°C, 400°C sampai 600°C hingga menjadi abu. Penentuan kadar abu total dari sampel tersebut dapat dihitung menggunakan rumus dibawah ini: (Badan Pengawasan Obat dan Makanan, 2001).

$$\text{Kadar Abu Total (\%)} = \frac{\text{berat abu}}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

Kadar Air

Cawan uap yang sudah bersih, dioven pada suhu 105°C selama 30 menit. Hal ini bertujuan untuk menghilangkan air yang masih menempel pada cawan. Kemudian cawan uap dimasukkan ke dalam desikator dan didinginkan, lalu ditimbang sampai beratnya konstan. Sampel dimasukkan ke dalam cawan uap yang sudah konstan, kemudian dioven pada suhu 105°C selama 1 jam. Lalu didinginkan ke dalam desikator dan ditimbang sampai beratnya konstan (Badan Pengawasan Obat dan Makanan, 2001).

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

Derajat Keasaman

Analisis derajat keasaman dilakukan untuk mengetahui pH gelatin kering dari tulang ikan tongkol yang menunjukkan sifat kimia dari gelatin tersebut. Gelatin ditimbang sebanyak 1,5 gram dilarutkan dalam 100 mL aquadest sambil diaduk pada suhu 65°C selama 10-15 menit hingga larut kemudian dibaca derajat keasamannya menggunakan pH meter yang telah dikalibrasi dengan menggunakan buffer pH 4 dan pH 7 (Standard Testing Methods for Edible Gelatin., 2013).

Susut Pengerinan

Botol timbang yang sudah bersih, dioven pada suhu 105°C selama 30 menit yang bertujuan untuk menghilangkan air yang masih menempel pada botol timbang. Botol timbang dimasukkan ke dalam desikator dan didinginkan, lalu ditimbang sampai beratnya konstan. Sampel dimasukkan ke dalam botol timbang, kemudian dioven pada suhu 105°C selama 30 menit. Lalu didinginkan ke dalam desikator dan ditimbang sampai beratnya konstan (Badan Pengawasan Obat dan Makanan, 2001).

$$\text{Susut Pengerinan (\%)} = \frac{\text{berat gelatin awal} - \text{berat gelatin akhir}}{\text{berat gelatin awal}} \times 100\%$$

Viskositas

Gelatin kering dan gelatin standar dibuat konsentrasi 6,67% (b/v) dalam aquadest pada gelas kimia yang berbeda. Masing-masing larutan gelatin dipanaskan sampai suhu 60° C. Larutan disimpan pada alat viskometer, masukkan spindle dalam larutan, kecepatan putaran spindle diatur dan spindle dibiarkan berputar sampai diperoleh angka tetap (Gelatin Manufacturers Institute of America (GMIA), 2012)

HASIL DAN PEMBAHASAN OPTIMASI ISOLASI

Tabel 1. Kondisi Optimum isolasi gelatin

No	Proses	Tulang Ikan Tongkol	Tulang Ikan Gurame
1	Demineralisasi	HCl pH 2, 24 jam	pH 2, 24 jam
2	Hidrolisis Kolagen	HCl pH 2, 72 jam	HCl pH 2, 72 jam
3	Ekstraksi	60°C dalam air	60°C dalam air
4	Pengerinan	60°C	60°C

Proses hidrolisis kolagen dengan perendaman dalam larutan asam mampu mengubah serat kolagen triple heliks menjadi rantai tunggal. Perendaman harus dilakukan dengan tepat (waktu dan konsentrasinya), agar kolagen tidak larut yang dapat menyebabkan penurunan rendemen gelatin yang dihasilkan. Asam yang biasa digunakan dalam proses isolasi gelatin adalah asam sulfat, asam sulfit, asam fosfat, dan asam klorida, tetapi yang paling baik dan umum digunakan adalah asam klorida (HCl). Asam klorida (HCl) mempunyai kelebihan dibandingkan jenis asam lain karena asam klorida mampu menguraikan serat kolagen lebih banyak dan cepat tanpa mempengaruhi kualitas gelatin yang dihasilkan (Schmidt MM, Dornelles RCP, Mello R, Kubota EH, Mazutti M, Kempka AP, 2016)

Gelatin terbagi menjadi dua tipe berdasarkan perbedaan proses pengolahannya, yaitu tipe A dan tipe B. Dalam pembuatan gelatin tipe A, bahan baku diberi perlakuan perendaman dalam larutan asam sehingga proses ini dikenal dengan sebutan proses asam. Gelatin ikan dikategorikan sebagai gelatin tipe A. Secara ekonomis, proses asam lebih sering digunakan dibandingkan proses basa, karena perendaman dalam asam relatif lebih singkat dibandingkan proses basa (Al-Saidi, G., Mohammad S.R., & Ahmed A., 2010).

RENDEMEN

Nilai rendemen dari suatu pengolahan bahan merupakan parameter yang penting diketahui sebagai dasar untuk mengetahui potensi sumber bahan baku alternatif gelatin. Tulang ikan yang mempunyai kadar kolagen yang tinggi, dapat menjadi sumber alternatif untuk memperoleh gelatin.

Salah satu parameter yang mempengaruhi nilai rendemen adalah konsentrasi HCl. Meningkatnya konsentrasi HCl dapat mempengaruhi menurunkan nilai rendemen karena gelatin terhidrolisis menjadi asam amino dan larut dalam HCl. Konsentrasi HCl yang rendah juga dapat menurunkan nilai rendemen karena proses hidrolisis tidak optimum artinya gelatin masih terikat kuat pada jaringan tulang sehingga proses ekstraksi kurang efektif. Struktur tulang yang berongga akan menghasilkan rendemen gelatin yang rendah (M. H. Khirzin, 2019).

Nilai rendemen gelatin ikan laut lebih tinggi dibandingkan dengan ikan air tawar. Songchotikunpan et al. (2008) menambahkan bahwa variasi perbedaan nilai rendemen dapat disebabkan oleh adanya perbedaan komposisi proksimat, kandungan kolagen, dan kandungan komponen lain yang larut air pada tulang ikan dari spesies yang berbeda.

Tabel 2 Nilai Rendemen Gelatin

No	Sumber	Rendemen (%)
1	Tulang Ikan Tongkol	8,02
2	Tulang Ikan Gurame	4,33

Perbedaan hasil rendemen tiap jenis tulang ikan dapat dipengaruhi oleh perbedaan kolagen yang terkandung dari tiap tulang ikan. Menurut , perbedaan spesies ikan laut dan ikan tawar menyebabkan perbedaan struktur dan kandungan gelatin.

ANALISIS KUALITATIF

Analisis FTIR dilakukan untuk memastikan senyawa yang dihasilkan adalah gelatin dengan membandingkan hasil spektrum sampel dan dengan standar gelatin. Analisis FTIR merupakan teknik analisis yang cepat dan nondestruktif, sensitif dan memerlukan preparasi sampel yang sederhana, serta penggunaan reagen kimia dan pelarut dalam jumlah sedikit (Puspawati, NM, Simpen, IN & Miwada S, 2012)

Menurut Puspawati et al. (2012), gelatin memunculkan serapan IR khas amida A pada bilangan gelombang 3600–2300 cm^{-1} , amida I pada 1661–1636 cm^{-1} , amida II pada 1560–1335 cm^{-1} , dan amida III pada 1300–1200 cm^{-1} (Skoog, Dauglas A., West, Donald M., Holler, 1999)

Tabel 3. Karakteristik gugus fungsi gelatin tulang ikan tongkol dan tulang ikan gurame

Bilangan Gelombang (cm^{-1})	Bilangan Gelombang Puncak Serapan (cm^{-1})			Gugus Fungsi
	Gelatin Standar	Gelatin Tulang Ikan Tongkol	Gelatin Tulang Gurame	
3500-3100	3468.08	3464.15	3425.58	N-H amina O-H alkohol
2960-2850	2927.94	2924.09	2924.09	C-H alkana
	-	2852.72	2854.65	C-H alkana
1760-1690	-	1739.79	-	C=O keton
1690-1630	1633.71	1651.07	1635.64	C=O amida
1575-1480	1543.05	1533.41	1543.05	N-H amida sekunder
1470-1350	1440.83	1450.47	1458.18	C-H alkana
	1406.11	-	1404.18	C-H alkana
1360-1180	1338.67	1238.30	1234.44	C-N amina
1300-1000	1242.16	1165.00	1157.29	C-O alkohol
	1120.64	1085.92	-	C-O asam karboksilat
	-	1028.06	1056.99	C-O asam karboksilat
750-650	673.16	719.45	717.52	N-H amida sekunder

Gelatin yang berasal dari tulang ikan tongkol dan tulang ikan gurami memunculkan puncak serapan amida A masing- masing pada bilangan gelombang 3464,15 cm⁻¹ dan 3425,58 cm⁻¹. Gugus Amida I terlihat pada bilangan gelombang 1651,07 cm⁻¹ dan 1635 cm⁻¹. Gugus amida II muncul pada bilangan gelombang 1533,41 cm⁻¹ dan 1543,05 cm⁻¹. Daerah serapan gugus amida III terlihat pada bilangan gelombang 1238,30 cm⁻¹ dan 1234,44 cm⁻¹.

ANALISIS KUALITAS GELATIN

Tabel 4. Hasil analisis kualitas gelatin

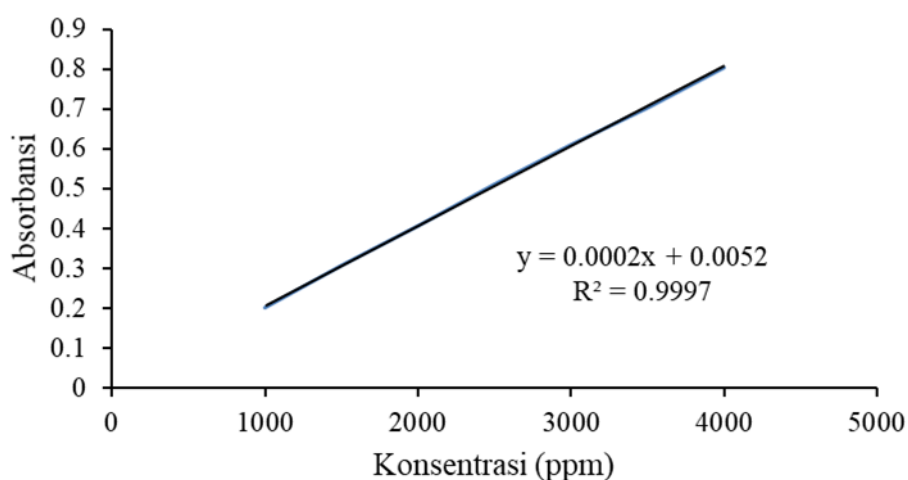
Parameter	Gelatin Pemanding	Gelatin Tuang Ikan tongkol	Gelatin Tulang ikan Gurame	Standar GMIA
Susut Pengeringan	3.78%,	2.31%.	12,39%.	15% (BPOM)
Kadar Air	13.52%	8.85%.	11,32%	8-15%
Kadar Abu	0.97%	1.87%.	1,56%.	0.3-2%
Derajat Keasaman	5,93	4.16	6,03	3.8-5.5
Viskositas	5cP	6.67 cP	5cP	1.5-7.5 cP

Analisis kadar air dalam gelatin bertujuan untuk mengetahui kandungan air yang dapat mempengaruhi kualitas gelatin, Kadar air pada gelatin merupakan parameter karena air dalam gelatin dapat menentukan daya tahan dan lama simpan gelatin tersebut. Jika kadar air dalam bahan pangan melebihi nilai yang telah ditetapkan dapat menyebabkan terjadinya pertumbuhan mikroorganisme, meningkatnya ketengikan dan reaksi non enzimatis yang dapat menimbulkan perubahan sifat organoleptik.

Kualitas gelatin yang berasal dari tulang ikan tongkol dan tulang ikan gurame hampir semua parameter memenuhi syarat GMIA dan BPOM. Nilai derajat keasaman gelatin dari tulang ikan gurame tidak memenuhi syarat GMIA. Pengukuran nilai pH gelatin penting dilakukan karena pH dapat mempengaruhi sifat-sifat gelatin lainnya seperti viskositas, kekuatan gel dan berpengaruh juga terhadap aplikasi gelatin dalam produk.

ANALISIS KADAR GELATIN

Kadar gelatin dianalisis menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis, dimana gelatin diderivatisasi menjadi senyawa yang berwarna biru menggunakan reagen Bradford yang mengandung coomassie brilliant blue. Sebagai pembanding digunakan gelatin standar dalam beberapa nilai konsentrasi dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum 562 nm



Gambar 1. Kurva kalibrasi larutan standar

Berdasarkan kurva kalibrasi diatas diperoleh kadar gelatin dari tulang ikan tongkol dan tulang ikan gurami masing- masing 74.68% dan 57,46% b/b. Kandungan gelatin dari ikan tulang ikan tongkol lebih besar. Perbedaan nilai rendemen ditentukan oleh habitat tempat hidup ikan yang akan mempengaruhi kadar kolagennya, dimana kadar kolagen ikan laut lebih tinggi dibandingkan dengan ikan air tawar. Menurut Gomez-Guillen (2011), (Gomez-Guillen, M. C., Gimenez, B., LopezCaballero, M. A. dan Mo 2011) (Gomez-Guillen, M. C., Gimenez, B., LopezCaballero, M. A. dan Montero, 2011)perbedaan spesies ikan laut dan ikan tawar menyebabkan perbedaan struktur dan kandungan gelatin.

KESIMPULAN

- a. Isolasi gelatin dari sumber ikan tongkol dan ikan gurami memiliki kondisi optimasi yang sama
- b. Rendemen gelatin dari sumber ikan tongkol lebih besar dibandingkan engan ikan gurami
- c. Gugus fungsi pada molekul gelatin kedua sumber ikan berada pada rentang bilangan gelombang sesuai dengan standar
- d. Kualitas gelatin yang berasal dari tulang ikan tongkol dan tulang ikan gurame hampir semua parameter memenuhi syarat GMIA dan BPOM
- e. Kadar gelatin dari ikan tulang ikan tongkol lebih besar dari pada gelatin dari tulang ikan gurame

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Saidi, G., Mohammad S.R.,& Ahmed A., N. G. (2010). Thermal Characteristics of Gelatin Extracted from Shaari Fish Skin (Effect of Extraction Conditions). *Journal Therm Anal Calorim*, 104, 593–603. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10973-010-1240-8>
- Badan Pengawasan Obat dan Makanan. (2001). *Kodeks Makanan Indonesia*. Jakarta: Badan Pengawasan Obat dan Makanan.
- Gelatin Manufactur. (2004). *Gelatin Food Science*.
- Gelatin Manufacturers Institute of America (GMIA). (2012). *Gelatin Handbook*. United States of America: Gelatin Manufacturers Institute of America.
- Gomez-Guillen, M. C., Gimenez, B., LopezCaballero, M. A. dan Montero, M. P. (2011). Functional and Bioactive Properties of Collagen and Gelatin from Alternative Sources: A Review. *Food Hydrocolloids*, 25(8), 1813–1827. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2011.02.007>
- M. H. Khirzin, S. T. dan F. (2019). Ekstraksi dan Karakterisasi Gelatin Tulang Itik Menggunakan Metode Ekstraksi Asam. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 14(2), 119–127. Retrieved from <https://ejournal.unib.ac.id/index.php/jspi/article/view/5884>
- Marousek J, Marouskova A, Myskova K, Vachal J, Vochozka M, Z. J. (2015). Techno-economic assesment of collagen casings waste management. *Journal of Environmental Science and Technology*, 12(10), 3385–3390. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s13762-015-0840-z>
- Puspawati, NM, Simpen, IN & Miwada S, I. (2012). *Isolasi gelatin dari kulit ayam broiler dan karakterisasi gugus fungsinya dengan spektrofotometri FTIR*. Universitas Udayana.
- Schmidt MM, Dornelles RCP, Mello R, Kubota EH, Mazutti M, Kempka AP, D. I. (2016). Collagen extraction process. *International Food Research Journal*, 23(3), 913–922.
- Skoog, Dauglas A., West, Donald M., Holler, F. J. (1999). *Analytical Chemistry An Intrduction. Seventh Edition*. United States of America: Saunder Colleg Publishing.
- Standard Testing Methods for Edible Gelatin. (2013). *No Title*. United States of America: Gelatin Manufacturers Institute of America.
- Ward, A. C. A. (1997). *The Scient and Technology Of Gelatin*. New York: Academic Press.