



Physical Characteristics of Fishbone Gelatin (Gel Strength, Viscosity, and pH): Review

Karakteristik Fisik Gelatin Tulang Ikan (Kekuatan Gel, Viskositas, dan pH): Review

Silviwanda¹, Najib Tuisina Naenum¹

Program Studi Pendidikan Teknologi Agroindustri FPTK Universitas Pendidikan Indonesia
Jl. Dr. Setiabudi No.229, Isola, Kec. Sukasari, Kota Bandung, Jawa Barat 40154

Abstract. Gelatin is a polypeptide molecule derived from collagen, the main protein that forms the skin and bones in animals. Gelatin serves various functions in the food industry, acting as a stabilizer, whipping agent, gel-former, and binder agent. Research on utilizing fish bones for gelatin production has been widely conducted. Gel strength, viscosity, and pH are some of the physical characteristic parameters of fish bone gelatin. Gelatin's ability to transition between the gel and sol phases, or its reversible nature, is reflected in its gel strength. Viscosity of gelatin reflects the molecule's ability to flow in solutions, whether they are simple organic liquids or dilute suspensions, playing a crucial role in maintaining emulsion stability. The acidity level (pH) in fish bone gelatin is influenced by the pH of the hydrolysis or extraction solution, while the source of gelatin, acidity level, extraction method, temperature, and duration also impact the gel strength and viscosity values. Therefore, there is a need for a study on the physical characteristics such as gel strength, viscosity, and pH of fish bone gelatin.

OPEN ACCESS

ISSN 2541-5816
(online)

*Correspondence:
Silviwanda
silviw@upi.edu

Received: 12-11-2023
Accepted: 30-01-2024
Published: 31-01-2024

Citation:

Silviwanda and Naenum N. T.
(2024). Physical
Characteristics of Fishbone
Gelatin (Gel Strength,
Viscosity, and pH): Review..
*Journal of Tropical Food and
Agroindustrial Technology*
05:01

doi: [10.21070/jtfat.v5i01.1619](https://doi.org/10.21070/jtfat.v5i01.1619)

Keywords: gelatin, gel strength, fish bone, pH, viscosity

Abstrak. Gelatin adalah molekul polipeptida yang berasal dari kolagen yang merupakan protein utama yang membentuk jaringan kulit dan tulang pada hewan. Gelatin memiliki banyak fungsi yang perannya bermanfaat dalam bidang industri pangan sebagai penstabil (*stabilizer*), pembentuk busa (*whipping agent*), pembentukan gel, dan pengikat (*binder agent*). Pemanfaatan tulang ikan menjadi gelatin sudah banyak dilakukan penelitian. Kekuatan gel, viskositas, dan pH merupakan salah satu parameter karakteristik fisik gelatin tulang ikan secara keseluruhan. Kemampuan gelatin untuk bertransisi antara fase gel dan sol, atau bersifat *reversible* tercermin melalui kekuatan gel. Viskositas gelatin mencerminkan kemampuan molekul untuk mengalir dalam larutan, baik itu berupa cairan organik sederhana maupun suspensi encer yang berperan penting dalam menjaga stabilitas emulsi. Derajat keasaman (pH) pada gelatin tulang ikan dipengaruhi oleh pH dari larutan perendaman hidrolisis atau ekstraksi gelatin, sedangkan sumber gelatin, derajat keasaman, metode, suhu, dan lamanya ekstraksi berpengaruh terhadap nilai kekuatan gel dan viskositas. Oleh karena itu, perlu adanya kajian mengenai karakteristik fisik, seperti kekuatan gel, viskositas, dan pH gelatin tulang ikan.

Kata kunci: gelatin, kekuatan gel, tulang ikan, pH, viskositas

PENDAHULUAN

Gelatin adalah molekul polipeptida yang berasal dari kolagen yang merupakan protein utama yang membentuk jaringan kulit dan tulang pada hewan (Hasan & Dwijayanti, 2022), serta diproduksi melalui proses hidrolisis kolagen (GMIA, 2019). Gelatin dapat diperoleh dari kulit dan tulang hewan, seperti babi, sapi, dan ikan (Febriana *et al.*, 2021). Gelatin memiliki banyak fungsi, diantaranya sebagai bahan penstabil (*stabilizer*), pengemulsi (*emulsifier*), zat pengikat, zat pengental, plastik alternatif (*edible film*), serta bahan matriks untuk implan (Santosa *et al.*, 2018).

Penggunaan gelatin dalam bidang industri pangan dimanfaatkan untuk penstabil (*stabilizer*), pembentuk busa (*whipping agent*), pembentukan gel, dan pengikat (*binder agent*) (Gómez-Guillén *et al.*, 2011). Produk pangan yang mengandung gelatin, diantaranya produk *yoghurt* (Huang *et al.*, 2021), permen (Mukhaimin, 2022), *marshmallow* (Putra, 2021), es krim (Andini, 2021), susu 0,5% gelatin, *yoghurt* 0,15% gelatin (Rahmawati & Kusnadi, 2018), dan produk daging 3% (Hafid *et al.*, 2020). Pada pembuatan permen jeli, gelatin berfungsi sebagai pembentuk gel (Basuki *et al.*, 2014), sedangkan di industri farmasi, gelatin dimanfaatkan untuk produksi kapsul keras dan lunak (Nhari, 2012).

Gelatin yang beredar di pasaran Indonesia berasal dari impor luar negeri. Gelatin impor umumnya diproses dari bahan baku tulang dan kulit sapi ataupun babi yang berasal dari negara-negara yang penduduknya nonmuslim sehingga menimbulkan keraguan akan status kehalalan gelatin tersebut (Gita, 2020). Gelatin dari kulit babi tidak diterima oleh masyarakat muslim karena diharamkan dan tidak diterima oleh masyarakat Majusi (Atma, 2016). Produksi gelatin dari kulit babi mencapai 46%, kulit sapi 29,4%, tulang sapi 23,1%, dan sumber alternatif 1,5% dari total produksi gelatin dunia (Karim & Bhat, 2009). Sebagai bentuk upaya menghilangkan keraguan atas kehalalan produk dengan mengurangi gelatin impor, diperlukan penggantian sumber utama gelatin sapi atau babi dengan gelatin ikan (Gunawan *et al.*, 2017).

Ikan merupakan komoditas hasil laut yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Sekitar sepertiga berat ikan berasal dari bagian kulit dan tulang ikan (Sanaei *et al.*, 2013). Produksi gelatin dapat diperoleh dari kulit dan tulang ikan (Ratnasari *et al.*, 2013). Kulit ikan biasanya dimakan sekaligus dengan daging ikan atau kerap kali dimanfaatkan sebagai bahan olahan kerupuk, diantaranya kerupuk kulit ikan nila (Purnamayati *et al.*, 2018; Vina *et al.*, 2021), ikan buntal (Sari, 2014), ikan tuna, dan kerupuk kulit ikan kakap (Utami, 2018). Berbeda dengan tulang ikan yang jarang pemanfaatannya, tulang ikan sering kali dibuang dan tidak dimanfaatkan lebih lanjut. Meski begitu, banyak penelitian telah dilakukan mengenai gelatin dari berbagai jenis tulang, termasuk gelatin yang berasal dari tulang ikan bandeng (Dewi *et al.*, 2009), ikan tenggiri (Rachmania *et al.*, 2013), ikan gabus (Wulandari *et al.*, 2013), ikan nila (Wijaya *et al.*, 2015), ikan pari (Santoso *et al.*, 2015), ikan tuna (Panjaitan, 2017), ikan patin (Pertiwi *et al.*, 2018), ikan belida (Mahmuda *et al.*, 2018), ikan tongkol, dan gurame (Tuslinah, 2022).

Karakteristik fisik penting pada gelatin, meliputi kekuatan gel, tekstur, dan viskositas (Badii & Howell, 2006; Ratnasari *et al.*, 2013). Kekuatan gel, viskositas, dan pH merupakan karakteristik fisik yang menjadi parameter pemilihan gelatin tulang ikan secara keseluruhan. Kekuatan gel, viskositas, dan pH juga berpengaruh terhadap tingkat kesukaan konsumen. Karakteristik fisik dari gelatin tulang ikan yang tidak sesuai dengan standar gelatin dapat menyebabkan adanya penolakan dari konsumen karena kurang dalam kegunaannya di industri. Oleh karena itu, perlu adanya kajian mengenai karakteristik fisik, termasuk kekuatan gel, viskositas, dan pH pada gelatin tulang ikan.

PEMBAHASAN

Karakteristik fisikokimia gelatin dipengaruhi oleh sumber gelatin dan metode ekstraksi (Alfaro *et al.*, 2009; Taheri *et al.*, 2009). Gelatin yang berasal dari ikan yang habitatnya di perairan hangat menunjukkan karakteristik fisik yang lebih unggul jika dibandingkan dengan gelatin dari ikan yang habitatnya di perairan dingin (Zhang *et al.*, 2011). Ekstraksi gelatin dari ikan kakap merah terdiri dari dua jenis, yaitu tipe A dan B (Suryanti *et al.*, 2006). Pengelompokan gelatin tersebut berdasarkan pada proses pengolahannya. Gelatin tipe A dihasilkan melalui pengolahan bahan baku yang direndam dalam larutan asam yang dikenal sebagai proses asam. Di sisi lain, gelatin tipe B dihasilkan melalui perendaman bahan baku dalam larutan basa yang disebut sebagai proses basa (Suryanti *et al.*, 2006).

Ekstraksi gelatin tulang ikan biasanya dilakukan dengan dua tahap, yakni *pre-treatment* dengan asam atau basa dan *main extraction* dengan air hangat (Atma & Ramdhani, 2017). Menurut Mariod & Adam (2013), ekstraksi dengan asam sitrat lebih disukai, aman, dan tidak membutuhkan tahapan penanganan lainnya dalam produksi gelatin untuk bahan pangan. Di Indonesia, tulang ikan yang sudah diteliti proses ekstraksinya dengan menggunakan asam sitrat adalah tulang ikan patin (Pertiwi, 2018), ikan katombo (Nurhaeni *et al.*, 2018), ikan bandeng (Hasan & Dwijayanti,

2022), ikan mujair (Darwin *et al.*, 2018), ikan tenggiri (Fernianti, 2020), ikan kembung (El Madina, 2022), dan ikan kakap merah (Syahraeni *et al.*, 2017). Karakteristik fisik penting pada gelatin, meliputi kekuatan gel, tekstur, dan viskositas (Badii & Howell, 2006; Ratnasari *et al.*, 2013). Berikut menggunakan gelatin tulang ikan pada produk pangan dapat disajikan pada [Tabel 1](#).

Tabel 1. Penggunaan Gelatin Tulang Ikan pada Produk Pangan

Produk	Jenis gelatin	Keterangan	Sumber
Frozen Yogurt	Gelatin tulang ikan bandeng	Penambahan gelatin tulang ikan bandeng pada pembuatan <i>frozen yogurt</i> menghasilkan tekstur yang lembut, menghambat pelelehan pada suhu ruang, dan mempertahankan jumlah BAL yang hidup.	Puspa <i>et al.</i> (2023)
Permen jelly	Gelatin tulang ikan nila merah	Pemanfaatan tulang ikan nila sebagai salah satu sumber bahan gelatin dapat dijadikan upaya dalam pengembangan produk alternatif permen <i>jelly</i> komersil yang halal.	Putri <i>et al.</i> (2022)
Marshmallow	Gelatin tulang ikan patin	Penggunaan gelatin tulang ikan patin pada pembuatan produk <i>marshmallow</i> dapat meningkatkan tekstur dan <i>cewing ebilite</i> .	Adi <i>et al.</i> (2022)
Es krim	Gelatin tulang ikan nila	Penambahan gelatin tulang ikan nila sebagai bahan penstabil dalam es krim memiliki efektivitas yang baik.	Rahmatullah & Daniyanti (2019)

1. Kekuatan Gel

Sifat gel (kekuatan gel) merupakan indeks penting untuk mengevaluasi kualitas gelatin (Aksun *et al.*, 2019). Pentingnya kekuatan gel mencerminkan kapabilitas gelatin dalam membentuk gel sehingga penggunaannya begitu luas, baik dalam industri pangan maupun di luar industri pangan (Junianto *et al.*, 2006). Untuk penggunaan industri, kekuatan gel menjadi pertimbangan dalam menentukan kelayakan penggunaan gelatin (Puspawati *et al.*, 2014). Kemampuan gelatin untuk bertransisi antara fase gel dan sol, atau bersifat *reversible* tercermin melalui kekuatan gel. Karakteristik ini menjadikan gelatin memiliki aplikasi yang luas, baik dalam konteks pangan maupun di luar industri pangan (Kusumawati *et al.*, 2008).

Kekuatan gel yang dikenal sebagai nilai bloom adalah ukuran kekuatan dan kekakuan gelatin yang mencerminkan berat molekul rata-rata konstituennya dan standarnya berada antara 50-300 g.bloom (Hanani, 2016; GMIA, 2019). Di sisi lain, SNI memiliki standar kekuatan gel sebesar 75-250 g.bloom (BSN, 1995). Bloom menunjukkan besarnya beban yang dibutuhkan sebagai sumber tekanan di daerah tertentu pada bagian muka sampel sejauh 4 mm (GMIA, 2019). Nilai bloom yang lebih tinggi menunjukkan kekuatan gelatin yang lebih besar. Berdasarkan jenis produk yang dibutuhkan dan fungsinya, nilai bloom dapat berbeda pada gelatin yang digunakan (Hanani, 2016). Berikut kekuatan gel pada beberapa gelatin tulang ikan dapat disajikan pada [Tabel 2](#). Kekuatan gel pada beberapa gelatin tulang ikan dapat disajikan pada [Tabel 2](#).

Muyonga *et al.* (2004) menyatakan bahwa kekuatan gel gelatin dipengaruhi oleh konsentrasi gelatin, berat molekul, bentuk ikatan, serta komposisi asam amino. Hal ini sejalan dengan pernyataan Sanaei *et al.* (2013) bahwa kekuatan gel dipengaruhi oleh komposisi asam amino prolin dan hidrosiprolin gelatin. Selain itu, bahan baku, perlakuan awal, dan kondisi ekstraksi (pH, waktu, dan khususnya suhu) dapat mempengaruhi sifat-sifat gelatin (Mad-Ali *et al.*, 2017; Sinthusamran *et al.*, 2016).

Kondisi asam memiliki kemampuan untuk mengubah struktur *triple-helix* serat kolagen menjadi rantai tunggal sehingga mengakibatkan berat molekul yang dihasilkan menjadi lebih kecil dibandingkan ketika mengalami perlakuan enzim (Hidayat *et al.*, 2016). Hal ini diperjelas oleh Yang & Shu (2014) bahwa enzim dapat menghidrolisis protein kolagen secara selektif sehingga enzim kurang kuat dalam merusak protein. Metode enzim bisa mendapatkan struktur protein *triple-helix* yang utuh dan menghasilkan sifat fisik dan kimia yang stabil.

Tabel 2. Kekuatan Gel Beberapa Gelatin Tulang Ikan

Jenis gelatin	Kekuatan gel	Sumber
Tulang ikan kakap	167,86 g.bloom	Nurmilah & Mujdalipah (2018)
Tulang ikan belida	151,45 g.bloom	Mahmuda <i>et al.</i> (2018)
Tulang ikan patin	364,19 g.bloom	Pertiwi <i>et al.</i> (2018)
Tulang ikan tuna	206,20 g.bloom	Hapsari <i>et al.</i> (2017)
Tulang ikan nila	376,21 g.bloom	Hidayat <i>et al.</i> (2016)
Tulang rawan ikan pari	103,03 g.bloom	Santoso <i>et al.</i> (2015)
Tulang ikan gabus	202,9 g.bloom	Wulandari <i>et al.</i> (2013)

Metode asam memiliki tingkat degradasi molekul kolagen yang sangat tinggi dibandingkan dengan metode enzim sehingga produk atau gelatin yang dihasilkan akan memiliki berat molekul yang lebih kecil.

Kekuatan gel disebabkan oleh interaksi molekul air dengan ikatan hidrogen yang membentuk struktur tiga dimensi yang stabil (Chandra & Shamasundar, 2015). Pembentukan ikatan hidrogen antara molekul air dan gugus hidroksil bebas asam amino dalam gelatin bertanggung jawab untuk kekuatan gel (Babel, 1996). Kekuatan gel juga tergantung pada titik isoelektrik larutan gelatin. Untuk memverifikasi ini, gelatin tulang diperiksa pada berbagai pH dan hasilnya menunjukkan bahwa kekuatan gel meningkat seiring dengan pH maksimum sebesar 7,0 dan kemudian menurun. Oleh karena itu, gel yang padat dan kaku dapat dibentuk dengan mengatur pH gelatin dekat dengan titik isoelektriknya karena protein lebih banyak netral dan polimer gelatin semakin dekat satu sama lain (Gudmundsson & Hafsteinnsson, 1997).

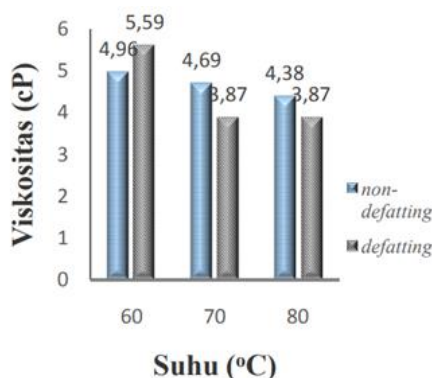
Gelatin yang berasal dari ikan menunjukkan perbedaan dengan gelatin yang berasal dari mamalia, termasuk perbedaan pada titik leleh dan kekuatan gel. Gelatin ikan memiliki titik leleh dan kekuatan gel yang lebih rendah dibandingkan dengan gelatin mamalia. Meskipun demikian, viskositas gelatin ikan lebih tinggi dibandingkan dengan gelatin mamalia (Hermanto *et al.*, 2014). Penyebab rendahnya kekuatan gel diduga disebabkan oleh ketidakmampuan melakukan hidrolisis secara selektif dan kurangnya kemampuan untuk mendegradasi protein kolagen dengan baik. Akibatnya, pada proses ekstraksi protein kolagen belum terjadi pemutusan atau kerusakan pada ikatan struktur *triple-helix* secara memadai (Hidayat *et al.*, 2016). Kekuatan gel bergantung pada panjang rantai asam amino dan ketika kolagen mengalami hidrolisis hingga tingkat yang lebih sederhana, kekuatan gel dapat meningkat. Hidrolisis kolagen dapat menghasilkan rantai polipeptida yang lebih panjang (Huda *et al.*, 2013).

2. Viskositas

Viskositas gelatin mencerminkan kemampuan molekul untuk mengalir dalam larutan, baik itu berupa cairan organik sederhana maupun suspensi encer (Pertiwi *et al.*, 2018). Sumber lain mengatakan viskositas gelatin merupakan interaksi hidrodinamik antara molekul-molekul gelatin dalam larutan (Stainsby, 1977). Peningkatan sistem koloid dalam larutan dapat terjadi melalui proses pengentalan cairan yang mengakibatkan absorpsi dan pengembangan koloid. (Haris, 2008). Viskositas pada gelatin biasanya diukur kekentalannya menggunakan *viscometer Ooswalt* (Wardhana *et al.*, 2022; Nasution *et al.*, 2018). Viskositas gelatin berperan penting dalam membentuk dan menjaga stabilitas sistem emulsi (Mahmoodani *et al.*, 2014). Viskositas sangat berkorelasi dengan parameter yang dijelaskan sebelumnya, yaitu kekuatan gel yang memiliki peran penting (Permata, 2016).

Menurut Wulandari *et al.* (2013), faktor yang memengaruhi viskositas gelatin adalah keberadaan komponen nonkolagen, suhu, berat molekul, dan struktur protein. Menurut Lestari (2005), ketika mineral hadir dalam jumlah yang berlebihan dapat memengaruhi sifat-sifat gelatin, seperti kekuatan gel, titik leleh, dan viskositas. Khususnya, jika mineral-mineral tersebut berinteraksi dengan gugus reaktif dari molekul gelatin, seperti gugus OH, COOH, dan NH₂. Gelatin yang memiliki tingkat hidroksi prolin yang tinggi menunjukkan sifat viskoelastisitas yang tinggi (Gómez-Guillén *et al.*, 2001). Nilai viskositas yang kurang baik dipengaruhi oleh struktur gelatin yang dimiliki oleh tulang ikan. Struktur gelatin mudah terdegradasi oleh panas sehingga semakin lama proses pemanasan maka struktur rantai gelatin yang dihasilkan akan putus dan semakin pendek (Febriani, 2021). Penyingkatan rantai asam amino akan mengakibatkan penurunan nilai viskositas (Huda *et al.*, 2013). Pengaruh suhu terhadap nilai viskositas dapat terlihat pada [Gambar 1](#).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Wulandari *et al.* (2013) dapat dilihat bahwa semakin tinggi suhu pemanasan maka semakin rendah nilai viskositas. Faktor lainnya yang mempengaruhi nilai viskositas adalah pH, konsentrasi gelatin (Febriana *et al.*, 2021), dan juga lamanya proses pemanasan (Darwin *et al.*, 2018). Semakin rendah nilai pH maka viskositas yang dihasilkan juga semakin rendah. Perbedaan konsentrasi larutan asam memiliki dampak pada berat molekul (BM) gelatin yang dihasilkan (Hidayat *et al.*, 2016).



Gambar 1. Rata-rata Viskositas Gelatin Tulang Ikan Gabus (Wulandari *et al.*, 2013)

Penurunan berat molekul gelatin juga menyebabkan distribusi molekul gelatin dalam larutan menjadi lebih cepat yang pada akhirnya menghasilkan nilai viskositas yang rendah (Avena *et al.*, 2006). Viskositas pada beberapa gelatin tulang ikan dapat dilihat pada [Tabel 3](#).

Tabel 3. Viskositas Beberapa Gelatin Tulang Ikan

Jenis gelatin	Viskositas (cP)	Sumber
Tulang ikan bandeng dengan ekstraksi asam sitrat 7%	7	Hasan & Dwijayanti (2022)
Tulang ikan tongkol dengan perendaman asam klorida pH 2	4,16	Tusnilah (2022)
Tulang ikan nila dengan ekstraksi asam sitrat 6%	5,1	Suliasih <i>et al.</i> (2020)
Tulang ikan patin dengan ekstraksi asam sitrat 1%	3,83	Pertiwi <i>et al.</i> (2018)
Tulang ikan patin dengan ekstraksi limbah buah nanas	3,17	Atma <i>et al.</i> (2018)
Tulang ikan mujair dengan ekstraksi asam sitrat 9%	2,68-4,74	Darwin <i>et al.</i> (2018)
Tulang ikan lele dengan ekstraksi HCl 4%	5,5	Widiastri & Sudaryanto (2016)
Tulang ikan nila dengan enzim papain	7,57	Hidayat <i>et al.</i> (2016)

Nilai viskositas pada [Tabel 3](#), telah memenuhi standar mutu gelatin menurut *Gelatin Manufactures Institute of America* karena berada pada kisaran nilai viskositas 1,5 – 7,5 cP (GMIA, 2019). Hasil yang berbeda-beda menunjukkan variasi viskositas secara alami, yaitu perbedaan spesies ikan dan juga pengaruh metode ekstraksi (Nasution *et al.*, 2018). Berbeda dengan penelitian Hidayat *et al.* (2016), hidrolisis tulang ikan nila dilakukan dengan enzim papain menghasilkan viskositas yang cukup tinggi sebesar 7,57 cP. Hal ini diduga oleh rantai asam amino yang dihasilkan oleh bahan hidrolisis enzim papain lebih panjang dibandingkan dengan bahan hidrolisis asam fosfat karena hidrolisis yang dilakukan oleh enzim dapat mempertahankan struktur protein kolagen *triple-helix* berbeda dengan perlakuan asam yang mampu memotong atau memutus ikatan *triple-helix* tersebut menjadi rantai tunggal sehingga berat molekul yang dihasilkan kecil (Hidayat *et al.*, 2016).

Peningkatan konsentrasi asam mengakibatkan peningkatan jumlah kation asam yang terperangkap dalam ossein sehingga pH yang terukur menjadi lebih rendah (menjadi asam), proses hidrolisis kolagen akan terus berlanjut, dan menyebabkan degradasi polimer kolagen (Stainsby, 1977). Ward & Courts (1977) menyatakan bahwa viskositas berkaitan dengan berat molekul rata-rata gelatin dan distribusi molekulnya, sementara berat molekul gelatin berhubungan secara langsung dengan panjang rantai asam amino. Semakin panjang rantai asam amino maka nilai viskositasnya akan semakin tinggi. Perbedaan konsentrasi larutan asam juga mempengaruhi berat molekul gelatin yang dihasilkan.

3. Derajat Keasaman (pH)

Salah satu parameter yang digunakan untuk menetapkan standar kualitas gelatin adalah tingkat keasaman (pH). *Gelatin Manufacturing Institute of America* (GMIA) menetapkan standar pH gelatin untuk tipe A pada rentang 3,8-5,5 (GMIA, 2019), sedangkan standar SNI sebesar 3,8-6,0 (BSN, 1995). Menurut Iqbal *et al.* (2015), pentingnya melakukan pengukuran pH terletak pada pengaruhnya terhadap sifat-sifat gelatin lainnya, seperti viskositas, kekuatan gel, dan juga pada aplikasi gelatin dalam berbagai produk. Pengukuran pH digunakan untuk memahami kondisi dan jenis beban yang ditemui dalam gelatin. Gelatin merupakan rangkaian polipeptida yang terdiri dari beragam asam amino. Sifat asam amino bersifat *zwitter* atau dipolar karena memiliki gugus fungsi negatif (COO⁻) dan gugus fungsi positif (NH₃⁺) dalam struktur kimianya (Winarno, 2002).

Asam amino juga bersifat amfoterik yang dapat berperilaku sebagai asam, netral, atau basa tergantung pada kondisi lingkungan. Hal ini sejalan dengan pendapat Nurul & Sarbon (2015) bahwa karakteristik amfoterik pada gelatin muncul dari gugus asam amino yang melibatkan pembentukan gugus fungsi asam amino dan terminal amino, serta gugus karboksil selama proses hidrolisis dalam larutan asam kuat. Sebagai hasilnya, gelatin membawa muatan positif dan berperan sebagai kation yang bermigrasi dalam medan listrik. Dengan larutan alkali kuat, gelatin menjadi bermuatan negatif dan bermigrasi sebagai anion. Tidak ada migrasi yang terjadi di titik tengah ketika titik isoelektrik adalah nol. pH beberapa gelatin tulang ikan dapat disajikan pada [Tabel 4](#).

Tabel 4. pH Beberapa Gelatin Tulang Ikan

Jenis gelatin	pH	Sumber
Tulang ikan gabus	6	Jaya & Rochyani (2020)
Tulang ikan belida	5,11	Mahmuda <i>et al.</i> (2018)
Tulang ikan patin	4,462	Pertiwi <i>et al.</i> (2018)
Tulang ikan tuna	7,59	Cahyono <i>et al.</i> (2018)
Tulang ikan nila	5,11	Hidayat <i>et al.</i> (2016)
Tulang rawan ikan pari mondol	5,79	Santoso <i>et al.</i> (2015)
Tulang ikan kakap merah	4,6	Shakila <i>et al.</i> (2012)

Menurut Yustika (2000), banyaknya perlakuan asam dan lama perendaman mengakibatkan penyerapan asam ke dalam kolagen yang mengalami pembengkakan, dan kemudian terperangkap dalam jaringan fibril kolagen. Hal ini menyebabkan mineral-mineral, seperti kalsium, natrium, klor, fosfor, magnesium, dan belerang ikut mengalami hidrolisis selama proses ekstraksi dan pada akhirnya memengaruhi tingkat keasaman gelatin yang dihasilkan. Menurut Peranginangin *et al.* (2004), semakin tinggi pH larutan perendaman maka konsentrasi larutan asam yang diserap selama perendaman semakin rendah, begitupun sebaliknya. Hal ini sejalan dengan pendapat Nurilmala (2004) bahwa penggunaan asam adalah penyebab dari rendahnya nilai pH pada gelatin tulang. Kondisi ini disebabkan oleh adanya residu asam yang masih terbawa setelah proses demineralisasi pada tahap ekstraksi yang kemudian memengaruhi tingkat keasaman pada gelatin yang dihasilkan.

Menurut Astawan dan Aviani (2003), nilai pH gelatin memengaruhi penggunaannya dalam berbagai aplikasi. Gelatin dengan pH rendah sangat cocok digunakan dalam produk, seperti jus, jeli, sirup, dan sebagainya. Sementara itu, gelatin dengan pH netral sangat sesuai untuk produk-produk daging, farmasi, fotografi, dan lain-lain. Faktor pH gelatin ini dipengaruhi secara signifikan oleh jenis larutan perendam yang digunakan selama proses ekstraksi gelatin.

KESIMPULAN

Gelatin tulang ikan memiliki parameter karakteristik fisik secara keseluruhan diantaranya kekuatan gel, viskositas, dan derajat keasaman (pH). Kekuatan gel pada gelatin dipengaruhi oleh degradasi protein bahan baku atau panjangnya asam amino akhir setelah proses pembuatan. Viskositas pada gelatin menunjukkan daya aliran molekul gelatin dalam larutan yang dipengaruhi oleh sumber gelatin dan metode ekstraksi. Derajat keasaman (pH) pada gelatin tulang ikan dipengaruhi oleh pH dari larutan perendaman hidrolisis atau ekstraksi gelatin, sedangkan sumber gelatin, derajat keasaman, metode, suhu, dan lamanya ekstraksi berpengaruh terhadap nilai kekuatan gel dan viskositas.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, C. P., Prasetyati, S. B., Sebayang, E. A. B. & Aripudin. (2022). Pemanfaatan Gelatin Tulang Ikan Patin (*Pangasius sp.*) pada Produk *Marshmallow*. *Jurnal Barakuda* 45. 4(2):141-150.
- Aksun, T., E.T.; Cansu, U.; Boran, G.; Regenstein, J.M.; Ozogul, F. (2019). Physiochemical and Functional Properties of Gelatin Obtained from Tuna, Frog and Chicken Skins. *Food Chem.* 287:273–279.
- Andini, E. K. (2021). Studi Literatur Potensi Gelatin Ikan dan Perannya Untuk Meningkatkan Kualitas Es Krim. *Tesis*. Universitas Katolik Soegijapranata. Semarang.
- Astawan, M., dan Aviana, T. (2003). Pengaruh Jenis Larutan Perendaman serta Metode Pengeringan terhadap Sifat Fisik, Kimia, dan Fungsional Gelatin dari Kulit Cucut. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan.* 14(1):7-12.
- Atma, Y. & Ramdhani, H. (2017). Identifikasi Gelatin Dari Tulang Ikan Patin Hasil Ekstraksi Menggunakan Kulit Nanas Dengan Elektroforesis Vertikal. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi*. Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Atma, Y. (2016). Pemanfaatan Limbah Ikan sebagai Sumber Alternatif Produksi Gelatin dan Peptida Bioaktif. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi*. Jakarta.
- Atma, Y., Ramdhani, H. (2017). Gelatin Extraction the Indegenous *Pangasius Catfish* Bone Using Pineapple Liquid Waste. *Indonesian Journal of Biotechnology.* 22(2):86-91.
- Atma, Y., Ramdhani, H., Mustopa, A. Z., Pertiwi, M., & Maisarah, R. (2018). Karakteristik Fisikokimia Gelatin Tulang Ikan Patin (*Pangasius sutchi*) Hasil Ekstraksi Menggunakan Limbah Buah Nanas (*Ananas comosus*). *Agritech: Jurnal Fakultas Teknologi Pertanian UGM.* 38(1):56-63.
- Avena-Bustillos R.J., C.W. Olsen, D.A. Olson, B. Chiou, E. Yee, P.J. Bechtel, dan L.H.Mc Hugh. (2006). Water Vapor Permeability of Mamalian and Fish Gelatin Films. *J. Food Sci.* 71(4):202-207.
- Babel, W. (1996). *Gelatine - a Versatile Biopolymer*. *Chemie in unserer Zeit*, 06/98, Information from Deutsche Gelatine-Fabriken Stoess AG. 10 pp.
- Badii, F., & Howell, N. K. (2006). Fish Gelatin: Structure Gelling Properties and Interaction with Egg Albumen Proteins. *Food Hydrocolloids.* 20(5):630-640.
- Basuki, E. K., Mulyani, T, dan Hidayat, L. (2014). Pembuatan Permen Jelly Nanas dengan Penambahan Karagenan dan Jelatin. *Jurnal Rekapangan.* 8(1):39–49.
- BSN. (1995). *Mutu dan Cara Uji Gelatin Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3735-1995*. Dewan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Cahyono, E., Rahmatu, R., Ndobe, S., Mantung, A. (2018). Ekstraksi Dan Karakterisasi Gelatin Tulang Tuna pada Berbagai Konsentrasi Enzim Papain. *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan.* 7(2):148-153.
- Chandra, M. V., & Shamasundar, B. A. (2015). Texture Profile Analysis and Functional Properties of Gelatin from The Skin of Three Species of Fresh Water Fish. *International Journal of Food Properties.* 18(3):572-584.
- Alfaro, A. T., Costa, C. S., Fonseca, G., & Prentice, C. (2009). Effect of Extraction Parameters on the Properties of Gelatin from King Weakfish (*Macrodon ancylodon*) Bones. *Food Science and Technology International.* 15(6):553–562.
- Darwin, D., Ridhay, A., & Hardi, J. (2018). Kajian Ekstraksi Gelatin dari Tulang Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*). *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia.* 4(1):1-15.
- Dewi, F., & Akyunul, J. (2009). Efektivitas Penggunaan Asam Sitrat Dalam Pembuatan Gelatin Tulang Ikan Bandeng (*Chanos-chanos forskal*). *Alchemy.* 1(1): 7-15.
- El Madina, S. (2022). Hidrolisis Gelatin dari Tulang Ikan Kembung (*Restrellinger brachysoma*). *Tesis*. Universitas Pertamina. Jakarta Selatan.
- Febriana, L. G., PH, N. A. S. S., Fitriani, A. N., & Putriana, N. A. (2021). Potensi Gelatin dari Tulang Ikan sebagai Alternatif Cangkang Kapsul Berbahan Halal: Karakteristik dan Pra Formulasi. *Majalah Farmasetika.* 6(3):223-233.
- Fernianti, D., Juniar, H., & Adinda, N. D. (2020). Pengaruh Massa Ossein dan Waktu Ekstraksi Gelatin dari Tulang Ikan Tenggiri dengan Perendaman Asam Sitrat Belimbing Wuluh. *Jurnal Distilasi.* 5(2):1-9.
- Gita Bhernama, B., Nasution, R. S., & Nisa, S. U. (2020). Ekstraksi Gelatin Dari Tulang Ikan Kakap Putih (*Lates calcarifer*) dengan Variasi Konsentrasi Asam HCl. *Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa.* 10(2): 43-54.
- GMIA. (2019). *Gelatin Handbook*. Gelatin Manufacturers Institute of America. USA.
- Gómez-Guillén, Carmen, M., & Montero, P. (2001). Extraction of Gelatin from Megrim (*Lepidorhombus boscii*) Skins with Several Organic Acids. *J Food Sci.* 66(2): 213-216.
- Gudmundsson, M. & Hafsteinsson, H. (1997). Gelatin from Cod Skins as Affected by Chemical Treatments. *Journal of Food Science.* 62(1):37-39.

- Gunawan, F., Suptijah, P., & Uju. (2017). Ekstraksi dan Karakterisasi Gelatin Kulit Ikan Tenggiri (*Scomberomorus commersonii*) dari Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. *JPHPI*. 2(1):568-581.
- Hafid, H., Napirah, A., & Efendi, A. (2020). Organoleptic Characteristics of Chicken Meatballs that Using Gelatin as a Gelling Agent. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 465(1):012013.
- Hanani, Z. A. N. (2016). *Gelatin*. Encyclopedia of Food and Health. Elsevier. United Kingdom.
- Hapsari, N., Rosida, D. F., Djajati, S., Aviskarahman, A., Dewati, R., dan Sudaryati. (2017). *Physical Characteristics of Fish Bone Gelatin Extracted Acid*. *Advanced Science Letters*. 23:12272-12275.
- Haris, M.A. 2008. Pemanfaatan Limbah Tulang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) sebagai Gelatin dan Pengaruh Lama Penyimpanan pada Suhu Ruang. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor.
- Hasan, T., & Dwijayanti, E. (2022). Kandungan Gelatin Ekstrak Limbah Tulang Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) dengan Variasi Konsentrasi Asam Sitrat. *Jurnal Sains dan Edukasi Sains*. 5(1):38-43.
- Hidayat, G., Dewi, E. N., & Rianingsih, L. (2016). Karakteristik Gelatin Tulang Ikan Nila dengan Hidrolisis Menggunakan Asam Fosfat dan Enzim Papain. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 19(1):69-78.
- Huang, T., Tu, Z., Shangguan, X., Wang, H., Zhang, L., & Bansal, N. (2021). Characteristics of Fish Gelatin-Anionic Polysaccharide Complexes and Their Applications in Yoghurt: Rheology and Tribology. *Food Chemistry*. 343:128413.
- Huda WN, Atmaka W, Nurhartadi E. (2013). Kajian Karakteristik Fisik dan Kimia Gelatin Ekstrak Tulang Kaki Ayam dengan Variasi Lama Perendaman Konsentrasi Asam. *Jurnal Teknosains Pangan*. 2(3):70-75.
- Iqbal MC, Anam AA, Ridwan. (2015). Optimasi Rendemen dan Kekuatan Gel Gelatin Ekstrak Tulang Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus sp.*). *Jurnal Teknosains Pangan*. 9(4):8-10.
- Jaya, F. M. & Rochyani, N. (2020). Ekstraksi Gelatin Tulang Ikan Gabus (*Channa striata*) dengan Variasi Asam yang Berbeda pada Proses Demineralisasi. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 25(3): 201-207.
- Jeya Shakila, R., Jeevithan, E., Varatharajakumar, A., Jeyasekaran, G., & Sukumar, D. (2012). Functional Characterization of Gelatin Extracted from Bones of Red Snapper and Grouper in Comparison with Mammalian Gelatin. *LWT - Food Science and Technology*. 48(1): 30-36.
- Junianto., Hoetemi kiki., dan Maulina Ine. (2006). Produksi Gelatin dari Tulang Ikan dan Pemanfaatannya sebagai Bahan Dasar Pembuatan Cangkang Kapsul. *Laporan Hibah Kompetisi*. Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Karim, A.A., Bhat, R. 2009. Review Fish Gelatin: Properties. Challenges and Prospects as an Alternative to Mammalian Gelatins. *Trends in Food Science and Technology*. 19: 644-656.
- Kusumawati R. Tazwir, Wawasto A. (2008). Pengaruh Perendaman dalam Asam Klorida terhadap Kualitas Gelatin Tulang Kakap Merah (*Lutjanus sp.*). *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 3(1):63-68.
- Lestari SD. (2005). Analisis Sifat Fisika Kimia dan Rheologi Gelatin Kulit Hiu Gepeng (*Alopias sp*) dengan Penambahan MgSO₄, Sukrosa, dan Gliserol. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Mad-Ali, S.; Benjakul, S.; Prodpran, T.; Maqsood, S. (2017). Characteristics and Gel Properties of Gelatin from Goat Skin as Affected by Extraction Conditions. *J. Food Process Preserv*. 41: e12949.
- Mahmoodani, F., Ardekani, V. S., See, S. F., Yusop, S. M., & Babji, A. S. (2014). Optimization and Physical Properties of Gelatin Extracted from Pangasius Catfish (*Pangasius Sutchi*) Bone. *Journal of Food Science and Technology*. 51(11):3104-3113.
- Mahmuda, E., Idiawati, N., & Wibowo, M. A. (2018). Ekstraksi Gelatin pada Tulang Ikan Belida (*Chitala lopis*) dengan Proses Perlakuan Asam Klorida. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*. 7(4):114-123.
- Mariod, A.A., Adam, H.F. (2013). Review: Gelatin, Source, Extraction and Industrial Applications. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*. 12(2):135-147.
- Mukhaimin, I., Nurwany, H. M., & Prasetyati, S. B. (2022). Pengaruh Konsentrasi Gelatin Tulang Ikan Patin (*Pangasius pangasius*) terhadap Karakteristik Mutu Permen Jeli. *Media Teknologi Hasil Perikanan*. 10(2):68-75.
- Muyonga, J.H., C.G.B. Cole dan K.G. Duodu. (2004). Extraction and Physico-Chemical Characterisation of Nile Perch (*Lates niloticus*) Skin and Bone Gelatin. *J. Food Hydrocolloids*. 18:581-592.
- Nasution, A. Y., Harmita, H., & Harahap, Y. (2018). Karakterisasi Gelatin Hasil Ekstraksi dari Kulit Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*) dengan Proses Asam dan Basa. *Pharmaceutical Sciences and Research*. 5(3):142-151.
- Nhari RMHR, Ismail A, Che Man YB. (2012). Analytical Methods for Gelatin Differentiation from Bovine and Porcine Origins and Food Products. *Journal of Food Science*. 71(1):R42-R46.
- Nurhaeni, Rauf, R. S., Hardi, J. (2018). Kajian Ekstraksi Gelatin Dari Tulang Ikan Katombo (*Selar crumenophthalmus*). *Kovalen: Jurnal Riset Kimia*. 4(2):121-130.
- Nurilmala, M. (2004). Kajian Potensi Limbah Tulang Ikan Keras (*Teleostei*) sebagai Sumber Gelatin dan Analisis Karakteristiknya. *Tesis*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Nurmilah, S. & Mujdalipah, S. (2018). Ekstrak Gelatin Tulang Ikan Kakap (*L. Macolor niger*) Menggunakan Metode Asam. *Riset Agroindustri*. Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung.
- Nurul, A. G. & Sarbon, N. M. (2015). Effects of pH on Functional, Rheological and Structural Properties of Eel (*Monopterus sp.*) Skin Gelatin Compared to Bovine Gelatin. *International Food Research Journal*. 22(2):572-583.
- Panjaitan, T. F. C. (2017). Optimasi Ekstraksi Gelatin dari Tulang Ikan Tuna (*Thunnus albacares*). *Jurnal Wiyata: Penelitian Sains dan Kesehatan*. 3(1):11-16.
- Peranginangin R, Nurul H, Widodo FM dan Arham R. (2004). Ekstraksi Gelatin dari Kulit Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*) Secara Proses Asam. *Jurnal Penelitian dan Perikanan Indonesia*. 11(3):75-84.
- Permata Y, Widiastri F, Sudaryanto, Anteng A. (2016). Gelatin dari Tulang Ikan Lele (*Clarias batrachus*): Pembuatan dengan Metode Asam, Karakterisasi dan Aplikasinya sebagai Thickener pada Industri Sirup. *Jurnal Ilmiah Widya Teknik*. 15(2):146-152.
- Pertiwi, M., Atma, Y., Mustopa, A. Z., & Maisarah, R. (2018). Karakteristik Fisik dan Kimia Gelatin dari Tulang Ikan Patin dengan *Pre-Treatment* Asam Sitrat. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 7(2):83-91.
- Purnamayati, L., Dewi, E. N., Sumardianto, S., Rianingsih, L., & Anggo, A. D. (2018). Kualitas Kerupuk Kulit Ikan Nila Selama Penyimpanan. *Jurnal Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian*. 2(2):162-172.
- Puspa, E. H., Abduh, S. B. M., & Mulyani, S. (2023). Pengaruh Gelatin Tulang Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) terhadap Mutu Frozen Yogurt. *Jurnal Mutu Pangan*. 10(1):8-14.
- Puspawati, N. M. Simpen, and N. L. P. Suciptawati. (2014). Karakteristik Sifat Fisikokimia Gelatin Halal yang Diekstrak dari Kulit Ayam Broiler Melalui Variasi Suhu. *Jurnal Kimia*. 8(1):127-136.
- Putra, Z. M. S. S., Suhardi, S., & Abdurrahman, Z. H. (2021). Perbandingan Fisik dan Organoleptik Antara Marshmallow dengan Bahan Dasar Gelatin yang Berbeda. *Tropical Animal Science*. 3(1):13-18.
- Putri, I. E., Iswahyudi, Nuraida, N. (2022). Sifat Fisik Permen Jeli Berbasis Gelatin Tulang Ikan Nila Merah (*Oreochromis niloticus*) dengan Penambahan Sari Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris* L.). *Jurnal Teknologi dan Mutu Pangan*. 1(1): 31-36.
- Rachmania, R. A., Nisma, F., & Mayangsari, E. (2013). Ekstraksi Gelatin dari Tulang Ikan Tenggiri Melalui Proses Hidrolisis Menggunakan Larutan Basa. *Media Farmasi*. 10(2): 18-28.
- Rahmatullah, S., & Daniyanti, N. (2019). Pengembangan Lembar Kerja Berbasis Inkuiri pada Pembuatan Es Krim dengan Penambahan Gelatin Tulang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Tadris Kimiya*. 4(1): 33-47.
- Rahmawati, D., & Kusnadi, J. (2018). Penambahan Sari Buah Murbei (*Morus alba* L) dan Gelatin terhadap Karakteristik Fisiko-Kimia dan Mikrobiologi Yoghurt Susu Kedelai. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 5(3):83-94.
- Ratnasari, I., Yuwono, S. S., Nusyam, H., & Widjanarko, S. B. (2013). Extraction and Characterization of Gelatin from Different Fresh Water Fishes as Alternative Sources of Gelatin. *International Food Research Journal*. 20(6):3085-3091.
- Sanaei, A. V., Mahmoodani, F., See, S. F., Yusop, S. M., & Babji, A. S. (2013). Optimization of Gelatin Extraction and Physico-Chemical Properties of Catfish (*Clarias gariepinus*) Bone Gelatin. *International Food Research Journal*. 20(1):423-430.
- Santosa H, Abyor H, Guyana, NL, Handono SF. (2018). Hidrolisa Kolagen dalam Ceker Ayam Hasil Perendaman dengan Asam Asetat pada Proses Pembuatan Gelatin. *Gema Teknologi*. 20(1):32-36.
- Santoso, C., Surti, T., dan Sumardianto. (2015). Perbedaan Penggunaan Konsentrasi Larutan Asam Sitrat Dalam Pembuatan Gelatin Tulang Rawan Ikan Pari Mondol (*Himantura gerrardi*). *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*. 4(2):106-114.
- Sari, N. A. (2014). Pengaruh Jenis Kemasan Terhadap Umur Simpan Kerupuk Kulit Ikan Buntal Pisang (*Tetraodon lunaris*). *Skripsi*. Universitas Padjadjaran. Sumedang.
- Setiawati, I.H. (2009). Karakterisasi Mutu Fisika Kimia Gelatin Kulit Ikan Kakap Merah (*Lutjanus sp.*) Hasil Proses Perlakuan Asam. *Tesis*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sinthusamran, S.; Benjakul, S.; Hemar, Y.; Kishimura, H. (2016). Characteristics and Properties of Gelatin from Seabass (*Lates calcarifer*) Swim Bladder: Impact of Extraction Temperatures. *Waste Biomass Valori*. 9:315–325.
- Stainsby G. (1977). *The Gelatin Gel and the Sol-Gel Transformation*. In: Ward AG, Courts A (eds.). *The Science and Technology of gelatin*. Academic Press. New York
- Suliasih, N., Sutrisno, A. D., & Respatyana, N. (2020). Variasi Waktu Ekstraksi dan Jenis Asam Pada Proses Produksi Gelatin Tulang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Pasundan Food Technology Journal*. 2(7):65-69.
- Suryanti, Hadi, S., & Peranginangin, R. (2006). Ekstraksi Gelatin dari Tulang Ikan Kakap Merah (*Lutjanus sp*) Secara Asam. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan*. 1(1):27–34

- Syahraeni, S., Anwar, M., & Hasri, H. (2017). Pengaruh Konsentrasi Asam Sitrat dan Waktu Demineralisasi pada Perolehan Gelatin dari Tulang Ikan Kakap Merah (*Lutjanus sp.*). *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*. 2(1):53-62.
- Taheri, A., Abedian Kenari, A. M., Gildberg, A., & Behnam, S. (2009). Extraction and Physicochemical Characterization of Greater Lizardfish (*Saurida tumbil*) Skin and Bone Gelatin. *Journal of Food Science*. 74(3):160–165.
- Tuslinah, L. (2022). Karakterisasi Gelatin dari Tulang Ikan Tongkol dan Tulang Ikan Gurame. *Journal of Pharmacopolium*. 4(3):191-197.
- Utami, S. (2018). Pengaruh Lama Perebusan Dan Pengeringan Terhadap Karakteristik Fisikokimia Kerupuk Kulit Ikan Kakap Putih (*Lates Calcarifer*). *Disertasi*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Vina, S. (2021). Strategi Pemasaran Dalam Meningkatkan Volume Penjualan Kerupuk Kulit Ikan Nila pada UMKM Krulila Desa Gunungjaya Kecamatan Belik Kabupaten Pematang. *Disertasi*. IAIN Purwokerto.
- Ward, A. G. & Court, A. (1977). *The Science and Technology of Gelatin*. 67. Academic Press. New York.
- Wardhana, K. W., & Sugiharto, A. (2022). Pembuatan Gelatin dari Tulang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Menggunakan Metode Asam untuk Pengental Sirup Nanas. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 11(1):44-48.
- Widiastri, F., & Sudaryanto, Y. (2016). Gelatin dari Tulang Ikan Lele (*Clarias batrachus*): Pembuatan dengan Metode Asam, Karakterisasi dan Aplikasinya Sebagai Thickener pada Industri Sirup. *Widya Teknik*. 15(2):146-152.
- Wijaya, O. A., & Surti, T. (2015). Pengaruh Lama Perendaman NaOH pada Proses Penghilangan Lemak terhadap Kualitas Gelatin Tulang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*. 4(2):25-32.
- Winarno, F.G. (2002). *Kimia Pangan dan Gizi*. PT Gramedia Pustaka Umum. Jakarta
- Wulandari, W., Supriadi, A., & Purwanto, B. (2013). Pengaruh Defatting dan Suhu Ekstraksi Terhadap Karakteristik Fisik Gelatin Tulang Ikan Gabus. *Jurnal Fishtech*. 2(1):38-45.
- Yang Hua, Shu Z. (2014). The Extraction of Collagen Protein from Pigskin. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*. 6(2):683-687.
- Yustika R. (2000). Pembuatan dan Analisis Sifat Kimia Gelatin dari Kulit dan Tulang Ikan Cucut. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Zhang, F., Xu, S., & Wang, Z. (2011). Pre-treatment Optimization and Properties of Gelatin from Fresh Water Fish Scales. *Food and Bioproducts Processing*. 89(3):185–193.

Conflict of Interest Statements: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright © 2024 Silviwanda and Najib Tuisina Naenum. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Licences (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.