Jurnal Teknik Kimia USU
Vol. 11, No. 1, Maret 2022 | 44-48
ISSN : 2337-4888
Homepage: https://talenta.usu.ac.id/jtk

Pembuatan Gelatin dari Tulang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus)* Menggunakan Metode Asam untuk Pengental Sirup Nanas

Gelatin Production from Tilapia Bones (Oreochromis niloticus) Using the Acid Method for Thicken Pineapple Syrup

Krisna Wisnu Wardhana*, Agung Sugiharto
Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jalan A.Yani, Mendungan, Pabelan, Kec. Kartasura, Kab. Sukoharjo, 57169, Indonesia
*Email: d500180113@student.ums.ac.id

Abstrak
Impor gelatin di Indonesia mengalami kenaikan sesuai kebutuhan. Gelatin merupakan derivate protein dari serat kolagen berasal dari ekstraksi tulang. Kandungan gelatin berupa protein, air dan mineral. Gelatin memiliki kegunaan untuk mengentalkan, memekatkan, dan menstabilkan fluida seperti air, asam asetat, dan alkohol. Bahan baku yang digunakan di penelitian berupa tulang ikan nila karena kurangnya pemanfaatan pengolahan limbah tulang ikan nila. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh konsentrasi asam sulfat terhadap rendemen gelatin dan mengaplikasikan gelatin sebagai pengental sirup nanas. Metodenya berupa *degreasing*, ekstraksi, dan pengaplikasian pada sirup nanas. Variasi konsentrasi H_2SO_4 adalah 1%, 3%, 5%, dan variasi waktu perendaman adalah 10 jam, 24 jam, dan 36 jam. Analisis yang dilakukan terhadap gelatin tulang ikan nila terdiri dari rendemen, derajat keasaman (pH) dan viskositas. Rendemen terbaik dihasilkan pada penggunaan H_2SO_4 1% dan perendaman 10 jam yaitu sebesar 13,77. pH terbesar dihasilkan sebesar 2,47 pada penggunaan H_2SO_4 5% dan perendaman selama 24 jam., dan viskositas terbesar dihasilkan sebesar 7,66 cP pada penggunaan H_2SO_4 5% dan perendaman selama 36 jam.

Kata kunci: gelatin, tulang ikan nila, rendemen, pH, viskositas

Abstract
Imports of gelatin in Indonesia have increased according to demand. Gelatin is a protein derivative from collagen fibers derived from bone extraction. Gelatin contains protein, water and minerals. Gelatin is used to thicken, concentrate, and stabilize fluids such as water, acetic acid, and alcohol. The raw material used in the study was tilapia bone due to the lack of utilization of tilapia bone waste treatment. The purpose of this study was to examine the effect of sulfuric acid concentration on gelatin yield and to apply gelatin as a thickener for pineapple syrup. The methods are degreasing, extraction, and application of pineapple syrup. Variations in the concentration of H_2SO_4 were 1%, 3%, 5%, and variations in immersion time were 10 hours, 24 hours, and 36 hours. The analysis carried out on tilapia bone gelatin consisted of yield, acidity (pH) and viscosity. The best yield was produced using 1% H_2SO_4 and 10 hours immersion, which was 13.77%. The largest pH was produced at 2.47 with the use of 5% H_2SO_4 and immersion for 24 hours, and the largest viscosity was produced at 7.66 cP with the use of 5% H_2SO_4 and immersion for 36 hours.

Keywords*: gelatin, tilapia bone, yield, pH, viscosity*

Pendahuluan

Indonesia adalah negara dengan sumber daya alam yang beraneka ragam. Indonesia juga merupakan negara maritim yang sebagian besar penduduknya di area pesisir bekerja sebagai nelayan. Indonesia juga memiliki spesies ikan nila yang sering dipelihara dikarenakan ikan nila merupakan omnivora yang dapat memakan segalanya sehingga mudah dipelihara dan dibudidayakan [1]. Ikan nila di Indonesia adalah ikan yang ekonomis karena cara pemeliharaan dan budidayanya. Ikan nila juga dimanfaatkan sebagai peliharaan, tambak, pemancingan dan untuk makanan. Minat masyarakat Indonesia juga banyak yang meyukai makanan dari daging ikan nila, tetapi makanan dari ikan nila menyisakan limbah berupa tulang ikan nila, yang dibuang tanpa diolah terlebih dahulu [2].

Diterima : 15 Februari 2022 | Direvisi : 2 Maret 2022 | Disetujui : 15 Maret 2022

Produksi gelatin metode yang dikembangkan oleh Gumilar dan Pratama, (2018), dengan sedikit modifikasi, dimulai dengan langkah *degreasing* yang bertujuan menghilangan lemak dengan merebus tulang ikan nila dalam air mendidih selama 30 menit. Langkah demineralisasi dilakukan dengan merendam tulang ikan nila dalam larutan asam. Langkah netralisasi dilakukan dengan tulang ikan nila dicuci dengan air mengalir sampai pH netral; ekstraksi dilakukan pada penangas air pada suhu 80 °C selama 7 jam; penyaringan dilakukan dengan kertas saring Whatman No. 42; dikeringkan dalam oven pada suhu 50 °C selama 24 jam; gelatin direduksi menjadi bubuk menggunakan blender [3].

Banyak usaha yang dilakukan untuk mendapatkan gelatin dari tulang ikan nila. Keefektifan gelatin tulang ikan nila sebagai penstabil sirup perlu diuji saat membuat sirup dengan penambahan penstabil gelatin tulang ikan nila. Gelatin digunakan sebagai pengikat air pada sirup sebesar 1-9 %, karena terdapat gula yang memiliki fungsi sebagai pengawet, pemanis dan pengental [4].

Berdasarkan hal-hal tersebut di atas, pada penelitian ini dilakukan studi tentang pengaruh rendemen gelatin terhadap kosentrasi asam sulfat dan mengkaji apakah gelatin tulang ikan nila dapat diaplikasikan sebagai pengental sirup nanas.

Teori

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan salah satu produk air tawar yang banyak diminati oleh berbagai kalangan, baik di dalam negeri maupun di luar negeri [5]. Kandungan nutrisi pada daging ikan nila seperti protein ditemukan dalam jumlah yang cukup tinggi. Untuk meningkatkan produksi, ikan nila dibudidayakan secara intensif dan kandungan protein tinggi [6]. Namun, ikan nila sangat sensitif terhadap pembusukan selama penyimpanan karena aktivitas enzim dan mikroorganisme endogen [7].

Pembuatan gelatin dengan bahan baku ikan nila dengan menggunakan asam sulfat sebagai rendamannya belum dilakukan dan diduga penggunaan konsentrasi rendaman yang digunakan akan mempengaruhi kualitas gelatin yang dihasilkan. Penggunaan asam sulfat sebagai pelarut dikarenakan jika rendaman bekas perendaman tulang ikan nila dibuang ke tanah maka, mikroorganisme dapat mendegradasi asam sulfat menjadi SO_4 dikarenakan asam terurai oleh mikroorganisme [8].

Gelatin didapatkan dari metode ekstraksi dan hidrolisis kolagen yang tidak terlarut di air. Adanya perlakuan awal pada kolagen melalui ekstraksi asam menyebabkan kolagen berubah menjadi gelatin[9]. Kolagen yang diekstraksi dari ikan memiliki keunggulan karena mampu mengurangi penggunaan gelatin yang berasal dari babi dikarenakan babi dianggap haram oleh suku atau etnis tertentu [10]. Ekstraksi kolagen dari tulang ikan, atau sisik ikan merupakan produk samping atau limbah yang dapat digunakan sebagai bahan baku gelatin [11]. Kulit atau tulang ikan nila memiliki kandungan kolagen yang tinggi [12].

Gelatin merupakan biopolimer yang berasal dari proses hidrolisis protein kolagen yang terdapat pada hewan bagian kulit, otot, dan tulang [13]. Gelatin dari ikan untuk mengurangi limbah di industry perikanan. Gelatin mempunyai karakter yang dapat berubah dari bentuk sol ke gel, sifatnya amfoter, dan sebagai penjaga koloid [14]. Gelatin larut dalam asam, air dan alcohol, namun tidak larut dalam aseton, karbon tetraklorida, benzene, dan potreleum eter. Gelatin mempunyai kandungan protein sebesar 85% sampai 90% [15].

Metodologi Penelitian

Bahan baku yang digunakan untuk penelitian ini adalah tulang ikan nila yang didapatkan dari pengolahan limbah perikanan. Bahan kimia dan bahan analisis didapatkan dari Laboratorium Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta. Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Oktober hingga bulan Desember 2021. Berdasarkan metode yang dikembangkan oleh Gumilar dan Pratama (2018), penelitian gelatin dari tulang ikan nila dibagi menjadi 3 tahap yaitu *degreasing*, ekstraksi dan pengaplikasian gelatin pada sirup nanas [3].

Tahap *degreasing* bertujuan untuk memberishkan kotoran atau daging yang masih menempel pada tulang ikan. Tulang ikan nila dibersihkan menggunakan air terlebih dahulu, kemudian direndam dan direbus menggunakan panci dengan komposisi tulang ikan nila dan air sebanyak 1:1,5 selama 30 menit. Lalu dilanjutkan proses demineralisasi, proses ini bertujuan menghilangkan protein nonkolagen, dan lemak. Setelah itu, tulang ikan nila dipotong kecil-kecil berukuran 1-3 cm, lalu direndam pada larutan asam sulfat (H_2SO_4) dengan variasi konsentrasi 1%, 3%, dan 5% dengan variasi waktu perendaman 10 jam, 24 jam, dan 36 jam. Setelah itu, tulang dinetralkan menggunakan aquades hingga pH 6-7.

Tahap ekstraksi menggunakan alat berupa hot plate, thermometer, gelas beker dan magenetic stirrer. Gelas beker diisi dengan tulang ikan nila (*ossein*) dan aquades dengan perbandingan 1:3. Magnetic stirrer dimasukkan kedalam gelas beker. Kemudian hot plate diatur dengan suhu 60 °C dan kecepatan pengaduk 520 rpm. Proses ekstraksi berlangsung selama 4 jam. Jika sudah selesai hasil ekstraksi disaring menggunakan kertas saring dan ditampung di erlemeyer. Langkah selanjutnya hasil ekstraksi dipindahkan ke loyang untuk dipanaskan di oven selama 6 jam dan suhu 60 °C supaya hasil gelatin berupa serbuk. Tujuan dipindahkan dari erlemyer ke loyang supaya luas permukaannya besar sehingga pengeringan berjalan secara cepat.

Pembuatan sirup nanas dilakukan dengan cara memblender nanas dengan air kemudian airnya diambil, lalu dicampurkan gula, sari nanas dan *essence* nanas dan diaduk secara merata. Kemudian direbus dengan api yang kecil hingga mendidih.

Setelah itu, busa yang mengambang di permukaan sirup dibuang. Jika sudah selesai ditunggu hingga dingin kemudian dimasukkan ke botol lalu didiamkan satu malam supaya rasa asam manisnya lebih pekat [16].

Tahap pengaplikasian pada sirup bertujuan untuk mencari perbedaan viskositas dan pH gelatin tiap variasi. Sirup nanas dengan bubuk gelatin sebanyak 0,4 g dicampur supaya dapat diketahui pH dan viskositas gelatin dari tulang ikan nila. Kemudian sirup nanas diukur pH-nya menggunakan pH meter setelah itu diukur viskositasnya menggunakan *viscometer Ooswalt*. Cara kerja *viscometer Ooswalt* dimasukkan cairan cairan sirup bercampur gelatin, kemudian dihisap ke atas menggunakan karet hisap sampai tanda batas bagian atas. Setelah itu, dilepas karet hisap dan *stopwatch* sirup campur gelatin hingga mencapai tanda bawah bagian atas, kemudian *stopwatch* dihentikan

Tahap Analisis

Tahap analisis digunakan untuk menganalisis rendemen, pH dan viskositas gelatin dari tulang ikan nila.

- Rendemen
  Rendemen diperoleh dari perbandingan antara berat tulang kering ikan nila dengan berat gelatin yang diperoleh. Rendemen gelatin dihitung dengan menggunakan Persamaan (1).

$$\text{Rendemen} = \frac{Berat\ gelatin}{Berat\ tulang\ kering} \text{ x } 100\% \text{ .....(1)}$$

- pH
  Penentuan nilai pH digunakan untuk mengetahui tingkat keasaman gelatin yang dicampur dengan sirup nanas pada berbagai variasi. Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan pH meter.
- Viskositas
  Viskositas digunakan untuk mengetahui kekentalan sirup nanas yang dicampur dengan gelatin. Viskositas dihitung dengan menggunakan Persamaan (2).

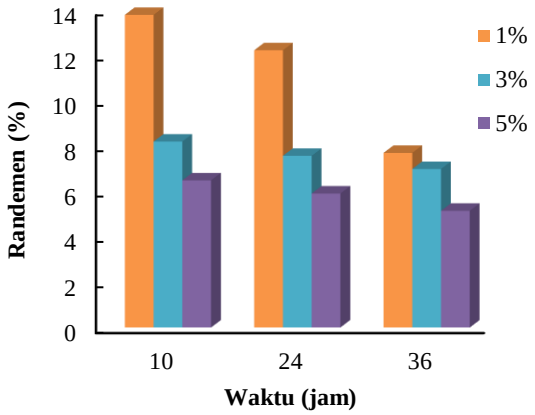
$$\eta_{\text{Sampel}} = \frac{\eta \text{ aquades x } \rho \text{ aquades x t aquades}}{\rho \text{ sampel x t sampel}} \text{ .....(2)}$$

Hasil

Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat dan Waktu Perendaman Terhadap Gelatin Tulang Ikan Nila

Pada pembuatan gelatin dari tulang ikan nila parameter yang dicari pertama kali yaitu rendemen. Rendemen adalah parameter yang digunakan untuk mengetahui persentase produksi dengan cara membandingkan jumlah produk dengan jumlah bahan baku. Rendemen gelatin berperan sebagai produk yaitu berat gelatin dari tulang ikan nila dan tulang kering ikan sebagai bahan baku.

Hasil rendemen gelatin tulang ikan nila dapat dilihat pada gambar 1. Dari gambar 1 diketahui hasil rendemen terbesar diperoleh pada penggunaan H_2SO_4 1% dan perendaman 10 jam yaitu sebesar 13,77%. Jika ditinjau dari waktu perendaman dan besarnya konsentrasi H_2SO_4 maka mendapatkan hasil semakin tinggi konsentrasi dan lama waktu perendaman hasil rendemen akan semakin berkurang. Hal tersebut menurut Panjaitan (2016), semakin tinggi konsentrasi asam sulfat dan semakin lama waktu perendaman membuat persentase rendemen menurun. Penyebabnya berupa konsentrasi asam sulfat yang semakin tinggi dan waktu perendaman yang lama membuat kolagen yang terhirolisis semakin banyak dan menyebabkan terdegradasinya ikatan peptida asam amino [17]. Disamping itu, kolagen yang terbuang pada proses pencucian tulang lunak akan menyebabkan nilai rendemen menurun [17].



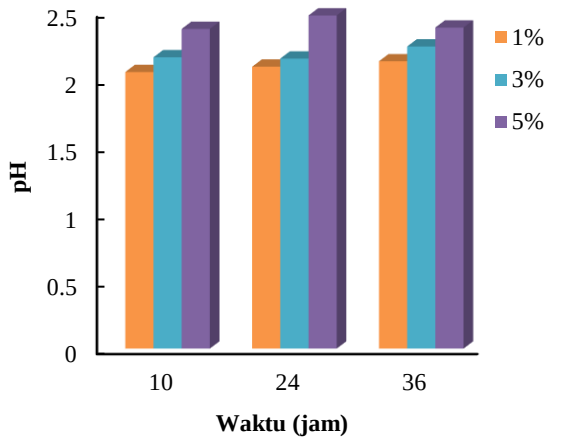
Gambar 1. Hasil rendemen gelatin dari tulang ikan nila

Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat dan Waktu Perendaman Terhadap pH pada Sirup Nanas Campuran Gelatin

pH adalah parameter yang sangat penting digunakan untuk mengukur keasaman sirup nanas yang dicampur gelatin tulang ikan nila. Pengukuran pH pada penelitian ini menggunakan pH meter. Parameter pH cukup penting karena berpengaruh pada rendemen dan viskositas sirup nanas yang bercampur dengan gelatin.

Hasil pH gelatin tulang ikan nila dapat dilihat pada gambar 2. Dari gambar 2 diketahui pH terendah adalah sebesar 2,05 yang diperoleh pada penggunaan H_2SO_4 1% dan lama perendaman 10 jam. Jika ditinjau dari grafik, pH gelatin dipengaruhi oleh konsentrasi H_2SO_4, Jika kosentrasi H_2SO_4 semakin besar maka pH yang dihasilkan juga semakin besar. Menurut Wahyudi (2018), rendahnya pH gelatin disebabkan karena pencucian *ossein* tidak bersih sehingga mempengaruhi rendahnya nilai pH gelatin dan juga nilai pH pada pengaplikasiannya [18]. Berdasarkan Standar Baku Mutu SNI 06-3735, 1995 pH yang

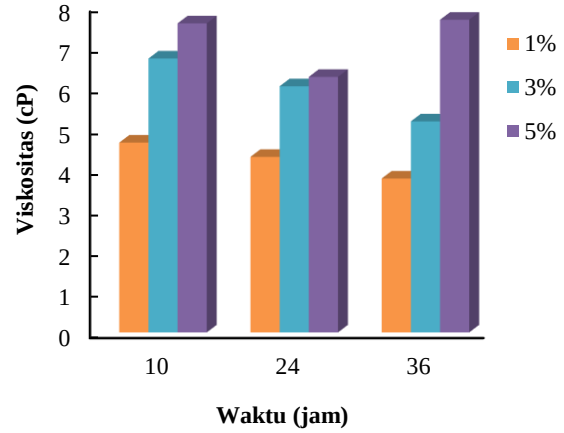
dihasilkan di penelitian ini sudah memenuhi dikarenakan pH standar baku mutu maksimal ph-nya 6, sedangkan pH tertinggi gelatin tulang ikan nila di penelitian ini mencapai nilai 2,47 [4].



Gambar 2. Hasil pH gelatin dari tulang ikan nila

Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat dan Waktu Perendaman Terhadap Viskositas pada Sirup Nanas Campuran Gelatin

Viskositas merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui kekentalan suatu cairan. Penelitian ini menggunakan sirup nanas dicampur dengan gelatin dan diteliti kekentalannya menggunakan *viscometer Ooswalt*. Menurut Pertiwi (2018), viskositas dipengaruhi oleh berat molekul. Berat molekul gelatin juga berhubungan dengan panjang rantai asam amino, semakin panjang rantai asam amino maka nilai viskositas semakin besar [19].



Gambar 3. Hail viskositas gelatin dari tulang ikan nila

Hasil viskositas gelatin tulang ikan nila dapat dilihat pada gambar 3. Dari gambar 3 diketahui nilai terbesar viskositas diperoleh pada penggunaan H_2SO_4 5% dan perendaman selama 36 jam yaitu sebesar 7,66 cP. Nilai viskositas pada penelitian ini dipengaruhi, jika semakin besar konsentrasi maka semakin besar juga nilai viskositas yang dihasilkan. Berdasarkan Standar Baku Mutu SNI 06-3735, 1995 viskositas yang sesuai dengan standar baku hanya ada 4 yaitu H_2SO_4 1% perendaman 10 jam sebesar 4,65 cP, H_2SO_4 1% perendaman 24 jam sebesar 4,3 cP, H_2SO_4 1% perendaman 36 jam sebesar 3,77 cP dan H_2SO_4 3% perendaman 36 jam sebesar 5,17 cP. Keempat hasil tersebut memenuhi standar baku mutu gelatin karena nilai viskositas Standar Baku Mutu SNI 06-3735, 1995 sebesar 2,5-5,5 cP [4].

Kesimpulan

Pada penelitian ini berhasil dilakukan pemanfaatan limbah tulang ikan nila menjadi gelatin dengan menggunakan asam sulfat sebagai media perendaman tulang ikan nila. Uji gelatin yang dilakukan mencakup rendemen, pH, dan viskositas di sirup nanas. Rendemen terbesar dari gelatin tulang ikan nila diperoleh sebesar 13,77% yang diperoleh pada penggunaan H_2SO_4 1% dengan lama perendaman 10 jam. Hasil rendemen dipengaruhi oleh besarnya konsentrasi H_2SO_4 dan lamanya waktu perendaman menyebabkan kolagen terhidrolisis semakin banyak. pH terendah diperoleh 2,05 dari H_2SO_4 1% dan perendaman 10 jam. Rendahnya pH dipengaruhi oleh kebersihan saat mencuci ossein setelah dilakukan perendaman di H_2SO_4. Berdasarkan Standar Baku Mutu SNI 06-3735, 1995 pH yang dihasilkan di penelitian ini sudah memenuhi dikarenakan pH standar. Viskositas tertinggi yang diperoleh sebesar 7,66 cP dari H_2SO_4 5% dan perendaman 36 jam. Viskositas dipengaruhi oleh konsentrasi H_2SO_4 jika semakin besar konsentrasinya maka semakin besar juga viskositas yang diperoleh. Berdasarkan Standar Baku Mutu SNI 06-3735, 1995, viskositas yang diperoleh sudah sesuai dengan standar baku. Penelitian ini diharapkan dapat diaplikasikan dalam pembuatan gelatin untuk mengurangi limbah tulang ikan dan mengurangi impor gelatin dari luar negeri.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Surakarta, khususnya Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah surakarta dan Laboratorium Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta sebagai tempat pelaksanaan penelitian.

Daftar Pustaka

[1] R. Iskandar and Elrifadah, "Pertumbuhan dan efisiensi pakan ikan nila (*Oreochromis nilotikus*) yang diberi pakan buatan berbasis kiambang," *J. Ziraa"ah*, vol. 40, no. 1, pp. 18–24, 2015.

[2] R. Gustiano, O. Z. Arifin, and E. Nugroho, "Perbaikan pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan seleksi famili," *Media Akuakultur*, vol. 3, no. 2, p. 98, 2008.

[3] J. Gumilar and A. Pratama, "Produksi dan karakteristik gelatin halal berbahan dasar usus ayam," *J. Teknol. Ind. Pertan.*, vol. 28, no. 1, pp. 75–81, 2018.

[4] Y. Permata, F. Widiastri, and Y. Sudaryanto," Gelatin dari tulang ikan lele (*Clarias batrachus*): pembuatan dengan metode asam, karakterisasi dan aplikasinya sebagai thickener pada industri sirup", *Jurnal Ilmiah Widya Teknik*, vol. 15, pp. 146–152, 2016.

[5] M. Mulqan, S. Afdhal, E. Rahimi, and I. Dewiyanti, "Pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan nila gesit (Oreochromis niloticus) pada sistem akuaponik dengan jenis tanaman yang berbeda," *J. Ilm. Mhs. Kelaut. dan Perikan. Unsyiah*, vol. 2, no. 1, pp. 183–193, 2017.

[6] D. Azhari and A. M. Tomasoa, "Kajian kualitas air dan pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dibudidayakan dengan sistem akuaponik," *Akuatika Indonesia.*, vol. 3, no. 2, p. 84, 2018.

[7] X. Zhao, J. Wu, L. Chen, and H. Yang, "Effect of vacuum impregnated fish gelatin and grape seed extract on metabolite profiles of tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fillets during storage," *Food Chem.*, vol. 293, no. April, pp. 418–428, 2019.

[8] T. T. K. Anggaeni, "Pengaruh konsentrasi asam sulfat (H_2SO_4) terhadap rendemen, mutu fisik, dan mutu kimia gelatin dari limbah shaving kulit kambing pickel," *J. Ilmu Ternak Univ. Padjadjaran*, vol. 20, no. 1, p. 17, 2020.

[9] A. Y. Nasution and Y. Harahap, "Karakterisasi gelatin hasil ekstraksi dari kulit ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) dengan proses asam dan basa," *Pharm. Sci. Res.*, vol. 5, no. 3, pp. 142–151, 2018.

[10] I. W. D. Kartika, W. Trilaksani, and I. K. M. Adnyane, "Characterization of collagen from swim bladder waste of yellow-pike (*Muraenesox talabo*n) by acid and hydrothermal extraction," *J. Pengolah. Has. Perikan. Indones.*, vol. 19, no. 3, p. 222, 2017.

[11] X. Fan *et al.*, "Development of tilapia collagen and chitosan composite hydrogels for nanobody delivery," *Colloids Surfaces B Biointerfaces*, vol. 195, no. 189, p. 111261, 2020.

[12] Z. Song *et al.*, "Characterization and comparison of collagen extracted from the skin of the nile tilapia by fermentation and chemical pretreatment," *Food Chem.*, vol. 340, no. September 2020, p. 128139, 2021.

[13] S. Suryanti, D. Marseno, R. Infrati, and H. Irianto, "Pengaruh jenis asam dalam isolasi gelatin dari kulit ikan nila terhadap karakteristik emulsi," *Agritech*, vol. 37, no. 4, pp. 410–419, 2017.

[14] I. N. Arima and N. H. Fithriyah, "Pengaruh waktu perendaman aalam asam terhadap rendemen gelatin dari tulang ikan nila merah," *Jurnal Teknik Kimia UMJ*, vol 1, no 5, pp. 1–6, 2015.

[15] P. Capriyanda and M. Mujiburohman, "Isolasi gelatin dari limbah tulang ikan nila (*Oreochromis Niloticus*): pengaruh suhu dan waktu ekstraksi," *Equilib. J. Chem. Eng.*, vol. 4, no. 2, p. 59, 2021.

[16] T. Wiyono and D. Kartikawati, "Pengaruh metode ekstraksi sari nanas secara langsung dan osmosis dengan variasi perebusan terhadap kualitas sirup nanas (*Ananas comosus L.*)," *J. Ilm. UNTAG Semarang*, vol. 6, no. 2, pp. 108–118, 2017.

[17] T. F. C. Panjaitan, "Optimasi ekstraksi gelatin dari tulang ikan tuna (*Thunnus albacares*)," *J. Wiyata*, vol. 3, no. 1, pp. 11–16, 2016.

[18] D. Wahyudi, M. Akbar, and R. Ula, "Rendemen dan pH gelatin kulit ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang direndam pada berbagai kosentrasi HCl," *Jurnal Pengolahan Pangan*, vol. 3, no. 1, pp. 22–27, 2018.

[19] M. Pertiwi, Y. Atma, A. Mustopa, and R. Maisarah, "Karakteristik fisik dan kimia gelatin dari tulang ikan patin dengan pre-treatment asam sitrat," *J. Apl. Teknol. Pangan*, vol. 7, no. 2, pp. 83–91, 2018.