

Effect of Soaking Volume Using Pineapple Peel Waste Vinegar on the Yield, Viscosity, Moisture, and Ash Content of Gelatin from Tuna Bone (*Thunnus sp.*)

(Pengaruh Volume Perendaman dengan Cuka Limbah Kulit Nanas terhadap Rendemen, Viskositas, Kadar Air dan Abu Gelatin Tulang Ikan Tuna (*Thunnus sp.*))

Pradipa Putra Ibrahim*, Rahim Husain, Iin Susilawati Lantu

Department of Fisheries Product Technology, Faculty of Marine and Fisheries Technology,
State University of Gorontalo, Jl. Jend. Sudirman No. 6, East Dulalowo, Central City District,
Gorontalo City, 96128

*Corresponding author: pradipaepic@gmail.com

Manuscript received: 1 May 2025. Revision accepted: 6 June 2025

Abstract

Gelatin is a protein derivative produced from the hydrolysis of collagen and connective tissues in animals. Tuna bones (*Thunnus sp.*) present a promising alternative due to their high collagen content. A crucial process in gelatin production is demineralization using acid solvents. Pineapple peel vinegar (*Ananas comosus*), which contains acetic acid, has the potential to serve as an environmentally friendly solvent. This study aims to investigate the effect of varying soaking volumes with pineapple peel vinegar on the yield, viscosity, moisture content, and ash content of gelatin extracted from tuna bones (*Thunnus sp.*). The pre-extraction of tuna bones was conducted using three treatments, which involved different ratios of vinegar volume (ml) to tuna bone weight (g). The experimental design employed was a Completely Randomized Design (CRD) with three treatments: A1 (1:3), A2 (1:5), and A3 (1:7). The resulting gelatin was analyzed for physical and chemical properties, including yield, viscosity, moisture content, and ash content. The results showed that the lowest yield was 5.78% and the highest was 8.22%, with viscosity ranging from 3.5 cP (lowest) to 9 cP (highest), moisture content from 6.49% (lowest) to 7.36% (highest), and ash content from 0.88% (lowest) to 1.58% (highest). The best treatment for gelatin extraction was identified as treatment A1.

Keywords: pineapple vinegar, gelatin, fish bone, soaking volume

Abstrak

Gelatin merupakan suatu turunan protein yang dihasilkan dari hidrolisis jaringan kolagen dan jaringan ikat hewan. Tulang ikan tuna (*Thunnus sp.*) menjadi alternatif potensial karena kandungan kolagennya yang tinggi. Proses penting dalam produksi gelatin adalah demineralisasi menggunakan pelarut asam. Cuka limbah kulit nanas (*Ananas comosus*), yang mengandung asam asetat, berpotensi sebagai pelarut ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan mengeksplor pengaruh volume perendaman dengan cuka limbah kulit nanas terhadap rendemen, viskositas, kadar air dan abu gelatin tulang ikan tuna (*Thunnus sp.*) Pada penelitian pre-ekstraksi tulang ikan tuna menggunakan 3 perlakuan yaitu perbandingan volume cuka (ml) dengan berat tulang ikan tuna (g). Rancangan penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan yang terdiri atas A1 (1:3), A2 (1:5) dan A3 (1:7). Gelatin yang dihasilkan di analisis fisik dan kimia yaitu rendemen, viskositas, kadar air dan abu. Hasil penelitian gelatin tulang ikan tuna di dapatkan rendemen terendah 5.78% dan tertinggi 8.22%, viskositas terendah 3,5 cP dan tertinggi 9 cP, kadar air terendah 6,49% dan tertinggi 7,36%, dan untuk kadar abu terendah 0,88% dan tertinggi 1,58%. Perlakuan terbaik untuk ekstraksi gelatin adalah perlakuan A1.

Kata kunci: cuka nanas, gelatin, tulang ikan, volume perendaman

PENDAHULUAN

Gelatin merupakan suatu turunan protein yang dihasilkan dari hidrolisis jaringan kolagen, kulit, dan jaringan ikat hewan (GMIA, 2019). Penggunaan Gelatin banyak dimanfaatkan dalam produksi berbagai produk, baik pangan maupun

non-pangan. Saat ini, sebagian besar gelatin komersial diproduksi dari tulang dan kulit hewan ternak seperti sapi dan babi. Namun, penggunaan sumber alternatif seperti ikan menjadi semakin penting karena alasan keagamaan,

kesehatan, dan keamanan pangan (Ariyanto et al., 2023).

Ikan tuna (*Thunnus* sp.) merupakan salah satu komoditas perikanan penting di Indonesia yang banyak diburu dan dimanfaatkan dalam industri perikanan (Suryanto et al., 2020). Dalam industri perikanan, ikan ini dikenal kaya akan kolagen, yang membuatnya memiliki nilai tambah tinggi. Tulang ikan tuna, khususnya, menjadi sumber kolagen yang sangat potensial untuk dieksploitasi dalam ekstraksi gelatin (Gallego et al., 2025). Hal ini menjadikan ikan tuna tidak hanya bernilai sebagai bahan pangan, tetapi juga sebagai sumber bahan baku berharga untuk produk turunan lainnya.

Tulang ikan tuna dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk gelatin tidak hanya memberikan manfaat ekonomi, tetapi juga berkontribusi pada pengelolaan limbah. Menurut Gallego et al. (2024) pemanfaatan limbah tulang ikan tuna mendukung prinsip keberlanjutan dalam industri perikanan. Selain itu, ekstraksi gelatin dari limbah ikan tuna dapat membantu mengurangi kebutuhan akan sumber kolagen lainnya, yang seringkali lebih mahal dan berdampak lebih besar terhadap lingkungan (Nurilmala et al., 2017).

Pre-ekstraksi gelatin atau proses demineralisasi tulang ikan tuna melibatkan penggunaan pelarut yang dapat mengekstrak kolagen dari tulang tersebut. Umumnya, ada dua kategori pelarut yang digunakan, yakni pelarut tipe A (berbasis asam) dan tipe B (berbasis basa). Penelitian ini menggunakan pelarut tipe A atau proses asam, di mana larutan asam digunakan dalam tahap pre-ekstraksi untuk memecah struktur kolagen dari matriks mineral. Berbagai jenis asam bisa digunakan dalam proses ini, meliputi asam organik seperti asam sitrat, asam asetat, cuka aren, serta cuka lontar, dan juga asam anorganik seperti asam fosfat, sulfat, serta klorida. (Naiu et al., 2024).

Cuka limbah kulit nanas merupakan bahan pelarut asam organik yang dapat dimanfaatkan dalam proses demineralisasi. Asam cuka atau Asam asetat yang terkandung pada cuka organik

memiliki kemampuan memfasilitasi pemecahan kolagen, melepaskan struktur triple helix, dan mengurangi suhu denaturasi. Selain itu, asam asetat menahan aktivitas protease, mengurangi degradasi enzim, dan membelah ikatan silang kolagen dengan kerusakan minimal (Chua et al., 2023).

Namun, penelitian pendahuluan menunjukkan bahwa kadar asam asetat dalam cuka limbah kulit nanas relatif rendah dibandingkan dengan cuka sintesis atau asam mineral lainnya. Menurut Zulkifli et al., 2014 dalam penelitiannya yang menggunakan rasio 1:3, 1:5 dan 1:7, peningkatan volume cuka mempengaruhi rendemen dari 2,81% pada rasio 1:3 meningkat 6,09% pada rasio 1:7, rendahnya kadar asam asetat pada cuka aren menyebabkan efektivitasnya dalam mengekstraksi kolagen bergantung pada volume cuka yang digunakan. Jumlah variasi ini dipakai karena penggunaan cuka aren sebagai sumber asam untuk merendam tulang ikan merupakan hal yang pertama kali dilakukan sehingga efektivitasnya dapat diketahui, ini sama halnya pada cuka nanas yang efektivitasnya belum diketahui. Maka dari itu penelitian ini bertujuan mengeksplor Pengaruh Volume Perendaman dengan Cuka Limbah Kulit Nanas terhadap Rendemen, Viskositas, Kadar Air dan Abu Gelatin Tulang Ikan Tuna (*Thunnus* sp.).

METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2025. Pembuatan gelatin tulang ikan tuna, serta pengujian rendemen, viskositas, kadar air dan abu gelatin tulang ikan tuna dilakukan di Laboratorium Balai Pengujian, Penerapan Mutu dan Diversifikasi Produk Perikanan (BPPMDP).

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini mencakup timbangan analitik (Kern ABJ 320-4NM), hot plate stirrer (Cimarec), beaker gelas (IWAKI), waterbath (Mammert) erlenmeyer (IWAKI), pipet. pH meter (ATC pH-2011), thermometer digital

(TP300), viskometer brookfield, oven (Marmmer), tanur, cawan porselen, pengaduk kaca, sendok stainless steel, pipet, buret.

Selain itu, bahan yang digunakan dalam penelitian ini mencakup sampel uji larutan asam asetat (cuka dari limbah kulit nanas) dan gelatin (tulang ikan tuna). Aquades digunakan sebagai pelarut pada berbagai analisis, termasuk analisis kadar asam asetat, analisis viskositas dan analisis titik gel dan titik leleh. indikator fenolftalein dan larutan NaOH 0,1 N digunakan dalam analisis kadar asam asetat untuk proses titrasi.

Preparasi Sampel

Proses pembuatan gelatin diawali dengan persiapan tulang ikan tuna sebanyak 500 g per 1 perlakuan. Tulang ikan tuna diperoleh dari tempat pelelangan ikan di Kota Gorontalo. Pada tahap awal tulang ikan tuna dicuci. Kemudian direbus dalam air pada suhu 70°C selama 30 menit untuk menghilangkan lemak pada tulang. Setelah perebusan, tulang dicuci dengan air untuk membersihkannya. Kemudian tulang dipotong menjadi ukuran 3 cm menggunakan pisau, lalu dikeringkan pada suhu 65°C selama 6 jam.

Pada tahap selanjutnya ialah demineralisasi atau penghilangan kalsium dengan merendam dalam larutan asam. Potongan tulang ikan dimasukkan ke dalam gelas kimia yang larutan cuka alami limbah kulit nanas dengan rasio 1:3, 1:5 dan 1:7 (tulang ikan tuna: volume cuka) di rendam sampai *ossein* (tulang menjadi lunak). Sehingga dihasilkan tulang lunak yang disebut *ossein* atau yang sering disebut tulang lunak. *Ossein* dinetralkan pH-nya dengan cara mengaliri *ossein* dengan air mengalir selama ± 1 jam, lalu diperiksa dengan kertas pH. Setelah mendekati pH netral (7) *ossein* tersebut dibilas.

Pada tahap akhir, *ossein* diekstraksi menggunakan aquades dengan cara dimasukkan ke dalam waterbath pada suhu 70-80°C selama 4 jam dengan perbandingan 1:3, Kemudian ekstrak yang dihasilkan disaring menggunakan kertas saring sehingga menghasilkan filtrat.

Selanjutnya dilakukan proses pengeringan dengan cara ekstrak dituang ke dalam talang besi yang telah dilapisi dengan plastik tahan panas dan di masukkan ke dalam oven pada suhu 65°C selama 24 jam hingga diperoleh ekstrak kering. Ekstrak yang telah kering didinginkan pada suhu ruang, selanjutnya ekstrak kering yang menempel pada plastik dibersihkan hingga diperoleh bubuk gelatin. Bubuk gelatin yang diperoleh selanjutnya dilakukan analisis kualitas gelatin.

Penentuan Rendemen

Rendemen diperoleh dengan perbandingan berat kering gelatin yang dihasilkan dengan berat bahan segar. Secara matematis dapat dirumuskan dengan:

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{berat gelatin yang terbentuk}}{\text{berat tulang ikan}} \times 100\%$$

Penentuan Viskositas

Sebanyak 1 g gelatin dilarutkan dalam 30 mL aquades, kemudian larutan tersebut dimasukkan dalam *Viscometer Oswald*, diamati dan dicatat waktu ketika larutan gelatin mulai turun hingga batas garis yang telah ditentukan. Untuk menghitung massa jenis gelatin gunakan piknometer, dan dihitung viskositas gelatin melalui persamaan:

$$\mu_{\text{larutan}} (\text{cP}) = X \mu_{\text{air}} \frac{\rho_{\text{larutan}} \times t_{\text{larutan}}}{\rho_{\text{air}} \times t_{\text{air}}}$$

Di mana:

μ_{air} = viskositas air (cp)

ρ_{air} = densitas air (g/ml)

t_{air} = waktu (sekon)

Penentuan Kadar Air dan Abu.

Analisis Kadar Air Metode Thermogravimetri (AOAC, 2012).

Gelatin ditimbang sebanyak 2 g dan dimasukkan kedalam cawan porselen. Setelah itu, cawan porselen yang berisi gelatin dimasukkan ke dalam oven dan dikeringkan pada suhu 105°C selama 1 jam. Setelah dioven, didinginkan didalam desikator selama 15 menit dan ditimbang hingga beratnya konstan. Kadar air dihitung menggunakan Persamaan sebagai berikut:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{B - C}{B - A} \times 100\%$$

Di mana:

A: berat cawan dinyatakan dalam gram

B: berat cawan + sampel awal dinyatakan dalam gram

C: berat cawan + sampel kering dinyatakan dalam gram

Analisis Kadar Abu Metode Gravimetri (AOAC, 2012).

Gelatin yang sudah diuapkan airnya ditimbang sebanyak ± 2 g dan dimasukkan ke dalam cawan. Setelah itu, cawan yang berisi gelatin di masukkan ke dalam tanur dan diabukan selama 3,5 jam dengan suhu 600°C . Kemudian, didinginkan di dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang

hingga berat konstan. Kadar abu dihitung menggunakan Persamaan berikut:

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

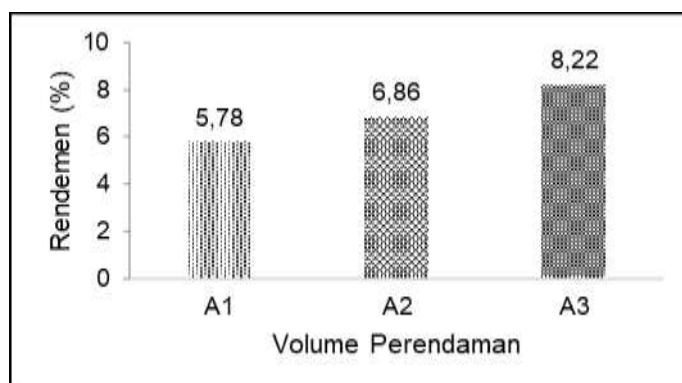
HASIL DAN PEMBAHASAN.

Rendemen

Rendemen adalah persentase hasil akhir produk dari suatu proses pengolahan dibandingkan dengan bahan baku yang digunakan. Dalam produksi gelatin (Gambr 1), rendemen dihitung dengan membandingkan bobot produk yang dihasilkan terhadap bobot bahan baku awal. Hasil rendemen dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Gelatin tulang ikan tuna (*Thunnus* sp.).



Gambar 2. Hasil rendemen gelatin tulang ikan tuna (*Thunnus* sp.).

Gambar 2. Menunjukkan bahwa semakin besar volume cuka yang digunakan, terjadi peningkatan dalam hasil rendemen gelatin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan dengan volume cuka terendah menghasilkan rendemen gelatin yang lebih tinggi dibandingkan dengan volume cuka yang

lebih besar. Rendemen terendah diperoleh pada perlakuan A1 dengan nilai 5.78%, sedangkan rendemen tertinggi diperoleh pada perlakuan A3 dengan nilai 8.22%. Fenomena ini kemungkinan disebabkan oleh volume yang meningkat mampu mempengaruhi tingkat hidrolisis walaupun konsentrasi asam tiap-tiap volume sama

Menurut Zulkifli *et al.* (2014) Asam organik diperkirakan turut menyediakan konsentrasi ion H^+ , di mana ion tersebut berfungsi dalam memecah ikatan hidrogen pada kolagen selama proses perendaman. Kemungkinan besar dengan meningkatnya volume cuka, jumlah cadangan ion asam turut bertambah sehingga ikatan hidrogen pada tropokolagen lebih mudah terurai. Kadar asam organik yang dihasilkan dari cuka limbah kulit nanas tercatat sebesar 7,92%, dengan pH 3,09 yang menunjukkan tingkat keasaman yang cukup tinggi untuk proses demineralisasi tulang ikan. Menurut Ward & Courts (1977) semakin tinggi kadar asam maka semakin tinggi juga mineral yang dapat larut dalam proses demineralisasi tulang menjadi ossein, sehingga mempercepat ekstraksi kolagen dan meningkatkan rendemen gelatin yang dihasilkan.

Menurut penelitian Zulkifli *et al.* (2014) perbedaan volume cuka aren pada konsentrasi asam 2,39% dalam ekstraksi gelatin tulang ikan tuna tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap rendemen, dengan kisaran 2,81 – 6,09%. Namun, dalam penelitian ini, penggunaan cuka alami dari limbah kulit nanas tampaknya memberikan peningkatan pada hasil rendemen. Hasil ini juga sejalan dengan penelitian Ariyanto *et al.* (2023) yang melaporkan bahwa jenis dan konsentrasi asam yang digunakan dalam perendaman tulang ikan dapat mempengaruhi tingkat perolehan gelatin.

Secara umum, perendaman dalam larutan asam bertujuan untuk melunakkan dan menghilangkan mineral dari tulang ikan, sehingga meningkatkan jumlah kolagen yang dapat diekstrak menjadi gelatin. Namun, jika konsentrasi asam terlalu tinggi atau waktu ekstraksi terlalu lama, struktur kolagen dapat mengalami degradasi berlebihan, sehingga menurunkan hasil rendemen (Naiu *et al.*, 2023). Hal ini didukung oleh penelitian Nurilmala *et al.* (2021) yang menyebutkan bahwa perendaman dengan larutan asam pada konsentrasi tinggi dapat menyebabkan hilangnya sebagian besar protein selama tahap pencucian.

Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Naiu *et al.* (2023) membandingkan rendemen gelatin dari ekstraksi menggunakan cuka aren dengan gelatin komersial. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa perendaman lebih lama dapat meningkatkan rendemen hingga batas tertentu, namun pada titik tertentu dapat menyebabkan degradasi kolagen yang berlebihan.

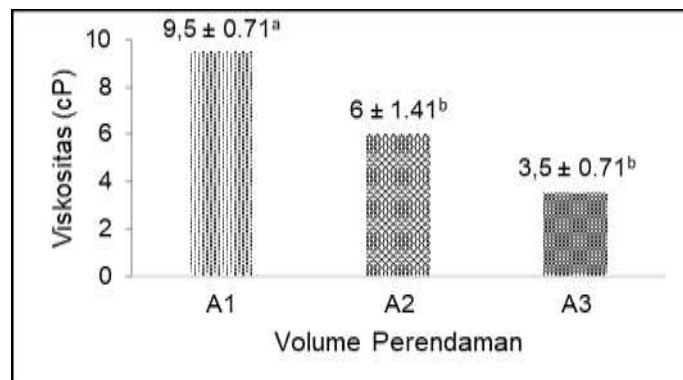
Dalam penelitian ini, kemungkinan besar perbedaan rendemen yang terjadi juga dipengaruhi oleh kondisi bahan baku seperti ukuran partikel tulang, kandungan kolagen dalam tulang ikan tuna, serta efisiensi proses pencucian sebelum ekstraksi (Istiqlaal, 2018). Menurut penelitian Wangtueai *et al.* (2016) ukuran partikel tulang yang lebih kecil dapat meningkatkan luas permukaan kontak dengan larutan asam, sehingga mempercepat proses hidrolisis dan meningkatkan hasil rendemen.

Viskositas

Viskositas gelatin adalah ukuran kekentalan larutan gelatin yang dipengaruhi oleh konsentrasi, suhu, dan berat molekul kolagen. Sifat ini berperan penting dalam industri karena memengaruhi tekstur, kestabilan, dan kualitas produk akhir, sehingga pemilihan gelatin dengan viskositas yang sesuai sangat diperlukan untuk aplikasi spesifik. Dibawah ini adalah hasil viskositas dapat dilihat pada Gambar 3.

Gambar 3. menunjukkan bahwa terdapat perbedaan viskositas yang cukup signifikan pada gelatin tulang ikan tuna berdasarkan volume cuka alami dari limbah kulit nanas yang digunakan. Perlakuan A1 menghasilkan viskositas tertinggi dengan rata-rata sebesar $9,5 \pm 0,71$ cP, disusul oleh A2 dengan rata-rata $6 \pm 1,41$ cP. Sementara itu, perlakuan A3 menunjukkan viskositas paling rendah, yaitu sebesar $3,5 \pm 0,71$ cP. Secara keseluruhan, viskositas gelatin dalam penelitian ini berada dalam kisaran 3,5–9,5 cP dan masih sesuai dengan standar GMIA (2019), yaitu 1,5–7,5 cP. Namun, viskositas pada perlakuan A1 yang mencapai 9,5 cP melebihi batas atas

standar tersebut, sehingga tidak memenuhi standar yang ditetapkan.



Gambar 3. Kerapatan relatif jenis

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa penambahan volume cuka alami berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap viskositas gelatin. Semakin banyak volume cuka alami yang digunakan, viskositas gelatin yang dihasilkan justru cenderung menurun. Temuan ini menunjukkan bahwa proses hidrolisis kolagen dalam tulang ikan tuna menjadi lebih intens seiring meningkatnya volume cuka, yang menyebabkan rantai polipeptida terpecah menjadi fragmen yang lebih pendek dan menurunkan viskositas larutan gelatin (Ward & Courts, 1977).

Penurunan viskositas ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang juga menunjukkan bahwa konsentrasi dan jenis asam yang digunakan dalam proses ekstraksi sangat memengaruhi struktur dan karakteristik gelatin. Dalam penelitian Naiu & Yusuf (2018) menemukan bahwa gelatin dari tulang ikan tuna yang direndam dalam cuka aren selama 14 hari memiliki viskositas sebesar 2,83–4,3 cP, yang berarti lebih rendah dibandingkan hasil penelitian ini. Ini memperlihatkan bahwa durasi perendaman dan kekuatan asam turut berkontribusi pada viskositas akhir gelatin yang dihasilkan.

Hasil serupa juga ditunjukkan dalam penelitian yang membandingkan penggunaan asam fosfat dan enzim papain pada ekstraksi tulang ikan nila. Viskositas gelatin yang diperoleh dari asam fosfat adalah 4,13 cP, sedangkan enzim papain

menghasilkan viskositas lebih tinggi, yaitu 7,57 cP. Penelitian lain menggunakan asam sitrat dan menghasilkan viskositas sebesar 3,83 cP (Hidayat *et al.*, 2016; Pertiwi *et al.*, 2018) dalam (Naiu *et al.*, 2023). Jika dibandingkan, viskositas gelatin dari penelitian ini masih berada dalam rentang yang relatif lebih tinggi, terutama pada perlakuan A1 dan A2.

Selain volume cuka, viskositas gelatin juga dipengaruhi oleh beberapa faktor lain seperti pH, kadar air, kadar abu, dan berat molekul. Astawan *et al.* (2002) menyebutkan bahwa viskositas sangat ditentukan oleh interaksi antar molekul dalam larutan, yang berkaitan erat dengan panjang dan distribusi ukuran rantai polipeptida. Hal ini selaras dengan hasil penelitian ini, di mana viskositas yang menurun drastis pada perlakuan A3 menunjukkan bahwa volume cuka yang terlalu tinggi dapat menyebabkan struktur kolagen terdegradasi secara berlebihan. Akibatnya, viskositas gelatin pun menurun secara nyata. Menurut Istiqlaal (2018) gelatin dengan pH lebih rendah cenderung memiliki viskositas yang lebih rendah, karena rantai polipeptidanya lebih banyak mengalami pemutusan.

Perubahan kadar air dan pH akibat penambahan volume cuka alami juga diyakini turut memengaruhi viskositas. Ward & Courts (1977) menjelaskan bahwa gelatin dengan kadar air tinggi cenderung memiliki viskositas rendah karena struktur gelatin menjadi lebih encer akibat

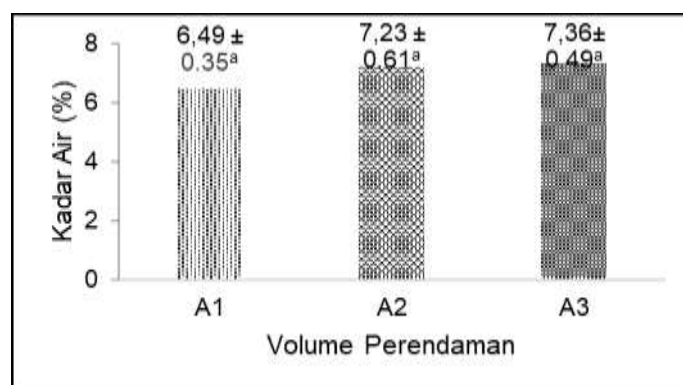
keberadaan air bebas. Peningkatan jumlah air yang terikat oleh gelatin akan membuat larutan menjadi lebih encer dan sifat higroskopis gelatin membuatnya mudah menyerap air, yang pada akhirnya memengaruhi kelarutan dan viskositasnya (Naiu & Yusuf, 2018).

Dalam dunia industri, jika viskositas terlalu tinggi, gelatin dapat membentuk gel yang terlalu kental dan sulit diaplikasikan, terutama dalam produk pangan dan farmasi. Sebaliknya, jika viskositas terlalu rendah, gelatin bisa kehilangan

stabilitasnya dan kurang efektif dalam penggunaannya (Naiu & Yusuf, 2018).

Kadar Air

Kadar air berperan penting dalam menentukan kualitas dan masa simpan gelatin. Sebagai hidrokoloid, gelatin dapat menyerap air, yang memengaruhi tekstur dan stabilitas produk, namun juga berisiko menurunkan kualitas jika tidak dikendalikan dengan baik selama penyimpanan. Dibawah ini adalah hasil kadar air dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil titik gel gelatin tulang ikan tuna (*Thunnus* sp.)

Gambar 4. menunjukkan bahwa kadar air pada perlakuan A1 adalah $6.49 \pm 0.35\%$, perlakuan A2 menunjukkan kadar air $7.23 \pm 0.61\%$, dan perlakuan A3 memiliki kadar air tertinggi sebesar $7.36 \pm 0.49\%$. Kadar air dari gelatin meningkat seiring penambahan volume cuka alami yang digunakan. Hasil ini sudah sesuai standar yang ditetapkan oleh standar SNI yaitu maksimum 16% (SNI 06-3735-1995)

Dibandingkan penelitian sebelumnya, kadar air gelatin dalam penelitian ini masih memenuhi standar yang ditetapkan. Rosmawati *et al.* (2021) melaporkan kadar air gelatin ikan lele sebesar 3,5%, sementara Khiari *et al.* (2011) melaporkan rentang 7-9% untuk gelatin ikan yang dihidrolisis dengan asam organik. Kadar air gelatin tidak hanya sekadar angka numerik, tetapi mencerminkan kompleksitas struktur protein. Kadar air di atas 16% membawa risiko penggumpalan dan kerusakan mikrobiologis, sementara di bawah 6-8% dapat menyebabkan gelatin menjadi higroskopis (Gallego *et al.*, 2025).

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa kadar air tidak memiliki perbedaan yang signifikan ($P > 0,05$), yang mengindikasikan bahwa volume cuka tidak berpengaruh terhadap kadar air gelatin yang dihasilkan akan tetapi meningkat seiring volume bertambah. Fenomena peningkatan kadar air dapat dikaitkan dengan beberapa faktor penting yang telah diidentifikasi dalam penelitian sebelumnya. Menurut Istiqlaal (2018), semakin lama perendaman, struktur kolagen semakin terbuka, yang menyebabkan ikatan peptida kolagen terputus sehingga molekul air terlepas dan lemak yang keluar dari jaringan tulang semakin banyak, sehingga daya ikat air menjadi melemah. Daya ikat air yang lemah menyebabkan air mudah menguap pada saat pengeringan (Astawan *et al.*, 2002).

Duxbury (2005) dalam Naiu *et al.* (2023) menjelaskan bahwa kadar air yang terukur merupakan air bebas yang terdapat dalam ruang antar sel dan pori-pori bahan, serta air yang terikat lemah karena diserap pada permukaan koloid makromolekul

seperti protein. Dalam konteks penelitian ini, peningkatan volume cuka alami dari limbah kulit nanas tampaknya memfasilitasi pelepasan air bebas dari struktur gelatin.

Kadar air yang lebih tinggi pada gelatin dapat dihubungkan dengan proses hidrolisis kolagen yang terjadi selama perlakuan dengan cuka. Asam organik dalam cuka, seperti asam asetat, berperan dalam pemutusan ikatan peptida pada kolagen, yang memungkinkan lebih banyak molekul air terperangkap dalam struktur gelatin (Hasibuan, 2018). Hal ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa semakin lama waktu perendaman, kadar air gelatin cenderung meningkat, karena pemutusan ikatan peptida yang lebih banyak akan melepaskan molekul-molekul air (Ward & Courts, 1977).

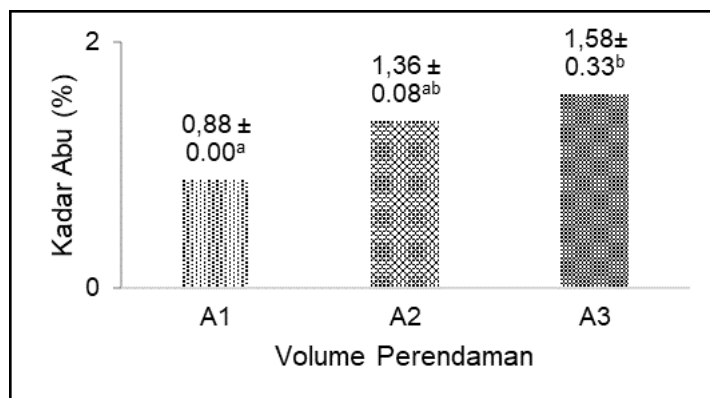
Kadar air yang optimal dalam gelatin sangat penting karena dapat mempengaruhi sifat fisikokimia gelatin, termasuk viskositas dan stabilitas. Gelatin dengan kadar air yang lebih rendah cenderung memiliki kemampuan mengikat

air yang lebih tinggi, yang dapat meningkatkan kekuatan gel. Sebaliknya, kadar air yang tinggi dapat menyebabkan gelatin menjadi lebih encer, yang di mana kadar air yang lebih tinggi menyebabkan viskositas lebih rendah (Naiu & Yusuf, 2018).

Kadar air yang tinggi dapat menyebabkan gelatin menyerap air dari lingkungan, yang dapat mempengaruhi stabilitas dan kualitas produk. Penelitian oleh Nurilmala *et al.* (2006) menunjukkan bahwa gelatin dari tulang ikan tuna dengan kadar air 6,54% memiliki potensi untuk menyerap air jika disimpan pada suhu ruang, mencapai titik keseimbangan dengan kelembaban udara lingkungan.

Kadar Abu

Kadar abu menunjukkan tingkat kemurnian gelatin berdasarkan jumlah bahan anorganik yang tersisa setelah pembakaran. Kandungannya dipengaruhi oleh bahan baku dan metode pembuatan, terutama dari garam mineral pada tulang sapi. Dibawah ini adalah hasil kadar abu dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil titik leleh gelatin tulang ikan tuna (*Thunnus* sp.)

Gambar 5. menunjukkan bahwa perlakuan A1 memiliki kadar abu terendah sebesar $0.88 \pm 0.00\%$, sedangkan pada perlakuan A2 kadar abu mencapai $1.36 \pm 0.08\%$, dan perlakuan A3 memiliki kadar abu tertinggi sebesar $1.58 \pm 0.33\%$. Ini menunjukkan bahwa kadar abu meningkat seiring bertambahnya volume cuka yang digunakan. Hasil ini sudah sesuai standar yang ditetapkan oleh GMIA dalam rentang

0.3-2.0 (GMIA, 2019) dan standar SNI maksimal 3.25% (SNI 06-3735-1995).

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada kadar abu antara ketiga perlakuan ($P < 0.05$), dengan perlakuan A3 memiliki kadar abu lebih tinggi dibandingkan A1 dan A2. Peningkatan kadar abu bisa diakibatkan adanya mineral yang tidak terdekomposisi dengan baik selama proses ekstraksi.

Menurut Bhernama (2020) terurainya zat anorganik pada proses pembuatan gelatin dari tulang ikan disebabkan oleh degradasi mineral-mineral yang terkandung dalam tulang oleh pelarut asam. Semakin tinggi konsentrasi pelarut asam yang digunakan, semakin banyak mineral yang terlarut, sehingga kadar abu yang dihasilkan cenderung lebih rendah.

Pelarut bisa menjadi faktor utama terhadap kadar abu, menurut Safitri *et al.* (2019) yang menunjukkan bahwa kadar abu gelatin dengan perendaman asam klorida lebih tinggi dibandingkan dengan perendaman asam asetat, yang menunjukkan bahwa jenis asam yang digunakan dalam proses demineralisasi berpengaruh signifikan terhadap kadar abu. Asam klorida, misalnya, dapat menyebabkan lebih banyak kalsium larut, yang berkontribusi pada peningkatan kadar abu.

Proses demineralisasi yang tidak optimal juga dapat menyebabkan kadar abu yang tinggi. Mineral yang terdapat dalam tulang mungkin belum terdekomposisi secara sempurna pada saat proses demineralisasi, sehingga mineral tersebut larut pada saat proses ekstraksi (Bhernama, 2020). Selain itu, komponen mineral dalam tulang dapat lolos pada saat proses penyaringan larutan gelatin, yang dapat meningkatkan kadar abu. Penelitian oleh Rahmawati & Nurjanah (2020) menunjukkan bahwa kadar abu cenderung menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi enzim papain, yang menunjukkan bahwa proses demineralisasi yang baik dapat mengurangi kadar abu.

Kadar abu yang tinggi dalam gelatin juga dapat mempengaruhi kualitas gelatin secara keseluruhan. Menurut Istiqlaal (2018), sifat fisik dan kimia dari gelatin sangat dipengaruhi oleh bahan baku, umur hewan, tipe kolagen, metode pembuatan, dan proses perlakuan. Kadar abu yang tinggi dapat menunjukkan bahwa gelatin mengandung banyak mineral, yang dapat mempengaruhi sifat fungsionalnya. Gelatin dengan kadar abu yang tinggi dapat memiliki warna yang keruh dan dapat

mempengaruhi penerimaan konsumen terhadap produk (Safitri *et al.*, 2019)

Kadar abu gelatin yang dihasilkan dalam penelitian ini juga perlu dibandingkan dengan penelitian sebelumnya. Penelitian oleh Panjaitan (2016) menunjukkan bahwa gelatin dari tulang ikan tuna memiliki kadar abu sebesar 8,02%, yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian ini. Hal ini menunjukkan bahwa metode ekstraksi dan perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini lebih efektif dalam mengurangi kadar abu. Selain itu, penelitian oleh Safitri *et al.* (2019) bahwa gelatin dari tulang ikan kaki-kaki dengan perendaman asam asetat menghasilkan kadar abu sebesar 1,96%, yang menunjukkan bahwa jenis asam yang digunakan dalam proses demineralisasi berpengaruh signifikan terhadap kadar abu.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian rendemen gelatin meningkat seiring bertambahnya volume cuka, dengan nilai tertinggi 8,22% pada perlakuan A3. Namun, viskositas gelatin menurun dengan peningkatan volume cuka, di mana perlakuan A1 menghasilkan viskositas tertinggi (9,5 cP) dan A3 terendah (3,5 cP). Kadar air gelatin meningkat, tetapi tetap dalam batas aman sesuai standar SNI, sementara kadar abu juga meningkat dengan volume cuka, mencapai 1,58% pada perlakuan A3. Perlakuan terbaik untuk ekstraksi gelatin adalah perlakuan A1, yang memberikan rendemen yang cukup baik dengan viskositas yang masih dalam batas yang dapat diterima.

Saran

Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengeksplorasi interaksi antara berbagai variabel, seperti waktu ekstraksi, konsentrasi bahan, dan metode pengolahan, yang dapat mempengaruhi kualitas gelatin. Hal ini penting untuk mengoptimalkan proses produksi dan

meningkatkan karakteristik fisik serta kimia gelatin yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. (2012). Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemists, Inc., DC: *Association of Official Analytical Chemists*.
- Ariyanto, R., Ismawati, I., & Hanafi, I. (2023). Pembuatan Gelatin Tulang Ikan Tengiri (*Scomberomorus guttatus*) Dengan Variasi Penggunaan Jenis Cuka. *Prosiding: Seminar Nasional Ekonomi Dan Teknologi*, 123–132. <https://doi.org/https://doi.org/10.24929/prosd.v0i0.2378>
- Astawan, M., Hariyadi, P., & Mulyani, A. (2002). Analysis of rheological properties of gelatin from fish skin of cucut. *Journal of Technology and Food Industry*, 13(1), 38–46.
- Bhernama, B. G. (2020). Ekstraksi Gelatin Dari Tulang Ikan Kakap Putih (*Lates calcarifer*) Dengan Asam HCL. *Jurnal Sains Natural*, 10(2), 43. <https://doi.org/10.31938/jsn.v10i2.282>
- Chua, L. K., Lim, P. K., Thoo, Y. Y., Neo, Y. P., & Tan, T. C. (2023). Extraction and characterization of gelatin derived from acetic acid-treated black soldier fly larvae. *Food Chemistry Advances*, 2(September 2022). <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100282>
- Gallego, C., Rodil, E., Rodríguez, H., & Soto, A. (2025). Extraction and characterisation of gelatine from yellowfin tuna skin pretreated with a eutectic solvent. *Food Hydrocolloids*, 159(August 2024). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2024.110652>
- GMIA. (2019). Gelatin Handbook. In the *Gelatin Manufacturers Institute of America. United States of America*. http://www.gelatin-gmia.com/uploads/1/1/8/4/118450438/gmia_gelatin_manual_2019.pdf
- Istiqlaal, S. (2018). Karakteristik Gelatin Tulang Ikan Tuna dengan Perendaman Cuka Lontar dari Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(3), 443–450. <https://www.academia.edu/68346165/16094.pdf>
- Khiari, Z., Rico, D., Martin-Diana, A. B., & Barry-Ryan, C. (2011). The extraction of gelatine from mackerel (*Scomber scombrus*) heads with the use of different organic acids. *Journal of Fisheries Sciences. Com, January*. <https://doi.org/10.3153/jfscm.201107>
- Naiu, A. S., & Yusuf, N. (2018). Nilai Sensoris dan Viskositas Skin Cream menggunakan Gelatin Tulang Tuna sebagai Pengemulsi dan Humektan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(2), 199. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v21i2.22838>
- Naiu, A. S., Yusuf, N., & Kalaka, S. R. (2023). Comparison of the physicochemical quality of tuna bone gelatin extracted using arenavine with commercial gelatin. *AACL Bioflux*, 16(5), 2833–2844.
- Naiu, A. S., Yusuf, N., & Kalaka, S. R. (2024). Gelatin Ikan Tipe A. In *Deepublish*.
- Nurilmala, M., Jacoeb, A. M., & Dzaky, R. A. (2017). Quality of Cultured Wader Pari During Storage at Different Temperatures. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(2), 339. <https://doi.org/https://doi.org/10.17844/jphpi.v20i2.18049>
- Nurilmala, M., Nasirullah, M. T., Nurhayati, T., & Darmawan, N. (2021). Karakteristik Fisik-Kimia Gelatin dari Kulit Ikan Patin, Ikan Nila, dan Ikan Tuna Physical-Chemical. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 23(1), 71. <https://doi.org/https://doi.org/10.22146/jfs.59960>
- Nurilmala, M., Wahyuni, M., & Wiratmaja, H. (2006). Perbaikan Nilai Tambah Limbah Tulang Ikan Tuna (*Thunnus*

- sp) Menjadi Gelatin Serts Analisis Fisika Kimia. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 15(2), 1–23. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jphi/article/view/980>
- Panjaitan, T. F. C. (2016). Optimalisasi Ekstraksi Gelatin dari Tulang Ikan Tuna (*Thunnus albacares*). *Jurnal Wiyata: Penelitian Sains Dan Kesehatan*, 3(1), 11–16. <http://ojs.iik.ac.id/index.php/wiyata/article/view/65>
- Rahmawati, R., & Nurjanah, S. (2020). Pengaruh Konsentrasi Enzim Papain Terhadap Mutu Gelatin Bubuk Dari Tulang Dan Cakar Ayam. *Jurnal Konversi Universitas Muhammadiyah Jakarta*, 9(1), 39–52. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/konversi/article/view/7266>
- Rosmawati, Tawali, A. B., Said, M. I., Zzaman, W., Kobun, R., & Huda, N. (2021). Characteristics of Gelatin From Skin and Bone of Snakehead (*Channa Strata*) Extracted With Different Temperatures and Times. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 15(May), 648–661. <https://doi.org/10.5219/1639>
- Safitri, R., Isamu, K. T., & Akib, N. I. (2019). Uji Kualitas Gelatin Dari Tulang Ikan Tuna Sirip Kuning (*Thunnus Albacares*) Menggunakan Jenis Asam Yang Berbeda. *Jurnal Fish Protech*, 2(2), 218. <https://doi.org/https://doi.org/10.33772/jfp.v2i2.9351>
- SNI 06-3735-1995. (1995). SNI Mutu dan Cara Uji Gelatin. *Standar Nasional Indonesia*.
- Suryanto, M. R., Pratama, R. B., Panjaitan, P. S., & Sipahutar, Y. H. (2020). Pengaruh Lama Trip Layar yang Berbeda Terhadap Mutu Ikan Tuna (*Thunnus sp*) di Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Palabuhanratu Sukabumi – Jawa Barat. *Seminar Nasional Kelautan Dan Perikanan Ke VII*, 114–125. https://www.researchgate.net/publication/381429869_Pengaruh_Lama_Trip_Layar_yang_Berbeda_Terdapat_Mutu_Ikan_Tuna_Thunnus_sp_di_Pelabuhan_Perikanan_Nusantara_PP_N_Pelabuhan_Ratu_Sukabumi_-_Jawa_Barat
- Wangtueai, S., Siebenhandl-Ehn, S., & Haltrich, D. (2016). Optimization of the preparation of gelatin hydrolysates with antioxidative activity from Lizardfish (*Saurida spp.*) scales gelatin. *Chiang Mai Journal of Science*, 43(1), 68–79. https://www.researchgate.net/publication/301854081_Optimization_of_the_Preparation_of_Gelatin_Hydrolysates_with_Antioxidative_Activity_from_Lizardfish_Saurida_spp_Scales_Gelatin
- Ward, A. G., & Courts, A. (1977). *The Science and Technology of Gelatin*. New York: Academic Press.
- Zulkifli, M., Naiu, A. S., & Yusuf, N. (2014). Rendemen, Titik Gel dan Titik Leleh Gelatin Tulang Ikan Tuna yang Diproses dengan Cuka Aren. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 2(2), 73–77.