MASALIQ
Jurnal Pendidikan dan Sains

e-ISSN: 2808-8115
p-ISSN: 2809-1051

Terindeks: Sinta 5, Copernicus, Dimensions, Scilit, Lens, Crossref, Garuda, Google Scholar, Base, etc

https://doi.org/10.58578/masaliq.v5i6.7766

ANALISIS KADAR AIR GELATIN KULIT AYAM HASIL EKSTRAKSI MENGGUNAKAN METODE *WATERBATH* DAN SONIKASI

Moisture Content Analysis of Chicken Skin Gelatin Extracted Using Water Bath and Sonication Methods

Angelica Vidya Ulfa & Miftahul Khair
Universitas Negeri Padang
angelicavidyaulfa19@gmail.com; miftah@fmipa.unp.ac.id

Article Info:

Submitted:	Revised:	Accepted:	Published:
Sep 22, 2025	Oct 12, 2025	Oct 24, 2025	Oct 29, 2025

Abstract

Gelatin is a collagen-derived product widely utilized in the food, pharmaceutical, and cosmetic industries, with moisture content being a critical quality parameter. This study aims to evaluate the effect of extraction methods on the moisture content of gelatin derived from chicken skin, using two different approaches: conventional waterbath and ultrasound-assisted extraction (sonication). The extraction process began with acid hydrolysis using citric acid, followed by waterbath treatment at 65 °C for 10, 20, and 30 minutes, and sonication at a frequency of 47 kHz for 10–50 minutes. Samples with the highest yield from each method (10-minute waterbath and 50-minute sonication) were analyzed for moisture content. The results showed that gelatin obtained via sonication had a moisture content of 9.51 ± 0.70%, while that obtained via waterbath was 10.21 ± 2.15%. A paired t-test yielded a p-value of 0.641, indicating that the difference in moisture content between the two methods was not statistically significant. Both values remain within the acceptable limit set by the Indonesian National Standard (SNI 01-3735-1995), which stipulates a maximum moisture content of 16%. Thus, both

Masaliq Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License

conventional and sonication methods are capable of producing high-quality gelatin in terms of moisture content, with slightly higher drying efficiency observed in the sonication method.

Keywords: Gelatin; Chicken Skin; Sonication; Waterbath; Moisture Content

Abstrak: Gelatin merupakan produk turunan kolagen yang banyak dimanfaatkan dalam industri pangan, farmasi, dan kosmetik, dengan kadar air sebagai salah satu parameter mutu yang krusial. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh metode ekstraksi terhadap kadar air gelatin yang diperoleh dari kulit ayam, menggunakan dua pendekatan berbeda: *waterbath* konvensional dan *ultrasound-assisted extraction* (sonikasi). Proses ekstraksi diawali dengan hidrolisis asam menggunakan asam sitrat, diikuti perlakuan *waterbath* pada suhu 65 °C selama 10, 20, dan 30 menit, serta sonikasi pada frekuensi 47 kHz selama 10–50 menit. Sampel dengan rendemen tertinggi dari masing-masing metode (waterbath 10 menit dan sonikasi 50 menit) dianalisis kadar airnya. Hasil menunjukkan bahwa gelatin dari metode sonikasi memiliki kadar air sebesar 9,51 ± 0,70%, sedangkan dari metode waterbath sebesar 10,21 ± 2,15%. Uji *t* berpasangan menghasilkan nilai $p = 0{,}641$, mengindikasikan bahwa perbedaan kadar air antara kedua metode tidak signifikan secara statistik. Kedua hasil masih berada dalam ambang batas standar SNI 01-3735-1995, yaitu kadar air maksimum 16%. Dengan demikian, baik metode konvensional maupun sonikasi mampu menghasilkan gelatin berkualitas baik dalam hal kadar air, dengan efisiensi pengeringan yang sedikit lebih tinggi pada metode sonikasi.

Kata Kunci: Gelatin; Kulit Ayam; Sonikasi; *Waterbath*; Kadar Air

PENDAHULUAN

Gelatin secara luas digunakan dalam industri makanan, farmasi, dan kosmetik karena kemampuannya sebagai pengental, penstabil, dan pembentuk gel (Suryati et al., 2015). Namun sebagian besar gelatin komersial yang beredar di pasaran masih diproduksi dari kulit babi (46%) dan tulang sapi (29,4%) (Fasya et al., 2018). Ketergantungan terhadap bahan baku tersebut menimbulkan isu penting dalam industri pangan, yaitu kekhawatiran akan aspek kehalalan dan risiko kesehatan, seperti potensi penularan *Bovine Spongiform Encephalopathy* (BSE) pada sapi (Jaziri et al., 2019). Dalam konteks ini, kulit ayam yang mengandung sekitar 29% kolagen tipe I dari total protein muncul sebagai sumber alternatif yang lebih aman, halal, dan mudah diperoleh (Fallah-Delavar & Farmani, 2018). Selain kulit ayam, beberapa penelitian juga telah mengeksplorasi bahan baku unggas lain sebagai sumber alternatif gelatin. (Kim et al., 2020) melaporkan bahwa kulit itik dapat menghasilkan gelatin dengan kualitas fisik yang baik, menunjukkan bahwa jaringan kulit unggas secara umum berpotensi sebagai sumber kolagen yang layak dikembangkan.

Kolagen merupakan protein struktural utama penyusun jaringan ikat yang tersebar hampir di seluruh organ hewan. Protein berwarna putih ini berperan penting dalam menjaga kekuatan, elastisitas, dan stabilitas jaringan tubuh. Pada kulit, tulang, dan tulang rawan, termasuk pada hewan unggas dan ikan, kolagen menjadi sumber utama bahan baku dalam proses pembuatan gelatin. Kolagen bersifat larut dalam pelarut alkali maupun asam, sehingga kedua jenis pelarut tersebut dapat dimanfaatkan dalam proses hidrolisis parsial untuk memecah struktur kolagen menjadi bentuk yang lebih sederhana (Tang, 2020). Di bawah mikroskop, jaringan kolagen tampak sebagai serat putih buram yang dikelilingi oleh protein lain dan mukopolisakarida. Perlakuan dengan larutan asam atau basa menyebabkan struktur serat kolagen mengembang dan terurai, membentuk rantai polipeptida yang lebih pendek yang kemudian berperan dalam pembentukan gelatin. Proses ini sangat dipengaruhi oleh suhu dan jenis pelarut, karena keduanya menentukan tingkat pelarutan dan kemampuan gelatin untuk membentuk gel saat didinginkan (Suliasih et al., 2020).

Sebagai tanggapan terhadap isu tersebut, penelitian ini diarahkan untuk mengoptimalkan pemanfaatan limbah perunggasan sebagai sumber bahan baku alternatif. Kulit ayam, yang selama ini belum dimanfaatkan secara maksimal dan berpotensi mencemari lingkungan, dapat dikonversi menjadi gelatin bernilai ekonomi tinggi. Upaya ini tidak hanya memberikan nilai tambah pada limbah organik, tetapi juga berkontribusi pada pengurangan limbah dan pengembangan bahan tambahan pangan yang halal serta berkelanjutan.

Berbagai penelitian sebelumnya telah meneliti metode ekstraksi gelatin dari kulit ayam. Metode konvensional seperti *waterbath* (pemanasan) memang mampu menghasilkan gelatin berkualitas, namun memiliki keterbatasan dari segi efisiensi waktu, energi, dan rendemen (Jafandeva & Khair, 2025). (Bhargavi et al., 2025) melaporkan bahwa penerapan ultrasonik dalam ekstraksi gelatin dari campuran kulit, kepala, dan kaki ayam menggunakan asam sitrat dan asam asetat mampu meningkatkan rendemen, kekuatan gel, serta menurunkan kadar air hingga 9–11%. Proses ini juga mempercepat waktu ekstraksi dan mengurangi kebutuhan tahapan kimia yang intensif, sehingga menjadi alternatif yang lebih efisien dan ramah lingkungan dalam pemanfaatan limbah unggas. (Miskiyah et al., 2022) meneliti pengaruh lama waktu perendaman terhadap karakteristik gelatin ceker ayam dan memperoleh kadar air sebesar 7,01 ± 1,09%, yang menunjukkan bahwa perlakuan perendaman dapat memengaruhi kualitas fisik gelatin. Namun, penelitian tersebut belum membandingkan efektivitas metode ekstraksi yang digunakan dalam proses konversi kolagen menjadi gelatin. Sebaliknya, metode *Ultrasound-Assisted Extraction* (UAE) atau sonikasi

muncul sebagai pendekatan modern yang dapat meningkatkan efisiensi ekstraksi melalui efek kavitasi, yaitu pembentukan dan pecahnya gelembung kavitasi yang menghasilkan tekanan serta suhu lokal tinggi sehingga mempercepat pelepasan kolagen dari jaringan (Noor et al., 2021). Meskipun demikian, masih terdapat kesenjangan penelitian berupa kurangnya kajian komparatif untuk menentukan metode ekstraksi paling efektif dalam menghasilkan gelatin dengan mutu fisik dan kimia yang optimal, khususnya dari parameter kadar air.

Kontribusi utama penelitian ini adalah memberikan perbandingan sistematis antara metode *waterbath* dan sonikasi dalam ekstraksi gelatin kulit ayam yang telah melalui hidrolisis asam sitrat untuk menghasilkan gelatin tipe A. Pemilihan asam sitrat didasarkan pada teori bahwa proton (H^+) dari asam sitrat dapat mengganggu ikatan intra dan intermolekul kolagen, sehingga mempermudah konversi kolagen menjadi gelatin (Hardikawati et al., 2016)

Dengan demikian, penelitian ini difokuskan untuk membandingkan kadar air gelatin kulit ayam hasil ekstraksi dengan dua metode, *waterbath* dan sonikasi. Analisis ini bertujuan menilai pengaruh metode ekstraksi terhadap kadar air sebagai indikator penting mutu gelatin, serta meninjau hasilnya terhadap standar SNI 01-3735-1995.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan desain komparatif, yang bertujuan untuk membandingkan hasil ekstraksi gelatin kulit ayam menggunakan dua metode berbeda, yaitu *waterbath* dan *sonikasi*, terhadap parameter kadar air gelatin yang dihasilkan.

Sampel yang digunakan adalah bubuk gelatin dari kulit ayam hasil ekstraksi dengan rendemen tertinggi dari masing-masing metode. Kondisi optimum diperoleh pada perlakuan *waterbath* suhu 65°C selama 10 menit dan *sonikator* dengan frekuensi 47 kHz, daya 50 W selama 50 menit. Sampel-sampel tersebut kemudian digunakan untuk analisis kadar air.

Preparasi Sampel

Kulit ayam dibersihkan dari lemak dan kotoran, dipotong kecil-kecil, kemudian dikeringkan. Sampel direndam dalam larutan NaOH 0,15% untuk menghilangkan sisa protein nonkolagen, kemudian dilakukan proses hidrolisis asam menggunakan asam sitrat 1% guna menghasilkan gelatin tipe A. Setelah proses hidrolisis selesai, sampel dinetralkan dengan air hingga pH netral dan dikeringkan kembali.

Proses Ekstraksi

Ekstraksi dilakukan dengan perbandingan bahan dan air 1:10 (b/v). Metode pertama menggunakan pemanasan konvensional (*waterbath*) pada suhu 65 °C selama 10 menit, sedangkan metode kedua menggunakan gelombang ultrasonik (*sonikasi*) pada frekuensi 47 kHz dan daya 50 W selama 50 menit. Filtrat hasil ekstraksi kemudian dikeringkan hingga diperoleh bubuk gelatin.

Penentuan Kadar Air

Kadar air ditentukan menggunakan metode gravimetri mengacu pada (Giménez et al., 2005). Cawan penguap terlebih dahulu dikeringkan pada suhu 100°C hingga mencapai bobot konstan. Sebanyak 1 g bubuk gelatin dimasukkan ke dalam cawan, kemudian dikeringkan kembali dalam oven pada suhu 100°C selama 6 jam. Setelah itu, sampel didinginkan dalam desikator dan ditimbang hingga mencapai bobot konstan. Persentase kadar air dihitung berdasarkan selisih bobot awal dan akhir sampel.

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

Keterangan :

A : berat cawan kosong

B : berat cawan + sampel

C : berat cawan + sampel setelah di oven

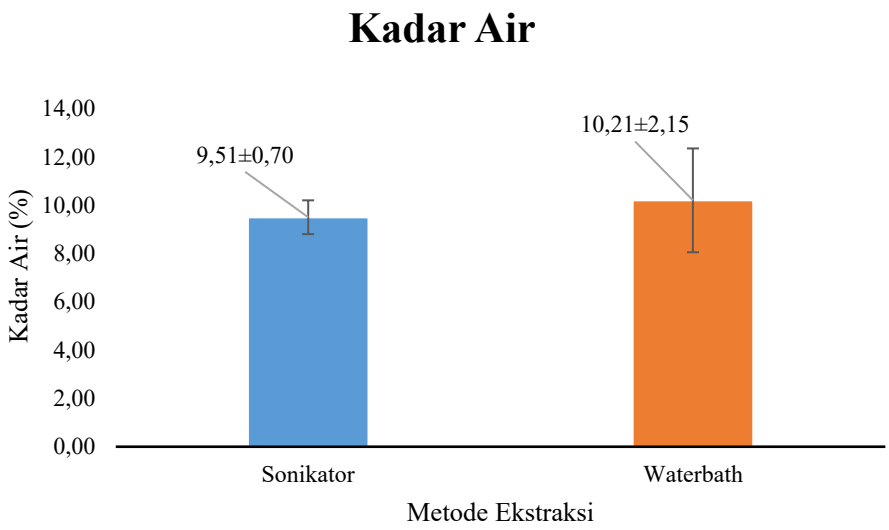
Analisis Data:

Data kadar air dari masing-masing metode dianalisis secara statistik menggunakan uji t berpasangan (paired t-test) dengan tingkat signifikansi $\alpha = < 0{,}05$ untuk menentukan perbedaan yang signifikan antara metode *waterbath* dan *sonikasi*.

HASIL

Analisis kadar air gelatin kulit ayam hasil ekstraksi menggunakan dua metode berbeda menunjukkan bahwa metode sonikasi menghasilkan kadar air rata-rata sebesar $9{,}51 \pm 0{,}70$, sedangkan metode *waterbath* menghasilkan $10{,}21 \pm 2{,}15$.

Perbandingan nilai kadar air dari kedua metode disajikan pada Gambar 1, yang memperlihatkan bahwa gelatin hasil ekstraksi sonikator cenderung memiliki kadar air lebih rendah dibandingkan gelatin hasil ekstraksi *waterbath*.



Gambar 1 Rata-rata kadar air gelatin hasil ekstraksi menggunakan metode sonikator dan waterbath (mean ± SD)

Gelatin hasil sonikasi menunjukkan kadar air sedikit lebih rendah dibandingkan dengan metode waterbath. Nilai tersebut masih di bawah batas maksimum kadar air menurut SNI 01-3735-1995 (16%), menunjukkan mutu pengeringan yang baik (Husnawati et al., 2024)

T-Test

[DataSet1] D:\Angel\TA\SPSS\Kadarair.sav

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Sonikator	9.5067	3	.70059	.40449
	Waterbath	10.2100	3	2.14553	1.23872

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Sonikator & Waterbath	3	.024	.984

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	Sonikator - Waterbath	-.70333	2.24068	1.29366	-6.26948	4.86282	-.544	2	.641

Gambar 2 Output uji t berpasangan kadar air gelatin hasil ekstraksi metode sonikasi dan waterbath ($p = 0{,}641$; $p > 0{,}05$)

Secara statistik, hasil uji t berpasangan menunjukkan nilai p = 0,641 (p > 0,05), yang berarti tidak terdapat perbedaan signifikan antara kedua metode ekstraksi terhadap kadar air gelatin yang dihasilkan. Hasil ini konsisten dengan (Bhargavi et al., 2025) yang melaporkan bahwa perbedaan metode ekstraksi ultrasonik dan konvensional tidak selalu memengaruhi kadar air secara signifikan.

Dengan demikian, baik metode sonikasi maupun *waterbath* mampu menghasilkan gelatin dengan kadar air di bawah batas maksimum SNI 01-3735-1995 yaitu 16%, sehingga keduanya memenuhi standar mutu gelatin yang baik.

PEMBAHASAN

Kadar air merupakan parameter penting yang menentukan kualitas, kestabilan, dan daya simpan gelatin. Semakin rendah kadar air, semakin kecil kemungkinan terjadinya reaksi degradasi dan pertumbuhan mikroba, sehingga produk lebih stabil selama penyimpanan (Hasma et al., 2022). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa gelatin yang diekstraksi menggunakan metode sonikasi memiliki kadar air sebesar 9,51 ± 0,70, sedangkan metode waterbath menghasilkan 10,21 ± 2,15. Nilai tersebut menandakan bahwa kedua metode ekstraksi menghasilkan gelatin dengan kadar air rendah dan telah memenuhi standar mutu gelatin nasional SNI 01-3735-1995, yaitu maksimum 16%.

Secara statistik, uji *t* berpasangan menghasilkan nilai p = 0,641 (p > 0,05), yang menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan antara kedua metode ekstraksi terhadap kadar air yang dihasilkan. Hal ini mengindikasikan bahwa perbedaan mekanisme pemanasan antara konveksi panas (waterbath) dan kavitasi ultrasonik (sonikasi) tidak memengaruhi kadar air akhir gelatin secara nyata. Kondisi tersebut menguatkan dugaan bahwa tahap pasca-ekstraksi, khususnya proses pengeringan pada suhu 50–60°C selama 48 jam, merupakan faktor dominan yang menentukan kadar air akhir produk.

Secara numerik, kadar air gelatin hasil sonikasi sedikit lebih rendah dibandingkan dengan hasil *waterbath*. Fenomena ini dapat dijelaskan melalui mekanisme kavitasi ultrasonik, di mana gelembung-gelembung kavitasi terbentuk dan pecah secara berulang, menghasilkan tekanan dan suhu lokal tinggi yang membantu pelepasan air dari jaringan kolagen (Kentish, 2017). Menurut Zhou et al. (2020), proses ini terjadi karena energi ultrasonik menyebabkan turbulensi mikro dan peningkatan permeabilitas jaringan, sehingga mempercepat difusi air dan kolagen ke dalam medium ekstraksi. Meskipun efek ini meningkatkan efisiensi pelepasan

air selama ekstraksi, hasilnya belum cukup signifikan secara statistik karena efek pengeringan yang seragam menetralkan perbedaan awal tersebut.

Hasil penelitian ini sejalan dengan berbagai studi sebelumnya yang menggunakan bahan baku berbeda, di mana kadar air gelatin umumnya berada dalam kisaran rendah sesuai standar mutu. (Husnawati et al., 2024) melaporkan kadar air gelatin hasil ekstraksi dengan asam asetat dan HCl berkisar antara 7,06–7,44%, yang juga berada di bawah batas maksimum SNI. Demikian pula, (Andiati et al., 2022) memperoleh kadar air 5,99% dari gelatin ceker itik, sedangkan (Gumilar & Pratama, 2018) mencatat kadar air 5,49% pada gelatin usus ayam. (Lombu et al., 2015) melaporkan kadar air gelatin ikan tuna sebesar 10,25%, sementara (Nugraheni et al., 2021) melaporkan hasil antara 8–12% pada gelatin tulang ikan. Hasil yang serupa juga diperoleh (Miskiyah et al., 2022) pada penelitian gelatin ceker ayam yang menunjukkan kadar air 7,01 ± 1,09, menegaskan bahwa kadar air rendah merupakan karakteristik umum gelatin yang dikeringkan dengan baik. Jika dibandingkan, nilai kadar air penelitian ini (9,51–10,21%) masih berada dalam rentang umum hasil penelitian sebelumnya, menunjukkan bahwa gelatin kulit ayam memiliki karakteristik kadar air yang sebanding dengan berbagai sumber kolagen hewani lainnya.

Perbedaan nilai kadar air antarpenelitian dapat dipengaruhi oleh perbedaan bahan baku, konsentrasi pelarut asam, lama ekstraksi, serta metode pengeringan yang digunakan. Menurut (Husnawati et al., 2024), kondisi pengeringan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan gelatin mengalami denaturasi parsial sehingga menahan air lebih kuat. Sementara itu, suhu yang terlalu rendah dapat memperlambat proses penguapan. Oleh karena itu, penggunaan suhu pengeringan sedang (50–60°C) seperti pada penelitian ini dinilai paling optimal untuk menjaga kestabilan struktur gelatin tanpa meningkatkan kadar air akhir secara signifikan.

Dari sisi implikasi praktis, hasil penelitian ini memperkuat gagasan bahwa metode sonikasi dapat digunakan sebagai alternatif ekstraksi yang efisien dan ramah lingkungan. Dibandingkan dengan pemanasan konvensional, proses sonikasi membutuhkan waktu lebih singkat dan energi lebih rendah, sekaligus mengurangi penggunaan pelarut kimia (Noor et al., 2021) Dengan demikian, walaupun kadar air yang dihasilkan tidak berbeda nyata, sonikasi tetap unggul dari sisi efisiensi proses dan mendukung pengembangan teknologi ekstraksi berbasis green chemistry.

Selain itu, kadar air yang rendah pada kedua metode ekstraksi memberikan implikasi positif terhadap daya simpan dan kestabilan produk turunan berbasis gelatin, seperti kapsul

farmasi, marshmallow, dan *edible film*. Hal ini konsisten dengan laporan (Husnawati et al., 2024) bahwa gelatin dengan kadar air di bawah 10% menunjukkan ketahanan fisik dan mikrobiologis yang lebih baik selama penyimpanan.

Penelitian ini masih terbatas pada analisis satu parameter fisik, yaitu kadar air, sehingga belum sepenuhnya menggambarkan pengaruh metode ekstraksi terhadap sifat fungsional gelatin seperti kekuatan gel (*gel strength*), viskositas, titik leleh, dan stabilitas termal. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengevaluasi parameter fisikokimia dan mekanika lainnya serta meninjau pengaruh variabel pengeringan (suhu, waktu, dan jenis pengeringan seperti *vacuum drying* atau *freeze drying*) untuk menentukan kondisi optimum yang menghasilkan gelatin berkualitas tinggi dan sesuai dengan kebutuhan industri pangan maupun farmasi.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa gelatin kulit ayam yang diekstraksi menggunakan metode sonikasi maupun *waterbath* menghasilkan kadar air yang memenuhi standar mutu gelatin nasional (SNI 01-3735-1995, maksimum 16%). Nilai kadar air yang diperoleh masing-masing adalah 9,51 ± 0,70 untuk metode sonikasi dan 10,21 ± 2,15 untuk metode *waterbath*. Hasil uji statistik ($p = 0,641$) mengindikasikan tidak terdapat perbedaan signifikan antara kedua metode ekstraksi terhadap kadar air gelatin yang dihasilkan.

Temuan ini memberikan kontribusi empiris bahwa kadar air gelatin tipe A dari kulit ayam dapat dikendalikan secara efektif melalui tahap pengeringan yang seragam, terlepas dari perbedaan mekanisme ekstraksi, baik melalui kavitasi ultrasonik pada sonikasi maupun konveksi panas pada *waterbath*. Selama proses pengeringan berlangsung optimal, kadar air akhir dapat dijaga di bawah batas standar yang ditetapkan, sehingga mutu gelatin tetap stabil.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan dilakukan eksplorasi terhadap variabel pengeringan, seperti suhu, durasi, dan teknik pengeringan alternatiif, guna memahami pengaruhnya terhadap kestabilan kadar air dan sifat fungsional gelatin, seperti kekuatan gel dan viskositas.

DAFTAR PUSTAKA

Andiati, H. A., Putranto, W. S., & Gumilar, J. (2022). Pengaruh Penggunaan Asam Klorida terhadap Rendemen, Kadar Air, dan Kadar Abu Gelatin Ceker Itik (Anas platyrhynchos Javanica). *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*, *3*(2), 83–91. https://doi.org/10.24198/jthp.v3i2.42000

Bhargavi, P. K., Banerjee, R., Md, R., Maheswarappa, N. B., Verma, A. K., Govindaiah, P. M., & Lalthanmawii, J. (2025). Sustainable gelatin extraction from poultry skin-head-feet blend: An ultrasound-assisted approach. *Poultry Science*, *104*. https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.104975

Fallah-Delavar, M., & Farmani, J. (2018). Recovery and Characterization of Enzymatic Protein Hydrolyzates and Fat from Chicken Skin. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, *95*, 1151–1161. https://doi.org/10.1002/aocs.12131

Fasya, A. G., Amalia, S., Imamudin, M., Nugraha, R. P., Ni'mah, N., & Yuliani, D. (2018). OPTIMASI PRODUKSI GELATIN HALAL DARI TULANG AYAM BROILER (Gallus domesticus) DENGAN VARIASI LAMA PERENDAMAN DAN KONSENTRASI ASAM KLORIDA (HCl). *Indonesian Journal of Halal*, *1*(2), 102–108.

Giménez, B., Gómez-Guillén, M. C., & Montero, P. (2005). Storage of dried fish skins on quality characteristics of extracted gelatin. *Food Hydrocolloids*, *19*(6), 958–963. https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2004.12.012

Gumilar, J., & Pratama, A. (2018). PRODUKSI DAN KARAKTERISTIK GELATIN HALAL BERBAHAN DASAR USUS AYAM. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, *28*(1), 75–81. https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2018.28.1.75

Hardikawati, T., Puspawati, N. M., & Ratnayani, K. (2016). KAJIAN PENGARUH VARIASI KONSENTRASI ASAM SITRAT TERHADAP KEKUATAN GEL PRODUK GELATIN KULIT AYAM BROILER DIKAITKAN DENGAN POLA PROTEINNYA. *Jurnal Kimia*, *1*, 115–124. https://doi.org/10.24843/jchem.2016.v10.i01.p16

Hasma, Malaka, R., Said, M. I., Fahrullah, & Sukarne. (2022). Effect of Soaking Lactobacillus Plantarum and Acetic Acid (CH3COOH 0.5 M) on Moisture Content, Ash, and Thermal Stability of Goat Feet Gelatin at Different Ages. *Jurnal Biologi Tropis*, *22*(4), 1232–1237. https://doi.org/10.29303/jbt.v22i4.4371

Husnawati, Asnani, Wahyuni, S., & Asjun. (2024). Karakteristik Gelatin sebagai Alternatif Sumber Gelatin Halal dari Teripang Pasir (Holothuria scabra). *Jurnal Sains Dan Inovasi Perikanan*, *8*(2), 201–214. https://doi.org/10.33772/jsipi.v8i2.488

Jafandeva, S. D., & Khair, M. (2025). Gelatin extraction from chicken skin: a preliminary study. *Brazilian Journal of Development*, *11*(2), 22742–22749. https://doi.org/10.34117/bjdv11n2-056

Jaziri, A. A., Muyasyaroh, H., Firdaus, D. M., Perikanan, F., Kelautan, I., Brawijaya, U., & Bioseafood, R. G. (2019). KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA GELATIN KULIT IKAN AYAM-AYAM (Abaliste stellaris) DENGAN PRA-PERLAKUAN KONSENTRASI ASAM SITRAT. *Buana Sains*, *19*, 1–16.

Kentish, S. E. (2017). Engineering Principles of Ultrasound Technology. In *Ultrasound: Advances in Food Processing and Preservation* (pp. 1–13). Elsevier Inc. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804581-7.00001-4

Kim, T.-K., Ham, Y.-K., Shin, D.-M., Kim, H.-W., Jang, H. W., Kim, Y.-B., & Choi, Y.-S. (2020). Extraction of crude gelatin from duck skin effects of heating methods on geltin yield. *Poultry Science*, *99*, 590–596.

Lombu, F. V, Agustin, A. T., & Pandey, E. V. (2015). PEMBERIAN KONSENTRASI ASAM ASETAT PADA MUTU GELATIN KULIT IKAN TUNA. *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*, *3*(2), 25–28.

Miskiyah, Sasmitaloka, K. S., & Budiyanto, A. (2022). Pengaruh lama waktu perendaman terhadap karakteristik gelatin ceker ayam. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, *16*(2), 186–192. https://doi.org/10.21107/agrointek.v16i2.11846

Noor, N. Q. I. M., Razali, R. S., Ismail, N. K., Ramli, R. A., Razali, U. H. M., Bahauddin, A. R., Zaharudin, N., Rozzamri, A., Bakar, J., & Shaarani, S. M. (2021). Application of green technology in gelatin extraction: A review. *Processes*, *9*. https://doi.org/10.3390/pr9122227

Nugraheni, A. W., Anggo, A. D., & Dewi, E. N. (2021). PENGARUH JENIS ASAM TERHADAP KARAKTERISTIK GELATIN KULIT IKAN AYAM-AYAM (Abalistes stellaris). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Perikanan*, *3*(2), 78.

Suliasih, N., Sutrisno, A. D., Respatyana, N., Studi, P., & Pangan, T. (2020). VARIASI WAKTU EKSTRAKSI DAN JENIS ASAM PADA PROSES PRODUKSI GELATIN TULANG IKAN NILA (Oreochromis niloticus). *Pasundan Food Technology Journal*, *7*(2).

Suryati, Nasrul, Z., Meriatna, & Suryani. (2015). Pembuatan dan Karakterisasi Gelatin Ceker Ayam dengan Proses Hidrolisis. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, *4*(2), 66–79. http://ft.unimal.ic.id/teknik_kimia/jurnal

Tang, V. W. (2020). Collagen, stiffness, and adhesion: The evolutionary basis of vertebrate mechanobiology. *Molecular Biology of the Cell*, *31*, 1823–1834. https://doi.org/10.1091/mbc.E19-12-0709