

Karakterisasi Nilai Nutrisi Tulang Ayam Ras Broiler Melalui Analisis Proksimat

Rika Sebtiana Kristantri¹⁾, Tris Harni Pebriani²⁾, Wulan Kartika Sari³⁾
Email: wulankartika06@gmail.com

¹⁾ Program Studi D3 Analisis Makanan dan Farmasi, Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi Yayasan Pharmasi Semarang

²⁾ Program Studi Pendidikan Profesi Apoteker, Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi Yayasan Pharmasi Semarang

³⁾ Program Studi S1 Farmasi Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi Yayasan Pharmasi Semarang

ABSTRAK

Ayam merupakan sumber protein hewani yang banyak dikonsumsi masyarakat karena kandungan gizi dan nutrisi yang beragam. Protein berperan penting sebagai sumber makronutrisi dalam pembentukan biomolekul yang menyusun lebih dari separuh dari bagian sel yakni sebagai komponen utama dari enzim sebagai *biokatalisator* dalam berbagai proses metabolisme di dalam tubuh. Konsumsi ayam yang meningkat disertai juga oleh limbah tulang ayam yang belum banyak dimanfaatkan. Bagian tulang mengandung 60% komponen anorganik, 30% komponen organik, dan 10% air. Tujuan penelitian ini yakni untuk mengidentifikasi sifat kimia pada tulang melalui beberapa tahapan pengujian yang akan dilakukan. Tahapan pengujian tersebut yakni preparasi tulang ayam dilakukan dengan membersihkan sampel tulang ayam dari kotoran dan sisa-sisa daging yang masih melekat pada tulang, selanjutnya dilakukan pencucian menggunakan air mengalir hingga bersih. Tulang ayam kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 70°C selama ± 2 hari selanjutnya digiling menggunakan grinder hingga halus dan diayak menggunakan ayakan mesh 60/100. Pengayakan bertujuan untuk menyeragamkan ukuran serbuk tulang ayam kering dan memudahkan proses berikutnya. Serbuk tulang ayam kering dilakukan uji kandungan berupa penetapan kadar air, abu, protein kasar, lemak kasar dan serat kasar. Hasil pengujian nilai proksimat yakni tulang ayam kering mengandung air 9,10%, abu 29,11%, protein kasar 46,81, lemak kasar 11,14% dan serat kasar 0,88%.

Kata kunci: Analisis Proksimat, Karakterisasi, Nutrisi, Tulang Ayam.

ABSTRACT

Chicken is a source of animal protein that is widely consumed by people because of its diverse nutritional content. Protein plays an important role as a source of macronutrients in the formation of biomolecules that make up more than part of cells, namely as the main component of enzymes as *biocatalysts* in various metabolic processes in the body. The increasing consumption of chicken is also accompanied by chicken bone waste, which has not been widely used. The bone contains 60% inorganic components, 30% organic components, and 10% air. The aim of this research is to identify the chemical properties of bones through several stages of testing that will be carried out. The testing stage, namely chicken bone preparation, is carried out by cleaning the chicken bone samples from dirt and meat remains that are still attached to the bones, then washing using running water until clean. The chicken bones were then dried in an oven at 70°C for ± 2 days, then ground using a grinder until smooth and sifted using a 60/100 mesh sieve. Sifting aims to uniformize the size of the dried chicken bone powder and make the next process easier. Dried chicken bone powder was tested for content in the form of determining water, ash, crude protein, crude fat, and crude fiber content. The results of the proximate value test were that dry chicken bones contained 9.10% water, 29.11% ash, 46.81% crude protein, 11.14% crude fat, and 0.88% crude fiber.

Keywords: Proximate Analysis, Characterization, Nutrition, Chicken Bones.

1. LATAR BELAKANG

Sumber protein hewani yang paling banyak dikonsumsi adalah daging ayam, rata rata konsumsi daging ayam di Indonesia mencapai 2,08 juta ton per tahun dan persentase ini

meningkat 5,4% di tahun 2023 [1]. Bagian yang seringkali menjadi limbah dan belum banyak dilakukan penelitian mengenai manfaatnya yakni tulang ayam. Tulang ayam merupakan sisa makanan yang banyak ditemui di masyarakat.

Selama ini tulang ayam dinilai mempunyai nilai ekonomi rendah dan jarang atau bahkan tidak dimanfaatkan sama sekali. Banyaknya konsumsi daging ayam di Masyarakat mengakibatkan peningkatan jumlah limbah tulang ayam yang dihasilkan dan menyebabkan penumpukan [2].

Menurut Badan Pusat Statistik tercatat produksi daging ayam boiler di Indonesia sejak tahun 2021 hingga 2023 semakin meningkat, dimana tahun 2021 konsumsi ayam sejumlah 3,185 ton, tahun 2022 3, 765 ton dan pada tahun 2024 mencapai 3,997 ton. Semakin meningkatnya jumlah konsumsi ayam ini tentu saja mengakibatkan semakin meningkat pula jumlah limbah tulang ayam yang dihasilkan. Hal ini dapat menimbulkan masalah lingkungan karena tulang merupakan salah satu limbah yang sulit terurai [3].

Salah satu cara untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan menciptakan suatu alternatif agar limbah tulang dapat bermanfaat dan bernilai ekonomis melalui optimalisasi manfaat nutrisi yang masih terkandung dalam tulang ayam tersebut. Secara umum tulang mengandung 60% komponen anorganik, 30% komponen organik, dan 10% air. Komponen anorganik dalam tulang berupa senyawa kristal hidroksiapatit $[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2]_3\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang berperan dalam menjaga kekuatan tulang, sedangkan untuk komponen organik berupa protein yang didominasi oleh kolagen tipe I, yakni mencapai lebih dari 90% [4].

Komponen organik yang banyak terdapat pada tulang rawan ayam, merupakan protein yang terdiri dari berbagai struktur asam amino. Salah satu protein tersebut disebut dengan kolagen, dimana kolagen ini telah dimanfaatkan dalam produk kesehatan dan kosmetik untuk meningkatkan kelembaban kulit dan mencegah tanda penuaan pada kulit [5]. Kolagen dari tulang hewan telah diteliti dan terbukti memiliki aktivitas antioksidan, antiseptik, antiinflamasi, dan anti-aging, sehingga memiliki potensi yang tinggi jika dikembangkan ke dalam sediaan kosmetika sebagai pelembab hingga aplikasi di bidang biomedis [6]. Hal inilah yang bisa

mendasari bahwa sebenarnya tulang mengandung unsur penting yang bisa dimanfaatkan kembali.

Berdasarkan hal tersebut perlu adanya dilakukan analisis senyawa yang ada di dalam limbah tulang, khususnya yakni tulang ayam ras broiler yang paling banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Analisis yang dapat dilakukan yakni uji proksimat. Uji proksimat merupakan suatu pengujian bahan pangan yang bertujuan untuk mengidentifikasi nilai nutrisi dan nilai energi dari suatu bahan pakan, dimana analisis yang bisa dilakukan meliputi kadar air, abu, protein kasar, lemak kasar dan serat kasar [7].

2. METODE PENELITIAN

a. Preparasi serbuk tulang ayam

Preparasi tulang ayam dilakukan dengan membersihkan sampel tulang ayam dari kotoran dan sisa-sisa daging yang masih menempel, selanjutnya dilakukan pencucian dengan air mengalir hingga bersih dan ditiriskan. Tulang ayam kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 70°C selama ± 2 hari. Tulang ayam yang telah kering selanjutnya digiling menggunakan grinder hingga halus dan diayak menggunakan ayakan mesh 60/100.

b. Metode pengujian proksimat

Pada serbuk tulang ayam kering selanjutnya dilakukan uji kandungan berupa penetapan kadar air, abu, protein kasar, lemak kasar dan serat kasar. Analisis ini dilakukan di Laboratorium Uji Obat Hewan dan Pakan Balai Veteriner Semarang Dinas Peternakan dan Kesehatan Hewan Provinsi Jawa Tengah.

Cara penetapan kadar air berdasarkan SNI 01-2891-1992. Sejumlah serbuk ditimbang dalam botol kaca yang telah diketahui bobotnya dan dikeringkan pada oven suhu 105° C selama 3 jam. Proses pengeringan diulang hingga diperoleh bobot tetap. Bobot yang hilang setelah proses pemanasan tersebut dianggap sebagai kadar air yang terkandung dalam sampel serbuk[8].

Cara penetapan kadar berdasarkan SNI 01-2891-1992 yakni tentang penetapan kadar abu menggunakan *muffle furnace*. Sejumlah serbuk ditimbang dan dimasukkan ke dalam cawan porselin yang telah diketahui bobotnya. Serbuk diarsikan dan diabukan menggunakan *muffle furnace* dengan suhu maksimal 550°C hingga proses pengabuan sempurna. Proses pengabuan dapat diulangi hingga diperoleh bobot tetap [8]. Penentuan kandungan protein kasar dilakukan secara kuantitatif menggunakan metode *Kjeldahl*. Sejumlah serbuk didekstruksi di dalam labu *Kjeldahl* dengan penambahan kalium sulfat (K_2SO_4), tembaga sulfat ($CuSO_4$) dan asam sulfat pekat (H_2SO_4) sebagai katalisator. Hasil proses dekstruksi didestilasi dengan penambahan NaOH dan serbuk Zn. Destilat ditampung dalam erlenmeyer yang telah berisi larutan baku asam klorida 0,1 N dan indikator fenolftalein 1% dan destilasi diakhiri ketika hasil destilat tidak bersifat basa lagi. Kadar protein selanjutnya ditetapkan dengan metode titrasi menggunakan natrium hidroksida 0,1 N [9].

Penetapan kadar lemak kadar pada serbuk tulang ayam dilakukan dengan mengekstraksi sampel dengan pelarut organik dan *gravimetri*. Sejumlah serbuk dicampur dengan kloroform : metanol (2:1), dikocok dan ditambahkan air. Fase kloroform yang telah terpisah selanjutnya disaring dengan natrium sulfat, diuapkan dan residu dikeringkan dengan oven pada suhu 104°C selama 1 jam. Kadar lemak kasar yang terekstraksi ditetapkan secara *gravimetri* [10].

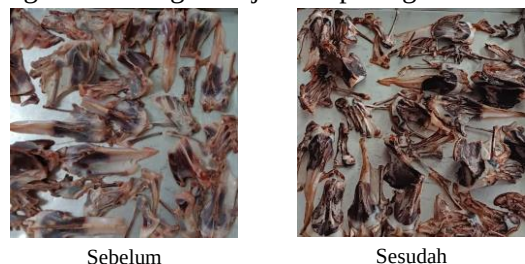
Kadar serat kasar ditetapkan berdasarkan SNI 01-2891-1992, yakni sejumlah serbuk yang telah dibebaskan lemaknya dengan metode sokletasi dengan pelarut organik ditambah dengan asam sulfat (H_2SO_4) 1,25% dan dididihkan dengan pendingin tegak. Setelah 30 menit dilakukan penambahan larutan NaOH 3,25% dan dididihkan kembali. Endapan disaring dengan kertas saring Whatman 541 yang telah diketahui bobotnya dan dicuci dengan H_2SO_4 1,25% panas, aquadest panas dan etanol 96% secara berurutan. Kadar serat kasar ditetapkan menggunakan metode *gravimetri*, yakni endapan

pada kertas saring dikeringkan menggunakan oven pada suhu 105°C secara berulang-ulang hingga diperoleh bobot tetap [8], [11].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan sampel tulang ayam ras broiler yang diperoleh secara acak di pasar tradisional, dimana tulang ayam ini sudah jarang diminati oleh konsumen dan seringkali merupakan limbah. Bagian tulang ayam yang diperoleh kemudian dicuci hingga bersih menggunakan air mengalir dan dilakukan sortasi. Tahapan sortasi pada sampel tulang ayam yang masih basah ditujukan untuk menghilangkan kotoran (bagian lain yang tidak dikehendaki dalam proses penelitian serta darah yang masih menempel pada bagian tulang ayam) sebelum masuk ke proses berikutnya yakni pengeringan. Hasil sortasi didapatkan jumlah pengotor 14,22% berupa sisa-sisa daging, lemak atau darah yang masih menempel pada tulang.

Proses pengeringan tulang ayam dilakukan menggunakan oven pada suhu 70°C untuk menghilangkan air yang masih terkandung di dalam sampel tulang. Penggunaan oven ini bisa menjamin suhu konstan dan merata selama pengeringan hingga diperoleh tulang yang kering. Proses selanjutnya yakni penggilingan dan pengayakan mesh 60 yang bertujuan untuk menyeragamkan ukuran serbuk tulang ayam kering. Hasil pengeringan diperoleh berat total tulang kering 1.575, 13 gram dari 3.935, 38 gram tulang basah. Penyusutan bobot setelah pengeringan 59,97%. Besarnya penyusutan dimungkinkan dari banyaknya kandungan air dalam sampel tulang ayam. Hasil tulang ayam yang telah kering ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1.

Tulang ayam sebelum dan sesudah proses pengeringan.

Selanjutnya pada tulang ayam yang telah kering dilakukan penggilingan dan pengayakan guna memperkecil dan menyeragamkan ukuran serbuk. Serbuk sampel tulang ayam kering yang telah halus selanjutnya diuji terhadap kadar air, abu, protein kasar, lemak kasar, dan serat kasar. Hasil pengujian tercantum dalam tabel 1.

Tabel 1.
Hasil pengujian proksimat serbuk tulang ayam

No.	Parameter Uji	Hasil Uji (%)
1	Kadar air	9,10 ± 0,11
2	Kadar abu	29,11 ± 1,30
3	Kadar protein kasar	46,81 ± 1,39
4	Kadar lemak kasar	11,14 ± 1,34
5	Kadar serat kasar	0,88 ± 0,01

Pengujian kadar air dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kandungan air yang terdapat dalam serbuk tulang ayam yang diuji. Kadar air akan berkaitan dengan aktivitas mikroorganisme yang akan mempengaruhi tekstur, organoleptis [12] dan daya simpan. Semakin tinggi kadar air di dalam serbuk tulang ayam, maka semakin rendah daya simpannya, sebaliknya semakin rendah kadar air maka semakin lama daya simpannya [13]. Berdasarkan hasil analisa sampel serbuk tulang ayam kering mengandung air sejumlah 9,10%. Menurut Keputusan Menkes RI No. 661/MENKES/SK/VII/1994, nilai kadar air yang baik adalah kurang dari 10%. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini sudah sesuai dengan standar yang berlaku.

Pengujian berikutnya yakni penetapan kadar abu yang bertujuan untuk mengetahui kandungan mineral yang terdapat pada serbuk tulang ayam. Prinsip dari pengujian ini adalah pada proses pengabuan zat-zat organik akan terurai menjadi air dan CO₂, sedangkan bahan anorganik tidak akan terurai dan akan menjadi abu [14]. Kadar abu yang terkandung dalam sampel serbuk tulang ayam ras broiler diperoleh sebesar 29,11%. Semakin tinggi kadar abu dalam serbuk tulang menunjukkan semakin tinggi pula kandungan mineral tulang tersebut [15]. Bagian tulang ayam yang keras dan semakin tua

menyebabkan semakin padatnya mineral penyusun tulang ayam [12]. Mineral yang terkandung dalam tulang ayam merupakan garam kalsium fosfat dan kalsium karbonat yang membentuk hidroksiapatit. Hidroksiapatit ini memiliki pori-pori, tahan aus, dan dapat bertukar ion, sehingga dapat digunakan sebagai adsorben untuk menurunkan kandungan logam berat pada air [16].

Pengujian kadar protein bertujuan untuk mengetahui jumlah protein yang terdapat pada tulang ayam. Adanya proses pengeringan dapat menyebabkan denaturasi protein yang menyebabkan kehilangan sejumlah protein [17]. Penetapan kadar protein dilakukan dengan metode *Kjeldahl*, dimana metode tersebut merupakan salah satu metode sederhana yang digunakan untuk menetapkan jumlah nitrogen total pada asam amino, protein dan senyawa yang mengandung nitrogen. Tahapan kerja yang dilakukan dalam metode *Kjeldahl* yakni destruksi, destilasi, dan titrasi. Pada tahapan destruksi atau tahap penghancuran digunakan asam sulfat yang merupakan asam kuat untuk mendestruksi (menguraikan) zat organik dalam sampel serta ditambahkan katalis untuk mempercepat reaksi. Katalis yang digunakan merupakan campuran dari selenium. Proses selanjutnya yakni destilasi ditujukan untuk menetralkan hasil destruksi, dimana pemisahan komponen berdasarkan pada perbedaan titik didih. Semakin besar perbedaan titik didih, maka proses destilasi akan berjalan semakin baik dan menghasilkan destilat yang lebih murni [18]. Protein kasar yang terdapat dalam serbuk tulang ayam teridentifikasi sejumlah 46,81%. Protein kasar sendiri merupakan senyawa dengan unsur nitrogen yang dapat berupa protein atau non protein. Protein sendiri berperan penting sebagai sumber makronutrisi dalam pembentukan biomolekul yang menyusun lebih dari separuh dari bagian sel yakni sebagai komponen utama dari enzim yakni biokatalisator dalam berbagai proses metabolisme di dalam tubuh [19].

Salah satu protein yang terkandung dalam tulang adalah kolagen yang strukturnya berupa serabut yang jika dipanaskan pada suhu diatas 80°C akan berubah menjadi gelatin. Kadar protein kolagen dalam tulang ayam bisa mencapai 30,4% [20]. Kolagen juga merupakan salah satu polimer alami, dapat melepaskan peptida kolagen yang memiliki bioaktivitas lebih tinggi setelah hidrolisis enzimatis, yang berperan penting dalam menghambat oksidasi lipid, menangkal radikal bebas, dan membantu menjaga keseimbangan radikal bebas dalam tubuh manusia [21]. Pemanfaatan kolagen saat ini telah berkembang hingga menjadi produk nutrasetikal untuk kesehatan kulit. Suplemen kolagen terbukti mampu meningkatkan produksi kolagen tipe I dan III pada lapisan dermal [22].

Kandungan lemak kasar dalam suatu bahan makanan secara tradisional telah banyak ditentukan menggunakan metode dengan tahapan kerja ekstraksi dengan pelarut organik, pengeringan ekstrak, dilanjutkan penetapan kadar lemak secara *gravimetri*. Proses ekstraksi dilakukan dengan menggunakan pelarut non polar seperti kloroform untuk melarutkan lemak yang juga bersifat non polar. Hasil lemak yang telah terekstrak selanjutnya dikeringkan menggunakan oven untuk menghilangkan sisa-sisa pelarut kloroform. Penetapan kadar lemak kasar menggunakan metode *gravimetri*, prinsipnya adalah membandingkan berat lemak kasar dengan berat sampel tulang ayam yang diuji [23]. Berdasarkan hasil analisis diperoleh kadar lemak kasar dalam serbuk tulang ayam sebesar 11,14%. Lemak kasar merupakan sumber energi yang memiliki bobot jenis yang tinggi. Jika dibandingkan dengan karbohidrat atau protein, hasil metabolisme asam lemak dapat menghasilkan energi yang lebih tinggi [24]. Adanya kandungan lemak kasar tersebut menjadikan serbuk tulang ayam ras broiler dapat dijadikan sebagai alternatif sumber pangan yang memiliki nilai ekonomis.

Kadar serat kasar yang teridentifikasi terkandung dalam sampel serbuk tulang ayam broiler sebesar 0,88%. Serat kasar berbeda

dengan serat makanan, dimana serat kasar merupakan serat pada makanan yang tidak dapat dihidrolisis oleh asam dan alkali. Pada umumnya dalam serat kasar terkandung 0,2-0,5 bagian serat makanan, sehingga serat kasar dapat digunakan sebagai indikator adanya kandungan serat dalam makanan [11]. Serat kasar berperan penting dalam fungsi mekanik saluran pencernaan karena sebagian serat kasar terdiri dari lignin dan selulosa yang tidak dapat dicerna di oleh enzim pencernaan. Serat tersebut akan sampai di usus dalam keadaan utuh hingga menyebabkan peningkatan volume feses dan mempermudah pergerakan usus [25].

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penetapan nilai proksimat diketahui bahwa tulang ayam kering mengandung air 9,10%, abu 29,11%, protein kasar 46,81%, lemak kasar 11,14% dan serat kasar 0,88%. Adanya kandungan tersebut dapat menjadikan serbuk tulang ayam broiler dapat dikembangkan menjadi produk nutrasetikal yang tidak hanya memiliki nilai gizi dan nutrisi, tetapi juga memiliki nilai ekonomi.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi yang telah mendukung dan memberikan bantuan dana untuk melakukan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahdiat Adi, "Konsumsi Daging Ayam per Kapita Indonesia Meningkat pada 2023," *databooks*, 2024.
- [2] Fynnisa and A. Rodiansah, "Karakterisasi Morfologi Limbah Tulang Ayam," in *Prosiding Seminar Nasional Multidisiplin Ilmu Universitas Asahan ke-3 2019*, 2019, vol. 3, no. 1, pp. 708–713.
- [3] Badan Pusat Statistik, "Produksi Daging Ayam Ras Pedaging menurut Provinsi," *Jakarta: Badan Pusat statistik*, 2024. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/id/statistics->

- table/2/NDg4IzI=/produksi-daging-ayam-ras-pedaging-menurut-provinsi.html
- [4] X. Feng, "Chemical and Biochemical Basis of Cell-Bone Matrix Interaction in Health and Disease," *Curr. Chem. Biol.*, vol. 3, no. 2, pp. 189–196, 2009, doi: 10.2174/187231309788166398.
 - [5] E. Budiarti, P. Budiarti, M. A. Aristri, and I. Batubara, "Kolagen dari Limbah Tulang Ayam (*Gallus gallus domesticus*) terhadap Aktivitas Anti Aging secara In Vitro," *ALCHEMY J. Penelit. Kim.*, vol. 15, no. 1, p. 44, 2019, doi: 10.20961/alchemy.15.1.23046.44-56.
 - [6] F. Ahmad, R. A. Septiani, D. Aisyah, S. A. W. Cahyati, and N. S. Gunarti, "Pemanfaatan Kolagen Dari Hewan," *J. Buana Farma J. Ilm. Farm.*, vol. 3, no. 2, pp. 24–32, 2023, doi: 10.36805/jbf.v3i2.600.
 - [7] K. Isharyudono, I. Mar'ah, and Jufriyah, "Penggunaan Bahan Inkonsvensional sebagai Sumber Bahan Pakan," *J. Pengelolaan Lab. Pendidik.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–7, 2019.
 - [8] Anonim, *SNI 01-2891-1992: Cara Uji Makanan dan Minuman*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
 - [9] D. Sylvia, V. Apriliana, and L. O. A. Rasydy, "Analisis Kandungan Protein yang terdapat dalam Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.) Menggunakan Metode Kjeldahl & Spektrofotometri UV-Vis," *J. Farmagazine*, vol. 8, no. 2, p. 64, 2021, doi: 10.47653/farm.v8i2.557.
 - [10] J. M. Shin and S. K. Park, "Comparison of Fat Determination Methods Depending on Fat Definition in Bakery Products," *Lwt*, vol. 63, no. 2, pp. 972–977, 2015, doi: 10.1016/j.lwt.2015.04.011.
 - [11] A. R. H. Korompot, F. Fatimah, and A. D. Wuntu, "Kandungan Serat Kasar dari Bakasang Ikan Tuna (*Thunnus* sp.) pada Berbagai Kadar Garam, Suhu dan Waktu Fermentasi," *J. Ilm. Sains*, vol. 18, no. 1, p. 31, 2018, doi: 10.35799/jis.18.1.2018.19455.
 - [12] S. Maryam, N. Effendi, and K. Kasmah, "Produksi dan Karakterisasi Gelatin dari Limbah Tulang Ayam dengan Menggunakan Spektrofotometer Ftir (Fourier Transform Infra Red)," *Maj. Farm.*, vol. 15, no. 2, pp. 96–104, 2019, doi: 10.22146/farmaseutik.v15i2.47542.
 - [13] M. Rahantan, V. M. N. Lalopua, and I. K. E. Savitri, "Karakteristik Mutu Kolagen Dari Limbah Produksi Tuna Loin Quality Characteristic of Collagen Extracted From Tuna Loin Production Waste," *Biopendix*, vol. 10, no. 2, pp. 234–243, 2024.
 - [14] K. Kristiandi, Rozana, Junardi, and A. Maryam, "Analisis Kadar Air, Abu, Serat dan Lemak Pada Minuman Sirop Jeruk Siam (*Citrus nobilis* var. *microcarpa*)," *J. Keteknikan Pertan. Trop. dan Biosist.*, vol. 9, no. 2, pp. 165–171, 2021, doi: 10.21776/ub.jkptb.2021.009.02.07.
 - [15] Sukma, A. Mismawati, B. F. Pamungkas, S. Diachanty, and I. Zuraida, "Komposisi Proksimat dan Profil Mineral Tulang dan Sisik Ikan Papuyu (*Anabas testudineus*)," *Media Teknol. Has. Perikan.*, vol. 10, no. 3, pp. 185–191, 2022.
 - [16] R. M. Ferriansyah and S. Hadianoro, "Penggunaan Serbuk Tulang Ayam Sebagai Adsorben dengan Aktivator HCl dan NaOH untuk Mengurangi Ion Kromium," *Destillat J. Teknol. Separasi*, vol. 7, no. 2, pp. 494–499, 2021.
 - [17] T. Novianti, "Analisa Kadar Protein Dan Mikrobiologi Bumbu Bubuk Penyedap Rasa Berbahan Dasar Daging Ikan Yang Berbeda," *J. Pendidik. Fis. dan Sains*, vol. 4, no. 2, pp. 78–84, 2021, doi: 10.52188/jpfs.v4i2.178.
 - [18] R. Ispitasari and H. Haryanti, "Pengaruh Waktu Destilasi terhadap Ketepatan Uji Protein Kasar pada Metode Kjeldahl dalam Bahan Pakan Ternak Berprotein Tinggi," *Indones. J. Lab.*, vol. 5, no. 1, p. 38, 2022, doi: 10.22146/ijl.v0i0.73468.
 - [19] B. Karsidin, Y. S. Wahyuni, and N. Dwiyaniti, "Uji Penetapan Kadar Protein Kolagen dan Uji Hedonik Sediaan Gel Kolagen Limbah Ikan Kakap Merah (*Lutjanus russellii*)," *J. Farm. dan Sains*, vol. 5, no. 2, pp. 121–133, 2022.
 - [20] K. A. Munasinghe, J. G. Schwarz, and A. K. Nyame, "Corrigendum to 'Chicken Collagen from Low Market Value By-Products as an Alternate Source,'" *J. Food Process.*, vol. 2015, pp. 1–1, 2015, doi: 10.1155/2015/132497.
 - [21] C. Zhang et al., "Antioxidant Activity

- Analysis of Collagen Peptide-Magnesium Chelate,” *Polym. Test.*, vol. 117, no. October 2022, pp. 1–10, 2023, doi: 10.1016/j.polymertesting.2022.107822.
- [22] D. J. A. Purnama and K. W. Astuti, “Efek Nutrasetikal Kolagen Terhadap Kesehatan Kulit,” *Pros. Work. dan Semin. Nas. Farm.*, vol. 2, pp. 1–15, 2023, doi: 10.24843/wsnf.2022.v02.p01.
- [23] M. Pratama, M. Baits, and N. A. A. R. Saman, “Analisis Kadar Protein dan Lemak pada Ikan Julung-Julung Asap (Hemiramphus far) Asal Kecamatan Kayoa Maluku Utara dengan Metode Kjeldahl dan Gravimetri,” *J. Ilm. As-Syifaa*, vol. 6, no. 2, pp. 178–186, 2014, doi: 10.33096/jifa.v6i2.47.
- [24] D. N. Y. Polii, M. R. Waani, and A. F. Pendong, “Kecernaan Protein Kasar dan Lemak Kasar pada Sapi Perah Peranakan FH (Friesian Holstein) Yang Diberi Pakan Lengkap Berbasis Tebon Jagung,” *Zootec*, vol. 40, no. 2, pp. 482–492, 2020, doi: 10.35792/zot.40.2.2020.28632.
- [25] Anggela, Y. S. Nabila, R. Ananda, E. P. Nainggolan, Wahyu, and Asrul, “Analisis Kandungan Serat Kasar Pada Tepung Porang,” *Mikroba J. Ilmu Tanaman, Sains dan Teknol. Pertan.*, vol. 1, no. 1, pp. 14–22, 2024.