

Ekstraksi Kolagen dari Produk Sampingan Industri Pengalengan Lemuru (*Sardinella lemuru*) Menggunakan Ekstraksi Asam Asetat

Collagen Extraction from By-Product of Lemuru (Sardinella lumuru) Canned Industry Using Acetic Acid Extraction

Resma Anisa Nofa Cesarinda, Stephanie Devi Artemisa*, Abi Mas Udianto, Anung Kustriyani

STIKES Banyuwangi

Corresponding author: Stephanie Devi Artemisa; Email: ping9377@yahoo.com

Submitted: 31-10-2024

Revised: 11-12-2024

Accepted: 11-12-2024

ABSTRAK

Kabupaten Banyuwangi, terutama wilayah Muncar, merupakan area pendaratan utama untuk ikan Lemuru, sebagian besar dari tangkapan tersebut dikirim ke pabrik pengalengan lokal. Produk sampingan dari pabrik-pabrik ini meliputi kepala ikan, isi perut, dan ekor. Meskipun produk sampingan ini biasanya digunakan untuk membuat tepung ikan, nilai ekonominya bisa lebih tinggi jika diproses menjadi kolagen. Penelitian ini menyelidiki ekstraksi kolagen dari produk sampingan ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*) menggunakan tiga konsentrasi asam asetat: 0,25M, 0,5M, dan 0,75M. Ekstraksi menghasilkan kolagen berupa padatan putih, dengan hasil tertinggi dicapai menggunakan asam asetat 0,75M. Tes kualitatif dengan reagen ninhidrin dan Hopkins-Cole dilakukan untuk menilai keberadaan kolagen. Tes ninhidrin menunjukkan hasil positif (warna ungu) untuk sampel yang diekstraksi dengan asam asetat 0,5M dan 0,75M, sementara sampel dengan asam asetat 0,25M menunjukkan hasil negatif. Tes Hopkins-Cole, yang mendeteksi triptofan, menunjukkan hasil negatif untuk semua sampel. Penelitian ini menyimpulkan bahwa konsentrasi asam asetat yang lebih tinggi meningkatkan hasil kolagen, menunjukkan bahwa konsentrasi pelarut secara signifikan mempengaruhi efisiensi ekstraksi.

Kata kunci: Kolagen; Ekstraksi; Asam Asetat; Lemuru

ABSTRACT

Banyuwangi Regency, particularly the Muncar area, is a major landing site for Lemuru fish, most of which are sent to local canneries. The by-products from these canneries include fish heads, innards, and tails. While these by-products are usually used to make fish flour, they could be more valuable if processed into collagen. This study investigates collagen extraction from Lemuru fish by-products (*Sardinella lemuru*) using three concentrations of acetic acid: 0.25M, 0.5M, and 0.75M. The extraction yields white solid collagen, with the highest yield achieved using 0.75M acetic acid. Qualitative tests with ninhydrin and Hopkins-Cole reagents were conducted to assess collagen presence. The ninhydrin test indicated positive results (purple color) for samples extracted with 0.5M and 0.75M acetic acid, while 0.25M acetic acid samples were negative. The Hopkins-Cole test, which detects tryptophan, returned negative results for all samples. The research concludes that higher acetic acid concentrations improve collagen yield, demonstrating that solvent concentration significantly impacts extraction efficiency.

Keywords: Collagen; Acetic Acid, Extraction, Lemuru

PENDAHULUAN

Kabupaten Banyuwangi, khususnya wilayah Muncar, merupakan area pendaratan ikan Lemuru. Sebagian besar tangkapan akan dijual di pasar dan restoran serta dikirim ke industri pengalengan ikan Lemuru. Produk sampingan yang dihasilkan oleh industri pengalengan ikan meliputi kepala, isi perut, dan ekor. Produk sampingan dari pengolahan ikan ini biasanya digunakan sebagai bahan baku tepung ikan, meskipun produk sampingan ini dapat memiliki nilai ekonomi yang lebih tinggi jika diekstraksi menjadi kolagen (Putra et al., 2020).

Kolagen merupakan protein yang paling banyak dan bertanggung jawab terhadap struktur, stabilitas, dan kekuatan, terutama di lapisan dermal tubuh manusia. Kolagen memiliki harga ekonomi yang relatif tinggi karena memiliki sifat fisikokimia yang baik dan biokompatibel, sehingga

kolagen lebih mudah terdekomposisi dalam tubuh. Kolagen dapat diperoleh melalui metode ekstraksi atau isolasi. Kolagen memiliki banyak peran dalam tubuh, termasuk sebagai antioksidan, anti-penuaan, dan anti-inflamasi. Kolagen dapat membantu menyembuhkan luka dengan merangsang pertumbuhan sel-sel kulit baru (Rahman et al., 2021).

Menurut penelitian mengenai isolasi dan karakterisasi kolagen dari ikan lemuru jenis longiceps, yang mana produk sampingan dari *Sardinella longiceps* positif mengandung kolagen. Berat awal sampel yang akan diekstraksi adalah 100gram sisik basah, 250gram kulit basah, dan 300gram otot basah. Setelah proses liofilisasi, ASC (Acid Soluble Collagen) diterima sebagai zat berserat lembut dan tidak berwarna. Hasil kolagen yang diperoleh dari ASC adalah 35,24% untuk sisik, 47,48% untuk kulit, dan 48,45% untuk otot. Sementara itu, karena memiliki sifat fisikokimia yang cukup tinggi dalam bentuk anti-penuaan dan antioksidan, kolagen dari tulang ikan banyak digunakan sebagai suplemen kesehatan dalam bentuk minuman yang mengandung kolagen, yang bermanfaat untuk memperlambat, mengurangi tanda-tanda penuaan, dan mengurangi kekeringan kulit. Selain produk minuman kolagen, juga banyak produk kosmetik dalam bentuk krim yang mengandung kolagen, yang merangsang terjadinya fibrillogenesis kolagen dalam tubuh dan terjadinya hidrasi permanen pada kulit (Zhang et al., 2018).

Penelitian tentang ekstraksi kolagen dari kepala, ekor, dan isi perut ikan Lemuru memiliki potensi untuk menghasilkan hasil yang signifikan karena ikan Lemuru memiliki kandungan protein yang sangat tinggi. Dengan demikian, residu yang dihasilkan dari produk pengalengan ikan Lemuru kemungkinan mengandung kolagen. Penelitian ini akan membuka wawasan kita tentang potensi sumber kolagen dari produk sampingan pengolahan ikan Lemuru, mengingat produk sampingan dari industri pengolahan ikan Lemuru belum dimanfaatkan secara optimal oleh masyarakat (Diamahesa et al., 2023).

METODE

Bahan baku utama disiapkan dari kepala, isi perut, dan ekor sampel yang mengandung kotoran, kemudian ditimbang sebanyak 50 gram. Sampel-sampel tersebut kemudian dihilangkan dari komponen non-protein dan dibersihkan dari lemak dengan merendam sampel dalam 500 ml larutan NaOH 0,1M. Sampel direndam selama 3 x 24 jam, dengan mengganti pelarut yang setiap hari menggunakan 500 ml larutan NaOH 0,1M yang baru. Sampel kemudian dicuci dengan aquadest hingga pH sampel mencapai 7 menggunakan indikator universal.

Proses ekstraksi kolagen dilakukan dengan larutan CH_3COOH 0,5 M sebanyak 500 ml dan waktu inkubasi selama 3 x 24 jam. Ekstrak yang didapat difiltrasi menggunakan kertas saring untuk memisahkan residu dan filtrat. Supernatan kemudian dilakukan pengendapan dengan menambahkan 500 ml NaCl 0,9M untuk memperoleh endapan kolagen. Residu dibiarkan selama 24 jam, kemudian disentrifugasi pada 3000 rpm selama 30 menit. Endapan dan supernatan kemudian difiltrasi menggunakan corong Buchner dan dipisahkan menggunakan keramik porselen. Hasilnya adalah ekstrak kolagen. Prosedur ekstraksi diulang pada konsentrasi asam asetat 0,25M dan 0,75M.

Ketiga sampel yang diekstraksi dengan Asam Asetat 0,25M, 0,5M, dan 0,75M, dimasukkan ke dalam tabung reaksi sebanyak 100 mg, kemudian ditambahkan larutan NaOH 1M, dipanaskan dengan reagen Ninhidrin 1%, kemudian diamati perubahan yang terjadi. Hasil positif ditunjukkan dengan adanya warna ungu, biru, dan kuning pucat. Uji ini diulang tiga kali pada setiap sampel.

Ketiga sampel juga diuji dengan metode Hopkins-Cole test dengan cara sampel dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan dengan 1 ml Asam Oksalat 1% dan 1 gram bubuk Mg ke dalam larutan. Selanjutnya, ditambahkan 1 ml H_2SO_4 90%. Perubahan yang terjadi diamati. Hasil positif dinyatakan dengan terbentuknya cincin ungu pada pemisahan kedua lapisan. Uji ini diulang tiga kali pada setiap sampel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil ekstraksi yang diperoleh dari produk sampingan industri pengalengan Lemuru (*Sardinella lemuru*) di Banyuwangi dengan tiga konsentrasi asam asetat yang berbeda menunjukkan warna putih karena ekstrak telah melalui tahap penghilangan lemak menggunakan NaOH 0,1 M selama 3-5 hari dan tahap ekstraksi menggunakan asam asetat selama 3 hari. Proses ekstraksi kolagen dari produk sampingan industri pengalengan Lemuru (*Sardinella lemuru*) menggunakan

Tabel I. Hasil Rendemen masing-masing konsentrasi

Sampel	Konsentrasi CH ₃ COOH (M)	Hasil Ekstraksi (gram)	Persentase (%)
1	0.25	0.0257	0.0514%
2	0.5	0.0566	0.1132%
3	0.75	0.0778	0.1556%

Tabel II. Hasil Uji Nin Hidrin dari masing-masing konsentrasi

Pengulangan	CH ₃ COOH 0.25M Sampel 1	CH ₃ COOH 0.5M Sampel 2	CH ₃ COOH 0.75M Sampel 3
1	-	+ (Purple)	+ (Purple)
2	-	+ (Purple)	+ (Purple)
3	-	+ (Purple)	+ (Purple)

metode ekstraksi asam menunjukkan bahwa ekstraksi produk sampingan Lemuru (*Sardinella lemuru*) dengan pelarut asam asetat menghasilkan ekstrak berupa padatan putih (Tw Ata et al., 2016).

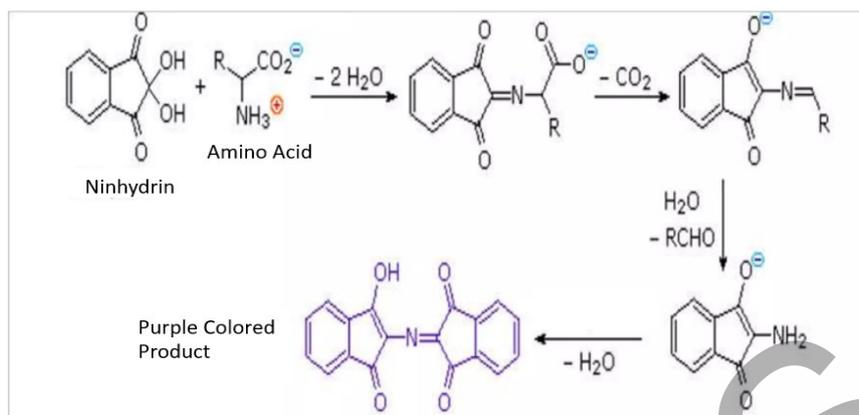
Dari hasil penelitian yang dilakukan, diperoleh hasil ekstraksi yang kemudian ditimbang menggunakan timbangan digital. Hasil ekstraksi sampel 1 yang menggunakan pelarut asam asetat 0,25M adalah 0,0514% rendemen, sampel 2 yang menggunakan asam asetat 0,5M menghasilkan 0,1132% rendemen, dan sampel 3 yang menggunakan asam asetat 0,75M menghasilkan 0,1556% rendemen. Ketiga sampel menunjukkan hasil yang berbeda tergantung pada konsentrasi pelarut yang digunakan.

Hasil penelitian ini sesuai dengan literatur yang membuktikan bahwa peningkatan konsentrasi pelarut akan mempengaruhi rendemen yang dihasilkan. Selain itu, kecilnya hasil rendemen yang diperoleh dapat dikarenakan banyaknya kolagen yang terbuang dan kehilangan massanya selama proses pencucian, proses hidrolisis dan ekstraksi yang tidak sempurna. Karakter dan komposisi molekul kolagen juga dipengaruhi oleh perbedaan spesies dan habitat dari sumber kolagen tersebut, serta perlakuan bahan selama proses ekstraksi (Sembiring et al., 2020).

Dari penelitian ekstraksi kolagen dari tulang Tuna Skipjack (*Katsuwonus pelamis*) yang dengan asam klorida dalam berbagai macam konsentrasi didapatkan peningkatan nilai rendemen kolagen tuna skipjack seiring dengan peningkatan konsentrasi HCl. Konsentrasi HCl 5%, rendemen dari tulang tuna skipjack terhidrolisis menjadi 16% dengan sampel 300 gram. Sebaliknya, perendaman tulang tuna skipjack dengan HCl 1% menghasilkan rendemen 2% dengan sampel 300 gram (Singkuku et al., 2017).

Hasil ekstraksi kolagen dari ketiga pelarut dilakukan Uji Ninhidrin untuk memastikan adanya asam amino. Sampel dari masing-masing konsentrasi dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan NaOH 1M, diikuti dengan menambahkan Ninhidrin 1% dan memanaskannya, lalu mengamati perubahan warna yang terjadi. Uji Ninhidrin pada sampel 1 menunjukkan hasil negatif pada setiap repetisi karena warna sampel berubah menjadi bening. Sampel 1 menunjukkan hasil negatif karena jumlah sampel yang diuji tidak mencukupi. Uji Ninhidrin pada sampel 2 menunjukkan hasil positif pada setiap repetisi, yang ditandai dengan perubahan warna sampel menjadi ungu saat ditambahkan larutan Ninhidrin. Uji Ninhidrin pada sampel 3 juga menunjukkan hasil positif pada setiap repetisi, yang ditandai dengan perubahan warna sampel menjadi ungu saat ditambahkan larutan Ninhidrin dan dipanaskan. Keterbatasan sampel yang digunakan disebabkan oleh hasil ekstraksi masing-masing sampel, di mana sampel pertama hanya 0,0257 gram, sampel kedua 0,0566 gram, dan sampel ketiga 0,0778 gram.

Uji Ninhidrin menunjukkan hasil positif apabila tampak perubahan warna dari tidak berwarna menjadi ungu. Berdasarkan teori, hasil positif untuk Ninhidrin dapat dinyatakan dengan berwarna biru, ungu, dan kuning, hal ini bergantung pada jenis asam yang berikatan dengan gugus amino. Uji ini bertujuan untuk membuktikan dalam larutan sampel tersebut terdapat kelompok asam amino. Semua asam amino alfa dapat bereaksi dengan Ninhidrin membentuk senyawa aldehida dengan satu atom C yang lebih rendah dan melepaskan gugus NH₃ serta CO₂. Selain itu, terbentuk kompleks berwarna ungu disebabkan oleh adanya dua molekul Ninhidrin yang bereaksi dengan NH₃. Uji



Gambar 1. Reaksi antara Asam Amino dan Ninhidrin (Bottom et al., 1978)

Tabel III. Hasil Uji Hopkin Cole masing-masing konsentrasi

Pengulangan	CH ₃ COOH 0.25M Sampel 1	CH ₃ COOH 0.5M Sampel 2	CH ₃ COOH 0.75M Sampel 3
1	-	-	-
2	-	-	-
3	-	-	-

Ninhidrin juga menunjukkan reaksi antara Ninhidrin dan asam amino yang menghasilkan CO₂, H₂O, aldehida, dan kompleks ungu. Reaksi yang terjadi antara sampel dan reagen Ninhidrin menyebabkan pembentukan senyawa kompleks (Astuti & Fitriyanti, 2020).

Hasil uji penelitian ini mirip dengan penelitian berjudul Isolasi Kolagen dari Kulit dan Tulang Tuna Skipjack (*Katsuwonus pelamis*) yang juga memperoleh hasil uji positif pada uji Ninhidrin, yang ditandai dengan perubahan warna sampel dari tidak berwarna menjadi ungu, di mana secara teori hasil positif Ninhidrin adalah ungu. Uji ini bertujuan untuk menentukan adanya kelompok asam amino bebas dalam larutan sampel yang diuji (Tw Ata et al., 2016).

Setiap sampel yang telah diekstraksi ditempatkan dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 1 ml asam oksalat, diikuti dengan penambahan 1 gram bubuk magnesium. Selanjutnya, ditambahkan H₂SO₄ 90% dan diamati perubahan warna yang terjadi. Hasil yang diperoleh untuk ketiga sampel menunjukkan hasil negatif pada setiap ulangan. Hal ini ditunjukkan dengan tidak adanya perubahan warna pada sampel, yang mengindikasikan tidak adanya reaksi antara asam amino triptofan dan reagen Hopkins-Cole. Dengan demikian, sampel tidak mengalami reaksi kimia berupa perubahan warna.

Uji Hopkins-Cole dilakukan menguji keberadaan jenis asam amino triptofan. Dalam uji Hopkins-Cole, triptofan akan mengalami kondensasi dengan senyawa aldehida dan asam pekat, dan menghasilkan bentuk kompleks cincin ungu jenis 2,3,4,5-tetrahidro-karbolin-4-karboksilat. Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan hasil negatif karena warna yang dihasilkan adalah putih bening dan berbusa setelah penambahan bubuk magnesium dan asam sulfat pekat. Hal ini menunjukkan bahwa jenis kolagen ini tidak memiliki struktur asam amino triptofan, sehingga tidak dapat bereaksi dengan reagen Hopkins-Cole (Rifky et al., 2018).

KESIMPULAN

Penelitian tentang ekstraksi kolagen dari produk sampingan industri pengalengan Lemuru (*Sardinella lemuru*) di Banyuwangi menunjukkan hasil yang bervariasi berdasarkan konsentrasi pelarut. Ekstraksi dengan asam asetat 0,25M menghasilkan rendement sebesar 0,0514%, dengan asam asetat 0,5M menghasilkan 0,1132%, dan dengan asam asetat 0,75M menghasilkan 0,1556%. Uji kualitatif Ninhidrin menunjukkan hasil negatif untuk sampel dengan asam asetat 0,25M pada setiap ulangan karena volume sampel yang tidak mencukupi, sehingga terjadi perubahan warna menjadi bening. Sebaliknya, sampel yang diekstraksi dengan asam asetat 0,5M dan 0,75M

menunjukkan hasil positif, yang ditandai dengan perubahan warna menjadi ungu akibat reaksi asam amino dengan reagen Ninhidrin. Namun, uji Hopkins-Cole menunjukkan hasil negatif untuk semua sampel, karena reagen tidak bereaksi dengan triptofan, sehingga tidak terjadi perubahan warna.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan hormat, kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini. Kami menghargai dukungan dan kontribusi dari tim peneliti, Supervisor 1, Supervisor 2, Supervisor 3, Industri Pengalengan Ikan, teknisi laboratorium, dan semua staf yang telah bekerja dengan tekun dan memberikan bantuan yang sangat berharga. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah menyediakan fasilitas, sumber daya, dan data yang diperlukan untuk kelancaran pelaksanaan studi ini. Kami sangat menghargai bimbingan dan saran dari para ahli serta kolaborasi yang telah memperkaya proses penelitian ini. Tanpa dedikasi dan komitmen Anda, penelitian ini tidak akan mungkin terwujud. Kami berharap kolaborasi ini dapat berlanjut dan memberikan manfaat yang signifikan di masa depan. Terima kasih atas segala dukungan dan kerjasama yang telah Anda berikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifan, F., & Wikanta, D. K. (2011). Optimasi Produksi Ikan Lemuru (*Sardinella Longiceps*) Tinggi Asam Lemak Omega-3 Dengan Proses Fermentasi Oleh Bakteri Asam Laktat. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Fakultas Teknik*, 2, 15–20.
- Astuti, K. I., & Fitriyanti, F. (2020). Karakteristik Protein Ikan Sepat Rawa (*Trichopodus thricopterus*) Asal Kalimantan Selatan yang Berpotensi Sebagai Antidiabetes. *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina (JIIS): Ilmu Farmasi Dan Kesehatan*, 5(1), 201–210. <https://doi.org/10.36387/jiis.v5i1.392>
- Barati, M., Jabbari, M., Navekar, R., Farahmand, F., Zeinalian, R., Salehi-Sahlabadi, A., Abbaszadeh, N., Mokari-Yamchi, A., & Davoodi, S. (2020). Collagen Supplementation for Skin Health: A Mechanistic Systematic Review. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 00, 1–10. <https://doi.org/10.1111/jocd.13435>
- Bottom, C. B., Hanna, S. S., & Siehr, D. J. (1978). Mechanism of the ninhydrin reaction. *Biochemical Education*, 6(1), 4–5. [https://doi.org/10.1016/0307-4412\(78\)90153-X](https://doi.org/10.1016/0307-4412(78)90153-X)
- Darmanto, Y. S., Agustini, T. W., & Swastawati, F. (2012). Efek Kolagen dari Berbagai Jenis Tulang Ikan Terhadap Kualitas Miofibril Protein Ikan Selama Proses Dehidrasi. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, XXIII(1), 36–40.
- Destiana, A. L., & Sari, S. H. (2018). Ekstraksi Kolagen Ikan Manyung dan Ikan Kakap sebagai Alternatif Kolagen. *Bio-Site*, 4(2), 48–52.
- Diamahesa, W. A., Setyono, B. D. H., Affandi, R. I., & Diniariwisman, D. (2023). Potensi dan Kadar Nutrisi Ikan Rucah yang didaratkan di Pantai Ampenan, Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Perikanan*, 13(4), 971–978.
- Fernandes, R. M. T., Couto Neto, R. G., Paschoal, C. W. A., Rohling, J. H., & Bezerra, C. W. B. (2008). Collagen films from swim bladders: Preparation method and properties. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 62(1), 17–21. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2007.09.011>
- Hendiari, I. G. A. D., Sartimbul, A., Arthana, I. W., & Kartika, G. R. A. (2020). Keragaman Genetik Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*) di Wilayah Perairan Indonesia. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 7(1), 28–36. <https://doi.org/10.29103/aa.v7i1.2405>
- Khasanah, R. I., Sartimbul, A., & Herawati, E. Y. (2018). Komposisi Isi Lambung Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*) di Perairan Selat Bali. *Prosiding Seminar Nasional Ikan Ke 8*, 8, 315–321.
- Kwatra, B. (2020). Collagen Supplementation: Therapy for Skin Disorders. *World Journal of Pharmaceutical Research*, 9(5), 2504–2518.
- Lasabuda, R. (2013). Pembangunan Wilayah Pesisir Dan Lautan Dalam Perspektif Negara Kepulauan Republik Indonesia. *Jurnal Ilmiah Platax*, 1(2), 92–101. <https://doi.org/10.35800/jip.1.2.2013.1251>
- Lu, W. C., Chiu, C. S., Chan, Y. J., Mulio, A. T., & Li, P. H. (2023). Characterization and biological properties of marine by-product collagen through ultrasound-assisted extraction. In *Aquaculture Reports (Vol. 29)*. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2023.101514>

- Mote, N., & Indriyani, E. (2022). Keaneekaragaman Ikan Pelagis Hasil Tangkapan Jaring Insang di Laut Arafura Distrik Waan, Kabupaten Merauke, Papua. *Tropical Bioscience: Journal of Biological Science*, 2(2), 41–50. <https://doi.org/10.32678/tropicalbiosci.v2i2.6759>
- Nurtira, I., Restu, I. W., & Pratiwi, M. A. (2021). Produksi dan Pertumbuhan Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*) yang Didaratkan di PPI Kedonganan, Bali. *Current Trends in Aquatic Science IV*, 4(2), 141–151. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/CTAS/article/download/75676/43139>
- Panjaitan, R. S., Christian, Y. E., Wijaya, B. E., Maulida, V. H., Zulfa, N., & Andrian, R. (n.d.). Test Carbohydrate and Protein Content in Commercial Condensed Milk (SKM) Qualitative and Quantitative (Uji Kandungan Karbohidrat dan Protein pada Susu Kental Manis (SKM) Komersial Secara Kualitatif dan Kuantitatif).
- Pertami, N. D., Rahardjo, M. F., Damar, A., & Nurjaya, I. W. (2020). Ikan Lemuru. Primadona Perikanan Selat Bali yang Menghilang. *Warta Iktiologi*, 4(April), 1–7.
- Poernomo, D., Jacob, A. M., Utami, U. T., & Nugraha, R. (2010). Pemanfaatan Kunyit (*Curcuma domestica* Val) dan Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia* Swingle) Dalam Pembuatan Abon Ikan Lemuru. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 13(2), 1–11.
- Putra, I. N. S. A., Restu, I. W., & Ekawaty, R. (2020). Kajian Stok Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*) yang Didaratkan di Pelabuhan Perikanan Pantai Muncar Kabupaten Banyuwangi Provinsi Jawa Timur. *Current Trends in Aquatic Science*, III(1), 30–38.
- Pradifta, R., Marlina, & Lucida, H. (2021). Analisis Protein pada Medium Terkondisi SelPunca Mesenkimal. *Jurnal Media Kesehatan*, 14(2), 137–145.
- Rahman, V. R., Bratadiredja, M. A., & Saptarini, N. M. (2021). Artikel Review: Potensi Kolagen sebagai Bahan Aktif Sediaan Farmasi. *Majalah Farmasetika*, 6(3), 253–286. <https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v6i3.33621>
- Rifky Ananda, A., Juni Triastuti, R., & Andriyono, S. (2018). Isolasi dan Karakterisasi Gelatin dari Teripang (*Phyllophorus* sp.) dengan Metode Ekstraksi Berbeda Isolation and Characterization Gelatin of Cucumber (*Phyllophorus* sp.) with Different Extraction Method. In *Journal of Marine and Coastal Science* (Vol. 7, Issue 1).
- Sembiring, T. E. S., Reo, A. R., Onibala, H., Montolalu, R. I., Taher, N., Mentang, F., & Damongilala, L. J. (2020). Ekstraksi Kolagen Tulang Ikan Tuna (*Thunnus* sp) DENGAN ASAM KLORIDA. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 8(3), 107. <https://doi.org/10.35800/mthp.8.3.2020.29573>
- Singkuku T.F, Onibala H., Agustin T.A. 2017. Ekstraksi Kolagen Tulang Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis* L.) Menjadi Gelatin Dengan Asam Klorida. *Volume 5(3):163-166*.
- Silvipriya, K. S., Krishna Kumar, K., Bhat, A. R., Dinesh Kumar, B., John, A., & Lakshmanan, P. (2015). Collagen: Animal Sources and Biomedical Application. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 5(3), 123–127. <https://doi.org/10.7324/JAPS.2015.50322>
- Sionkowska, A., Adamiak, K., Musial, K., & Gadowska, M. (2020). Collagen Based Materials in Cosmetic Applications: A Review. *Materials*, 13(19), 1–15. <https://doi.org/10.3390/MA13194217>
- Srinivasan, S., & Durairaj, B. (2021). Collagen isolation and characterization from *Sardinella longiceps*. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 8(4), 679–686. <https://doi.org/10.5455/javar.2021.h560>
- Tw Ata, S., Yulianty, R., Sami, F. J., Ramli, N., Tinggi, S., Makassar, I. F., Perintis, J., Km, K., Makassar, D., Selatan, S., Farmasi, A., & Makassar, K. (2016). Isolasi Kolagen Dari Kulit Dan Tulang Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*). In *Journal of Pharmaceutical and Medicinal Sciences* (Vol. 1, Issue 1).
- Wang, H. (2021). A Review of the Effects of Collagen Treatment in Clinical Studies. *Polymers*, 13(22), 1–20. <https://doi.org/10.3390/polym13223868>
- Ziratun, I. (2007). Penentuan Subsektor Kunci Pembangunan Sektor Perikanan Kabupaten Banyuwangi Dengan Analisis Input-Output Tahun 2004 [Universitas Brawijaya]. <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/132300/>
- Zhang, Q. W., Lin, L. G., & Ye, W. C. (2018). Techniques for extraction and isolation of natural products: A comprehensive review. In *Chinese Medicine (United Kingdom)* (Vol. 13, Issue 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s13020-018-0177-x>