

Pemanfaatan Limbah Sisik Ikan Nila dan Ikan Kakap Merah sebagai Kitosan

The Utilization of Tilapia and Red Snapper Scale Waste as Chitosan

***Risnita Tri Utami, Wica Elvina, Dedi Pardiansyah, dan Yulfiperius**

Program Studi Akuakultur, Fakultas Pertanian, Universitas Prof. Dr. Hazairi, SH

Jl. Jendral Sudirman, Bengkulu 38117, Indonesia

*e-mail korespondensi : risnita.triutami@gmail.com

Abstract. Fish scales are leftover fishery products that are not utilized optimally. Fish scales contain chemical compounds such as organic protein, namely chitin, which is a derivative of chitosan. Chitosan can be used in various sectors such as the food industry, health, agricultural and cosmetics. This study aims to extract chitosan from the scales of farmed and marine fish, as well as to determine the ratio of the yield of chitosan to types of marine fish and cultivated fish. This research was conducted from July to August 2023. The fish scale samples used were tilapia (cultivated fish) and snapper (sea-caught fish) obtained from the Traditional Market and Fish Auction Place in Bengkulu City. The process of making chitosan is carried out in the Laboratory of the Faculty of Agriculture, Prof. Dr. Hazairin, SH University. The process of extracting chitosan from fish scales goes through three stages, namely deproteination, demineralization and deacetylation. The results showed that the water, ash and protein content of fish scales were different, namely tilapia (19.05%; 20.15%; 53.01%) and snapper. (10.78%; 43.54%; 28.49). Results of Tilapia Chitosan. (13.22%) and snapper (7.74%). Several chitosan characteristics such as color, shape and odor meet commercial chitosan standards.

Keywords: chitin; chitosan, waste utilization; fish scale

Abstrak. Sisik ikan merupakan hasil samping produk perikanan yang kurang dimanfaatkan secara optimal. Sisik ikan memiliki senyawa kimia seperti protein organik yaitu kitin yang turunannya berupa kitosan. Kitosan dapat dimanfaatkan di berbagai sektor seperti industri makanan, kesehatan, pertanian dan kosmetik. Penelitian ini bertujuan untuk mengekstrak kitosan dari sisik ikan budidaya dan ikan tangkap laut, serta mengetahui perbandingan rendemen kitosan pada jenis ikan laut dan ikan budidaya. Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli sampai Agustus 2023. Sampel sisik ikan yang digunakan adalah ikan nila (ikan budidaya) dan ikan kakap (ikan tangkap laut) yang diperoleh dari Pasar Tradisional dan Pelelangan Ikan Kota Bengkulu. Proses pembuatan kitosan dilakukan di Laboratorium Fakultas Pertanian, Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH. Proses ekstraksi kitosan dari sisik ikan melalui tiga tahapan yaitu deproteinasi, demineralisasi dan deasetilasi. Hasil penelitian menunjukkan kandungan air, abu dan protein sisik ikan berbeda-beda yaitu ikan nila (19,05%; 20,15%; 53,01%) dan ikan kakap. (10,78%; 43,54%; 28,49). Rendemen kitosan ikan nila. (13,22%) dan ikan kakap (7,74%). Beberapa karakteristik kitosan seperti warna, bentuk dan bau memenuhi standar kitosan komersial.

Kata kunci: Kitin; kitosan; pemanfaatan limbah; sisik ikan

PENDAHULUAN

Sampah plastik yang dihasilkan negara pesisir mencapai 275 juta metrik ton (MT) per tahun, dengan 4,8-12,7 juta MT per tahun masuk ke lautan dunia. Indonesia merupakan negara terbesar kedua sebagai penyumbang sampah laut di dunia yang mencapai 0,48–1,29 juta MT per tahun setelah Cina yang mencapai 1,32–3,53 juta MT per tahun diikuti oleh Filipina, Vietnam dan Srilanka (Jambeck *et al.*, 2015). Sampah laut menimbulkan ancaman bagi beberapa biota laut termasuk ikan, penyu, burung laut, dan mamalia laut. Selain itu, sampah laut yang tertelan juga mengancam lebih dari 250 spesies ikan komersial dan spesies terancam punah, terancam atau dilindungi (endangered, threatened or protected/ETP) seperti penyu, paus balin, paus bergigi, lumba-lumba dan dugong (Gall & Thompson, 2015; C. M Rochman *et al.*, 2016). Partikel sampah yang tertelan oleh biota laut berukuran makro, mikro, maupun nano. Fragmen plastik, serat, film, plastik foam, dan monofilamen ditemukan di saluran pencernaan pada makanan laut yang dibeli dari pasar ikan dan dijual untuk konsumsi manusia (Chelsea M. Rochman *et al.*, 2015). Plastik sintetis yang selama ini digunakan oleh masyarakat perlu diganti dengan plastik yang ramah lingkungan (bioplastik) yang berasal dari bahan-bahan alam (Coniwanti, Laila, & Alfira, 2014).

Bioplastik dapat berasal dari beberapa bahan alam, seperti biji alpukat (Afif, Wijayati, & Mursiti, 2018), bonggol pisang (Nafiyanto, 2019), singkong dan sagu (Kamsiati, Herawati, & Purwani, 2017). Selain itu, kitosan juga dapat digunakan dalam pembuatan bioplastik karena bersifat hidrofobik, tidak beracun dan *biodegradable*. Kitosan biasanya berasal dari cangkang crustacea seperti udang, kepiting dan kerang (Azizati, 2019; Cahyono, 2018; Luthfiyana, Ratrinia, Rukisah, Asniar, & Hidayat, 2022). Lebih lanjut, kitosan juga dapat berasal dari sisik ikan (Nur & Asy'ari,

2020). Indonesia memiliki potensi komoditas terutama ikan yang sangat melimpah. Menurut Laporan Kementerian Kelautan dan Perikanan, konsumsi ikan nasional pada tahun 2020 mencapai 56,39 kg/kapita (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2021). Produksi perikanan laut yang didaratkan di PIT pada 2021 mencapai 546,50 ribu ton dengan nilai 11,13 triliun rupiah (Badan Pusat Statistik, 2023). Sedangkan menurut data KKP, produksi ikan bersisik terbesar perikanan tangkap laut Provinsi Bengkulu adalah ikan bawal, ikan kakap dan ikan kerapu. Sedangkan produksi terbesar ikan bersisik perikanan budidaya adalah ikan nila dan ikan mas (Dinas Kelautan dan Perikanan Prov Bengkulu, 2019).

Penelitian mengenai potensi maupun pemanfaatan kitosan sebagai bahan bioplastik telah dilakukan pada beberapa limbah sisik ikan. Penelitian yang dilakukan oleh Elvina, Utami, Pardiansyah, & Yulfiperius (2022) mengenai potensi kitosan dari ikan tangkap laut Provinsi Bengkulu menunjukkan bahwa hasil rendemen sisik ikan terbesar yaitu ikan kakap yaitu 5,2% di mana potensi sisik ikan tidak termanfaatkan mencapai 139.517,56 kg/ tahun. Diikuti ikan kerapu 3% dengan potensi limbah sisik ikan mencapai 96.455,4 kg/ tahun dan terakhir ikan bawal putih 1,5% dengan total sisik ikan yang tidak termanfaatkan adalah 65.123,1 kg per tahun.

Sementara itu, pemanfaatan limbah sisik ikan sebagai kitosan juga telah dilakukan oleh (Nur & Asy'ari, 2020). Rendemen kitosan tertinggi ditunjukkan pada ikan jenis *Lethrinus* sp. (13,22%), *Caesio chrysozona* (7,74%), *Upeneus mullocensis* (0,80%), dan *Scarus rivulatus* (0,05%). Selanjutnya, penelitian mengenai pembuatan kitosan dari sisik ikan kakap merah telah dilakukan oleh Ifa, Artiningsih, Juhnir, & Suhaldin (2018). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa derajat deasetilasi yang dihasilkan oleh limbah sisik ikan kakap merah dengan perlakuan konsentrasi NaOH yang berbeda pada proses deasetilasi berkisar 66,7%-73,4%. Derajat deasetilasi yang baik menurut Protan Laboratory adalah berkisar 70-100%

Penelitian mengenai pemanfaatan ekstrak kitosan dari limbah sisik ikan untuk pembuatan bioplastik pada ikan bandeng telah dilakukan oleh Aziz, Gufran, Pitoyo, & Suhandi (2017). Terdapat 3 karakteristik bioplastik yang dihasilkan. Pada sampel yang pertama, bioplastik berbentuk lembaran yang transparan dengan sedikit bayang kuning-kelabu, bersifat rapuh dan getas dihasilkan dari melarutkan kitosan sisik ikan bandeng ke dalam asam asetat lalu dicampurkan dengan gliserol. Sampel kedua berwujud lembaran padatan berwarna kekuning-kuningan, rapuh dan getas dibuat dari melarutkan kitosan sisik ikan bandeng, asam asetat dan gliserol secara bersamaan. Sampel ketiga berwujud padatan dengan warna buram kekuningan dihasilkan dari mencampurkan kitosan sisik ikan bandeng dan kitosan komersil kemudian dilarutkan ke dalam asam asetat.

Penelitian pemanfaatan sisik ikan sebagai kitosan banyak dilakukan pada sisik ikan bandeng, ikan lencam, ikan biji nangka namun sedikit dilakukan pada ikan budidaya terutama ikan nila. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk mengekstrak kitosan dari sisik ikan budidaya dan ikan tangkap laut, serta mengetahui perbandingan rendemen kitosan pada jenis ikan laut dan ikan budidaya.

METODOLOGI PENELITIAN

Pengambilan sisik ikan nila dan ikan kakap merah dilakukan pada bulan Juli-September 2023 di Pelelangan Ikan Kota Bengkulu. Sedangkan pembuatan kitosan dilakukan pada bulan Agustus-September 2023 di laboratorium Fakultas Pertanian, Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sisik ikan nila; sisik ikan kakap; larutan NaOH 3,5%; HCl 1N; NaOH 50%; akuades; asam asetat 1%; kertas saring; dan kertas alumunium. Alat yang digunakan antara lain *hotplate*, gelas kimia, labu ukur, pengaduk kaca, pH meter, timbangan digital, dan oven.

Pengumpulan limbah sisik ikan dilakukan secara kolektif di pasar tradisional dan Pelelangan Ikan Kota Bengkulu. Sisik ikan yang digunakan yaitu ikan nila dan ikan kakap masing-masing 300 gram. Sisik ikan yang dikumpulkan selanjutnya dicuci dengan air bersih dan dipisahkan dari sisa limbah yang lain. Sisik yang telah bersih kemudian dikeringanginkan. Pembuatan kitosan menggunakan modifikasi metode dari (Aziz et al., 2017; Benchamas, Huang, Huang, & Huang, 2021; Kou, Peters, & Mucalo, 2021). dari tiga tahap, yaitu deproteinasi, demineralisasi dan deasetilasi. Proses deproteinasi dengan mencampur sisik ikan dengan larutan NaOH 3,5% dengan perbandingan 1:10 (m/v). Campuran sisik ikan dan larutan NaOH kemudian diaduk pada suhu 100 °C selama 2 jam. Selanjutnya, hasil deproteinasi disaring dan dicuci dengan aquades sampai pH netral dan dikeringkan pada suhu 50°C selama 3 jam. Hasil deproteinasi kemudian didemineralisasi dengan mereaksikan hasil deproteinasi dalam larutan HCl 1 N dengan perbandingan 1:6 (m/v) pada suhu ruang selama 30 menit. Selanjutnya, hasil yang didapatkan disaring dan dicuci dengan aquades sampai pHnya netral. Hasil saringan ini kemudian dikeringkan pada oven suhu 50°C selama 3 jam atau sampai endapan cukup kering. Selanjutnya proses deasetilasi dilakukan dengan melarutkan kitin dalam NaOH 50% dengan perbandingan 1:10 (m/v) pada suhu 100 C selama 1 jam. Hasil yang didapatkan kemudian disaring dan dicuci dengan menggunakan aquades sampai pHnya netral. Hasil ini kemudian dikeringkan pada oven suhu 50°C selama 3 jam atau sampai endapan cukup kering.

Tahap selanjutnya karakterisasi kitosan dengan menghitung rendemen kitosan. Menurut (Zahiruddin, Ariesta, & Salamah, 2008) rendemen kitosan ditentukan berdasarkan persentase berat kitosan yang dihasilkan terhadap berat sisik ikan kering yang diperoleh.

$$\% \text{ rendemen} = \frac{\text{berat kitosan yang dihasilkan}}{\text{berat sisik ikan kering}} \times 100\%$$

Pada tahap ini juga akan dilakukan analisis proksimat yang terdiri dari kandungan protein, kadar abu, kadar air, warna, bentuk, dan bau.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Limbah Sisik Ikan Nila dan Ikan Kakap

Karakteristik limbah sisik ikan nila dan ikan kakap dapat dilihat pada Tabel 1.

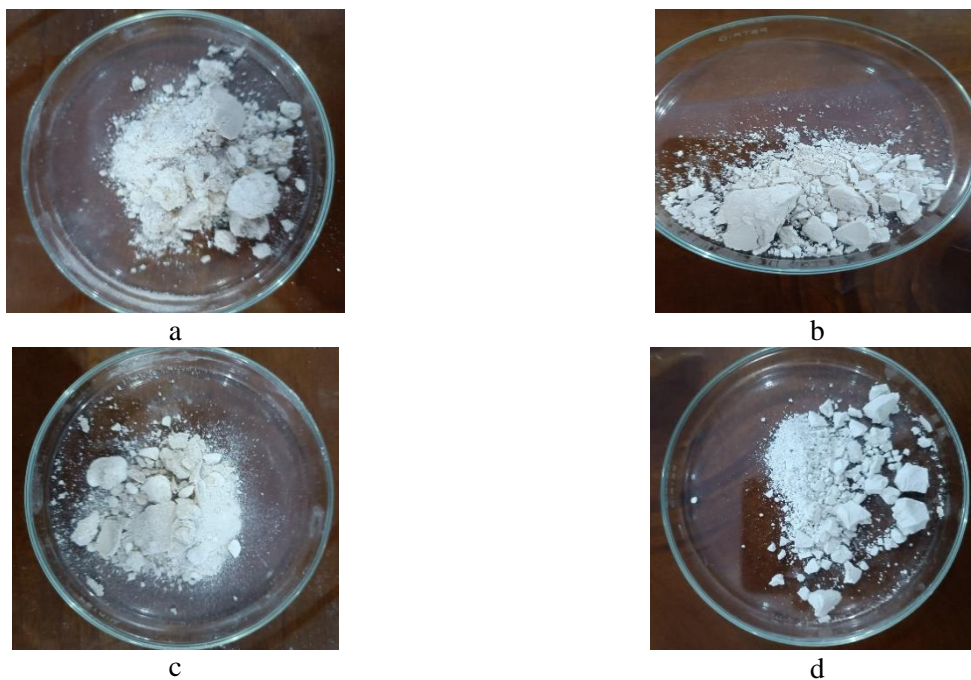
Tabel 1. Karakteristik Limbah Sisik Ikan Nila Dan Sisik Ikan Kakap

Ikan	Komposisi Kimia	Persentase (%)
Nila	Kadar air	19,05
	Kadar abu	20,15
	Kadar protein	53,01
Kakap	Kadar air	10,78
	Kadar abu	43,54
	Kadar protein	28,49

Sumber: data primer diolah 2023

Sisik ikan mengandung beberapa komponen seperti mineral, protein, dan kitin. Berdasarkan hasil analisis sisik ikan nila diperoleh kadar air (19,05%), kadar abu (20,15%), dan kadar protein (53,01%). Sedangkan hasil analisis sisik ikan kakap diperoleh kadar air (10,78%), kadar abu (43,54%), dan kadar protein (28,49%).

Hasil kitin dan kitosan yang diperoleh dari sisik ikan nila dan ikan kakap dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Hasil kitin dan kitosan a) kitin sisik ikan nila b) kitin sisik ikan kakap c) kitosan sisik ikan nila d) kitosan sisik ikan kakap

Beberapa penelitian tentang kandungan protein dalam sisik ikan telah banyak dilakukan. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Talumepa, Suptijah, Wullur, & Rumengan (2016) melaporkan bahwa protein dalam sisik ikan napoleon 36,50%, ikan kakatua sebesar 32,30%, ikan kakap merah 28,49%, ikan sahamia 25,70% dan ikan salem 25,09%. Selain itu, Rumengan, Suptijah, Salindeho, Wullur, & Luntungan (2018) melaporkan bahwa protein yang terkandung dalam sisik ikan sebesar 30%. Penelitian tentang kandungan protein pada sisik ikan juga telah dilakukan oleh Nur & Asy'ari (2020) yaitu ikan biji angka (*Upeneus mullocensis*) 67,83%, ikan gutila (*Lethrinus* sp.) 36,80%, ikan lolosi (*Caesio chrysozona*) 51,84%, dan ikan kakatua (*Scarus rivulatus*) 82,96%.

Penelitian ini tidak berbeda jauh dengan yang dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Di mana kadar

protein pada penelitian ini berkisar 28-49%-53,01% sedangkan peneliti sebelumnya berkisar 28,49%-82,96%. Kitosan dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengawet, bidang farmasi, kosmetik, penurun kadar limbah kilang minyak serta bioplastik ramah lingkungan (Pratiwi, 2014; Utami, Sunaryo, & Sedjati, 2014).

Rendemen Kitosan

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah sisik ikan nila dan sisik ikan kakap yang diperoleh dari Pelelangan Ikan Kota Bengkulu. Hasil rendemen sisik ikan nila dan sisik ikan kakap dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rendemen Kitosan Sisik Ikan Nila Dan Sisik Ikan Kakap

Sisik	Rendemen (%)
Ikan Nila	6,26
Ikan Kakap	9,7

Rendemen kitosan hasil penelitian ini adalah 6,26% (sisik ikan nila) dan 9,7% (sisik ikan kakap). Kitosan dihasilkan melalui proses deasetilasi dengan basa konsentrat. Jumlah rendemen kitosan dipengaruhi oleh konsentrasi reagen, temperatur, waktu reaksi, dan ukuran partikel. Konsentrasi NaOH tinggi akan meningkatkan jumlah gugus asetil yang terlepas dari kitin sehingga meningkatkan derajat deasetilasi kitosan. Temperatur rendah akan memperlambat laju reaksi. Berdasarkan penelitian Menurut Partia (2013) pengaruh suhu dan waktu pemanasan pada proses deasetilasi kitin akan menurunkan rendemen kitosan. Hal ini dikarenakan suhu yang tinggi akan menyebabkan rantai molekul pada kitosan akan terdepolimerisasi dan mengakibatkan terjadinya penurunan berat molekul dan rendemen kitosan.

Kitosan digunakan sebagai pelapis (film) pada berbagai bahan pangan, tujuannya adalah menghalangi oksigen masuk dengan baik, sehingga dapat digunakan sebagai kemasan berbagai bahan pangan dan juga dapat dimakan langsung, karena sifat kitosan yang tidak berbahaya terhadap kesehatan (Azeredo, De Britto, & Assis, 2011). Selain itu, antibakteri kitosan dapat menghambat bakteri pembusuk pada makanan lokal yang mengandung bakteri patogen (Morshed, Bashir, Khan, & Alam, 2011).

Kitosan yang dihasilkan dalam penelitian ini berupa bubuk halus dan berwarna putih. Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Cahyono (2018) dan Zaku, Aguzue, & Thomas (2011) di mana kitosa yang dihasilkan berwarna putih dan berbentuk serpihan. Berdasarkan [GRAS] General Recognition of Safety (2012) kitosan komersil berbentuk serbuk, berwarna putih dan tidak berbau (Gambar 1).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kitosan dapat diekstrak dari sisik ikan, baik ikan nila maupun ikan kakap. Rendemen kitosan yang diperoleh berbeda pada jenis ikan yang berbeda. Rendemen kitosan pada sisik ikan nila sebesar 6,26% dan sisik ikan kakap 9%. Beberapa karakteristik kitosan seperti warna, bentuk dan bau memenuhi standar kitosan komersil berwarna putih dan tidak berbau.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Deputy Bidang Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi, atas hibah riset Penelitian Dosen Pemula (PDP) tahun pelaksanaan 2023, nomor kontrak: 178/E5/PG.02.00.PL/2023. Terimakasih kepada Rektor dan Kepala LPPM Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH.

DAFTAR PUSTAKA

- Afif, M., Wijayati, N., & Mursiti, S. (2018). Pembuatan dan Karakterisasi Bioplastik dari Pati Biji Alpukat-Kitosan dengan Plasticizeafifr Sorbitol. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 7(2), 103–109.
- Azeredo, H. M. C., De Britto, D., & Assis, O. B. G. (2011). Chitosan edible films and coatings-a review. *Handbook of Chitosan Research and Applications*, 179–193.
- Aziz, N., Gufran, M. F. F. B., Pitoyo, W. U., & Suhandi. (2017). Pemanfaatan ekstrak kitosan dari limbah sisik ikan bandeng di Selat Makassar pada pembuatan bioplastik ramah lingkungan. *Jurnal Administrasi Dan Kebijakan Kesehatan Indonesia*, 1(1), 56–61.
- Azizati, Z. (2019). Pembuatan dan karakterisasi kitosan kulit udang galah. *Walisono Journal of Chemistry*, 2(1), 10–16. <https://doi.org/10.21580/wjc.v2i1.4043>
- Badan Pusat Statistik. (2023). Produksi Perikanan Tangkap di Laut Menurut Komoditas Utama, 2017-2021.
- Benchamas, G., Huang, G., Huang, S., & Huang, H. (2021). Preparation and biological activities of chitosan oligosaccharides. *Trends in Food Science and Technology*, 107, 38–44. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.11.027>
- Cahyono, E. (2018). Karakteristik kitosan dari limbah cangkang udang windu (*Panaeus monodon*). *Akuatika Indonesia*, 3(2), 96–102. <https://doi.org/10.24198/jaki.v3i2.23395>

- Coniwanti, P., Laila, L., & Alfira, M. R. (2014). Pembuatan Film Plastik Biodegradabel Dari Pati Jagung Dengan Penambahan Kitosan Dan Pemplastis Gliserol. *Jurnal Teknik Kimia*, 20(4), 22–30.
- Dinas Kelautan dan Perikanan Prov Bengkulu. (2019). *Profil Potensi Usaha dan Peluang Investasi Kelautan dan Perikanan Provinsi Bengkulu*. Direktorat Jenderal Penguatan Daya Saing Produk Kelautan dan Perikanan Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Elvina, W., Utami, R. T., Pardiansyah, D., & Yulfiperius, Y. (2022). Potensi limbah sisik ikan laut sebagai bahan kitosan dalam pembuatan bioplastik. *Jurnal Agroaqua*, 20(2), 451–458. <https://doi.org/10.32663/ja.v>
- Gall, S. C., & Thompson, R. C. (2015). The impact of debris on marine life. *Marine Pollution Bulletin*, 92(1–2), 170–179. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.12.041>
- General Recognition of Safety (GRAS). (2012). *Chitoclear® Shrimp-Derived Chitosan: Food Usage Conditions for General Recognition of Safety*. Iceland (IL): GRAS.
- Ifa, L., Artiningsih, A., Juhnir, & Suhaldin. (2018). Pembuatan kitosan dari sisik ikan kakap merah. *Journal of Chemical Process Engineering*, 3(1), 47–50.
- Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., ... Law, K. L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223), 768–771.
- Kamsiati, E., Herawati, H., & Purwani, E. Y. (2017). Potensi pengembangan plastik biodegradable berbasis pati sagu dan ubikayu di indonesia. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 36(2), 67. <https://doi.org/10.21082/jp3.v36n2.2017.p67-76>
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2021). *Laporan Kinerja Kementerian Kelautan dan Perikanan 2021*. Jakarta (ID): Sekretariat Jenderal Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Kou, S., Peters, L., & Mucalo, M. R. (2021). Chitosan: A review of sources and preparation methods. In *International Journal of Biological Macromolecules* (Vol. 169). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.12.005>
- Luthfiyana, N., Ratrinia, P. W., Rukisah, R., Asniar, A., & Hidayat, T. (2022). Optimasi tahap demineralisasi pada ekstraksi kitosan dari cangkang kepiting bakau (*Scylla sp.*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 25(2), 352–363. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v25i2.41853>
- Morshed, M. A., Bashir, A. A., Khan, M. H., & Alam, M. K. (2011). *Short Communication Antibacterial activity of shrimp chitosan against some local food spoilage bacteria and food borne pathogens*. (June 2014). <https://doi.org/10.3329/bjm.v28i1.11809>
- Nafiyanto, I. (2019). Pembuatan Plastik Biodegradable Dari Limbah Bonggol Pisang Kepok Dengan Plasticizer Gliserol Dari Minyak Jelantah Dan Komposit Kitosan Dari Limbah Cangkang Bekicot (*Achatina Fullica*). *Integrated Lab Journal*, 07(01), 75–89.
- Nur, R. M., & Asy'ari, A. (2020). Pemanfaatan limbah sisik ikan sebagai kitosan. *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 13(2), 269–273. <https://doi.org/10.29239/j.agrikan.13.2.269-273>
- Pratiwi, R. (2014). Manfaat kitin dan kitosan bagi kehidupan manusia. *Jurnal Oseana*, XXXIX(1), 25–43.
- Rochman, C. M., Browne, M. A., Underwood, A. J., van Franeker, J. A., Thompson, R. C., & Amaral-Zettler, L. (2016). The ecological impacts of marine debris: unraveling the demonstrated evidence from what is perceived. *Ecology*, 97(2), 302–312.
- Rochman, Chelsea M., Tahir, A., Williams, S. L., Baxa, D. V., Lam, R., Miller, J. T., ... Teh, S. J. (2015). Anthropogenic debris in seafood: Plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption. *Scientific Reports*, 5(September), 1–10. <https://doi.org/10.1038/srep14340>
- Rumengan, I. F. M., Suptijah, P., Salindeho, N., Wullur, S., & Luntungan, A. H. (2018). *Nanokitosan Dari Sisik Ikan : Aplikasinya Sebagai Pengemas Produk Perikanan*. 117.
- Talumepa, A. C. N., Suptijah, P., Wullur, S., & Rumengan, I. F. M. (2016). Kandungan Kimia dari Sisik Beberapa Jenis Ikan Laut. *Jurnal LPPM Bidang Sains Dan Teknologi*, 3(1), 27–33.
- Utami, R., Sunaryo, S., & Sedjati, S. (2014). Studi penggunaan kitosan terhadap penurunan kadar amoniak pada limbah cair kilang minyak Outlet Impounding Basin (OIB) Pertamina RU VI Balongan, Indramayu. *Journal Of Marine Research*, 3(1), 20–26. <https://doi.org/10.14710/jmr.v3i1.4593>
- Zahiruddin, W., Ariesta, A., & Salamah, E. (2008). Karakteristik mutu dan kelarutan kitosan dari ampas silase kepala udang windu (*Penaeus monodon*). *Buletin Teknologi Hasil Perikanan*, XI(2), 140–151.
- Zaku, S. G., Aguzue, S. A. E. O. C., & Thomas, S. A. (2011). *Extraction and characterization of chitin ; a functional biopolymer obtained from scales of common carp fish (Cyprinus carpio l.): A lesser known source*. 5(8), 478–483.