Jurnal Agroqua
Volume 20 No. 2 Tahun 2022

DOI: 10.32663/ja.v%vi%i.3040

POTENSI LIMBAH SISIK IKAN LAUT SEBAGAI BAHAN KITOSAN DALAM PEMBUATAN BIOPLASTIK

(Potential Of Marine Fish Scales Waste As A Chitosan Material In The Production Of Bioplastic)

Wica Elvina, Risnita Tri Utami*, Dedi Pardiansyah, Yulfiperius
Program Studi Akuakultur Fakultas Pertanian Universitas Prof. Dr. Hazairin, SH
Jl. Jenderal Sudirman No. 185 Bengkulu 38117, Indonesia.Telp. (0736)344918
*Corresponding author, Email: risnita.triutami@gmail.com

ABSTRACT

Indonesia is the second largest contributor of plastic waste in the world. Therefore, we need environmentally friendly plastics (bioplastics) derived from natural materials. One of the materials that can be added in the manufacture of bioplastics is chitosan. Chitosan can be found in fish scales which is a by-product of processing fishery products. The research was conducted to determine the potential of unutilized marine fish scales in Bengkulu Province. This study used a descriptive method using primary data and secondary data from the Marine and Fisheries Service of Bengkulu Province. The results of the study found that the yield of snapper fish scales was 5.2% and the potential for unutilized fish scaled reaches 139,517.56 kg per year. Furthermore, the yield of grouper fish scales was 3% and the potential for unutilized fish scaled reaches 96,455.4 kg per year. In addition, the yield of pomfret fish scales was 1.5% and the potential for unutilized fish scaled reaches 65,123.1 kg per year.

Keywords: chitin, fish production, yield

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara terbesar kedua penyumbang sampah plastik di dunia. Oleh sebab itu, diperlukan plastik yang ramah lingkungan (bioplastik) yang berasal dari bahan-bahan alam. Salah satu bahan yang dapat ditambahkan dalam pembuatan bioplastik adalah kitosan. Kitosan dapat ditemukan pada sisik ikan yang merupakan hasil samping dari pengolahan produk perikanan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi sisik ikan laut yang tidak termanfaatkan di Provinsi Bengkulu. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan menggunakan data primer dan data sekunder dari Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Bengkulu. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa rendemen sisik ikan kakap adalah 5,2% dengan potensi sisik ikan yang tidak termanfaatkan mencapai 139.517,56 kg pertahunnya. Selain itu, rendemen sisik ikan kerapu mencapai 3% dari bobot total ikan dengan potensi sisik ikan yang tidak termanfaatkan adalah 96.455,4 kg per tahun. Ikan bawal putih yang memiliki sisik yang lebih halus, rendemen yang dihasilkan dari setiap ekor ikan adalah 1,5% dan berdasarkan hasil produksi ikan bawal pada tahun 2020 dapat memperoleh sisik ikan sebesar 4.341,54 ton pertahun,dengan total sisik ikan yang tidak termanfaatkan adalah 65.123,1 kg per tahun.

Kata kunci: kitin, produksi ikan, rendeman

DOI: 10.32663/ja.v%vi%i.3040

PENDAHULUAN

Indonesia terdiri dari 62% lautan dan 38% daratan sehingga berpeluang besar menjadi kontributor sampah laut di dunia. Hal ini terlihat dari kontribusi Indonesia yang berada pada urutan kedua negara terbesar setelah Cina sebagai penyumbang sampah laut di dunia selama beberapa tahun terakhir (Jambeck et al., 2015). Sampah plastik merupakan salah satu ancaman serius terhadap ekosistem yang terdapat di laut (Rochman et al., 2016). Diperlukan plastik yang ramah lingkungan (bioplastik) yang berasal dari bahan-bahan alam sehingga mudah terurai jika dibandingkan dengan plastik konvensional (Coniwanti et al., 2014). Beberapa penelitian telah memanfaatkan bagian dari tanaman sebagai bahan dasar pembuatan bioplastik seperti biji alpukat, bonggol pisang, singkong dan sagu (Afif et al., 2018; Kamsiati et al., 2017; Nafiyanto, 2019).

Salah satu bahan yang dapat ditambahkan dalam pembuatan bioplastik adalah kitosan karena tidak beracun, *biodegradable*, dan bersifat hidrofobik. Penambahan kitosan dalam pembuatan bioplastik mengakibatkan semakin banyak ikatan hidrogen sehingga memiliki sifat yang lebih kuat (Coniwanti et al., 2014). Kitosan biasanya diperoleh dari isolasi kitin yang berasal dari cangkang hewan crustacea seperti kepiting, udang dan kerang. Selain itu, kitosan juga dapat ditemukan pada sisik ikan (Susanti & Purwanti, 2020).

Indonesia merupakan negara maritim yang memiliki potensi komoditas kelautan yang sangat melimpah. Salah satu potensi hasil laut yang selalu dimanfaatkan oleh masyarakat adalah komoditi ikan. Laporan Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) menunjukkan angka konsumsi ikan nasional tahun 2020 sebesar 56,39 kg/kapita, di mana diketahui terjadi peningkatan dibanding tahun sebelumnya sebesar 3,47%. Konsumsi ikan oleh masyarakat Indonesia terdiri dari berbagai kebutuhan diantaranya kebutuhan konsumsi rumah tangga, kebutuhan UMKM, dan kebutuhan Industri hasil laut kemasan (produk komersil) (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2021).

Pengolahan produk ikan baik untuk kebutuhan masyarakat umum maupun kebutuhan produk komersil akan menghasilkan hasil samping berupa limbah yang kurang dimanfaatkan secara optimal. Limbah yang dihasilkan dari pengolahan tersebut dapat berupa limbah cair dan limbah padat. Limbah cair biasanya mengandung bahan organik yang berasal dari lendir, darah dan minyak lemak ikan, sedangkan limbah padat berupa kepala, sisik, isi perut, tulang, sirip, kulit dan insang. Sisik ikan adalah salah satu limbah yang tidak dimanfaatkan dengan baik dan hanya menjadi limbah terbuang. Padahal sisik ikan masih memiliki senyawa kimia seperti protein organik sebesar 41-84% (Budirahardjo, 2010). Salah satu jenis senyawa protein pada sisik ikan adalah senyawa kitin. Kitin merupakan biopolymer yang tidak berwarna, tidak larut air dan tahan terhadap pengaruh bakteri. Senyawa kitin dapat ditemui secara alami dari berbagai hewan yang memiliki lapisan cangkang seperti udang, ranjungan dan kepiting. Kitosan adalah senyawa polimer kimia yang diperoleh dari proses deasetilisasi senyawa kitin dengan menggunakan pelarut NaOH. Kitosan dapat diekstrak dari sisik ikan (Aziz et al., 2017; Ifa et al., 2018).

Penelitian yang dilakukan oleh Aziz et al. (2017), memanfaatkan ekstrak kitosan dari limbah sisik ikan bandeng sebagai bahan

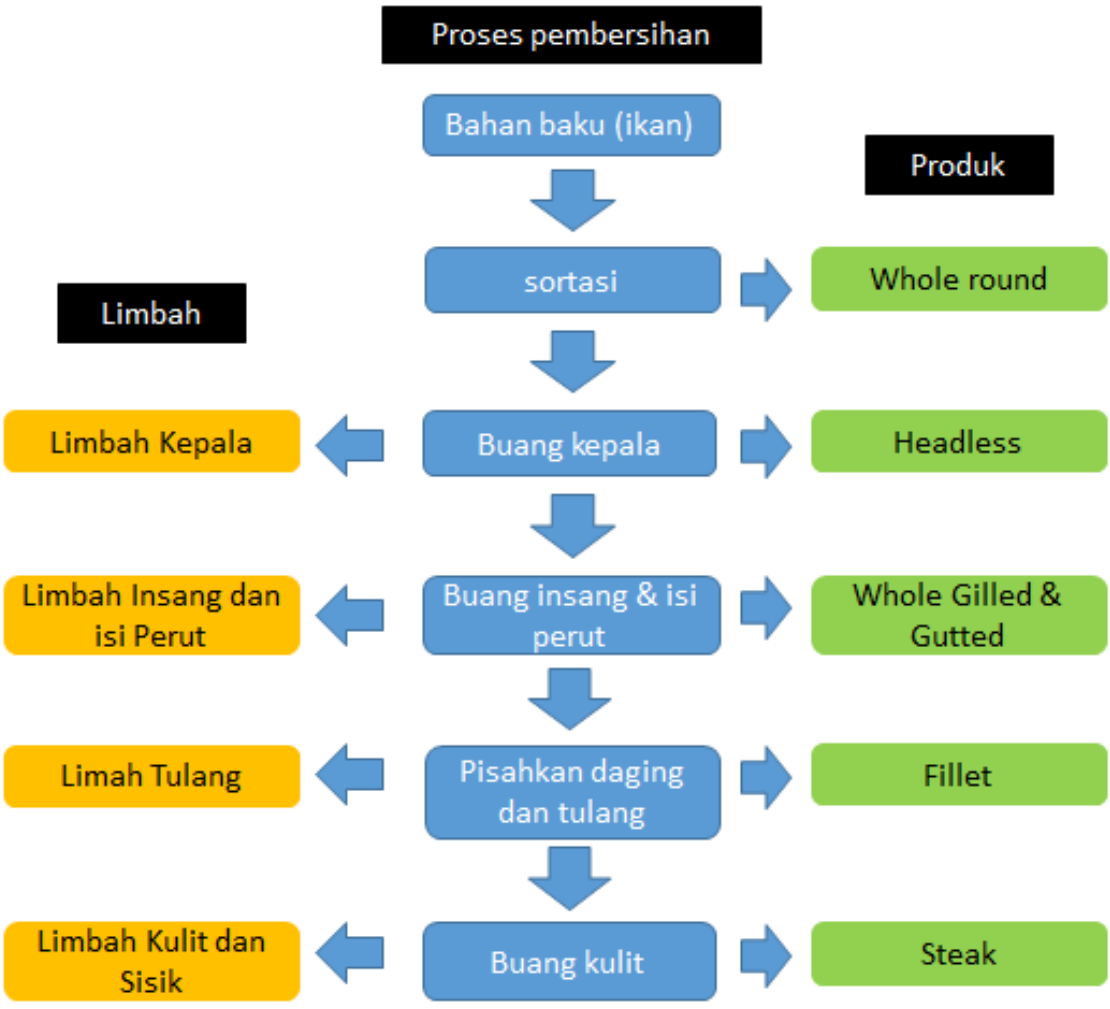
DOI: 10.32663/ja.v%vi%i.3040

baku bioplastik alat makan sekali pakai yang ramah lingkungan. Penelitian serupa dilakukan oleh Bangngalino & Akbar (2017) yang memanfaatkan kitosan yang berasal dari sisik ikan bandeng untuk pengawet makanan. Berdasarkan uraian di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi kitosan dari limbah sisik ikan di Provinsi Bengkulu.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilakukan pada bulan Juni 2022 di berbagai wilayah di beberapa kabupaten di Provinsi Bengkulu. Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan.

Data yang diambil berupa data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diambil langsung dari lapangan. Sedangkan data sekunder merupakan data dari Dinas Kelautan dan Perikanan. Pengolahan ikan yang menghasilkan limbah dapat dijelaskan dengan bagan alir pada Gambar 1
.



Gambar 1. Diagram alir proses pengolahan ikan

Analisis Data

Perhitungan rendemen ikan diperoleh dari rumus (Nur & Asy'ari, 2020):

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{Berat sisik ikan}}{\text{berat total ikan}} \times 100\%$$

DOI: 10.32663/ja.v%vi%i.3040

Analisis dari data yang dikumpulkan berdasarkan rendemen limbah ini akan menentukan potensi dan prospek limbah sisik ikan untuk memproduksi kitosan berbahan dasar sisik ikan. Analisis dilakukan berdasarkan banyaknya jumlah sisik ikan yg dihasilkan dan jenis ikan yang banyak digunakan oleh pelaku usaha olahan ikan di Provinsi Bengkulu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Potensi Ikan Provinsi Bengkulu

Bengkulu memiliki keanekaragaman jenis ikan laut yang tinggi, hal ini disebabkan kondisi laut, garis pantai yang panjang dan memiliki gelombang laut yang lebih tinggi dibanding kawasan pesisir barat Pulau Sumatera lainnya. Provinsi Bengkulu yang memiliki potensi jenis ikan yang banyak namun baru sedikit yang termanfaatkan oleh pelaku usaha. Para pelaku usaha di Provinsi Bengkulu khususnya Kota Bengkulu memperoleh ikan segar dengan cara melakukan penangkapan langsung dari laut (10,91%) dan dengan cara membeli (89,09%). Berikut data produksi ikan tangkap Provinsi Bengkulu (Tabel 1).

Tabel 1. Data produksi perikanan tangkap provinsi Bengkulu

No.	Wilayah Kabupaten	Jumlah produksi ikan tangkap (ton/tahun)
1	Kepahiang	75,6
2	Rejang Lebong	-
3	Lebong	323,24
4	Kaur	5.250
5	Muko-muko	19.201.158
6	Bengkulu Selatan	1.575,24
7	Bengkulu Utara	6.048.275
8	Seluma	996
9	Bengkulu Tengah	18.654,2
10	Kota Bengkulu	23.810

Sumber : (Potensi Usaha dan Peluang Investasi Kelautam dan Perikanan Provinsi Bengkulu, kkp.go.id)

Dari data yang dijabarkan di atas diketahui bahwa produksi ikan tangkap di Provinsi Bengkulu sangat berpotensi tinggi untuk dikembangkan dan diolah lebih baik. Sedangkan jenis produksi perikanan tangkap. Menurut Data Kementrian Kelautan dan Perikanan (2020), jenis ikan yang diproduksi pada wilayah Provinsi Bengkulu, ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2 dapat diketahui bahwa jenis ikan perikanan tangkap laut yang diproduksi untuk wilayah Provinsi Bengkulu beraneka ragam. Beberapa jenis ikan yang dihasilkan pengusaha perikanan terdapat beberapa jenis ikan yang bersisik dan tidak bersisik. Berdasarkan data KKP tersebut menunjukkan bahwa produksi ikan bersisik terbesar pada perikanan tangkap laut adalah ikan bawal, ikan kakap dan ikan kerapu, sedangkan untuk perikanan budidaya ikan bersisik produksi terbesar adalah ikan nila dan ikan mas. Jadi berdasarkan data diatas tim peneliti menggunakan jenis ikan bawal, ikan kakap dan ikan kerapu sebagai data primer untuk mengetahui rendemen sisik ikan yang diperoleh dari setiap jenis ikan tersebut.

DOI: 10.32663/ja.v%vi%i.3040

Tabel 2. Jenis produksi perikanan tangkap provinsi Bengkulu

Jenis Usaha	Provinsi	Jenis Ikan	Tahun	Volume Produksi (ton per tahun)
Tangkap Laut	Bengkulu	Baronang	2020	92,84
Tangkap Laut	Bengkulu	Bawal	2020	4.341,54
Tangkap Laut	Bengkulu	Belanak	2020	500,05
Tangkap Laut	Bengkulu	Biji Nangka	2020	571,62
Tangkap Laut	Bengkulu	Cakalang	2020	1.254,61
Tangkap Laut	Bengkulu	Cumi-Cumi	2020	94,02
Tangkap Laut	Bengkulu	Gerot-Gerot	2020	960,08
Tangkap Laut	Bengkulu	Golok-Golok	2020	720,05
Tangkap Laut	Bengkulu	Gulamah	2020	2.399,52
Tangkap Laut	Bengkulu	Gurita	2020	240,51
Tangkap Laut	Bengkulu	Hiu	2020	1.538,32
Tangkap Laut	Bengkulu	Julung-Julung	2020	1.037,20
Tangkap Laut	Bengkulu	Kaci-Kaci	2020	988,08
Tangkap Laut	Bengkulu	Kakap	2020	2.683,03
Tangkap Laut	Bengkulu	Kapas-Kapas	2020	2.570,85
Tangkap Laut	Bengkulu	Kembung	2020	2.282,24
Tangkap Laut	Bengkulu	Kerapu	2020	3.215,38
Tangkap Laut	Bengkulu	Kurisi	2020	979,92
Tangkap Laut	Bengkulu	Kuro	2020	353,03
Tangkap Laut	Bengkulu	Kuwe	2020	2.261,41
Tangkap Laut	Bengkulu	Layang	2020	703,09
Tangkap Laut	Bengkulu	Layur	2020	3.997,18
Tangkap Laut	Bengkulu	Lemuru	2020	806,95
Tangkap Laut	Bengkulu	Lidah	2020	127,14
Tangkap Laut	Bengkulu	Lobster	2020	1.532,30
Tangkap Laut	Bengkulu	Manyung	2020	2.872,33
Tangkap Laut	Bengkulu	Marlin	2020	933,56
Tangkap Laut	Bengkulu	Pari	2020	292,96
Tangkap Laut	Bengkulu	Sarden	2020	214,55
Tangkap Laut	Bengkulu	Sebelah	2020	112,45
Tangkap Laut	Bengkulu	Selar	2020	724,53
Tangkap Laut	Bengkulu	Sunglir	2020	451,49
Tangkap Laut	Bengkulu	Talang-Talang	2020	1.467,32
Tangkap Laut	Bengkulu	Tenggiri	2020	2.770,14
Tangkap Laut	Bengkulu	Teri	2020	1.357,27
Tangkap Laut	Bengkulu	Terubuk	2020	1.505,91
Tangkap Laut	Bengkulu	Tongkol	2020	3.902,40
Tangkap Laut	Bengkulu	Tuna	2020	939,53
Tangkap Laut	Bengkulu	Udang	2020	14.275,02

Sumber: Data statistik produksi ikan diakses pada kkp.go.id

Jurnal Agroqua
Volume 20 No. 2 Tahun 2022

DOI: 10.32663/ja.v%vi%i.3040

Pada bidang pengelolaannya sebagian besar pengolahan hasil perikanan diolah menjadi ikan kering atau ikan asap dan makanan olahan seperti nugget, bakso, kerupuk, daging giling. Dari pengolahan ikan yang sudah dilakukan dapat diketahui bahwa banyaknya limbah yang terbuang dan tidak termanfaatkan, padahal limbah yang tidak termanfaatkan bisa mencemari lingkungan apabila tidak ditangani dengan baik. Maka dari itu, limbah sisik ikan yang dihasilkan dari proses produksi pengolahan dapat dimanfaatkan untuk pembuatan senyawa kimia yang lebih bermanfaat.

Potensi Sisik Ikan Laut

Rendemen Pengolahan ikan adalah jumlah berat per bagian ikan yang diperoleh dari setiap ekor ikan, yaitu kepala, daging dan tulang, kepala, sisik, sirip, insang, isi perut dan ekor. Analsis rendemen ikan ini bertujuan untuk mengetahui jumlah total seluruh bagian yang tidak termanfaatkan dari ikan yang akan diolah selanjutnya. Bagian-bagian yang tidak termanfaatkan pada setiap ekor ikan diantaranya sirip, sisik, insang dan isi perut ikan yang disebut hasil samping. Hasil samping ikan ini biasanya hanya dibuang tanpa dimanfaatkan lebih lanjut dan dapat mencemari lingkungan disekitar pengolahan ikan, sedangkan hasil utama seperti daging dan kepala ikan biasanya selanjutnya diolah untuk dikonsumsi atau dijadikan produk olahan lanjutan seperti frozen food, nugget ikan, bakso ikan dan ikan fillet.

Rendemen hasil samping pengolahan ikan menunjukkan persentase bagian ikan yang dapat diolah dan dimanfaatkan, salah satu bagian yang dapat dimanfaatkan adalah sisik ikan. Sisik ikan yang diolah dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambahan produk diantaranya kitosan, gelatin dan kolagen. Menurut Nur & Asy'ari (2020), nilai rendemen yang diperoleh pada ikan bisa berbeda tergantung oleh jenis, bentuk tubuh, dan usia ikan. Rendemen yang dihasilkan juga tidak selalu sama dikarenakan proses pengolahan yang dilakukan. Penurunan nilai rendemen pada sisik ikan dapat terjadi saat proses pencucian dan pemisahan daging ikan.

Rendemen pengolahan ikan adalah jumlah berat per bagian ikan yang diperoleh dari setiap ekor ikan, yaitu kepala, daging dan tulang, kepala, sisik, sirip, insang, isi perut dan ekor. Analsis rendemen ikan ini bertujuan untuk mengetahui jumlah total seluruh bagian yang tidak termanfaatkan dari ikan yang akan diolah selanjutnya. Bagian-bagian yang tidak termanfaatkan pada setiap ekor ikan diantaranya sirip, sisik, insang dan isi perut ikan yang disebut hasil samping. Hasil samping ikan ini biasanya hanya dibuang tanpa dimanfaatkan lebih lanjut dan dapat mencemari lingkungan disekitar pengolahan ikan, sedangkan hasil utama seperti daging dan kepala ikan biasanya selanjutnya diolah untuk dikonsumsi atau dijadikan produk olahan lanjutan seperti frozen food, nugget ikan, bakso ikan dan ikan fillet.

Tabel 3. Rendeman Sisik dari Berbagai Jenis Ikan (Perkilogram)

Jenis Ikan	Berat Sisik Ikan (gr)	Rendeman Sisik (%)
Kakap	52	5,2
Kerapu	30	3
Bawal Putih	15	1,5

DOI: 10.32663/ja.v%vi%i.3040

Rendemen hasil samping pengolahan ikan menunjukkan persentase bagian ikan yang dapat diolah dan dimanfaatkan, salah satu bagian yang dapat dimanfaatkan adalah sisik ikan. Tabel 3 memperlihatkan bahwa rendemen sisik ikan kakap adalah 5,2 %. Rendemen sisik ikan yang diperoleh tersebut apabila ditotal dari data KKP 2020 dengan jumlah produksi ikan tahunan Provinsi Bengkulu yang berjumlah 2.683,03 ton per tahun maka potensi sisik ikan yang tidak termanfaatkan dapat mencapai 139.517,56 kg pertahunnya. Selain itu, rendaman sisik ikan kerapu mencapai 3% dari bobot total ikan. Jika ditotalkan dari total produksi ikan tahunan data KKP 2020 dengan total produksi ikan kerapu Provinsi Bengkulu 3.215,18 ton per tahun maka diperoleh total sisik ikan yang tidak termanfaatkan adalah 96.455,4 kg per tahun. Lain halnya dengan ikan bawal putih yang memiliki sisik yang lebih halus dari ikan lainnya, menyebabkan kecilnya rendemen yang dihasilkan dari setiap kilogram ikan. Apabila dikaitkan dengan hasil produksi ikan bawal pada tahun 2020, ikan ini dapat memperoleh volume produksi sebesar 4.341,54 ton per tahun maka diperoleh total sisik ikan yang tidak termanfaatkan adalah 65.123,1 kg per tahun.

Dengan angka tersebut apabila sisik ikan dimanfaatkan menjadi produk atau bahan tambahan maka dapat menjadi pendapatan tambahan bagi pengelola produksi ikan. Berdasarkan Penelitian Ifa et al. (2018) mengungkapkan bahwa salah satu manfaat sisik ikan kakap dapat diproduksi menjadi bahan kitosan dengan proses dimineralisasi, deproteinisasi, dan deasetilisasi. Kitosan yang dihasilkan dari sisik ikan dapat dimanfaatkan menjadi beberapa fungsi pemakaian diantaranya bioplastik (plastik ramah lingkunngan), farmasi, zat pengawet, penurunan kadari limbah kilang minyak, dan kosmetik (Pratiwi, 2014; Utami et al., 2014). Penambahan kitosan pada proses pembuatan bioplastik dapat mengubah karakteristik dari bioplastik. Hal ini disebabkan oleh karena sifat kitosan berbahan baku sisik ikan memiliki sifat hidrofobik, tidak beracun dan biodegradable. Hasil Penelitian yang dikemukakan oleh Coniwanti et al. (2014), kitosan yang memiliki ikatan hydrogen yang panjang mengakibatkan bioplastik lebih kuat dan sifat ketahanan air juga lebih baik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis rendemen berbagai jenis ikan, ikan kakap adalah ikan yang menghasilkan rendemen sisik ikan terbesar yaitu mencapai 5,2% dengan potensi sisik ikan yang tidak termanfaatkan mencapai 139.517,56 kg pertahunnya. Selanjutnya diikuti oleh ikan kerapu yang mencapai 3% dari bobot total ikan dengan potensi sisik ikan yang tidak termanfaatkan adalah 96.455,4 kg per tahun. Terakhir, ikan bawal putih yang memiliki sisik yang lebih halus, rendemen yang dihasilkan dari setiap ekor ikan adalah 1,5% dan berdasarkan hasil produksi ikan bawal pada tahun 2020 dapat memperoleh sisik ikan sebesar 4.341,54 ton pertahun,dengan total sisik ikan yang tidak termanfaatkan adalah 65.123,1 kg per tahun.

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.

Aziz, N., Gufran, M. F. F. B., Pitoyo, W. U.,

DOI: 10.32663/ja.v%vi%i.3040

& 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.

Bangngalino, H., & Akbar, M. I. (2017). Pemanfaatan sisik ikan bandeng sebagai bahan baku kitosan dengan metode sonikasi dan aplikasinya untuk pengawet makanan. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M)*, 105–108.

Budirahardjo, R. (2010). Sisik ikan sebagai bahan yang berpotensi mempercepat proses penyembuhan jaringan lunak rongga mulut, regenerasi dentin tulang alveolar. *Stomatognatic*, *7*(2), 136–140.

Coniwanti, P., Laila, L., & Alfira, M. R. (2014). Pembuatan film plastik biodegredabel dari pati jagung dengan penambahan kitosan dan pemplastis gliserol. *Jurnal Teknik Kimia*, *20*(4), 22–30.

Ifa, L., Artiningsih, A., Juhniar, & 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., Narayan, R., & 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*. Sekretariat Jenderal Kementerian Kelautan dan Perikanan.

Kementrian Kelautan dan Perikanan. (2020). *Data Produksi Ikan Tangkap 2020*.

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.

Susanti, N., & Purwanti, A. (2020). Pembuatan kitosan dari limbah sisik ikan. *Jurnal Inovasi Proses*, *5*(3), 40–45.

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