

REVIEW PEMILIHAN ADSORBEN PADA PROSES BLEACHING DALAM METODE PEMURNIAN MINYAK IKAN

Cokorda Andi Janawi Tanaya^{1*}, Ni Made Widi Astuti¹

^{1,2}Program Studi Farmasi, Fakultas MIPA, Universitas Udayana 80361, Indonesia

*Corresponding author e-mail: cokandyjt@gmail.com

Abstrak; *Bleaching* adalah salah satu proses dalam metode pemurnian minyak ikan. Dalam proses *Bleaching* perlu digunakannya adsorben berupa *Bleaching Earth*. Artikel review ini bertujuan untuk meninjau berbagai adsorben yang paling sering digunakan pada metode pemurnian minyak ikan. Metode review pada artikel ini menggunakan penelusuran dengan *search engine* seperti Google scholar dan Pubmed. Berdasarkan penelusuran ditemukan bahwa terdapat beberapa jenis adsorben yang paling sering digunakan untuk proses *bleaching* dalam pemurnian minyak ikan, yakni Bentonite (Arang aktif), Magnesol XL, dan Zeolite. Berdasarkan ketiga adsorben yang ditemukan tersebut, masing – masing jenisnya memiliki kekurangan serta kelebihan yang kembali bergantung kepada metode yang digunakan, suhu, kecepatan serta lamanya sentrifugasi pada proses *bleaching*.

Kata kunci: Adsorben, Minyak ikan, Pemurnian, Bleaching

Abstract: *Bleaching is one of the processes in fish oil purification methods. In the bleaching process, it is necessary to use an adsorbent in the form of bleaching earth. This review article aims to review the various adsorbents that are most often used in fish oil purification methods. The review method in this article uses searches with search engines such as Google Scholar and Pubmed. Based on the search found below, there are several types of adsorbents that are most often used for the bleaching process in refining fish oil, namely Bentonite (Activated Charcoal), Magnesol XL, and Zeolite. Based on the three adsorbents found, each type has advantages and disadvantages which depend on the method used, temperature, speed and duration of centrifugation in the bleaching process.*

Keywords: Adsorbent, Fish Oil, Refining, Bleaching

PENDAHULUAN

Ikan merupakan salah satu komoditas hasil laut terbesar di Negara Indonesia. Pada tahun 2020 menurut Kementerian Kelautan dan Perikanan menyatakan bahwa estimasi potensi penghasil ikan di Indonesia mencapai 12,01 juta ton per tahun (Trenggono 2020), oleh karena itu ikan menjadi salah satu sumber hasil laut yang melimpah yang digunakan sebagai makanan masyarakat. Tak hanya melimpah jenis ikan di Indonesia juga bervariasi, sebab Indonesia merupakan negara kepulauan, dimana hampir setiap daerah memiliki ikan khas. Selain banyaknya pemanfaatan ikan yang konsumsi dagingnya oleh masyarakat, ikan juga dapat dijadikan berbagai macam olahan seperti produk kosmetik, obat – obatan, maupun olahan pangan seperti tepung dan minyak ikan. Minyak yang dihasilkan dari ikan banyak diminati dikarenakan khasiat yang terkandung didalamnya seperti omega-3. Metode pengolahannya telah banyak diteliti dan dikembangkan sebagai salah satu dari hasil olahan ikan yang salah satunya adalah pemurnian minyak ikan (Anandganesh dkk. 2016)

Pemurnian minyak ikan merupakan cara untuk meningkatkan kualitas dari minyak tersebut agar memenuhi standar layak makan (*food grade*) sehingga memiliki rasa dan bau yang enak, warna menarik, dan memperpanjang masa penyimpanan minyak. Selain itu juga bertujuan untuk mendapatkan minyak yang bebas dari komponen yang tidak diinginkan seperti pengotor (*impurities*) (Firestone, 1989). Pemurnian minyak ikan secara umum dapat dibagi menjadi beberapa tahapan yakni penyaringan (*filtrasi*), *degumming*, netralisasi dan *bleaching* (pemucatan) (S. Suseno dkk. 2014). Salah satu proses yang penting dalam pemurnian adalah *bleaching* (pemucatan). Pemucatan adalah suatu proses pemurnian minyak yang akan menghilangkan getah (*gum*), dan menyerap suspensi koloid yang mendegradasi minyak yaitu peroksida. Pemucatan dilakukan dengan penambahan adsorben yang diaktifkan dengan senyawa kimia yang bertujuan untuk menghilangkan atau memucatkan warna yang tidak disukai (Genisa, 2013). *Bleaching* sebagai salah satu proses pada pemurnian minyak ikan dapat mempengaruhi hasil akhir daripada

karakterisasi minyak ikan yang telah dimurnikan sehingga kerap kali diantara begitu banyak metode pemurnian minyak ikan, masih terdapat metode pemurnian ikan yang belum memenuhi standar *International Fish Oil Standard* (IFOS) tahun 2014, yakni dengan ketentuan kadar FFA $\leq 1,5\%$, PV ≤ 5 meq/ kg, bilangan anisidin (anisidin value/AnV) ≤ 20 meq/kg, dan total oksidasi (TOTOX) ≤ 26 meq/kg, oleh karena itu, pada review artikel ini akan diuraikan perbandingan antara adsorben – adsorben yang digunakan pada proses *bleaching* dalam metode pemurnian yang ada pada minyak ikan.

METODE PENELITIAN

Artikel ini merupakan review artikel dari beberapa sumber penelitian artikel original, yang mana data yang telah diperoleh dapat diuraikan dalam bentuk naratif sehingga diakhir dapat dilakukan penarikan kesimpulan. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan melakukan penelusuran literatur ilmiah pada internet. Pencarian data dilakukan dengan menggunakan mesin pencari seperti Google Scholar, Google Books, Science Direct, Elsevier, dan PubMed menggunakan kata kunci “Adsorbent”, “Fish oil”, dan “Refining” ditambah dengan memakai fitur pencarian advan yakni ‘AND’, ‘OR’, dan ‘NOT’, sehingga kata kunci menjadi ‘Adsorbent’ AND ‘Fish Oil’ ‘Refining’ OR ‘Refinery’ NOT ‘Review’. dengan menggunakan kata kunci tersebut dapat dihasilkan kombinasi hasil pencarian yang lebih spesifik Kriteria Eksklusi dan Inklusi yaitu data berupa jurnal baik nasional maupun internasional, *textbook*, artikel ilmiah yang berisi data dan informasi mengenai adsorben pada proses *bleaching* dalam metode pemurnian minyak ikan. Artikel review ini mengacu pada jurnal terbitan terbaru baik nasional ataupun internasional diterbitkan dalam 10 tahun terakhir dengan batas publikasi artikel mulai tahun 2012 – 2022. Pustaka yang diperoleh digabungkan dan dikaji untuk didapatkan suatu paduan data, yang mana berdasarkan pada pencarian awal ditemukan 609 hasil, kemudian di saring kembali sesuai dengan kriteria inklusi dan eksklusi sehingga dihasilkan 8 artikel yang digunakan sebagai data dan informasi utama dalam artikel ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bleaching (pemucatan) metode pemurnian minyak ikan dapat dilakukan dengan menggunakan *bleaching earth* (BE) yang diaktifkan dengan menggunakan senyawa kimia yang mana terdapat faktor yang dapat mempengaruhi pemucatan tersebut yakni suhu, waktu, dan tekanan. *Bleaching earth* sendiri merupakan terdapat banyak jenis *Bleaching earth* (BE), pada artikel ini dipilih Bentonit (Arang aktif) (García-Moreno dkk. 2013), Magnesol XL (Tajul dkk. 2012), dan Zeolit (Ahmadi dan Mushollaeni 2012) yang merupakan *Bleaching earth* yang paling sering dijumpai dalam pemurnian minyak ikan.

Berdasarkan hasil dari studi literatur didapat data penelitian yang digunakan sebagai referensi. Intervensi yang diberikan tidak mencakup luaran untuk pengujian karakteristik pada pemurnian minyak ikan. Setelah skrining lebih lanjut sesuai desain dan keterkaitan dengan topik yakni pemilihan adsorben pada proses *bleaching* dalam metode pemurnian minyak ikan maka terpilih 8 artikel (Tabel 1). Pada tabel 1. menunjukkan hasil dari studi literatur yang meliputi pengujian jenis ikan yang digunakan, adsorben beserta konsentrasi yang digunakan, serta karakteristik hasil pemurnian minyak ikan.

Tabel 1. Tabel review artikel adsorben dan karakteristik minyak ikan

No	Proses	Jenis Ikan	Konsentrasi (%)	Karakteristik	Pustaka
Bentonite (Active Charcoal)					
1	<i>Bleaching</i>	Kurisi (<i>Nemipterus sp.</i>) dan Tuna mata besar (<i>Thunnus obesus</i>)	1, 3, dan 5 %	<ul style="list-style-type: none"> - Warna: dengan instrumen <i>High-Quality Colorimeter</i> NR60CP menghasilkan L^* sebesar 5.24 ± 2.40 sampai 13.82 ± 1.67 dengan nilai <i>hue</i> mencapai 81.76 dimana minyak menjadi lebih kuning - Yield (%): 87,76% - Asam Lemak Bebas: $15.12 \pm 0.20\%$ - Total Oksidasi: 57.11 ± 3.17 meq/kg - P-anisidin: 28.91 ± 0.12 meq/kg - Bilangan Peroksida: 14.10 ± 1.65 	(Tandewi dan Hambali 2022)
2	<i>Bleaching</i>	Sarden (<i>Sardinella sp.</i>)	1, 3, dan 5 %	<ul style="list-style-type: none"> - Warna: Secara Visual kuning kecoklatan yang lebih gelap namun tidak disebutkan warna setelah pemurnian - Yield: 78,53% - Asam Lemak Bebas: $27.35 \pm 0.00\%$ - Total Oksidasi: 51.43 ± 0.01 mEq/kg - P-anisidin: 1.29 ± 0.05 mEq/kg - Bilangan Peroksida: 25 mEq/kg 	(S. H. Suseno dkk. 2014)
3	<i>Bleaching</i>	Patin (siam dan jambal) (<i>Pangasius sp.</i>)	1%	<ul style="list-style-type: none"> - Warna: Tidak disebutkan - Yield: $85,42 \pm 0,65$ sampai $91,86 \pm 1,29$ % - Asam Lemak Bebas: $0,22 \pm 0,02$ sampai $0,84 \pm 0,05$ % - Total Oksidasi: tidak disebutkan - P-anisidin: tidak disebutkan - Bilangan Peroksida: $2,19 \pm 0,54$ sampai $7,77 \pm 0,51$ mEq/kg 	(Hastarini dkk. 2012)
4	<i>Bleaching</i>	Lemuru (<i>Sardinella lemuru</i>)	1, 2, dan 3 %	<ul style="list-style-type: none"> - Warna: Tidak disebutkan - Yield: Tidak disebutkan - Asam Lemak Bebas: $24,02 \pm 0,01$ hingga $9,38 \pm 0,05$ % - Total Oksidasi: tidak disebutkan - P-anisidin: tidak disebutkan - Bilangan Peroksida: $6,16 \pm 0,65$ sampai $4,17 \pm 0,24$ mEq/kg 	(Sari dkk. 2015)
5	<i>Bleaching</i>	Lemuru (<i>Sardinella lemuru</i>)	10%	<ul style="list-style-type: none"> - Warna: Secara Visual berwarna bening kecoklatan - Yield: Tidak disebutkan - Asam Lemak Bebas: Tidak disebutkan - Total Oksidasi: tidak disebutkan - P-anisidin: tidak disebutkan - Bilangan Peroksida: 5,74 mEq/kg 	(Ibrahim, Suptijah, dan Yogaswara 2018)
6	<i>Bleaching</i>	Patin (<i>Pangasius sp.</i>)	1, 2, 3, dan 6 %	<ul style="list-style-type: none"> - Warna: Secara Visual berwarna kuning jernih - Yield: Tidak disebutkan - Asam Lemak Bebas: 0.83 ± 0.00 sampai 0.27 ± 0.00 % - Total Oksidasi: tidak disebutkan - P-anisidin: tidak disebutkan 	(Sari dkk. 2016)

				-	Bilangan Peroksida: 1.60 ± 0.14 sampai 6.08 ± 0.18 meq/kg	
Zeolite						
7	<i>Bleaching</i>	Kurisi (<i>Nemipterus sp.</i>) dan Tuna mata besar (<i>Thunnus obesus</i>)	1, 3, dan 5 %	-	Warna: dengan instrumen <i>High-Quality Colorimeter</i> NR60CP L* sebesar 5.24 ± 2.40 sampai 13.82 ± 1.67 dengan nilai <i>hue</i> mencapai <81.76 menjadi lebih kuning	(Tandewi dan Hambali 2022)
				-	Yield (%): 93,07%	
				-	Asam Lemak Bebas: $22.96 \pm 0.11\%$	
				-	Total Oksidasi: 16.23 ± 0.41 meq/kg	
				-	P-anisidin: 9.69 ± 0.09 meq/kg	
				-	Bilangan Peroksida: 3.21 ± 0.25 meq/kg	
Magnesol XL						
8	<i>Bleaching</i>	Sarden (<i>Sardinella sp.</i>)	5%	-	Warna: dengan instrumen <i>chromameter</i> menghasilkan L* sebesar $62,97 \pm 1,46^b$ pada pemurnian ke 1 menghasilkan warna hijau, kuning cerah	(Wulan Dari, Astawan, dan Suseno 2018)
				-	Yield (%): 44,42%	
				-	Asam Lemak Bebas: $0,64 \pm 0,007\%$	
				-	Total Oksidasi: $48,11 \pm 0,99^b$ meq/kg	
				-	P-anisidin: $25,59 \pm 0,88$ meq/kg	
				-	Bilangan Peroksida: $11,26 \pm 0,57$ meq/kg	
9	<i>Bleaching</i>	Sarden (<i>Sardinella sp.</i>)	1%	-	Warna: Tidak disebutkan	(S. Suseno dkk. 2017)
				-	Yield (%): 36.00 ± 1.41^d %	
				-	Asam Lemak Bebas: $0.90 \pm 0.18\%$	
				-	Total Oksidasi: 17.32 ± 2.28 meq/kg	
				-	P-anisidin: 3.74 ± 2.15 meq/kg	
				-	Bilangan Peroksida: 3.46 ± 0.06 meq/kg	

Berdasarkan tabel 1. Dapat dilihat berbagai macam karakteristik dari minyak ikan itu sendiri. Warna merupakan salah satu karakteristik tersebut yang mana dari warna saat proses *bleaching* atau pemucatan membuat warna dari minyak bakal menjadi lebih jernih dan cerah dari yang semula warna asli atau awal dari minyak ikan rata – rata berwarna kuning kemerahan atau kuning ke coklatan. Hasil karakteristik warna menurut penelusuran Pustaka menggunakan 2 metode yakni dengan menggunakan instrument seperti *chromameter* (Wulan Dari, Astawan, dan Suseno 2018) dan kolorimeter (Tandewi dan Hambali 2022) dimana hasil yang didapatkan berpa nilai dari L* yang menunjukkan tingkat kecerahan atau warna terang pada sampel, kemudian nilai -a*/+a* yang menunjukkan warna hijau-merah, dan -b*/+b* yang menunjukkan warna biru-kuning. Hasil analysis karakteristik pada warna menurut (Wulan Dari, Astawan, dan Suseno 2018) yang mana menggunakan metode pemurnian bertingkat hingga 3 tingkat yang menghasilkan nilai L* semula 28,37 menjadi 62,97 pada Tingkat 1, 64,45 pada Tingkat 2, dan 63,31 pada Tingkat 3 menyebutkan bahwa warna minyak ikan setelah pemurnian menjadi hijau kuning cerah, lain halnya dengan (Tandewi dan Hambali 2022) dengan hasil L* sebesar 5.24 ± 2.40 sampai 13.82 ± 1.67 dan nilai *hue* mencapai <81.76 membuat warna menjadi lebih kuning, sementara itu metode kedua adalah hanya melihat dari visual minyak ikan setelah pemurnian yakni (S. H. Suseno dkk. 2014; Ibrahim, Suptijah, dan Yogaswara 2018; Sari dkk. 2016) yang menyebutkan bahwa warna minyak ikan setelah pemurnian menjadi lebih kuning jernih dan cerah.

Karakteristik selanjutnya adalah melihat parameter Asam Lemak Bebas. Free Fatty Acids (FFA) atau Asam Lemak Bebas merupakan Asam Lemak Bebas (FFA) sebagai uji untuk mengetahui berapa banyak minyak yang telah teroksidasi. Menurut (Panagan, Yohandini, dan Gultom 2014), adanya FFA dalam minyak ikan dikarenakan proses hidrolisis triasilgliserol yang terjadi di dalam minyak, sehingga asam lemak tidak berikatan dengan gliserol dan menghasilkan FFA. Asam Lemak Bebas (FFA) memiliki standar IFOS yaitu 1,50 %. Berdasarkan hasil penelusuran pustaka didapatkan persentase FFA terendah dihasilkan oleh bentonite dari penelitian (Sari dkk. 2016) yang menghasilkan 0.83 ± 0.00 sampai 0.27 ± 0.00 % FFA, lalu disusul oleh Magnesol pada penelitian (Wulan Dari, Astawan, dan Suseno 2018) yang menghasilkan $0,64 \pm 0,007$ % FFA, dan yang terbesar adalah zeolite oleh (Tandewi dan Hambali 2022) dengan 22.96 ± 0.11 % FFA.

Kemudian, p-anisidin merupakan parameter karakteristik dari minyak ikan, yakni merupakan nilai yang diperoleh dari pengukuran produk sekunder dari lemak oksidasi dengan menentukan jumlah aldehida (terutama 2-alkenal dan 2,4- dapat dikenali) dalam minyak (Dave dkk. 2014). Anisidin akan bereaksi dengan aldehida menghasilkan warna kuning, sehingga dapat membentuk kromogen yang nilai absorbansi diukur pada panjang gelombang 350 nm menggunakan spektrofotometri. P-anisidin memiliki standar IFOS yaitu < 20.00 meq/kg. Berdasarkan penelusuran artikel, jenis adsorben yang memiliki nilai P-anisidin terendah adalah bentonite oleh (S. H. Suseno dkk. 2014) yakni dengan 1.29 ± 0.05 mEq/kg, kemudian disusul dengan Magnesol XL oleh (S. Suseno dkk. 2017) dengan 3.74 ± 2.15 meq/kg, dan yang terbesar yakni Zeolite oleh (Tandewi dan Hambali 2022) dengan 9.69 ± 0.09 meq/kg.

Selanjutnya, Total Oksidasi (totox) merupakan parameter karakteristik dari minyak ikan, yakni merupakan jumlah dua kali bilangan peroksida dengan nilai p-anisidin. Bilangan Peroksida menunjukkan tingkat oksidasi pada tahap awal dan nilai anisidin pada tahap akhir (Wulan Dari, Astawan, dan Suseno 2018). Total Oksidasi (totox) memiliki standar IFOS yaitu < 26.00 meq/kg. Berdasarkan penelusuran artikel, jenis adsorben yang memiliki nilai Total Oksidasi (totox) terendah adalah Zeolite yang diteliti oleh (Tandewi dan Hambali 2022) dengan 16.23 ± 0.41 meq/kg, disusul magnesol XL dengan 17.32 ± 2.28 meq/kg, dan yang terbesar yaitu bentonite dengan 57.11 ± 3.17 meq/kg. Berdasarkan data tersebut menunjukkan bentonite belum memenuhi persyaratan Total Oksidasi (totox) dengan standar IFOS,

Lalu, Bilangan Peroksida (PV) merupakan parameter karakteristik dari minyak ikan, yakni merupakan perhitungan jumlah peroksida dalam miliekuivalen oksigen aktif terkandung dalam 1000 g sampel, sehingga dapat diketahui tingkat kerusakan dari minyak ikan tersebut dengan beberapa faktor yang dipertimbangkan antara lain oksigen, enzim peroksidase, panas, radiasi (cahaya) dan ion monovalen, yang dapat mempercepat proses oksidasi pada minyak ikan (S. Suseno dkk. 2014). Bilangan Peroksida (PV) memiliki standar IFOS yaitu < 5.00 meq/kg. Berdasarkan hasil penelusuran pustaka jumlah Bilangan Peroksida (PV) terendah adalah bentonite pada penelitian (Sari dkk. 2016) dengan 1.60 ± 0.14 sampai 6.08 ± 0.18 mEq/kg, kemudian disusul oleh zeolite pada penelitian (Tandewi dan Hambali 2022) dengan 3.21 ± 0.25 meq/kg, dan jumlah Bilangan Peroksida (PV) terbesar adalah Magnesol XL pada penelitian (S. Suseno dkk. 2017) 3.46 ± 0.06 meq/kg.

KESIMPULAN

Berdasarkan literatur review yang dilakukan diperoleh hasil bahwa adsorben yang paling sering digunakan dalam metode pemurnian minyak ikan, yakni Bentonit, Magnesol XL, dan Zeolite, yang mana dalam karakteristik minyak ikannya, warna bentonit memiliki warna kuning

jernih. Nilai Asam Lemak Bebas (FFA) bentonite merupakan yang paling rendah dengan 0.83 ± 0.00 sampai 0.27 ± 0.00 % FFA. Nilai p-anisidin bentonit merupakan yang paling rendah dengan 1.29 ± 0.05 mEq/kg. Total Oksidasi (totox) Zeolite merupakan yang terendah yakni dengan 16.23 ± 0.41 meq/kg. Bilangan Peroksida (PV) bentonite merupakan yang terendah dengan 1.60 ± 0.14 sampai 6.08 ± 0.18 mEq/kg. Selain itu, perlu ditekankan pemilihan adsorben saja bukan merupakan patokan satu – satunya cara untuk dapat memenuhi standar IFOS namun juga metode pemurnian yang digunakan, suhu dan lama serta kecepatan minyak ikan saat disentrifugasi

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah mendukung dan membantu penulis melalui berbagai kritikan dan saran yang diberikan hingga terselesaikannya review artikel dengan tepat waktu dan semoga dapat bermanfaat bagi seluruh pihak.

DAFTAR PUSTAKA

- IFOS (International Fish Oils Standard), 2011. Fish Oil Purity Standards. Diunduh dari situs: <https://certifications.nutrasource.ca/about/how-certifications-work/ifos> (diakses pada: Desember 4, 2022).
- Ahmadi, Kgs, dan Wahyu Mushollaeni. 2012. “AKTIVASI KIMIAWI ZEOLIT ALAM UNTUK PEMURNIAN MINYAK IKAN DARI HASIL SAMPING PENEPUNGAN IKAN LEMURU (*Sardinella Longiceps*).” *AKTIVASI KIMIAWI ZEOLIT ALAM UNTUK PEMURNIAN MINYAK IKAN DARI HASIL SAMPING PENEPUNGAN IKAN LEMURU (*Sardinella Longiceps*)* 8 (2).
- Anandganesh, E, Ryan Nazar, Marichamy Gurusamy, Sunithadas, K Gowtham, dan Shanker Selvaraju. 2016. “Extraction, Purification, Composition and Quality Deterioration of Fish Body Oil Extracted From *Sardinella Fimbriata* by Traditional Method” 01 (September): 231–42.
- Dave, Deepika, Vegneshwaran vasudevan ramakrishnan, Julia Pohling, Sukhinder Cheema, Sheila Trenholm, Heather Manuel-Burke, dan Wade Murphy. 2014. “Investigation on Oil Extraction Methods and Its Influence on Omega-3 Content from Cultured Salmon.” *Journal of Food Processing & Technology* 5 (Januari).
- Firestone, D. 1989. “Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemist’s Society.” *American Oil Chemist and Society*.
- García-Moreno, Pedro J., Antonio Guadix, Luis Gómez-Robledo, Manuel Melgosa, dan Emilia M. Guadix. 2013. “Optimization of Bleaching Conditions for Sardine Oil.” *Journal of Food Engineering* 116 (2): 606–12. <https://doi.org/10.1016/J.JFOODENG.2012.12.040>.
- Genisa, H. J. 2013. *Teknologi Minyak Dan Lemak Pangan*. Makassar: Masagena Press.
- Hastarini, Ema, Dedi Fardiaz, Hari Eko Irianto, dan Slamet Budhijanto. 2012. “Karakteristik Minyak Ikan Dari Limbah Pengolahan Filet Ikan Patin Siam (*Pangasius Hypophthalmus*) Dan Patin Jambal (*Pangasius Djambal*).” *Agritech: Jurnal Fakultas Teknologi Pertanian UGM* 32 (4). <https://doi.org/10.22146/agritech.9584>.
- Ibrahim, Bustami, Pipih Suptijah, dan Ghema Yogaswara. 2018. “KARAKTERISASI MINYAK IKAN DARI HASIL SAMPING INDUSTRI PENEPUNGAN IKAN LEMURU (*Sardinella Lemuru*) DENGAN METODE PEMURNIAN ALKALI.” *Dinamika Maritim* 5 (1): 1–7. <https://ojs.umrah.ac.id/index.php/dinamikamaritim/article/view/484>.

- Panagan, Almunady T, Heni Yohandini, dan Jojor Uli Gultom. 2014. "Analisis Kualitatif Dan Kuantitatif Asam Lemak Tak Jenuh Omega-3 Dari Minyak Ikan Patin (*Pangasius Pangasius*) Dengan Metoda Kromatografi Gas." *Jurnal Penelitian Sains* 14 (4).
- Sari, Rodiah Nurbaya, Bagus Sediadi Bandol Utomo, Jamal Basmal, dan Ema Hastarini. 2016. "PEMURNIAN MINYAK IKAN PATIN DARI HASIL SAMPING PENGASAPAN IKAN." *JPBKP* 11 (2): 171–82.
- Sari, Rodiah Nurbaya, Bagus Sediadi Bandol Utomo, Jamal Basmal, dan Rinta Kusumawati. 2015. "PEMURNIAN MINYAK IKAN HASIL SAMPING (PRE-COOKING) INDUSTRI PENGALENGAN IKAN LEMURU (*Sardinella Lemuru*)." *JPHPI* 18 (3): 276–86.
- Suseno, Sugeng Heri, Nurjanah, Agoes Mardiono Jacoeb, dan Saraswati. 2014. "Purification of *Sardinella Sp.*, Oil: Centrifugation and Bentonite Adsorbent." *Advance Journal of Food Science and Technology* 6: 60–67.
- Suseno, Sugeng, Erwanita Sintoko, Agoes Jacoeb, dan Nadia Fitriana. 2017. "Sardine Oil Purification with Winterization." *Oriental Journal of Chemistry* 33 (Desember): 3150–59. <https://doi.org/10.13005/ojc/330658>.
- Suseno, Sugeng, Jeny Tambunan, Bustami Ibrahim, dan Ayu Fitri Izaki. 2014. "Improving the Quality of Sardine Oil (*Sardinella Sp.*) from Pekalongan-Indonesia Using Centrifugation and Adsorbents (Attapulгите, Bentonite and Zeolite)." *Advance Journal of Food Science and Technology* 6 (Mei): 622–28. <https://doi.org/10.19026/ajfst.6.85>.
- Tajul, A, Noor Febrianto, Wa Wan Nadiyah, dan Sugeng Suseno. 2012. "Improved of Color Properties on *Sardinella Lemuru* Oil during Adsorbent Refining Using Magnesol XI." *International Food Research Journal* 19 (Januari): 1383–86.
- Tandewi, Sang Ayu Made Sri, dan Erliza Hambali. 2022. "Refining of Fish Oil from Fish Meal Processing By-Product Using Zeolite and Bleaching Earth." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1034 (1): 012050. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1034/1/012050>.
- Trenggono, Sakti Wahyu. 2020. *LAPORAN TAHUNAN KEMENTERIAN KELAUTAN DAN PERIKANAN*. Jakarta: Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Wulan Dari, Dini, Made Astawan, dan Sugeng Suseno. 2018. "Characteristics of Sardin Fish Oil (*Sardinella Sp.*) Resulted from Stratified Purification." *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 20 (Januari): 456. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v20i3.19766>.