

Variasi Waktu Bleaching dan Jenis Adsorben untuk Meningkatkan Kualitas Minyak Ikan Silase Bandeng

Bleaching Time Variations and Adsorbent Types to Improve Oil Quality of Milkfish Silage

Nanang Hamzah, Supriyanto*, Cahyo Indarto

Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo Madura, Jl. Raya Telang, Kamal, Bangkalan-Madura 69162, Indonesia

*Penulis korespondensi: supriyanto@trunojoyo.ac.id

ABSTRACT

Milkfish is often processed into various products due to its nutritious and delicious taste. However, these production activities inevitably generate waste in the form of heads, bones, and offal, which are underutilized and contribute to environmental problems. Milkfish waste, which still contains a high-fat content, can be utilized to produce fish oil using the silage method. The pale and clear color of fish oil is one of the factors affecting consumer acceptance. This study aimed to determine the quality of fish oil derived from milkfish silage. Two factors were applied: bleaching time (10, 15, and 20 minutes) and various adsorbents (bentonite, activated carbon, and zeolite), treated as experimental variables. The results showed that the type of adsorbent and the duration of bleaching significantly affected ($p < 0.05$) the quality characteristics of fish oil. The best results in this study were observed in samples subjected to a bleaching time of 20 minutes treatment with zeolite adsorbent, with a yield value of $95.91 \pm 0.25\%$. The color (L^) was observed at 34.25 ± 0.40 ; clarity at $98.35 \pm 0.50\%T$; specific gravity at 0.833 ± 0.00 g/mL; acid number at 0.28 ± 0.00 mgKOH/g, free fatty acids at $0.13 \pm 0.00\%$, peroxide number at 0.60 ± 0.14 mEq/kg. Overall, all treatments' physical and chemical characteristics, on average, have met the standard quality criteria established by SNI, IFOS, IFOMA, Draft CAC, and Farmakope.*

Keywords: Adsorbent; bleaching; fish oil; quality

ABSTRAK

Ikan bandeng sering diolah menjadi berbagai produk karena rasanya yang bergizi dan lezat. Namun, kegiatan produksi tersebut tentunya menghasilkan limbah berupa kepala, tulang, dan jeroan yang kurang dimanfaatkan sehingga menimbulkan masalah lingkungan. Limbah bandeng yang masih tinggi kandungan lemaknya dapat dimanfaatkan sebagai minyak ikan dengan menggunakan metode silase. Warna minyak ikan yang pucat dan bening merupakan salah satu faktor penerimaan konsumen. Tujuan dari penelitian untuk mengetahui sifat-sifat minyak ikan dari silase bandeng. Penelitian ini menggunakan dua faktor, yaitu waktu pemutihan (10, 15, dan 20 menit) dan berbagai jenis adsorben (bentonit, karbon aktif, dan zeolit), sebagai perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis adsorben dan lamanya waktu pemutihan berpengaruh signifikan ($p < 0,05$) terhadap kualitas minyak ikan. Hasil terbaik pada penelitian ini diperoleh sampel dengan waktu bleaching 20 menit perlakuan dengan perlakuan jenis adsorben zeolit dengan nilai rendemen $95,91 \pm 0,25\%$; warna (L^*) $34,25 \pm 0,40$; kejelasan $98,35 \pm 0,50\% T$; berat jenis $0,833 \pm 0,00$ g/mL; bilangan asam $0,28 \pm 0,00$ mg KOH/g, asam lemak bebas $0,13 \pm 0,00\%$, bilangan peroksida $0,60 \pm 0,14$ mEq/kg. Karakteristik fisik dan kimia dari semua perlakuan, rata-rata, telah memenuhi kriteria kualitas standar yang ditentukan oleh SNI, IFOS, IFOMA, Draft CAC, dan Farmakope.

Kata kunci: Adsorben; bleaching; minyak ikan; kualitas

PENDAHULUAN

Ikan bandeng menjadi komoditas perikanan yang digemari oleh konsumen karena dapat memenuhi kebutuhan protein yang relatif murah (Hafiludin, 2015). Hingga saat ini, permintaan akan kebutuhan ikan bandeng terus mengalami peningkatan yang signifikan dari tahun ke tahun. Peningkatan tersebut disebabkan karena adanya industri pengolahan ikan bandeng yang juga mengalami peningkatan (Farizah & Hasan, 2021). Mulyawan *et al.* (2017) mengungkapkan bahwa tingkat konsumsi ikan bandeng di masyarakat adalah sebesar 1,9 kg/kapita. Berdasarkan data statistik (KKP, 2018), produktivitas komoditas perikanan budidaya ikan bandeng pada tahun 2017 adalah sebesar 701.427,42 ton. Tingginya konsumsi dan produksi ikan bandeng juga dapat disebabkan karena ikan bandeng memiliki kandungan gizi yang cukup lengkap.

Seringkali, ikan bandeng diolah menjadi berbagai produk karena rasanya yang gurih, enak dan tidak asin seperti ikan laut (netral) (Fitri *et al.*, 2016). Kegiatan produksi ikan tentunya menghasilkan limbah yang belum dimanfaatkan secara baik sehingga akan mengalami peningkatan limbah dan buangan ikan yang dihasilkan dari kegiatan industri pengolahan ikan akan menimbulkan masalah ekologis dan lingkungan (Morales-Medina *et al.*, 2016). Ikan bandeng mengandung gizi dan asam lemak jenuh yang tinggi pada bagian dagingnya. Demikian juga pada limbah ikan bandeng merupakan sumber penting protein dan lipid dan hingga saat ini sedang dilakukan upaya untuk memulihkan biomolekul tersebut (Rustad, 2003). Senyawa berbasis lipid yang dapat diperoleh kembali dari limbah ikan adalah minyak, asam lemak omega-3, fosfolipid, *squalene*, vitamin, dan kolesterol. Oleh karena itu, pengembangan produk dari limbah ikan bandeng dirasa perlu mengingat tingginya kadar lemak yang terkandung dalam limbah ikan yang dapat dimanfaatkan menjadi produk yang bernilai tinggi contohnya adalah minyak ikan.

Minyak ikan merupakan produk yang tersusun atas komponen lipid yang terdapat dalam jaringan tubuh ikan dan sudah mengalami serangkaian proses seperti ekstraksi hingga menjadi minyak yang mengandung asam (Estiasih, 2009). Berdasarkan data statistik (KKP, 2018), tren nilai impor komoditas lemak-minyak ikan sebagai bahan baku industri farmasi pada periode Januari hingga Desember tahun 2016-2017 mengalami peningkatan hingga 18,09%. Untuk dapat mengimbangi pasokan minyak ikan yang rendah dan permintaan yang tinggi maka terdapat urgensi yang besar untuk menemukan dan

menerapkan cara alternatif berkelanjutan untuk produksi minyak ikan. Oleh karena itu, sumber-sumber alternatif berupa minyak ikan yang diperoleh dari ikan bandeng maupun limbah industri ikan bandeng dapat dijadikan sebagai alternatif untuk memenuhi permintaan sampai batas tertentu.

Terdapat beberapa metode untuk mengekstrak minyak ikan antara lain metode pemanasan, menggunakan pelarut, ekstraksi dengan cairan superkritis, metode enzimatik (Mbatia *et al.*, 2010), dengan bahan kimia (penggunaan asam) atau metode silase biologi (Menegazzo *et al.*, 2014). Minyak ikan yang diproduksi dengan beberapa metode seperti pengepresan hidrolik, distilasi vakum, kristalisasi urea, ekstraksi cairan superkritis, kebanyakan keseluruhan memerlukan pemrosesan suhu tinggi, tekanan tinggi atau pengurangan kadar air dalam sampel sebelum ekstraksi (Mbatia *et al.*, 2010). Metode ekstraksi enzimatik merupakan teknik alternatif yang baik untuk melepaskan lipid alami dari ikan. Ekstraksi enzimatik dapat menggunakan enzim *protease food grade* komersial berbiaya rendah memberikan alternatif yang menarik karena reaksi dapat dilakukan dalam kondisi ringan untuk periode waktu yang singkat (Qi-Yuan *et al.*, 2016).

Salah satu atribut sensoris penting yang dapat memengaruhi kualitas dan daya terima konsumen terhadap produk minyak ikan adalah warna. Kandungan pigmen alami bahan atau merupakan degradasi zat warna alami umumnya memiliki warna yang kurang diminati. Metode pemucatan dapat digunakan untuk mengatasi masalah zat-zat warna yang tidak diinginkan pada suatu produk. Menurut Sembiring *et al.* (2018) proses pemurnian minyak dari lemak perut ikan patin menggunakan adsorben jenis bentonit konsentrasi 1, 4, dan 7% menunjukkan pengaruh yang sangat nyata terhadap karakteristik minyak. Berdasarkan penelitian Ayu *et al.* (2020), interaksi antara jenis dan konsentrasi adsorben (bentonit, zeolit, dan arang aktif) dapat meningkatkan kualitas pada minyak ikan hasil limbah industri ikan madidihang, dan perlakuan terbaik adalah adsorben zeolit dengan konsentrasi 10%. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Nadia *et al.* (2020), yang mengungkapkan bahwa arang aktif dengan konsentrasi 2% efektif sebagai adsorben yang dapat memengaruhi karakteristik minyak ikan hasil samping industri pengalengan ikan. Kajian dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh lama waktu pemucatan (10, 15, 20 menit) serta penambahan berbagai jenis adsorben (bentonit, karbon aktif, zeolit) terhadap kualitas minyak ikan murni dari silase ikan bandeng.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan baku utama yang digunakan dalam penelitian ini yaitu limbah ikan bandeng (*Chanos chanos*) yang diperoleh dari Pasar Kamal, Kec. Bangkalan, Madura. Bahan yang digunakan dalam proses ekstraksi enzimatis yaitu ekstrak buah nanas muda, Bentonit, karbon aktif, dan zeolit untuk adsorben.

Tahapan Penelitian

Ekstraksi Minyak Ikan (Wijayanti *et al.*, 2016)

Limbah ikan bandeng ditimbang sebanyak 500 g lalu dikecilkan ukurannya menggunakan grinder. Limbah ikan yang sudah dihancurkan (silase ikan) kemudian ditambahkan *crude* enzim protease (Bromelin) terhadap masing-masing perlakuan sebanyak 15% (b/b) kemudian dihidrolisis dengan suhu 56°C selama 120 menit. Hasil hidrolisis kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 4000 rpm (Health) selama 20 menit serta diulang tiga kali, kemudian residu disentrifugasi ulang dengan kecepatan 2600 rpm selama 10 menit untuk memastikan residu bersih dari minyak. Minyak ikan kasar kemudian dipisahkan menggunakan pipet tetes.

Pemurnian Minyak Ikan

Proses pemurnian minyak ikan kasar terdiri dari tiga tahapan yaitu *degumming*, netralisasi, dan *bleaching*. Proses *degumming* mengikuti metode penelitian (Tanaya & Astuti, 2022), yang telah dimodifikasi. Sampel minyak mentah ditimbang lalu dipindahkan dalam gelas beaker 600 mL dan dipanaskan hingga suhu 70°C dalam oven (Memmert) selama 1 menit. Langkah selanjutnya yaitu sebanyak 3% b/b larutan asam sitrat dengan konsentrasi 3% ditambahkan ke dalam minyak, dan dicampur secara menyeluruh pada *hot plate* (Thermo Scientific) pada suhu 70°C dengan lama waktu 1 menit. Minyak kemudian didiamkan sampai mencapai suhu kamar dan disentrifugasi dengan kecepatan 2.600 rpm selama 20 menit untuk memisahkan minyak serta menghilangkan kotoran.

Minyak hasil proses *degumming* dinetralisasi mengikuti metode (Bija *et al.*, 2017). Natrium hidroksida (Merck) konsentrasi 9,5% diambil sebanyak 12,6% b/b lalu ditambahkan ke minyak hasil *degumming* dan kemudian campuran dipanaskan pada suhu 65°C selama 30 menit dengan pengadukan konstan menggunakan *magnetic stirrer*. Sampel kemudian didinginkan sampai suhu kamar dan didiamkan selama 6 jam. Setelah didinginkan,

sampel kemudian disentrifugasi pada kecepatan 2.600 rpm selama 20 menit. Sampel minyak lalu didekantasi untuk memisahkan dari sabun yang diendapkan serta menambahkan akuades secukupnya ke dalam sampel yang akan disentrifugasi untuk membersihkan sisa sabun. Proses ini diulang sebanyak tiga kali untuk memastikan bahwa minyak benar-benar bersih dari sabun. Air dan kotoran yang tersisa dihilangkan dengan sentrifugasi pada 2.600 rpm selama 20 menit.

Minyak yang telah melalui proses netralisasi dipucatkan mengikuti metode (Bija *et al.*, 2017), yang telah dimodifikasi. Sebanyak 100 mL minyak hasil netralisasi dipucatkan dengan cara ditambahkan 1g bentonit, karbon aktif, dan zeolit pada suhu 100°C selama 10, 15, 20 menit dengan pengadukan konstan menggunakan *magnetic stirrer*. Adsorben aktif akan menyerap kotoran yang selanjutnya dipisahkan dengan sentrifugasi pada kecepatan 4000 rpm selama 20 menit.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap, menggunakan metode eksperimen. Terdapat dua faktor perlakuan berupa jenis adsorben dan lama waktu pengadukan. Faktor yang pertama adalah jenis adsorben yaitu bentonit, karbon aktif, dan zeolit. Faktor yang kedua adalah perbedaan lama pemucatan yaitu 10 menit, 15 menit dan 20 menit. Berdasarkan jumlah faktor tersebut, maka diperoleh perlakuan penelitian pengujian sebanyak sembilan serta dilakukan dua kali ulangan. Data hasil analisis kemudian diolah secara statistik untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan pada sampel menggunakan sidik ragam dan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) menggunakan software SPSS Version 20.

Metode Analisis

Parameter analisis minyak ikan murni silase ikan bandeng yaitu:

Rendemen (Seviyanto *et al.*, 2022)

Rendemen merupakan perbandingan antara berat akhir produk dengan berat awal bahan. Rumus perhitungan rendemen mengikuti Persamaan 1.

$$\% \text{Rendemen} = \frac{\text{Berat akhir produk}}{\text{Berat awal bahan}} \times 100\% \quad \dots (1)$$

Berat Jenis (Apituley *et al.*, 2020)

Berat jenis adalah hasil bagi dari berat benda dan juga volume benda. Adapun rumus yang

digunakan untuk menghitung berat jenis minyak ikan berdasarkan Persamaan 2.

$$\text{Berat jenis (N/m}^3\text{)} = \frac{\text{Berat}}{\text{Volume}} \quad \dots (2)$$

Warna (Seviyanto *et al.*, 2022)

Dengan menggunakan spektrofotometer Hunterlab Color Flex EZ, analisis dilakukan. Standar warna Hunter L^* (putih), a^* (merah), dan b^* (kuning) digunakan untuk melakukan uji warna. Kromometer dikalibrasi menggunakan standar putih sebelum digunakan. Nilai L^* , a^* , dan b^* merupakan hasil analisis derajat putih. Derajat warna total diukur dengan warna putih sebagai warna referensi.

Kejernihan (Suseno *et al.*, 2011)

Panjang gelombang yang dapat digunakan berkisar antara 450 hingga 700 nm. Setelah dibersihkan, kuvet diisi dengan akuades hingga terlihat serapannya 0 A. Kuvet yang berisi sampel ditukar dengan kuvet berisi standar, dan persentasi transmisi (%T) digunakan untuk mengukur kejernihan sampel menggunakan spektrofotometer UV-Vis (Genesys 10). Pada panjang gelombang 451 nm, sampel diuji dengan menggabungkan 0,5 mL minyak dengan 9 mL heksana.

Persen Asam Lemak Bebas (Seviyanto *et al.*, 2022)

Labu Erlenmeyer 250 mL diisi dengan 0,5 g sampel minyak ikan, dan setelah itu ditambahkan 5 mL etanol netral 96% (Merck). Sampel dipanaskan pada suhu 70°C selama 10 menit sebagai tahap selanjutnya. Setelah periode pendinginan suhu kamar, dua tetes indikator fenolftalein (PP) (Merck) diaplikasikan pada sampel. Setelah bahan diaduk selama satu menit untuk mencapai homogenitas, ditambahkan larutan KOH 0,1 N (Merck) dan dilakukan titrasi hingga terbentuk rona merah muda, yang bertahan selama 30 detik. Persamaan 3 digunakan untuk menentukan persentasi kandungan asam lemak bebas berdasarkan Persamaan 3.

$$\% \text{FFA} = (A \times N \times M) / (G \times 1000) \quad \dots (3)$$

Keterangan: A = Jumlah titrasi KOH (mL); N = Normalitas KOH; M = Bobot molekul asam lemak dominan (Asam Palmitat = 256,43 g/mol); G = berat sampel

Bilangan Asam (SNI, 2018)

Erlenmeyer 200 mL diisi dengan 1 g sampel minyak ikan yang telah disiapkan, dan ditambahkan 5 mL alkohol netral 96%. Ini adalah langkah pertama dalam proses analisis bilangan asam. Setelah itu, sampel minyak dipanaskan hingga suhu antara 70 dan

80°C sambil terus diaduk dengan pengaduk untuk melarutkan asam lemak bebas. Setelah periode pendinginan suhu kamar, dua tetes indikator fenolftalein (PP) diaplikasikan pada sampel. Setelah bahan dihomogenkan, bahan dititrasi dengan larutan KOH 0,1 N hingga terbentuk warna merah muda yang bertahan selama 30 detik. Untuk mencari bilangan asam, gunakan Persamaan 4.

$$\text{Derajat Keasaman KOH/g} = \frac{V \times T \times 56,1}{m} \quad \dots (4)$$

Keterangan: V = Jumlah titrasi KOH (mL), T = Normalitas KOH, m = Berat sampel (g)

Bilangan Peroksida (Aprillia *et al.*, 2023)

Satu gram sampel minyak ikan olahan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 200 mL, dan ditambahkan 5 mL alkohol netral 96%. Prosedur menganalisis bilangan asam dimulai dengan ini. Selanjutnya, untuk melarutkan asam lemak bebas, sampel minyak dipanaskan hingga suhu antara 70 dan 80 °C sambil terus diaduk dengan pengaduk. Sampel dikenai dua tetes indikator fenolftalein (PP) setelah interval pendinginan pada suhu kamar. Sampel dihomogenisasi, kemudian dititrasi dengan larutan KOH 0,1 N hingga terbentuk warna merah muda selama 30 detik. Gunakan Persamaan 5 untuk menentukan bilangan asam.

$$\text{Bilangan peroksida} \left(\frac{\text{meq}}{\text{kg}} \right) = \frac{S \times N \times 1000}{\text{berat sampel (g)}} \quad \dots (5)$$

Keterangan: S = Volume titrasi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (mL), N = Normalitas untuk $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen Minyak Ikan Murni Silase Ikan Bandeng

Rendemen disebut dengan perbandingan antara minyak silase ikan bandeng sebelum dipucatkan (*bleaching*) dengan sesudah dipucatkan yang dinyatakan dalam bentuk persen. Semakin tinggi nilai rendemen yang didapat maka minyak yang dihasilkan juga semakin banyak (Apituley *et al.*, 2020). Minyak silase ikan bandeng yang dimurnikan dengan berbagai jenis adsorben dan lama pemucatan diperoleh nilai rendemen terbesar yaitu bentonit 10 menit 95,94±0,37% dan paling rendah adalah karbon aktif 15 menit 86,68±0,47% (Tabel 1).

Lama waktu pemucatan adalah salah satu faktor yang dapat memengaruhi proses adsorpsi. Adsorpsi berjalan lebih optimal seiring dengan lama waktu pemucatan. Terjadinya kenaikan rendemen minyak seiring dengan lama waktu pemucatan dapat

dipengaruhi oleh proses adsorpsi, yaitu kembalinya minyak yang telah diadsorpsi disebabkan oleh kejenuhan adsorben (Suryani et al., 2016).

Minyak silase ikan bandeng yang dipucatkan dengan adsorben bentonit dan zeolit pada Tabel 1. menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan, sedangkan minyak ikan yang dipucatkan dengan adsorben jenis karbon aktif diperoleh nilai yang signifikan ($\alpha = 5\%$). Jumlah rendemen minyak yang dihasilkan berbeda-beda dapat disebabkan karena jenis adsorben yang digunakan berbeda, hal ini dapat disebabkan karena perbedaan kemampuan adsorben dalam menyerap zat pengotor. Zat pengotor yang terdapat dalam minyak ikan diserap secara adsorpsi pada ikatan fisik yang berhubungan dengan konfigurasi pada molekul adsorben sehingga akan terbentuk molekul antara adsorben dan pengotor (Tambunan et al., 2013).

Tinggi rendahnya rendemen minyak ikan yang dihasilkan juga dapat dipengaruhi oleh sifat kepolaran dari adsorben yang digunakan dalam proses *bleaching*. Penggunaan adsorben bentonit menghasilkan rendemen paling banyak disusul dengan adsorben zeolit dapat disebabkan karena adsorben tersebut memiliki sifat yang polar berbeda dengan sifat minyak yang nonpolar cenderung akan terpisah (Prasetiowati & Koestiari, 2014). Bentonit dan zeolit merupakan adsorben polar, hal ini dikarenakan adanya gugus polar seperti kation-kation dan hidroksil di dalam ruang kosong yang terdapat pada kristal serta medan listrik yang disebabkan karena adanya aluminium yang terkandung di dalam kerangka tetrahedral (Fatimah & Sangi, 2018).

Nilai Kecerahan Minyak Ikan Murni Silase Ikan Bandeng

Parameter nilai kecerahan (*Lightness*) diuji menggunakan alat *colour reader*. Analisis ragam nilai kecerahan minyak silase ikan bandeng menunjukkan lama pemucatan dan jenis adsorben berpengaruh secara signifikan ($p < 0,05$) terhadap kecerahan minyak silase ikan bandeng, sedangkan interaksi antara lama pemucatan dan jenis adsorben tidak berpengaruh secara signifikan.

Tabel 2 menunjukkan bahwa semakin lama proses pemucatan (*bleaching*) maka dapat meningkatkan nilai kecerahan (L) pada minyak. Semakin lama waktu yang digunakan dalam proses *bleaching* dapat meningkatkan nilai respon kecerahan, sebab semakin lama waktu kontak adsorben dengan minyak maka semakin banyak interaksi yang terjadi, partikel-partikel zat warna diserap semakin banyak sehingga menghasilkan minyak yang berwarna pucat (Suwarno et al., 2015). Semakin tinggi waktu dan suhu yang

digunakan dapat meningkatkan respon warna (L) kecerahan dikarenakan waktu dan suhu yang tinggi mengakibatkan destruksi karotenoid sehingga minyak berwarna pucat (Suwarno et al., 2015).

Pengaruh jenis adsorben terhadap tingkat kecerahan menunjukkan bahwa jenis adsorben karbon aktif saja yang berbeda nyata secara statistik.

Nilai kecerahan minyak paling tinggi yaitu bentonit $32,78 \pm 2,00$; disusul oleh zeolit $32,26 \pm 1,59$ serta yang paling rendah adalah karbon aktif $28,50 \pm 1,66$ (Tabel 3). Nilai kecerahan yang diperoleh selaras dengan penelitian Ernes (2017) yang melaporkan bahwa pemurnian minyak hasil samping pengalengan lemuru paling tinggi adalah menggunakan adsorben bentonit 26,7 yang kedua zeolit 26,55 dan yang paling rendah adalah karbon aktif 25,8.

Tabel 1.

Nilai rendemen minyak ikan silase ikan bandeng berdasarkan jenis adsorben dan lama waktu pemucatan

Jenis adsorben	Lama pemucatan (menit)	Rendemen (%)
Bentonit	10	$95,94 \pm 0,37^c$
	15	$93,79 \pm 0,44^{bc}$
	20	$94,01 \pm 1,34^{bc}$
Karbon Aktif	10	$92,42 \pm 1,05^b$
	15	$86,68 \pm 0,47^a$
	20	$89,05 \pm 2,70^a$
Zeolit	10	$94,21 \pm 0,7^{bc}$
	15	$95,42 \pm 0,33^c$
	20	$95,91 \pm 0,25^c$

Keterangan: Terdapat perbedaan yang signifikan pada taraf signifikansi (α) 5% yang ditunjukkan dengan mean diikuti notasi berbeda.

Tabel 2.

Nilai kecerahan berdasarkan jenis adsorben dan lama waktu pemucatan

Lama Pemucatan (menit)	Nilai L
10	$29,58 \pm 1,96^a$
15	$30,76 \pm 2,18^b$
20	$33,21 \pm 2,36^c$

Adsorben memiliki fungsi utama dalam menghilangkan pigmen warna, zat kotor, produk oksidasi, logam serta sebagai senyawa katalisator. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adsorben zeolit dan bentonit memiliki kemampuan yang lebih baik dalam menyerap pigmen warna atau kotoran karena memiliki lubang pori-pori yang luas dengan jumlah yang banyak. Kemampuan penyerapan zat pengotor yang dimiliki oleh adsorben bentonit dan zeolit erat kaitannya dengan sifatnya yang polar. Berbeda dengan adsorben jenis lainnya, karbon aktif memiliki

sifat yang sama dengan minyak yaitu nonpolar. Oleh karena itu, karbon aktif memberikan respon kecerahan yang rendah karena cukup sulit dipisahkan dengan minyak. Selain bersifat non-polar, karbon aktif juga berukuran kecil dan berwarna hitam pekat sehingga sulit dipisahkan. Selain itu juga dihasilkan minyak murni yang berwarna hitam pekat dan buram karena partikel adsorben tertinggal setelah proses sentrifugasi (Anugroh, 2017).

Tabel 3.

Nilai kecerahan berdasarkan jenis adsorben

Jenis adsorben	Nilai Kecerahan
Bentonit	32,78±2,00 ^b
Karbon Aktif	28,50±1,59 ^a
Zeolit	32,26±1,66 ^b

Keterangan: Terdapat perbedaan yang signifikan pada taraf signifikansi (α) 5% yang ditunjukkan dengan mean diikuti notasi berbeda.

Nilai Kejernihan Minyak Ikan Silase Bandeng

Spektrofotometer dengan panjang gelombang 665 nm digunakan untuk menilai nilai kejernihan minyak silase ikan bandeng. Persentasi transmisi (%T) digunakan untuk menyatakan nilai kejernihan minyak. Nilai transmisi yang meningkat (%T) pada spesimen menandakan peningkatan kejernihan minyak. Analisis ragam nilai kejernihan minyak silase ikan bandeng menunjukkan lama pemucatan dan jenis adsorben berpengaruh secara signifikan ($p < 0,05$) terhadap kejernihan minyak silase ikan bandeng, sedangkan interaksi antara lama pemucatan dan jenis adsorben tidak berpengaruh secara signifikan (**Tabel 4**).

Tabel 4.

Nilai kejernihan berdasarkan lama waktu pemucatan

Lama Pemucatan (menit)	Nilai (%T)
10	92,90±6,27 ^a
15	95,22±3,87 ^b
20	96,08±4,32 ^b

Keterangan: Terdapat perbedaan yang signifikan pada taraf signifikansi (α) 5% yang ditunjukkan dengan mean diikuti notasi berbeda.

Pengaruh lama pemucatan selama 20 dan 15 menit menunjukkan perbedaan nyata dengan lama pemucatan 10 menit ($\alpha=5\%$). Nilai kejernihan paling tinggi adalah perlakuan lama pemucatan selama 20 menit, sedangkan nilai kejernihan paling rendah ditunjukkan oleh perlakuan lama pemucatan selama 10 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama waktu pemucatan yang digunakan maka dapat meningkatkan tingkat kejernihan minyak

ikan. Hal ini selaras dengan pendapat Rosita & Widasari (2009) yang mengungkapkan bahwa semakin tinggi suhu dan lama waktu kontak, adsorben akan memiliki daya serap yang semakin baik karena partikel-partikel zat pengotor (koloid) dengan jumlah yang banyak mampu terserap oleh adsorben sehingga warna minyak semakin jernih.

Uji beda rata-rata DMRT menunjukkan bahwa jenis adsorben karbon aktif menunjukkan adanya perbedaan yang nyata dengan adsorben bentonit dan zeolit terhadap nilai kejernihan minyak ($\alpha=5\%$).

Tabel 5.

Nilai kejernihan minyak ikan berdasarkan pengaruh jenis adsorben

Jenis Adsorben	Nilai (%T*)
Bentonit	98,38±0,98 ^b
Karbon Aktif	88,77±3,46 ^a
Zeolit	97,05±1,16 ^b

Keterangan: Terdapat perbedaan yang signifikan pada taraf signifikansi (α) 5% yang ditunjukkan dengan mean diikuti notasi berbeda.

Tabel 5. menunjukkan adsorben jenis bentonit serta zeolit memiliki tingkat kejernihan tinggi sedangkan yang paling rendah adalah adsorben karbon aktif. Semakin tinggi nilai persentasi transmisi cahaya hingga mendekati nilai 100% artinya minyak ikan memiliki nilai tingkat kejernihan yang semakin baik. Nilai persentasi transmisi dengan tingkat kejernihan minyak adalah memiliki korelasi hubungan yaitu semakin tinggi nilai persentasi transmisi cahaya maka kadar zat warna yang terdapat minyak juga semakin kecil (Andhianto & Wijaya, 2018).

Jenis adsorben bentonit dan zeolit menunjukkan respon tingkat kejernihan yang tinggi, hal tersebut dapat dikarenakan adsorben bentonit dan zeolit memiliki pori-pori yang luas dengan jumlah yang banyak sehingga kemampuannya untuk adsorpsi zat pengotor juga lebih besar (Anugroh, 2017; Ayu et al., 2020). Adsorben karbon aktif menunjukkan nilai kejernihan yang paling rendah, hal ini dapat disebabkan karena kepolarannya serta sifat dari karbon aktif yang terdispersi dalam minyak sehingga adsorben sulit untuk dipisahkan dan menurunkan tingkat kejernihan minyak (Ernes, 2017).

Berat Jenis Minyak Ikan Silase Bandeng

Berat jenis atau disebut juga dengan densitas (ρ) merupakan perhitungan antara massa (m) persatuan volume (V) (Widiyatun et al., 2019). Rerata berat jenis minyak silase ikan bandeng setelah dimurnikan berkisar antara 0,795 g/mL hingga 0,833 g/mL (Tabel 5). Lama pemucatan serta jenis adsorben tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap

berat jenis minyak. Berat jenis pada penelitian ini tidak jauh beda dengan berat jenis pada penelitian Dari *et al.* (2017) yang melaporkan bahwa berat jenis minyak ikan sarden hasil pemurnian bertingkat dengan adsorben magnesol XL yaitu berkisar antara 0,63 sampai 0,79 g/cm³.

Semakin besar nilai densitas minyak, maka semakin banyak komponen yang terkandung di dalam minyak. Nilai berat jenis memiliki keterkaitan dengan berat komponen yang terkandung dalam minyak, adanya zat pengotor yang besar dalam molekul senyawa maka menghasilkan berat jenis yang besar (Ismaili *et al.*, 2015). Menurut pendapat Mamuja (2017), salah satu sifat fisik minyak yaitu memiliki berat jenis yang lebih rendah dibandingkan dengan berat jenis air yaitu berkisar antara 0,916-0,923 g/mL. Berat jenis minyak dari silase ikan bandeng dengan berbagai perlakuan sudah memenuhi kriteria syarat mutu minyak ikan. Berat jenis minyak ikan berdasarkan Farmakope yaitu sebesar $< 0,927$ g/mL.

Bilangan Asam Minyak Ikan Silase Bandeng

Nilai bilangan asam memiliki hubungan yang erat dengan dengan jumlah KOH yang digunakan untuk menetralkan minyak/lemak sebanyak 1 g (Ukhty & Rozi, 2016). Analisis ragam nilai bilangan asam minyak silase ikan bandeng menunjukkan terdapat pengaruh yang signifikan antara perlakuan jenis adsorben terhadap kejernihan minyak ($p < 0,05$), sedangkan perlakuan lama pemucatan serta interaksi antar perlakuan tidak ada pengaruh secara signifikan terhadap kejernihan minyak. Hasil analisis sidik ragam DMRT diketahui bahwa hanya adsorben bentonit saja yang menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antar perlakuan ($\alpha = 0,05$).

Pemucatan menggunakan adsorben bentonit memiliki nilai bilangan asam yang tinggi jika dibandingkan dengan yang lainnya. Kualitas minyak yang rendah ditunjukkan oleh bilangan asam yang tinggi (Panagan *et al.*, 2011), hal ini dikarenakan pembentukan asam lemak dengan kadar yang tinggi. Nilai bilangan asam minyak berbanding lurus dengan nilai jumlah persentasi asam lemak bebas (FFA) yang terdapat dalam minyak. Semakin tinggi nilai bilangan asam lemak, maka nilai persentasi asam lemak bebas dalam minyak juga semakin tinggi (Feryana *et al.*, 2014). Nilai asam lemak bebas mengindikasikan kandungan asam lemak pada minyak yang tidak dalam bentuk trigliserida (Apituley *et al.*, 2020).

Hasil penelitian minyak silase ikan bandeng murni telah memenuhi standar SNI < 3 mg KOH/g, IFOS < 3 mg KOH/g, IFOMA < 7 mg KOH/g, CAC ≤ 3 mg KOH/g, dan standar Farmakope < 2 mg KOH/g. Hasil terbaik didapatkan oleh adsorben karbon aktif dan adsorben zeolite.

Tabel 6.

Nilai berat jenis minyak ikan bandeng berdasarkan jenis adsorben dan lama waktu pemucatan

Jenis Adsorben	Lama Pemucatan (menit)	Berat Jenis (g/mL)
Bentonit	10	0,828±0,00
	15	0,820±0,01
	20	0,808±0,03
Karbon Aktif	10	0,834±0,00
	15	0,795±0,02
	20	0,807±0,04
Zeolit	10	0,828±0,01
	15	0,827±0,01
	20	0,833±0,00

Keterangan: Terdapat perbedaan yang signifikan pada taraf signifikansi (α) 5% yang ditunjukkan dengan mean diikuti notasi berbeda.

Tabel 7.

Nilai bilangan asam berdasarkan jenis adsorben

Jenis Adsorben	Bilangan Asam (mg KOH/g)
Bentonit	0,89±0,41b
Karbon Aktif	0,37±0,14a
Zeolit	0,47±0,29a

Keterangan: Terdapat perbedaan yang signifikan pada taraf signifikansi (α) 5% yang ditunjukkan dengan mean diikuti notasi berbeda.

Tabel 8.

Nilai bilangan asam berdasarkan waktu pemucatan

Waktu pemucatan (Menit)	Bilangan Asam (mg KOH/g)
10	0,66±0,55a
15	0,70±0,23a
20	0,37±0,14a

Keterangan: Terdapat perbedaan yang signifikan pada taraf signifikansi (α) 5% yang ditunjukkan dengan mean diikuti notasi berbeda.

Minyak yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki kadar bilangan asam lebih rendah jika dibandingkan penelitian (Anugroh, 2017), yang melaporkan bahwa minyak ikan hasil samping penepungan tuna setelah dimurnikan dengan berbagai adsorben memiliki bilangan asam secara berturut-turut yaitu adsorben bentonit 0,92±0,04 mg KOH/g, zeolit 0,9±0,01 mg KOH/g, dan karbon aktif 1,16±0,05 mg KOH/g.

Asam Lemak Bebas Minyak Ikan Silase Bandeng

FFA dihasilkan jika terjadi hidrolisis pada trigliserida minyak, sehingga menyebabkan asam lemak terlepas dari ikatan gliserol (Sari *et al.*, 2016). Tingginya kadar asam lemak bebas mengindikasikan

mutu minyak ikan yang semakin menurun. Kadar asam lemak bebas berpengaruh terhadap rasa minyak, meskipun kadar asam lemak bebas pada kisaran yang relatif kecil akan tetapi dapat mengakibatkan rasa yang tidak enak (Rio *et al.*, 2009).

Tabel 9. Nilai % FFA Nilai bilangan asam berdasarkan jenis adsorben

Jenis Adsorben	FFA (%)
Bentonit	0,81±0,32b
Karbon Aktif	0,34±0,07a
Zeolit	0,43±0,30a

Keterangan: Terdapat perbedaan yang signifikan pada taraf signifikansi (α) 5% yang ditunjukkan dengan mean diikuti notasi berbeda.

Analisis ragam nilai asam lemak bebas silase ikan bandeng menunjukkan terdapat pengaruh yang signifikan antara perlakuan jenis adsorben terhadap asam lemak bebas minyak ($p < 0,05$), sedangkan perlakuan lama pemucatan serta interaksi antar perlakuan tidak ada pengaruh secara signifikan ($p > 0,05$). Hasil analisis sidik ragam DMRT diketahui bahwa hanya adsorben bentonit saja yang menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antar perlakuan ($\alpha = 0,05$).

Hasil terbaik didapatkan oleh adsorben karbon aktif dan zeolit dengan kadar bilangan peroksida terendah, sedangkan kadar bilangan asam lemak bebas paling besar terdapat pada perlakuan adsorben bentonit. Selain itu, minyak yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki kadar asam lemak lebih rendah jika dibandingkan dengan minyak ikan komersial pada penelitian Suseno *et al.* (2018), melaporkan bahwa kadar FFA minyak komersial impor dari Jawa Tengah yaitu 0,88-3,62%. Kadar asam lemak bebas hasil penelitian ini telah memenuhi standar yang telah ditentukan antara lain SNI <3%, IFOS < 2%, IFOMA < 7%, CAC < 2%, dan standar Farmakope $\leq 2\%$.

Tabel 10. Nilai angka peroksida nilai bilangan asam berdasarkan lama pemucatan

Lama Pemucatan (Menit)	FFA (%)
10	0,60±0,49a
15	0,64±0,22a
20	0,34±0,15a

Keterangan: Terdapat perbedaan yang signifikan pada taraf signifikansi (α) 5% yang ditunjukkan dengan mean diikuti notasi berbeda.

Pemucatan dengan adsorben bentonit memiliki kadar asam lemak bebas yang lebih besar jika dibandingkan dengan yang lainnya, nilai yang besar kemungkinan disebabkan karena bentonit memiliki sifat yang asam. Bentonit adalah *activated clay* dimana proses aktivasinya dengan menggunakan asam H₂SO₄ atau HCl. Hal ini dapat menyebabkan adsorben bentonit bersifat asam sehingga kemampuannya dalam menyerap asam lemak bebas kurang baik (Indarto & Fakhry, 2022).

Bilangan Peroksida Minyak Ikan Silase Bandeng

Bilangan peroksida adalah jumlah peroksida dalam minyak yang dinyatakan dalam bentuk miliequifalen/Kg lemak (Andhikawati, 2020). Bilangan peroksida dapat digunakan dalam menentukan derajat kerusakan lemak atau minyak (Alkaff & Nurlela, 2020). Hasil analisis ragam bilangan peroksida minyak silase ikan bandeng menunjukkan terdapat pengaruh yang signifikan pada perlakuan lama pemucatan terhadap bilangan peroksida minyak ($p < 0,05$), sedangkan perlakuan antara jenis adsorben serta interaksi keduanya tidak ada pengaruh secara signifikan terhadap bilangan peroksida minyak ($p > 0,05$).

Tabel 11. Nilai peroksida nilai bilangan asam berdasarkan lama pemucatan

Lama Pemucatan (Menit)	Peroksida (meq/kg)
10	2,17±1,04a
15	3,70±0,61a
20	2,23±0,93a

Keterangan: Terdapat perbedaan yang signifikan pada taraf signifikansi (α) 5% yang ditunjukkan dengan mean diikuti notasi berbeda.

Lama pemucatan 15 menit menunjukkan perbedaan yang nyata dibandingkan dengan lama pemucatan selama 10 dan 20 menit ($\alpha = 0,05$). Pemucatan pada waktu 15 menit mengalami peningkatan kemungkinan dapat disebabkan laju pembentukan peroksida baru lebih besar dibandingkan dengan laju degradasinya menjadi senyawa lain. Tingginya bilangan peroksida mengindikasikan bahwa minyak sudah mengalami oksidasi, akan tetapi bilangan peroksida yang rendah bukan berarti menunjukkan oksidasi yang masih dini (Aminah, 2010). Rendahnya bilangan peroksida dapat disebabkan karena laju pembentukan peroksida baru lebih kecil dibandingkan dengan laju degradasinya menjadi senyawa lain, mengingat sifat dari peroksida minyak

cepat mengalami degradasi dan bereaksi dengan zat lain (Raharjo, 2006).

Kadar bilangan peroksida pada penelitian ini telah memenuhi standar yang telah ditentukan antara lain SNI < 5 meq/Kg, IFOS < 5 meq/Kg, IFOMA < 5 meq/Kg, CAC ≤ 5 meq/Kg, dan standar Farmakope yaitu < 5 meq/Kg. Selain itu, minyak yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki kadar asam lemak lebih rendah jika dibandingkan dengan minyak ikan komersial pada penelitian (Suseno et al., 2018), melaporkan bahwa kadar bilangan peroksida minyak komersial impor dari Jawa Tengah yaitu berkisar antara 2,55-69,63 meq/kg. Nilai bilangan peroksida yang diperoleh berbeda dapat disebabkan karena perbedaan jenis, kondisi bahan baku atau metode ekstraksi yang digunakan (Sembiring et al., 2018). Tabel 12 menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan perlakuan perbedaan jenis adsorben terhadap angka peroksida.

Tabel 12.

Nilai angka peroksida berdasarkan jenis adsorben

Jenis Adsorben	Peroksida (meq/kg)
Bentonit	3,00±0,87b
Karbon Aktif	2,33±1,15a
Zeolit	2,77±1,46a

Keterangan: Terdapat perbedaan yang signifikan pada taraf signifikansi ($\alpha = 0,05$) yang ditunjukkan dengan rata-rata diikuti notasi berbeda.

KESIMPULAN

Penggunaan variasi lama pemucatan dan jenis adsorben dapat meningkatkan kualitas minyak ikan. Interaksi antara variasi lama pemucatan dan jenis adsorben memiliki pengaruh yang signifikan terhadap rendemen minyak. Variasi lama waktu pemucatan 20 menit dengan adsorben zeolit dan bentonit dapat meningkatkan kecerahan minyak ikan silase bandeng. Variasi lama pemucatan dan jenis adsorben pada analisis berat jenis menunjukkan nilai yang tidak signifikan. Jenis adsorben bentonit menunjukkan nilai yang paling tinggi pada bilangan asam 0,41% dan asam lemak bebas minyak, sedangkan lama pemucatan 15 menit dapat meningkatkan bilangan peroksida minyak dengan nilai 1,85 mEq/kg.

DAFTAR PUSTAKA

Alkaff, H., & Nurlala, N. (2020). Analisa bilangan peroksida terhadap kualitas minyak goreng sebelum dan sesudah dipakai berulang. *Jurnal*

Redoks, 5(1), 65.

<https://doi.org/10.31851/redoks.v5i1.4129>

Aminah, S. (2010). Bilangan peroksida minyak goreng curah dan sifat organolaptik tempe pada pengulangan penggorengan. *Jurnal Pangan Dan Gizi*, 01(01), 7–14.

Andhiarto, Y., & Wijaya, S. (2018). Perbandingan kualitas suplemen minyak ikan layang (*Decapterus ruselli*) menggunakan bentonit dengan berbagai konsentrasi pada tahap bleaching. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 15(02), 209–217.

Andhikawati, A. (2020). Karakteristik minyak ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) selama penyimpanan di freezer. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 10(1), 76–86.

Anugroh, E. B. (2017). *Optimasi Proses Pemucatan (Bleaching) Pada Minyak Hasil Samping Penepungan Tuna (Thunnus sp.) Dengan Adsorben Bentonit, Zeolit, Dan Arang Aktif*. Skripsi. Universitas Brawijaya.

Apituley, D. A. N., Bonan, R., Sormin, D., & Nanlohy, E. E. E. M. (2020). Karakteristik dan profil asam lemak minyak ikan dari kepala dan tulang ikan tuna (*Thunnus albacares*). *Agritekno: Jurnal Teknologi Pertanian*, 9(1), 10–19.

<https://doi.org/10.30598/jagritekno.2020.9.1.10>

Aprillia, A. C., Suseno, S. H., & Ibrahim, B. (2023). Peningkatan volume pemurnian minyak ikan tuna (*Thunnus sp.*) dari hasil samping pengalengan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 26(1), 39–53. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v26i1.43786>

Ayu, B. I., Soni, H., & Gofar, I. E. (2020). Characteristics of fish oil produced through madidihang fishmeal industry waste treatment (*Thunnus albacares*) using adsorbents. *RJOAS*, 3(99), 69–76. <https://doi.org/10.18551/rjoas.2020-03.08>

Bija, S., Suseno, S. H., & Uju, U. (2017). Purification of sardine fish oil through degumming and neutralization. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(1), 143. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v20i1.16501>

Dari, D. W., Astawan, M., Wulandari, N., & Suseno, S. H. (2017). Characteristics of sardin fish oil (*Sardinella sp.*) resulted from stratified purification. *JPHPI*, 20(3), 456–467.

Ernes, P. P. (2017). *Optimasi Pemucatan (Bleaching) Minyak Hasil Samping Ikan Lemuru (Sardinella sp.) Menggunakan Adsorben Bentonit, Zeolit Dan Karbon Aktif*. Skripsi. Universitas Brawijaya.

Estiasih, T. (2009). *Minyak Ikan Teknologi &*

Penerapannya untuk Pangan dan Kesehatan (1st ed.). Graha Ilmu.

- Farizah, K., & Hasan, F. (2021). Pendapatan dan nilai tambah pengolahan bandeng pada Home Industri La Primarasa Di Desa Balun Kecamatan Turi Kabupaten Lamongan. *Agriscience*, 1(3), 728–740. <https://doi.org/10.21107/agriscience.v1i3.11180>
- Fatimah, F., & Sangi, M. E. C. (2018). Kualitas Pemurnian virgin coconut oil (VCO) menggunakan beberapa adsorben. *Chemistry Progress*, 3(2), 65–69. <https://doi.org/10.35799/cp.3.2.2010.18981>
- Feryana, I. W. K., Suseno, S. H., & Nurjannah. (2014). Pemurnian minyak ikan makarel hasil samping penepungan dengan netralisasi alkali. *JPHPI*, 17(3), 207–214.
- Fitri, A., Anandito, R. B. K., & Siswanti. (2016). Penggunaan daging dan tulang ikan bandeng (*Chanos chanos*) pada stik ikan sebagai makanan ringan berkalsium dan berprotein tinggi. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 9(2), 65–77.
- Hafiludin. (2015). Analisis kandungan gizi pada ikan bandeng yang berasal dari habitat yang berbeda. *Kelautan*, 8(1), 37–43.
- Indarto, C., & Fakhry, M. (2022). Efektivitas jenis adsorben dalam pemurnian cooking oil dari jagung varietas lokal Madura. *Desember*, 16(4), 629–636. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v16i4.16641>
- Ismaili, S. A., Rochdi, R., Satrallah, A., Belgharza, M., Chimie, L. De, Générale, P., Chimie, D. De, V-, U. M., Sciences, F., & Batouta, A. I. (2015). Research Article Study of the viscosity and density of rapeseed oil before and after heating. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 7(1), 611–614.
- KKP. (2018). *Produktivitas Perikanan Indonesia*. Kementerian Kelautan Dan Perikanan.
- Mamuja, C. F. (2017). *Lipida* (1st ed.). Unsrat Press.
- Mbatia, B., Adlercreutz, D., Adlercreutz, P., Mahadhy, A., Mulaa, F., & Mattiasson, B. (2010). Enzymatic oil extraction and positional analysis of omega-3 fatty acids in Nile perch and salmon heads. *Process Biochemistry*, 45(5), 815–819. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2010.02.010>
- Menegazzo, M. L., Petenuci, M. E., & Fonseca, G. G. (2014). Production and characterization of crude and refined oils obtained from the co-products of Nile tilapia and hybrid sorubim processing. *FOOD CHEMISTRY*, 157, 100–104. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.01.121>
- Morales-Medina, R., Garcia-Moreno, P. J., Perez-Galvez, R., Munio, M. M., Guadix, A., & Guadix, E. M. (2016). Nutritional indexes, fatty acids profile, and regiodistribution of oil extracted from four discarded species of the alboran sea: Seasonal effects. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 118(9), 1–7. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201500486>
- Mulyawan, I., Zamroni, A., & Priyatna, F. N. (2017). Kajian keberlanjutan pengelolaan budidaya ikan bandeng di Gresik. *Jurnal Kebijakan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*, 6(1), 25. <https://doi.org/10.15578/jksekp.v6i1.2607>
- Nadia, A., Subekti, S., & Wahyudin, A. M. P. (2020). The effectiveness of activated carbon as adsorbent in the oil purification process fish by-product of the fish canning industry. *2nd International Conference on Fisheries and Marine Science*, 1–7. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/441/1/012151>
- Panagan, A., Yohandini, H., & Gultom, J. (2011). 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), 168366.
- Prasetiowati, Y., & Koestiari, T. (2014). Kapasitas adsorpsi bentonit teknis sebagai adsorben ion Cd²⁺. *UNESA Journal of Chemistry*, 3(3), 194–200.
- Qi-Yuan, L., Jun-qing, Q., & Xiao-ge, W. (2016). Optimization of enzymatic fish oil extraction from mackerel viscera by response surface methodology. *International Food Research Journal*, 23(3), 992–997.
- Raharjo, S. (2006). *Kerusakan Oksidatif Pada Makanan* (T. U. Press (ed.); 1st ed.). Gadjah Mada University Press.
- Rio, D., Dwiputra, H., Sudaryanto, Y., & Indraswati, N. (2009). Bleaching vacuum minyak biji kapuk. *Jurnal Widya Teknik*, 8(1), 12–22. <https://doi.org/10.3989/gya.108408>
- Rosita, A. Fradiani, & Widasari, W. A. (2009). Peningkatan Kualitas Minyak Goreng Bekas Dari Kfc Dengan Menggunakan Adsorben Karbon Aktif. “Seminar Tugas Akhir S1 Jurusan Teknik Kimia UNDIP 2009” Goreng, 7.
- Rustad, T. (2003). Utilization of marine by-products. *Electron. J. Environ. Agric. Food Chem*, 2(4), 458–463.
- Sari, R. N., Utomo, B. S. B., Basmal, J., & Hastarini, E. (2016). Pemurnian minyak ikan patin dari hasil samping pengasapan ikan. *JPBKP*, 11(2),

- 171–182.
<https://doi.org/10.15578/jpbkp.v11i2.224>
- Sembiring, L., Ilza, M., & Diharmi, A. (2018). Karakteristik minyak murni dari lemak perut ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) dan dipurifikasi dengan bentonite. *JPHPI*, 21(3), 549–555.
- Seviyanto, K., Suharto, S., & Anggo, A. D. (2022). Karakteristik minyak ikan mas (*Cyprinus carpio*) dari hasil dry rendering dengan suhu dan waktu yang berbeda. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Perikanan*, 4(1), 49–58.
<https://doi.org/10.14710/jitpi.2022.13236>
- SNI. (2018). Cara Uji Minyak Dan Lemak. In *Standar Nasional Indonesia*.
- Suryani, E., Susanto, W. H., & Wijayanti, N. (2016). Karakteristik fisik kimia minyak kacang tanah (*Arachis hypogaea*) hasil pemucatan (Kajian kombinasi adsorben dan waktu proses). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 4(1), 120–126.
- Suseno, S. H., Jacob, A. M., Yocinta, H. P., & Kamini. (2018). Kualitas minyak ikan komersial (*Softgel*) impor di wilayah Jawa Tengah. *JPHPI*, 21(3), 556–564.
- Suseno, S. H., Tajul, A. Y., & Nadiah, W. (2011). The use of passive filtration for optimization of magnesol XL function for improving the quality of sardinella lemuru oil. *International Research Journal of Biochemistry and Bioinformatics*, 1(5), 103–113.
- Suwarno, Ratnani, R. D., & Hartati, I. (2015). Pengaruh suhu dan waktu adsorpsi terhadap sifat kimia-fisika minyak goreng bekas hasil pemurnian menggunakan adsorben ampas pati aren dan bentonit. *Inovasi Teknik Kimia*, 11(2), 99–103.
- Tambunan, J. E., Suseno, S. H., & Ibrahim, B. (2013). Improved quality of sardines oil (*Sardinella* sp.) using centrifugation. *Global Journal of Biology Agriculture & Health Sciences*, 2(4), 196–202.
- Tanaya, C. A. J., & Astuti, N. M. W. (2022). Review pemilihan adsorben pada proses bleaching dalam metode pemurnian minyak ikan. *Journal Scientific Of Mandalika* 3(12), 39–45.
<https://doi.org/10.36312/10.36312/vol3iss12pp39-45>
- Ukhty, N., & Rozi, A. (2016). Netralisasi minyak hati ikan cucut pisang (*Charcarinus falciformis*) menggunakan NaOH. *Jurnal Perikanan Tropis*, 3(2), 139–152.
- Widiyatun, F., Selvia, N., & Dwitiyanti, N. (2019). Analisis viskositas, massa jenis, dan kekeruhan minyak goreng curah bekas pakai. *STRING (Satuan Tulisan Riset Dan Inovasi Teknologi)*, 4(1), 25.
<https://doi.org/10.30998/string.v4i1.3348>
- Wijayanti, I., Romadho, & Rianingsih, L. (2016). Karakteristik hidrolisat protein ikan bandeng (*Chanos chanos* Forsk) dengan konsentrasi enzim bromelin yang berbeda. *Jurnal Saintek Perikanan*, 11(2), 129–133.
<https://doi.org/10.14710/ijfst.11.2.129-133>

Copyright © The Author(s)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)