

PURIFIKASI MINYAK MATA TUNA KAYA DHA (*Thunnus sp.*) DENGAN VARIASI ADSORBEN

Wa Ode Nur Asma La Dia^{1*}, Wini Trilaksani¹, Wahyu Ramadhan^{1,2}

¹Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Jalan Agatis, Bogor Jawa Barat 16680

²Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan (PKSPL), Kampus IPB Baranangsiang, Jalan Raya Pajajaran No. 1, Bogor, Jawa Barat, 16127

Diterima: 24 Agustus 2022/Disetujui: 30 November 2022

*Korespondensi: waode.nurasma27@gmail.com

Cara sitasi (APA Style 7th): La Dia W. O. N. A, Trilaksani, W., & Ramadhan, W. (2022). Purifikasi minyak mata tuna kaya DHA (*Thunnus sp.*) dengan variasi adsorben. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 25(3), 428-440. <http://dx.doi.org/10.17844/jphpi.v25i3.42794>

Abstrak

Omega-3 dengan kandungan asam *docosahexaenoic* (DHA) dan asam *eicosapentaenoic* (EPA) yang tinggi telah dilaporkan pada *by-product* dalam berbagai riset dunia selama 10 tahun terakhir. Di sisi lain, bahan baku minyak ikan omega-3 di Indonesia umumnya didominasi oleh minyak impor. Uniknya, sumber omega-3 bisa didapatkan dari *by-product* industri pengolahan perikanan misalnya pada mata ikan tuna. Pemanfaatan dari *by-product* industri pengolahan tuna ini dapat menjadi sumber bahan baku terbarukan juga sebagai upaya penanganan dan pemanfaatan dari *by-product* perikanan. Namun, kualitas minyak ikan yang dihasilkan dari *by-product* perikanan umumnya belum memenuhi baku mutu yakni masih tingginya bilangan peroksida. Bilangan peroksida menunjukkan terjadinya oksidasi primer pada minyak ikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas berbagai adsorben dengan rujukan riset terdahulu dalam upaya penurunan bilangan peroksida pada minyak mata ikan tuna. Metode penelitian ini menggunakan tiga jenis adsorben yakni magnesol, bentonit, dan zeolit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan netralisasi 16°Be dilanjutkan dengan pemutihan menggunakan magnesol mampu menurunkan nilai peroksida 56,62±7,07 meq/kg menjadi 11,28±0,73 meq/kg, bentonit menjadi 35,21±2,81 meq/kg, dan zeolit menjadi 35,65±1,89 meq/kg. Pemurnian minyak mata tuna menggunakan magnesol merupakan perlakuan terbaik dalam menurunkan bilangan peroksida jika dibandingkan dengan adsorben bentonit dan zeolit. Efektivitas penurunan mencapai 80% dalam menurunkan nilai peroksida pada minyak mata ikan tuna.

Kata kunci: bilangan peroksida, minyak ikan, pemutihan

Purification of Fish Oil Tuna Eyes (*Thunnus sp.*) Rich-DHA with Various Adsorbents

Abstract

Essential fatty acids, especially omega-3 with a high content of docosahexaenoic acid (DHA) and eicosapentaenoic acid (EPA), have been reported on by-products in various world studies over the last 10 years. On the other hand, the raw material for fish oil omega-3 in Indonesia is generally dominated by imported oil. Uniquely, omega-3 sources can be obtained from by-products of the fisheries processing industry such as tuna eyes. Utilization of the by-products of the tuna processing industry can be a source of renewable raw materials as well as an effort to handle and utilize fishery by-products. However, the quality of fish oil produced from fishery by-products generally does not meet the quality standard, namely the high peroxide value. The peroxide number indicates the occurrence of primary oxidation in fish oil. This study aims to evaluate the effectiveness of various adsorbents concerning previous research to reduce peroxide values in tuna eye oil. This research method uses three types of adsorbents, namely magnesol, bentonite, and zeolite. The results showed that the neutralization treatment of 16°Be followed by bleaching using magnesol was able to reduce the peroxide value from 56.62±7.07 meq/kg to 11.28±0.73 meq/kg, bentonite to 35.21±2.81 meq/kg, and zeolite to 35.65±1.89 meq/kg. Purification of tuna eye oil

using magnesol was the best treatment in reducing peroxide value when compared to bentonite and zeolite adsorbents. The effectiveness of the reduction reached 80% in reducing the peroxide value in tuna eye oil.

Keywords: bleaching, fish oil, peroxide value

PENDAHULUAN

Ikan tuna menjadi primadona karena kesadaran masyarakat dunia akan kebutuhan protein hewani, permintaan yang tinggi, dan harga yang relatif tinggi sehingga mampu menjadikan ikan tuna sebagai sumber lapangan kerja, sumber pendapatan daerah dan sebagai sumber devisa negara. Ikan tuna di Indonesia berkontribusi sebanyak 16% dari jumlah produksi perikanan dunia (Santos *et al.*, 2020). Potensi yang cukup besar ini menjadi peluang juga tantangan karena industri pengolahan perikanan menghasilkan limbah yang cukup besar yang setiap tahunnya bisa mencapai 20-70% dari total produksi. Industri pengolahan ikan tuna dapat menghasilkan lebih dari 50% hasil samping yang terdiri dari sisik, kepala jeroan dan lain sebagainya (Donnarumma *et al.*, 2021). Pemanfaatan *by-product* hasil pengolahan perikanan misalnya mata ikan tuna saat ini sedang dikembangkan mengingat kandungan omega-3 yang tinggi pada mata ikan tuna. Omega-3 misalnya DHA dan EPA memiliki manfaat tidak hanya membantu perkembangan otak maupun kognitif pada anak-anak namun juga memiliki efek anti-inflamasi (Rundblad *et al.*, 2018; Ahmad *et al.*, 2019), menurunkan penyakit kardiovaskular misalnya obesitas, hipertensi dan *glycohemoglobin* (Trebatická *et al.*, 2017). Omega-3 juga berkontribusi meningkatkan perkembangan janin, formula bagi ibu hamil dan bayi, antiadipogenesis, pencegahan kanker, serta gangguan neurologis (Islam *et al.*, 2018).

Penelitian yang dilakukan oleh Zhang *et al.* (2019a) dan Zhang *et al.* (2019b) bahwa kandungan omega-3 seperti DHA dan EPA ditemukan melimpah pada mata ikan tuna dibandingkan dengan salmon atlantik. Mata tuna terkandung DHA sebesar 17,41%, 35%, 36,72% dan EPA sebesar 9,86% dan 7,07% (Gamarro *et al.*, 2013; Trilaksani *et al.*, 2020; Asadpour-Ousalou, 2015; Renuka *et al.*,

2016). Namun, omega-3 misalnya DHA dan EPA sangat rentan oksidasi karena memiliki banyak ikatan rangkap (Fereidoon & Ying, 2010; Saini *et al.*, 2021), sehingga teknologi ekstraksi dan pemurnian sangat menentukan kualitas minyak omega-3 yang dihasilkan.

Minyak ikan mata tuna umumnya diekstrak menggunakan teknologi konvensional menggunakan bahan kimia (NaOH) pada suhu $>70^{\circ}\text{C}$ dapat menurunkan kadar omega-3 (Trilaksani *et al.*, 2014). Penggunaan suhu tinggi dapat menyebabkan lebih banyak oksidasi dan penurunan kualitas pada minyak (Honold *et al.*, 2016). Metode *cold centrifugation* telah dikembangkan dalam ekstraksi minyak mata tuna, namun hasil minyak masih memiliki bilangan peroksida yang tinggi yakni $14,08 \pm 0,04$ meq/kg dan $62,48 \pm 13,98$ hingga $225,27 \pm 76,03$ meq/kg (Huriyah *et al.*, 2019; Trilaksani *et al.*, 2020). Minyak ikan dimanfaatkan sebagai produk pangan apabila memiliki nilai peroksida $<5,00$ meq/kg (CODEX, 2017). Upaya penurunan bilangan peroksida bisa dilakukan dengan memodifikasi tahap ekstraksi yakni dilakukan tahap pemurnian dengan penggunaan adsorben seperti yang dilaporkan dari beberapa riset terdahulu (Suseno *et al.*, 2017; Palanisamy *et al.*, 2011; Budiadnyani *et al.*, 2015). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas berbagai adsorben dalam upaya penurunan bilangan peroksida pada minyak mata ikan tuna.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan utama dalam penelitian ini adalah mata ikan tuna yang diperoleh dari PT Nutrindo Fresfood Internasional Bitung, Sulawesi Utara. Bahan yang digunakan pada pemurnian yaitu NaOH, akuades, magnesol (Magnesol® XL Fryer Filter Powder, The Dallas Group of America), bentonit (T&T Chemical, Indonesia), dan zeolit (Java sea, Indonesia). Bahan yang digunakan dalam

analisis yaitu *sodium thiosulfate pentahydrate* (Merck, Darmstadt, Jerman), pati (Merck, Darmstadt, Jerman), kalium iodida (Merck, Darmstadt, Jerman), fenoiftalein (Merck, Darmstadt, China), etanol absolut (Merck, Darmstadt, Jerman), kloroform analisis (Merck, Darmstadt, Jerman), asam asetat (Merck, Darmstadt, Jerman), isooktana (Merck, Darmstadt, Jerman), reagen anisidin, kalium hidroksida (Merck, Darmstadt, Jerman), alkohol 95%, dan akuades.

Alat yang digunakan yaitu *food processor* (Panasonic MK-5086M), *high-speed refrigerated centrifuge* (Himac CR 21G), sentrifugasi (Velocity 14R), pengaduk magnet (Thermo Scientific, Cimarec), timbangan analitik (HR-250A), pipet elektronik (DLAB Scientific Co., Ltd, China), pengaduk kaca (Pyrex).

Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam empat tahap. Tahap pertama meliputi preparasi bahan baku, tahap kedua ekstraksi minyak ikan mata tuna, tahap ketiga pemurnian minyak ikan mata tuna dan tahap keempat karakteristik minyak ikan mata tuna.

Preparasi bahan baku

Mata ikan diperoleh dari PT Nutrindo Fresfood Internasional Bitung, Sulawesi Utara. Mata ikan tuna ditransportasikan dari pelabuhan Kota Bitung Sulawesi Utara ke Pelabuhan Muara Baru, Jakarta Utara menggunakan kapal kargo KM Oriental Galaxy V03 dilengkapi *freezer*. Sampel mata tuna beku kemudian ditransportasikan menuju laboratorium menggunakan mobil pikap dan ditutup menggunakan terpal. Mata tuna beku kemudian dilakukan pelelehan (*thawing*) pada suhu *chilling*. Mata ikan tuna kemudian ditimbang bobot dan pengukuran diameter mata menggunakan jangka sorong.

Ekstraksi minyak mata ikan tuna (Clodoveo & Hbaieb, 2013)

Mata ikan tuna dipotong untuk membuang bagian sklera dan lensa. Mata ikan tuna kemudian dilumatkan menggunakan *food processor* hingga berbentuk pasta. Pasta mata ikan tuna kemudian disentrifugasi

pada suhu 4°C dengan kecepatan 10.000 rpm selama 30 menit. Sentrifugasi dilakukan untuk memisahkan minyak ikan dari komponen mata lainnya (daging mata, darah, air, dan sebagainya) (Huriyah *et al.*, 2019). Minyak ikan yang terbentuk pada permukaan kemudian dipisahkan menggunakan pipet tetes dan dimasukkan dalam botol kaca yang dilapisi *aluminium foil* untuk mencegah oksidasi, selanjutnya disimpan pada suhu $\pm 4^\circ\text{C}$ untuk dianalisis mutu.

Pemurnian minyak mata ikan tuna

Pemurnian dilakukan dengan dua tahapan proses yaitu netralisasi dan pemutihan. Tahap netralisasi mengacu pada Bija *et al.* (2017) yakni menggunakan NaOH 16°Be (11,06%) selama 10 menit pada suhu 50°C. Tahap pemutihan menggunakan tiga jenis adsorben komersial yaitu magnesol XL ($\text{MgO} \cdot n\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$), bentonit ($\text{Mg, Ca} \cdot x\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot y\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) dan zeolit ($\text{Mx/n}[(\text{AlO}_2)_x(\text{SiO}_2)_y]m\text{H}_2\text{O}$). Penggunaan adsorben magnesol XL mengacu pada Suseno *et al.* (2017), Minyak mata ikan tuna dipanaskan hingga mencapai suhu 50°C kemudian ditambahkan magnesol XL 5% selama 20 menit. Penggunaan adsorben lempung bentonit (*bentonite clay*) mengacu pada Palanisamy *et al.* (2011). Minyak mata ikan tuna dipanaskan hingga mencapai suhu 150°C kemudian ditambahkan lempung bentonit 10% selama satu jam. Penggunaan adsorben zeolit mengacu pada Budiadnyani *et al.* (2015). Minyak mata ikan tuna dipanaskan hingga mencapai suhu 70°C kemudian ditambahkan zeolit 15% selama 20 menit. Minyak yang telah dilakukan tahap pemutihan kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 10.000 rpm, suhu 10°C selama 10 menit sehingga diperoleh minyak murni.

Parameter analisis

Analisis komponen kimia mata ikan tuna meliputi kadar air (SNI 01-2891-1992 butir 5.1), kadar abu (SNI 01-2891-1992 butir 6.1), kadar protein (AOAC 2000), kadar lemak (AOAC 2005), dan kadar karbohidrat (FAO 2003), analisis kandungan logam berat As, Cd, Pb, dan Hg melalui tahap destruksi basah dan pengukuran konsentrasi logam berat dengan *Atomic Absorption Spectrophotometry*

(AAS), dan analisis kualitas minyak meliputi analisis kandungan asam lemak bebas (AOCS 2005), bilangan asam (AOCS 1998), bilangan peroksida (AOAC 2005), bilangan anisidin (IUPAC 1987), total oksidasi (AOCS 1997), dan profil asam lemak (AOAC 2005), serta perhitungan rendemen minyak mata tuna dengan membandingkan berat minyak ikan yang dihasilkan (g) dibandingkan dengan berat sampel yang digunakan (g).

Analisis Data

Analisis data deskriptif digunakan untuk menyajikan data karakteristik morfometrik (bobot dan diameter mata tuna), kualitas minyak (analisis asam lemak bebas, bilangan asam, bilangan peroksida, bilangan anisidin, dan total oksidasi), profil asam lemak, kandungan proksimat (kadar air, abu, lemak, protein, dan karbohidrat), dan kandungan logam berat (Pb, Cd, Hg, As). Data tersebut disajikan dengan rata-rata dan standar deviasi.

Data hasil pemurnian minyak mata tuna dianalisis dengan metode rancangan acak lengkap (RAL) dengan perlakuan jenis adsorben yang berbeda. Adsorben yang digunakan terdapat tiga jenis yaitu magnesol, bentonit, dan zeolit. Seluruh data diperoleh dengan tiga kali ulangan. Data dianalisis menggunakan perangkat lunak IBM SPSS Statistics versi 25. Model matematik Rancangan Acak Lengkap (RAL), yaitu sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + A_i + \epsilon_{ij}$$

keterangan:

Y_{ij} = pengamatan perlakuan ke- i ($i = 1,2,3$)

ulangan ke- j ($j = 1,2,3$)

μ = rata-rata umum

A_i = pengaruh perlakuan jenis adsorben pada taraf ke- i ($i = 1,2,3$)

ϵ_{ij} = galat perlakuan (i) pada ulangan ke- j

A1 = magnesol

A2 = bentonit

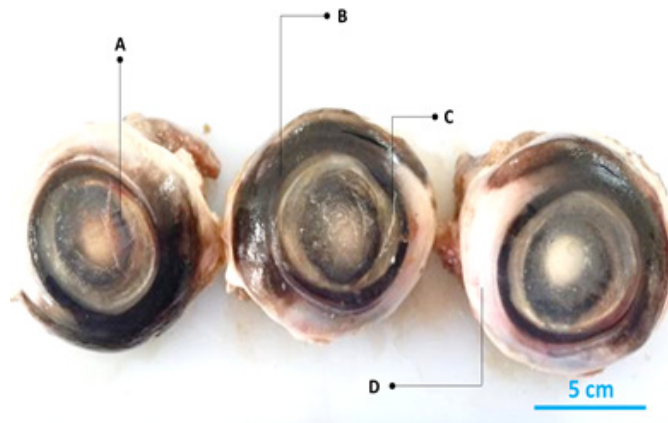
A3 = zeolit

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Mata Ikan Tuna

Mata ikan tuna yang digunakan memiliki bobot rata-rata $133,95 \pm 23,93$ g dan diameter rata-rata $63,07 \pm 4,10$ mm. Mata ikan tuna terdiri dari empat bagian yang terdiri dari daging $27,10 \pm 2,71$ g, humor bening (*vitreous humor*) $54,29 \pm 1,95$ g, sklera $6,41 \pm 0,96$, dan lensa $3,10 \pm 1,05$ g (Trilaksani *et al.*, 2021) (Gambar 1).

Komposisi kimia mata ikan tuna terdiri dari kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein, dan kadar kadar karbohidrat (Tabel 1). Kadar lemak merupakan komponen tertinggi kedua setelah kadar air. Kandungan lemak mata ikan tuna yang digunakan pada penelitian memiliki kandungan tertinggi sebesar $18,15 \pm 0,07$ dibandingkan pada penelitian yang dilakukan oleh Mutamimah *et al.* (2018) sebesar 6,11% dan 12,04% (*yellowfin*



Gambar 1 Mata tuna (*Thunnus sp.*): (A) lensa; (B) sklera; (C) humor bening; (D) daging

Tabel 1 Komposisi kimia mata tuna

Parameter (%)	Presentasi (% berat basah)			
	<i>Thunnus sp.</i>	<i>Yellowfin tuna</i> ^a	<i>Yellowfin tuna</i> ^b	<i>Thunnus sp.</i> ^c
Air	62,12±0,12	71	71,00	78,04
Abu	0,98±0,01	2	2,09	0,62
Lemak	18,15±0,07	12	12,04	6,11
Protein	13,48±0,21	10	10,17	15,06
Karbohidrat	5,24±0,32	5	4,70	0,17

Keterangan: ^aRenuka *et al.*, 2016; ^bRenuka *et al.*, 2017; ^cMutamimah *et al.*, 2018

Tabel 2 Logam berat (Pb, Cd, Hg, As) mata tuna

Parameter	Presentasi (mg/kg)	B POM 2019 (mg/kg)
Timbel (Pb)	tidak terdeteksi	10,0
Kadmium (Cd)	tidak terdeteksi	≤0,3
Merkuri (Hg)	4,48±0,08	≤0,5
Arsen (As)	0,03±0,00	≤5,0

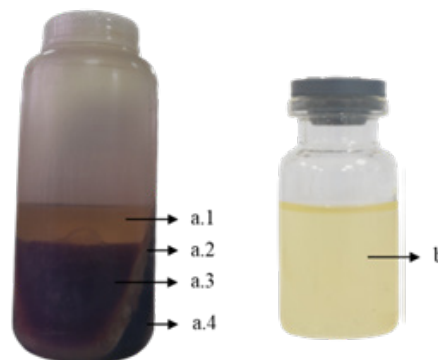
tuna) (Renuka *et al.*, 2017), dan 12% (*yellowfin tuna*) (Renuka *et al.*, 2016). Penelitian serupa juga menunjukkan bahwa kandungan lemak mata tuna sebesar 18,03±0,58% dan 18,44±0,39% (Trilaksani *et al.*, 2019; Trilaksani *et al.*, 2021).

Analisis kandungan logam berat mata ikan tuna terdiri dari analisis kandungan timbel (Pb), kadmium (Cd), merkuri (Hg), dan arsen (As) (Tabel 2). Hasil menunjukkan tidak ditemukan kandungan Pb dan Cd pada mata ikan tuna, namun kandungan Hg ditemukan sebesar 4,48±0,08 mg/kg dan kandungan As sebesar 0,03±0,00 mg/kg. Tingginya nilai Hg diprediksi karena sifat ikan tuna yang bermigrasi jauh. Perilaku migrasi

memungkinkan konsumsi berbagai makanan yang juga meningkatkan resiko bioakumulasi logam berat (Digoarachchi *et al.*, 2022)

Visualisasi Hasil Ekstraksi Minyak Mata Ikan Tuna

Hasil sentrifugasi dengan metode *cold centrifugation* suhu 4°C, kecepatan 10.000 rpm selama 30 menit membentuk 4 lapisan di mana lapisan minyak ikan berada pada lapisan bagian atas (Gambar 2). Lapisan terdiri dari lapisan minyak ikan, lapisan lipid-protein ringan, lapisan hidrolisat protein cair, dan endapan lipid protein (Trilaksani *et al.*, 2019). Rendemen minyak yang dihasilkan memiliki rata-rata 10,37±0,10% berdasarkan berat



Gambar 2 Visualisasi ekstraksi minyak ikan dengan sentrifugasi dingin: (A.1) lapisan minyak ikan; (A.2) lapisan lipid-protein ringan; (A.3) lapisan hidrolisat protein cair; (A.4) endapan lipid-protein; (B) minyak ikan

bubur mata tuna dan $3,65 \pm 0,14\%$ berdasarkan berat mata utuh ikan tuna.

Karakteristik Minyak Mata Ikan Tuna

Karakterisasi minyak ikan dilakukan dengan pengamatan parameter oksidasi primer maupun sekunder dan analisis profil asam lemak. Parameter oksidasi minyak meliputi analisis kandungan asam lemak bebas, bilangan asam, bilangan peroksida, bilangan anisidin, dan total oksidasi. Hasil analisis parameter oksidasi sudah memenuhi CODEX (2017) kecuali pada bilangan peroksida dan total oksidasi (Tabel 3). Nilai peroksida yang tinggi dipengaruhi kandungan asam lemak tak jenuh khususnya pada asam lemak omega-3 yang tinggi pada minyak mata tuna. Asam lemak omega-3 bersifat sangat tak jenuh dan berwujud cair pada suhu ruang, asam lemak ini sangat mudah teroksidasi bahkan pada suhu kamar karena jumlah ikatan rangkapnya yang banyak sehingga asam lemak ini bersifat tidak stabil (Miyashita, 2019). Selain itu, tingginya nilai peroksida dapat dipengaruhi dari kesegaran bahan baku yang digunakan (Ordialez *et al.*, 2016). Nilai total oksidasi adalah parameter yang digunakan untuk menentukan keberadaan senyawa yang dihasilkan oleh degradasi produk sampingan PUFA di bawah kondisi prooksidan termasuk suhu tinggi, oksigen, senyawa logam, dan cahaya (Soldo *et al.*, 2019). Nilai oksidasi dari hasil analisis sangat berkorelasi dengan nilai bilangan peroksida dan bilangan anisidin, di mana semakin tinggi nilai keduanya maka semakin tinggi nilai oksidasi pada minyak (Hulu *et al.*, 2017).

Karakteristik Minyak Mata Ikan Tuna Hasil Pemurnian

Minyak mata tuna hasil pemurnian dilakukan analisis oksidasi minyak yang meliputi bilangan asam lemak bebas, bilangan asam, bilangan peroksida, bilangan anisidin dan total oksidasi (Gambar 3). Rendemen minyak mata tuna setelah pemurnian dengan pemutihan menggunakan magnesol sebesar $86,33 \pm 1,16\%$, bentonit $87,98 \pm 2,67\%$, dan zeolit $90,86 \pm 2,53\%$. Minyak ikan setelah pemutihan mengalami penurunan rendemen karena adsorben memiliki pori-pori yang dapat menyerap warna dan kotoran, sehingga minyak akan tertinggal di dalam pori-pori dan terbuang bersama dengan adsorben. Zeolit menghasilkan rendemen tertinggi, ini karena zeolit bersifat polar sehingga minyak cenderung tidak larut dalam zeolit (Tandewi & Hambali, 2022).

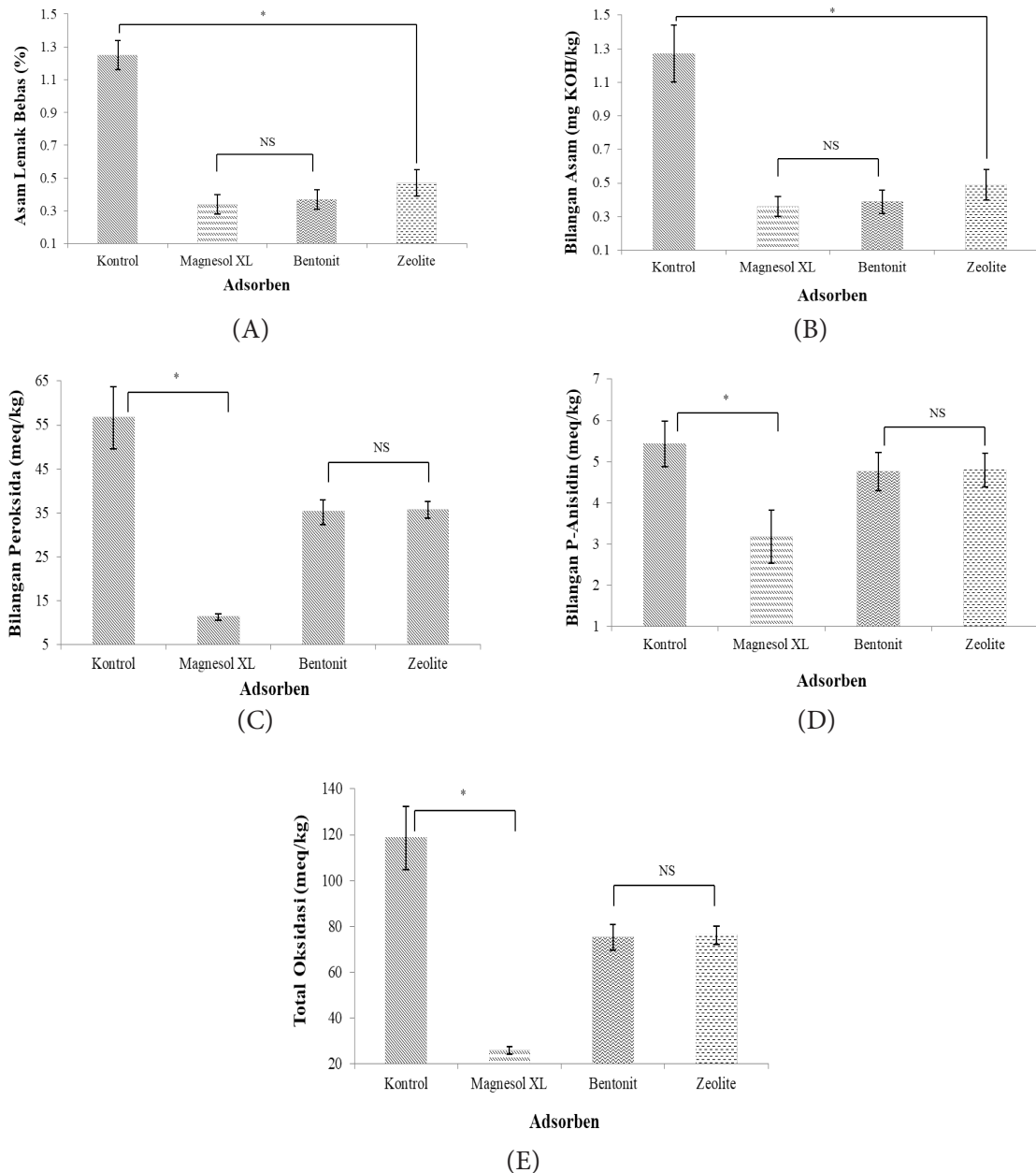
Asam lemak bebas (FFA)

Asam lemak bebas menunjukkan perlakuan pemutihan menggunakan magnesol mampu meningkatkan persentase penurunan nilai asam lemak bebas menjadi 73%, bentonit 70%, dan zeolit 62% (Gambar 3A). Perbedaan kemampuan adsorben dipengaruhi oleh penggunaan suhu tinggi selama pemutihan. Srimati *et al.* (2015) dan Farssi *et al.* (2018) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa nilai asam lemak bebas pada minyak pemutihan meningkat seiring dengan meningkatnya suhu. Nilai asam lemak bebas sangat penting karena berdampak pada sifat organoleptik minyak serta komposisi minyak (Özyurt *et al.*, 2013), dan dapat bertindak sebagai prooksidan yang memulai mekanisme oksidasi dalam lipid (Vaisali *et al.*, 2015).

Tabel 3 Kualitas minyak mata tuna sebelum pemurnian dan persyaratan standar kualitas minyak ikan

Parameter	CODEX 2017	<i>Thunnus sp.</i>	<i>Thunnus sp.</i> ^a	<i>Thunnus sp.</i> ^b
Asam lemak bebas (%)	1,50	$1,25 \pm 0,09$	$0,53 \pm 0,01$	$1,26 \pm 0,06$
Bilangan asam (mgKOH/kg)	3,00	$1,27 \pm 0,17$	$1,05 \pm 0,03$	$2,16 \pm 0,11$
Bilangan peroksida (meq/kg)	<5,00	$56,61 \pm 7,07$	$14,08 \pm 0,04$	$94,11 \pm 0,16$
Bilangan p-anisidin (meq/kg)	<20,00	$5,43 \pm 0,55$	$3,24 \pm 0,05$	$7,31 \pm 1,08$
Total oksidasi (meq/kg)	<26,00	$118,66 \pm 13,81$	$31,40 \pm 0,09$	$195,53 \pm 1,40$

Keterangan: ^aHuriyah *et al.*, 2019; ^bTrilaksani *et al.*, 2020



Gambar 3 Kualitas minyak mata tuna setelah pemutihan: (A) asam lemak bebas; (B) bilangan asam; (C) bilangan peroksida; (D) bilangan p-anisidin; (E) total oksidasi. Rata-rata dan standar error (*denoted by error bars*); $p < 0,05$; NS = *not significant*

Bilangan Asam (AV)

Bilangan asam menunjukkan persentase penurunan 72% setelah pemutihan menggunakan magnesol (Gambar 3B). Bilangan asam menunjukkan banyaknya asam lemak bebas yang terkandung dalam minyak dengan menghitung berdasarkan berat molekul asam lemak atau campuran asam lemak (Tandewi & Hambali, 2021). Bilangan asam yang rendah menunjukkan kesegaran minyak sedangkan semakin tinggi nilai

bilangan asam berkaitan dengan ketengikan yang disebabkan oleh hidrolisis ikatan ester dan oksidasi ikatan rangkap obligasi (Das *et al.*, 2016).

Bilangan Peroksida (PV)

Bilangan peroksida adalah oksidasi primer yang digunakan untuk memantau pembentukan hidroperoksida pada minyak (Simat *et al.*, 2019). Hasil analisis bilangan peroksida menunjukkan penurunan

signifikan sebesar 80% pada proses pemutihan menggunakan magnesol, penurunan 38% dan 37% setelah pemutihan menggunakan bentonit dan zeolit (Gambar 3C). Penggunaan adsorben magnesol menunjukkan performa terbaik dalam menurunkan nilai peroksida pada minyak. Sejalan dengan penelitian Ayu *et al.* (2022) bahwa penggunaan magnesol 5% menunjukkan penurunan nilai peroksidasi tertinggi dan lebih efektif dibandingkan dengan adsorbent bentonite. Rubio-Rodríguez *et al.* (2010) juga menjelaskan bahwa proses pemurnian pada minyak ikan sarden mampu meningkatkan kualitas minyak dengan mengurangi kandungan FFA dan PV. Gharby *et al.* (2016) menyatakan bahwa suhu dan cahaya merupakan dua faktor pembentukan dan degradasi peroksida. Di sisi lain, konsentrasi adsorben yang terlalu tinggi memungkinkan adsorpsi pengotor terjadi secara maksimal, tetapi memungkinkan terjadinya penyerapan antioksidan alami yang terkandung dalam pigmen minyak, sehingga memengaruhi ketidakstabilan pada minyak ikan (Suseno *et al.*, 2014; Budiadnyani *et al.*, 2020; Tandewi & Hambali, 2021).

Bilangan p-anisidin (p-AV)

Bilangan anisidin adalah nilai yang diperoleh dari pengukuran oksidasi sekunder dari minyak yang teroksidasi dengan menentukan jumlah aldehida untuk mengevaluasi tingkat oksidasi asam lemak tak jenuh dari lemak (Deepika *et al.*, 2014; Farssi *et al.*, 2018). Hasil analisis bilangan anisidin menunjukkan penurunan sebesar 41% setelah dilakukan pemutihan menggunakan magnesol, dan 12% setelah pemutihan menggunakan bentonit dan zeolit (Gambar 3D).

Total oksidasi (TOTOX)

Bilangan total oksidasi adalah parameter yang digunakan untuk menentukan keberadaan senyawa yang dihasilkan oleh degradasi PUFA di bawah kondisi prooksidan termasuk suhu tinggi, oksigen, dan senyawa logam (Simat *et al.*, 2019). Hasil analisis bilangan total oksidasi (TOTOX) menunjukkan perlakuan

bleaching menggunakan magnesol mampu menurunkan nilai bilangan total oksidasi sebesar 78%, penurunan 37% dan 36% setelah pemutihan menggunakan bentonit dan zeolite (Gambar 3E).

Profil Asam Lemak Minyak Mata Tuna

Hasil analisis profil asam lemak pada minyak hasil sentrifugasi menunjukkan komposisi asam lemak jenuh (SFA) sebesar 30,87% dan asam lemak tak jenuh yang terbagi menjadi asam lemak tak jenuh tunggal (MUFA) sebesar 24,36% dan asam lemak tak jenuh majemuk (PUFA) sebesar 44,69% (Tabel 4). Komposisi SFA yang paling dominan sekitar 58% dari total SFA adalah asam palmitat (C16:0). Asam lemak palmitat ada secara alami dalam ikan dan menjadi sumber energi metabolisme pada pertumbuhannya (Simat *et al.*, 2019). Asam oleat (C18:1n-9c) adalah senyawa dominan pada MUFA dengan presentasi sekitar 67% dari total MUFA. Pada kandungan PUFA, DHA (C22:6n-3) dan EPA (C20:5n-3) merupakan senyawa dominan yakni sebesar 73% dan 13% dari total PUFA. PUFA dominan yang ditemukan pada minyak ikan mata tuna adalah asam lemak omega-3 yang terdiri dari asam dokosaheksaenoat (DHA) dan asam *icosapentaenoic* (EPA) (Asadpour-Ousalou, 2015; Renuka *et al.*, 2016; Zhang *et al.*, 2019b; Trilaksani *et al.*, 2020). Asam lemak tidak jenuh majemuk (PUFA) merupakan asam lemak dominan jika dibandingkan dengan asam lemak tidak jenuh tunggal (MUFA) dan asam lemak jenuh (SFA). Asam lemak tidak jenuh majemuk (PUFA) merupakan asam lemak omega-3 dan asam lemak omega-6.

KESIMPULAN

Pemurnian minyak ikan mata tuna mampu memperbaiki kualitas minyak ikan yang dihasilkan. Hasil pengamatan parameter oksidasi sudah memenuhi CODEX kecuali pada bilangan peroksida. Penggunaan adsorben magnesol 5% suhu 50°C selama 20 menit efektif menurunkan nilai peroksida sebesar 80% atau 56,62 meq/kg menjadi 11,28 meq/kg, sehingga diperlukan optimasi kembali pada perlakuan menggunakan magnesol.

Tabel 4 Profil asam lemak minyak mata tuna

Struktur	Asam lemak	Asam lemak (%b/b)	
		Sebelum pemurnian	Setelah pemurnian
C13:0	Asam Tetradekanoat	0,03	0,02
C14:0	Asam Miristat	2,40	2,45
C15:0	Asam Pentadekanoat	0,92	0,90
C16:0	Asam Palmitat	18,05	17,85
C17:0	Asam Heptadekanoat	1,46	1,11
C18:0	Asam Stearat	4,95	4,91
C20:0	Asam Arakidat	0,42	0,41
C21:0	Asam Heneikosanoat	0,15	0,15
C23:0	Asam Trikosanoat	0,17	0,41
C24:0	Asam Lignoserat	2,33	2,55
Total Saturated Fatty Acid (SFA)		30,87	31,06
C14:1	Asam Miristoleat	0,06	0,07
C16:1	Asam Palmitoleat	5,77	5,43
C17:1	Cis-10,-Heptadekanoat	1,13	1,12
C18:1n-9t	T-Asam Oleat	16,45	16,45
C20:1	Cis-11-Eikosanoat	0,94	1,02
Total Monounsaturated Fatty Acid (SFA)		24,36	24,23
C18:2n-6	Asam Linoleat	1,20	1,17
C18:2n-6c	C-Asam Linoleat	1,20	1,17
C18:3n-6	Asam γ -Linoleat	0,10	0,10
C18:3n-3	Asam Linoleat	0,45	0,41
C20:2	Cis-11,14-Eikosadienoat	0,27	0,28
C20:3n-6	Cis-8,11,14,-Eikosatrienoat	0,15	0,15
C20:3n-3	Asam Eikosatrienoat	0,19	0,20
C20:4n-6	Asam Arakidonat	2,87	2,91
C20:5n-3	Asam Eikosapentaenoat	6,02	5,77
C22:6n-3	Asam Dokosaheksaenoat	33,44	33,68
Total Polyunsaturated Fatty Acid (PUFA)		44,69	44,66
Total ω-3		40,10	40,06
Total ω-6		4,32	4,32
Total ω-9		16,45	16,59

Evaluasi tambahan terkait pemurnian bertingkat perlu dilakukan khususnya pada perlakuan dengan adsorben magnesol.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi

atas bantuan dana penelitian yang diberikan dalam bentuk pendanaan penelitian program Kompetitif Nasional dengan skema Penelitian Tesis Magister (PTM) tahun 2022. Nomor kontrak 3870/IT3.L1/PT.01.03/P/B/2022.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, T. B., Rudd, D., Kotiw, M., Liu, L., & Benkendorff, K. (2019). Correlation between fatty acid profile and anti-inflammatory activity in common Australian seafood by-products. *Marine Drugs*, 17(3). <https://doi.org/10.3390/md17030155>
- American Oil Chemists Society. (1998). Free fatty acids. In: Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists Society. Vol. 5a. 5th ed. Champaign (US): AOCS Press.
- Association of Official Analytical Chemists. (2000). Official methods of analysis of the association of agricultural chemists, 17th edition. Washington (US): AOAC Int.
- Association of Official Analytical Chemist. (2005). Official method of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Virginia (US): The AOAC Inc.
- American Oil Chemists Society. 1997. Official methods and recommended practices of AOCS International. Illinois (US): AOCS Press.
- Asadpour-Ousalou, Y. A. (2015). Modified extraction method for determination of fatty acids from tuna's eye in Iranian coasts of Persian gulf and Oman sea. *Iranica Journal of Energy and Environment*, 6(1), 72–76. <https://doi.org/10.5829/idosi.ijee.2015.06.01.12>
- Ayu, D. F., Tri, A., Sihombing, E., & Diharmi, A. (2022). Purification of catfish oil with addition of magnesol adsorbent in mayonnaise. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 25, 143–151. <http://dx.doi.org/10.17844/jphpi.v25i1.37998>
- Bija, S., Suseno, S. H., & Uju. (2017). Pemurnian minyak ikan sardin dengan tahapan degumming dan netralisasi. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(1), 143–152.
- Badan Standardisasi Nasional. (1992). Cara uji makanan dan minuman. SNI-01-2891-1992. Badan Standardisasi Nasional.
- Budiadnyani, I. G. A., Harsanto, S., & Ismail, E. G. (2020). Characteristics of fish oil produced through madidihang fishmeal industry waste treatment (*Thunnus albacares*) using adsorbents. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, 3(99), 69–76. <https://doi.org/10.18551/rjoas.2020-03.08>
- Codex Alimentarius Commission. (2017). Standard for fish oils CODEX STAN 329-2017. CODEX (ITA): Roma.
- Clodoveo, M. L., & Hachicha Hbaieb, R. (2013). Beyond the traditional virgin olive oil extraction systems: Searching innovative and sustainable plant engineering solutions. *Food Research International*, 54(2), 1926–1933. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.06.014>
- Donnarumma, D., Tella, L. R., Vento, F., Salerno, G. M. T., Micalizzi, G., Rigano, F., & Mondella, L. (2021). Evaluation of the level of toxic contaminants and essential molecules in the context of the re-use of tuna fishery industry by-products. *Food Analytical Methods*, 14, 2161–2174. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2013.10.012>
- Das, J., Chakraborty, D., Das, S., Bhattacharjee, S. C., & Das, P. K. (2016). Physicochemical parameters and heavy metal content in soybean oil from Bangladesh. In *Pakistan Journal of Nutrition*, 15(6), 565–571. <https://doi.org/10.3923/pjn.2016.565.571>
- Digoarachchi, D. A. S. U., Walpita, C. N., & Sandamali, J. D. (2022). Determination of geographical and seasonal variations of heavy metals in swordfish (*Xiphias gladius*) and yellowfin tuna (*Thunnus albacares*). *International Journal of Current Science Research and Review*, 05(07). <https://doi.org/10.47191/ijcsrr/V5-i7-03>
- Farssi, M., Gharby, S., Mamouni, R., Harhar, H., Kartah, B. E., & Lakanfli, A. (2018). Effect of temperature on the quality of refined fish co-product oil during bleaching. *Moroccan Journal of Chemistry*, 6(4), 601–614. <https://doi.org/10.48317/IMIST.PRSM/morjchem-v6i4.13927>
- Fereidoon, S., & Ying, Z. (2010). Lipid oxidation and improving the oxidative stability. *Chemical Society Reviews*, 39(11), 4067–4079. <https://doi.org/10.1039/b922183m>
- Gharby, S., Harhar, H., Matthäus, B., Bouzoubaa, Z., & Charrouf, Z. (2016).

- The chemical parameters and oxidative resistance to heat treatment of refined and extra virgin Moroccan picholine olive oil. *Journal of Taibah University for Science*, 10(1), 100–106. <https://doi.org/10.1016/j.jtusci.2015.05.004>
- Budiadnyani, A. G. I., Estiasih, T., & Yuniarti. (2015). Characteristics and fatty acid profile of refined fish oil from by-product of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) meal processing. *Journal of Life Science and Biomedicine*, 5(55), 132–136.
- Honold, P. J., Nouard, M. L., & Jacobsen, C. (2016). Fish oil extracted from fish-fillet by-products is weakly linked to the extraction temperatures but strongly linked to the omega-3 content of the raw material. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 118(6), 874–884. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201500343>
- Hulu, D., Suseno, S., & Uju. (2017). Improving the quality of sardine fish oil by degumming using sodium chloride solution. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20, 199–210.
- Huriyah, S. B., Setyaningsih, I., & Trilaksani, W. (2019). Formulasi tablet suplemen *Spirulina* yang diperkaya dengan virgin fish oil mata tuna (*Thunnus sp.*). *Jurnal Pascapanen Dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan*, 14(2), 117. <https://doi.org/10.15578/jpbkp.v14i2.606>
- International Union of Pure and Applied Chemistry. 1987. Standard methods for the analysis of oils and fats and derivatives, 7th. Paquot C dan Hautfenne A (ed). Oxford (UK): Blackwell Scientific.
- Islam, M., Mahmud, N., Nawas, T., Fang, Y., & Xia, W. (2018). Health benefits and spray drying microencapsulation process of fish oil (Omega-3). *American Journal of Food Science and Nutrition Research*, 5(2), 29–42. <http://www.openscienceonline.com/journal/archive2?journalId=744&paperId=4299>
- Kop, A., Gamsız, K., Korkut, A. Y., & Saygi, H. (2019). The effects of different storage temperatures and durations on peroxide values of fish feed ingredients. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7, 43–49.
- M Ordialez, K. G., & Bracerros Agbon, M. C. E. (2016). Effects of onion (*Allium cepa*) and lemongrass (*Cymbopogon citratus*) extracts on lipid oxidation and acceptability of frozen deboned milkfish (*Chanos chanos*). *Journal of Experimental Food Chemistry*, 2(2). <https://doi.org/10.4172/2472-0542.1000112>
- Miyashita, K. (2019). Prevention of fish oil oxidation. *Journal of Oleo Science*, 68(1), 1–11. <https://doi.org/10.5650/jos.ess18144>
- Mutamimah, D., Ibrahim, B., & Trilaksani, W. (2018). Antioxidant activity of protein hydrolysate produced from tuna eye (*Thunnus sp.*) by enzymatic hydrolysis. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(3), 522. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v21i3.24736>
- Özyurt, G., Şimşek, A., Etyemez, M., & Polat, A. (2013). Fatty acid composition and oxidative stability of fish oil products in Turkish retail market. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 22(3), 322–329. <https://doi.org/10.1080/10498850.2011.644882>
- Palanisamy, U. D., Sivanathan, M., Radhakrishnan, A. K., Haleagrahara, N., Subramaniam, T., & Chiew, G. S. (2011). An effective Ostrich oil bleaching technique using peroxide value as an indicator. *Molecules*, 16(7), 5709–5719. <https://doi.org/10.3390/molecules16075709>
- Renuka, V., Anandan, R., Suseela, M., Ravishankar, C. N., & Sivaraman, G. K. (2016). Fatty acid profile of yellowfin tuna eye (*Thunnus albacares*) and oil sardine muscle (*Sardinella longiceps*). *Fishery Technology*, 53(2), 151–154.
- Renuka, Vijayakumar, Zynudheen, A. A., Panda, S. K., & Ravishankar, C. N. R. (2017). Studies on chemical composition of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*, Bonnaterre, 1788) eye. *Journal of Food Science and Technology*, 54(6), 1742–1745. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2539-2>
- Rubio-Rodríguez, N., Beltrán, S., Jaime, I., de Diego, S. M., Sanz, M. T., & Carballido, J. R. (2010). Production

- of omega-3 polyunsaturated fatty acid concentrates: A review. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 11(1), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2009.10.006>
- Rundblad, A., Holven, K. B., Bruheim, I., Myhrstad, M. C., & Ulven, S. M. (2018). Effects of fish and krill oil on gene expression in peripheral blood mononuclear cells and circulating markers of inflammation: a randomised controlled trial. *Journal of Nutritional Science*. <https://doi.org/10.1017/jns.2018.2>
- Saini, R. K., Prasad, P., Sreedhar, R. V., Naidu, K. A., Shang, X., & Keum, Y. S. (2021). Omega-3 polyunsaturated fatty acids (PUFAs): Emerging plant and microbial sources, oxidative stability, bioavailability, and health benefits—A review. *Antioxidants*, 10(10). <https://doi.org/10.3390/antiox10101627>
- Santos, R., Pabon, A., Silva, W., Silva, H., & Pinho, M. (2020). Population structure and movement patterns of blackbelly rosefish in the NE Atlantic Ocean (Azores archipelago). *Fisheries Oceanography*, 29(3), 227–237. <https://doi.org/10.1111/fog.12466>
- Simat, V., Vlahovic, J., Soldo, B., Skroza, D., & Ljubenkov, I. (2019). Production and refinement of omega-3 rich oils from processing by-products of farmed fish species. *Foods*, 16(8), 125. <https://doi.org/10.3390/foods8040125>
- Soldo, B., Šimat, V., Vlahović, J., Skroza, D., Ljubenkov, I., & Generalić Mekinić, I. (2019). high quality oil extracted from sardine by-products as an alternative to whole sardines: Production and refining. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 121(7), 1–10. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201800513>
- Srimati, M., Kusharto, C. M., Tanziha, I., & Suseno, S. H. (2015). Effect of different bleaching temperatures on the quality of refined catfish (*Clarias gariepinus*) Oil. *Procedia Food Science*, 3, 223–230. <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2015.01.025>
- Suseno, S. H., Kamini., Jacoeb, A. M., Suptijah, P., Fitriana, N., & Ruspatti, P. N. (2017). Improving the quality of fish oil from fat viscera of striped catfish (*Pangasius hypophthalmus*) processing by-product with neutralization and bleaching. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 13(6), 218–223. <https://doi.org/10.19026/ajfst.13.5159>
- Suseno, S. H., Nurjanah, Jacoeb, A. M., & Saraswati. (2014). Purification of *Sardinella* sp., oil: Centrifugation and bentonite adsorbent. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 6(1), 60–67. <https://doi.org/10.19026/ajfst.6.3031>
- Tandewi, S. A. M. S., & Hambali, E. (2021). 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>
- Trebatická, J., Dukát, A., Ďuračková, Z., & Muchová, J. (2017). Cardiovascular diseases, depression disorders and potential effects of omega-3 fatty acids. *Physiological Research*, 66(3), 363–382. <https://doi.org/10.33549/physiolres.933430>
- Trilaksani, W., Riyanto, B., Azzahra, F., Santoso, J., & Tarman, K. (2020). Recovery of tuna virgin fish oil and formulation as a product model of emulsion food supplement. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 414(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/414/1/012027>
- Trilaksani, W., Riyanto, B., Nurhayati, T., Santoso, J., & Kurniawan, I. A. H. (2021). Integrasi sentrifugasi suhu rendah dengan optimasi ekstraksi enzimatis minyak mata tuna menggunakan response surface methodology. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 24(3), 395–406. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v24i3.36652>
- Trilaksani, W., Riyanto, B., & Wahyuningsih, I. T. (2019). Characterization and antioxidant activity of hyaluronan from vitreous humor of yellowfin tuna eye (*Thunnus albacares*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 22(3), <https://doi.org/10.17844/jphpi.v22i3.29126>

- Vaisali, C., Charanyaa, S., Belur, P. D., & Regupathi, I. (2015). Refining of edible oils: A critical appraisal of current and potential technologies. *International Journal of Food Science and Technology*, 50(1), 13–23. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12657>
- Deepika, D., Vegneshwaran, V. R., Julia, R., Sukhinder, K. C., Sheila, T., Heather, M., Wade, M. (2014). Investigation on oil extraction methods and its Influence on omega-3 content from cultured salmon. *Journal of Food Processing & Technology*, 5(12). <https://doi.org/10.4172/2157-7110.1000401>
- Zhang, J., Tao, N., Zhao, Y., Wang, X., & Wang, M. (2019). Comparison of the fatty acid and triglyceride profiles of big eye tuna (*Thunnus obesus*), atlantic salmon (*Salmo salar*) and bighead carp (*Aristichthys nobilis*) heads. *Molecules*, 24(21). <https://doi.org/10.3390/molecules24213983>
- Zhang, T. T., Xu, J., Wang, Y. M., & Xue, C. H. (2019). Health benefits of dietary marine DHA/EPA-enriched glycerophospholipids. *Progress in Lipid Research*, 75(08), 100997. <https://doi.org/10.1016/j.plipres.2019.100997>
- Figure 1* Tuna eyes (*Thunnus sp.*): (A) lens; (B) sclera; (C) vitreous humor; (D) meat
- Figure 2* Visualization extraction of fish oil with cold centrifugation: (A.1) fish oil layer; (A.2) light-lipid protein layer; (A.3) aqueous protein hydrolysate layer; (A.4) sludge and heavy lipid protein layer; (B) fish oil
- Figure 3* Fish oil tuna eye quality after bleaching: (A) free fatty acid; (B) acid value; (C) peroxide value; (D) anisidine; (E) total oxidation. Mean and standard error (denoted by error bars). Note: * $p < 0.05$; NS = not significant
- Table 1* Chemical composition of the tuna eyes
- Table 2* Heavy metal (Pb, Cd, Hg, As) tuna eye
- Table 3* Fish oil tuna eye quality and fish oil quality standard requirement