

KUALITAS MINYAK PAUS SPERMA HASIL PENGAWETAN OLEH NELAYAN LAMALERA-LEMBATA MELALUI PENJEMURAN DI PANTAI

QUALITY OF SPERM WHALE OIL PRESERVED THROUGH SUN-DRYING ON THE BEACH BY LAMALERA-LEMBATA FISHERMEN

Gerardus Diri Tukan*, Joanivita Paulo Gulo Soru, Maria Novalina Nabon

¹Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Katolik Widya Mandira
Kupang

*Korespondensi: anginwewa@yahoo.co.id

Abstract

*Lamalera fishermen in Lembata Regency traditionally hunt sperm whales (*Physeter macrocephalus*) and preserve the blubber by sun-drying it on the beach prior to barter trading. The oil extracted from this blubber is typically characterized by a strong fishy odor. This study aims to determine the quality of sperm whale oil produced through this traditional preservation method. The research employed an experimental method. Solid blubber samples (221.34 g) were processed using thermal extraction to obtain the oil. The research procedure included sample preparation, thermal extraction, and analysis of physical and chemical properties with all experimental performed in triplicate. Physical analyses included oil yield, moisture content, and density, while chemical analyses comprised free fatty acid (FFA) content (by alkalimetric titration), saponification value (by acid-base titration), and iodine value (by Wijs method). The results showed an oil yield of 76.65%, moisture content of 1.43%, and density of 1.051 g/mL at 32°C. Chemically, the oil had a free fatty acid (FFA) content of 8.95%, saponification value of 80.41 mg KOH/g, and iodine value of 9.86 g I₂/100 g oil.*

Keywords: Fat, Lamalera, Lembata, Sperm Whales

I. Pendahuluan

Masyarakat nelayan Lamalera di Pulau Lembata memiliki tradisi penangkapan paus sperma (*Physeter macrocephalus*) secara tradisional yang disebut *leva nuang* dan diwariskan turun-temurun. Tradisi perburuan paus ini diyakini telah ada sejak sekitar 3000 SM, sementara perburuan bersama secara terorganisir menggunakan perahu dayung mulai berkembang pada abad ke-17 (Taum *et al.*, 2024). Dalam praktiknya, masyarakat Lamalera memegang teguh sejumlah kearifan lokal, seperti tidak menangkap paus bunting, tidak memburu paus biru, menghentikan pengejaran jika paus mencapai daratan, serta tidak melaut setelah matahari terbenam (Duli *et al.*, 2023). Proses perburuan dilakukan dengan mendayung perahu, mendekati paus, kemudian menombaknya hingga berhasil dibawa ke pantai. Paus hasil tangkapan, yang disebut *koteklema*, dibelah dan daging serta lemaknya dibagikan menurut struktur adat. Pembagian dilakukan kepada tiga kelompok utama, yakni *uma alep* (pemilik dan pembuat perahu), *matros/meing* (awak perahu), dan *tana alep* (tuan tanah Lamalera dari suku Langowudjo dan Tufaone), kemudian didistribusikan lagi

secara merata kepada anggota rumpun masing-masing (Nay, 2023). Selain untuk konsumsi, hasil buruan terutama dimanfaatkan sebagai komoditas barter guna memperoleh bahan pangan pertanian (Dasion, 2022). Dengan demikian, perburuan paus di perairan Lamalera hingga Laut Sawu tidak hanya menjadi sumber penghidupan, tetapi juga sarana mempertahankan tradisi budaya dan sistem ekonomi barter masyarakat setempat.

Daging dan lemak paus segar hasil pembagian, ada yang langsung dipasarkan, namun lebih banyak yang diawetkan dengan cara dijemur di tepi pantai hingga kering dan dijual dalam keadaan kering. Tradisi dan kearifan menjemur daging dan lemak paus perma di tepi pantai sebagai cara pengawetan alamiah agar dapat disimpan dan disebarkan ke masyarakat lain yang membutuhkan.

Daging dan lemak paus yang kering yang disimpan maupun dikonsumsi, sering dikeluhkan oleh masyarakat karena menimbulkan bau amis yang kuat. Diperoleh data bahwa 55,83% responden tidak menyukai bau daging paus (Tukan *et al.*, 2024) Bau daging paus yang amis, berhubungan dengan stabilitas oksidatif protein atau asam lemak paus selama masa penyimpanan, yang daripadanya berkaitan dengan mutu. Penurunan mutu ikan sangat dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Pada faktor internal yakni mencakup jenis, ukuran ikan, bakteri dan enzim yang terkandung dalam tubuh ikan serta oksidasi yang terjadi dalam daging ikan (Nurhayati *et al.*, 2019). Faktor eksternal penyebab kerusakan ikan umumnya adalah benturan fisik yang menyebabkan memar atau luka pada badan ikan sehingga mempercepat peingkatan enzim proteolitik yang mengurai protein ikan dan menyebabkan ikan menjadi cepat busuk (Maruli *et al.*, 2023). Protein atau lemak pada ikan yang telah mengalami benturan, memar dan luka mempercepat terjadinya autolisis dalam jaringan yakni enzim menghidrolisis protein dan lemak sehingga menghasilkan senyawa yang bersifat basa, atau oksidasi lemak menjadi keton dan aldehid yang menimbulkan bau busuk dan merusak lemak ikan (Conz *et al.*, 2024; Wang *et al.*, 2025)

Lemak ikan, umumnya mengandung 75% asam lemak tak jenuh yang sangat mudah mengalami oksidasi dan kerusakan dan kerusakan tersebut umumnya disebabkan oleh proses pengeringan yang suhu ruang tidak stabil (Pratiwi *et al.*, 2019). Minyak ikan yang sudah teroksidasi mempengaruhi kualitas dan kandungan asam lemak omega-3 yang dimilikinya. Bau dan rasa akibat kerusakan minyak atau daging ikan menyebabkan terjadinya degradasi trigliserida dalam minyak dan menghasilkan asam lemak bebas, keton, dan lain-lain yang menimbulkan bau amis. Kerusakan protein pada daging ikan menghasilkan kadar trimetilamin (TMA) dan ammonia yang juga menimbulkan bau amis yang tajam (Hasanah *et al.*, 2017).

Lemak pada tubuh paus yang tebal mempunyai komposisi asam lemak yang relatif beragam dan bermanfaat dalam kesehatan (Sudikan & Afdholy, 2024). Bangsa

Jepang menjadikan lemak dan daging paus sebagai makanan wajib bagi anak sekolah. Jepang dan Norwegia memanfaatkan daging dan lemak paus untuk pemenuhan kebutuhan pangan yang bergizi dan untuk kesehatan (Pringgenies *et al.*, 2021). Kepadatan tubuh paus sperma rata-rata 834 hingga 1.003 Kg/m³ yang tersusun oleh daging dan lapisan lemak, serta bobot tubuh paus sperma jantan lebih besar dari betina (Glarou *et al.*, 2021), dan Bobot tubuh serta susunan komponen lemak dan daging paus sperma bergantung pada bahan makanan utama yakni cephalopoda; cumi-cumi, gurita dan sotong (Walquist *et al.*, 2018).

Umumnya, lemak utama dalam daging paus merupakan asam lemak tak jenuh ganda, seperti asam dokosaheksaenoat dan asam eikosapentaenoat serta daging paus yang elastis dan berserat mengandung asam amino bebas khas balenin yang kaya namun mudah diuraikan oleh bakteri pembusuk (Tsutsuura *et al.*, 2024). Minyak paus dari paus sperma hasil perburuan oleh masyarakat Lamalera-Lembata rata-rata mengandung 16 jenis asam lemak dan dominan mengandung asam oleat (MUFA) 29.84%, baik pada bagian lemak maupun bagian kulit, serta kandungan asam eicosapentanoit sebanyak 2,95% (Duanassurya, 2021).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kualitas lemak paus sperma yang diawetkan dengan cara dijemur di panas matahari tepi pantai oleh masyarakat Lamalera.

II. Metode Penelitian

Bahan dan alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel lemak paus sperma yang telah kering, yang diperoleh dari masyarakat Lamalera-Lembata, aquadest, etanol 95%, larutan NaOH 0,1N, Kalium Iodida, Larutan Wijs (Merck), Larutan Natrium iosulfat 0,1N, indikator fenolftalein, indikator amilum, larutan KOH-alkoholik, larutan HCl 0,5N.

Alat-alat yang digunakan adalah: pembakar spritus, kaki tiga, gelas kimia, piknometer, desikator, thermometer °C, oven, neraca analitik, pipet tetes, penjepit, Erlenmeyer, hotplate, buret, statip dan klem, pipet volume, refluks kondensor, pengaduk, corong.

Metode penelitian

Penelitian dilakukan secara observasi. Ekstraksi minyak dari sampel lemak padat paus sperma dilakukan secara rendering (Vera *et al.*, 2025). Sampel lemak paus sperma yang dianalisis merupakan lemak padat hasil pengeringan dengan cara penjemuran menggunakan panas matahari oleh masyarakat Lamalera-Lembata di tepi pantai (Gambar 1). Sampel lemak paus sperma yang diambil adalah dari zona terluar atau jaringan lemak subkutan (secara makroskopis), yakni yang berada di bawah kulit

luar, dan berada dalam area lemak ventral anterior. Sampel kering 221,34 gr dicacah (diperkecil ukuran) kemudian dimasukkan dalam gelas kimia dan dipanaskan pada suhu 70°C. Pemanasan ampel dilangsungkan sambil dibolak balik hingga minyak keluar.



A



B

Gambar 1. Sampel lemak paus sperma (a: penjemuran lemak paus sperma di pantai Lamalera; b: sampel yang dianalisis).

Analisis sifat fisika mencakup: analisa kadar air melalui pengovenan dan analisa densitas menggunakan piknometer (Agnesia *et al.*, 2025). Analisa sifat kimia lemak mencakup: asam lemak bebas dengan cara titrasi alkalimetri, analisa bilangan penyabunan dengan metode titrasi asam-basa, analisa bilangan iodin dengan metode Wijs (Rusdi *et al.*, 2024),

III. Hasil dan Pembahasan, Rendemen

Rendemen merupakan persentase ekstrak minyak ikan dari hasil ekstraksi terhadap berat sampel (Seviyanto *et al.*, 2022). Rendemen minyak paus (*spermaceti oil*) dari hasil rendering 221,34 g sampel lemak diperoleh sebesar 76,65% (169,66 g). Minyak berwarna kuning kehitaman (Gambar 2).



Gambar 2. Minyak dari sampel lemak paus sperma

Rendemen yang diperoleh tergolong tinggi, yang menunjukkan bahwa jaringan lemak sampel paus sperma kaya akan komponen lipid yang diekstraksi. Pada paus

sperma (*Physeter macrocephalus*), merupakan mamalia laut yang jaringan lemak terutama pada bagian kepala dan lapisan blubber diketahui mengandung minyak spermaceti yang sangat melimpah. Tingginya rendemen ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu: komposisi biologis jaringan paus sperma, cara ekstraksi yang cukup efektif sehingga sebagian besar minyak berhasil dipisahkan dari matriks jaringan dan ukuran sampel yang telah diperkecil sehingga membantu pelepasan minyak dari jaringan lemak. Komposisi lemak pada jaringan paus sperma dapat juga dipengaruhi oleh kondisi ekologi dan ketersediaan nutrisi pada jalur migrasi paus sperma dari Samudera Pasifik menuju Laut Sawu yang melewati perairan Lembata. Jalur migrasi paus sperma tersebut merupakan jalur migrasi sekaligus area mencari makan (*feeding ground*) yang sangat produktif sehingga paus dapat menyimpan cadangan energi dalam bentuk lemak dalam jumlah besar. Jalur migrasi tersebut mempunyai fenomena upwelling yang tinggi yang menyebabkan kondisi laut menjadi kaya akan nutrisi dan menjadi salah satu faktor ketersediaan makanan bagi paus sperma yakni cumi-cumi dan ikan laut (Fitriya *et al.*, 2013; Raudina *et al.*, 2021).

Kadar Air

Hasil analisis kadar air terhadap minyak dari hasil rendering paus sperma diperoleh sebesar 1,43%. Hasil ini menunjukkan bahwa minyak paus sperma yang dianalisis mengandung air yang tergolong rendah, dan berada di dalam area kadar yang disyaratkan oleh ketentuan SNI 8467:2018 untuk minyak ikan murni, yaitu sekitar 0,5–2% (Martins *et al.*, 2021). Hasil ini dapat menunjukkan bahwa pengawetan dengan cara pengeringan yang dilakukan oleh masyarakat nelayan tradisional Lamalera tergolong baik.

Nilai Densitas

Hasil analisis densitas (massa jenis atau kepadatan) minyak dari sampel lemak paus sperma ini, diperoleh sebesar 1,051 g/mL pada suhu 32°C. Berbagai referensi mengemukakan bahwa densitas minyak paus sperma yang baik adalah pada kisaran 0,920–0,931 g/mL pada suhu 15,6 °C (Dieterichs, 1916). Jika suhu lebih tinggi dari 20°C maka densitas harus semakin rendah yang menunjukkan bahwa minyak mengembang. Berdasarkan hasil analisis ini, perbedaan hasil analisis dengan kisaran ideal tertinggi terpaut selisih 0,121 point. Densitas dari minyak sampel tampak lebih tinggi dari kisaran standar atau ideal, hal ini dapat terjadi karena sampel lemak paus sperma mengandung komponen pengotor lain seperti garam atau komponen lain dari jaringan dan pencucian dengan air laut Hulu *et al.*, 2017; Djamaludin *et al.*, 2023). Dengan demikian dapat dikatakan bahwa hasil densitas sampel belum mempunyai kemurnian yang baik.

Hasil analisa Asam Lemak Bebas (*Free Fatty Acid; FFA*)

Asam lemak bebas dalam sampel minyak paus sperma dinyatakan sebagai % asam oleat ($C_{18}H_{34}O_2$), sebab asam oleat merupakan salah satu asam lemak tak jenuh tunggal (MUFA) yang dominan di dalam blubber atau lemak paus sperma (Lockyer, 1991). Besarnya kadar asam lemak bebas yang diperoleh dari hasil analisis sampel adalah 8,95%. Hal ini menunjukkan bahwa pada tiap 100 g minyak paus sperma, terdapat sekitar 8,95 g komponen yang berbentuk asam lemak bebas, apabila dihitung sebagai asam oleat. Kadar asam lemak bebas yang diperoleh dari hasil analisis ini melampaui atau lebih tinggi dari standar pangan hewani laut untuk kelayakan konsumsi, yakni lebih kecil dari 3% (Korkmaz & Öztürk, 2025). Standar mutu minyak ikan untuk parameter kadar asam lemak bebas ideal menurut International *Fishmeal and Oil Manufacturers Association* (IFOMA) untuk produk bermutu adalah pada kisaran 1–7 % tetapi biasanya juga pada 2%-5% (Bako *et al.*, 2017).

Asam lemak bebas menjadi satu parameter krusial penentu kualitas minyak pangan (Soenarno *et al.*, 2024). Semakin tinggi asam lemak bebas dalam minyak pangan berarti semakin banyak trigliserida yang telah terurai menjadi asam lemak bebas akibat terhidrolisis atau teroksidasi (Shen *et al.*, 2021). Hal ini mengindikasikan bahwa sampel minyak yang dianalisis lebih cepat tengik, mudah rusak dan kualitas minyak rendah. Data hasil analisis kadar asam lemak bebas ini lebih tinggi dari standar maka menunjukkan bahwa sampel minyak ikan paus sperma telah mengalami degradasi secara signifikan. Minyak ikan paus sperma dalam sampel telah cukup banyak terdegradasi dan tidak lagi termasuk kategori minyak berkualitas pangan.

Sampel dengan kondisi asam lemak bebas yang lebih tinggi daripada standar SNI maupun IFOMA berimplikasi pada penggunaannya di bidang industri. Apabila digunakan untuk konsumsi maka perlu pemurnian. Jika digunakan dalam konteks biodiesel maka perlu dilakukan esterifikasi terlebih dahulu sebab asam lemak bebas yang tinggi akan menyebabkan reaksi transesterifikasi dengan katalis basa tidak efisien (Elgharbawy *et al.*, 2021).

Tingginya asam lemak bebas pada sampel minyak paus sperma yang dianalisis ini secara biologi juga menginformasikan bahwa minyak dalam sampel paus sperma sudah mengalami proses autolisis akibat penyimpanan yang kurang baik (Loganathan *et al.*, 2022). Secara kualitatif, rendahnya kualitas lemak sampel paus sperma tampak melalui bau amis dan bau busuk yang cukup tajam yang menunjukkan bahwa sampel lemak paus sperma tersebut telah mengalami kerusakan yakni degradasi oksidatif dan hidrolitik.

Informasi lain yang dapat diperoleh dari hasil analisis ini yakni bahwa pengawetan lemak paus sperma melalui penjemuran dengan panas matahari hingga kering yang dapat menurunkan kadar air dan memperlambat pertumbuhan mikroba

namun belum menjamin rendahnya kadar asam lemak bebas. Meskipun lemak telah kering oleh panas matahari namun secara internal, proses hidrolisis terhadap kandungan lemak trigliserida masih dapat tetap berlangsung. Enzim lipase yang merupakan enzim bawaan dari jaringan ikan yang dapat mencerna minyak secara in vitro (Nolasco-Soria, 2023), atau dari mikroba dari lingkungan yang dapat menghidrolisis trigliserida menjadi asam lemak bebas. Minyak paus sperma (spermaceti) yang kaya akan asam lemak tak jenuh rantai panjang, misalnya oleat, EPA, DHA. Asam lemak tak jenuh rantai panjang sangat sensitif atau rentan terhadap terhadap panas dan oksigen sehingga mudah teroksidasi dan rusak (Kuenemann *et al.*, 2025). Asam lemak bebas juga tetap tinggi bahkan dapat meningkat akibat kombinasi hidrolisis dan oksidasi meskipun lemak paus sperma diawetkan dengan pengeringan matahari. Pada pengeringan ikan, oksidasi lemak dapat menyebabkan ketengikan dan juga terjadinya reaksi antara senyawa-senyawa hasil oksidasi lemak dengan asam amino yang makin menurunkan kualitas ikan (Muhammad *et al.*, 2019).

Secara fisika, sinar matahari yang terdiri dari panas matahari dan radiasi ultra violet dengan suhu yang tidak terkendali, terjadinya fotooksidasi yang dapat membantu mempercepat oksidasi asam lemak tak jenuh sehingga terbentuk peroksida, aldehida, keton, dan dengan demikian mempercepat peningkatan asam lemak bebas (Djikeng *et al.*, 2025).

Hasil Analisa Bilangan Penyabunan

Angka penyabunan merupakan banyaknya mg KOH yang diperlukan untuk menyabunkan 1 gram minyak atau lemak sampel. Banyaknya mg KOH yang diperlukan tersebut menggambarkan rata-rata panjang rantai asam lemak atau berat molekul trigliserida atau ester dalam sampel minyak. Nilai saponifikasi minyak dan lemak menjadi suatu petunjuk mutu yang paling umum bagi suatu lemak, yang menyatakan rata-rata berat molekul dari triasilgliserol yang menyusun lemak tersebut dan sebagian besar lemak hewani mengandung asam lemak rantai panjang (C-18 dan C-16) dan angka penyabunan berkisar antara 168–196 mg KOH/g (Ivanova *et al.*, 2022).

Hasil analisis sampel, diperoleh angka penyabunan sampel sebesar 80,41 mg KOH/g. Angka yang diperoleh ini lebih kecil daripada angka penyabunan untuk minyak ikan pada umumnya. Angka penyabunan umumnya untuk lemak yang kaya akan senyawa rantai panjang adalah 168–196 mg KOH/g dan berbanding terbalik yakni semakin panjang rantai lemak penyusun triasilgliserol, angka penyabunan semakin rendah (Milani & Folegatti, 2023).

Rendahnya data hasil analisis ini menunjukkan bahwa lemak penyusun trigliserida pada sampel merupakan senyawa lemak berantai sangat panjang. Hasil

yang diperoleh ini masuk akal karena minyak atau lemak paus sperma banyak mengandung ester lilin (*wax esters*) dan mempunyai berat molekul yang besar (Li *et al.*, 2021). Minyak ikan yang mengandung banyak ester lilin yang berat molekulnya besar umumnya menghasilkan angka penyabunan yang lebih rendah, yang artinya membutuhkan KOH yang sedikit untuk menyabunkan. Angka penyabunan yang rendah pada minyak paus sperma ini khas bagi minyak paus sperma dan secara industry, minyak paus sperma cocok digunakan sebagai pelumas halus, kosmetik, lilin dan juga sebagai oleogel pada aplikasi pangan (Yilmaz *et al.*, 2020).

Hasil Analisa Bilangan Iodin

Analisis bilangan iodin pada sampel minyak paus sperma bertujuan untuk mengetahui tingkat ketidakjenuhan (jumlah ikatan rangkap ganda C=C) pada asam lemak penyusun minyak. Dari 1 g sampel minyak paus sperma yang diuji, diperoleh bilangan iodin sebesar 9,86 g I₂ /100 g minyak. Hasil yang diperoleh ini menunjukkan bahwa bilangan iodin sampel tergolong sangat rendah yang menunjukkan rendahnya tingkat ketakterjenuhan (*unsaturation*) minyak dalam sampel uji, atau terdapat sedikit ikatan rangkap C=C di dalam senyawa minyak yang dapat mengikat iodin. Sebab, semakin banyak ikatan rangkap C=C maka semakin banyak iodin yang bisa bereaksi atau diikat sehingga bilangan iodin makin tinggi dan senyawa lemak tersebut kurang stabil (Yildiz *et al.*, 2019).

Hasil yang diperoleh dari analisis sampel ini relatif sesuai dengan karakteristik spermaceti (lemak paus) yakni bilangan iod yang rendah, yakni di antara 10–20 g I₂ /100 g minyak. Hal itu dapat terjadi karena minyak paus sperma banyak mengandung ester lilin dan alkohol berantai panjang yang mencapai C₂₄-C₄₂ (Domergue *et al.*, 2022). Minyak dengan bilangan iod yang rendah relatif lebih stabil dan umur simpan lebih lama sehingga digunakan dalam industry kosmetik dan farmasi karena tidak cepat tengik.

IV. Kesimpulan

Ekstraksi termal terhadap 221,34 g sampel lemak paus sperma padat diperoleh rendemen minyak 76,65%, kadar air 1,43%, densitas 1,051 g/mL pada suhu 32°C, kadar asam lemak bebas 8,95%, bilangan penyabunan 80,41 mg KOH/g dan bilangan iod 9,86 g I₂/100 g minyak. Densitas minyak yang diperoleh dari analisis ini lebih tinggi dari standar ideal yaitu 0,920–0,931 g/mL pada suhu 15,6°C, diduga karena adanya kontaminan. Asam lemak bebas yang diperoleh lebih tinggi dari standar IFOMA menunjukkan bahwa minyak sampel telah mengalami hidrolisis atau oksidasi. Secara kualitatif kondisi tersebut ditunjukkan dengan bau amis yang tajam. Bilangan penyabunan yang diperoleh lebih rendah dari standar yang menunjukkan bahwa lemak sampel didominasi oleh senyawa lemak rantai sangat panjang. Bilangan

iod yang diperoleh sangat rendah yang menunjukkan bahwa tingkat ketidakjenuhan minyak dalam sampel uji rendah. Berdasarkan data hasil analisis sampel ini diketahui bahwa sampel memiliki kualitas yang rendah untuk dikonsumsi langsung.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Katolik Widya Mandira Kupang atas dukungan dana pelaksanaan penelitian, dengan Nomor Kontrak: 034/WM.H9/SKP/III/2025.

Daftar Pustaka

- Agnesia P., Herawati E., Puspaningrum U.H., Praseptiangga D. 2025. Physicochemical Properties and Antioxidant Activity of Fish Oil from Indian Mackerel (*Rastrelliger kanagurta*). *Current Applied Science and Technology*, 26(1). 2-21
- Bako, T., Umogbai, V.I., Awulu, J.O. 2017. Criteria for the extraction of fish oil. *AgricEngInt: CIGR Journal*, 19(3). 120-132.
- Conz, A., Davoli, E., Franchi, C., Diomede, L. 2024. Seafood loss prevention and waste reduction, *Food Quality and Safety*, 8(17). 1-29.
- Dasion, A.G.R. 2022. Laut, "Ina Lefa", dan Masyarakat Lamalera, *Dimensi*, 11(2). 1-4.
- Dieterichs, E. F. 1916. *A Practical Treatise On Friction, Lubrication, Fats and Oils*, Philadelphia : Heney Carey Baikd & Co., Industrial Publishers, Booksellers and Importers, 810 Wai Nut Street.
- Djamaludin, H., Sulistiyati, T.d., Chamidah, A., Nurashikin, P., Roifah, M., Notonegoro, H., Ferdian, P.R. 2023. Quality and fatty acid profiles of fish oil from tuna by-products extracted using a dry-rendering method. *Biodiversitas*. 24(11). 6100-6106.
- Djikeng, F.T., Ninying, V.T.Z.S., Karuna, M.S.L., Forlemu, L.A., Womeni, H.M. 2025. Monitoring the Influence of Sunlight on the Oxidative Stability, Color, and Fatty Acid Composition of Sunflower, Sesame, Groundnut, Mustard, and Rice Bran Oils. *Future Postharvest and Food*. 2(2), 206-216.
- Domergue, F., dan Miklaszewska, M. 2022. The production of wax esters in transgenic plants: towards a sustainable source of bio-lubricants. *Journal of Experimental Botany*. 73(9), 2817–2834.
- Duanassurya, M. 2021. *Karakterisasi Fisikokimia Minyak Ikan dari Kulit Paus Sperma (Physeter Macrocephalus) di Lamalera, Nusa Tenggara Timur*. [Skripsi], Surabaya, Universitas Airlangga.

- Duli, D., Maryunani., Sakti, R.K. 2023. Local Wisdom For Economic Development Of Coastal Communities And Their Problems, Indonesian. *Journal of Multidisciplinary Science*, 2(4). 2218-2231.
- Elgharbawy, A.S., Sadik, W.A., Sadek, O.M., Kasaby, M.A. 2021. Transesterification reaction conditions and low-quality feedstock treatment processes for biodiesel production- A review. *Journal of Petroleum and Mining Engineering*, 23(1). 98-103.
- Fitriya, N., dan Lukman, M. 2013. Komunitas Zooplankton Di Perairan Lamaleradan Laut Sawu, Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 5(1). 219-227.
- Glarou, M., Gero, S., Frantzis, A., Brotons, J.M., Vivier, F., Alexiadou, P., Cerdà, M., Pirota, E., Christiansen, F. 2021. Estimating body mass of sperm whales from aerial photographs. *Marine Mammal Science*, 39(1). 1-23.
- Hasanah, F., Lestaria, N., Adiningsih, Y. 2017. Pengendalian Senyawa Trimetilamin (TMA) dan Amonia dalam Pembuatan Margarin dari Minyak Patin. *Warta IHP/Journal of Agro-based Industry*, 34(2). 72-80.
- Hulu, D.P.C., Suseno, S.H., Uju. 2017. Peningkatan Mutu Minyak Ikan Sardin dengan Degumming Menggunakan Larutan NaCl. *JPHPI*, 20(1). 199-210.
- Ivanova, I., Hanganu, A., Dumitriu, R., Tociu, M., Ivanov, G., Stavarache, C., Popescu, L., Ghendov-Mosanu, A., Sturza, R., Deleanu, C., Chira, N.A. 2022. Saponification Value of Fats and Oils as Determined from 1H-NMR Data: *The Case of Dairy Fats, Foods*, 11(1466). 1-13.
- Korkmaz, K., dan Öztürk, S. 2025. Determination of the Quality of Oil Obtained from Protein Hydrolysate Produced Using Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) By-Products. *Foods*, 14(3227). 1-12.
- Kuennemann, E., dan Trivedi, D. 2025. Quality Assurance of Omega-3 Fatty Acids in Fish Oil Capsules. *American Journal of Biomedical Science & Research*, 26(4), 471-482.
- Lockyer, C. 1991. Body composition of the sperm whale, *Physeter catodon*, with special reference to the possible functions of fat depots. *Rit Fiskideildar/ Journal of the Marine Research Institute, Reykjavik*, 12. 1-24.
- Loganathan, R., Tarmizi, A.H.A., Vethakkan, S.R., Teng, K.T. 2022. A Review On Lipid Oxidation In Edible Oils. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 26(6). 1378-1393.
- Li, Z., Liu, W., Yang, G. 2021. Low-Temperature Esterification to Produce Oleic Acid-Based Wax Esters Catalyzed by 4-Dodecylbenzenesulfonic Acid. *Catalysts*, 11(1471). 1-11.

- Martins, M.J.J., Purnamayati, L., Omadhon, R. 2021. Pengaruh Suhu Wet Rendering yang Berbeda terhadap Karakteristik Ekstrak Kasar Minyak Ikan Lele (*Clarias* sp.). *agriTECH*, 41(4). 335-343.
- Maruli, S., Damayanti, P., Solihin, A., Ahmadi, N. 2024. Strategi Penguatan Mutu Ikan dalam Transportasi dan Distribusi Ikan di Ambon. *COJ (Coastal and Ocean Journal)*, 07(1). 17-30.
- Milani, A., dan Folegatti, L. 2023, Validation of a time saving method for saponification value estimation using microwaves technologies. *RISG La Rivista Italiana Delle*,101(1). 3-8.
- Muhammad., Dewi., E.N., Kurniasih, R.A. 2019. Oksidasi Lemak Pada Ikan Ekor Kuning (*Caesio cuning*) Asin Dengan Konsentrasi Garam Yang Berbeda. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 1(2). 67-75.
- Nay, F.A., Lalang, A.R., Fallo, S.I. 2023. Aspek Etnomatematika Pada Pembagian Daging Paus oleh Masyarakat Lamalera Lembata. *Asimtot: Jurnal Kependidikan Matematika*, 4(2). 123- 130.
- Nolasco-Soria, H. 2020. Fish digestive lipase quantification methods used in aquaculture studies. *Frontiers in Aquaculture*, 2:1225216. 1-20.
- Nurhayati, T., Abdullah, A, Sari, S.N. 2019. Penentuan Formaldehid Ikan Beloso (*Saurida tumbil*) Selama Penyimpanan Beku. *JPHPI*, 22(2), 236-245.
- Pratiwi, S.S., Swastawati, F., Fahm, A.S. 2019. Pengaruh Kandungan Asap Cair Terhadap Oksidasi Lemak Ikan Teri Galer (*Stolephorus indicus*) Asin Kering Selama Penyimpanan Suhu Ruang. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, 1(2). 30-38.
- Pringgenies, D., Hartoko, A., Maro, J.F., Matsuishi, T. 2021. The stomach content analysis of whales in Alor and Lamalera Islands, Savu Sea, Indonesia. *AACL Bioflux*, 14(5). 3119-3126.
- Raudina A.S., Taufiq-Spj, N., Redjek, S. 2021. Biodiversitas dan Tingkah Laku Kemunculan Cetacea di Perairan Laut Sawu, Nusa Tenggara Timur. *Journal of Marine Research*, 10(4). 453-462.
- Rusdi, H.O., Kusumaningrum, I.K., Nareswari, T.J., Fauziah, P.N., Maharani, R.N., Natasya, S. 2024. Separation and Determination of Free Fatty Acids in Corn Oil and Palm Oil by Liquid-Liquid Extraction and Acidi-Alkalimetric Titration. *Walisongo Journal of Chemistry*, 7(1). 098-106.
- 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.
- Soenarno, M.S., Arifin, M., Prabowo, S., Salundik, Murtini, D., Alifiya, Q., Wihansah, R.R.S. 2024. Evaluation of Acid Value, Free Fatty Acids, and

- Malondialdehyde (MDA) Content in Chevron Fat: *A Pre- and Post-Roasting Comparison*, 12(2). 101-104.
- Shen, Q., Zhang, Z., Emami, S., Chen, J., Bell, J.M.N.M., Taha, A.Y. 2021. Triacylglycerols are preferentially oxidized over free fatty acids in heated soybean oil. *npj Science of Food*, 5(7). 1-11.
- Tsutsuura, S., Matsumoto, M., Sakai, K., Motegi, R., Nishiumi, T. 2024. Long-term storage under pressure in deep sea improved the microbiological safety and physical properties of whale meat. *Heliyon* 10(8). 1-12.
- Tukan, G.D., Nadut, A., Lalong, P.R.F., Sawo, A.E., Tukan, C.J.P., Tukan, C.M.P. 2024. Kajian peminat konsumsi daging paus sperma (*Physeter macrocephalus*) di Kalangan Masyarakat Kabupaten Lembata. *Jurnal Ilmu Kelautan Kepulauan*, 7(2). 1068-1077.
- Sudikan, S.Y., dan Afdholy, N. 2024. Evolution of Whaling Practices among Lamalera Fishermen in Indonesia. *Human Evolution* 39(1-2). 101-113.
- Taum, Y.Y., Sunarti, S., Rahmawati., Syahrul, N., Atisah., Nur M., Kembaren, E.S. 2024. The Death of the Youngest Lamafa: Love and the Struggle for Survival of Whale Hunters in Lamalera. *Journal of Marine and Island Cultures*, 13(3). 160-179.
- Vera, N., Rifqi., Erwanto, Y., Agus, N.A., Utama, D.T., Abidin, M.Z. 2025. Evaluation of physicochemical properties and fatty acid profile on Indonesian local beef tallow and lard using two different rendering methods. *Food Research* 9 (1). 93 – 99.
- Walquist, M.J., Stormo, K., Østerud, B., Elvevoll, E.O., Eilertsen, K.E. 2018. Cold-pressed minke whale oil reduces circulating LDL/VLDL-cholesterol, lipid oxidation and atherogenesis in apolipoprotein E-deficient mice fed a Western-type diet for 13 weeks. *Nutrition & Metabolism*. 15(35).
- Wang, X., & Zheng, Z. 2025. Mechanistic Insights into Fish Spoilage and Integrated Preservation Technologies, *ppl. Sci.* 15(7639). 1-21.
- Yildiz, Y., Alfeen, M.A., Yildiz, B. 2019. Determination of Iodine Value in Triisocetyl Citrate (Citmol-316) by United States Pharmacopeia Hanus Method. *International Journal of Chemistry and Pharmaceutical Sciences*, 7(2). 38–41.
- Yılmaz, E., Uslu, E.K., Toksöz, B. 2020. Structure, Rheological and Sensory Properties of Some Animal Wax Based Oleogels. *Journal of Oleo Science*, 69 (10). 1317-1329.