

Oxidation Parameters of Sardine Oil Extracted from Fish Oil Emulsion

Kristina Haryati^{1*}

¹Program Studi Ilmu Perikanan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Cenderawasih, Jayapura Papua, Indonesia

Article History

Received : December 05th, 2025

Revised : December 21th, 2025

Accepted : December 26th, 2025

*Corresponding Author:

Kristina Haryati, Program Studi Ilmu Perikanan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Cenderawasih Jayapura Papua, Indonesia;
Email:
kristinaharyati40@gmail.com

Abstract: Fish oil contains polyunsaturated fatty acids, so it is made into an emulsion preparation. The emulsifier used must be able to protect the oil during storage. The purpose of this study was to determine the oxidation parameters of sardine fish oil extracted from the emulsion. The research method was divided into 2 stages, namely oil extraction from the emulsion using the Bligh and Bryer methods; oxidation parameter testing carried out included determining the levels of free fatty acids (FFA), peroxide value (PV), acid value (AV), anisidine value (AnV), and total oxidation (Totoks) based on AOCS 1998. The results showed that the highest FFA value was in formula 3:2 followed by formula 1:2, 1:1, and the lowest was in formula 3:1. The highest PV value was in formula 1:2 followed by formula 1:1, 3:2, and the lowest was in formula 3:1. The highest AV value was in formula 3:2 followed by formula 1:2, 1:1, and the lowest was in formula 3:1. The highest AnV and Totoks values were found in formula 1:2 followed by formula 1:1, 3:2, and the lowest was in formula 3:1. These findings indicate that the oil extracted from formula 3:1 has lower oxidation parameter values than the others. Thus, this study indicates that the oxidation parameters of the oil extracted from the emulsion have not met the IFOS standard, and another emulsifier is needed to protect the oil in the form of an emulsion preparation during storage.

Keywords: Bligh and dryer extraction method, emulsion, fish oil, oxidation parameters.

Pendahuluan

Disiplin ilmu gizi dan kimia lipid, minyak ikan dikenal karena konsentrasi asam lemak tak jenuh rantai panjang (PUFA) yang tinggi, termasuk asam eicosapentaenoic (EPA) dan asam docosahexaenoic (DHA), yang diakui memiliki manfaat kesehatan yang signifikan bagi manusia (Apituley *et al.*, 2020; Haetami *et al.*, 2025). Sarden merupakan sumber daya perikanan yang melimpah dan sering digunakan sebagai sumber untuk mengekstrak minyak ikan karena kadar PUFA-nya yang tinggi.

Minyak ikan sangat rentan terhadap oksidasi selama proses pengolahan dan penyimpanan. Terdapat kebutuhan mendesak untuk penelitian tentang karakteristik oksidasi minyak ikan yang bersumber dari sistem emulsi, yang penting untuk mengembangkan metode pengolahan yang didasarkan pada kerangka

ilmiah yang logis dan terorganisir. Investigasi ini didasarkan pada prinsip ilmiah fundamental objektivitas, di mana evaluasi oksidasi minyak ikan dilakukan melalui metrik kimia yang terukur dan terstandarisasi, seperti nilai peroksidasi dan indikator oksidasi sekunder.

Metode pengolahan kontemporer menghasilkan minyak ikan dalam sistem emulsi, baik yang terjadi secara alami maupun yang dibuat melalui formulasi makanan dan nutrasetika. Sistem emulsi ini memiliki sifat antarmuka minyak-air yang rumit yang dapat mempercepat atau memodifikasi proses oksidasi lipid (Tran *et al.*, 2025). Ekstraksi minyak ikan dari emulsi merupakan tahap penting karena dapat menyebabkan kerusakan oksidatif akibat faktor-faktor seperti paparan oksigen, panas, dan perlakuan kimia.

Minyak ikan diubah menjadi emulsi dengan penambahan pengemulsi untuk

mengurangi oksidasi. Emulsi adalah campuran cairan yang mengandung dua cairan yang tidak bercampur: minyak dan air. Secara termodinamika, emulsi tidak stabil karena berpotensi kembali ke fase terpisah minyak dan air. Untuk melindungi minyak selama penyimpanan, emulsi membutuhkan pengemulsi. Emulsi kemudian diproses untuk mengekstrak minyak ikan darinya, sambil memastikan bahwa standar oksidasi tetap sesuai dengan pedoman IFOS.

Teknik ekstraksi yang dipilih didasarkan pada karakteristik bahan dan senyawa spesifik yang akan diekstrak. Seperti yang dicatat oleh Triyanti *et al.*, 2025, metode ekstraksi dapat dikategorikan menjadi dua kelompok berdasarkan suhu yang digunakan: dingin dan panas. Metode ekstraksi dingin terdiri dari maserasi dan perkolasai, sedangkan metode panas meliputi refluks, ekstraksi Soxhlet, infus, dekoksi, distilasi, dan digesti. Selain teknik dingin dan panas, metode ekstraksi modern melibatkan sentrifugasi, ekstraksi superkritis, dan ekstraksi ultrasonik (sonifikasi). Metode tradisional untuk mengekstrak minyak ikan, seperti wet rendering atau ekstraksi pelarut, biasanya membutuhkan panas tinggi atau penggunaan bahan kimia keras, yang dapat merusak integritas kimia PUFA yang rentan terhadap panas dan oksidasi (Pandiangan *et al.*, 2023; Suseno & Listiana, 2020). Sensitivitas ini menimbulkan masalah signifikan dalam menjaga kualitas nutrisi minyak ikan murni.

Baru-baru ini, metode baru dalam pengolahan makanan telah diteliti untuk ekstraksi minyak dari sistem emulsi. Emulsi minyak dalam air adalah sistem dua fase yang distabilkan oleh surfaktan alami atau sintetis (emulsifier) (Setyopratiwi & Hanifah, 2022). Ekstraksi minyak dari emulsi dapat memberikan manfaat, terutama dalam meningkatkan efisiensi pemisahan minyak dari fase air dan padat (Musbah *et al.*, 2018) dan memungkinkan penggunaan suhu yang lebih rendah daripada teknik konvensional.

Peneliti terdahulu telah mengkaji oksidasi minyak ikan secara umum, namun sebagian besar masih berfokus pada minyak ikan hasil pemurnian konvensional atau minyak dalam fase bulk. Informasi ilmiah mengenai perubahan parameter oksidasi minyak ikan sardin setelah diekstraksi dari sistem emulsi masih terbatas.

Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukan pengujian parameter oksidasi pada minyak ikan yang diekstrak dari formula emulsi. Hal ini dilakukan untuk mengetahui *emulsifier* yang digunakan dapat menghambat oksidasi minyak ikan dalam sediaan emulsi.

Bahan dan Metode

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini telah dilakukan selama 1 bulan. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Minyak Ikan Departemen Teknologi Hasil Perairan, Institut Pertanian Bogor.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan yaitu sentrifugasi (PLC Series), timbangan digital (Quattro), stirrer (Coming PC-420 D), kompor listrik, penangas air, spektrofotometer UV-VIS (Agilent 8453), evaporator rotor vacuum Eyela-Japan (CCA-1111, DTC-21), dan alat gelas. Bahan yang digunakan minyak ikan sardin, alkohol 95%, phenolphthalein (PP) (Merck), kalium hidroksida (KOH) (Merck), asam asetat glasial (Merck), kloroform (Merck), kalium iodide (KI) (Merck), akuadest, sodium tiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) (Merck), pati (Merck), trimetilpentana (isooctan) (Merck), p-anisidin (Sigma Aldrich), natrium hidroksida (NaOH) (Merck), kloroform (Merck), metanol (Merck).

Prosedur Penelitian

Ekstraksi Minyak Ikan dari Emulsi

Fase ini menggunakan teknik Bligh dan Dryer dengan rasio kloroform dan metanol yang sama. Kloroform dan metanol digabungkan dan kemudian dimasukkan ke dalam emulsi dengan rasio 1:1. Homogenisasi dilakukan, dan pelarut dihilangkan melalui penguapan. Hasil dari fase ini adalah ekstraksi minyak ikan dari emulsi. Minyak tersebut kemudian diuji untuk indikator oksidasi yang meliputi asam lemak bebas, nilai peroksida, nilai asam, nilai anisidin, dan tingkat oksidasi total.

Tahap Pengujian Parameter Oksidasi Minyak

Pengujian parameter oksidasi yang dilakukan meliputi penentuan kadar asam lemak bebas/FFA, penentuan bilangan peroksida, analisis bilangan asam, analisis nilai anisidin,

dan analisis nilai total oksidasi berdasarkan pada AOCS 1998.

Analisa Data

Analisis data dengan SPSS menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan dilanjutkan dengan Uji Lanjut Duncan.

Hasil dan Pembahasan

Hasil

Parameter oksidasi mengacu pada nilai yang digunakan untuk mengukur tingkat ketengikan atau degradasi oksidatif pada suatu

bahan, terutama minyak dan lemak. Parameter utamanya meliputi asam lemak bebas (FFA), nilai peroksida (PV), bilangan asam (AV), nilai p-anisidin (p-AnV), dan nilai TOTOX. Parameter ini membantu menentukan kualitas dan stabilitas produk. Minyak ikan yang diuji parameter oksidasinya terlebih dahulu diekstraksi menggunakan pelarut untuk memisahkan minyak dari emulsi, kemudia dilanjutkan evaporasi untuk menguapkan pelarut. Data parameter oksidasi minyak hasil ekstraksi dari emulsi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter oksidasi minyak ikan hasil ekstraksi dari emulsi

Perlakuan Formula Emulsi	Parameter Oksidasi				
	FFA (%)	PV (meq/kg)	AV (mg KOH/g)	AnV (meq/kg)	Totoks (meq/kg)
1:1	4.88±0.36 ^b	17.50±0.71 ^c	10.67±0.79 ^b	27.28±2.01 ^b	62.28±0.59 ^c
1:2	7.95±0.37 ^c	34.50±0.71 ^d	17.41±0.79 ^c	31.27±1.16 ^c	100.27±2.58 ^d
3:1	2.82±0.37 ^a	9.50±0.71 ^a	6.18±0.79 ^a	19.69±0.62 ^a	39.69±0.62 ^a
3:2	9.75±0.73 ^d	14.50±0.71 ^b	21.34±1.59 ^a	21.18±0.18 ^d	50.18±1.60 ^b
Minyak E	0.19±0.09 ^b	3.99±0.01 ^a	0.38±0.18 ^a	8.54±1.11 ^a	16.52±1.14 ^a
IFOS	1.50	5.00	3.00	20.00	26.00

Kadar asam lemak bebas (FFA) tertinggi dalam minyak ikan yang diambil dari emulsi yang tercantum dalam Tabel 1 diamati pada formula 3:2, diikuti oleh formula 1:2, dan formula 3:1 memiliki kadar terendah. Bilangan oksidasi (PV) terbesar dari minyak ikan yang bersumber dari emulsi tercatat pada formula 1:2, selanjutnya diikuti oleh formula 1:1 dan 3:2, sedangkan formula 3:1 memiliki nilai PV terkecil. Untuk bilangan asam (AV) minyak ikan yang diekstrak dari emulsi, jumlah tertinggi tercatat pada formula 3:2, diikuti oleh formula 1:2 dan 1:1, dengan AV terendah terlihat pada formula 3:1. Nilai anisidin (AnV) maksimum dari minyak ikan yang diambil dari emulsi tercatat pada formula 1:2, kemudian formula 1:1 dan 3:2, dengan formula 3:1 menunjukkan nilai AnV minimum. Angka oksidasi total (TOTOX) tertinggi untuk minyak ikan yang diekstrak dari emulsi terlihat pada formula 1:2, diikuti oleh formula 1:1 dan 3:2, sedangkan formula 3:1 memiliki nilai PV terendah.

Metrik oksidasi untuk minyak ikan yang diperoleh dari emulsi masih signifikan tinggi dibandingkan dengan minyak E (minyak komersial). Minyak E mengacu pada minyak yang diperoleh dari produk emulsi yang tersedia di pasaran. Metode yang digunakan untuk

mengekstrak minyak E mencerminkan teknik yang diterapkan dalam perlakuan formula untuk mengekstrak minyak dari produk emulsi. Nilai parameter oksidasi keseluruhan untuk minyak yang ditemukan pada Tabel 1 (FFA, PV, AV, AnV, Totox) tidak memenuhi *International Fish Oil Standard* (IFOS), sedangkan minyak E mematuhi standar IFOS bahkan setelah penyimpanan yang lama.

Pembahasan

Asam Lemak Bebas

Emulsi yang dikembangkan dalam penelitian ini disimpan selama 30 hari, kemudian dilakukan ekstraksi untuk mendapatkan minyak dari campuran emulsi, serta menilai sifat oksidasinya. Menyimpan emulsi pada suhu ruangan tidak menjamin integritas fisik dan kimia suatu bahan makanan. Hal ini terjadi karena bakteri dan jamur berbahaya dapat berkembang biak pada suhu tersebut. Penyimpanan dalam jangka waktu lama pada suhu ruangan dapat menyebabkan proliferasi mikroba.

Asam lemak bebas adalah jenis asam lemak yang terdapat dalam minyak yang tidak terikat pada gliserol (Utama dkk., 2020).

Biasanya, asam lemak bebas muncul dari hidrolisis lipid yang terjadi selama oksidasi atau degradasi minyak. Temuan yang ditampilkan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa minyak dengan formula 3:1 memiliki pengukuran FFA terendah. Minyak ikan rentan terhadap oksidasi karena memiliki banyak ikatan rangkap dan terdiri dari asam lemak tak jenuh. Hal ini mendukung apa yang dicatat oleh Untari dkk. (2020) tentang bagaimana jenis asam lemak dalam minyak memengaruhi kualitas dan kerentanannya terhadap pembusukan.

Emulsi tersebut ditempatkan dalam wadah tertutup dan disimpan di lingkungan gelap pada suhu kamar. Akibatnya, hasil analisis FFA tidak sesuai dengan kriteria IFOS. Hal ini menunjukkan bahwa suhu dan durasi penyimpanan memiliki dampak yang cukup besar pada kadar FFA minyak dalam emulsi, karena meskipun dengan pengemulsi, oksidasi tetap akan terjadi. Menurut Liputo dkk. (2024), menyimpan produk emulsi di lingkungan yang lebih dingin dapat menghambat perkembangan mikroba dan memperlambat oksidasi lemak. Rizkyyani dkk. (2020) menyatakan bahwa dengan penyimpanan yang lebih lama, lebih banyak oksigen masuk melalui celah-celah dalam wadah, yang menyebabkan peningkatan tekanan oksigen, yang selanjutnya meningkatkan laju oksidasi asam lemak. Tingkat kelembapan yang lebih tinggi berkorelasi dengan peningkatan oksidasi minyak (Rantawi, 2017).

Bilangan Asam

Nilai peroksida menunjukkan tingkat oksidasi lemak atau minyak, berfungsi sebagai penanda proses oksidasi lipid (Husnah & Nurlela, 2020). Pengukuran ini penting untuk mengevaluasi seberapa banyak minyak telah teroksidasi. Minyak dengan asam lemak tak jenuh rentan terhadap oksidasi oleh oksigen, yang menyebabkan terbentuknya senyawa peroksida. Seperti yang dicatat oleh Octavia dkk. (2023), nilai peroksida yang tinggi menunjukkan bahwa lemak atau minyak telah teroksidasi.

Emulsi disimpan dalam wadah tertutup dan disimpan di tempat gelap pada suhu kamar. Akibatnya, ketika nilai peroksida dianalisis, hasilnya tidak sesuai dengan standar IFOS. Ini menyiratkan bahwa suhu dan durasi penyimpanan sangat memengaruhi nilai peroksida minyak dalam emulsi. Meskipun

pengemulsi membungkus minyak, oksidasi masih dapat terjadi. Hasil yang disajikan dalam Tabel 1 menunjukkan bahwa minyak dari formula 3:1 menunjukkan nilai peroksida terendah. Menurut Evanuarini dkk. (2019), mempertahankan emulsi pada suhu ruang menyebabkan nilai peroksida yang tinggi, yang secara progresif meningkat dalam rentang yang luas. Hal ini menggarisbawahi dampak suhu penyimpanan pada proses oksidasi. Penelitian yang dilakukan oleh Mutsyahidan dkk. (2024) menunjukkan bahwa suhu antara 0°C dan 15°C menghasilkan nilai peroksida terendah, sedangkan pada 45°C, pembentukan peroksida terjadi dengan cepat.

Bilangan Asam

Nilai asam berhubungan dengan kadar asam lemak bebas (FFA) (Rozi dkk., 2016). Ketengikan minyak meningkat karena triasilgliserida (TAG) berubah menjadi asam lemak bebas dan gliserol. Nilai asam yang lebih tinggi menunjukkan lebih banyak asam lemak bebas, yang mungkin berasal dari penguraian minyak atau lemak atau dari pengolahan yang tidak memadai. Selama penyimpanan, minyak dan lemak dapat berubah secara fisik dan kimia karena hidrolisis dan oksidasi. Jumlah asam lemak bebas dalam minyak merupakan indikator kualitas; seiring meningkatnya kadar asam lemak bebas, kualitas keseluruhan menurun (Cahyono dkk., 2022; Lika dkk., 2022).

Emulsi disimpan dalam botol tertutup rapat, disimpan di tempat gelap pada suhu kamar. Akibatnya, hasil uji nilai asam tidak sesuai dengan standar IFOS. Ini menunjukkan bahwa suhu dan durasi penyimpanan sangat memengaruhi nilai asam minyak dalam emulsi. Meskipun ada pengemulsi, oksidasi tetap akan terjadi. Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa minyak dari formula 3:1 memiliki angka asam terendah, meskipun tidak sesuai dengan standar IFOS. Hal ini menunjukkan bahwa angka asam yang lebih tinggi berhubungan dengan jumlah asam lemak bebas yang lebih besar akibat penguraian minyak atau lemak, yang mengindikasikan kualitas minyak yang lebih rendah. Sitorus dkk. (2022) menyebutkan bahwa kerusakan minyak terjadi karena reaksi hidrolisis menjadi asam lemak bebas, dengan angka asam yang lebih tinggi menunjukkan kerusakan yang lebih besar. Lamanya penyimpanan juga dapat

memengaruhi tingkat angka asam pada produk lemak dan minyak. Penyimpanan yang terlalu lama dapat meningkatkan kemungkinan reaksi oksidasi, terutama jika terpapar cahaya (Purwaningsih, 2015).

Nilai Anisidin

P-anisidin adalah zat yang berasal dari oksidasi primer dan berfungsi sebagai penanda oksidasi sekunder dalam minyak. Zat ini muncul dari pemecahan asam lemak, yang menyebabkan transformasi hidroperoksida menjadi aldehida dan keton (Cahyono dkk., 2022). Tingkat P-anisidin yang lebih tinggi menunjukkan peningkatan keberadaan aldehida dalam minyak, menandakan tingkat oksidasi yang signifikan dan penurunan kualitas minyak. Telaumbanua & Utama (2024) menyebutkan bahwa peningkatan kadar P-anisidin berhubungan dengan kemungkinan perkembangan zat berbahaya yang dapat berdampak buruk pada kesehatan, termasuk turunan oksidasi yang dapat bersifat karsinogenik atau berbahaya bagi sistem pencernaan.

Emulsi tersebut disimpan dalam wadah tertutup dan disimpan di tempat gelap pada suhu kamar. Hasilnya, pengujian kadar anisidin menunjukkan bahwa hasilnya tidak sesuai dengan standar IFOS. Hal ini menunjukkan bahwa suhu dan durasi penyimpanan sangat memengaruhi kadar anisidin dalam minyak di dalam emulsi. Bahkan dengan adanya pengemulsi, oksidasi masih dapat terjadi. Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa formula 3:1 memiliki nilai anisidin terendah, meskipun juga gagal memenuhi standar IFOS. Sampel minyak yang diekstrak dari emulsi diyakini memiliki konsentrasi aldehida dan keton yang tinggi karena nilai anisidinnya yang tinggi.

Oksidasi dimulai dengan oksidasi primer, menciptakan nilai peroksida. Peroksida kemudian terurai melalui oksidasi lebih lanjut, membentuk aldehida dan keton (Suseno dkk., 2019). Evanuarini dkk. (2019) menyatakan bahwa peningkatan nilai anisidin menunjukkan bahwa minyak telah mengalami oksidasi yang lebih signifikan. Emulsi yang disimpan dalam kondisi dingin akan mengalami peningkatan produk oksidasi sekunder, tetapi ini terjadi dengan kecepatan yang lebih lambat dibandingkan ketika emulsi disimpan pada suhu ruangan.

Total Oksidasi

O Oksidasi adalah penyebab utama perubahan kimia pada minyak, tetapi faktor lain juga dapat menyebabkan kerusakan minyak dan menghasilkan zat berbahaya. Salah satu cara untuk mengevaluasi stabilitas minyak ikan adalah dengan mengukur total oksidasi. Ketika minyak atau lemak terpapar suhu tinggi, ia dapat menjadi beracun, meningkatkan kemungkinan masalah kesehatan seperti diare, penumpukan lemak di pembuluh darah, kanker, dan pencernaan lemak yang buruk (Pratiwi & Meikapasa, 2025).

Nilai Toksisitas (TOX) bertindak sebagai ukuran untuk tingkat berbagai produk oksidatif primer dan sekunder—seperti hidroperoksida, aldehida, dan keton—yang terbentuk ketika asam lemak tak jenuh ganda terdegradasi dalam kondisi oksidasi yang menguntungkan, seperti panas tinggi, paparan oksigen, cahaya, dan keberadaan senyawa logam (Cahyono et al., 2022). Nilai TOX melacak hidroperoksida dan produk sampingannya, memberikan indikasi oksidasi yang terjadi pada lemak dan minyak. Oksidasi total juga secara luas diakui sebagai ukuran tingkat kerusakan oksidatif pada lemak dan minyak (Suseno et al., 2019). Nilai TOX ini sering digunakan untuk menunjukkan tingkat kerusakan pada lemak atau minyak.

Emulsi disimpan dalam botol tertutup rapat, di ruangan gelap pada suhu normal. Akibatnya, ketika uji oksidasi total dilakukan, hasilnya tidak memenuhi Standar Minyak Ikan Internasional (IFOS). Ini menunjukkan bahwa suhu dan durasi penyimpanan memiliki dampak signifikan pada nilai toks minyak dalam emulsi. Meskipun ada pengemulsi, oksidasi masih terjadi pada minyak. Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa minyak dari formula 3:1 memiliki nilai toks terendah, meskipun tidak mencapai standar IFOS. Nilai toks yang lebih tinggi menunjukkan tingkat kerusakan minyak yang lebih besar (Telaumbanua & Utama, 2024). Nilai toksin yang tinggi berkorelasi dengan tingkat oksidasi minyak yang lebih intens, yang terkait erat dengan penurunan kualitas minyak dan potensi risiko terhadap kesehatan konsumen (Khoirunnisa et al., 2019). Nilai oksidasi yang lebih rendah menunjukkan kualitas minyak yang lebih baik (Rozi et al., 2016), itulah sebabnya nilai toksin sangat penting untuk menilai tingkat

oksidasi dan stabilitas minyak. Total oksidasi meningkat sebanding dengan lamanya minyak ikan disimpan; semakin lama minyak disimpan, semakin besar nilai oksidasi totalnya (Suseno et al., 2019). Nilai oksidasi total dipengaruhi oleh nilai peroksida dan bilangan oksidasi sekunder. Nilai toksin berfungsi untuk mengukur kerusakan oksidatif pada lipid.

Kesimpulan

Parameter oksidasi (FFA, PV, AV, AnV, Totoks) minyak ikan hasil ekstrak dari emulsi dengan nilai terendah yaitu formula 3:1. Nilai parameter oksidasi tersebut walapun rendah namun belum memenuhi standar IFOS. Sediaan emulsi tersebut belum mampu memberikan perlindungan terhadap minyak secara optimal.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada Kepala Laboratorium Minyak Ikan, Departemen Teknologi Hasil Perairan, Institut Pertanian Bogor, atas izin penggunaan Laboratorium, selama kegiatan penelitian hingga selesai.

Referensi

- 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>.
- Cahyono, H., Yulianto, A., Assyfa, N., Fabella, N., & Suseno, S.H. (2022). Kualitas Minyak Ikan dari Hasil Samping, dan Produk (softgel) Minyak Ikan Komersial. *Jurnal Harpodon Borneo*, 15(2). <https://doi.org/10.35334/harpodon.v15i2.125>.
- Evanuarini, H., Nurliyani, N., Indratiningsih, I., & Hastuti, P. (2019). Kestabilan Emulsi dan Oksidasi Low Fat Mayonnaise Menggunakan Kefir sebagai Alternatif Emulsifier . *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 29(1): 83-94. <https://doi.org/10.21776/ub.jiip.2019.029.0.1.10>.
- Haetami, K., Abun, A., Putri, A. D., Willyanissa, F. F., Aldiansyah, A., Sihombing, M. K. T. (2025). Quantitative Analysis of Omega-3 Content in Fish Waste and Its Application as Aquafeed. *Jurnal Biologi Tropis*, 25(2): 2743-2750. <https://doi.org/10.29303/jbt.v25i3.930>.
- Khoirunnisa, Z., Wardana, A. S., & Rauf, R. (2019). Angka Asam dan Peroksida Minyak Jelantah dari Penggorengan Lele Secara Berulang. *Jurnal Kesehatan*, 12(2): 81–90. <https://doi.org/10.23917/jk.v12i2.9764>.
- Lika, L. C. R., Luhntansa, S. S., Blaon, S. B., & Panjaitan, R. S. (2022). Perbandingan Bilangan Asam pada Sampel Minyak Goreng Kemasan dan Curah. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Research*, 2(2): 22-26.
- Liputo, S. A., Une, S., Mutsyahidan, A. M. A., Lodi, S., Ibrahim, N., Tunai, K., Malabali, A. P., & Sari, N. P. (2024). Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Minyak Kelapa Tradisional.. *Prosiding Seminar Nasional Mini Riset Mahasiswa*, 3(1): 72-78.
- Liputo, S.A., Une, S., Mutsyahidan, A.M.A., Lodi, S., Ibrahim, N., Tunai, K., Malabali, A.P., & Sari, N.P. (2024). Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Minyak Kelapa Tradisional.. *Prosiding Seminar Nasional Mini Riset Mahasiswa*, 3(1): 72-78.
- Musbah, M., Am, R. F., Adel, Y. S., & Muliadin, M. (2018). Emulsi Kaya Omega-3 dan Squalen dari Kombinasi Minyak Ikan Sardin dan Cucut. *Jurnal Pengolahan Perikanan*, 3(1): 16-21. <https://doi.org/10.31970/pangan.v3i1.8>.
- Mutsyahidan, A. M. A., Liputo, S. A., Une, S., Isima, R., Podungge, F. F., Nurdin, D., Djama, A., & Nurdin, A. (2024). Pengaruh Suhu Penyimpanan Terhadap Mayonnaise Low-Kolesterol Berbahan Dasar Minyak Kanola (CO) Dengan Virgin Coconut Oil (VCO). *Prosiding Smeinar Nasional Mini Riset Mahasiswa*, 3(1): 85-95.
- Octavia, W., Putri, S. K., & Wulansari, A. (2023). Analisis Kimia Minyak Goreng Bekas Pedagang Gorengan Dengan Metode Deep Frying di Lingkungan Perguruan Tinggi Swasta Kota Jambi. *Jurnal Diskursus Ilmiah Kesehatan*, 1(2): 79-87. <https://doi.org/10.56303/jdik.v1i2.161>

- Pandiangan, M., Daniela, C., Sihombing, D. R., & Daeli, W. K. (2023). Komposisi Kandungan Asam Lemak pada Minyak Ikan Sarden (*Sardinella sp.*). *Jurnal Riset Teknologi Pangan Dan Hasil Pertanian (RETIPA)*, 4(1): 1-7. <https://doi.org/10.54367/retipa.vi.3170>.
- Pratiwi, N. P. C., & Meikapasa, N. W. P. (2025). Analisis Total Oxidation Value Minyak Goreng Bekas pada Beberapa Produk Olahan Pangan Di Pasaran. *Jurnal Teknologi dan Mutu Pangan*, 3(2): 88-95. <https://doi.org/10.30812/jtmp.v3i2.4782>.
- Purwaningsih, I. (2012). Perbandingan Kadar Bilangan Asam Minyak Goreng Sawit Curah Yang Ditambahkan Ekstrak Wortel Dengan Yang Tidak. *Jurnal Vokasi Kesehatan*, 1(2): 59-63. <https://doi.org/10.30602/jvk.v1i2.15>.
- Rantawi, A. B. (2017). Korelasi Kadar Air Pada Kernel Terhadap Mutu Kadar Asam Lemak Bebas Produk Palm Kernel Oil Yang Dihasilkan. *Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi*, 13(1): 27–32. <https://doi.org/10.53912/iejm.v6i1.156>.
- Rizkyani, P., Khusna, A., Hilmi, M., Khirzin, M. H., & Triasih, D. (2020). Pengaruh Lama Penyimpanan Dengan Berbagai Bahan Penstabil Terhadap Kualitas Mayonnaise. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Tropis*, 7(1): 52-58. <http://dx.doi.org/10.33772/jitro.v7i1.8381>.
- Rozi, A., Suseno, S. H., & Jacoeb, A. M. (2016). Ekstraksi dan Karakterisasi Minyak Hati Cucut Pisang. *JPHPI*, 19(2): 100-109. <https://doi.org/10.17844/jphpi.2016.19.2.100>.
- Setyopratwi, A., Titiek, H., & Hanifah, U. (2022). Formulasi Dan Stabilitas Mikroemulsi Minyak Dalam Air Dengan Virgin Coconut Oil (VCO) sebagai Fase Minyak Menggunakan Metode Emulsifikasi. *Prosiding Seminar Nasional Kimia*, 108-123.
- Sitorus, S., Bagus, I., Parta, B., & Ruswanto, A. (2022). Pembuatan Margarin Dari Lemak Cokelat Yang Disubstitusi Dengan Minyak Sawit Merah. *JBFT*, 1(2): 113–123. <https://doi.org/10.55180/biofoodtech.v1i02.279>.
- Suseno, S. H., Jacoeb, A. M., & Abdulatip, D. (2019). Stabilitas Minyak Ikan Komersial (Soft Gel) Impor Di Beberapa Wilayah Jawa Timur. *JPHPI*, 22(3): 589-600. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v22i3.29229>.
- Suseno, S. H., & Listiana, D. (2020). Ekstraksi Wet Rendering Minyak Ikan Layang (*Decapterus macarellus*) Dengan Suhu Rendah. *JPHPI*, 23(3): 495-502. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v23i3.32629>.
- Telaumbanua, M. C., & Utama, Q. D. (2024). Pengaruh Lama Pemanasan Pada Penurunan Kualitas Mutu Minyak Goreng Sawit Komersil. *Jurnal Teknologi dan Mutu Pangan*, 2(2): 117-125. <https://doi.org/10.30812/jtmp.v2i2.3751>.
- Tran, T., Tsekeridis, C., Hasyyati, F. I., Yesiltas, B., Mendes, A. C., Chronakis, I. S. C., Berton-Carabin, C., Bordallo, H. N., Schroën, K., & Jacobsen, C. (2025). Lipid Oxidation of Fish Oil-in-Water Pickering Emulsions Stabilized With Protein-Based Janus Particles. *European Journal Of Lipid Science and Technology*, 1-13. <https://doi.org/10.1002/ejlt.70065>.
- Triyanti, S. B., Lestari, F. P., Anisa, P., Fitriana, N., Rostiana, H. R., Silalahi, D. D., Syalsabina, T. D., Putri, R. Y., & Saputra, I. S. (2025). Pengaruh Metode Ekstraksi Maserasi , Sonikasi , Dan Sokletasi Terhadap Nilai Rendemen Sampel Kulit Buah Naga (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Sains dan Edukasi Sains*, 8(1): 71-78. <https://doi.org/10.24246/juses.v8i1p71-78>.
- Untari, B., Miksusanti, & Ainna, A. (2020). Penentuan Kadar Asam Lemak Bebas Dan Kandungan Jenis Asam Lemak Dalam Minyak Yang Dipanaskan Dengan Metode Titrasi Asam Basa Dan Kromatografi Gas. *Jurnal Ilmiah Bakti Farmasi*, 1(1): 1-10. <https://ejournal.stifibp.ac.id/index.php/jibf/article/view/58>.
- Utama, Q. D., Sitanggang, A. B., Adawiyah, D. R., & Hariyadi, P. (2020). Lipase-Catalyzed Synthesis Of Medium-Long-Medium-Type Of Structured Lipids From Refined Bleached Deodorized Olein. *Applied Food Biotechnology*, 7(2): 85-94. <https://doi.org/10.22037/afb.v7i2.26807>.