

PEMURNIAN MINYAK IKAN SARDIN (*Sardinella sp.*) HASIL SAMPING PENEPUNGAN DARI BALI

Kristina Haryati^{1*}, Irja Sepriyanto Jenmau², Yohana Yana Sinaga¹, Irfan Wandikbo¹

¹ Program Studi Ilmu Perikanan, Jurusan Ilmu Kelautan dan Perikanan, FMIPA Universitas Cenderawasih, Jln. Kamp. Wolker, Waena, Papua

² Program Studi Pendidikan Kimia, Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, FKIP Universitas Cenderawasih, Jln. Raya Abepura, Papua

*e-mail korespondensi: kristinaharyati40@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

Diterima : 21 Oktober 2024
Disetujui : 30 November 2024
Terbit Online : 5 Desember 2024

Kata Kunci:

Minyak Ikan, Pemurnian Minyak Ikan, Pengujian Minyak Ikan, Sardin atau Ikan Lemuru

ABSTRAK

Ikan sardin atau lemuru adalah kelompok dari ikan pelagis yang banyak dijumpai di perairan Selat Bali. Ikan ini dimanfaatkan dalam industri pengalengan maupun industri penepungan, dimana hasil samping pengolahan tersebut menghasilkan limbah berupa minyak ikan. Minyak ikan yang dihasilkan dapat dimanfaatkan kembali, namun memiliki kualitas yang rendah dikarenakan banyaknya komponen pengotor (asam lemak bebas, bilangan peroksida dan sebagainya), sehingga perlu dilakukan pemurnian. Tahapan pemurnian yang dilakukan meliputi *degguming*, netralisasi, dan *bleaching*. Tahapan *degguming* dilakukan untuk menghilangkan senyawa berlendir atau fosfatida dengan menggunakan asam sitrat, tahapan netralisasi untuk menghilangkan asam lemak bebas yang direaksikan dengan NaOH, tahapan *bleaching* untuk memperbaiki warna dan menghilangkan komponen pengotor yang tidak hilang saat tahapan netralisasi menggunakan magnesol XL. Pengujian parameter oksidasi yang dilakukan meliputi pengujian kadar asam lemak bebas (FFA), bilangan peroksida (PV), bilangan asam (AV), nilai anisidin (AnV), dan total oksidasi (Totox). Hasil menunjukkan bahwa terjadi penurunan nilai parameter oksidasi setelah dilakukan pemurnian yaitu FFA 0,17%; PV 3,99 meq/kg; AV 0,38 mg KOH/g; AnV 8,54 meq/kg; Totox 16,52 meq/kg. Dengan demikian, disimpulkan bahwa serangkaian teknik pemurnian dapat menurunkan nilai parameter oksidasi minyak ikan kasar sehingga memenuhi *International Fish Oil Standard* (IFOS).

PENDAHULUAN

Ikan sardin atau lemuru adalah salah satu kelompok dari ikan pelagis selain tongkol, layang, dan ikan kembung yang banyak dijumpai dan mendominasi perairan Selat Bali karena merupakan sumber pendapatan nelayan sehingga bernilai ekonomis karena sebagai penyedia bahan baku industri pengolahan (Wijaya & Priyono, 2019) Provinsi Bali mengalami penurunan produksi perikanan sebesar 7.723 ton di tahun 2023 (BPS Provinsi Bali, 2022). Pada tahun 2015, produksi perikanan tangkap untuk ikan lemuru sebanyak 18.316 ton (Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Bali, 2015). Dengan adanya produksi tangkap,

selanjutnya ikan lemuru akan diolah yang tentunya akan menghasilkan limbah. Limbah yang dihasilkan dari hasil samping pengolahan memiliki kualitas yang rendah namun masih memiliki nilai tambah (*added value*). Sebanyak 20-30 ton ikan lemuru atau sardin yang dimanfaatkan dalam industri pengolahan ikan, kan menghasilkan 15-20% minyak (Suseno *et al.*, 2015^b).

Wiyono (2011) menambahkan bahwa sebanyak 1.000 kg ikan lemuru, menghasilkan 230 kg tepung ikan dan 200 kg minyak ikan. Minyak ikan yang dihasilkan ternyata masih mengandung pengotor dan senyawa pemicu reaksi oksidasi yang menyebabkan terjadinya reaksi oksidasi. Selain itu, tingginya kandungan asam lemak pada minyak ikan lemuru, menyebabkan minyak tersebut mudah

mengalami oksidasi dan tengik, baik karena adanya aktivitas mikrobiologis maupun autolisis. Kualitasnya yang rendah, pemanfaatan minyak hasil samping untuk bidang pangan dan farmasi masih terbatas dan biasanya hanya dimanfaatkan untuk pakan ternak, sehingga perlu dilakukan pemurnian minyak ikan untuk mengurangi komponen oksidasi (asam lemak bebas, bilangan peroksida, dan sebagainya) yang tidak diinginkan pada produk akhir minyak ikan murni.

Proses pemurnian menurut Suseno *et al.* (2015^b) dibagi menjadi 2 yaitu *passive process* dan *active process (depth filter)*. *Passive process* bertujuan memisahkan *soap sock*, partikel padat dan pengotor lainnya menggunakan sentrifuse dan kertas saring. Sedangkan *active process* bertujuan menghilangkan komponen pengotor yang masih terdapat pada minyak menggunakan adsorben. Tahapan pemurnian minyak dibagi menjadi 3 yaitu *degumming*, netralisasi, dan *bleaching*. *Degumming* merupakan proses pemisahan pengotor berupa lendir yang terdiri dari fosfatida, protein, karbohidrat, air, dan resin (Mayalibit *et al.*, 2019). Proses *degumming* dibagi menjadi 3 yaitu menggunakan asam, basa, dan garam-garam mineral. Asam yang umumnya digunakan pada tahapan *degumming* yaitu asam fosfat dan asam sitrat (Nurjanah *et al.*, 2016). Tahap netralisasi merupakan tahapan untuk mengurangi kadar asam lemak bebas, bau, dan warna pada minyak yang dilakukan dengan cara mereaksikan asam lemak bebas dan basa (Purnamayati *et al.*, 2023). Tahap *bleaching* merupakan tahapan untuk memperbaiki warna minyak menggunakan adsorben (Bahri, 2014; Suseno, Nurjanah, et al., 2014; Suseno, Tambunan, et al., 2014; Feryana et al., 2014). Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kualitas minyak dari hasil pengujian parameter oksidasi sehingga minyak ikan yang dihasilkan dapat diaplikasikan lebih lanjut.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini telah dilakukan selama 1 bulan. Sampel minyak ikan sardin atau lemuru (dari Bali). Pemurnian minyak ikan dilakukan di Laboratorium Minyak Ikan Departemen Teknologi Hasil Perairan, Institut Pertanian Bogor.

Alat

Alat yang digunakan yaitu sentrifugasi (*PLC Series*), timbangan digital (*Quattro*), stirrer (*Coming PC-420 D*), kompor listrik, penangas air, spektrofotometer UV-VIS (*Agilent 8453*), alat gelas.

Bahan

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 (isooktan) (*Merck*), p-anisidin (*Sigma Aldrich*), natrium hidroksida (NaOH) (*Merck*), asam sitrat, dan magnesol XL.

Tahap Pemurnian

Pemurnian yang dilakukan dibagi menjadi 3 tahapan yaitu *degumming*, netralisasi, dan *bleaching* (Suseno *et al.*, 2020). Tahapan *degumming* merupakan tahapan untuk menghilangkan lendir/gum pada minyak ikan, tahapan netralisasi untuk menghilangkan komponen pengotor lainnya yang tidak hilang pada tahapan *degumming*, tahapan *bleaching/ pemucatan* untuk menghilangkan komponen polar lainnya yang tidak dapat dihilangkan pada tahapan netralisasi. Proses pemurnian yaitu 100 mL minyak ikan dipanaskan pada suhu 50°C; kemudian dilanjutkan proses *degumming* dengan penambahan 2 mL air lalu dihomogenkan; selanjutnya tahap netralisasi dengan penambahan kaustik soda (NaOH) lalu homogenkan dan pisahkan minyak dari komponen pengotor; tahapan *bleaching* dilakukan dengan menambahkan magnesol XL 5% (b/v) pada minyak lalu homogenkan dan pisahkan minyak dari komponen pengotor. Hasil akhir diperoleh minyak ikan yang telah dimurnikan.

Tahap Pengujian

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

Tabel 1. Parameter oksidasi minyak ikan

Parameter	FFA (%)	PV (meq/kg)	AV (mg KOH/g)	AnV (meq/kg)	TOTOX (meq/kg)
Minyak Kasar	13,85±0,36 ^b	46,25±0,35 ^d	27,56±0,72 ^c	27,55±0,13 ^d	120,05±0,83 ^e
Minyak Murni	0,19±0,09 ^a	3,99±0,01 ^a	0,38±0,18 ^a	8,54±1,11 ^a	16,52±1,14 ^b
IFOS (2014)	1,50	5,00	3,00	20,00	26,00

Ket: Hasil *superscript* yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan nyata ($p < 0,05$).

Nilai asam lemak bebas menunjukkan hasil berbeda nyata antara minyak kasar dan minyak murni. Minyak kasar memiliki nilai kadar FFA tertinggi yaitu sebesar 13,85%. Namun setelah dilakukan pemurnian, maka terjadi penurunan kadar FFA pada minyak tersebut menjadi 0,19%. Minyak kasar memiliki konsentrasi peroksida 46,25 meq/kg. Namun, setelah pemurnian, tingkat peroksida minyak turun menjadi 3,99 meq/kg. Minyak kasar memiliki tingkat asam yang sangat tinggi, 27,56 mg KOH/g, dan tidak memenuhi IFOS (2014). Ini karena minyak belum dimurnikan, sehingga bilangan asamnya lebih tinggi yang sebanding dengan persentase asam lemak bebas. Namun, setelah pemurnian, jumlah asam pada minyak turun menjadi 0,38 mg KOH/g. Nilai anisidin minyak kasar sangat tinggi, sebesar 27,55 meq/kg. Namun setelah dilakukan pemurnian, terjadi penurunan nilai anisidin menjadi 8,54 meq/kg. Nilai total oksidasi pada minyak kasar sangat tinggi yaitu 120,05 meq/kg. Namun, nilai oksidasi total minyak turun menjadi 16,52 meq/kg setelah pemurnian.

Kadar Asam Lemak Bebas (FFA)

Hidrolisis adalah proses penguraian lemak atau trigliserida oleh molekul air yang dapat membentuk gliserol dan asam lemak bebas. Suhu yang tinggi, air, keasaman, dan katalis (enzim) akan mempercepat proses hidrolisis tersebut (Insani et al., 2017). Nilai asam lemak bebas menunjukkan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas minyak ikan dapat dilihat dengan cara menghitung parameter oksidasi seperti nilai asam lemak bebas (FFA), bilangan peroksida (PV), bilangan asam (AV), nilai anisidin (AnV), dan bilangan oksidasi (Totox). Nilai parameter oksidasi minyak dapat di lihat pada Tabel 1.

jumlah asam lemak yang bukan trigliserida. Salah satu faktor yang menentukan kualitas minyak adalah nilai asam lemak bebas, yang menunjukkan jumlah asam lemak yang tidak terdiri dari trigliserida. Nilai asam lemak bebas yang lebih tinggi menunjukkan bahwa minyak tersebut memiliki kualitas yang kurang baik. Karena asam lemak bebas di dalam minyak lebih mudah teroksidasi daripada esternya, nilai asam lemak bebas ini dapat menjadi indikator awal kerusakan lemak (Jacoeb et al., 2020; Nurjanah et al., 2015). Minyak ikan masih mengandung banyak bahan pengotor, sehingga menyebabkan kadar FFA yang tinggi (Suryani et al., 2016). Tingkat asam lemak bebas yang lebih tinggi menunjukkan kualitas minyak yang lebih rendah, karena asam lemak bebas menghasilkan rasa yang tidak enak pada minyak. Suhu, konsentrasi oksigen, logam, aktivitas air, antioksidan, dan katalis mempengaruhi oksidasi asam lemak bebas, yang sangat bergantung pada jumlah ikatan rangkap (Suseno et al., 2018)

Serangkaian pemurnian yang dilakukan terdiri dari *degumming*, netralisasi, dan *bleaching*. Senyawa fosfatida yang dapat dihidratasi hilang sebagai akibat dari proses *degumming* (Kulkarni et al., 2014). Pada tahap netralisasi, asam lemak bebas direaksi dengan basa (NaOH). Berdasarkan hasil penelitian Suseno et al., (2015), kadar FFA dapat turun menjadi 1,25% dan residu FFA sampai 90,77%. Menurut Srimati et al., (2015), *bleaching* adalah proses memperbaiki warna minyak dengan menggunakan adsorben alami dan sintetis. Pada

penelitian, jenis adsorben yang digunakan yaitu Magnesol XL.

Magnesol XL mengurangi jumlah FFA karena dapat menyerap komponen pengotor minyak. Penambahan adsorben magnesol XL menyerap FFA dari minyak dan menghilangkan zat yang tidak diinginkan, seperti pengotor, dari minyak ikan (Ayu et al., 2022). Bahri (2014) juga mengatakan bahwa dalam kondisi di mana tidak ada keseimbangan antara adsorben dan volume minyak yang dipucatkan, kadar FFA akan meningkat.

Bilangan Peroksida (PV)

Semakin banyak peroksida dalam minyak ikan, semakin buruk kualitasnya (Pandiangan et al., 2020). Hal ini dikarenakan minyak tersebut belum dimurnikan, jumlah peroksida yang tinggi tidak memenuhi persyaratan IFOS (2014). Karena pemanasan, terjadi oksidasi antara minyak dengan oksigen dan hidrogen, yang menghasilkan tingkat oksidasi sebagai produk utama dari proses pemanasan, sehingga bilangan peroksida menunjukkan bahwa minyak tersebut sangat rentan terhadap kerusakan (Alkaff & Nurlela, 2020)

Menurut Haryani et al., (2023) suhu membantu mempercepat proses oksidasi minyak ikan dengan menghasilkan senyawa hidroperoksida, yang dihitung sebagai bilangan peroksida. Adanya gugus hidrogen-silanol pada adsorben memungkinkannya menyerap senyawa peroksida, yang mengakibatkan penurunan jumlah peroksida. Selain itu, penyerapan peroksida oleh magnesol XL dipengaruhi oleh suhu. Dengan menggunakan kombinasi adsorben, magnesol XL dapat menurunkan jumlah peroksida menjadi 4,40 meq/kg (Suseno et al., 2015^a) atau 36,92% (Suseno et al., 2015^b)

Bilangan Asam

Nilai bilangan asam minyak berbanding lurus dengan nilai persentase asam lemak bebas; nilai bilangan asam diperoleh dengan perkalian konstanta 1,99 dengan nilai asam lemak bebas. Minyak kasar memiliki tingkat asam karena minyak belum dimurnikan, sehingga bilangan asamnya lebih tinggi yang sebanding dengan persentase

asam lemak bebas. Asam lemak bebas yang terbentuk dalam jumlah besar menunjukkan hidrolisis minyak atau kegagalan proses pengolahan (Dewita et al., 2020). Namun, setelah pemurnian, jumlah asam pada minyak mengalami penurunan. Penemuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Suseno et al., 2015^b) di mana jumlah asam yang dihasilkan setelah pemurnian adalah 0,67 mg KOH/g. Jumlah bilangan asam tersebut dapat berkurang sebagai akibat dari proses atau tahapan *bleaching*, di mana proses adsorpsi menjadi lebih baik jika luas adsorben semakin kecil, sehingga permukaan adsorpsi menjadi lebih besar. Dengan peningkatan jumlah KOH yang digunakan untuk menetralkan asam lemak bebas, terjadi peningkatan jumlah asam (Chasani et al., 2014). Selain itu, berdasarkan Andina (2014), pemanasan juga mengubah komposisi minyak dan struktur kimia bahan penyusunnya. Akibatnya, bilangan asam berubah.

Nilai Anisidin (AnV)

Dekomposisi senyawa hidroperoksida menghasilkan nilai p-anisidin, yang dapat menghasilkan senyawa seperti aldehida, keton, komponen hidroksi, lakton, hidrokarbon, dienal, epoksida, dan polimer atau monomer lainnya yang dioksidasi lebih lanjut. Dalam penelitian ini, nilai anisidin minyak kasar sangat tinggi, sebesar 27,55 meq/kg. Hasil tersebut sebanding dengan nilai anisidin minyak lemuru kasar, yang dilaporkan oleh Suseno et al., (2015)^a sebesar 31,79 meq/kg. Karena minyak tersebut belum dimurnikan, konsentrasi anisidin yang tinggi tidak memenuhi persyaratan IFOS (2014). Oksidasi lanjut akan menghasilkan senyawa aldehid dan keton yang tinggi, disebabkan oleh komponen senyawa hidroperoksida yang tinggi pada oksidasi primer (Feryana et al., 2014). Hal ini menyebabkan anisidin yang tinggi. Menurut Aprillia et al., (2023), tahap pemurnian dengan volume pemurnian yang lebih tinggi menyebabkan bilangan p-anisidin yang lebih rendah, sehingga pengadukan sempurna antara minyak ikan dan magnesol XL tercapai.

Total Oksidasi (Totox)

Nilai totox menunjukkan kualitas minyak ikan secara keseluruhan dari parameter oksidasi

primer dan sekunder. Nilai ini diperoleh dengan menjumlahkan nilai peroksida dengan nilai anisidin untuk mendapatkan jumlah total oksidasi primer dan sekunder. Selain itu, total oksidasi digunakan untuk mengukur kecepatan deteriorisasi minyak dan memberikan informasi tentang pembentukan produk primer dan sekunder oksidasi. Jumlah total oksidasi dapat digunakan untuk mengetahui seberapa parah kerusakan minyak. Nilai total oksidasi pada minyak kasar sangat tinggi karena minyak tersebut belum dimurnikan, tingkat oksidasi yang tinggi tidak memenuhi persyaratan IFOS (2014). Nilai totox minyak lemuru kasar adalah 31,79 meq/kg, sedangkan nilai totox minyak ikan sardin kasar adalah 30,65 meq/kg (Suseno *et al.*, 2014^b). Nilai total oksidasi menurun sebagai akibat dari penurunan nilai oksidasi primer dan sekunder, dan sebaliknya (Bija *et al.*, 2017)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa minyak ikan kasar masih mengandung komponen pengotor sehingga memiliki parameter oksidasi yang tinggi. Namun setelah dilakukan pemurnian, maka parameter oksidasi yang dihasilkan mengalami penurunan dan memenuhi *International Fish Oil Standard* (IFOS 2014).

DAFTAR PUSTAKA

- Alkaff, H., & Nurlela, N. (2020). Analisa bilangan peroksida terhadap kualitas minyak goreng sebelum dan sesudah dipakai berulang. *Jurnal Redoks*, 5(1), 65. <https://doi.org/10.31851/redoks.v5i1.4129>
- Andina, L. (2014). Studi penggunaan spektrofotometri inframerah dan kemometrika pada penentuan bilangan asam dan bilangan iodium minyak goreng curah. *Jurnal Media Farmasi*, 11(2), 108–119. <http://journal.uad.ac.id/index.php/Media-Farmasi/article/view/1871/1228>
- [AOCS] American Oil Chemist Society. 1998. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemist Society. 5th ed. Champaign: AOCS Press
- Aprillia, A. C., Suseno, S. H., & Ibrahim, B. (2023). Peningkatan volume pemurnian minyak ikan tuna (*Thunnus sp.*) dari hasil samping pengalengan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 26(1), 39–53. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v26i1.43786>
- Ayu, D. F., Sihombing, A. T. E., & Diharmi, A. (2022). Purification of catfish oil with addition of magnesol adsorbent in mayonnaise. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 25(1), 143–151. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v25i1.37998>
- Bahri, S. (2014). Pengaruh adsorben bentonit terhadap kualitas pemucatan minyak inti sawit. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 25(1), 63–69.
- Bija, S., Suseno, S. H., & Uju, U. (2017). Purification of sardin fish oil through degumming and neutralization. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(1), 143. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v20i1.16501>
- [BPS] Badan Pusat Statistik Provinsi Bali. 2022. Produksi Perikanan Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Bali (Ton) 2020-2022. <https://bali.bps.go.id/indicator/56/234/1/produksi-perikanan-menurut-kabupaten-kota-di-provinsi-bali.html>. Diakses: 17 Mei 2024.
- Chasani, M., Nursalim, V. H., Widyaningsih, S., Budiasih, I. ., & Kurniawan, W. . (2014). Sintesis, pemurnian dan karakterisasi Metil Ester Sulfonat (MES) sebagai bahan inti deterjen dari minyak biji nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L). *Molekul*, 9(1), 63–72. <https://doi.org/10.20884/1.jm.2014.9.1.151>
- Dewita, Syahrul, Hidayat, T., & Fauzi, M. (2020). Chemical characteristics of encapsulated fish oil from pangasius and shark with the addition of red palm oil. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 23(2), 342–351. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v23i2.32365>
- Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Bali. 2015. Statistik Perikanan Tangkap Tahun 2015. <https://diskelkan.baliprov.go.id/data-dan-statistik/>. Diakses: 17 Mei 2024.

- Feryana, I.W.K., & Suseno, S. H., & Nurjanah. (2014). Pemurnian minyak ikan makerel hasil samping penepungan dengan netralisasi alkali. *JPHPI*, 17(3), 207–214.
- Haryani, F. R., Hambali, E., Ika, D., & Kartika, A. (2023). Pengaruh kondisi proses transesterifikasi menggunakan metode sonikasi terhadap rendemen dan mutu etil ester minyak ikan. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 32(1), 32–40. <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2023.33.1.32>
- [IFOS] International Fish Oils Standard. 2014. Fish oil purity standards. Tersedia pada:<http://www.omegavia.com/best-fish-oil-supplement-3/>
- Insani, S. A., Suseno, S. H., & Jacob, A. M. (2017). Karakteristik squalen minyak hati ikan cucut hasil produksi industri rumah tangga, Pelabuhan Ratu. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(3), 494–504. journal.ipb.ac.id/index.php/jphpi
- Jacob, A. M., Nurjanah, Hidayat, T., & Perdiansyah, R. (2020). Chemical composition and fatty acid profile in hairtail fish during chilling storage. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 23(1), 147–157. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v23i1.31057>
- Kulkarni, V., Jain, S., Khatri, F., & Vijayakumar, T. (2014). Degumming of *Pongamia pinnata* by acid and water degumming methods. *International Journal of ChemTech Research*, 6(8), 3969–3978.
- Mayalibit, A. P., Sarungallo, Z. L., & Paiki, S. N. (2019). The effect of degumming process using citric acid on the quality of red fruit oil (*Pandanus conoideus* Lamk.). *Agritechnology*, 2(1), 23–31.
- Nurjanah, S., Zain, S., Rosalinda, S., & Fajri, I. (2016). Kajian pengaruh dua metode pemurnian terhadap kerjernihan dan kadar patchouli alcohol minyak nilam (patchouly oil) asal Sumedang. *Jurnal Teknotan*, 10(1), 24–29. <https://doi.org/10.24198/jt.vol10n1.4>
- Nurjanah, Suseno, S. H., Hidayat, T., Paramudhita, P. S., Ekawati, Y., & Arifianto, T. B. (2015). Changes in nutritional composition of skipjack (Katsuwonus pelamis) due to frying process. *International Food Research Journal*, 22(5), 2093–2102.
- Pandiangan, M., Kaban, J., Wirjosentono, B., & Silalahi, J. (2020). Analisis asam lemak omega 3 dan 6 pada minyak ikan lele secara GC-FID. *Jurnal Riset Teknologi Pangan Dan Hasil Pertanian (RETIPA)*, 1, 22–29. <https://doi.org/10.54367/retipa.v1i1.908>
- Purnamayati, L., Istianisa, W., Sumardianto, & Suharto, S. (2023). Refining of tilapia (*Oreochromis niloticus*) viscera oil with different sodium hydroxide concentrations. *Food Research*, 7(4), 106–113. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.7\(4\).863](https://doi.org/10.26656/fr.2017.7(4).863)
- Srimiati, 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>
- Suryani, E., Susanto, W. H., & Wijayanti, N. (2016). Physical and chemical characteristic of peanut oil (*Arachis hypogaea*) after bleaching (study adsorbent combination and process time). *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 4(1), 120–126.
- ^aSuseno, S. H., Nurjanah, Jacob, A. M., & Saraswati. (2014). Purification of *Sardinilla* 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>
- ^bSuseno, S. H., Tambunan, J. E., Ibrahim, B., & Izaki, A. F. (2014). Improving the quality of sardin oil (*Sardinilla* sp.) from Pekalongan-Indonesia using centrifugation and adsorbents (attapulgit, bentonite and zeolite). *Advance Journal of Food Science and Technology*, 6(5), 622–628. <https://doi.org/10.19026/ajfst.6.85>
- ^aSuseno, S. H., Fitriana, N., Jacob, A. M., & Saraswati. (2015). Optimization of sardin oil neutralization process from fish meal industry by-product. *Oriental Journal of Chemistry*, 31(4), 2507–2514.

- <https://doi.org/10.13005/ojc/310487>
- ^bSuseno, S. H., Yang, T. A., bt Wan Abdullah, W. N., & Saraswati. (2015). Physicochemical characteristics and quality parameters of alkali-refined lemuru oil from Banyuwangi, Indonesia. *Pakistan Journal of Nutrition*, 14(2), 107–111.
<https://doi.org/10.3923/pjn.2015.107.111>
- Suseno, S. H., Jacoeb, A. M., Yocinta, H. P., & Kamini. (2018). Kualitas minyak ikan komersial (softgel) impor di wilayah Jawa Tengah. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(3), 556–564. journal.ipb.ac.id/index.php/jphpi
- Suseno, S. H., Rizkon, A. K., Jacoeb, A. M., Nurjanah, N., & Supinah, P. (2020). Ekstraksi dry rendering dan karakterisasi minyak ikan patin (*Pangasius sp.*) hasil samping industri filet di Lampung. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 23(1), 38–46.
<https://doi.org/10.17844/jphpi.v23i1.30722>
- Wijaya, A., & Priyono, B. (2019). Pola hubungan kondisi perairan dan produksi perikanan lemuru di Selat Bali menggunakan citra satelit. *Seminar Nasional Ke-1 Fakultas Perikanan, Universitas Muhammadiyah Kupang, May*, 155–161.
- Wiyono B. 2011. Model Dinamis Perikanan Lemuru (*Sardinlla lemuru*) di Selat Bali. [Tesis]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.