KARAKTERISTIK MINYAK IKAN LEMURU YANG DISIMPAN SELAMA 30 HARI PADA SUHU RENDAH (5°C)

Aulia Andhikawati^{1*}, Rega Permana¹, Nora Akbarsyah¹, Pringgo K. D. N. Y. Putra¹

¹Program Studi Perikanan, PSDKU UNPAD Pangandaran

*Korespondensi: aulia.andhikawati@unpad.ac.id

ABSTRAK

Ikan air laut merupakan ikan yang mengandung asam lemak lebih tinggi dibandingkan dengan ikan air tawar. Salah satu ikan air laut yang memiliki potensi kandungan asam lemak tinggi yaitu ikan lemuru. Asam lemak yang terkandung dalam ikan lemuru tergolong dalam asam lemak tak jenuh (ω -3). Potensi asam lemak tak jenuh ini dapat dimanfaatkan sebagai asupan tambahan zat gizi bagi tubuh. Minyak ikan dapat dimanfaatkan jika sudah diekstrak dari seluruh bagian ikan. Salah satu metode ekstraksi minyak ikan yang digunakan yaitu rendering basah (*wet rendering*). Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui karakteristik minyak ikan lemuru yang disimpan selama 30 hari pada suhu rendah (5 °C). Bahan baku yang digunakan yaitu ikan lemuru (*Sardinella lemuru*). Analisis parameter yang diamati selama penyimpanan minyak ikan lemuru yaitu profil asam lemak, bilangan peroksida dan nilai organoleptik pada warna dan aroma. Data dianalisa menggunakan analisa ragam (ANOVA), dan uji lanjut dengan BNJ, sedangkan uji organoleptik dianalisa dengan uji Kruskal Wallis dan *Multiple Comparison*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik minyak ikan lemuru memiliki 11 profil asam lemak yang terdiri dari kelompok SAFA (5 jenis), PUFA (3 jenis), dan MUFA (3 jenis). Kandungan asam lemak ω -3 minyak ikan lemuru mengalami penurunan sebesar 14,72%. Bilangan peroksida mengalami peningkatan sebesar 10,4% yaitu dari 15,21 menjadi 16,79 meq/kg. Uji Organoleptik minyak ikan lemuru pada hari ke-0 sebesar 2,94 menjadi 2,90 pada hari ke-30

Kata Kunci: Asam lemak Omega-3, ekstraksi, ikan lemuru, minyak ikan, rendering basah.

CHARACTERISTICS OF LEMURU) FISH OIL DURING STORAGE IN LOW TEMPERATURE (5°C)

ABSTRACT

Marine fish have contained high fatty acids than freshwater fish. One of the species that has the potential of high fatty acid content is lemuru fish. Fatty acids contained in lemuru fish are classified as unsaturated fatty acids (ω -3). The potential of unsaturated fatty acids can be used as additional intake of nutrients for human body. Fish oil can be used as the source of fatty acid if that component has been separated from other substances of the fish. The method used to produce oil or fat from the materials suspected to have them is called extraction. One method of extracting fish oil used is wet rendering. The aims of this study were to determine the characteristics of lemuru fish oil which was stored for 30 days at low temperatures (5°C). Materials used in this research was Lemuru (*Sardinella lemuru*). This research was experimental laboratoris with three repetitions. The storage duration consisted of the zero and the thirtieth day. Analysis of the parameters observed during storage of lemuru fish oil are fatty acid profiles, peroxide value, and organoleptic value. Analysis data used variety analysis (ANOVA) and advanced test of Tukey HSD. The results showed that the characteristics of lemuru fish oil had 11 fatty acid profiles consisting of SAFA (5 types), PUFA (3 types), and MUFA (3 types) groups. Omega-3 fatty acid content of Lemuru fish oil has decreased by 14.72%. Peroxide value increased 10.4%, from 15.21 to 16.79 meq / kg. Organoleptic value of Lemuru fish oil on day was 2.94 to 2.90 on thirtieth day.

Keywords: *Extraction, fish oil, lemuru fish, omega-3 fatty acids, wet rendering*

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki luas lautan 3,25 juta km². Artinya tiga per empat wilayah Negara Indonesia didominasi laut. Diperkirakan ada 8500 spesies ikan yang hidup di perairan Indonesia. Sebanyak 7200 spesies ikan yang hidup di laut. Data perikanan tangkap di Indonesia sebesar 7.071.453 ton pada tahun

2017 (BPS, 2020). Estimasi potensi sumberdaya ikan pelagis kecil yaitu sebesar 294,092 ribu ton/tahun. Salah satu jenis ikan kelompok pelagis kecil yaitu ikan lemuru (KKP, 2016).

Ikan terbagi kedalam tiga golongan berdasarkan kandungan lemaknya, yaitu ikan dengan kandungan lemak rendah (kurang dari 2%), kandungan lemak sedang (2-3%), dan kandungan lemak tinggi (lebih dari 4%) (Winarno, 2002). Kandungan lemak pada ikan merupakan asam lemak tidak jenuh yang bermanfaat bagi tubuh. Komposisi asam lemak tidak jenuh berjumlah 75%, sedangkan 25% merupakan kandungan asam lemak jenuh. Salah satu kandungan asam lemak tidak jenuh pada ikan yaitu omega-3. Kandungan omega-3 dapat ditemukan pada ikan kembung, bandeng, lemuru, layang, dan tongkol (Gunawan *et al.* 2014). Asam lemak yang termasuk ke dalam golongan omega-3 yaitu EPA (*Eicosa Pentaenoic Acid*), DHA (*Docosa Hexaenoic acid*) dan Linoleat (Sarker, 2020). Asam lemak omega-3 pada minyak ikan yang lebih dominan adalah EPA dan DHA (Manduapessy, 2017)

Sumber minyak ikan dibagi menjadi dua golongan yaitu minyak ikan yang berasal dari hati (*fish liver oil*) dan minyak ikan dari tubuh ikan (*fish body oil*). Selain omega-3, minyak ikan juga mengandung vitamin A dan D. Pemanfaatan minyak ikan dapat diolah menjadi suplemen tubuh, makanan dan campuran pakan maupun untuk bahan mentah industri non pangan. Minyak ikan terutama kandungan asam lemak omega-3 memiliki peran penting dalam kesehatan dan kecerdasan karena omega-3 mengandung EPA (*Eicosa Pentaenoic Acid*), DHA (*Docosa Hexaenoic acid*) dan Linoleat yang bermanfaat meningkatkan kecerdasan otak (Sarker, 2020).

Pemanfaatan minyak ikan yang berasal dari bahan baku bernilai ekonomis masih sangat jarang ditemui. Minyak ikan lemuru merupakan hasil samping dari pengolahan pengalengan dan penepungan ikan. Untuk meningkatkan nilai tambah dari ikan ekonomis rendah maka dapat memanfaatkan dan mengetahui karakteristik minyak ikannya sebagai sumber omega-3

Minyak ikan sangat mudah mengalami kerusakan yang disebabkan oksidasi lemak. Hal ini dapat mempengaruhi stabilitas mutu minyak ikan. Stabilitas minyak ikan dipengaruhi oleh tingginya kandungan asam lemak tak jenuh yang memiliki banyak ikatan rangkap. Salah satu upaya untuk menjaga stabilitas mutu minyak ikan maka perlu dilakukan penyimpanan pada suhu rendah.

METODE

Alat dan bahan

Bahan yang digunakan dalam proses pembuatan minyak ikan adalah ikan lemuru (*Sardinella lemuru*). Bahan yang digunakan untuk analisis minyak ikan adalah kloroform, KI, Na₂S₂O₃ 0,1 N, larutan pati 1%, etil eter dan metanol. Alat-alat yang digunakan untuk pembuatan minyak ikan dan pengujiannya yaitu *autoclave*, alat pengepres, corong pemisah, sentrifuse, spektrofotometer GC, botol kaca berwarna coklat gelap dan ditutup dengan kertas coklat.

Metode Riset

Metode penelitian yang digunakan adalah *eksperimental laboratories*. Penelitian ini dilakukan dengan cara mengekstraksi minyak ikan dengan metode *wet rendering* pada temperatur tinggi. Suhu pengukusan yang digunakan pada penelitian ini yaitu 105°C selama 30 menit. Suhu dan waktu yang digunakan untuk pengukusan berdasarkan pada suhu yang digunakan dalam proses ekstraksi dengan metode *rendering* (Liberty, 2019). Pada proses ekstraksi ini dilakukan penambahan air sebanyak 5% dari berat sampel. Perbandingan volume air dan berat sampel. Minyak atau lemak yang telah diekstraksi akan melalui proses penyimpanan pada suhu rendah (5°C) selama 30 hari dengan interval pengujian mutu minyak ikan pada hari ke-1 dan hari ke-30.

Pengujian Mutu

Parameter utama yang diuji meliputi uji kimia yaitu Asam Lemak Omega-3 dengan menggunakan gas kromatografi, PV (*Peroxide Value*) berdasarkan AOAC (1995), dan uji fisik adalah organoleptik berdasarkan SNI.01-4412-1997. Parameter pendukung yang diuji adalah rendemen berdasarkan AOAC (1995) dan kadar lemak berdasarkan Musarurwa *et al.*, (2019).

Asam Lemak Omega-3

Kandungan asam lemak omega-3 diidentifikasi dari khromatogram (*peak*) hasil fraksinasi metal ester asam lemak dengan khromatografi gas kapiler. Metil ester diperoleh dari proses metilasi lemak sesuai dengan metode British Standar yang telah dimodifikasi, sedangkan lemak untuk metilasi diekstrak dari bahan dengan metode Bligh-Dryer yang telah dimodifikasi. Asam lemak diidentifikasi dengan membandingkan *peak* hasil analisa dengan *peak* asam lemak standar. Sampel minyak diambil 0,1-0,2 g ditransesterifikasi dengan BF₃- metanol dan kemudian didinginkan. Selanjutnya sampel dilarutkan dalam n-heksan. Ambil 2 µL sampel dan suntikan kedalam injektor GC, hasil rekorder berupa kromatogram, dari jumlah % EPA dan DHA yang paling banyak. Untuk mengetahui waktu retensi EPA dan DHA, disuntikan terlebih dahulu dalam GC ester asam lemak dari kapsul omega-3 yang mengandung EPA dan DHA buatan *Deepsea* sebagai standar. Adanya EPA dan DHA sampel dapat dilihat dengan menyamakan waktu retensi EPA dan DHA standar (Hatrooshi *et al*, 2020).

Bilangan Peroksida

Cara pengujian bilangan peroksida adalah sebagai berikut: Timbang 5±0,005 gr sampel dalam 250 ml Erlenmeyer bertutup. Tambahkan 30 ml larutan asam asetat dan kloroform (3 : 2). Kocok larutan sampai bahan terlarut semua. Tambahkan 0,5 ml larutan jenuh KI. Simpan larutan ditempat gelap selama 1 menit dan sesekali dikocok. Tambahkan 30 ml aquades. Lakukan titrasi dengan 0,1 N Na₂S₂O₃ sampai warna kuning menghilang. Tambahkan 0,5 ml larutan pati 1%. Melanjutkan titrasi sampai warna biru mulai menghilang. Angka peroksida dinyatakan dalam nilai equivalen dari peroksida dalam setiap 100 gr sampel.

$$\text{Bilangan Peroksida} = \frac{\text{ml Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times \text{N Thio} \times 1000}{\text{Berat Sampel (gr)}}$$

Uji Organoleptik (SNI.01-4412-1997)

Uji organoleptik dilakukan untuk mengetahui mutu dan kesukaan konsumen terhadap warna dan aroma minyak yang dihasilkan. Dalam penelitian ini menggunakan uji organoleptik dengan skala hedonik sembilan.

Pengujian secara organoleptik dilakukan sebagai berikut: Sampel minyak yang akan diuji diberi kode. Panelis diminta untuk mengamati warna minyak ikan secara bergantian pada sampel yang disediakan sesuai dengan keadaan minyak. Parameter yang akan diberi nilai dari tiap sampel kemudian dicari nilai rata-ratanya.

Analisa Data

Analisis data akan dilakukan secara deskriptif menggunakan hasil yang didapatkan kemudian dibandingkan dengan literatur yang telah terpublikasi. Analisis omega-3 akan dilakukan menggunakan regresi linear dengan mencari jumlah omega-3 pada minyak ikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil asam lemak

Berdasarkan hasil riset mengenai profil asam lemak yang terdapat pada minyak ikan lemuru selama penyimpanan, ada 11 jenis asam lemak minyak ikan lemurun (Tabel 1).

Tabel 1. Profil asam lemak minyak ikan lemuru (% Relatif Asam Lemak)

Asam Lemak	Hari ke-1			Hari ke-30		
	SAFA	MUFA	PUFA	SAFA	MUFA	PUFA
Asam Laurat	0,182	-	-	-	-	-
Asam Miristat	15,848	-	-	0,797	-	-
Asam Miristoleat	-	0,598	-	-	1,331	-
Asam Palmitat	22,281	-	-	65,299	-	-
Asam Palmitoleat	-	17,860	-	-	8,633	-
Asam Stearat	8,250	-	-	1,974	-	-
Asam Oleat	-	19,202	-	-	14,913	-
Asam Linolenat	-	-	1,598	-	-	-
Asam Arakhidat	0,385	-	-	0,368	-	-
EPA	-	-	16,540	-	-	4,292
DHA	-	-	0,744	-	-	0,428
Jumlah	46,946	37,660	18,882	68,438	24,877	4,720

Golongan asam lemak yang terdapat pada minyak ikan lemuru yaitu *Saturated Fatty Acid* (SFA), *Monounsaturated Fatty Acid* (MUFA) dan *Polyunsaturated Fatty Acid* (PUFA). Secara berurutan, kandungan asam lemak golongan SAFA lebih tinggi dibandingkan MUFA dan PUFA selama penyimpanan suhu rendah (5°C). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Manduapessy (2017) pada asam lemak ikan layang, Putri *et al.*, (2020) pada asam lemak minyak ikan kepala kakap merah, dan Pratama *et al.*, (2011) pada asam lemak minyak ikan layur, tongkol dan tenggiri.

Kandungan asam lemak selama penyimpanan suhu rendah (5°C) mengalami perubahan. Asam lemak golongan SAFA mengalami kenaikan sebesar 21,492%, asam lemak golongan MUFA dan PUFA mengalami penurunan masing-masing sebesar 12,887% dan 14,72%. Ada 3 jenis asam lemak omega-3 yang terkandung dalam minyak ikan lemuru yaitu asam linoleat, EPA dan DHA dengan total 18,882%. Hasil ini lebih rendah dibandingkan dengan penelitian Sarker (2020) yang menghasilkan asam lemak omega-3 minyak ikan lemuru sebesar 22,6%. Adanya perbedaan jumlah kandungan omega-3 diduga dipengaruhi oleh penggunaan jenis ikan dan kandungan lemak yang berbeda pada ikan.

Selama proses penyimpanan suhu rendah akan terjadi reaksi antara SAFA dan PUFA sehingga kadar asam lemak SAFA meningkat sedangkan PUFA mengalami penurunan (Husain *et al.* 2017; Karami *et al.*, 2015). Terjadinya ketidakstabilan asam lemak omega-3 pada minyak ikan selama penyimpanan diduga adanya pemecahan rantai rangkap pada asam lemak tak jenuh sehingga terjadinya perubahan-perubahan kadar asam lemak minyak ikan. Hal ini juga ditunjukkan dengan perubahan bilangan peroksida yang digunakan sebagai indikator perubahan pada minyak ikan.

Bilangan Peroksida

Bilangan peroksida merupakan salah satu indikator terjadinya reaksi antara oksigen dengan minyak (Nurhasnawati *et al.* 2015). Berdasarkan Tabel 2. Bilangan peroksida pada penelitian ini sebesar $15,21 \pm 0,63$ me1/kg pada hari ke-1 penyimpanan dan mengalami kenaikan pada hari ke 30 menjadi $16,79 \pm 0,37$ meq/kg. Selama penyimpanan 30 hari terjadi kenaikan bilangan peroksida sebesar 10,4%. Adanya perbedaan nilai peroksida ini diduga karena semakin tingginya aktifitas oksidasi pada minyak ikan. Lama waktu penyimpanan akan mempengaruhi proses oksidasi lemak. Angka peroksida akan meningkat seiring dengan lama penyimpanan. Menurut Ayyildiz *et al.* (2015) bilangan peroksida merupakan penentuan terbentuknya hidroperoksida yang menyebabkan ketengikan pada minyak ikan selama penyimpanan. Bilangan peroksida dipengaruhi oleh metode ekstraksi yang berbeda. Lama waktu ekstraksi berbanding lurus dengan kenaikan bilangan peroksida (Putri *et al.* 2020). Kenaikan angka peroksida diduga karena adanya faktor suhu dan lama penyimpanan. Menurut hasil penelitian (Husain *et al.* 2017) menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu dan lama waktu penyimpanan maka terjadi kenaikan angka peroksida sebesar 7 kali.

Batas maksimum bilangan peroksida pada mutu minyak ikan kasar adalah 3-20 meq/kg. Beberapa faktor yang mempengaruhi bilangan peroksida yaitu kualitas bahan baku, metode ekstraksi, pengemasan, dan penyimpanan (Sarker, 2020). Pada proses ekstraksi memungkinkan adanya polutan yang masih terbawa ke dalam minyak ikan seperti protein, air, dan Fe. Polutan dapat mempercepat

proses ketengikan pada minyak ikan (Liberty, 2019). Menurut Amani *et al.* (2016), proses ketengikan terjadi karena adanya kenaikan bilangan peroksida. Bilangan peroksida dapat meningkat dikarenakan terputusnya ikatan rangkap pada minyak ikan akibat pemanasan. Semakin banyak ikatan rangkap maka semakin tinggi nilai angka peroksidanya.

Tabel 2. Karakteristik Minyak Ikan Lemuru selama Penyimpanan pada suhu 5°C

Konten	Lama Penyimpanan	
	Hari ke-1	Hari ke-30
Bilangan Peroksida (meq/kg)	15,21 ± 0,63	16,79 ± 0,37
Organoleptik:		
-Warna	2,94±0,04	2,90±0,06
-Aroma	3,22±0,02	3,19±0,02
	2,66±0,06	2,61±0,10

Organoleptik

Nilai organoleptik minyak ikan lemuru pada pada hari ke-1 sebesar 2,94±0,04 dan mengalami perubahan pada hari ke-30 menjadi 2,90±0,06. Selama penyimpanan 30 hari pada suhu 5°C terjadi penurunan nilai organoleptik. Hal ini diduga karena adanya reaksi oksidasi selama penyimpanan sehingga mempengaruhi kenampakan. Penurunan nilai organoleptik didukung juga dari peningkatan bilangan peroksida. Kenampakan warna minyak ikan lemuru yaitu merah kecoklatan amis dan berbau khas. Menurut Putri *et al.*, (2020) warna minyak ikan dipengaruhi oleh zat pigmen alami, seperti xantofil, karoten, dan antosianin. Selain itu juga disebabkan adanya senyawa hasil degradasi zat warna alami sehingga menghasilkan minyak ikan berwarna kuning atau kuning kecoklatan.

Warna yang dihasilkan pada minyak ikan lemuru kasar dan murni berbeda. Pada minyak ikan kasar berwarna merah dan tidak terlalu kuning, sedangkan minyak ikan murni berwarna hijau dan lebih kuning dibanding dengan minyak ikan kasar (Dari *et al.*, 2017). Menurut Suseno *et al.* (2012) bahwa zat pengotor dan zat warna seperti karotenoid dan tokoferol mempengaruhi warna minyak yang dihasilkan. Sedangkan menurut Putri *et al.* (2020) dan Widiyanto *et al.*, (2015), metode ekstraksi berpengaruh terhadap warna minyak ikan yang dihasilkan. Semakin lama proses ekstraksi maka akan menghasilkan minyak ikan yang berwarna gelap. Hal ini dikarenakan adanya penggunaan suhu dan tekanan pada saat ekstraksi dengan metode rendering.

Bau pada minyak ikan dihasilkan karena adanya oksidasi selama penyimpanan. Hal ini didukung dengan bilangan peroksida yang meningkat. Dalam Sarker (2020), cepatnya proses oksidasi terjadi disebabkan oleh tingginya asam lemak tak jenuh yang terkandung dalam minyak ikan sehingga menimbulkan aroma minyak ikan yang khas. Pada riset ini, aroma minyak ikan lemuru yang dihasilkan berbau amis dan spesifik khas minyak ikan dengan sedikit tengik. Perbedaan aroma pada hari ke-1 dengan ke-30 tidak berbeda signifikan. Menurut Dari *et al.* (2017) dan Hatrooshi *et al.* (2020), minyak ikan yang berkualitas baik dan telah dilakukan pemurnian akan menghasilkan warna kuning jernih dengan aroma khas yang spesifik minyak ikan.

SIMPULAN

Karakteristik minyak ikan lemuru yang disimpan selama 30 hari pada suhu rendah (5°C) memberikan pengaruh pada profil asam lemak, angka peroksida dan nilai organoleptik warna dan aroma minyak ikan lemuru pada hari ke-1 dan ke-30. Minyak ikan lemuru memiliki 11 profil asam lemak yang terdiri dari SAFA, MUFA dan PUFA. Perubahan pada hari ke-1 dan ke-30 pada asam lemak SAFA yaitu 46,946% menjadi 68,438%, MUFA sebesar 37,660% menjadi 24,877%, PUFA sebesar 18,882% menjadi 4,720%. Bilangan peroksida mengalami peningkatan dari 15,21 meq/kg menjadi 16,79 meq/kg. Sedangkan nilai organoleptik mengalami penurunan yaitu 2,94 menjadi 2,90.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. (1995). Association Official Methods of Analysis the 16ed. Virginia: Inc Arlington
- Ayyildiz H. F., Topkafa M, Kara H., Sherazi S. T. H. (2015). Evaluation of Fatty Acid Compositon, Tocols Profile and Oxidative Stability of Some Fully Refined Edible Oils. *International Journal of Food Properties*. 2064-2076. <https://doi.org/10.1080/10942912.2014.962657>
- Amani, H., Asif, M., Hameed, B. H. (2016). Transesterification of waste cooking palm oil and palm oil to fatty acid methyl ester using cesium-modified silica catalyst. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*. Vol. 58. 226-234. <https://doi.org/10.1016/j.jtice.2015.07.009>
- Dari, D. W., Astawan, M., Wulandari, N., dan Suseno, S.H. (2017). Karakteristik minyak ikan sardin (*Sardinella sp.*) hasil pemurnian bertingkat. *JPHPI*, 20(3): 456-467
- Gunawan, E. R., Handayani, S. S., Kurniawati, L., Murniati, Sehendra, D., dan Nurhidayanti. (2014). Profil kandungan asam lemak tak jenuh pada ekstrak minyak ikan lele (*Clarias Sp*) hasil reaksi esterifikasi dan transesterifikasi secara enzimatis. *Chem.Prog.* 7(2), 88-95. <https://doi.org/10.35799/cp.7.2.2014.7472>.
- Hatrooshi, A. S. A., Eze, V. C., Harvey, A. P. (2020). Production of biodiesel from waste shark liver oil for biofuel applications. *Renewable Energy*. Vol. 145. 99-105. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.06.002>
- Husain, R., Suoarmo, Harmayani, E., dan Hidayat, C. (2017). Komposisi Asam Lemak, Angka Peroksida, dan Angka TBA Fillet Ikan Kakap (*Lutjanus sp*) pada Suhu dan Lama Penyimpanan Berbeda. *Agritech*. Vol 37 (3): 319-326. <https://doi.org/10.22146/agritech.11212>
- Karami B, Moradi Y, MOtallebi AA, Hosseini E, Soltani M. (2015). Effect of Frozen Storage on Fatty Acids Profile, Chemical Quality Indices and Sensory Properties of Red Tilapia (*Oreochromis niloticus* x *Tilapia mosambicus*) Fillets. *Iranian Journal of Fisheries Science*, 12(1): 378-388
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2016) Surat Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 68/Kepmen-KP/2016 Tentang Rencana Pengelolaan Perikanan Ikan Lemuru di Wilayah Pengelolaan Perikanan Republik Indonesia.
- Liberty, J. T., Dehghannya, J., Ngadi, M. O. (2019). Effective strategies for reduction of oil content in deep-fat fried foods: A review. *Trends in Food Science & Technology*. Vol. 92. 172-183. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.050>
- Manduapessy K. R. W. (2017). Profil Asam Lemak Ikan Layang Segar (*Decapterus macrosama*). *Majalah Biam* Vol 13 (1): 42-46
- Winarno, F.G. (2002). *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama
- Musarurwa, H., Chimuka, L., Pakade, V. E., Tavengwa, N. T. (2019). Recent developments and applications of QuEChERS based techniques on food samples during pesticide analysis. *Journal of Food Composition and Analysis*. Vol. 84. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2019.103314>
- Nurhasnawati, H., Supriningrum, N., Munarso, S.J., dan Hariyadi, P. (2015). Penetapan kadar asam lemak bebas dan bilangan peroksida pada minyak goreng yang digunakan pedagang di Jalan A. W. Sjahrane Samarinda. *Jurnal Ilmiah Manuntung*, 1(1): 25-30
- Pratama R. I., Awaluddin M. Y., Ishamaya S. (2011). Analisis Komposisi Asam Lemak yang Terkandung dalam Ikan Tongkol, Layur dan Tenggiri dari Pamengpeuk Garut. *Akuatika*. Vol 11 (2): 1-10

- Putri D. N., Wibowo Y. M. N., Santoso E. N., Romadhania P. (2020). Sifat Fisikokimia dan Profil Asam Lemak Minyak Ikan Pari dari Kepala Kakap Merah (*Lutjanus malabaricus*). *AgriTech*. Vol.40 (1): 31-38
- Sarker, S. (2020). By-products of fish-oil refinery as potential substrates for biogas production in Norway: *A preliminary study*. *Results in Engineering*. Vol. 6. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2020.100137>
- Widiyanto W. N., Ibrahim R, Anggo A. D. (2015). Pengaruh Suhu Pengolahan dengan Metode Steam Jacket Sederhana terhadap Kualitas minyak Hati Ikan Pari Mondol. *JPHPI* Vol 18 (1): 11-18. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/77503>