

## EFEK PENAMBAHAN VITAMIN E TERHADAP STABILITAS MINYAK IKAN LELE

### *The Effect of Addition Vitamin E on Catfish Oil Stability*

Clara M. Kusharto<sup>1</sup>, Mia Srimati\*<sup>1</sup>, Ikeu Tanziha<sup>1</sup>, Sugeng Heri Suseno<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departemen Gizi Masyarakat, Fakultas Ekologi Manusia, Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680

<sup>2</sup>Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Institut Pertanian Bogor jalan agatis lingkaran kampus akademik IPB telepon 0251-8622915 faks. 0251-8622916, Bogor 16680

\*Korespondensi: [kcl\\_51@yahoo.co.id](mailto:kcl_51@yahoo.co.id)

Diterima: 2 Agustus 2015 / Disetujui: 5 Desember 2015

#### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh penambahan vitamin E terhadap stabilitas minyak ikan lele serta umur simpan minyak. Metode penelitian ini adalah eksperimental dengan menambahkan vitamin E pada minyak sebanyak 0,67 mg/g PUFA dibandingkan dengan minyak kontrol. Minyak disimpan dengan metode *Schaal Oven Test*, yaitu disimpan pada suhu 60°C. Berdasarkan parameter oksidasi (asam lemak bebas, bilangan peroksida, bilangan anisidin, dan bilangan total oksidasi), minyak ikan lele yang ditambahkan vitamin E lebih stabil, mempunyai stabilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan minyak ikan lele tanpa penambahan vitamin E. Hasil penelitian juga membuktikan bahwa berdasarkan hasil konversi dari metode penyimpanan *Schaal Oven Test*, minyak ikan lele dalam bentuk kapsul lunak (*softgell*) dan ditambahkan vitamin E dapat mempertahankan stabilitas sesuai IFOS hingga 23 bulan.

Kata kunci: Antioksidan, minyak ikan lele, stabilitas minyak

#### Abstract

Unsaturated fatty acids contained oils which sensitive to oxidation caused by heat, light and oxygen. The oxidized oil known harmful to the body. One of the effort to prevent the oxidation process is by adding antioxidants stability of oil catfish and shelf life of the oil. The experimental study was applied by adding vitamin E to the oil as much as 0.67 mg / g PUFA compared with the control oil. Oil was stored with the *Schaal Oven Test* method, which are stored at a temperature of 60°C. The study showed that, based on the parameters of oxidation (free fatty acids, peroxide value, anisidin numbers, and the number of total oxidation), catfish oil were added vitamin E more stabilized than the catfish oil without added vitamin E. The catfish fish oil in the form of soft gell capsules added vitamin E could maintain stability in appropriate with IFOS up to 23 months.

Keywords: Catfish oil, vitamin E, stability, *Schaal Oven Test*

#### PENDAHULUAN

Minyak ikan lele merupakan salah satu jenis minyak yang memiliki kandungan asam lemak tak jenuh cukup tinggi. Ngadiarti (2013) menyatakan kandungan asam lemak tak jenuh tunggal pada minyak ikan lele sebesar 33% dan asam lemak tak jenuh ganda 32%. Ikatan asam lemak tak jenuh pada rantai karbon

akan mudah teroksidasi oleh berbagai faktor, diantaranya adalah suhu yang tinggi, cahaya, oksigen dan lain-lain.

Manfaat asam lemak tak jenuh untuk kesehatan diantaranya adalah untuk mencegah penyakit jantung koroner, peningkatan kolesterol, dan berbagai penyakit degeneratif lainnya (Erdman *et al.* 2012). Asam lemak tak jenuh mudah

teroksidasi, dan asam lemak tak jenuh yang sudah teroksidasi akan berdampak negatif bagi kesehatan. Salah satu penyakit yang diakibatkan oleh asam lemak yang teroksidasi adalah kanker.

Penelitian mengenai minyak ikan sudah banyak dilakukan diantaranya profil asam lemak dan kestabilan produk kombinasi minyak ikan dan habatussauda (Suseno *et al.* 2013), karakteristik minyak ikan patin (Nurjanah *et al.* 2014), Pemurnian minyak ikan makarel dengan netralisasi alkali (Feryana *et al.* 2014), kualitas minyak ikan dari kulit ikan swangi (Huli *et al.* 2014) dan kualitas minyak ikan hati Pari Mondol dengan metode steam jacket (Widiyanto *et al.* 2015). Penambahan antioksidan untuk stabilitas minyak belum banyak dilakukan. Salah satu antioksidan yang baik adalah vitamin E (tokoferol) (Kul & Ackman 2001).

Vitamin E merupakan salah satu jenis antioksidan alami yang dapat mencegah proses oksidasi (Dauqan *et al.* 2011). Antioksidan dapat mengurangi tingkat kerusakan yang terjadi pada minyak, sehingga asam lemak tak jenuh yang terdapat pada minyak dapat dimanfaatkan oleh tubuh untuk memelihara kesehatan, bukan sebaliknya. Selain itu, penghambatan proses oksidasi dapat meningkatkan stabilitas minyak. Stabilitas minyak yang tinggi akan meningkatkan umur simpan minyak ikan lele. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh penambahan vitamin E terhadap stabilitas minyak ikan lele serta umur simpan minyak.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak ikan lele murni yang berasal dari CV Carmelitha Lestari dan dikapsulasi di PT Nova Chemie Utama, magnesol XL (teknis), NaOH (Merck KGA), indikator PP

( $\beta$ -sigma), etanol (Merck), asam asetat glasial (merck), kloroform (merck), dan anisidin (merck), DL-alpha tocopherol (Stigma Chemical Company).

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi oven dan gelas kimia untuk proses penyimpanan, sedangkan untuk proses analisis meliputi oven (Eyela NDO-400) dan jar untuk proses penyimpanan *Schaal oven test*, spektrofotometer (Shimadzu 2000) untuk proses analisis bilangan anisidin.

## METODE

### Metode Penelitian

Minyak yang telah murni dipisahkan menjadi dua kelompok, kelompok pertama ditambahkan dengan vitamin E (DL-Alfa tocopherol) sebanyak 0,67 mg/g PUFA sedangkan kelompok kedua tidak ditambah vitamin E (kontrol). Kedua minyak tersebut kemudian dikapsulasi menjadi bentuk kapsul lunak (*soft gell*). Kapsul tersebut kemudian disimpan dengan metode akselerasi *Schaal oven test*, yaitu dengan cara menempatkan kapsul lunak minyak ikan lele ke dalam gelas kimia (jar). Minyak yang ditambahkan vitamin E dan yang tidak ditambahkan vitamin E ditempatkan pada gelas kimia yang berbeda. Kemudian gelas tersebut diletakkan di dalam oven yang suhunya diatur menjadi 60°C.

Minggu pertama, pengumpulan data dilakukan pada hari pertama, kedua, dan ketiga secara berturut-turut (T1, T2, dan T3). Minggu selanjutnya data dikumpulkan seminggu dua kali hingga titik kerusakan minyak tidak sesuai dengan standar maksimal yang ditetapkan oleh IFOS (*International Fish Oil Standar*).

### Analisis Data

Data yang didapatkan diolah MS Excell dan menentukan perbedaan antar dua kelompok minyak dilakukan uji beda menggunakan uji t. Asam lemak bebas,

bilangan peroksida, bilangan anisidin dan bilangan total oksidasi mengikuti standar yang ditetapkan oleh *International Fish Oil Standard* (IFOS).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Stabilitas Minyak Ikan Lele

Stabilitas minyak penting diketahui untuk menentukan daya simpan minyak ikan lele. Ada dua cara mengukur stabilitas minyak, yaitu dengan metode real time dan metode akselerasi. Pengukuran stabilitas dengan metode akselerasi dapat dilakukan dengan beberapa cara, diantaranya adalah rancimat, arhenius, dan *schaal oven test*. Bahan yang mengandung lemak atau minyak tinggi, metode yang paling mendekati kondisi sebenarnya adalah *Schaal oven test*. Penelitian ini menggunakan metode *Schaal oven test* (Przybylski, Wu, Eskin 2013). Pemilihan metode ini dipilih karena tingkat kemudahan aplikasi dari metode. Parameter yang dianalisis pada penelitian ini diantaranya adalah asam lemak bebas, bilangan peroksida, bilangan anisidin, dan bilangan total oksidasi. Profil asam lemak dianalisis di awal dan di akhir masa penyimpanan.

### Asam Lemak Bebas dan Bilangan Peroksida

Asam lemak bebas adalah asam lemak yang berada sebagai asam bebas tidak terikat sebagai trigliserida. Asam lemak bebas dihasilkan oleh proses hidrolisis dan oksidasi biasanya bergabung dengan lemak netral. Hasil reaksi hidrolisa minyak adalah gliserol dan asam lemak bebas (ALB) (Kalogeropoulos & Tsimidou 2014). Semakin lama reaksi ini berlangsung, maka semakin banyak kadar ALB yang terbentuk. Bilangan peroksida adalah indeks jumlah lemak atau minyak yang telah mengalami oksidasi Angka peroksida sangat penting untuk identifikasi tingkat

oksidasi minyak (Hernandez & Kamal-Eldin 2013).

Minyak yang mengandung asam-asam lemak tidak jenuh dapat teroksidasi oleh oksigen yang menghasilkan suatu senyawa peroksida. Reaksi ini akan dipercepat dengan adanya faktor-faktor panas, air, keasaman, dan katalis (enzim). Asam lemak bebas dan bilangan peroksida merupakan hasil dari reaksi oksidasi primer (Kalogeropoulos & Tsimidou 2014). Tabel 1 menyajikan kadar asam lemak bebas dan bilangan peroksida selama proses penyimpanan dalam oven dengan suhu 60°C.

Tabel 1 menjelaskan bahwa peningkatan kadar asam lemak bebas dan bilangan peroksida pada minyak kontrol lebih cepat dibandingkan dengan minyak yang ditambahkan dengan vitamin E, terutama setelah titik T7 pada suhu oven (60°C). Minyak yang ditambahkan vitamin E ikatan asam lemak tak jenuh ganda nya sudah terlindungi oleh antioksidan. Salah satu fungsi antioksidan adalah mencegah oksidasi pada minyak. IFOS menetapkan standar asam lemak bebas yang boleh terkandung di dalam minyak ikan adalah sebesar 1,5% dan kurang dari 5 mEq/kg untuk bilangan peroksida. Minyak yang ditambahkan dengan vitamin E dapat mempertahankan jumlah asam lemak bebas sesuai standar hingga T16, sedangkan minyak yang tidak ditambahkan vitamin E berada di bawah standar IFOS hingga T7. Minyak yang ditambahkan dengan vitamin E dapat mempertahankan jumlah asam lemak bebas sesuai standar hingga T11, sedangkan minyak yang tidak ditambahkan vitamin E hanya dapat mempertahankan bilangan peroksida berada di bawah standar IFOS hingga T6. Berdasarkan hasil *t-test*, kadar asam lemak bebas serta bilangan peroksida pada minyak kontrol dan minyak yang diberi tambahan vitamin E berbeda signifikan ( $p < 0,05$ ).

Tabel 1 Kadar asam lemak bebas dan bilangan peroksida selama proses penyimpanan dalam oven dengan suhu 60°C

Titik	Asam lemak bebas				Bilangan Peroksida			
	Kontrol	Vitamin E	IFOS	P-value	Kontrol	Vitamin E	IFOS	P-Value
T1	0,60	0,53	<1,5	0,028	4,71	4,67	<5	0,106
T2	0,73	0,64	<1,5	0,057	4,73	4,67	<5	0,051
T3	0,94	0,74	<1,5	0,019	4,77	4,68	<5	0,204
T4	1,02	0,74	<1,5	0,006	5,14	4,69	<5	0,926
T5	1,16	0,87	<1,5	0,021	5,25	4,70	<5	0,002
T6	1,25	0,90	<1,5	0,006	5,77	4,72	<5	0,000
T7	1,38	1,11	<1,5	0,003	6,37	4,81	<5	0,000
T8	2,01	1,23	<1,5	0,000	6,93	4,88	<5	0,000
T9	2,25	1,32	<1,5	0,000	7,27	5,21	<5	0,000
T10	2,48	1,55	<1,5	0,000	7,97	5,29	<5	0,000
T11	2,74	1,63	<1,5	0,000	9,04	5,30	<5	0,000
T12	3,00	1,76	<1,5	0,000	9,69	5,77	<5	0,000
T13	3,62	1,91	<1,5	0,000	10,22	6,03	<5	0,000
T14	4,17	2,08	<1,5	0,000	11,42	6,15	<5	0,000
T15	6,31	2,20	<1,5	0,000	12,31	6,52	<5	0,000
T16	7,21	2,53	<1,5	0,000	13,25	7,37	<5	0,000

Asam lemak bebas terbentuk karena proses oksidasi, dan hidrolisis enzim selama pengolahan dan penyimpanan. Asam lemak dengan kadar lebih besar dari berat lemak akan mengakibatkan rasa yang tidak diinginkan dan jika dikonsumsi akan mengakibatkan gangguan kesehatan, salah satunya adalah sebagai pemicu kanker (Monica *et al.* 2002).

Bilangan peroksida yang tinggi mengindikasikan lemak atau minyak sudah mengalami oksidasi. Bilangan oksidasi yang rendah belum tentu proses oksidasi yang terjadi masih rendah pula. Angka peroksida yang rendah bisa disebabkan laju pembentukan peroksida baru lebih kecil dibandingkan dengan laju degradasinya menjadi senyawa lain, mengingat kadar peroksida cepat mengalami degradasi dan bereaksi dengan zat lain Oksidasi lemak oleh

oksigen terjadi secara spontan jika bahan berlemak dibiarkan kontak dengan udara (Nurjanah *et al.* 2015)

Peroksida terbentuk pada tahap inisiasi oksidasi, pada tahap ini hidrogen diambil dari senyawa olefin menghasilkan radikal bebas. Keberadaan cahaya dan logam berperan dalam proses pengambilan hidrogen tersebut. Radikal bebas yang terbentuk bereaksi dengan oksigen membentuk radikal peroksi, selanjutnya dapat mengambil hidrogen dari molekul tak jenuh lain menghasilkan peroksida dan radikal bebas yang baru (Wqsowicz *et al.* 2011). Peroksida merupakan suatu gugus fungsional dari sebuah molekul organik yang mengandung ikatan tunggal oksigen-oksigen (R-O-O-R'). Jika salah satu dari R atau R' merupakan atom hidrogen, maka senyawa itu disebut hidroperoksida (R-O-O-H). Radikal bebas HOO• disebut juga

radikal hidroperoksida, yang dianggap terlibat dalam reaksi pembakaran hidrokarbon di udara (Kilcast & Persis 2011).

### Bilangan Anisidin dan Bilangan Total Oksidasi

Pembentukan peroksida sebagai senyawa antara dalam oksidasi lemak akan meningkat sampai titik tertentu untuk kemudian menurun kembali. Penurunan ini terjadi karena peroksida yang terbentuk akan terdekomposisi menjadi senyawa dengan berat molekul yang lebih kecil.

Dekomposisi peroksida menghasilkan berbagai senyawa, terutama golongan aldehyd. Jumlah aldehyd pada contoh minyak/lemak dinyatakan dengan para-anisidin value (p-value). Reaksi antara senyawa aldehyd dengan pereaksi paraanisidin pada pelarut asam asetat akan menghasilkan warna kuning yang

absorbansinya dapat diukur pada panjang gelombang 350 nm. Bilangan peroksida dan bilangan paraanisidin yang diperoleh dapat digunakan untuk menentukan bilangan total oksidasi (total oxidation value) yang ekuivalen dengan dua kali bilangan peroksida ditambah dengan bilangan paraanisidin (Vacklavic & Christian 2008). Bilangan total oksidasi ini sering dijadikan parameter tingkat kerusakan oksidasi lemak/minyak. Tabel 2 menyajikan hasil pengukuran bilangan anisidin dan bilangan total oksidasi pada minyak ikan lele selama proses penyimpanan dalam oven dengan suhu 60°C.

Tabel 2 menjelaskan bahwa peningkatan bilangan p-anisidin dan bilangan total oksidasi pada minyak kontrol lebih cepat dibandingkan dengan minyak yang ditambahkan dengan vitamin E, terutama setelah titik T2 pada suhu oven

Tabel 2 Kadar bilangan anisidin dan bilangan total oksidasi selama proses penyimpanan dalam oven dengan suhu 60°C

Titik	Bilangan anisidin				Bilangan total oksidasi			
	Kontrol	Vitamin E	IFOS	P-value	Kapsul	Vitamin E	IFOS	P-Value
T1	5,12	5,09	<20	0,168	14,54	14,43	<26	0,016
T2	5,14	5,09	<20	0,072	14,60	14,43	<26	0,014
T3	5,67	5,10	<20	0,002	15,21	14,46	<26	0,001
T4	6,21	5,21	<20	0,001	16,49	14,59	<26	0,000
T5	6,55	5,62	<20	0,001	17,04	15,02	<26	0,000
T6	6,98	6,01	<20	0,035	18,51	15,45	<26	0,000
T7	7,47	6,23	<20	0,001	20,20	15,84	<26	0,000
T8	7,67	6,52	<20	0,000	21,53	16,28	<26	0,000
T9	7,75	6,67	<20	0,001	22,29	17,09	<26	0,000
T10	7,93	7,24	<20	0,002	23,86	17,82	<26	0,003
T11	8,03	7,31	<20	0,001	26,09	17,90	<26	0,000
T12	9,36	7,67	<20	0,000	28,72	19,19	<26	0,000
T13	10,04	7,87	<20	0,000	30,47	19,91	<26	0,000
T14	10,73	9,05	<20	0,000	33,56	21,34	<26	0,000
T15	12,10	9,20	<20	0,000	36,72	22,24	<26	0,000
T16	13,15	11,66	<20	0,000	39,64	26,39	<26	0,000



(60°C). Minyak yang ditambahkan vitamin E ikatan asam lemak tak jenuh gandanya sudah terlindungi oleh antioksidan. Salah satu fungsi antioksidan adalah mencegah oksidasi pada minyak (Mann 2015). IFOS menetapkan standar bilangan anisidin yang boleh terkandung di dalam minyak ikan adalah sebesar 20 mEq/kg dan bilangan total oksidasi <26 mEq/kg. Kedua minyak masih dapat mempertahankan kadar bilangan p-anisidin hingga T16, namun minyak yang ditambahkan vitamin E mempunyai bilangan anisidin yang lebih kecil pada setiap titik. Minyak kontrol hanya dapat mempertahankan kualitas bilangan total oksidasi sesuai IFOS hanya hingga pada T11, sedangkan untuk minyak yang ditambahkan dengan vitamin E hingga T15. Berdasarkan hasil *t-test*, kadar bilangan anisidin dan bilangan total oksidasi pada minyak kontrol dan minyak yang diberi tambahan vitamin E tidak berbeda signifikan ( $p < 0,005$ )

Bilangan total oksidasi merupakan kombinasi dari oksidasi primer dan sekunder. Bilangan peroksida dan p-anisidin menggambarkan tingkat oksidasi pada tahap awal dan akhir. Bilangan total oksidasi mengukur hidroperoksida dan produk turunannya, sehingga memberikan estimasi terbaik dari proses oksidasi yang terjadi pada minyak dan lemak dan sering dijadikan parameter tingkat kerusakan oksidasi lemak/minyak (O'Brian 2008).

Berdasarkan hasil pengukuran bilangan total oksidasi yang disesuaikan dengan standar IFOS, minyak ikan lele yang ditambahkan dengan vitamin E stabilitasnya lebih tinggi dibandingkan dengan minyak ikan lele yang tidak ditambahkan dengan vitamin E. Minyak ikan lele yang ditambahkan dengan vitamin E dapat disimpan hingga T16 pada suhu 60°C atau 46 hari. Oleh karena itu, jika dikonversi ke dalam suhu ruang minyak ikan lele dapat disimpan selama

690 hari atau selama 23 bulan, hal ini terjadi karena minyak ikan lele disimpan dalam bentuk kapsul *soft gell* yang sudah ditambahkan dengan vitamin E.

## KESIMPULAN

Berdasarkan parameter oksidasi (asam lemak bebas, bilangan peroksida, bilangan anisidin, dan bilangan total oksidasi), minyak ikan lele yang ditambahkan vitamin E lebih stabil, mempunyai stabilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan minyak ikan lele tanpa penambahan vitamin E. Hasil penelitian juga membuktikan bahwa berdasarkan hasil konversi dari metode penyimpanan *Schaal oven test*, minyak ikan lele dalam bentuk kapsul lunak (*soft gell*) dan ditambahkan vitamin E dapat mempertahankan stabilitas sesuai IFOS hingga 23 bulan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [AOAC] 1995. Official Methods of Analysis, 16th. AOAC International. Gaithersburg: Maryland.
- [IFOS] International Fish Oils Standard. 2011. Fish Oil Purity Standards. <http://www.omegavia.com/best-fish-oil-supplement-3/> [27 Juni 2013].
- Achten J, Jeukendrup AE. 2004. Optimizing fat oxidation through exercise and diet. *Nutrition* 20:716-727.
- Catala A. 2010. Synopsis of the process of lipid peroxidation since the discovery of the essential fatty acids. *Biochem Biophys Res Commun* 399: 318-323
- Crowe Tammy D. and White Pamela J. 2001. Adaptation of the AOCS official method for measuring hydroperoxides from small-scale oil samples. *JAOCS* 78:12
- Dauqan Eqbal, Sani Halimah Abdullah, Abdullah Aminah. 2011. Vitamin E and beta carotene Composition in four different vegetable oils. *American Journal of Applied Sciences* 8(5):407-412.

- Erdman Jr, Jhon W, Macdonald IA, Zeisel SH. 2012. Present Knowledge in Nutrition Tenth Edition. Iowa USA: International Life Sciences Institute.
- Feryana IWK, Suseno SH, Nurjanah. 2014. Pemurnian minyak ikan makarel hasil samping penepungan dengan netralisasi alkali. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 17(3):206-213.
- Hernandez Ernesto, Kamal-Eldin Afaf. 2013. Processing and Nutrition of Fats and Oils. USA: John Wiley & Sons, Ltd.
- Huli LO, Suseno SH, Santoso J. 2014. Kualitas minyak ikan dari kulit ikan swangi. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 17(3):232-241.
- Kalogeropoulos Nick, Tsimidou Maria Z. (2014). Antioxidants in Greek Virgin Olive Oils. *Antioxidants* 3:387-413.
- Ketaren S. 2008. Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. Bogor: Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor.
- Kilcast David & Persis Subramaniam. (2011). Food and beverage stability and shelf life. Philadelphia: Woodhead Publishing.
- Kul Elin, and Ackman Robert G (2001). Protection of  $\alpha$ -Tocopherol in Nonpurified and Purified Fish Oil. *JAACS* 78(2).
- Mahan Kathleen L, Escot-Stump Sylvia, Raymond Janice L. 2012. Krause's Food and the Nutrition Care Process. St Louis Missouri: Elseier Inc.
- Mann Dominic CM. 2015. Shelf Life Second Edition. USA: John Wiley & Sons, Ltd.
- Monica Deiana, Antonella Rosa, Falqui Cao Clara, Filippo M Pirisi., Giovanni Bandino, Assunta Dessi M (2002). Novel Approach to Study Oxidative Stability of Extra Virgin Olive Oils: Importance of  $\alpha$ -Tocopherol Concentration. *Journal Agriculture Food Chemistry* 50:4342-4346.
- Ngadiarti I, Kusharto CM, Briawan D, Marliyati SA, Sayuthi D. 2013. Kandungan asam lemak dan karakteristik fisiko-kimia minyak ikan lele dan minyak ikan lele terfermentasi. *Jurnal Penelitian Gizi dan Pangan* 36(1):82-90.
- Nurjanah, Suseno SH, Hidayat T, Pramuditha P, Ekawati Y, Arifianto TB. 2015. Change Composition chemical of skipjack tuna due to frying process. *International Food Research Journal* 22(5):2093-2102.
- Nurjanah, Suseno SH, Arifianto TB. 2014. Ekstraksi dan karakterisasi minyak dari kulit ikan Patin (*Pangasius hypottalamus*). *Jurnal Depik* 3(3):250-262.
- O'Brian Richard D. 2009. Fats and Oils: Formulating and Processing for Applications Third Edition. USA: Taylor & Francis Group, LLC.
- Przybylski R, Wu J, Eskin NAM. 2013. A Rapid method for determining the oxidative stability of oils suitable for breeder size samples. *Journal America Oil Chemistry Society* 90:933-939.
- Quiles Jose' L, Carmen Rami' rez-Tortosa, Go' mez J. Alfonso, Jesu' s R. Huertasa,b, Jose' Mataixa. 2001. Role of vitamin E and phenolic compounds in the antioxidant capacity, measured by ESR, of virgin olive, olive and sunflower oils after frying. *Food Chemistry* 76:461-468.
- Raharjo S. 2008. Protecting the oxidation Damage on oil For Frying with antioxidants. *Foodreview Indonesia* 3(4):20-22.
- Suseno SH, Nurjanah, Faradiba T. 2013. Profil asam lemak dan kestabilan produk kombinasi minyak ikan dan habbatusauda. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 16(3):141-148.
- Syarief R, Halid H. 2003. *Teknologi*

- Penyimpanan Pangan*. Bogor: PT Arcan.
- Vacklavic Vickie A & Christian Elizabeth W. 2008. *Essential of Food Science*. Texas: Springer Science+Business Media, LLC.
- Watson CA. 1994. *Official and standardized methods of analysis (Third Ed.)*. Cambridge UK: The Royal Society of Chemistry.
- Widiyanto WN, Ibrahim R, Anggo AD. 2015. Pengaruh suhu pengolahan dengan metode steam jacket sederhana terhadap kualitas minyak ikan pari mondol. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 18(1):11-18.
- Wqsowicz Erwin, Gramza Anna, Héoe Marzanna, Jeleń Henryk H, Korczak Józef, Maecka Maria, Mildner-Szkudlarz Sylwia, Rudzińska Magdalena, Samotyja Urszula, Zawirska-Wojtasiak Renata. 2004. Oxidation of lipids in food. *Pol. Journal Food Nutrition Science* 13(54):87-100.