

KUALITAS MINYAK IKAN KOMERSIAL (*SOFTGEL*) IMPOR DI WILAYAH JAWA TENGAH

Sugeng Heri Suseno*, Agoes Mardiono Jacob, Hanani Putri Yocinta, Kamini

Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor

Jalan Lingkar Akademik Kampus IPB Bogor 16680

Telepon (0251) 8622915 Faks. (0251) 8622916

*Korespondensi: sug_thp@yahoo.com

Diterima: 14 Oktober 2018/ Disetujui: 6 Desember 2018

Cara sitasi: Suseno SH, Jacob AM, Yocinta HP, Kamini. 2018. Kualitas minyak ikan (*softgel*) di wilayah Jawa Tengah. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 21(3): 556-564.

Abstrak

Minyak ikan adalah sumber omega-3, khususnya EPA (*Eicosapentaenoic acid*) dan DHA (*Docosahexaenoic acid*) yang berperan penting bagi kesehatan manusia. Produksi minyak ikan komersial semakin banyak, tetapi produk tersebut belum semua dapat memenuhi *International Fish Oil Standards* (IFOS). Penelitian ini bertujuan menentukan kualitas *softgel* minyak ikan komersial di wilayah Jawa Tengah. Sampel minyak ikan komersial berasal dari beberapa daerah di Jawa Tengah yaitu wilayah Rembang (minyak ikan A-E), Tegal (F) dan Solo (GH). Masing-masing sampel dilakukan analisis uji bilangan peroksida, bilangan *p*-anisidin, total oksidasi, profil asam lemak, dan analisis asam lemak bebas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa presentase asam lemak bebas, bilangan peroksida, bilangan *p*-anisidin, dan total oksidasi yang memenuhi standar IFOS masing-masing yaitu 37% (3 dari 8 sampel), 17% (1 dari 8 sampel), 83% (7 dari 8 sampel), dan 37% (3 dari 8 sampel). Minyak ikan terbaik yang memenuhi semua parameter IFOS yaitu minyak ikan E dari Tegal. Minyak ikan berdasarkan kandungan omega-3, EPA, dan DHA tertinggi yaitu minyak ikan sampel D dari Tegal dengan nilai masing-masing 83,65%, 56,57%, dan 26,74%.

Kata kunci: Asam lemak, oksidasi, standar

Quality of Comercial Import Fish Oil (Softgel) in Central Java

Abstract

Fish oil is a source of omega-3s, specifically EPA (*Eicosapentaenoic acid*) and DHA (*Docosahexaenoic acid*). These fatty acids play an important role for human health. Commercial fish oil production is increasing, but most of the products do not meet IFOS standards. This is a challenge for producers to produce standardized fish oil. The aim of this research was to identify and determining quality of softgel commercial fish oil in Central Java areas based on International Fish Oil Standards (IFOS). The method used was the treatment of differences in the area of origin of commercial fish oil purchases followed by testing the peroxide value, anisidine value, and total oxidation, fatty acid profile, and analysis of free fatty acids. The results showed that the percentage of free fatty acids, peroxide values, anisidine values, and total oxidation values that met IFOS standards were 37 % (3 of 8 samples), 17 % (1 of 8 samples), 83 % (7 of 8 samples) and 37 % (3 of 8 samples). The best fish oil that fulfil all IFOS parameters has been the sample fish oil E from Tegal. Fish oil D from Tegal has the highest content of omega-3, EPA, and DHA, with values of 83.65%, 56.57%, and 26.74% respectively.

Keywords: Fatty acid, oxidation, standard

PENDAHULUAN

Minyak ikan adalah sumber omega-3, khususnya EPA (*Eicosapentaenoic acid*) dan DHA (*Docosahexaenoic acid*) (Newton 1996). Asam lemak tersebut memainkan peranan penting bagi kesehatan manusia. Kebutuhan minyak ikan dunia meningkat dari waktu ke waktu untuk berbagai keperluan, yaitu untuk konsumsi manusia atau edible (14%), industri (5%), dan akuakultur (81%) (Pike 2005). Penggunaan minyak ikan di seluruh dunia pada tahun 2011 mencapai 1 juta ton. Kesadaran masyarakat akan pentingnya konsumsi minyak ikan yang kaya asam lemak omega-3 berimplikasi pada permintaan minyak ikan untuk keperluan industri pangan dan farmaseutikal (Hjaltason *et al.* 2006). Penggunaan minyak ikan dunia dari tahun 2005 hingga 2011 didominasi oleh pemanfaatannya di bidang akuakultur dan juga konsumsi manusia.

Permintaan minyak ikan yang semakin meningkat menjadi tantangan produsen untuk memproduksi minyak ikan yang berkualitas. Pengujian kualitas minyak ikan ditentukan oleh beberapa parameter meliputi pengujian parameter oksidasi yaitu asam lemak bebas (FFA), nilai peroksida (PV), nilai anisidin (AnV), dan total oksidasi (totoks). Minyak ikan yang berkualitas berdasarkan *International Fish Oil Standards* (IFOS) ditentukan dengan nilai parameter oksidasi baik primer maupun sekunder. Parameter oksidasi meliputi nilai peroksida (PV) $\leq 5,00$ meq/kg, nilai anisidin $\leq 20,00$ meq/kg, total oksidasi $\leq 26,00$ meq/kg dan bilangan asam lemak bebas $\leq 1,50$ % (IFOS 2014).

Suseno dan Jacob (2017) mengungkapkan beberapa permasalahan dan tantangan yang dihadapi dalam mengembangkan produk minyak ikan di dalam negeri sebagai bahan pangan dan suplemen makanan serta industri yaitu: (1) produksi minyak ikan laut sangat tergantung hasil tangkapan; (2) minyak ikan yang diproduksi dalam negeri masih berupa minyak ikan kasar yang berasal dari hasil samping pengalengan dan penepungan, sehingga kualitasnya belum memenuhi standar pangan; (3) SNI minyak ikan untuk pangan dan suplemen makanan masih dalam proses menunggu penetapan di BSN,

sehingga belum siap untuk dijadikan acuan; (4) produsen minyak ikan di dalam negeri belum mengenal uji oksidasi sekunder yaitu p-Anisidin yang menjadi salah satu parameter mutu pada standar IFOS (*Internasional Fish Oil Standar*); (5) minyak ikan konsumsi untuk suplemen makanan semuanya berasal dari impor, kecuali minyak ikan cucut, sedangkan Indonesia mengeksport minyak kasar; (6) minyak ikan impor yang dikomersialkan belum semua sesuai dengan standar IFOS; (7) teknologi dan fasilitas peralatan produksi dan pemurnian minyak ikan masih terbatas dan perlu terus dikembangkan dan (8) belum menjadi program utama pemerintah. Minyak ikan komersial dalam bentuk *softgel* 18 dari 19 sampel memiliki nilai peroksida yang tidak sesuai dengan standar IFOS, parameter (FFA) menunjukkan 2 dari 19 melebihi ambang batas nilai asam lemak bebas (FFA). Beberapa sampel minyak ikan dalam penelitian yang dilakukan juga tidak memiliki kandungan omega-3 yang tinggi atau tidak sesuai dengan dosis yang dianjurkan. Yulistiani (2013) melaporkan bahwa sebanyak 5 sampel minyak ikan dalam negeri hanya memenuhi parameter FFA dan anisidin sesuai standar IFOS.

Karakterisasi dan modifikasi proses pemurnian minyak ikan agar sesuai standar telah banyak dilaporkan di antaranya dari ikan swangi (Huli *et al.* 2014); sardin (Hulu *et al.* 2017), (Bija *et al.* 2017), (Haryati *et al.* 2017), (Dari *et al.* 2017); ikan cucut (Insani *et al.* 2017); hingga hasil samping pengolahan (Sari *et al.* 2015), (Kamini *et al.* 2016). Minyak ikan komersial yang belum memenuhi standar disebabkan oleh belum diterapkannya SNI minyak ikan untuk minyak ikan impor yang masuk ke Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kualitas minyak ikan komersial dalam bentuk *softgel* di wilayah Jawa Tengah.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian yaitu sebanyak 8 merek minyak ikan komersial dalam bentuk *softgel* dengan merek (*Nutrimax kidz omega 3*, *Sea-quil SQUA-PLUS*, *Squalene 2.000*, *Nutrimax DHA plus*, *K-Max ALASKA*, *Sea-quil DHA-GOLD*)

dari beberapa daerah di Jawa Tengah. Bahan lain yang digunakan untuk penentuan sifat dan analisis kualitas minyak ikan antara lain etanol 95%, indikator fenolftalein (indikator PP (Merck), kalium iodida (KI) (merck KGAA, 64271 Darmstadt), kalium hidroksida (KOH) 0,1 N, indikator pati 1% (merck KGAA, 64271 Darmstadt), asam asetat glasial (CH₃COOH) (merck KGAA, 64271 Darmstadt), sodium tiosulfat (Na₂S₂O₃) 0,1 N (merck KGAA, 64271 Darmstadt), isooktan (merck KGAA, 64271 Darmstadt dan bahan yang digunakan untuk analisis profil asam lemak menggunakan *gas chromatography* yaitu standar Supelco™ 37 *Component Fatty Acid Methyl Esters* (FAME) Mix, natrium hidroksida (NaOH) (Merck), boron triflorida (BF₃), n-heksan, natrium klorida (NaCl) jenuh, dan natrium sulfat (Na₂SO₄) anhidrat.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian adalah timbangan digital (Chq, Taiwan) perangkat spektrofotometer (Shimadzu spektrofotometer UV pharmaspec 1700), dan perangkat *gas chromatography* (Shimadzu Jepang, Model GC 2010).

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan pengambilan sampel dari Jawa Tengah. Sampel minyak ikan dari Tegal sebanyak 5 sampel (A-E), sampel Rembang sebanyak 1 (F), dan sampel Solo sebanyak 2 (G-H). Pengambilan sampel dilakukan secara acak yaitu pembelian minyak ikan komersial (*softgel*) dengan merek yang berbeda setiap sampelnya.

Analisis yang dilakukan yaitu uji kadar asam lemak bebas dengan metode titrasi KOH 0,1N menggunakan indikator phenolftalein (AOCS 1998), bilangan peroksida dengan metode titrasi menggunakan Na₂S₂O₃ (AOAC 2005) bilangan anisidin menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 350 nm (IUPAC 1987). Analisis total oksidasi didapatkan dari penjumlahan 2 kali nilai bilangan peroksida (PV) dengan nilai p-anisidin (PAV) (AOCS 1997), analisis profil asam lemak menggunakan prinsip pengubah asam lemak menjadi turunannya yaitu metil ester sehingga dapat terdeteksi oleh alat kromatografi (AOAC 2005). Analisis

profil asam lemak menggunakan asam lemak standar dari Supelco™ 37 *Component FAME Mix* (Bellefonte, USA).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas Minyak Ikan

Kualitas minyak ikan dapat dilihat dengan cara menghitung parameter nilai bilangan peroksida, nilai anisidin, total oksidasi dan bilangan asam lemak bebas. *International Fish Oil Standards* (IFOS 2014) menyatakan bahwa nilai parameter oksidasi yang sesuai standar meliputi nilai peroksida (PV) ≤ 5,00 meq/kg, nilai anisidin ≤ 20,00 meq/kg, total oksidasi ≤ 26,00 meq/kg dan bilangan asam lemak bebas ≤ 1,50%. Hasil yang ditunjukkan dari 8 sampel minyak ikan dari wilayah Jawa Tengah yang memenuhi standar IFOS hanya 1 sampel yaitu sampel E.

Asam Lemak Bebas

Asam lemak bebas (*Free Fatty Acid/FFA*) merupakan asam yang bebas dan tidak terikat sebagai trigliserida. Bilangan asam atau *acid value* berkaitan dengan nilai asam lemak bebas (FFA). Hasil pengujian asam lemak bebas pada penelitian menunjukkan bahwa hanya 3 dari 8 sampel yang memenuhi standar IFOS (*Figure 1*). Sampel yang memenuhi standar IFOS yaitu sampel E, G dan H masing-masing sebesar 1,25%, 0,88% dan 0,98%.

Faktor yang dapat memengaruhi nilai asam lemak bebas yaitu penyimpanan yang kurang baik sehingga dapat menyebabkan kadar asam lemak meningkat (Gunawan *et al.* 2003). Oksidasi asam lemak sangat tergantung pada jumlah ikatan rangkapnya dan dipengaruhi juga oleh suhu, konsentrasi oksigen, logam, aktivitas air, prooksidan, antioksidan, dan katalis. Asam lemak tidak jenuh majemuk (PUFA) yang terdapat banyak dalam minyak ikan memiliki jumlah ikatan rangkap yang panjang sehingga mudah teroksidasi, apabila dibandingkan minyak habbatussauda yang memiliki asam lemak tidak jenuh tunggal.

Bilangan Peroksida (PV)

Bilangan peroksida menunjukkan perubahan produk oksidasi primer

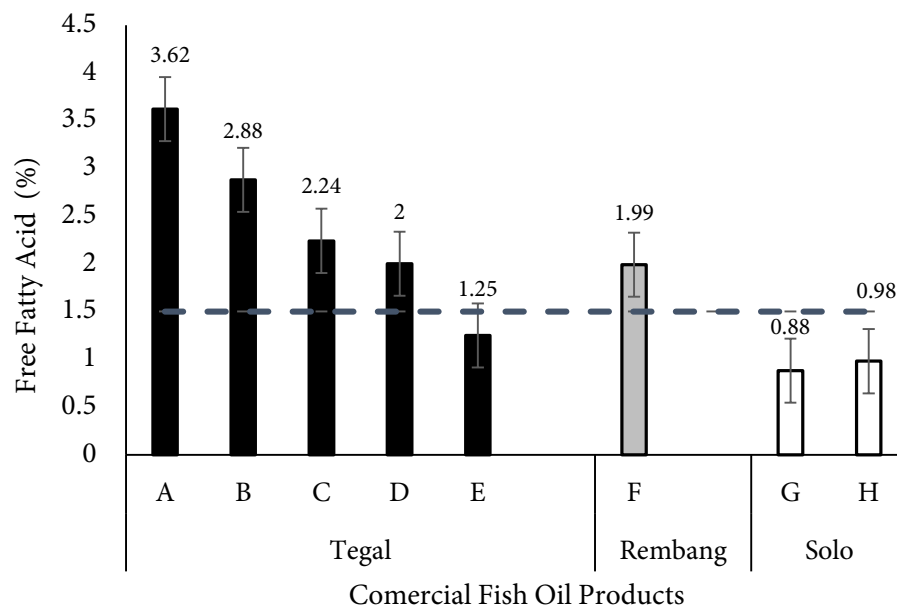


Figure 1 Free fatty acid value of comersial fish oil products from Tegal, Rembang and Solo (--- : Maximum limit FFA parameters based on IFOS standards)

menjadi produk oksidasi sekunder yang terjadi pada minyak. Pengujian bilangan peroksida dilakukan untuk mengetahui adanya kandungan hidroperoksida pada minyak yang merupakan produk primer dari proses oksidasi. Kandungan hidroperoksida berbanding lurus dengan kerusakan yang terjadi pada minyak ikan, semakin besar kandungan hidroperoksida maka semakin besar pula tingkat kerusakan minyak ikan tersebut.

Gunawan *et al.* (2003) memaparkan bahwa minyak yang kontak langsung dengan udara dan suhu tinggi dapat mengakibatkan asam lemak tidak jenuh terurai. Rantai karbon dalam ikatan rangkap terputus sehingga asam lemak bebas dan bilangan peroksida bertambah. Pengolahan, penanganan, dan suhu ekstraksi minyak ikan yang kurang memadai menyebabkan tingginya nilai peroksida, serta mengakibatkan semakin cepat terjadi oksidasi. Hasil pengujian nilai peroksida dapat dilihat pada *Figure 2*.

Hasil pengujian nilai bilangan peroksida menunjukkan bahwa hanya sampel E (2,55 mEq/kg) yang memenuhi standar IFOS. Standar IFOS yang ditetapkan untuk bilangan peroksida yaitu ≤ 5 mEq/kg. Hasil penelitian

ini sesuai dengan penelitian Albert *et al.* (2015) yang melakukan penelitian tentang suplemen minyak ikan di New Zealand, yang hasilnya menunjukkan 30 dari 36 sampel (83%) yang diuji melebihi standar bilangan peroksida (PV), namun presentase tersebut lebih tinggi dari bilangan peroksida minyak ikan komersial di Amerika. Ritter *et al.* (2012) melaporkan 5 dari 16 sampel (31%) tidak memenuhi bilangan peroksida.

Faktor yang dapat menyebabkan tingginya nilai peroksida yaitu suhu tinggi dan jenis kemasan berwarna bening yang akan mempercepat proses oksidasi pada minyak (Tarigan *et al.* (2007). Nilai peroksida yang melebihi standar dan sangat tinggi dapat menyebabkan tubuh mengalami keracunan jika dikonsumsi (Keraten 2012), mempercepat bau tengik dan flavour yang tidak diinginkan, serta bersifat racun bagi tubuh jika nilai peroksidanya >100 mEq/kg (Nurhasnawati *et al.* 2015).

Bilangan Anisidin

Nilai anisidin merupakan produk oksidasi sekunder yang terbentuk karena oksidasi primer yang menghasilkan produk samping karbonil bersifat non-volatil.

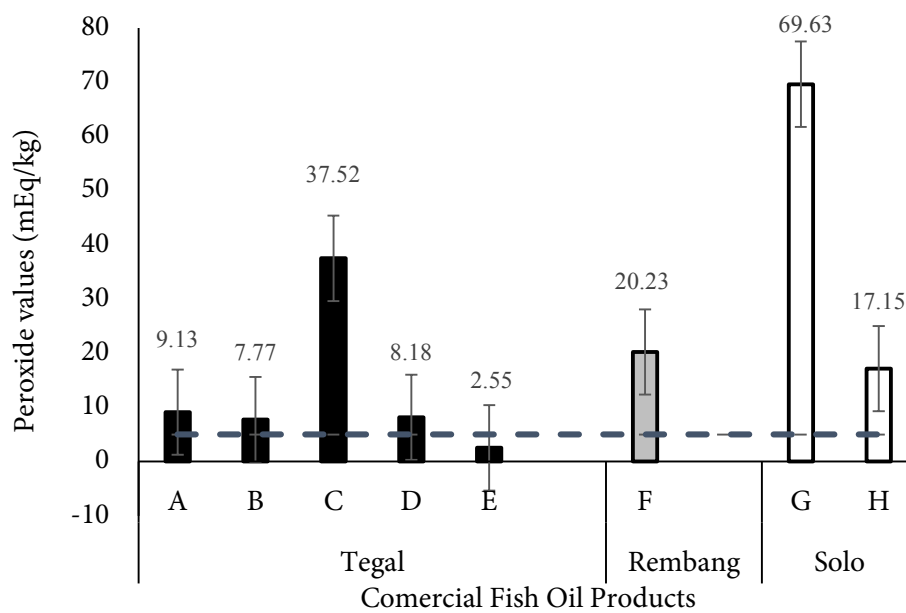


Figure 2 Peroxide values (PV) of commercial fish oil products from Tegal, Rembang and Solo (— — —: maximum limit PV parameters based on IFOS standards)

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan adanya kandungan aldehid dalam minyak dan reagen p-anisidin bereaksi dalam kondisi asam. Minyak yang berkualitas bagus harus memiliki nilai anisidin dibawah 20 meq/kg. Hasil pengujian nilai anisidin dapat dilihat pada *Figure 3*.

Hasil pengujian nilai anisidin menunjukkan bahwa 7 dari 8 sampel telah memenuhi standar IFOS. Bilangan anisidin dapat dipengaruhi oleh bilangan proksida. Feryana *et al.* (2014) menyatakan bahwa bilangan anisidin dipengaruhi oleh tingginya kandungan senyawa hidroperoksida pada proses oksidasi primer berupa senyawa aldehid dan keton.

Total Oksidasi

Nilai totok merupakan parameter total oksidasi, yaitu gabungan dari bilangan peroksida dan bilangan anisidin. Nilai oksidasi sangat penting sebagai indikator mutu minyak, semakin rendah nilai oksidasi primer dan sekunder, maka kualitas minyak semakin baik. Hasil pengujian nilai total oksidasi minyak ikan komersial dapat dilihat pada *Figure 4*.

Figure 4 menunjukkan hasil total oksidasi minyak ikan pada 8 sampel, 3 di antaranya

memenuhi standar IFOS ($\leq 26,00$ mEq/kg). Sampel yang memenuhi standar IFOS nilai total oksidasi yaitu sampel A, B dan E.

Profil Asam Lemak

Asam lemak dilakukan dengan mengubah asam lemak menjadi metil ester dan dianalisis dengan menggunakan kromatografi gas (Nascimento *et al.* 2015). Profil asam lemak dari minyak ikan komersial dapat dilihat pada *Table 2*.

Profil asam lemak minyak ikan komersial menunjukkan SFA tertinggi terdapat pada minyak ikan F (Rembang) dan yang terendah pada minyak ikan E (Tegal). MUFA tertinggi terdapat pada minyak ikan H (Solo) sedangkan yang terendah terdapat pada minyak ikan E (Tegal). PUFA tertinggi terdapat pada minyak ikan D (Rembang) dan yang terendah pada minyak ikan E (Tegal). EPA tertinggi pada minyak ikan D (Rembang) dan yang terendah yaitu minyak ikan H (Solo). DHA tertinggi yaitu pada minyak ikan C (Rembang) namun minyak ikan H (Solo) DHA tidak teridentifikasi. Total asam lemak teridentifikasi yang tertinggi pada minyak ikan H (Solo) dan yang terendah pada minyak ikan E (Tegal). Rendahnya total asam lemak teridentifikasi pada minyak ikan

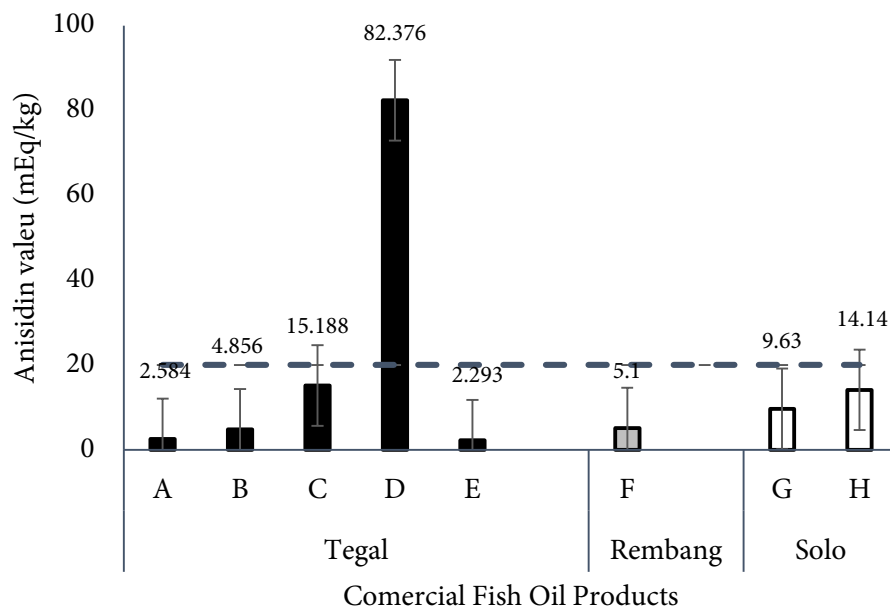


Figure 3 Anisidine values of comercial fish oil products from Tegal, Rembang and Solo (— — —: Maximum limit anisidine values parameters based on IFOS standard)

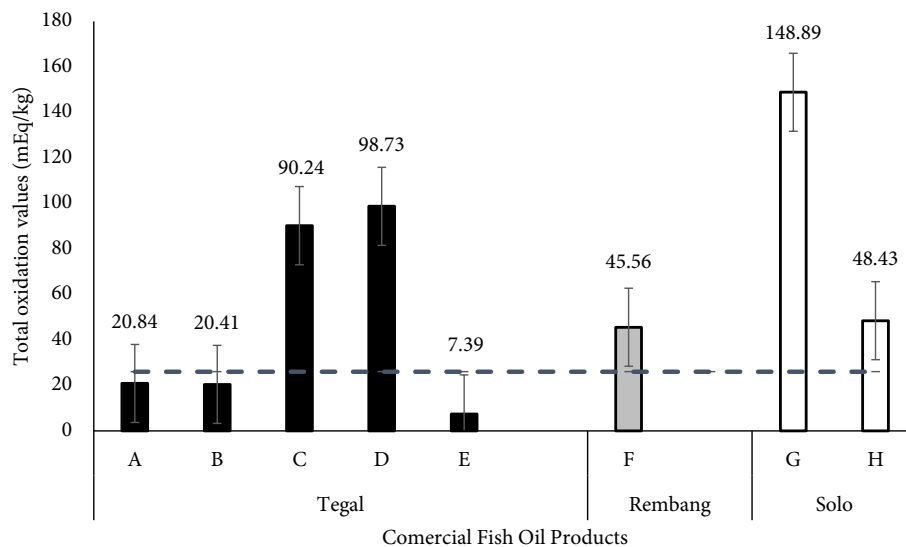


Figure 4 Total oxidation values of comercial fish oil products from Tegal, Rembang and Solo (— — —: Maximum limit total oxidation values parameters based IFOS standard)

E dikarenakan sampel dominan mengandung squalen, sedangkan standar yang digunakan merupakan *nonsqualen*. Insani *et al.* (2017) melaporkan bahwa perbedaan asam lemak yang dominan pada masing-masing minyak ikan diakibatkan oleh habitat hidup ikan yang berbeda dan makanan yang dikonsumsi dari masing-masing ikan tersebut. Asam lemak

pada masing-masing spesies berbeda-beda karna dipengaruhi oleh beberapa faktor misalnya musim, suhu, tempat berkembang, spesies ikan, umur, jenis kelamin, dan kebiasaan makan.

Minyak ikan juga berfungsi untuk perkembangan motorik bayi, asam lemak yang dibutuhkan jaringan tubuh bayi adalah

Table 2 Profile of commercial fish oil fatty acids

Fatty acid	Sample (%)							
	A	B	C	D	E	F	G	H
Caprylic Acid C8:0	0	0	0	0	0	0	0	0
Myristic acid C10:0	0	0	0.14	0	0	0	0	0
Lauric Acid C12:0	0	0.05	0	0	0	0.1	0	0.02
tridecanoat acid C13:0	0	0	0	0	0	0.03	0	0
Myristic acid C14:0	0	1.11	0.31	0.28	0	7.34	0.23	0.12
Pentadecanoic acid C15:0	0	0.08	0.14	0	0	0.45	0.03	0
Palmitic acid C16:0	4.4	9.03	9.82	0.71	0	15.63	10.32	12
Heptadecanoic acid C17:0	0.06	0.13	0.63	0.04	0	0.52	0.1	0.08
Stearic acid C18:0	2.83	2.53	2.43	3.1	0	2.88	3.78	1.25
Arachidic acid C20:0	0.25	0.25	0.16	0.56	0	0.27	0.3	0.29
Heneicosanoic acid C21:0	0.03	0.03	0.02	0.05	0	0.44	0.02	0.02
Behenic acid C22:0	0	0.19	0.05	0.15	0	0.09	0.35	0.32
Trichosanoic Acid C23:0	0	0.03	0	0.02	0	0.02	0.03	0.03
Lignoseric acid C24:0	0.06	0.12	0.06	0	0	0.03	0.12	0.11
Total SFA	7.63	13.55	13.76	4.91	0	27.8	15.28	14.24
Miristoleic acid C14:1	0	0	0	0	0	0.03	0	0
Palmitoleic acid C16:1	0.2	1.25	2.64	0.54	0	9.42	0.34	0.08
Cis-10-heptadecanoic acid C17:1	0.02	0.15	0.17	0.02	0	1.03	0.05	0.03
Elaidic acid C18:1n9t	0.03	0.03	0	0.05	0	0.17	0	0
Oleic acid C18:1n-9c	11.82	12.11	13.91	3.54	0.03	6.55	21.18	23.57
cis-11-eikosoanoat Acid C20:1	0	0	1.21	2.48	0	0.86	0	0
Nervonic acid C24:1	0.39	0.08	0.4	0.67	0	0.31	0	0
Total MUFA	12.46	13.62	18.33	7.3	0.03	18.37	21.57	23.68
Linoleic acid C18:2n-6c	20.28	50.21	2.1	0.49	0	1.48	56.47	56.55
γ -linolenic acid C18:3n-6	7.02	2.86	0.17	0.06	0	0.29	0	0
linolenic acid C18:3n-3	20.19	3.27	0.56	0.34	0	1.01	6.25	5.49
cis-11,14- eikosedienoate acid C20:2	0.25	0.07	0.37	0.26	0	0.21	0.05	0.04
cis-13, 16-dokosadienoic acid C22:2	0.03	0	0.06	0.16	0.16	0.06	0	0
cis-8, 11, 14-eicosatrienoic Acid C20:3n6	0.18	0.03	0.21	0.36	0.03	0.25	0	0
Arachidonic acid C20:4n-6	0.88	0.2	2.88	2.68	0.08	1.56	0	0
cis-5,8,11,14,17-eicosapentaenoic acid C20:5n-3	12.4	3.9	13.09	56.57	0.05	25.63	0.22	0
cis-4,7,10,13,16,19-docosahexaenoic acid C22:6n-3	10.82	2.94	42.43	26.74	1.09	19.07	0.06	0
Total PUFA	72.05	63.48	61.87	87.66	1.41	49.56	63.05	62.08
omega-3	43.41	10.11	56.08	83.65	1.14	45.71	6.53	5.49
omega-6	28.36	53.27	5.15	3.23	0.08	3.33	56.47	56.55
omega-9	11.82	12.11	13.91	3.54	0.03	6.55	21.18	23.57
Total fatty acids identified	92.14	90.65	93.96	99.87	1.25	95.73	99.9	100.00

asam lemak omega-3 dan omega-6. Omega3 merupakan salah satu asam lemak tak jenuh esensial yang dibutuhkan bagi penderita kolesterol tinggi. Maulana *et al.* (2014) melaporkan EPA dan DHA jenis omega-3 yang paling dominan pada minyak ikan. Nilai Omega-3 *softgel* minyak ikan tertinggi pada sampel D, nilai Omega-6 tertinggi terdapat pada sampel B, serta nilai Omega-9 tertinggi terdapat pada sampel C.

KESIMPULAN

Softgel minyak ikan yang memenuhi standar IFOS untuk parameter nilai FFA yaitu sampel E, G, H; nilai peroksida sampel E, nilai anisidin sampel A, B, C, E, F, G, H, dan untuk nilai total oksidasi sampel A, B, E. Sampel yang memenuhi keempat parameter yaitu sampel E berasal dari Tegal.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi K. 2009. Pemurnian minyak ikan hasil samping penepungan ikan lemuru (*Sardinella longiceps*) menggunakan zeolit alam teraktivasi. *UPN Jatim Repository*. 1(1): 93-102.
- Albert BB, Derraik JGB, Smith DC, Hofman PL, Tumanav S, Baas SGV, Garg ML, Cutfield WS. 2015. Fish oil supplements in New Zealand are highly oxidised and do not meet label content of n-3 PUFA. *Scientific Reports*. 5(7982): 1-6.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 2005. Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical of Chemist. Virginia (US): Published by The Association of Analytical Chemist, inc.
- [AOCS] American Oil Chemists' Society. 1998. Free Fatty Acids In: Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society. Vol 5a. 5th ed. Champaign (US): AOCS Press.
- Bija S, Suseno SH, Uju. 2016. Pemurnian minyak ikan sardin dengan tahapan degumming dan netralisasi. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(1): 143-152.
- Dari DW, Astawan M, Wulandari N, Suseno SH. 2017. Karakterisasi minyak ikan sardin (*Sardinella sp.*) hasil pemurnian bertingkat. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(3): 456-46.
- Feryana IWK, Suseno SH, Nurjanah. 2014. Pemurnian minyak ikan makarel hasil samping penepungan dengan netralisasi alkali. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 17(3): 207-214.
- Gunawan, Triatmo MMA, Rahayu A. 2003. Analisis pangan: penentuan angka peroksida dan asam lemak bebas pada minyak kedelai dengan variasi menggoreng. *Jurnal Staf Kimia Analitik* 6(3): 1-6.
- Haryati K, Suseno SH, Nurjanah. 2017. Minyak ikan sardin hasil sentrifugasi dan adsorben untuk emulsi. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(1): 84-94.
- Huli LO, Suseno SH, Santoso J. 2014. Kualitas minyak ikan dari kulit ikan swangi. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 17(3): 233-242.
- Hjaltason B, Epax AS, Haraldsson GG. 2006. Fish oils and lipids from marine sources. Di dalam : Gunstone FD, editor. *Modifying lipids for use in food*. England : Woodhead Publishing Limited.
- Hulu DPC, Suseno SH, Uju. 2017. Peningkatan minyak ikan sardin dengan degumming menggunakan larutan NaCl. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(1): 199-210.
- Kamini, Suptijah P, Santoso J, Suseno SH. 2016. Ekstraksi dry rendering dan karakterisasi minyak ikan dari lemak jeroan hasil samping pengolahan salai patin siam (*Pangasius hypothalmus*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 19(3): 196-205.
- [IFOS] International Fish Oil Standard. 2014. *Fish Oil Purity Standars*. www.Omegavia.com/best [3 Februari 2018].
- Insani SA, Jacoeb AM, Suseno SH. 2017. Karakteristik *squalene* minyak hati ikan cucut hasil produksi industri rumah tangga, pelabuhan ratu. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(3) : 494-504
- [IUPAC] International Union on Pure and Applied Chemistry. 1987. Standard methods for the analysis of oils and

- fats and derivatives, 7th ed. Paquot C dan Hautfenne A, editor. Oxford (GB): Blackwell Scientific.
- Maulana IT, Sukraso, Damayanti S. 2014. Kandungan asam lemak dalam minyak ikan Indonesia. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 6(1): 121-130.
- Nascimento VLV, Bermúdez VMS, Oliveira ALL, Kleinberg MN, Ribeiro RTM, Abreu RFA, Carioca JOB. 2015. Characterization of a hydrolyzed oil obtained from fish waste for nutraceutical application. *Food Science and Technology*. 35(2): 321-325.
- Newton IS. 1996. Food enrichment with long chain n-3 PUFA. *Food Technology*. 7: 169-177.
- Nurhasnawati H, Supriningrum R, Caesariani N. 2015. Penetapan kadar asam lemak bebas dan bilangan peroksida pada minyak goreng yang digunakan pedagang gorengan di Jalan A W Sjahranie Samarinda. *Jurnal Ilmiah Manuntung*. 1(1): 25-30.
- Nurjanah, Suseno SH, Arifianto TB. 2014. Ekstraksi dan karakterisasi minyak dari kulit ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*). *Depik*. 3(3): 250-262.
- Pike I. 2005. Eco-efficiency in aquaculture: global catch of wild fish used in aquaculture. *International Aqua Feed* 8:38-40.
- Ritter JCS, Budge SM, Jovica F. 2012. Quality analysis of commercial fish oil preparations. *J Sci Food Agric*. 93: 1935-1939.
- Sari RN, Utomo BSB, Basmal J, Kusumawati R. 2015. Pemurnian minyak ikan hasil samping (*pre-cooking*) industri pengalengan ikan lemuru. (*Sardinella lemuru*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 18(3): 276-286.
- Suseno SH, Tajul AY, Nadiah WA, Hamidah, Asti, Ali. 2010. Proximate, fatty acid and mineral composition of selected deep sea fish species from Southern Java Ocean and Western Sumatra Ocean, Indonesia. *International Food Research Journal*. 17: 905-914.
- Suseno SH, Jacob AM. 2017. Laporan penelitian skim RAPID Kemenristek Dikti.
- Tarigan, Nurhayati, Oppusunggu. 2007. Pengaruh penyuluhan kepada pedagang gorengan dengan angka peroksida dan asam pada minyak goreng. *Jurnal Ilmiah Pharmacist, Analyst, Nurse, Nutrition, Midwifery, Environment, Dentist*. 2(1): 20-28.
- Yulistiani M. 2013. Pengujian kualitas oksidasi primer dan sekunder minyak ikan komersial produk dalam negeri dan impor [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.