

Komposisi Asam Lemak, Angka Peroksida, dan Angka TBA *Fillet* Ikan Kakap (*Lutjanus sp*) pada Suhu dan Lama Penyimpanan Berbeda

Fatty Acid Composition, Peroxide Value, and TBA Value of Snapper (*Lutjanus sp*) fillet at Different Storage Temperature and Time

Rahim Husain^{1*}, Suparmo², Eni Harmayani², Chusnul Hidayat²

¹Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Negeri Gorontalo,
Jl. Jenderal Sudirman, No. 6, Kota Gorontalo 96182, Indonesia

²Departemen Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada,
Jl. Flora No. 1, Bulaksumur, Yogyakarta 55281, Indonesia
Email: imrahim76@yahoo.co.id

Submisi: 12 Mei 2016 ; Penerimaan: 11 Agustus 2016

ABSTRAK

Ikan memiliki nilai gizi tinggi dan merupakan sumber makanan utama di banyak negara. Lipid ikan memiliki kandungan tinggi asam tak jenuh ganda (*Poly Unsaturated Fatty Acid*, PUFA), terutama asam eikosapentanoat (EPA; 20:5n-3) dan asam docosahexanoat (DHA; 22:6n-3). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi asam lemak *fillet* ikan kakap (*Lutjanus sp*) dan kerusakan akibat proses penyimpanan. Hasil analisis asam lemak jenuh (*Saturated Fatty Acid*, SFA) menunjukkan bahwa asam lemak jenuh meningkat dari 4,35% menjadi 25,55%, 28,06%, 32,73%, dan 61,75% selama penyimpanan pada 0 °C, 10 °C, 20 °C, 30 °C, dan 40 °C. Total asam lemak tak jenuh (*Mono Unsaturated Fatty Acid*, MUFA) adalah 23,72%, 23,69, 14,4%, 22,66%, dan 29,4% pada penyimpanan 0 °C, 10 °C, 20 °C, 30 °C, dan 40 °C. Sedangkan total PUFA turun dari 25,05% menjadi 15,98%, 14,99%, 10,32%, dan 8,84% pada penyimpanan 0 °C, 10 °C, 20 °C, 30 °C, dan 40 °C. Angka peroksida sebagai produk primer dari oksidasi *fillet* ikan kakap meningkat 10,6 kali dengan kenaikan suhu dari 0 °C sampai 40 °C. Angka TBA meningkat 6,6 kali dari suhu 0 °C ke suhu 40 °C pada lama penyimpanan 45 hari.

Kata kunci: Komposisi asam lemak; *fillet* ikan kakap (*Lutjanus sp*); angka peroksida; angka TBA

ABSTRACT

Fish has a high nutritional value and is a major food source in many countries. Fish lipid has a high content of polyunsaturated fatty acids (PUFAs), especially eicosapentaenoic acid (EPA; 20: 5n-3) and docosahexanoic acid (DHA; 22: 6n-3). The objective of this research was to determine fatty acids composition of snapper (*Lutjanus sp*) fillet and its damage during the storage process. The results showed that total of the saturated fatty acids (SFA) increased from 4.35% to 25.55%, 28.06%, 32.73%, and 61.75% during storage at 0 °C, 10 °C, 20 °C, 30 °C, and 40 °C, respectively. Total mono-unsaturated fatty acids (MUFA) were 23.72%, 23.69%, 14.4%, 22.66%, and 29.4% at storage temperature of 0 °C, 10 °C, 20 °C, 30 °C, and 40 °C. Total PUFA decreased from 25.06% to 15.98%, 14.99%, 10.32%, and 8.84% at 0 °C, 10 °C, 20 °C, 30 °C, and 40 °C. Peroxide value, as primary peroxide of snapper fillet, increased about 10.60 times with an increased in storage temperature from 0 °C to 40 °C. Value of TBA increased 6.60 times with an increased in temperature from 0 °C to 40 °C during 45 days.

Keywords: fatty acid composition; fillet snapper (*Lutjanus sp*); peroxide value; TBA value

PENDAHULUAN

Secara umum ikan memiliki nilai gizi yang tinggi dan merupakan sumber makanan utama di banyak negara. Lemak ikan memiliki kandungan asam tak jenuh ganda (*Poly Unsaturated Fatty Acid*, PUFA) yang tinggi, terutama asam eikosapentanoat (EPA; 20: 5n-3) dan asam dokosaheksaenoat (DHA; 22: 6n-3) (Pazos dkk., 2005; Bayir dan Sirkecioglu, 2006). Pengolahan dengan cara pembekuan ikan telah digunakan selama ribuan tahun karena dapat menghasilkan kualitas produk yang tinggi (Persson dan Londahl, 2013).

Kualitas ikan yang dibekukan dipengaruhi oleh penurunan suhu produk sehingga ketika ikan *dithawing* tetap dapat dipertahankan kesegarannya (Kolbe dkk., 2004). Namun, selama penyimpanannya ikan dan produk perikanan dapat mengalami perubahan yang tidak diinginkan sehingga dapat membatasi waktu penyimpanan. Perubahan tersebut diantaranya adalah oksidasi protein (Fijuwara dkk., 2008; Benjakul dkk., 2005) dan oksidasi lipid (Sarma dkk., 2000; Richards dan Hultin, 2012).

Degradasi asam lemak tak jenuh ganda (*Poly Unsaturated Fatty Acid*, PUFA) oleh oksidasi lipid selama penyimpanan menyebabkan pembentukan volatil yang terkait dengan ketengikan (Pazos dkk., 2005). Tingginya tingkat lemak tak jenuh membuat jaringan ikan sangat rentan terhadap peroksidasi dan cepat rusak. Perubahan oksidatif terutama terkait dengan rasa dan tekstur ikan. Perubahan warna, nilai gizi atau produk sekunder dari lipid akan teramati pada stadium lanjut dari proses peroksidasi lipid (Dragoev dkk., 2008).

Oksidasi lipid ikan biasanya didasarkan pada analisis indeks bias, nilai peroksida (*Peroxide Value*, PV) dan zat reaktif asam 2-thiobarbituric (TBARS) sebagai indikator produk oksidasi primer dan sekunder (Aranda dkk., 2005; Chaijan dkk., 2006; Pourashouri dkk., 2009; Quitral dkk., 2009; Seed dan Howell 2002; Yerlikaya dan Gokoglu, 2010). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi asam lemak *fillet* ikan kakap (*Lutjanus sp*) dan kerusakan selama penyimpanan.

METODE PENELITIAN

Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan adalah ikan kakap (*Lutjanus sp*) yang diperoleh dari tempat pelelangan ikan (TPI) kobong, Kelurahan Kaligawe, Semarang, Jawa Tengah. Ikan dimasukkan ke dalam *cool box* yang berisi es, kemudian dibawa ke laboratorium dengan transportasi umum.

Penyiapan Sampel *Fillet* Ikan

Ikan kakap (*Lutjanus sp*) segar disiangi dan diambil dagingnya. Tulang, kelapa, insang, dan bagian tubuh lainnya dibuang. Daging ikan dicuci dan dibilas dengan air es untuk menghilangkan darah serta kotoran lain. Pembelahan ikan dilakukan mulai dari kepala ke ekor tanpa menyebabkan bagian punggung terpotong. *Filleting* dilakukan dengan cara penyayatan rusuk daging secara membujur sehingga menghasilkan daging tanpa tulang. *Fillet* ikan disimpan pada kotak penyimpanan atau inkubator yang telah disediakan di laboratorium pada suhu 0, 10, 20, 30, dan 40 °C selama 45 hari.

Analisis Proksimat

Analisis proksimat yang dilakukan meliputi kadar air, abu, protein dan lemak berdasarkan metode AOAC (2006).

Prosedur Analisis Asam Lemak

Prosedur analisis asam lemak menggunakan metode yang dikembangkan oleh Pirestani dkk, (2010)

Hidrolisis

Fillet ikan dicuci bersih dan dicincang sampai halus. *Fillet* cincang ditimbang sebanyak ± 10 g dan dihidrolisis dengan 10 mL HCl pada suhu 70 °C selama 15 menit, lalu didinginkan. Selanjutnya, *fillet* diekstrak dengan 15 mL dietil eter dan 15 mL petroleum ether, lalu diambil lapisan atasnya. *Fillet* diekstrak lagi dengan 15 mL diethyl ether dan 15 mL petroleum eter, lalu lapisan atasnya diambil dan dijadikan satu dengan hasil sebelumnya. Ekstrak yang diperoleh kemudian diuapkan dalam waterbath dengan bantuan N₂.

Analisis asam lemak jenuh dan tidak jenuh

Sebanyak 0,5 mL sampel ditambahkan kedalam 1,5 mL larutan natrium metanolik. Campuran dipanaskan pada suhu 70 °C selama 5-10 menit sambil digojok. Campuran kemudian didinginkan dan ditambah 2 mL Boron trifluorida metanoat selanjutnya dipanaskan pada suhu 70 °C selama 5-10 menit. Campuran didinginkan dan diekstrak dengan 1 mL hdn 1 mL NaCl jenuh. Lapisan atas diambil dan dimasukkan ke dalam Eppendorf. Sampel hasil ekstraksi sebanyak 1 μ L diinjeksikan ke Gas Chromatography (Shimadzu, 2010) yang dilengkapi dengan detector FID yang dioperasikan pada suhu 260 °C. Kolom yang digunakan adalah CP Sil 8CB dengan panjang 30 m. Profil oven yang digunakan adalah suhu awal 100 °C lalu dipertahankan selama 5 menit, kemudian suhu dinaikkan 4 °C per menit hingga 240 °C, dan setelah mencapai suhu 240°C suhu dipertahankan selama 10 menit.

Analisis angka peroksida (Hills dan Thiel, 1946 yang dimodifikasi Adnan, 1980)

Sampel (0,5 g) dimasukkan dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 0,1 mL larutan ammonium tiosianat dan 0,1 mL larutan feroklorida. Tabung reaksi digojog selama 5 detik dan dipanaskan pada suhu 50 °C selama 2 menit, lalu didinginkan sampai suhu 25 °C. Absorbansi ditera menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 510 nm. Larutan blangko dipreparasi menggunakan semua pelarut tanpa sampel.

Analisis angka TBA (Tokur dan Korkmaz., 2007)

Minyak 0,5 g ditambahkan 50 mL aquades, kemudian ditambahkan lagi 2,5 mL N HCl setelah itu didestilasi. Tampung hasil destilasi sampai 50 mL, ambil 5 mL hasil destilasi kemudian ditambahkan dengan 5 mL TBA. Setelah itu, dipanaskan selama 30 menit dan didinginkan. Absorbansi ditera pada panjang gelombang 528 nm. Angka TBA dinyatakan dalam mg malonaldehid/kg minyak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proksimat Ikan Kakap (*Lutjanus sp*)

Berdasarkan Tabel 1 kadar lemak ikan kakap (*Lutjanus sp*) yang diperoleh dalam penelitian adalah 1,96%. Nilai ini lebih tinggi dibandingkan dengan hasil yang dilaporkan oleh de Castro dkk. (2010) pada ikan nila tilapia (*Oreochromis niloticus*) yakni 0,79% dan tambagui (*Colossoma macropomum*) yakni 1,30%. Tingginya kandungan lemak kasar pada ikan kakap (1,96%) menunjukkan bahwa ikan kakap (*Lutjanus sp*) tergolong pada ikan yang mengandung lemak cukup tinggi.

Perbedaan kandungan lemak ikan sangat dipengaruhi oleh jenis ikan, ukuran ikan, musim penangkapan dan lingkungan dimana ikan hidup. Menurut Shaviklo (2006) ikan demersal mengandung lemak yang lebih tinggi dibanding

dengan ikan pelagis yang hidup di permukaan perairan. Ikan demersal biasanya hidup di dasar perairan dan jarang sekali melakukan aktivitas.

Tabel 1 juga menunjukkan bahwa ikan kakap (*Lutjanus sp*) mengandung Fe total sebesar 108,95 ppm. Menurut Grunwald dan Richard (2006) besi atau Fe dapat menyumbangkan kerusakan oksidasi pada lemak atau daging ikan selama penyimpanan. Fe dalam bentuk non-heme mempunyai kontribusi yang besar terhadap kerusakan oksidatif melalui jalur reaksi Fenton yakni $Fe^{2+} + H_2O_2$ menjadi $Fe^{3+} + OH^* + OH^-$.

Komposisi Asam Lemak Fillet Ikan Kakap (*Lutjanus sp*)

Tabel 2 adalah hasil analisis asam lemak *fillet* ikan kakap selama penyimpanan. *Fillet* ikan kakap memiliki asam lemak jenuh (*Saturated Fatty Acid*, SFA) yang terdiri dari: asam laurat, asam tridekanoat, asam meristat, asam pentadekanoat, asam palmitat, asam stearat, asam heneikosanoat, asam behenat, asam lignocerat, asam heptadekanoat, dan asam arakhidat. Total asam lemak jenuh meningkat dari 4,35%, menjadi 25,55%, 28,06%, 32,73%, dan 61,75% pada suhu 0 °C, 10 °C, 20 °C, 30°C, dan 40 °C.

Asam lemak tak jenuh tunggal (*Mono Unsaturated Fatty Acid*, MUFA) meliputi asam oleat, asam nervonat, asam palmitoleat, asam erucat, dan asam eikosanoat. Total asam lemak tak jenuh tunggal masing-masing adalah 23,72%, 23,69%, 14,4%, 22,66%, dan 29,40% pada penyimpanan suhu 0 °C, 10 °C, 20 °C, 30 °C, dan 40 °C. Sedangkan asam lemak tak jenuh majemuk (*Poly Unsaturated Fatty Acid*, PUFA) meliputi asam eikosatetranoat, asam dokosadinoat, asam eikosapentanoat, asam eikosatrioanot, asam arakidonat, dan asam linolenat. Total asam lemak tak jenuh majemuk adalah 25,06%, 15,98%, 14,99%, 10,32%, dan 8,84% pada suhu penyimpanan 0 °C, 10 °C, 20 °C, 30 °C, dan 40 °C.

Beberapa peneliti menyatakan bahwa ikan yang disimpan dalam waktu yang cukup lama jumlah SFA akan meningkat (Nazemroaya dkk., 2011; Karami dkk., 2015). Demikian pula dengan MUFA juga mengalami peningkatan meskipun tidak terlalu signifikan. Hal ini disebabkan PUFA dan asam lemak tak jenuh tunggal beraksi SFA.

Aranda dkk. (2005) menyatakan bahwa oksidasi PUFA dimulai dengan produksi hidrogen-peroksida dengan tiga cara yang berbeda: (1) autooksidasi, (2) oksidasi enzimatik, dan (3) fotooksidasi, yang juga bisa terjadi secara bersamaan. Produk peroksida terurai dengan mekanisme yang berbeda, membentuk produk oksidasi sekunder; kedua produk oksidasi sekunder dan primer dapat bereaksi dengan gugus amino protein, menghasilkan senyawa interaksi yang memodifikasi rasa, bau dan sifat fungsional dari protein. Selanjutnya, fraksi volatil senyawa ini diindikasikan sebagai penyebab

Tabel 1. Proksimat *fillet* ikan kakap (*Lutjanus sp*) dan kadar Fe

Komposisi kimia	Jumlah (%)
Kadar air	78,39 ± 0,02
Kadar abu	1,58 ± 0,01
Protein	18,77 ± 0,02
Lemak	1,96 ± 0,01
Karbohidrat <i>by difference</i>	0,30 ± 0,01
Fe (ppm)	108,95 ± 0,03

Keterangan: nilai yang diperoleh berasal dari rata-rata 3 kali ulangan

Tabel 2. Komposisi asam lemak *fillet* ikan kakap (*Lutjanus sp*) selama penyimpanan

Profil asam lemak (%)	Suhu dan lama penyimpanan (hari)				
	0 °C/45	10 °C/27	20 °C/9	30 °C/4,5	40 °C/2,25
Asam laurat	nd	0,70 ± 0,01	nd	nd	0,99 ± 0,01
Asam tridekanoat	nd	0,001 ± 0,01	nd	nd	0,86 ± 0,01
Asam meristat	0,74 ± 0,01	4,69 ± 0,02	0,51 ± 0,01	4,44 ± 0,03	2,69 ± 0,01
Asam pentadekanoat	0,90 ± 0,02	0,001 ± 0,01	0,38 ± 0,01	1,03 ± 0,01	2,46 ± 0,02
Asam palmitat	1,67 ± 0,04	2,28 ± 0,03	12,94 ± 0,07	4,39 ± 0,07	36,58 ± 0,15
Asam stearat	nd	0,71 ± 0,01	12,14 ± 0,08	9,19 ± 0,09	15,46 ± 0,15
Asam heneikosanoat	nd	13,46 ± 0,05	nd	0,78 ± 0,01	2,03 ± 0,01
Asam behenat	1,04 ± 0,02	nd	1,54 ± 0,03	0,65 ± 0,01	0,68 ± 0,01
Asam lignoserat	nd	0,76 ± 0,01	0,55 ± 0,01	0,74 ± 0,01	nd
Asam heptadekanoat	nd	17,81 ± 0,10	nd	1,96 ± 0,02	nd
Asam arakidat	nd	2,95 ± 0,02	nd	nd	nd
Asam lemak jenuh (SFA)	4,35	25,552	28,06	32,73	61,75
Asam oleat	12,63 ± 0,15	8,81 ± 0,07	10,82 ± 0,09	16,37 ± 0,15	22,70 ± 0,20
Asam nervonat	1,34 ± 0,02	1,64 ± 0,04	nd	1,03 ± 0,02	1,27 ± 0,01
Asam palmitoleat	2,59 ± 0,03	13,24 ± 0,08	nd	nd	nd
Asam erucat	5,43 ± 0,06	nd	3,58 ± 0,09	5,26 ± 0,06	5,43 ± 0,05
Asam eikosanoat	8,34 ± 0,10	0,001 ± 0,01	nd	nd	nd
Asam lemak tak jenuh tunggal (MUFA)	23,72	23,687	14,4	22,66	29,4
Asam eikosatetranoat	nd	nd	nd	1,05 ± 0,01	5,60 ± 0,08
Asam dokosadinoat	0,83 ± 0,01	0,43 ± 0,01	nd	0,70 ± 0,01	nd
Asam eikosapentanoat	6,06 ± 0,09	2,29 ± 0,04	3,52 ± 0,07	nd	0,43 ± 0,01
Asam eikosatrienoat	1,56 ± 0,03	9,82 ± 0,15	2,6,23 ± 0,04	nd	nd
Asam arakidonat	0,69 ± 0,02	nd	nd	nd	nd
Asam dokosaheksanoat	5,31 ± 0,09	0,17 ± 0,01	nd	nd	0,25 ± 0,01
Asam linolenat	10,61 ± 0,10	3,27 ± 0,02	1,52 ± 0,02	3,57 ± 0,03	2,56 ± 0,02
Asam lemak tak jenuh majemuk (PUFA)	25,06	15,98	14,99	10,32	8,84

Keterangan: nilai yang diperoleh berasal dari rata-rata 2 kali ulangan, nd: *not detected*

ketengikan dalam ikan berlemak (Aranda dkk., 2005). Shahidi dan Miraliakbari (2004) menyatakan bahwa ikan berlemak mengandung ω-3 (PUFA), seperti asam eikosapentanoat (20:5ω-3) dan asam dokosaheksanoat (22:6ω-3).

Sebecic dan Beutelspacher (2005) menyatakan bahwa oksidasi merupakan proses kerusakan lemak dan mengakibatkan terbentuknya senyawa *off flavor* dan konsidi ini disebut tengik (rancid). Produk pangan olahan yang tengik dapat mengalami perubahan warna dan kehilangan nilai gizi karena oksidasi asam lemak tak jenuh (PUFA) yang berdampak pada penurunan mutu. Senyawa hasil oksidasi seperti peroksida, aldehid, dan keton berbahaya terhadap

kesehatan manusia. Sedangkan McClement dan Decker (2000) menyatakan faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan oksidasi antara lain jumlah dan jenis oksigen, struktur kimia lipida, keberadaan senyawa antioksidan dan prooksidan, suhu penyimpanan dan sifat bahan pengemas.

Angka Peroksida pada Suhu dan Lama Penyimpanan

Angka peroksida sebagai produk primer dari oksidasi *fillet* ikan kakap selama penyimpanan pada berbagai suhu dan waktu dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data analisis angka peroksida *fillet* ikan kakap selama penyimpanan*

Suhu	Lama penyimpanan (hari)	Angka peroksida (meq/kg sampel)
0 °C	0	1,74 ± 0,11
	5	2,94 ± 0,25
	10	4,06 ± 0,10
	15	5,30 ± 0,09
	20	6,78 ± 0,10
	25	6,29 ± 0,28
	30	10,91 ± 0,09
	35	11,92 ± 0,12
	40	12,98 ± 0,02
	45	13,22 ± 0,56
10 °C	0	1,74 ± 0,11
	3	3,27 ± 0,29
	6	5,64 ± 0,35
	9	6,90 ± 0,22
	12	6,39 ± 0,24
	15	9,60 ± 0,02
	18	10,79 ± 0,20
	21	10,49 ± 0,06
	24	14,52 ± 0,02
27	15,10 ± 0,20	
20 °C	0	1,74 ± 0,11
	1	4,22 ± 0,78
	2	6,96 ± 0,26
	3	8,37 ± 0,11
	4	8,51 ± 0,47
	5	11,22 ± 0,17
	6	11,96 ± 0,01
	7	15,60 ± 0,49
	8	15,96 ± 0,12
	9	18,07 ± 0,09
30 °C	0	1,74 ± 0,11
	0,5	4,57 ± 0,10
	1	7,07 ± 0,26
	1,5	9,28 ± 0,13
	2	10,42 ± 0,34
	2,5	12,14 ± 0,10
	3	11,83 ± 0,08
	3,5	16,97 ± 0,11
	4	18,70 ± 0,09
	4,5	20,41 ± 0,08

Suhu	Lama penyimpanan (hari)	Angka peroksida (meq/kg sampel)
40 °C	0	1,74 ± 0,11
	0,25	4,68 ± 0,32
	0,5	7,78 ± 0,13
	0,75	10,72 ± 0,23
	1	12,07 ± 0,36
	1,25	12,66 ± 0,01
	1,5	18,42 ± 0,09
	1,75	18,42 ± 0,05
	2	22,93 ± 0,04
	2,25	24,63 ± 0,07

*Keterangan: Data berasal dari 3x ulangan

Pada perlakuan penyimpanan suhu beku (0 °C) memperlihatkan angka peroksida sampai 45 hari penyimpanan. Angka peroksida meningkat 7,6 kali pada suhu 0 °C dengan peningkatan suhu penyimpanan, sedangkan pada suhu 10, 20, 30, dan 40 °C angka peroksida meningkat masing-masing menjadi 8,70, 10,40, 11,70, dan 14,60 kali meq/kg sampel dengan peningkatan suhu penyimpanan. Angka peroksida meningkat dari suhu 0 ke suhu 40 °C dengan peningkatan lama penyimpanan dari satu hari sampai 45 hari lama penyimpanan. Peningkatan primer peroksida *fillet* ikan kakap semakin tinggi dengan kenaikan suhu penyimpanan dari 0 °C sampai 40 °C.

Menurut Pak dkk. (2005) angka peroksida merupakan indikator stabilitas minyak terhadap oksidasi, dengan parameter produk oksidasi primer lipida yaitu hidroperoksida. Reaksi oksidasi lipida/minyak secara natural mudah terjadi, sebab lemak *fillet* ikan kakap kaya PUFA (6 ikatan rangkap), sedangkan lemak yang mengandung banyak ikatan rangkap mudah mengalami reaksi oksidasi lipida.

Angka TBA pada Suhu dan Lama Penyimpanan

Angka TBA digunakan untuk mengukur produk sekunder dari oksidasi lipida terutama yang berasal dari PUFA (Semb, 2012) dan menunjukkan tingkat ketengikan khususnya pada lemak yang mengandung PUFA tinggi (Cheng dkk. 2014). Angka TBA sebagai produk sekunder oksidasi *fillet* ikan kakap selama penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 4. Angka TBA meningkat 6,30 kali pada suhu 0 °C dengan adanya peningkatan suhu penyimpanan, sedangkan pada suhu 10, 20, 30, dan 40 °C angka TBA meningkat masing-masing menjadi 7,50, 8,80, 9,50, dan 10,2 kali mg MDA/kg sampel dengan peningkatan suhu penyimpanan. Angka TBA meningkat dari suhu 0 ke suhu 40 °C dengan peningkatan lama penyimpanan dari satu hari sampai 45 hari lama penyimpanan.

Tabel 4. Data analisis angka TBA *fillet* ikan kakap selama penyimpanan*

Suhu	Lama penyimpanan (hari)	Angka TBA (mg MDA/kg sampel)
0 °C	0	2,31 ± 0,21
	5	3,50 ± 0,12
	10	5,28 ± 0,21
	15	6,57 ± 0,34
	20	6,32 ± 0,20
	25	9,57 ± 0,02
	30	11,91 ± 0,50
	35	11,75 ± 0,10
	40	13,72 ± 0,46
	45	14,63 ± 0,04
10 °C	0	2,31 ± 0,21
	3	4,30 ± 0,28
	6	6,75 ± 0,17
	9	6,11 ± 0,01
	12	10,76 ± 0,02
	15	13,41 ± 0,20
	18	13,29 ± 0,38
	21	15,61 ± 0,45
20 °C	24	16,80 ± 0,02
	27	17,23 ± 0,02
	0	2,31 ± 0,21
	1	4,42 ± 0,68
	2	6,20 ± 0,40
	3	6,93 ± 0,09
	4	10,80 ± 0,15
	5	13,34 ± 0,15
	6	13,46 ± 0,56
	7	17,74 ± 0,03
30 °C	8	18,62 ± 0,59
	9	20,32 ± 0,12
	0	2,31 ± 0,21
	0,5	5,99 ± 0,10
	1	7,59 ± 0,46
	1,5	8,93 ± 0,77
	2	8,77 ± 0,20
	2,5	13,85 ± 0,09
	3	14,51 ± 1,44
	3,5	14,59 ± 0,48
4	20,73 ± 0,29	
4,5	22,03 ± 0,71	

Suhu	Lama penyimpanan (hari)	Angka peroksida (meq/kg sampel)
40 °C	0	2,31 ± 0,21
	0,25	5,98 ± 0,09
	0,5	7,95 ± 0,92
	0,75	8,19 ± 0,21
	1	8,55 ± 0,37
	1,25	10,80 ± 2,67
	1,5	15,44 ± 0,55
	1,75	15,59 ± 0,01
	2	20,53 ± 0,58
	2,25	23,57 ± 0,49

*Keterangan : data berasal dari 3x ulangan

KESIMPULAN

Kandungan lemak ikan sangat dipengaruhi oleh kesegaran ikan. *Fillet* ikan kakap memiliki asam lemak jenuh yang terdiri dari asam laurat, asam tridekanoat, asam meristat, asam pentadekanoat, asam palmitat, asam stearat, asam heneikosanoat, asam behenat, asam lignocerat, asam heptadekanoat dan asam arakhidat. Asam lemak tak jenuh tunggal terdiri dari asam oleat, asam nervonat, asam palmitoleat, asam erucat, dan asam eikosanoat, sedangkan asam lemak tak jenuh majemuk terdiri dari: asam eikosatetranoat, asam dokosadinoat, asam eikosapentanoat, asam eikosatrioanot, asam arakidonat, dan asam linolenat yang rentan terhadap kerusakan oksidatif.

Angka peroksida meningkat 9,6 kali pada suhu 0 °C dengan peningkatan suhu penyimpanan, sedangkan pada suhu 10, 20, 30, dan 40 °C angka peroksida meningkat masing-masing menjadi 14,33, 16,12, 19,19, dan 23,05 kali meq/kg sampel dengan peningkatan suhu penyimpanan. Angka TBA meningkat 6,3 kali pada suhu 0 °C dengan adanya peningkatan suhu penyimpanan, sedangkan pada suhu 10, 20, 30, dan 40 °C angka peroksida meningkat masing-masing menjadi 7,50, 8,80, 9,50, dan 10,20 kali mg MDA/kg sampel dengan peningkatan suhu penyimpanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, M. (1980). *Lipid Properties and Stability of Partially Defatted Peanuts*. Doctor Thesis, Department of Food Science, University of Illinois, Urbana-Champaign.
- AOAC. (2006). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry*, Association of Official Analysis Chemistry, Washington, DC.

- Aranda, M., Mendoza, N. dan Villegas, R. (2005). Lipid damage during frozen storage of whole jack mackerel (*Trachurus symmetricus* Murphy). *Journal of Food Lipids* **13**: 155–166.
- Badii, F. dan Howell, N.K. (2012). Changes in the texture and structure of cod and haddock fillets during frozen storage. *Food Hydrocolloids* **16**(4): 313–319.
- Bayir, A. dan Sirkecioglu, A.N. (2006). Fatty acid composition in some selected marine fish species living in Turkish water. *Journal of Science and Food Agriculture* **86**: 163–168.
- Benjakul, S., Viessanguan, W., Thongkaew, C. dan Tanaka, M. (2005). Effect of frozen storage on chemical and gel-forming properties of fish commonly used for surimi production in Thailand. *Food Hydrocolloids* **19**(2): 197–207.
- Boran, G., Karach dan Boran, M. (2006). Changes in the quality of fish oils due to storage temperature and time. *Food Chemistry* **98**: 693–698.
- Chaijan, M., Benjakul, S., Visessanguan, W. dan Faustman, C. (2006). Changes of lipids in sardine (*Sardinella gibbosa*) muscle during iced storage. *Food Chemistry* **99**: 81–83.
- Cheng, J.H., Sun, D.W., Pu, H.B., Wang, Q.J., Chen, Y.N. (2014). Suitability of hyperspectral imaging for rapid evaluation of thiobarbituric acid (TBA) value in grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) fillet. *Food Chemistry* **171**: 258–265.
- de Castro, F.A.F., Sant’Ana a, P.M.H., Campos, M.F., Costa, B.M.N., Silva, C.T.M., Salaro, L.A. dan Franceschini, C.D.S. (2007). Fatty acid composition of three freshwater fishes under different storage and cooking processes. *Food Chemistry* **103**: 1080–1090.
- Dragoev, S.G., Kiosev, D.D., Danchev, S.A., Ioncheva, N.I. dan Genov, N.S. (2008). Study on the oxidative processes in frozen fish. *Journal of Agriculture and Science* **4**: 55–65.
- Fijuwara, K., Oosawa, T. dan Saeki, H. (2008). Improved thermal stability and emulsifying proper-Ties of carp myofibrillar proteins by conjunction with dextran. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **46**: 1257–1261.
- Karami, B., Moradi, Y., Motallebi, A.A., Hosseini, E. dan Soltani, M. (2015). Effects of frozen storage on fatty acids profile, chemical quality indices and sensory properties of red tilapia (*Oreochromis niloticus* × *Tilapia mosambicus*) fillets. *Iranian Journal of Fisheries Sciences* **12**: 378–388.
- Kolbe, E., Craven, C., Sylvia, G. dan Morrissey, M. (2004). *Chilling and freezing guidelines to Maintain Onboard Quality and Safety of Albacore Tuna Agricultural Experiment Station*. Oregon State University, Astoria, Oregon, USA.
- McClements, D.J. dan Decker, E.A. (2000). Lipid oxidation in oil-in-water emulsions: Impact of molecular environment on chemical reaction in heterogenous food system. *Journal of Food Science* **65**: 1270–1282.
- Nazemroaya, S., Sahari, A.M. dan Rezaei, M. (2009). Effect of frozen storage on fatty acid composition and changes in lipid content of *Scomberomorus ommersoni* and *Carcharhinus dussumieri*. *Journal Application Ichthyology* **25**: 91–95.
- Okada, M. (2010). *Fish and Raw Material*. In science of processing marine food product. Vol. I. editor. T. Motohiro, H. Kadota. K. Hashimoto. M. Katayama and T. Tokunaga. Japan International Cooperation Agency. Hyoga International Centre Japan.
- Pak, C.S. (2005). *Stability and Quality of Fish Oil during Typical Domestic Application*. Fisheries Training Programme, The United Nations University, Iceland.
- Pazos, M., Gallardo, J.M., Torres, J.L. dan Medina, I. (2005). Activity of grape polyphenols as inhibitors of the oxidation of fish lipids and frozen fish muscle. *Food Chemistry* **92**: 547–557.
- Persson, P.O. dan Londahl, G. (2013). Freezing technology. Dalam: Mallet, C.P. (Ed.). *Frozen Food Technology*. Blackie Academic and Professional, Glasgow, UK.
- Pirestani, S., Sahari, M.A. dan Barzegar, M. (2010). Fatty acids changes during frozen storage in several fish species from South Caspian Sea. *Journal Agricultural Science and Technology* **12**: 321–329.
- Pourashouri, P., Shabanpour, B., Aubourg, S.P., Rohi, J.D. dan Shabani, A. (2009). Aninvestigation of rancidity inhibition during frozen storage of Wels catfish (*Silurus glanis*) fillets by previous ascorbic and citric acid treatment. *International Journal of Food Science and Technology* **44**: 1503–1509.
- Quitral, V., Donoso, M.L., Ortiz, J., Herrera, M.V., Araya, H. dan Aubourg, S.P. (2009). Chemical changes during the chilled storage of Chilean jack mackerel (*Trachurus murphyi*): Effect of a plant-extract icing system. *LWT–Food Science and Technology* **42**: 1450–1454.

- Richards, M.P. dan Hultin, H.O. (2012). Contributions of blood and blood components to lipid oxidation in fish muscle. *Journal Agriculture Food Chemistry* **50**: 555–564.
- Sarma, J., Reddy, G.V.S. dan Srikar, L.N. (2000). Effect of frozen storage on lipids and functional properties of proteins of dressed Indian oil sardine (*Sardinella longiceps*). *Food Research International* **33**: 815–820.
- Secbecic, N. dan Beutelspecher, S.C. (2005). Anti-oxidative vitamins prevent lipid-peroxidation and apoptosis in corneal endothelial cell. *Cell Tissue Respirative* **320**: 465–475.
- Semb, T.N. (2012). *Analytical Methods for Determination of The Oxidative Status in Oils*. Department of Biotechnology, Norwegian University of Science and Technology.
- Seed, S. dan Howell, N.K. (2002). Effect of lipid oxidation and frozen storage on muscle proteins of Atlantic mackerel. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **82**: 579–586.
- Shahidi, F. dan Miraliakbari (2004). *Omega-3 fatty acid composition and stability of seal lipids*. *Lipid in Food Flavors* **16**: 233–243.
- Shaviklo, G.R. (2006). *Quality Assessment of Ash Protein Isolates Using Surim Standard Methods*. Reykjavik. The United Nations University, Ice/and.
- Tokur, B. dan Korkmaz, K. (2007). The effects of an iron-catalyzed oxidation system on lipids and proteins of dark muscle fish. *Food Chemistry* **104**: 754–760.
- Yerlikaya, P. dan Gokoglu, N. (2010). Inhibition effects of green tea and grape seed extract on lipid oxidation in bonito fillet during frozen storage. *International Journal of Food Science and Technology* **45**: 252–257.