

## Perubahan kandungan vitamin dan mineral ikan kembung lelaki akibat proses penggorengan

### *Changes in vitamins and minerals of indian mackerel due to frying process*

Mala Nurilmala\*, Nurjanah, Reza Febriyansyah, Taufik Hidayat

Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Jl. Jalan Agatis, Kampus IPB Dramaga, Bogor16680. Telp: 0251-8622915, Fax: 0251-8622916

\*Email Korespondensi : malanm28@yahoo.com; mnurilmala@ipb.ac.id

**Abstract.** *Indian mackerel (Rastrelliger kanagurta) is one of sea water fish in Indonesia. It is a good source of protein. This fish is consumed by vary processing methods. In addition, it is very known that frying is the favorite method for food processing including fish in Indonesia because of its specific taste. However there is no data found for changes of vitamin and mineral compositions so far, thus our study investigated the effect of deep frying using 4L palm oil at 180 °C for 5 minutes on vitamin A, B<sub>12</sub>, and minerals (Ca, Na,K, Fe, Zn, and Se) of this fish. The measurement of vitamin A and B<sub>12</sub> was carried out by HPLC and AAS for mineral. The results showed that deep frying effected on vitamin A with significantly increased (P<0.05), on the other hand vitamin B<sub>12</sub> decreased significantly (P<0.05). Mineral Ca increased significantly (P<0.05), however Na dan K decreased significantly (P<0.05). No significant result for Fe and Zn. Furthermore, it is found that Se content was under limit detection.*

**Keywords:** *deep frying; mineral; Rastrelliger kanagurta; vitamin*

**Abstrak.** Ikan kembung lelaki (*Rastrelliger kanagurta*) merupakan salah satu ikan laut Indonesia. Ikan ini dikonsumsi dengan berbagai metode pengolahan. Pengolahan dengan menggoreng merupakan metode yang sangat disukai di Indonesia karena akan menghasilkan rasa yang khas termasuk pada ikan kembung. Di sisi lain, belum adanya data yang ditemukan akibat metode penggorengan ini pada perubahan vitamin dan mineral ikan kembung, sehingga tujuan penelitian ini adalah menentukan pengaruh yang terjadi pada kandungan vitamin A, B<sub>12</sub>, dan mineral ikan kembung (Ca, Na, K, Fe, Zn, dan Se) setelah digoreng dalam *deep fryer* menggunakan 4L minyak goreng pada suhu 180 °C selama 5 menit. Pengujian yang dilakukan yaitu, uji vitamin A dan B<sub>12</sub> dengan HPLC, serta uji mineral dengan AAS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode penggorengan *deep frying* berpengaruh nyata (P<0,05) terhadap vitamin A, sedangkan vitamin B<sub>12</sub> menurun secara signifikan (P<0,05). Mineral Ca meningkat secara signifikan (P<0,05), sedangkan Na dan K menurun secara signifikan (P<0,05) setelah proses penggorengan. Mineral Fe dan Zn tidak berubah secara signifikan. Selenium memiliki kandungan dibawah limit deteksi.

**Kata kunci:** *proses penggorengan; mineral; Rastrelliger kanagurta; vitamin;*

## Pendahuluan

Ikan merupakan salah satu sumber pangan hasil perairan kaya nutrisi untuk tubuh manusia yang mengandung protein, vitamin, dan mineral (Coultrate, 2002). Eitenmiller et al. (2008) juga menyatakan vitamin larut lemak dan vitamin larut airterdapat pada beberapa jenis ikan. Beberapa mineral makro dan mikro ditemukan pada beberapa jenis ikan (Fennema, 2004). Jenis ikan yang kaya akan kandungan vitamin dan mineral salah satunya adalah ikan kembung. Beberapa jenis ikan kembung di Indonesia diantaranya, ikan kembung perempuan (*Rastrelliger brachysoma* dan *R.neglectus*) serta ikan kembung lelaki (*Rastrelliger kanagurta*). Ikan dengan nama lain *indian mackerel* ini sangat populer dan banyak dikonsumsi oleh masyarakat dengan berbagai metode pengolahan (Sahena et al., 2010). Salah satu metode pengolahan ikan yang banyak dilakukan adalah metode penggorengan (Rahman et al., 2012).

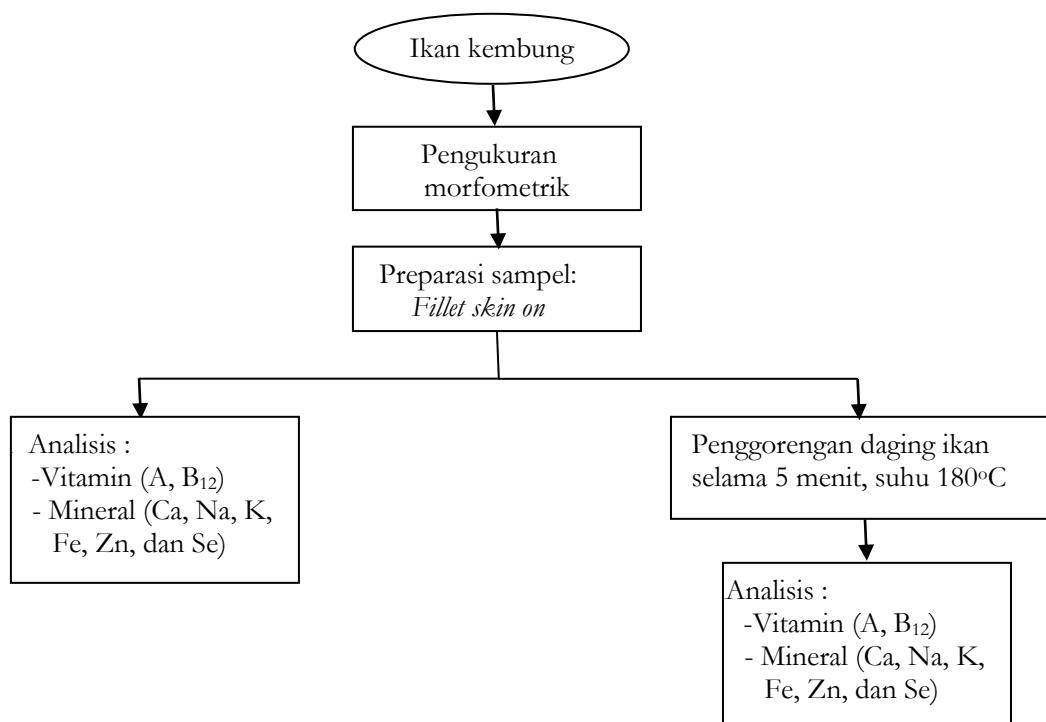
Metode penggorengan menggunakan minyak merupakan metode yang ekonomis, cepat, dan dapat membuat rasa makanan lebih spesifik. Rasa khas ini merupakan salah satu akibat dari reaksi maillard yang terjadi selama proses penggorengan (Zhang et al., 2012). Proses ini juga dapat membunuh mikroorganisme patogen agar makanan aman untuk dikonsumsi (Hall, 2010). *Deep frying* merupakan salah satu metode penggorengan yang waktu dan suhunya dapat dikontrol (Mir-Bel et al., 2012). Ghidirus et al. (2010) menyatakan metode penggorengan *deep frying* dapat lebih menjaga kandungan nutrisi dibanding perebusan dan pemanggangan, namun proses tersebut tetap mempengaruhi kandungan nutrisi pada bahan (Shirai dan Ramirez, 2011).

Perubahan kandungan gizi pada proses pengolahan tersebut perlu diketahui, khususnya proses penggorengan yang banyak dilakukan di Indonesia. Penelitian mengenai pengaruh proses penggorengan pada kandungan gizi ikan seperti asam lemak (Hosseini et al., 2014), asam amino (Ismail dan Ikram, 2004), namun informasi mengenai kandungan vitamin dan mineral ikan belum banyak diketahui, khususnya dari ikan pelagis kecil (ikan kembung lelaki) di Indonesia. Hasil penelitian Ersoy dan Ozeren (2009) pada ikan lele yang digoreng pada suhu 200 °C selama 4 menit menunjukkan peningkatan pada vitamin A sebesar 40,26%, Na sebesar 31,70%, K sebesar 34,40%, dan Ca sebesar 43,93%. Informasi mengenai kandungan vitamin dan mineral ikan kembung lelaki yang hilang akibat proses penggorengan *deep frying* belum diketahui, oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai perubahan kandungan vitamin dan mineral akibat proses penggorengan.

## Bahan dan Metode

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah daging ikan kembung lelaki yang diperoleh dari tempat pelelangan ikan Pelabuhan Ratu, Sukabumi, Jawa Barat. Untuk proses penggorengan digunakan minyak goreng sebanyak 4 L. Ikan kembung diambil pada bulan September 2013 di tempat pelelangan ikan PPN Pelabuhan Ratu. Sampel dimasukkan dalam *cool box* dengan diberi es curai untuk menjaga kesegaran selama proses transportasi. Sampel dipreparasi hingga menghasilkan *fillet skin on* dengan rata-rata panjang 8,5 cm, lebar 2,5 cm, dan tebal 0,8 cm ketika sampai di laboratorium.. Bahan-bahan yang dibutuhkan untuk analisis vitamin A dan B<sub>12</sub> adalah akuabides, metanol 95% (Merck Kga), etanol (Merck), KOH (Beta-sigma), Tetrahydrofuran (THF) (Merck) dan asam asetat glasial (Merck Kga), buffer asetat (Merck), kalium sianida (Merck), dan asam asetat 2% (Beta-sigma). Bahan yang digunakan untuk analisis mineral adalah HNO<sub>3</sub> (Merck), HClO<sub>4</sub> (Merck), H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, (Merck) dan HCl (Merck).

Metode penelitian ini dilakukan sesuai dengan diagram alir yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir metode penelitian

Daging ikan kembung digoreng selama 5 menit pada suhu 180°C dalam 4L minyak yang telah dipanaskan menggunakan *deep fryer*, daging diangkat, ditiriskan, ditimbang, dan daging dibungkus dengan aluminium foil dan plastik untuk pengujian selanjutnya. Modifikasi waktu dari metode Rahman et al. (2012) dilakukan dari 15 menit menjadi 5 menit karena menyesuaikan karakteristik sampel yang digoreng.

Analisis vitamin A yang dilakukan mengacu pada AOAC (2005) menggunakan alat *high performance liquid chromatography* (HPLC) Varian 940-LC dengan sistem yang digunakan yaitu; kolom: C18, fase gerak: metanol 95%, panjang gelombang: 272 nm, laju alir: 0,5 mL/menit, volume injeksi: 20 µl, dan detektor: fluoresensi. Analisis vitamin B<sub>12</sub> yang dilakukan mengacu pada AOAC (2005) dengan menggunakan HPLC Varian 940-LC dengan Sistem yang digunakan yaitu; kolom: C18, fase gerak: metanol 350 mL + hexan sulfonik 1 g + asam asetat 10 mL, panjang gelombang: 280 nm, laju alir: 0,5 mL/menit, volume injeksi: 20 µL, dan detektor: fluoresensi. Analisis mineral (Na, K, Ca, Fe, Zn, dan Se) yang dilakukan mengacu pada AOAC (2005) dengan menggunakan alat *atomic absorption spectrophotometer* (AAS) Shimadzu AA-7000 dengan panjang gelombang yang digunakan yaitu Na: 589,0 nm, K: 766,5 nm, Ca: 422,7 nm, Fe: 248,3 nm, dan Zn: 213,9 nm.

Analisis statistik dilakukan untuk menguji pengaruh proses penggorengan *deep frying* terhadap komposisi kimia, vitamin (A dan B<sub>12</sub>), dan mineral (Na, K, Ca, Fe, Zn, dan Se) ikan kembung menggunakan perhitungan berdasarkan tingkat kepercayaan 95%. Analisis statistik yang digunakan adalah uji t dua sampel berpasangan (*paired sample t test*).

## Hasil dan Pembahasan

Ikan kembung memiliki warna putih keabuan pada hampir seluruh tubuh, namun bagian atasnya berwarna abu kehijauan serta terdapat garis kuning di sepanjang *linea lateralis*-nya (Rifqie, 2007). Ikan ini memiliki tubuh panjang yang agak tebal dan hidup bergerombol (Sahena et al., 2010). Bobot utuh rata-rata sampel ikan kembung pada penelitian ini adalah  $31,3 \pm 4,05$  g dari 30 ekor ikan kembung. Pengukuran morfometrik dari ikan kembung meliputi panjang total, panjang cagak, tinggi badan, lebar badan dan panjang LL (*linealateralis*). Berdasarkan ukuran morfometrik dapat diketahui ikan kembung yang digunakan belum mencapai ukuran dewasa. Ikan kembung lelaki memiliki ukuran panjang cagak (17,5-19) cm pada saat matang gonad (Nasution et al. 2004). Ukuran yang beragam dipengaruhi faktor dalam dan faktor luar. Faktor dalam dapat berupa jenis kelamin, umur, keturunan, dan penyakit, faktor tersebut sulit dikontrol dan dikendalikan oleh manusia. Faktor luar dapat berupa lingkungan, diantaranya habitat, musim, suhu perairan, jenis makanan dan kualitas perairan (Spikadhara et al., 2012). Gambar dan morfometrik ikan kembung lelaki yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2 dan Tabel 1.



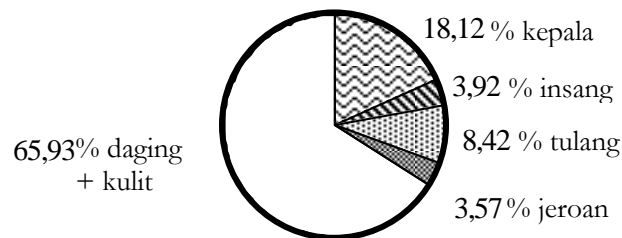
Gambar 2. Ikan kembung lelaki (*Rastrelliger kanagurta*)

Tabel 1. Morfometrik ikan kembung lelaki

No	Parameter	Rata-rata (cm)
1.	Panjang baku	$14,40 \pm 0,79$
2.	Panjang cagak	$13,33 \pm 0,72$
3.	Tinggi badan	$2,76 \pm 0,21$
4.	Lebar badan	$1,78 \pm 0,20$
5.	LL	$8,47 \pm 0,62$

Keterangan: data diperoleh dari 30 ikan kembung

Persentase rendemen ikan meliputi daging dengan kulit, kepala, insang, tulang, dan jeroan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram lingkaran rendemen ikan kembung

Vitamin didefinisikan sebagai zat-zat organik kompleks yang bermanfaat untuk metabolisme tubuh dan meningkatkan resistens tubuh terhadap penyakit. Tubuh hanya membutuhkan sedikit vitamin ( $\mu\text{g}$  sampai  $\text{mg}$  per hari) untuk kesehatan, pertumbuhan, dan reproduksi (McDowell, 2000). Vitamin dikelompokkan dalam dua golongan, yaitu vitamin larut lemak (vitamin A,D,E, dan K) dan vitamin larut air (C, tiamin, riboflavin, niasin, B<sub>6</sub>, folat, B<sub>12</sub>, dan biotin) (Fennema, 2004). Kandungan vitamin A (retinol) dan B<sub>12</sub> (kobalamin) (bb) pada ikan kembung dan perbandingannya dengan ikan *horse mackerel* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan vitamin A dan B<sub>12</sub> ikan kembung

Ikan Kembung (bb)	Vitamin A (RE IU/g)	Vitamin B <sub>12</sub> ( $\mu\text{g}/\text{g}$ )
Segar <sup>1</sup>	85,41 $\pm$ 3,27 <sup>a</sup>	0,47 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>
Goreng <sup>1</sup>	363,38 $\pm$ 7,49 <sup>b</sup>	0,21 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>
<i>Horse mackerel</i> (segar) <sup>2</sup>	37,00	7,20

Keterangan: Angka-angka yang diikuti superscript yang berbeda (a,b) pada kolom yang samamenunjukkan perubahan yang signifikan ( $P < 0,05$ )

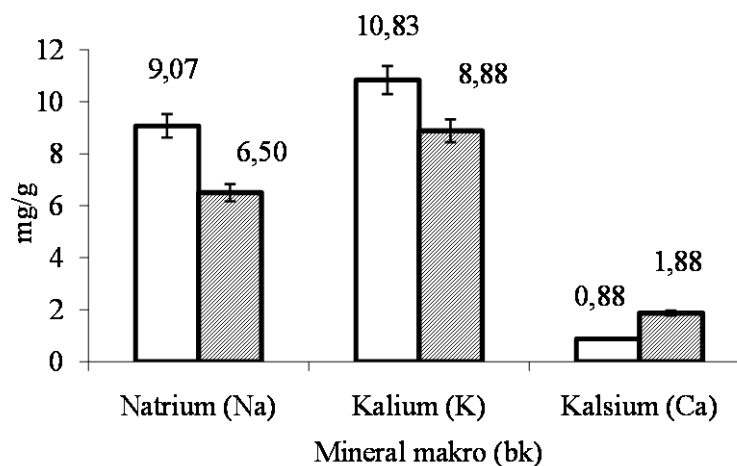
1. Hasil penelitian
2. Dias et al. (2003)

Vitamin A merupakan vitamin yang bersifat larut lemak. Ikan kembung memiliki kadar vitamin A yang lebih tinggi dari ikan *horse mackerel* hasil penelitian Dias et al. (2003), hal ini terjadi karena kedua ikan tersebut memiliki lingkungan hidup dan jenis makanan yang berbeda. Alasalvar et al. (2011) menyatakan komposisi nutrisi (vitamin A) dari ikan sangat bervariasi antara spesies satu dan spesies lainnya tergantung pada usia, jenis kelamin, lingkungan, dan musim. Kadar vitamin A ikan kembung meningkat secara signifikan ( $P < 0,05$ ) dengan jumlah 325,45% setelah proses penggorengan, hal ini diduga minyak goreng yang digunakan mengandung vitamin A sehingga saat dipanaskan vitamin A pada minyak terserap oleh daging ikan. Kuhnlein (2000) menyatakan bahwa minyak goreng mengandung vitamin A yang cukup tinggi. Minyak goreng Bimoli yang digunakan mengandung provitamin A yang tinggi. Struktur vitamin A memiliki sifat tahan terhadap panas (Murray et al., 2003), sehingga proses pengolahan dengan panas biasa hanya akan merubah sedikit kandungan vitamin A. Provitamin A memiliki sifat lipofilik yang sangat kuat karena strukturnya yang nonpolar dan dalam bahan makanan berikatan dengan lemak (Fennema, 2004). Karakteristik vitamin A diantaranya hampir tidak berwarna, larut lemak, dan berantai panjang dengan lima ikatan ganda (McDowell, 2000). Kebutuhan harian manusia akan vitamin A berbeda-beda, *Food and Nutrition Board* (1989) menyatakan bayi membutuhkan 375 RE IU dan anak 1-10 tahun membutuhkan 400-700 RE IU, pria 11-51 tahun membutuhkan 1000 REIU dan wanita 11-51 tahun membutuhkan 800 RE IU, dan ibu hamil membutuh tambahan 300 RE IU dan ibu menyusui 130 RE IU.

Kadar vitamin B<sub>12</sub> pada ikan kembung menurun secara signifikan ( $P < 0,05$ ) dengan jumlah 55,32% setelah proses penggorengan. Penurunan terjadi karena saat proses penggorengan vitamin B<sub>12</sub> pada ikan

mengalami kerusakan akibat penggunaan suhu yang tinggi (180 °C) selama proses. Fennema (2004) menyatakan selama proses pengolahan dengan pemanasan pada bahan makanan, kadar vitamin B<sub>12</sub> dapat menurun. Vitamin B<sub>12</sub> memiliki sifat tidak tahan terhadap panas dan larut air. Air yang keluar dari bahan selama proses penggorengan dapat membawa vitamin B<sub>12</sub> keluar dari bahan. Fennema (2004) menyatakan selama proses penggorengan, air akan keluar dari bahan menuju minyak yang panas. Vitamin B<sub>12</sub> ini hanya dapat disintesis oleh mikroorganisme (Coulter, 2002). Kadar vitamin B<sub>12</sub> ikan kembung lebih rendah dari ikan *horse mackerel* hasil penelitian Dias et al. (2003), hal ini karena terdapat perbedaan jumlah mikroorganisme di kedua habitat ikan tersebut. Kebutuhan harian manusia akan vitamin B<sub>12</sub> menurut *Food and Nutrition Board* (1989) berbeda-beda, bayi membutuhkan 0,3-0,5 µg/g, anak 1-10 tahun membutuhkan 0,7 – 1,4 µg/g, pria dan wanita 11-51 tahun membutuhkan 2 µg/g, dan ibu hamil membutuhkan 2,2 µg/g, dan ibu menyusui 2,6 µg/g.

Mineral makro adalah mineral yang dibutuhkan tubuh dalam jumlah lebih dari 100 mg sehari, sedangkan mineral mikro dibutuhkan kurang dari 100 mg sehari (Coulter, 2002). Mineral makro diantaranya natrium (Na), kalium (K), dan kalsium (Ca). Mineral mikro diantaranya besi (Fe), seng (Zn), dan selenium (Se). Fennema (2004) menyatakan kadar abu pada bahan mengestimasi total mineral dari bahan tersebut. Hall (2010) menyatakan kadar abu pada daging ikan merupakan sumber mineral yang baik bagi tubuh manusia. Sebagian kecil mineral larut dalam minyak saat proses penggorengan (Ghidurus et al., 2010). Mineral tidak mudah hilang karena panas, cahaya, dan perbedaan pH. Berikut hasil analisis mineral makro ikan kembung dapat dilihat pada Gambar 4.

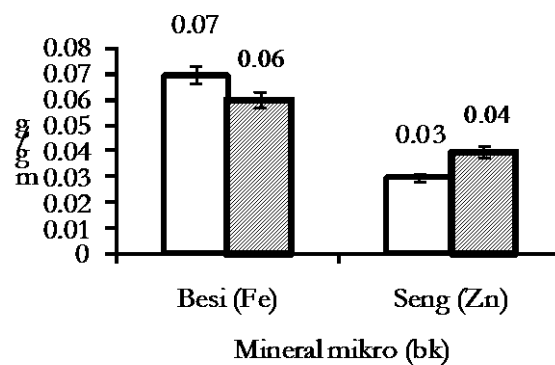


Gambar 4. Diagram batang kandungan mineral makro pada daging ikan kembung segar □ dan daging ikan kembung goreng. ▨

Kadar natrium (Na) ikan kembung mengalami penurunan yang signifikan ( $P < 0,05$ ) sebesar 28,35% setelah proses penggorengan, hal ini diduga karena proses penggorengan yang menggunakan suhu tinggi menyebabkan natrium melebur. Natrium memiliki suhu lebur 97,5°C sementara suhu yang digunakan dalam metode penggorengan ikan dalam penelitian ini adalah 180°C. Natrium merupakan kation utama dalam cairan ekstraseluler saat proses pemanasan terjadi maka natrium akan mudah terlepas dari jaringan bahan (Murray et al., 2003). Menurut *Food and Nutrition Board* (1989) setiap hari bayi membutuhkan 115-750 mg, anak 1-11 tahun membutuhkan 325-2700 mg, dan orang dewasa membutuhkan 1100-3300 mg.

Kadar kalium (K) merupakan mineral yang paling tinggi diantara mineral lainnya pada ikan kembung segar dan goreng. Nunes et al. (2011) menyatakan urutan kandungan mineral ikan dari yang terbanyak adalah kalium, klorida atau fosfor, natrium, magnesium, kalsium, besi, seng, tembaga, dan mangan. Kandungan kalium ikan menurun (bk) secara signifikan ( $P < 0,05$ ) sebanyak 18,00% setelah proses penggorengan. Murray et al. (2003) menyatakan kalium merupakan kation utama dalam cairan intraseluler. Fennema (2004) menyatakan kalium yang terdapat pada jaringan merupakan ion-ion bebas yang mudah terlepas. Suhu proses penggorengan yang melebihi suhu lebur kalium (97,5 °C) menyebabkan kalium melebur dan terlepas dari jaringan. Proses penggorengan dengan panas yang menurunkan kadar air dalam tubuh ikan kembung diduga ikut mempengaruhi kadar kalium dalam tubuh ikan. Kebutuhan harian kalium bayi adalah 350-1275 mg, anak 1-11 tahun membutuhkan 550-4575 mg, dan orang dewasa membutuhkan 1875-5625 mg (*Food and Nutrition Board*, 1989).

Kadar mineral makro kalsium (Ca) pada penelitian ini mengalami peningkatan (bk) yang signifikan ( $P < 0,05$ ) sebanyak 114,36% setelah proses penggorengan, hal ini menunjukkan bahwa unsur kalsium terikat kuat dalam jaringan daging ikan kembung. Peningkatan kalsium ini juga diduga karena adanya kalsium yang terkandung dalam minyak goreng yang terserap pada ikan. Kok et al. (2011) dalam penelitiannya menyebutkan terdapat 217 mg/100g dan 235 mg/100g pada dua minyak goreng kelapa sawit yang berbeda. Minyak goreng Bimoli yang digunakan berasal dari minyak kelapa sawit. Kalsium memiliki suhu lebur 838 °C, suhu ini lebih tinggi dari suhu yang digunakan dalam proses menggoreng yang menyebabkan proses penggorengan tidak akan menurunkan kadar kalsium. WNPG (2004) menunjukkan angka kecukupan gizi rata-rata besi harian pada bayi dan anak dibawah 10 tahun membutuhkan 200 - 600 mg/g, pria dan wanita diatas 10 tahun membutuhkan 800 - 1000 mg/g, dan ibu hamil membutuh tambahan 150 mg/g. Kandungan mineral mikro pada daging ikan kembung segar dan goreng dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram batang kandungan mineral mikro pada daging ikan kembung segar □ dan ▨ daging ikan kembung goreng.

Kandungan mineral besi (Fe) pada penelitian ini tidak berpengaruh secara signifikan karena sifat besi yang keras dan tidak mudah dipengaruhi oleh pemanasan. Besi terikat dengan struktur protein pada bahan makanan. Mineral mikro tidak mudah hilang karena panas, cahaya, dan perbedaan pH (Fennema, 2004). Besi memiliki suhu lebur yang sangat tinggi (1536°C) dan dapat menjadi pada ferro ( $Fe^{2+}$ ) yang berbahaya bagi tubuh saat terjadi oksidasi selama proses pemanasan bahan makanan (Coulate, 2002). WNPG (2004) menunjukkan angka kecukupan gizi rata-rata besi pada bayi 0-12 bulan sebesar 0,5-7 mg/hari, anak-anak 1-9 tahun sebesar 8-10 mg/hari, laki-laki dan wanita 10-18 tahun sebesar 13-19 mg/hari, dan usia 19-65 tahun sebesar 13-26 mg/hari.

Seng (Zn) merupakan mineral mikro yang terdapat sedikit pada daging ikan kembung segar dan meningkat secara tidak signifikan setelah proses penggorengan. Kok et al. (2011) dalam penelitiannya menunjukkan keberadaan seng pada minyak goreng kelapa sawit sebesar 3,61 mg/g. Seng juga memiliki titik lebur diatas suhu proses penggorengan yang digunakan yaitu 419,5 °C, hal ini menyebabkan perubahan jumlah yang terjadi pada seng tidak berbeda nyata. WNPG (2004) menunjukkan angka kecukupan gizi rata-rata besi pada bayi dan anak dibawah 10 tahun membutuhkan 5,5 - 12,2 mg/hari, pria dan wanita diatas 10 tahun membutuhkan 9,8 - 17,4 mg/hari, dan ibu hamil membutuh tambahan 1,7 - 10,2 mg/hari.

Kandungan selenium (Se) yang terdapat pada ikan kembung tidak terdeteksi karena ikan kembung pada penelitian ini memiliki kandungan selenium dibawah limit deteksi alat AAS ( $Se > 0,002$  mg/g) yang digunakan. Hasil penelitian Suseno et al. (2010) menunjukkan kadar selenium pada beberapa ikan laut dalam di laut Selatan Jawa dan laut Barat Sumatera berkisar antara 0,02 - 0,04 mg/g. Selenium memiliki suhu lebur 217°C yang artinya suhu proses penggorengan (180 °C) tidak akan berpengaruh pada selenium. Secara umum semua makanan laut merupakan sumber selenium dan iodine dimana sumber tersebut biasanya terdapat dalam daging ikan (Nunes et al., 2011). WNPG (2004) menunjukkan angka kecukupan gizi rata-rata selenium pada bayi dan anak dibawah 10 tahun membutuhkan 5 - 20 mg/g, pria dan wanita diatas 10 tahun membutuhkan 20 - 30 mg/g, dan ibu hamil membutuhkan tambahan 5 mg/g.

## Kesimpulan

Proses penggorengan menyebabkan terjadinya perubahan komposisi baik pada kadar vitamin maupun mineral. Vitamin A meningkat sebesar 325,45%, sedangkan vitamin B<sub>12</sub> menurun sebesar 55,32%. Mineral kalsium meningkat sebesar 114,36%, sedangkan natrium dan kalium menurun sebesar 28,35% dan 18,00%. Mineral besi dan seng tidak mengalami perubahan yang signifikan. Selenium tidak terdeteksi karena jumlah kandungannya dibawah limit deteksi (Se<0,002 mg/g).

## Daftar Pustaka

- Alasalvar, C., F. Shahidi, K. Miyashita, U. Wanasundara. 2011. Handbook of seafood quality, safety and health applications. Iowa (USA): Wiley-Blackwell. 96-105 pp.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemists. 2005. Official methods of analysis of the association of official analytical of chemist. Virginia (USA): The Association of Official Analytical Chemist, Inc.
- Bimoli. 2013. Produk minyak goreng bimoli. [www.bimoli.com](http://www.bimoli.com). Akses tanggal 10 Juli 2014.
- Coulter, T.P. 2002. Food: the chemistry of its components. Fourth Edition. Cambridge (UK): RSC Paperbacks. 432 p.
- Dias, M.G., M.V. Sanchez, H. Bartolo, L. Oliveira. 2003. Vitamin content of fish and fish products consumed in portugal. *EEAFCh*, 2(4): 510-513.
- Eitenmiller, R.R., L.Ye, W.O. Jr. Landaen. 2008. Vitamin analysis for the health and food sciences: Second Edition. New York (USA): CRC Press. 84 p.
- Ersoy, B., A. Ozeren. 2009. The effect of cooking methods on mineral and vitamin contents of African catfish. *Food Chemistry*, 115:419–422.
- Fennema, O.R. 2004. Food chemistry: Fourth Edition. New York (USA): Marcel Dekker, Inc. 1160 p.
- Food and Nutrition Board. 1989. Recommended dietary allowances, 10th Edition. Washington DC (USA): National Research Council, National Academy of Sciences. 146 p.
- Ghidurus, M., M. Turtoi, G. Boskou, P. Niculita, V. Stan. 2010. Nutritional and health aspects related to frying (I). *Journal of Romanian Biotechnological Letters*, 15(6): 5675-5682.
- Hall, G.M. 2010. Fish processing: Sustainability and New Opportunities. Iowa (USA): Wiley-Blackwell. 312 p.
- Hosseini, H., M. Mahmoudzadeh, M. Rezaei, L. Mahmoudzadeh, R. Khaksar, N.K. Khosroshahi, A. Babakhani. Effect of different cooking methods on minerals, vitamins and nutritional quality indices of kutum roach (*Rutilus frisii kutum*). *Food Chemistry*, 148: 86-91.
- Ismail, A., E.H.K. Ikram. 2004. Effects of cooking practices (boiling and frying) on the protein and amino acids contents of four selected fishes. *Nutrition and Food Science*, 34(2): 54-59.
- Kok, S., O. Meilina, C.E. Gwendoline, N. Prameswari. 2011. Comparison of nutrient composition in kernel of tenera and clonal of oil palm. *Food Chemistry*, 129(11): 1343-1347.
- Kuhnlein, H.V. 2000. Finding food sources of vitamin A and provitamin A. *Food and Nutrition Bulletin*, 21(2):130-134.
- McDowell, L.R. 2000. Vitamins in animal and human nutrition: Second Edition. South State Avenue, Iowa (USA): Iowa State University Press. 793 p.
- Mir-Bel, J., R. Oria, M.L. Salvador. 2012. Influence of temperature on heat transfer coefficient during moderate vacuum-deep-fat frying. *Journal of Food Engineering*, 113:167-176.
- Murray, R.K., D. Granner, P.A. Mayes, V.W. Rodwell. 2003. Biokimia harper. E/25. Penerjemah: Hartono A. Jakarta (ID): Buku Kedokteran EGC. Terjemahan dari: Harper's Chemistry. 25/E. 598-630.
- Nasution, S.H., Sulistiono, D. Sjafei, S. Haryani. 2004. Variasi morfologi ikan endemik rainbow selebensis (*Telmatherina celebensis*) di Danau Towuti, Sulawesi Selatan. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 3(2):5-11.
- Nunes, M.L., N.M. Bandarra, I. Batista. 2011. Health benefits associated with seafood consumption. Di dalam: Alasalvar, C., F. Shahidi, K. Miyashita, U. Wanasundara, editor. Handbook of seafood quality, safety and health applications. Volume 3. Health Application of Seafood. Iowa (USA): Wiley-Blackwell.
- Rahman, M.M., M. Zamri, N. Fadilla. 2012. Effect of deep frying on proximate composition and micronutrient of indian mackerel (*Rastrelliger kanagurta*), eel (*Monopterus albus*), dan cockle (*Anadara granosa*). *Journal of Biological Science*, 15(12): 589-594.
- Rifqie, G.L. 2007. Analisis frekuensi panjang dan hubungan panjang berat ikan kembung lelaki (*Rastrelliger kanagurta*) di Teluk Jakarta [skripsi]. Bogor (ID): Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

- Sahena, F., I.S.M. Zaidul, S. Jinap, A.M. Yazid, A. Khatib, N.A.N. Norulaini. 2010. Fatty acid compositions of fish oil extracted from different parts of Indian mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) using various techniques of supercritical CO<sub>2</sub> extraction. *Food Chemistry*, 120:879-885.
- Shirai, K., J.C.R. Ramirez. 2011. Utilization of fish processing by-products for bioactive compounds. Di dalam: Hall GM, editor. *Fish Processing: Sustainability and New Opportunities*. Volume 10. Preston (UK): Wiley-Blackwell. 236-265 pp.
- Spikadhara, E., S. Subekti, M.A. Alamsyah. 2012. Pengaruh pemberian pakan tambahan (Supplemented fish) dari kombinasi tepung cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) dan tepung *Spirulina platensis* terhadap pertumbuhan dan retensi protein benih ikan bandeng (*Chanos chanos*). *Journal of Marine and Coastal Science*, 1(2):81-90.
- Suseno, S.H., A.Y. Tajul, W.A. Nadiah, Hmdah, Asti, S. Ali. 2010. Proximate, fatty acid and mineral composition of selected deep sea fish species from Southern java Ocean Western Sumatra Ocean, Indonesia. *International Food research Journal*, 17: 905-914.
- [WNPG] Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi. 2004. *Pangan dan gizi*. Jakarta (ID): Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Zhang, Q., A.S.M. Saleh, J. Chen, Q. Shen. 2012. Chemical alterations taken place during deep-fat frying based on certain reactionproducts: A review. *Chemistry and Physics of Lipids*, 165: 662-681.