

## MIKROENKAPSULASI MINYAK IKAN KAYA ASAM LEMAK OMEGA-3 SEBAGAI BAHAN FORTIFIKASI PADA SUP KRIM KEPITING INSTAN

### *Fish Oil Microencapsulation as Omega-3 Fatty Acids Fortification Material for Cream of Crab Soup*

Santiara Putri Pramestia\*, Bambang Riyanto, Wini Trilaksana

Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan  
Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Jalan Agatis, Bogor 16680 Jawa Barat  
Telepon (0251) 8622915, Faksimili (0251) 8622916

\*Korespondensi: pramestiara2@yahoo.com

Diterima: 15 Juni 2015, Disetujui: 5 Agustus 2015

#### Abstrak

Asam lemak omega-3 memiliki peranan penting dalam meningkatkan kecerdasan dan kesehatan manusia. Mikroenkapsulasi minyak ikan kaya akan asam lemak omega-3 merupakan suatu upaya untuk mempertahankan rasa, aroma, stabilitas, dan juga untuk mentransfer komponen bioaktif dari minyak ikan untuk tujuan fortifikasi pada makanan atau obat-obatan. Pengembangan sup krim kepiting instan dan pengayaan dengan minyak ikan kaya asam lemak omega-3 belum pernah dilakukan sebelumnya. Penelitian bertujuan untuk pengembangan metode mikroenkapsulasi minyak ikan kaya asam lemak omega-3 sebagai bahan fortifikasi pada sup krim kepiting instan. Metode yang dilakukan dalam mikroenkapsulasi adalah homogenisasi dan spray drying. Mikrokapsul terbaik diperoleh dari perlakuan homogenisasi selama 10 menit, dengan efisiensi  $90,41 \pm 0,64\%$ . Mikrokapsul yang dihasilkan umumnya berbentuk bulat dengan ukuran rata-rata  $6,52 \mu\text{m}$ , dan waktu induksinya mencapai  $26,09 \pm 0,01$  jam. Formula terbaik sup krim kepiting instan adalah konsentrasi mikrokapsul minyak ikan  $3,30\%$ , dengan %AKG omega-3  $8,19\%$  termasuk %AKG EPA dan DHA  $11,32\%$  pada takaran saji  $17,56$  gram.

Kata Kunci : Asam lemak omega-3, fortifikasi, kepiting, mikroenkapsulasi, minyak ikan, sup krim instan

#### Abstract

Omega-3 fatty acids have important roles in improvement of intelligent and health of human. Microencapsulation of fish oil as source of omega-3 fatty acids is an effort to maintain flavor, aroma, stability, and also to successfully transfer bioactive component from the fish oil as fortification material for foods or medicines. Improvement of instant crab cream soup enriched with fish oil as source of omega-3 fatty acid has never been conducted before. The purpose of this research was to improve microencapsulation method for fish oil as source of omega-3 fatty acids as fortification material for instant cream of crab soup. Microencapsulation methods in this research are homogenization and spray drying. The results showed that the best microcapsule was obtained from homogenization treatment for 10 minutes with efficiency of  $90.41 \pm 0.64\%$ . The shape of the obtained microcapsule was spherical with average size of  $6.52 \mu\text{m}$ , with induction time up to  $26.09 \pm 0.01$  hours. The best cream of crab soup formula was at fish oil microcapsule

concentration of 3.30%, with 8.19% daily value of omega-3, inclusion 11.32% of EPA and DHA at serving size of 17.56 gram.

Keywords : Crab, fish oil, fortification, instant cream soup, microencapsulation, omega-3 fatty acids

## PENDAHULUAN

Peran penting asam lemak omega-3 untuk pencegahan penyakit pada manusia telah dilaporkan sejak tahun 1929 (Burr & Burr 1929). Peran ini kembali populer pada awal tahun 1970 dalam kaitannya dengan rendahnya pola plasma lipid dan lipoprotein terhadap penyakit kardiovaskular penduduk Eskimo pantai barat Greenland yang dominan mengkonsumsi ikan laut (Bang *et al.* 1971). Peran asam lemak omega-3 dalam perkembangan otak manusia telah diketahui pada periode tahun yang sama, tetapi sebagai unsur utama dalam penentuan tingkat kecerdasan manusia sejak janin atau masa pertumbuhan anak-anak, baru dilaporkan pada tahun 1990 (Makrides *et al.* 1994, Hibbeln *et al.* 2007). Penelitian yang telah dilakukan menerangkan bahwa asam lemak omega-3 memiliki peranan penting dalam membantu meningkatkan daya ingat bagi para penderita Alzheimer (Conquer *et al.* 2000), pengembangan psikologis klinis dan penyembuhan berbagai penyakit mental misalnya schizophrenia (Fenton *et al.* 2000), deficit hyperactivity disorder, dan demensia (Freeman *et al.* 2006; Amminger *et al.* 2010).

Minyak ikan merupakan sumber asam lemak yang kaya akan omega-3 (Shamsudin dan Salimon 2006). Dewi (1996) melaporkan bahwa kandungan asam lemak omega-3 pada minyak ikan hasil pengalengan lemuru dapat mencapai 29,68%, namun menurut Shahidi dan Wanasundara (1998) kandungan asam lemak tidak jenuh yang tinggi merupakan

penyebab utama tingkat kerusakan pada minyak ikan. Isolasi untuk mendapatkan asam lemak omega-3 dari minyak ikan telah banyak dilakukan dan berbagai teknik peningkatan mutu juga dikembangkan, diantaranya ekstraksi dengan teknologi CO<sub>2</sub> superkritik (Sahena *et al.* 2009) dan pemberian antioksidan (Kamal-Eldin dan Yanishlieva 2002; Jacobsen *et al.* 2008). Teknik lain yang diupayakan dan memberikan nilai tambah adalah mikroenkapsulasi (Velasco *et al.* 2006). Mikroenkapsulasi dapat berguna sebagai masking atau mempertahankan rasa dan aroma, meningkatkan stabilitas, dan mentransfer bioaktif dari lipid yang berbentuk cair menjadi bubuk padatan, untuk tujuan fortifikasi makanan atau obat-obatan.

*Sup seafood* merupakan makanan favorit di Jepang dan negara Asia Timur, diantaranya sup dari udang (*shrimp soup*) (Niamnuy *et al.* 2008), bahkan sup katsuobushi (Takeda dan Yoshimatsu 1981). Sajian utama makanan tahun baru di Tsumuyochi, Fukushima Prefecture Jepang adalah berupa sup *scallop* yang telah direbus dan dikeringkan (*boiled-dried scallop*), dengan tambahan nasi, sayuran burdock, wortel dan mushroom kering. Sup dengan *scallop* rebus dan kemudian dikeringkan merupakan sajian lezat, yang disajikan dengan penambahan *dried abalone* di China. Sup dari daging ikan sendiri saat ini mengarah kepada kajian keamanan pangan dari bahan tambahan pangan yang digunakan (Fernandez-Saiz *et al.* 2010). Indonesia merupakan negara pengeksport kepiting-rajungan terbesar untuk pasar

internasional (KKP 2013). Bilgin dan Fidanbas (2011) melaporkan bahwa daging kepiting mengandung zat gizi penting, selain protein yang tinggi juga terdapat unsur mikronutrien, seperti niasin, folat, potasium, vitamin B12, phosphorous, zinc, copper, dan selenium.

Permintaan konsumen akan produk pangan selama 1 dekade terakhir cenderung mengarah pada pangan yang memberikan kontribusi terhadap kesehatan atau penyediaan nutrisi, pencegah penyakit dan meningkatkan kesehatan fisik serta mental (Ohama 2006; Mathioudakis 2007). Sup instan merupakan suatu produk olahan pangan kering instan yang dapat dibuat dari daging, ikan, sayuran, sereal atau campurannya dengan atau tanpa penambahan bahan tambahan makanan yang diizinkan. Spesifikasi instan ditekankan pada komponen bahan penyusun kering yang bersifat instan (BSN 1996). Sup krim instan umumnya berupa dry soups yang terbuat dari daging (Krejčová *et al.* 2007), sayuran (Wang *et al.* 2010) atau jamur (Singh *et al.* 2003). Upaya pengkayaan sup krim instan masih terfokus pada fortifikasi protein. Milantisari (2006) melaporkan mengenai pemanfaatan tepung daging-tulang leher ayam daging sebagai sumber protein pada sup krim instan jamur tiram putih dan jamur shitake, dan Haryasyah *et al.* (2009) melaporkan tentang pemanfaatan pupa ulat sutra sebagai sumber protein sup krim instan. Pengembangan bahan pengisi (*soup fillings*) dan sup dalam bentuk konsentrat (Janjatovic *et al.* 2012) belum banyak dilakukan, demikian pula dengan fortifikasi unsur atau pengkayaan gizi yang berperan penting terhadap kesehatan, misalnya asam lemak esensial belum dilakukan (Kamal-Eldin dan Yanishlieva 2002).

Mempertimbangkan berbagai hasil penelitian dan keberagaman produk laut yang sudah dikomersialisasikan,

pengembangan mikroenkapsulasi minyak ikan kaya akan asam lemak omega-3 untuk fortifikasi pada produk sup krim instan dengan bahan dasar daging kepiting menjadi sangat penting untuk dilakukan. Penelitian bertujuan untuk pengembangan metode mikroenkapsulasi minyak ikan kaya asam lemak omega-3 sebagai bahan fortifikasi pada sup krim kepiting instan.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah daging kepiting (merupakan kepiting jantan, jenis *Scylla serrata* kadar protein 18.47% dan kadar lemak 0.71% yang ditransportasikan hidup dari Tarakan, Kalimantan Utara). Minyak ikan diperoleh dari pabrik pengalengan ikan PT. X di Pekalongan, Jawa Tengah (minyak ditampung dalam jerigen plastik 20 L dan ditransportasikan selama 12 jam). Kadar air 0%, FFA 5.27 meq/kg, dan bilangan peroksida 3,95 meq/kg). Bahan untuk pemurnian minyak ikan adalah attapulgit (pH 6), bentonit (kandungan montmorilonit 80%, pH <8,2), dan NaOH 20 °Be (dibuat dengan melarutkan 14,36% NaOH, mengacu Hodgson (1995) ke dalam 100 mL akuades). Bahan-bahan yang digunakan untuk mikroenkapsulasi minyak ikan adalah gum arab (kehalusan 80 mesh) dan maltodekstrin (kehalusan 90 mesh).

Bahan pembuatan sup krim meliputi tepung mocaf (*modified cassava flour*) merk Mocaf (kadar pati 73.29%), maizena merk maizenaku (protein 1%, karbohidrat total 89%), susu skim merk Tropicana Slim (protein 26%, karbohidrat total 57,20%), garam, gula, *seasoning* (bawang putih, lada putih, *mix leaves* (basil, oregano, dan rose marry)), minyak jagung Tropicana Slim (PUFA 50%), dan bahan analisis meliputi KOH (Merck KgaA Germany) 0,1 N, etanol 96%, indikator fenoltalein, kloroform, asam asetat glasial (Merck

KgaA Germany), larutan KI (Merck KgaA Germany) jenuh, akuades, pati 1%,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  (Merck KgaA Germany) 0,1 N, isooktan, reagen p-anisidin.

Alat yang digunakan adalah sentrifuge Hitachi CR G Series (himac CR 21G), *magnetic stirrer* (Yamato MH-61, 200-1.200 rpm, 100 V), *homogenizer* Wiggen Hauser, *Spray Dryer* (Büchi 190 ( $\varnothing$  nozzle 0,7 mm), mikroskop polarisasi cahaya (Zeiss Primo Star dengan kamera Axio Cam Erc5s), timbangan (Sartorius BS 124 S), dan *drum dryer* (Buflovak drum ganda,  $\varnothing$  drum 0.5 m, panjang drum 1 m, suhu drum 100°C, kecepatan drum 1 putaran/31,68 detik). Alat-alat yang digunakan untuk analisis adalah spektrofotometer (UV-Vis 2500 Shimadzu), Toki Sangyo Viscometer model TV-10 (spindel no. M4), *Scanning Electron Microscope* (Phenom ProX) dan *Gas Chromatography* (Shimadzu Model GC 2010 plus dengan kolom 19 *cyanopropil methyl sil* (capillary column), dimensi kolom p = 60 m,  $\varnothing$  dalam = 0,25 mm, 0,25  $\mu\text{m}$  *film thickness*).

### **Prosedur Penelitian Pemurnian, Mikroenkapsulasi dan Karakterisasi Mikrokapsul Minyak Ikan**

Minyak ikan yang digunakan mengacu pada ketentuan atau standar *Council for Responsible Nutrition* (2010) dan *Internatonal Fish Oil Standard* (2010), yang meliputi parameter kadar asam lemak bebas (*free fatty acid*), bilangan peroksida, angka p-anisidin, dan nilai total oksidasi. Peningkatan mutu minyak ikan dapat dilakukan antara lain melalui teknik pemurnian (*refining*). Ketentuan proses pemurnian minyak ikan yang layak untuk pangan diantaranya dengan teknik pemurnian alkali (Bimbo 1998).

Pemurnian minyak ikan menggunakan metode Sathivel *et al.* (2003) dengan modifikasi pada konsentrasi NaOH, serta Tambunan (2014) berupa penggunaan

bentonit dan attapulgit sebagai bahan bleaching. Aktivitas pemurnian diawali dengan sentrifugasi minyak ikan pada kecepatan  $12.499 \times g$  suhu 10°C selama 30 menit, yang bertujuan menghilangkan partikel solid atau komponen oksidasi bebas (Bhattacharya *et al.* 2008). Pemurnian dilakukan berupa penambahan NaOH 20°Be, dengan teknik pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* kecepatan  $11 \times g$  hingga homogen pada suhu 60°C selama 20 menit (kondisi optimal modifikasi Sathivel *et al.* (2003)). Pemisahan sabun yang terbentuk dilakukan dengan sentrifugasi kecepatan  $12499 \times g$  pada suhu 20°C selama 15 menit, kemudian endapan sabun dipisahkan dengan cara penuangkan minyak (terletak pada bagian atas wadah sentrifuse) ke dalam botol kaca gelap. Minyak ikan hasil pemurnian kemudian dicuci untuk menghilangkan sisa sabun dengan penambahan 5% (b/b) akuades, kemudian dikocok dan didiamkan 10 menit hingga air cucian terpisah. Minyak kemudian dipisahkan dari air dengan menggunakan pipet. Pencucian diulang sebanyak 3 kali hingga pH minyak netral sebagai tanda hilangnya sisa sabun (mengacu Sathivel *et al.* 2003).

Bleaching dilakukan dengan penambahan 3% attapulgit dan 3% bentonit dan diaduk dengan *magnetic stirrer* kecepatan  $11 \times g$  selama 20 menit pada suhu 29°C (kondisi optimal modifikasi Tambunan (2014); Sathivel *et al.* (2003)) hingga homogen (Maes *et al.* 2005; Sabah dan Celik 2005). Sentrifugasi kembali dengan kecepatan  $12499 \times g$  selama 30 menit pada suhu 10°C untuk memisahkan endapan absorben dengan minyak.

Minyak ikan dianalisis meliputi bilangan asam (American Oil Chemists Society 1998 butir Ca5a-40), asam lemak bebas (AOCS 1998 butir Ca 5a-40), bilangan peroksida (*Association of*

*Analytical Chemists* 2000, No. Metode 965.33b), bilangan p-anisidin (IUPAC 1987, No. Metode 2.504), nilai total oksidasi (AOCS 1997), profil asam lemak dengan *Gas Chromatography* (AOAC 2005 butir 969.33).

Mikroenkapsulasi minyak ikan hasil pemurnian dilakukan dengan bahan penyalut maltodekstrin dan gum arab, yang dalam penggunaannya dilarutkan 30% dari bobot air yang ditambahkan (mengacu Rubilar *et al.* 2012). Maltodekstrin dan gum arab yang telah dicampurkan, ditambahkan akuades dan dipanaskan pada suhu 60°C hingga meleleh. Larutan penyalut didinginkan hingga suhu mencapai 45°C dan dihomogenisasi dengan kecepatan 40498xg selama 2 menit.

Komposisi minyak ikan yang digunakan 50% dari bahan penyalut dalam basis kering (mengacu Turchiuli *et al.* 2004). Minyak ikan ditambahkan secara bertahap ke dalam larutan penyalut dan dihomogenisasi menggunakan *homogenizer Wiggenshauser* dengan kecepatan 40498xg selama 2 menit dan 10 menit untuk kemudian dilihat stabilitasnya. Stabilitas ukuran dan penyebaran globula mikroenkapsulat dalam emulsi minyak diamati dengan mikroskop polarisasi cahaya Zeiss Primo Star dengan kamera Axio Cam Erc5s dengan perbesaran 100, yang dioperasikan menurut Kolanowski *et al.* (2004) dengan modifikasi penggunaan perbesaran.

Emulsi minyak ikan yang dihasilkan kemudian dikeringkan menggunakan pengering semprot (*spray drier*) dengan kondisi pengeringan Tinlet = 140°C dan Toutlet = 95°C, laju alir udara 73 m<sup>3</sup>/jam dan feed rate 5,3 g/menit. Mikro kapsul kemudian disimpan pada suhu -20°C untuk keperluan pengujian.

Kualitas mikro kapsul diuji yang meliputi karakteristik efisiensi mikroenkapsulasi (Velasco *et al.* 2006),

morfologi mikro kapsul dengan *Scanning Electronic Microscope* (SEM), profil asam lemak dengan *Gas Chromatography* (AOAC 2005, No. metode 969.33) dan analisis indeks stabilitas oksidasi (OSI) mikro kapsul (AOCS 1997 butir Cd 12b-92 OSI, ISO6886:1996 (E) Rancimat).

### **Pembuatan dan Penentuan Formula Sup Krim Kepiting Instan dengan Metode Bayes (Sunyoto dan Futiawati (2012); Marimin 2004))**

Komposisi formula bahan sup krim kepiting instan mengacu Rubilar *et al.* (2012) dengan modifikasi pada formulasi tepung mocaf, daging kepiting, minyak jagung, dan mix leaves. Formula sup krim instan terdiri dari 8,54% tepung mocaf, 11,38% maizena, 8,54% susu skim, 15,14% minyak jagung, 39,86% daging kepiting, 5,70% garam, 9,11% gula, 1,13% bawang putih, 0,57% lada, dan 0,28% Italian *mix leaves*.

Pembuatan sup krim instan diawali dengan preparasi kepiting. Preparasi dilakukan sesuai SNI 01-6929.3-2002 untuk diambil dagingnya. Kepiting (*Scylla serrata*) yang telah dibersihkan, direbus dalam air selama 20 menit suhu 100°C, selanjutnya dilakukan pemisahan antara daging dengan karapas. Daging kemudian dihaluskan menggunakan grinder Fomac tipe G31. Bahan-bahan tepung berupa tepung mocaf, tepung maizena, dan susu skim masing-masing dilarutkan terlebih dahulu dengan air sebanyak 20 mL untuk mencegah koagulasi saat pemasakan.

Teknik pencampuran bahan dan pemasakan mengacu Sunyoto dan Futiawati (2012). Proses pemasakan diawali dengan penumisan daging kepiting dengan minyak jagung, bawang putih, serta lada. Larutan susu skim, tepung, mocaf, dan maizena ditambahkan berturut-turut sambil diaduk. Garam dan gula kemudian dimasukkan, sambil terus

diaduk mix leaves ditaburkan terakhir ke dalam sup. Sup krim dimasak selama 3 menit pada suhu 80°C. Sup krim dibiarkan dingin dan dihaluskan dengan blender hingga homogen. Sup dikeringkan dengan *drum dryer* (suhu drum 100°C, kecepatan drum 1 putaran/ 31,68 detik). Produk yang dihasilkan berupa lembaran kering, kemudian dihaluskan dengan food processor dan disimpan dalam plastik alumunium foil untuk di analisis dan di uji hedonik.

Formula sup krim terbaik didasarkan pada kesukaan konsumen terhadap karakteristik sensori dengan pembobotan (kenampakan, warna, aroma, kekentalan, dan rasa). Penentuan formula sup krim keping instan dilakukan dengan uji indeks kinerja (metode Bayes). Formula terbaik yang diperoleh kemudian digunakan sebagai formula yang akan diberi perlakuan mikro kapsul minyak ikan.

### **Fortifikasi Mikro kapsul Minyak Ikan Kaya Omega-3 (Rubilar *et al.* 2012), Karakterisasi, dan Penentuan Formula Terpilih Sup Krim Keping Instan**

Fortifikasi mikro kapsul minyak ikan kaya omega-3 terhadap sup krim keping instan diujikan dengan tiga perlakuan yaitu konsentrasi 3,00%, 3,30%, dan 3,60% dari bobot sup krim instan. Acuan didasarkan pada GRAS US FDA (2004), yaitu mengenai kadar maksimum minyak ikan

dan mikro kapsulnya yang diperbolehkan pada produk pangan olahan.

Analisis terhadap ketiga sup krim instan dengan penambahan atau fortifikasi mikro kapsul minyak ikan kaya omega-3 mengacu Rubilar *et al.* (2012); Sunyoto dan Futiawati (2012), meliputi karakteristik sensori (kenampakan, kekentalan, rasa, warna, dan aroma); analisis data dengan uji Kruskal Wallis dan uji lanjut Dunn, kimia (kadar air, abu, protein, lemak, dan karbohidrat) dan fisika (indeks penyerapan air, indeks kelarutan air, dan viskositas), kemudian dibandingkan dengan sup krim instan kontrol (tanpa penambahan mikro kapsul minyak ikan). Formula terpilih ditentukan berdasarkan karakteristik terbaik dari ketiga formula sup krim instan. Formula terpilih yang didapatkan, dihitung angka kecukupan gizinya.

Data hasil penelitian dikaji menggunakan analisis statistik rancangan acak lengkap. Faktor perlakuan berupa penambahan mikro kapsul minyak ikan dengan tiga taraf dan tiga kali ulangan untuk parameter karakteristik sensoris, fisika, dan kimia.

### **HASIL DAN PEMBAHASAN Karakteristik Mutu Minyak Ikan**

Minyak ikan sebelum pemurnian cenderung belum memenuhi standar *Council for Responsible Nutrition* (2010) dan *International Fish Oil Standard* (2010), terutama kandungan asam lemak bebas,

Tabel 1 Kualitas minyak ikan sebelum dan setelah pemurnian

Parameter	Sebelum Pemurnian	Setelah Pemurnian	Pembanding	
Asam lemak bebas (meq/kg)	5,27±0,23	1,09±0,03	-	< 1.3**
Bilangan asam (mg KOH/g)	9,02±0,41	1,87±0,06	< 3*	< 2.25**
Bilangan peroksida (meq/kg)	3,95±0,31	2,44±0,31	< 5*	< 3.75**
Bilangan p-anisidin (meq/kg)	4,33± 0,10	4,27±0,14	< 20*	< 15**
Total oksidasi (meq/kg)	11,4±0,63	9,16±0,75	< 26*	< 20**

Keterangan: \*limit deteksi AAS

bilangan asam, dan bilangan peroksida. Pemurnian minyak ikan dengan metode alkali terbukti dapat meningkatkan kualitas minyak ikan (Tabel 1).

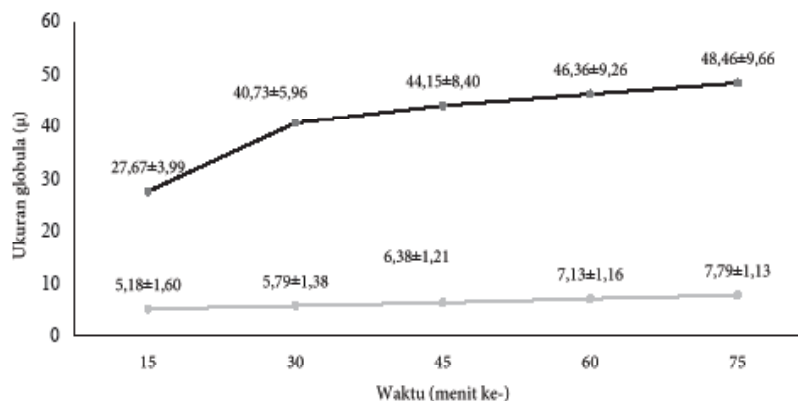
Kadar asam lemak bebas yang tinggi sebelum pemurnian diduga karena masih tingginya kandungan air pada minyak ikan, sehingga menyebabkan minyak ikan mudah terhidrolisis. Pemurnian minyak ikan dengan alkali (NaOH) secara teknik merupakan reaksi saponifikasi asam lemak. Penggunaan NaOH yang tinggi menunjukkan banyaknya kadar asam lemak bebas pada minyak tersebut (Hodgson 1995). Nilai asam lemak bebas juga berbanding lurus dengan bilangan asam. Penurunan asam lemak bebas terjadi akibat pemurnian dari  $5,27 \pm 0,23\%$  menjadi  $1,09 \pm 0,03\%$  dan bilangan asam dari  $9,02 \pm 0,41\%$  menjadi  $1,87 \pm 0,06$ . Nilai ini telah memenuhi standar IFOS (2010) yakni bilangan asam lemak bebas  $<1,3$  meq/kg dan bilangan asam  $<2,25$  mg KOH/g, sedangkan menurut CRN (2010) bilangan asam yang diperbolehkan pada minyak ikan untuk konsumsi maksimal 3 mg KOH/g.

Bilangan peroksida yang sangat tinggi menunjukkan bahwa minyak ikan tidak ditangani dengan baik, sehingga mudah teroksidasi. Bilangan peroksida minyak ikan hasil pemurnian mengalami penurunan dari  $3,95 \pm 0,31$  meq/kg menjadi

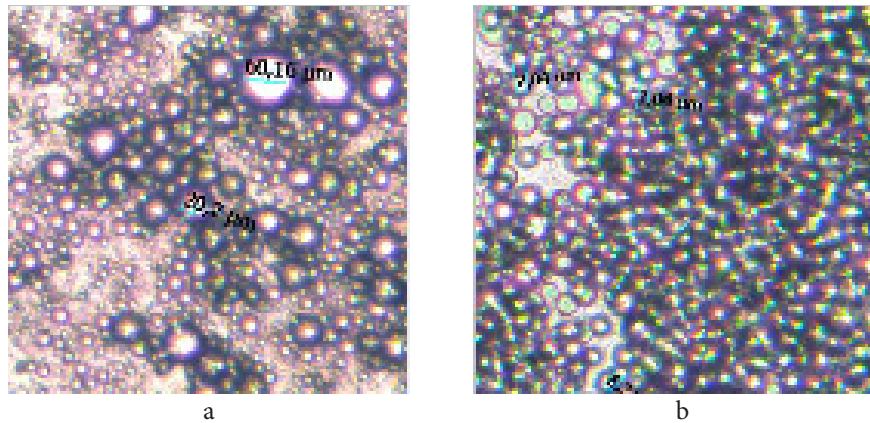
$2,44 \pm 0,31$  meq/kg. Bilangan peroksida minyak ikan hasil pemurnian ini telah memenuhi standar IFOS (2010) yakni  $<3,75$  meq/kg dan CRN (2010) sebesar  $<5$  meq/kg. Pemurnian minyak ikan juga menurunkan bilangan p-anisidin dari  $4,33 \pm 0,10$  meq/kg menjadi  $4,27 \pm 0,14$  meq/kg dan telah memenuhi standar CRN (2010) dan IFOS (2010) yakni berturut-turut  $<20$  meq/kg dan  $15$  meq/kg. Bilangan p-anisidin tidak selalu seiring dengan tingginya bilangan peroksida (Guillén dan Cabo 2002), namun tingginya bilangan peroksida dapat menyebabkan tingginya bilangan p-anisidin jika proses yang diberikan pada minyak ikan memungkinkan terjadinya degradasi lebih lanjut. Nilai total oksidasi minyak hasil pemurnian mengalami penurunan dari  $11,4 \pm 0,63$  meq/kg menjadi  $9,16 \pm 0,75$  meq/kg yang menunjukkan bahwa jumlah peroksida dan hasil oksidasi sekunder menurun setelah proses pemurnian. Nilai total oksidasi ini berada dibawah batas maksimum menurut IFOS (2010) dan CRN (2010) berturut-turut yaitu  $<20$  meq/kg dan  $<26$  meq/kg.

### Stabilitas Globula Mikroenkapsulat Minyak Ikan

Stabilitas emulsi merupakan aspek yang penting dalam proses mikroenkapsulasi karena mampu mencegah atau mengurangi



Gambar 1 Perubahan ukuran globula mikroenkapsulat minyak ikan selama (a) — 2 menit dan (b) — 10 menit.



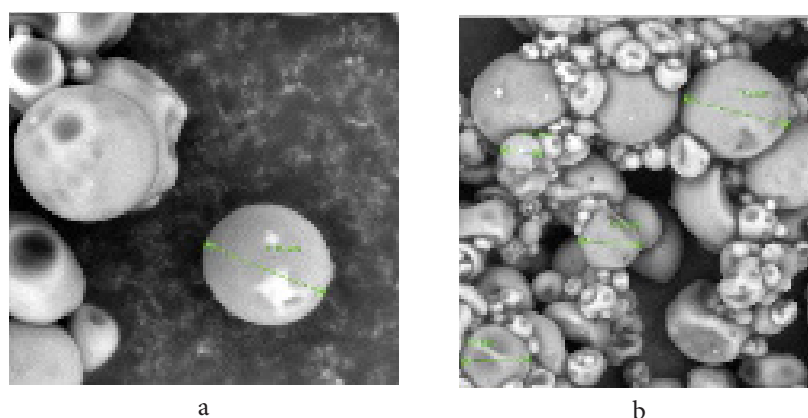
Gambar 2 Potret ukuran globula mikroenkapsulat minyak ikan dengan perbesaran 100, (a)  $t = 2$  menit; (b)  $t = 10$  menit

kecenderungan lemak bergabung kembali (*coalesce*). Rata-rata ukuran globula yang dihomogenisasi selama 2 menit berada pada rentang  $27,67 \mu\text{m}$  pada pengamatan 15 menit pertama hingga  $48,45 \mu\text{m}$  di menit ke-75. Sementara ukuran rata-rata globula dengan lama pengadukan 10 menit adalah  $5,00 \mu\text{m}$  pada 15 menit pertama pengamatan hingga mencapai  $7,79 \mu\text{m}$  di menit ke-75 (Gambar 1). Bentuk dan ukuran globula mikroenkapsulat dapat dilihat pada Gambar 2. Semakin lama proses homogenisasi ternyata berpengaruh terhadap jumlah globula lemak yang dihasilkan per volume produksi. Posisi globula yang semakin rapat teratur satu

sama lain melalui pengamatan mikroskop polarisasi cahaya menunjukkan proses homogenisasi dapat meningkatkan jumlah droplet pada fase pendispersi.

### Morfologi Mikro kapsul

Hasil SEM menunjukkan bahwa mikro kapsul yang dihasilkan umumnya berbentuk bulat, baik itu berbentuk bulat sempurna maupun bulat dengan beberapa lekukan, serta permukaan yang halus tanpa retakan dengan ukuran rata-rata  $6,52 \mu\text{m}$  (Gambar 3). Permukaan halus dan bebas retakan pada mikro kapsul ini akan mencegah oksidasi zat inti, dalam hal ini asam lemak, sehingga menjaga stabilitas oksidasi mikro kapsul.



Gambar 3 Morfologi mikro kapsul minyak ikan dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM). a (perbesaran 10.000x), b (perbesaran 5.000x)



**Keragaan Asam Lemak Mikro kapsul**

Kandungan asam lemak omega-3 pada mikro kapsul minyak ikan mengalami penurunan dibandingkan sebelum pemurnian. Kandungan berupa asam linolenat mengalami penurunan dari 0,89±0,00% menjadi 0,44±0,00%. Asam lemak eikosapentanoat (EPA) mengalami penurunan dari 8,03±0,04% menjadi 3,85±0,04%. Asam lemak dokosaheksaenoat (DHA) mengalami penurunan dari 17,48±0,13% menjadi 8,81±0,13%. Penurunan asam lemak bebas disebabkan oleh oksidasi lemak yang terjadi saat proses pemurnian alkali serta mikroenkapsulasi, terutama preparasi homogenisasi dan *spray drying* (Serfert *et al.* 2009).

**Stabilitas Oksidasi Mikro kapsul**

Waktu induksi yang dicapai oleh minyak ikan tanpa enkapsulasi adalah 0,19±0,00 jam, sedangkan mikro kapsul minyak ikan memiliki waktu induksi mencapai 26,09±0,01 jam. Rubilar *et al.* (2012) menyatakan bahwa waktu induksi yang lebih lama mengindikasikan produk memiliki stabilitas oksidasi yang tinggi.

**Penentuan Formula Sup Krim Kepiting Instan**

Hasil analisis dengan metode Bayes (Tabel 2), diperoleh sup krim kepiting instan dengan proporsi sup dan air 1:5 sebagai formula terbaik dan diberi perlakuan penambahan mikro kapsul minyak ikan.

**Karakteristik Sensori Sup Krim Kepiting Instan**

Kenampakan sup krim kepiting instan fortifikasi mikro kapsul minyak ikan berkisar antara 4,67 (agak tidak suka) hingga 5,06 (netral). Nilai kesukaan tertinggi terdapat pada formula penambahan mikro kapsul minyak ikan 3,00% dan terendah terdapat pada formula mikro kapsul minyak ikan 3,60%. Kenampakan sup krim cenderung seragam karena komposisi dan proses pada setiap formula dengan atau tanpa pengayaan mikro kapsul adalah sama. Warna mikro kapsul yang cenderung menyerupai tepung bahan baku sup krim juga tidak mengakibatkan perbedaan yang nyata secara visual.

Penilaian panelis terhadap tingkat

Tabel 2 Hasil analisis dengan metode Bayes

Parameter	Formula							Bobot nilai
	F01	F02	F03	F04	F05	F06	F07	
Kenampakan	6	5	5	7	4	3	2	0,16
Kekentalan	6	7	4	5	2	3	1	0,21
Warna	7	2	5	6	4	3	1	0,16
Rasa	7	6	4	5	3	2	1	0,26
Aroma	6	3	4	7	5	4	2	0,22
				5,9	3,5	2,9		
Total Nilai	6,42	4,77	4,31	1	4	6	1,37	
Ranking	1	3	4	2	5	6	7	

Keterangan:

F01 = sup instan : air (1:5)

F02 = sup instan : air (1:6)

F03 = sup instan : air (1:7)

F04 = sup instan : air (1:8)

F05 = sup instan : air (1:9)

F06 = sup instan : air (1:10)

F07 = sup instan : air (1:11)

kesukaan kekentalan sup krim keping instan yang difortifikasi mikrokapsul minyak ikan berkisar 5,21 (netral) hingga 5,91 (netral). Kekentalan sup instan dipengaruhi oleh rasio bahan sup instan dengan atau tanpa penambahan mikrokapsul minyak ikan dan air yang digunakan untuk merehidrasi sup instan.

Nilai modus dan rata-rata penilaian panelis menunjukkan bahwa warna sup krim cenderung agak kecoklatan. Nilai kesukaan panelis terhadap warna sup krim keping instan berkisar 4,67 (kurang suka) hingga 5,00 (netral). Warna mikrokapsul minyak ikan yang menyerupai tepung serta selisih penambahan yang sedikit, tidak mengakibatkan adanya perbedaan warna.

Tingkat kesukaan terhadap rasa sup krim instan berkisar 3,76 (agak tidak suka) hingga 5,82 (cukup suka). Tingkat kesukaan ini beriringan dengan modus hasil uji skoring, yakni rasa sup krim cenderung agak tidak lezat hingga biasa atau netral, sedangkan rata-ratanya berkisar antara tidak suka hingga netral.

Tingkat kesukaan panelis terhadap aroma sup krim keping instan berkisar 4,15 (kurang suka) hingga 5,00 (netral). Nilai modus uji skoring menunjukkan bahwa aroma sup krim berkisar 4,15 (kurang harum) hingga 5,18 (netral). Bau minyak ikan yang timbul menunjukkan bahwa teknik mikroenkapsulasi yang dilakukan belum bisa mempertahankan minyak yang tersalut. Bau ini disebabkan

oleh pelepasan bahan penyalut mikrokapsul minyak ikan pada sup krim keping instan yang telah direhidrasi. Pelepasan matriks penyalut mikrokapsul minyak ikan diduga karena difusi air terhadap lapisan matriks penyalut. Menurut Shahidi dan Han (1993) pelepasan bahan inti diakibatkan oleh larutnya matriks penyalut karena proses difusi air yang menyebabkan pelunakkan (*rubbery*) hingga meluruh. Temperatur yang terlibat dalam rehidrasi sup krim dengan fortifikasi mikrokapsul minyak ikan adalah 90°C. Karel (1985) menyatakan bahwa kecepatan peluruhan matriks kapsul bergantung satu sama lain antara jumlah air dan temperaturnya. Suhu air yang tinggi meningkatkan energi kinetik sehingga gerak air dalam menembus matriks penyalut semakin cepat untuk proses pelunakkan (*rubbery*) dan pelepasan zat inti.

### Karakteristik Fisik Sup Krim Keping Instan

Karakteristik fisik sup krim keping instan dengan fortifikasi mikrokapsul minyak ikan kaya omega-3 melalui indeks penyerapan air (IPA), indeks kelarutan air (IKA), dan viskositas memperlihatkan bahwa sangat dipengaruhi oleh penambahan mikrokapsul minyak ikan (Tabel 3). Nilai indeks penyerapan air (IPA) mengalami penurunan seiring dengan peningkatan konsentrasi mikrokapsul minyak ikan yang ditambahkan, sehingga dapat menghambat penyerapan air selama

Tabel 3 Karakteristik fisik sup krim keping instan dengan fortifikasi mikrokapsul minyak ikan dan kontrol

Parameter	Perlakuan Konsentrasi Mikrokapsul Minyak Ikan				Pembanding
	Kontrol	3,00%	3,30%	3,60%	
Kenampakan	4,620±0,070 <sup>c</sup>	4,258±0,006 <sup>b</sup>	4,197±0,001 <sup>b</sup>	4,114±0,003 <sup>a</sup>	2.824*
Kekentalan	0,023±0,000 <sup>c</sup>	0,022±0,000 <sup>b</sup>	0,021±0,000 <sup>b</sup>	0,019±0,000 <sup>a</sup>	-
Warna	600,00±0,00 <sup>a</sup>	600,00±0,00 <sup>a</sup>	600,00±0,00 <sup>a</sup>	600,00±0,00 <sup>a</sup>	850*

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf superskrip berbeda (a,b,c) menunjukkan berbeda nyata ( $p < 0,05$ ). \*Sunnyoto dan Futiawati (2012)

Tabel 4 Karakteristik kimia sup krim keping instan dengan fortifikasi mikrokapsul minyak ikan dan kontrol

Parameter (%bk)	Perlakuan Konsentrasi Mikrokapsul Minyak Ikan				Pembanding	
	Kontrol	3,00%	3,30%	3,60%		
Kadar air (% bb)	3,52±0,03 <sup>a</sup>	3,71±0,01 <sup>b</sup>	3,75±0,00 <sup>b</sup>	3,79±0,01 <sup>c</sup>	7,66*	2-7**
Kadar abu	3,61±0,01 <sup>a</sup>	4,67±0,01 <sup>b</sup>	4,89±0,02 <sup>c</sup>	5,46±0,04 <sup>d</sup>	10,94*	-
Kadar protein	13,92±0,02 <sup>a</sup>	14,04±0,00 <sup>c</sup>	14,02±0,00 <sup>bc</sup>	14,00±0,00 <sup>b</sup>	9,99*	≥2**
Kadar lemak	19,71±0,01 <sup>a</sup>	19,90±0,03 <sup>b</sup>	19,96±0,01 <sup>c</sup>	20,4±0,03 <sup>d</sup>	11,51*	≤10**
Kadar karbohidrat	62,90±0,2 <sup>c</sup>	61,51±0,20 <sup>b</sup>	61,12±0,04 <sup>b</sup>	60,00±0,1 <sup>a</sup>	58,4*	-

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf superskrip berbeda (a,b,c) menunjukkan berbeda nyata ( $p<0,05$ ).

\*Rubilar *et al.* (2012), \*\*BSN (1996)

proses rehidrasi.

Nilai IKA sup krim keping berkisar 0,019±0,000 g/mL hingga 0,023±0,000 g/mL dan menunjukkan bahwa indeks kelarutan air sup krim keping instan sangat dipengaruhi oleh penambahan mikrokapsul minyak ikan. Hasil pengukuran viskositas menunjukkan bahwa sup krim memiliki kekentalan yang tepat sama.

### Karakteristik Kimia Sup Krim Keping Instan

Kadar air mikrokapsul minyak ikan yang ditambahkan adalah 4,88±0,10%. Nilai kadar air sup krim instan ini berkisar antara 3,52±0,03% sampai 3,79±0,01% dan telah memenuhi SNI 01-4321-1996, yaitu

2-7% (Tabel 4). Demikian pula dengan kadar abu, semakin besar penambahan mikrokapsul minyak ikan, kadar abu dari sup krim instan juga semakin meningkat. Penambahan konsentrasi mikrokapsul minyak ikan juga memberikan pengaruh terhadap kadar protein sup krim keping instan, meskipun kadarnya menurun seiring dengan tingkat penambahannya. Kadar lemak sup krim instan semakin meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi mikrokapsul minyak ikan. Kadar lemak pada produk sup krim instan ini memiliki kadar lemak yang lebih tinggi dibandingkan Rubilar *et al.* (2012) dan kadar lemak yang disyaratkan Badan Standardisasi Nasional (1996). Penambahan konsentrasi mikrokapsul

Tabel 5 Informasi nilai gizi sup krim keping instan

Kandungan gizi	Kadar
Konsentrasi mikrokapsul minyak ikan	3,30%
Takaran Saji	17,56 g
Energi Total	84,26 kkal
	% AKG*
Karbohidrat	3,58
Protein	4,10
Lemak	5,64
Omega-3	8,19
EPA & DHA	11,32

Keterangan: \*Persen AKG berdasarkan kebutuhan energi per hari 2000 kkal.

minyak ikan juga memberikan pengaruh terhadap kadar karbohidrat sup krim keping instan, namun semakin besar konsentrasi mikrokapsul yang digunakan, maka kandungan karbohidrat dari sup krim instan semakin menurun.

### Formula Terbaik Sup Krim Keping Instan

Berdasarkan hasil perankingan dengan uji indeks kinerja (metode Bayes) didapatkan bahwa formula sup krim keping instan terbaik adalah sup krim yang difortifikasi dengan mikrokapsul minyak ikan sebanyak 3,30%.

Sup krim keping instan dengan takaran saji 17,56 g (sepertiga sajian kemasan) dapat menyumbangkan energi total sebesar 84,26 kkal. Informasi mengenai Angka Kecukupan Gizi dari sup krim keping instan formula terbaik disajikan pada Tabel 5. Sup krim keping instan dengan konsentrasi mikrokapsul minyak ikan 3,30% mengandung 235,08 mg asam lemak omega-3, dengan EPA dan DHA 73,63 mg. Simopoulos *et al.* (1999) menyarankan jumlah asupan asam lemak omega-3 untuk orang dewasa adalah 2.870 mg per hari, termasuk EPA dan DHA 650 mg per hari.

Konsumsi satu takaran saji sup krim instan ini sudah mencukupi satu per delapan kebutuhan rata-rata harian manusia dewasa akan asupan EPA dan DHA (Simopoulos *et al.* 2013). Penentuan takaran saji sup krim ini didasarkan pada asumsi konsumsi pangan manusia yang beragam, sejalan dengan konsep Gizi Berimbang yang dikeluarkan oleh FAO (1992) yang dikenal dengan slogan 3B, yakni bergizi, berimbang, dan beragam.

### KESIMPULAN

Penambahan mikrokapsul minyak ikan mempengaruhi karakteristik kimia (berupa kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, dan kadar karbohidrat),

karakteristik fisik (indeks penyerapan air dan indeks kelarutan air), dan karakteristik sensoris (rasa dan aroma) sup krim keping instan. Fortifikasi sup krim keping instan menghasilkan formula terbaik pada pengayaan mikrokapsul minyak ikan 3,30%, dengan nilai gizi pada takaran saji 17,56 gram adalah energi total 84,26 kkal, %AKG karbohidrat 3,58%, %AKG protein 4,10%, %AKG lemak 5,64%, %AKG omega-3 8,19%, termasuk persen AKG EPA dan DHA 11,32%.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada PT. Indofood Sukses Makmur Tbk. yang telah mensponsori penulis dalam pelaksanaan penelitian ini melalui program Indofood Riset Nugraha periode 2014/2015. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Prof. Dr. F.G. Winarno dan Prof. Dr. Ambariyanto selaku Tim Pakar IRN atas bimbingan dan masukkannya.

### DAFTAR PUSTAKA

- AOCS [American Oil Chemistry Society]. 1997. Official Methods and Recommended Practices of AOCS Internasional. Champaign, Illinois, USA.
- Amminger GP, Schafer MR, Papageorgiou K, Klier CM, Cotton SM, Harrigan SM, Mackinnon A, McGorry PD, Berger GE. 2010. Long-chain omega-3 fatty acids for indicated prevention of psychotic disorders: a randomized, placebo-controlled trial. *Arch Gen Psychiatry* 67(2):146-154.
- Bang HO, Dyerberg J, Nielsen AB. 1971. Plasma lipid and lipoprotein pattern in Greenlandic West-coast Eskimos. *The Lancet* 297(7710):1143-1146.
- Bhattacharya AB, Sajilata MG, Tiwari SR and Singhal RS. 2008. Regeneration of thermally polymerized frying oils with adsorbens. *Journal of Food Chemistry*

- 110:562–570.
- Bilgin S, Fidanbas ZUC. 2011. Nutritional properties of Crab (Potamon potamios Olivier, 1804) in the lake of Egirdir (Turkey). *Pakistan Veterinary Journal* 31(3):239-243.
- Bimbo AP. 1998. Guidelines for characterizing food-grade fish oil. *INFORM* 9:473-483.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 1996. SNI-01-4321.1996. Syarat Mutu Sup Instan. Jakarta: BSN.
- Burr GO, Burr MM. 1929. A new deficiency disease produced by the rigid exclusion of fat from the diet. *Journal of Biology and Chemistry* 82:345–367.
- Conquer JA, Tierney MC, Zecevic J. 2000. Fatty acid analysis of blood plasma of patients with Alzheimer's disease, other types of dementia, and cognitive impairment. *Lipids* 35: 1305-1312
- [CRN] Council for Responsible Nutrition. 2010. Fish Oil Purity Standards. <http://www.omegavia.com/best-fish-oil-supplement-3/> [5 September 2014].
- Dewi, EN. 1996. Isolasi asam lemak omega-3 dari minyak hasil limbah penepungan dan pengalengan Ikan Lemuru. [Skripsi]. Bogor: Fakultas Teknik Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Eyub S, Celik MS. 2005. Sepiolite: An effective bleaching adsorbent for the physical refining of degummed rapeseed oil. *Journal of American Oil Chemists' Society. Soc.* 82 (12): 911-916.
- Farrell DJ. 1998. Enrichment of hen eggs with n-3 long-chain fatty acids and evaluation of enriched eggs in humans. *The American Journal of Clinical Nutrition* 68:538-544.
- Fenton WS, Hibbeln J, Knable M. 2000. Essential fatty acids, lipid membrane abnormalities, and the diagnosis and treatment of schizophrenia. *Biology Psychiatry* 47:8-21.
- Fernandez-Saiz P, C Soler, JM Lagaron, MJ Ocio. 2010. Effects of chitosan films on the growth of *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* and *Salmonella* spp. in laboratory media and in fish soup. *International Journal of Food Microbiology* 137:287–294.
- Freeman MP, Hibbeln JR, Winner KL, Davis JM, Mischoulon D, Peet M, Keck PE, Marangeil LB, Richardson AJ, Lake J, Stoll AL. 2006. Omega-3 fatty acids: evidence basis for treatment and future research in psychiatry. *Journal of Clinical Psychiatry* 67(12):1954-1967.
- Guillén MD, Cabo N. 2002. Fourier transform infrared spectra data versus peroxide and anisidine values to determine oxidative stability of edible oils. *Food Chemistry* 77:503–510.
- Haryasyah C, Gunawan SA, Artanti A, Handy SG. 2009. Pemanfaatan limbah pupa ulat sutera (*Bombyxmori*) dalam produksi sup krim instan tinggi protein. IPB Student Papers. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Hibbeln JR, Davis JM, Steer C. 2007. Maternal seafood consumption in pregnancy and neuro developmental outcomes in childhood (ALSPAC study): an observational cohort study. *The Lancet* 369:578-85.
- Hodgson AS. 1995. Refining and Bleaching. Hui YH (ed.). *Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Edible Oil and Fat Products: Processing Technology*. New York: Joh Willey & Sons.
- [IFOS] International Fish Oils Standard. 2011. Fish Oil Purity Standards. <http://www.omegavia.com/best-fish-oil-supplement-3/> [5 September 2014].
- Jacobsen C, Let MB, Nielsen NS, Meyer, AS. 2008. Antioxidant strategies for preventing oxidative flavour deterioration of foods enriched with n–3 polyunsaturated lipids: A

- comparative evaluation. *Trends in Food Science & Technology* 19:76–93.
- Janjatovic D, M Benkovic, S Srec̃ec, D Jez̃ek, I Špoljaric, I Bauman. 2012. Assessment of powder flow characteristics in incoherent soup concentrates. *Advanced Powder Technology* 23:620–631.
- Kamal-Eldin A, Yanishlieva NV. 2002. N–3 fatty acids for human nutrition: Stability considerations. *European Journal of Lipid Science and Technology* 104:825–836.
- Karel M. 1985. Effects of water activity and water component on mobility of food components, and their effects on phase transitions in food system. *Properties of Water in Foods*. Martinus Nijhoff, Dordrecht, editor. Netherlands.
- Krejč̃ova, T Cernohorsky, D Meixner. 2007. Elemental analysis of instant soups and seasoning mixtures by ICP–OES Anna. *Food Chemistry* 105:242–247.
- Maes J, Meulenaer BD, Heerswynghe PV, Greyt WD, Eppe G, Pauw ED, Huyghebaert A. 2005. Removal of dioxins and PCB from fish oil by activated carbon and its influence on the nutritional quality of the oil. *Journal of American Oil Chemists' Society* 82(8):593–597.
- Makrides M, Neumann MA, Byard RW. 1994. Fatty acid composition of brain, retina, and erythrocytes in breast- and formula-fed infants. *American Journal of Clinical Nutrition* 60:189–94.
- Marimin. 2004. Pengambilan Keputusan Kriteria Majemuk. Jakarta: Grasindo.
- Mathioudakis B. 2007. Regulation on nutrition and health claims: Current status and beyond. International developments in science & health claims. ILSI Europe international symposium on functional foods.
- Milantisari S. 2005. Pemanfaatan tepung daging-tulang leher ayam pedaging pada sup instan jamur tiram putih (*Pleurotusostreau*). [Skripsi]. Bogor: Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor.
- Niamnuy C, S Devahastin, S Soponronnarit. 2008. Changes in protein compositions and their effects on physical changes of shrimp during boiling in salt solution. *Food Chemistry* 108:165–175.
- Ohama H, Ikeda H, Moriyama H. 2006. Health foods and foods with health claims in Japan. *Toxicology* 22:95–111.
- Rubilar M, E Morales, K Contreras, C Ceballos, F Acevedo, M Villarreal, C Shene. 2012. Development of a soup powder enriched with microencapsulated linseed oil as a source of omega-3 fatty acids. *European Journal of Lipid Science and Technology* 114:423–433.
- Sabah E, Celik MS. 2005. Sepiolite: An effective bleaching adsorbent for the physical refining of degummed rapeseed oil. *Journal of American Oil Chemists' Society*. Soc 82(12):911–916.
- Sahena F, Zaidul ISM, Jinap S, Karim AA, Abbas KA, Norulaini NAN, Omar AKM. 2009. Application of supercritical CO<sub>2</sub> in lipid extraction. *Journal of Food Engineering* 95(4):240–253.
- Sathviel S, Prinyawiwatkul W, King JM, Grimm CC, Lloyd S. 2003. Oil production from catfish viscera. *Journal of American Oil Chemists' Society* 80:377–382.
- Serfert Y, Drusch S, Schwarz K. 2009. Chemical stabilisation of oils rich in long-chain polyunsaturated fatty acids during homogenisation, microencapsulation and storage. *Food Chemistry* 113:1106–1112.
- Shahidi F, Han XQ. 1993. Encapsulation of food ingredients. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 33(6):501–547.
- Shahidi F, Wanasudra N. 1998. Omega-3

- fatty acid concentrates: nutritional aspects and production technologies. *Journal of Food Science and Technology* 75(9):230-240.
- Shamsudin S, Salimon J. 2006. Physicochemical characteristics of aji-aji fish (*Seriola nigrofasciata*) lipids. *Malaysia Journal Analytical Science* 10(1):55-58.
- Simopoulos AP, Leaf A, Salem N Jr. 1999. Workshop on the Essentiality of and Recommended Dietary Intakes for Omega-6 and Omega-3 Fatty Acids. *Journal of the American College of Nutrition* 18(5):87-489.
- Singh S, S Ghosh, GR Patil. 2003. Development of a mushroom-whey soup powder. *International Journal of Food Science and Technology* 38:217-224.
- Steel RGD, Torrie JH. 1993. Principles and Procedures of Statistics Indeks. Sumantri B, Penerjemah. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Sunyoto S, Futiawati R. 2012. The influence of full cream milk powder concentration on the characteristic of "rasi" instant cream soup. *Journal of Agricultural Science Technology* 2:1218-1231.
- Takeda T, Yoshimatsu F. 1981. Studies on katsuobushi soup stock (part I) -conditions for the preparation of water steeping-method. *Chourikagaku* 14:49-54.
- Tambunan JE. 2014. Peningkatan Kualitas Minyak Ikan Sardin (*Sardinella* sp.) menggunakan sentrifugasi dan adsorben sintesis. [Tesis]. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Turchiuli C, Fuchs M, Bohin M, Cuvelier ME. 2004. Oil encapsulation by spray drying and fluidised bed agglomeration. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 6:29-35.
- Velasco J, Marmesat S, Dobarganes C, Marquez-Ruiz G. 2006. Heterogeneous aspects of lipid oxidation in dried microencapsulated oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54:1722-1729.
- Wang R, M Zhang, AS Mujumdar. 2010. Effect of food ingredient on microwave freeze drying of instant vegetable soup. *LWT-Food Science and Technology* 43:1144-1150.