

## PEMURNIAN MINYAK IKAN PATIN DARI HASIL SAMPING PENGASAPAN IKAN

### *Refining of Pangasius Oil from Fish Smoking By-products*

Rodiah Nurbaya Sari\*, Bagus Sediadi Bandol Utomo, Jamal Basmal dan Ema Hastarini

Pusat Penelitian dan Pengembangan Daya Saing Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan

Jl. KS. Tubun Petamburan VI, Jakarta Pusat

\* Korespondensi Penulis: rodiah\_ns@yahoo.com

Diterima: 28 Juni 2016; Disetujui: 30 Oktober 2016

#### ABSTRAK

Isi perut merupakan hasil samping pengasapan ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) yang jumlahnya mencapai 5-6%/hari dari jumlah ikan yang diasap. Jumlah hasil samping yang besar tersebut apabila tidak diolah dapat mencemari lingkungan. Masyarakat pengolah di Kabupaten Kampar, Riau telah mengekstraksi isi perut tersebut menjadi minyak ikan kasar dengan produksi 110 L/hari. Untuk itu diperlukan teknologi pemurnian yang dapat meningkatkan nilai ekonomi minyak ikan kasar yang ada. Penelitian ini bertujuan melakukan pemurnian minyak kasar hasil samping pengasapan ikan patin dengan menggunakan empat metode pemurnian. Masing-masing metode pemurnian tersebut memiliki perbedaan seperti konsentrasi bentonit, waktu dan suhu proses, konsentrasi NaOH pada proses netralisasi, dan penggunaan asam sitrat atau natrium klorida pada proses *degumming*. Bahan penelitian yang digunakan adalah dua jenis minyak ikan patin kasar yaitu hasil ekstraksi isi perut ikan patin dengan pengukusan dan hasil ekstraksi dengan pemanasan. Sebelum dan setelah dimurnikan, minyak ikan dianalisis bilangan asam lemak bebas, bilangan peroksida, bilangan iodin, warna, dan profil asam lemak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada minyak ikan hasil ekstraksi dengan pengukusan yang dimurnikan menggunakan metode I, terjadi penurunan nilai asam lemak bebas sebesar 50,79%; peroksida sebesar 23,75%; dan peningkatan angka iodin 20,99%. Sedangkan pada minyak ikan hasil ekstraksi dengan pemanasan yang telah dimurnikan menggunakan metode II terjadi penurunan nilai asam lemak bebas sebesar 50,30%; peroksida 49,77%; dan peningkatan angka iodin 30,92%. Pemurnian minyak ikan patin terbaik dihasilkan dari minyak hasil ekstraksi dengan pengukusan yang dimurnikan dengan metode I dan minyak hasil ekstraksi dengan pemanasan yang dimurnikan dengan metode II karena telah memenuhi standar yang ditetapkan oleh *International Association of Fish Meal Manufactures*, *International Fish Oil Standard*, dan standar farmakope Indonesia sebagai minyak ikan mutu pangan.

**KATA KUNCI:** *Pangasius hypophthalmus*, pengasapan, isi perut, minyak ikan, pemurnian

#### ABSTRACT

Oval has been a major by-products of pangasius fish (*Pangasius hypophthalmus*) smoking industry, totaling of 5-6% of smoked fish. This huge amount of by-product must be properly utilized, otherwise this will be harmful to environment. Pangasius fish processing community at Kampar, Riau has utilized the oval as raw material for crude fish oil processing, producing 110 L/day. For this reason fish oil refining techniques is required to improve the quality to increase its economic value. The purpose of research was to determine the best fish oil refining method among four recently available methods. The differences among each method were concentration of bentonite, time and temperature of processing, concentration of NaOH in neutralization process, and citric acid and sodium chloride addition in degumming process. The raw materials used were two types of pangasius fish crude oil ie. extracted from pangasius oval using wet rendering method and extracted using dry rendering method. Before and after refining process, the quality of crude fish oil was analyzed including free fatty acid, peroxide value, iodine value, colour, and fatty acids profile. Results showed that free fatty acid value of extracted fish oil from wet rendering and refined using first method decreased 50.79%; peroxide value decreased 23.75%; and iodine value increased 20,99%. While the free fatty acid value of extracted oil from dry rendering and refined using second method decreased 50,30%; peroxide value decreased 49,77%; and iodine value increased 30,92%. The best refining process was oil extracted from wet rendering and refined using method I and oil extracted from dry rendering and refined using method II, since their refined fish oils were well within the standard set up by International Association of Fish Meal Manufactures, International Fish Oil Standard and also Indonesian farmakope standard, as food grade fish oil.

**KEYWORDS:** *Pangasius hypophthalmus*, smoking process, oval, fish oil, refining process

## PENDAHULUAN

Prinsip *blue economy* di mana suatu usaha tidak menyisakan hasil samping/limbah (*zero waste*) diharapkan juga dapat diterapkan untuk semua pengolahan ikan patin termasuk pengasapan. Hasil samping yang selama ini dihasilkan dari pengasapan adalah isi perut. Isi perut ikan dalam jumlah yang besar bila tidak diolah dengan baik akan mencemari lingkungan karena dapat menimbulkan bau. Hal ini disebabkan karena dalam isi perut ikan terdapat banyak mikroorganisme (Nugroho, Ibrahim, & Riyadi, 2014).

Isi perut ikan patin termasuk di dalamnya saluran pencernaan, hati, empedu dan lemak simpanan (lemak abdomen) merupakan sumber lemak yang potensial dengan kandungan omega 3 yang tinggi (Hwang et al., 2006; Ilza & Yusni, 2015). Menurut Hastarini, Fardiaz, Irianto, dan Budhijanto (2013) ekstraksi minyak ikan kasar dari isi perut ikan patin menghasilkan rendemen sekitar 20,34-30,05%. Minyak ikan dari isi perut ikan jambal siam memiliki perbandingan antara omega 3 dengan omega 6 adalah 1 : 6,8 (Ilza & Yusni et al., 2015; Ilza, 2016). Hasil penelitian Ho dan Paul (2009) menunjukkan kadar EPA pada *Tra catfish* (*Pangasius hypophthalmus*) sebesar 0,76 mg/100g dan DHA 4,74%. Sedangkan pada ikan air tawar lainnya seperti *Korean catfish* (*Silurus asotus*) dengan bobot 300-400 g/ekor memiliki kadar omega-3 EPA sebesar 2,7-3,7% (b/b) dan DHA 4,4-9,4% (b/b) (Hwang et al., 2006); ikan lele (*Clarias* sp.) dengan bobot 200-250 g/ekor memiliki kadar omega-3 EPA 0,96% dan ikan lele dengan bobot 100 g/ekor memiliki kadar DHA 3,14% (Ningsih, 2013); kadar omega-3 EPA pada ikan mujair (*Oreochromis mossambicus Peters*) berkisar antara 1,87-2,28% dan DHA 4,22-4,66% (Partina, Indra, & Undang, 2015); dan kadar omega-3 DHA pada ikan gabus (*Channa striatus*) 15,18% (Haniffa, Paul, Kumaresan, & Abdul, 2014). Minyak ikan yang pada umumnya memiliki kandungan omega 3 (EPA) cukup tinggi tersebut bisa bermanfaat untuk menjaga kesehatan dan mencegah beberapa penyakit degeneratif seperti jantung, kanker, diabetes, dan sebagainya (Nugroho et al., 2014).

Pada proses untuk mendapatkan minyak ikan dengan kualitas yang baik terdapat dua tahap penting yang harus diperhatikan yaitu ekstraksi minyak dan pemurnian minyak. Mutu minyak ikan kasar tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain bahan baku, penanganan, suhu, tekanan dan kandungan partikel pada minyak ikan (Rosell, 2009). Proses pemasakan pada temperatur tinggi menyebabkan minyak mengalami pirolisis yaitu suatu dekomposisi karena panas (Edwar, Heldrian, Ety, & Delmi, 2011). Lama waktu pemasakan juga memberikan hasil

kualitas minyak yang berbeda (Hadipranoto, 2005). Menurut Ketaren (2005) indikator kerusakan minyak antara lain ditunjukkan oleh angka peroksida dan asam lemak bebas yang tinggi.

Untuk menjadikan minyak ikan kasar yang memenuhi standar mutu pangan (*food grade*) maka perlu dilakukan pemurnian dengan tujuan mendapatkan minyak yang bebas dari komponen yang tidak diinginkan atau komponen pengotor (Bimbo, 1998) sehingga dihasilkan minyak ikan dengan rasa dan bau yang enak, warna menarik, dan memperpanjang masa simpan minyak sebelum dikonsumsi dan digunakan sebagai bahan mentah dalam industri (Bimbo, 1998; Ketaren, 2005). Tahapan-tahapan pemurnian minyak ikan yang umumnya dilakukan yaitu penyaringan, *degumming*, netralisasi, pemisahan sabun, pemucatan, dan deodorisasi (Firestone, 1989).

Di Kabupaten Kampar, Propinsi Riau terdapat pengasapan ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*). Ikan patin segar yang diasap sebanyak 10-15 ton/hari dan menghasilkan ikan asap 5-7 ton/hari. Hasil samping yang dihasilkan dari industri pengasapan tersebut berupa isi perut sebanyak 3-5 ton/hari. Selama ini isi perut tersebut menjadi masalah penting karena jumlahnya yang banyak sehingga sulit untuk membuangnya. Masalah lainnya adalah jika isi perut tersebut ditimbun, memerlukan lahan dengan luasan yang besar dan menimbulkan bau yang tidak sedap (Herman, komunikasi pribadi, 26 November, 2016).

Masyarakat pengolah ikan asap sudah mencoba memanfaatkan isi perut tersebut dengan mengekstraknya menjadi minyak ikan kasar. Minyak ikan kasar yang dihasilkan sebanyak 50-100 liter tiap hari. Cara yang digunakan selama ini adalah mengukus isi perut selama 8 jam dan memanaskan isi perut juga selama 8 jam. Kemudian minyak ikan kasar ditampung dalam jerigen ukuran 5 liter dan diletakkan di ruang penyimpanan bersuhu ruang. Minyak ikan kasar yang telah diproduksi hanya dijual sebagai pakan ternak dan pupuk (Herman, komunikasi pribadi, 26 November, 2016).

Berdasarkan tingginya produksi minyak ikan kasar tersebut, Pusat Penelitian dan Pengembangan Daya Saing Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan melakukan penelitian pemurnian minyak ikan kasar untuk menjadikan minyak ikan tersebut bernilai jual tinggi dengan memenuhi standar *food grade* dan juga dapat membantu masyarakat pengolah mengatasi permasalahan pada hasil samping pengasapan ikan. Tujuan penelitian ini adalah melakukan pemurnian dengan menggunakan empat metode pemurnian sehingga didapatkan minyak ikan berkualitas sesuai standar *International Association*

of Fish Meal Manufacturers, International Fish Oil Standard/IFOS, nilai panduan mutu minyak ikan kasar, dan standar farmakope Indonesia.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat penelitian

Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini adalah minyak ikan patin siam (*Pangasius hypophthalmus*) kasar hasil samping pengasapan ikan patin dari Kabupaten Kampar, Riau. Ada dua jenis minyak ikan kasar yang digunakan yaitu minyak ikan hasil ekstraksi isi perut dengan pengukusan (*wet rendering*) selama 8 jam (P1) dan minyak ikan kasar hasil ekstraksi isi perut dengan pemanasan (*dry rendering*) selama 8 jam (P2). Minyak ikan kasar dimasukkan dalam jerigen berukuran 5 L dan dibungkus dengan kertas koran kemudian dimasukkan dalam dus untuk dikirim ke laboratorium menggunakan angkutan umum selama 2 hari perjalanan. Setelah sampai di laboratorium minyak ikan kasar disimpan dalam *cold storage* sebelum dilakukan pemurnian.

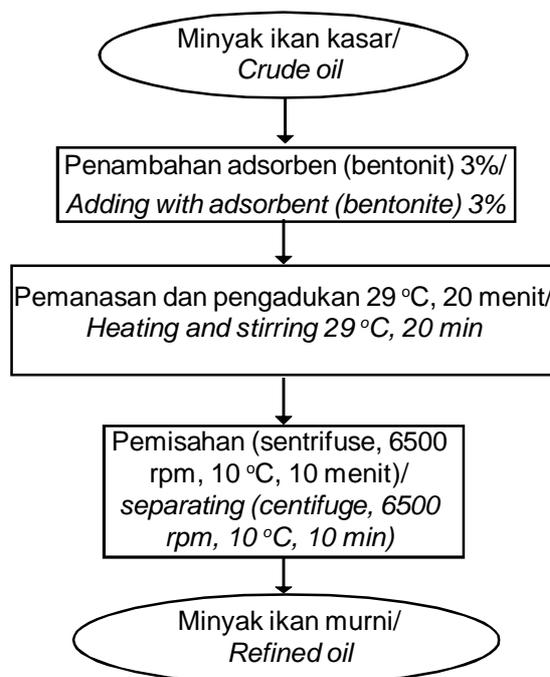
Bahan-bahan kimia yang digunakan adalah bentonit, natrium hidroksida, asam sitrat, dan natrium klorida. Sedangkan bahan-bahan kimia untuk analisis adalah kalium hidroksida 0,5N dalam etanol, asam klorida, kalium hidroksida, campuran eter dan etanol (1:1), pereaksi Wijs, kalium iodida 15%, natrium tiosulfat, indikator fenolftalin, indikator amilum,

heksana, boron tetrafluorida dalam metanol, dan standar *fatty acid methyl ester* (FAME) Supelco 37.

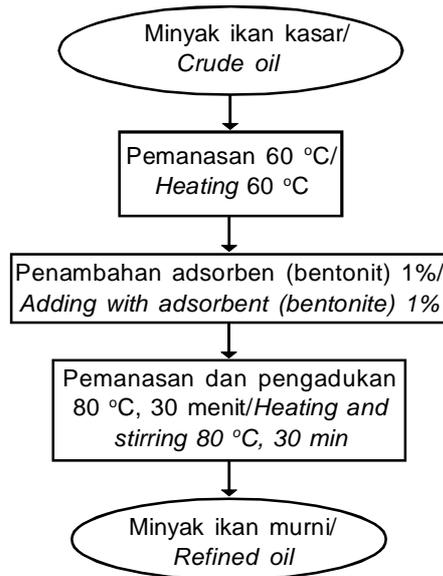
Alat yang digunakan yaitu pH meter dan sentrifuse *Scanvac*. Sedangkan alat analisis adalah instrumen Kromatografi Gas (GC) Agilent Technologies 7890A dengan kolom general Agilent 19091J-413 Fatty Acids DB-Wax nomer serial: 2680.42269 (30mx320µmx0,25µm).

### Metode Penelitian

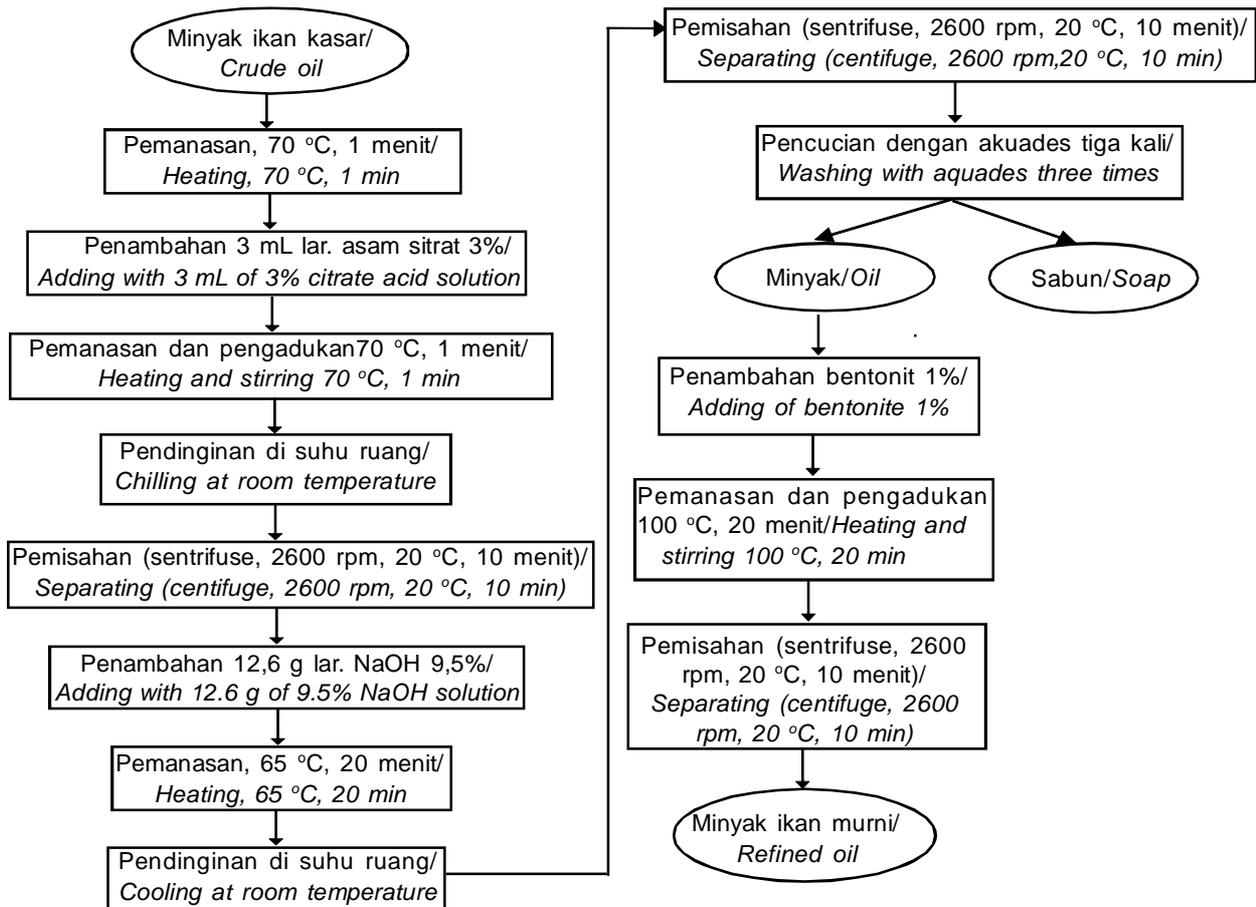
Penelitian dilakukan dengan tahapan sebagai berikut: (1) Karakterisasi minyak ikan patin kasar (P1 dan P2) dan yang telah dimurnikan yang meliputi analisis bilangan asam lemak bebas (AOAC, 2006), bilangan peroksida (AOCS, 2005), bilangan iodin (AOAC), warna (pengamatan dilakukan secara visual), dan profil asam lemak; (2) Pemurnian terhadap minyak ikan kasar P1 dan P2 menggunakan empat metode pemurnian, yaitu Metode I menurut Suseno, Jacob, dan Saraswati (2014), Metode II menurut Hastarini (2012), Metode III menurut Euglen, Ganesh, dan Rafii (2014) dan Metode IV menurut Permadi (1999). Tiap-tiap metode dapat dilihat pada Gambar 1 – 4. Perbedaan ke empat metode pemurnian tersebut adalah suhu dan waktu pemanasan, penambahan NaCl dan asam sitrat pada proses *degumming*, konsentrasi bentonit pada proses pemucatan (*bleaching*), dan konsentrasi NaOH pada proses netralisasi.



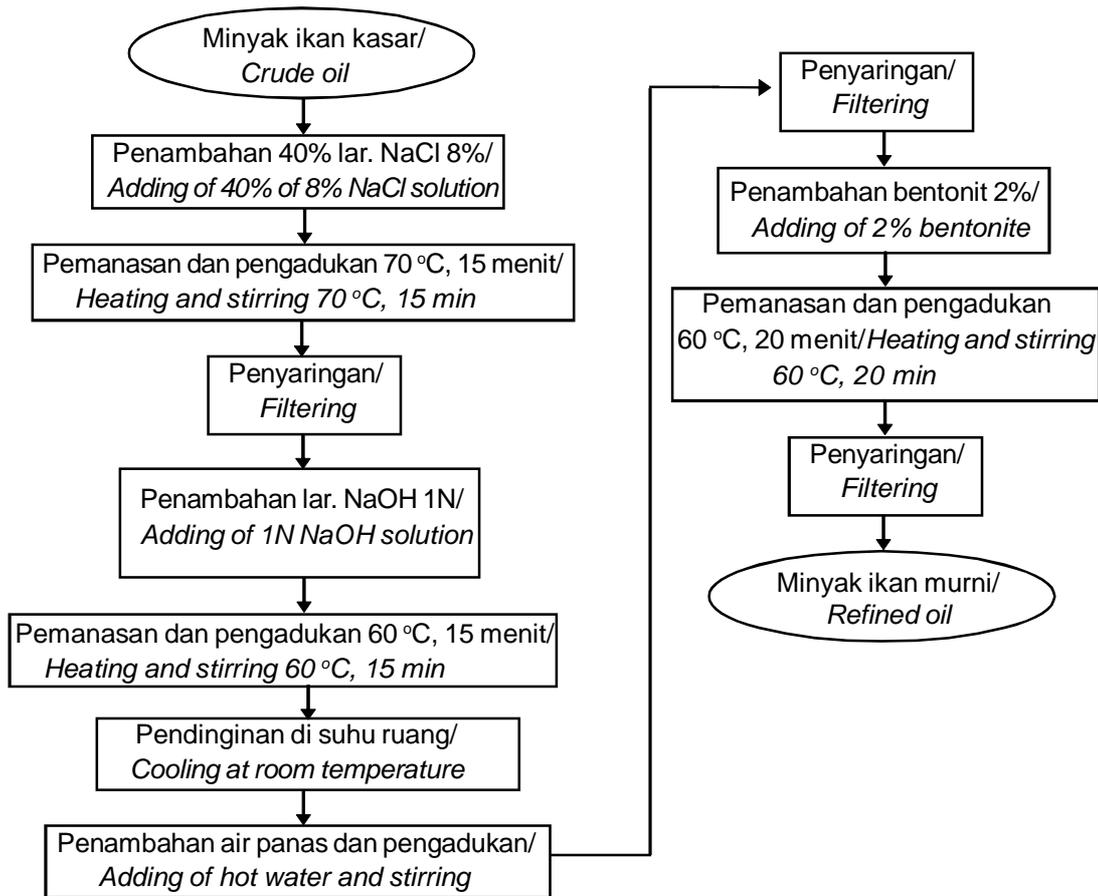
Gambar 1. Metode I – modifikasi Suseno et al. (2014)  
Figure 1. The first method – modification of Suseno et al. (2014)



Gambar 2. Metode II - modifikasi Hastarini (2012)  
Figure 2. The second method – modification of Hastarini (2012)



Gambar 3. Metode III - modifikasi dari Euglen et al. (2014)  
Figure 3. The third method – modification of Euglen et al. (2014)



Gambar 4. Metode IV - modifikasi dari Permadi (1999)  
 Figure 4. The fourth method – modification of Permadi (1999)

Pada metode I terdapat modifikasi penyaringan menggunakan sentrifuse. Kecepatan sentrifuse diubah dari 10.000 rpm menjadi 6500 rpm, disesuaikan dengan kemampuan maksimum pada alat sentrifuse yang ada di laboratorium. Metode II terdapat modifikasi juga pada penyaringan. Penyaringan pada Hastarini (2012) dilakukan menggunakan pompa vakum sedangkan pada penelitian ini penyaringan menggunakan sentrifuse dengan kecepatan 6500 rpm. Pada metode III modifikasi dilakukan pada kecepatan pemisahan dengan sentrifuse yaitu dari 2.560 rpm menjadi 2.600 rpm dengan operasional suhu 20 °C. Pada modifikasi metode IV dilakukan perubahan konsentrasi bentonit yang ditambahkan, dari 6% menjadi 2%.

Masing-masing perlakuan dan analisis dilakukan dengan dua kali ulangan. Minyak ikan murni terbaik ditentukan berdasarkan parameter bilangan asam lemak bebas, bilangan peroksida, dan profil asam lemak. Menurut Ketaren (2005) tingkat kerusakan suatu minyak ditunjukkan dengan besarnya angka peroksida dan asam lemak bebas. Semakin besar angka peroksida dan asam lemak bebas maka tingkat kerusakannya pun semakin besar.

Analisis profil asam lemak dilakukan dengan menggunakan instrumen Kromatografi Gas (GC) (O’Fallon, Busboom, Nelson, & Gaskins, 2007). Preparasi sampel dilakukan sebagai berikut: minyak sebanyak 1 mL ditambah larutan boron tetrafluorida dalam metanol sebanyak 2 mL dan dipanaskan pada suhu 65 °C selama 65 menit. Larutan ditambahkan pelarut heksana sebanyak 3 mL dan dikocok hingga terbentuk dua lapisan. Lapisan di bagian atas diambil dan diinjeksikan ke instrumen GC. Kondisi operasional instrumen GC sebagai berikut:

- Kondisi kolom dengan suhu awal 140 °C dan ditahan selama 5 menit. Kemudian suhu dinaikkan menjadi 240 °C dengan laju alir 4 °C/menit dan ditahan selama 20 menit;
- Kondisi injektor secara split dengan laju alir 4 mL/menit pada suhu injeksi 250 °C;
- Detektor diatur pada suhu 250 °C;
- Laju alir H<sub>2</sub> 30 mL/menit, N<sub>2</sub> 25 mL/menit, dan oksigen 400 mL/menit.

Tabel 1. Karakteristik kimia minyak ikan patin kasar sebelum dan sesudah pemurnian/

Table 1. Chemical characteristics of crude pangasius fish oil and refined oil

Sampel/ Sample	Bil. Asam Lemak Bebas/ Free Fatty Acid Value (%)		Bil. Peroksida/ Peroxide Value (meq/kg sampel)		Bil. Iodine/ Iodine Value (g/100 g sampel)	
	Sebelum pemurnian/ (Before refining process)	Setelah pemurnian/ (After refining process)	Sebelum pemurnian/ (Before refining process)	Setelah pemurnian/ (After refining process)	Sebelum pemurnian/ (Before refining process)	Setelah pemurnian/ (After refining process)
	P1	1.26 ± 0.21		6.40 ± 0.11		146.42 ± 0.00
P1-1		0.62 ± 0.09		4.88 ± 0.06		185.56 ± 33.86
P1-2		0.76 ± 0.10		5.79 ± 0.04		173.43 ± 0.23
P1-3		0.27 ± 0.00		6.08 ± 0.18		168.34 ± 2.97
P1-4		0.62 ± 0.10		5.52 ± 0.26		185.25 ± 8.94
P2	1.67 ± 0.38		4.26 ± 0.13		141.83 ± 7.04	
P2-1		0.76 ± 0.11		1.60 ± 0.14		188.50 ± 6.01
P2-2		0.83 ± 0.00		2.14 ± 0.16		205.31 ± 12.70
P2-3		0.27 ± 0.00		3.89 ± 0.19		163.47 ± 1.46
P2-4		0.62 ± 0.09		3.82 ± 0.10		173.81 ± 12.84

Catatan/Note:

P1 : Minyak ikan patin kasar diekstrak dari isi perut dengan pengukusan/P1: Crude fish oil from steamed catfish oval

P2 : Minyak ikan patin kasar diekstrak dari isi perut dengan pemanasan/P2: Crude fish oil from heated catfish oval  
Angka setelah tanda minus menunjukkan nomor metode/The number after minus sign showed methods number

(1) : Metode I/The first method

(3) : Metode III/The third method

(2) : Metode II/The second method

(4) : Metode IV/The fourth method

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Minyak Ikan

Minyak kasar ikan patin dari hasil samping pengasapan yang berwarna kuning kecoklatan kemudian dianalisis bilangan asam lemak bebas, bilangan peroksida, dan bilangan iodin. Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 1.

Minyak ikan patin kasar P1 dan P2 memiliki bilangan asam lemak bebas 1,26 dan 1,67%. Minyak ikan kasar P2 memiliki bilangan asam lemak bebas di atas batas maksimum yang telah ditetapkan oleh *International Fish Oil Standard/IFOS* (2011) yaitu sebesar 1,50%. Hal ini diduga karena isi perut dipanaskan di atas kompor gas dengan suhu tinggi (mencapai 100 °C) selama 8 jam. Setelah pemurnian bilangan asam lemak bebas kedua minyak ikan tersebut mengalami penurunan. Penurunan bilangan asam lemak bebas tertinggi terjadi pada minyak ikan yang dimurnikan menggunakan metode III. Bilangan

asam lemak bebas minyak ikan murni untuk ke empat metode pemurnian yang digunakan telah memenuhi standar batas maksimum kadar asam lemak bebas pada minyak ikan menurut *International Fish Oil Standard/IFOS* (2011) yaitu sebesar 1,50%. Minyak ikan P1 dan P2 yang dimurnikan dengan metode III memiliki bilangan asam lemak bebas terendah yaitu 0,27%.

Hasil analisis asam lemak bebas pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan hasil penelitian Julaikha (2014) yaitu 5,64%. Sedangkan pada hasil penelitian Hastarini (2012) bilangan asam lemak bebas minyak ikan patin murni yang diekstrak dari bagian isi perut adalah 0,61-0,84%. Perbedaan nilai asam lemak bebas antara penelitian ini dengan penelitian tersebut diduga karena dipengaruhi oleh metode ekstraksi dan pemurnian, profil minyak yang dihasilkan, jenis, dan kesegaran bahan baku (Mohanarangan, 2012). Asam lemak bebas dihasilkan dari proses hidrolisis terhadap trigliserida sehingga asam lemak terlepas dari ikatan dengan gliserol. Peningkatan hidrolisis dapat

meningkatkan potensi terjadinya kerusakan minyak sehingga minyak berbau tengik (Ahmadi & Mushollaeni, 2007). Penggunaan sentrifugasi pada penelitian ini bertujuan memisahkan minyak dari komponen selain minyak yang tidak dikehendaki seperti monogliserida dan digliserida yang termasuk dalam fraksi tersabunkan dan pengotor lainnya (Suseno et al., 2014). Sedangkan penggunaan adsorben jenis bentonit adalah untuk menghilangkan bau yang tidak diinginkan, membuat warna minyak lebih jernih, dan memperpanjang umur simpan minyak (Aji & Hidayat, 2010).

Bilangan peroksida minyak ikan patin kasar P1 dan P2 mengalami penurunan setelah dimurnikan. Penurunan terendah terjadi pada minyak ikan patin P1 dan P2 hasil pemurnian menggunakan metode I yaitu 4,88 dan 1,60 meq/kg sampel. Minyak ikan patin P1 yang telah dimurnikan menggunakan metode I memenuhi standar farmakope Indonesia untuk minyak ikan mutu pangan (*food grade*) (Abdillah, 2008) yaitu kurang dari atau sama dengan 5 meq/kg, namun belum memenuhi standar *International Fish Oil Standard* (IFOS) bilangan peroksida untuk kategori minyak mutu pangan (*food grade*) yaitu kurang dari 3,75 meq/kg. Sedangkan minyak ikan patin P2 yang telah dimurnikan menggunakan ke empat metode di atas telah memenuhi standar internasional minyak ikan tahun 2011 (Tambunan, Suseno, & Ibrahim, 2013) dan standar farmakope Indonesia untuk minyak ikan mutu pangan (*food grade*) (Abdillah, 2008). Hanya minyak ikan patin P2 yang telah dimurnikan menggunakan metode I dan II yang memenuhi *International Fish Oil Standard* (IFOS). Minyak ikan murni P2 mempunyai bilangan peroksida yang rendah (1,60-3,89 meq/kg sampel). Hal ini disebabkan proses pengukuran isi perut merupakan pemanasan dengan suhu tinggi yang mencapai 100 °C. Menurut Chantachum, Benjakul, dan Sriwirat (2000) dan Kalalo (2014) bilangan peroksida meningkat seiring dengan meningkatnya suhu pemanasan saat ekstraksi tetapi mengalami penurunan pada suhu pemanasan 95 °C. Menurut Aminah (2010) bilangan peroksida yang rendah bisa disebabkan laju pembentukan peroksida baru lebih rendah dibandingkan dengan laju degradasinya menjadi senyawa lain dikarenakan peroksida cepat mengalami degradasi dan bereaksi dengan zat lain.

Bilangan peroksida menunjukkan kualitas minyak, semakin kecil bilangan peroksida maka kualitas minyak tersebut semakin baik. Kerusakan pada minyak dapat terjadi karena proses oksidasi oleh oksigen dari udara terhadap asam lemak tidak jenuh dalam minyak yang terjadi selama proses ekstraksi dan pemurnian atau penyimpanan. Asam lemak tidak jenuh semakin reaktif terhadap oksigen dengan bertambahnya jumlah ikatan rangkap pada rantai

molekul. Oksidasi spontan asam lemak tidak jenuh didasarkan pada serangan oksigen terhadap ikatan rangkap sehingga terbentuk peroksida (Panagan, Yohandini & Gultom, 2011). Hasil analisis peroksida ini lebih rendah dibandingkan hasil penelitian Julaikha (2014) yaitu 11,67 meq/kg untuk minyak ikan murni berbahan baku *belly flap*. Penelitian Panagan et al. (2011) menghasilkan bilangan peroksida sebesar 0,778-17,78 meq/kg untuk minyak ikan murni berbahan baku ikan patin utuh bobot 650-879 g, dan pada penelitian Hastarini (2012), bilangan peroksida 3,93-7,77 meq/kg untuk minyak ikan patin murni berbahan baku isi perut. Perbedaan bilangan peroksida hasil penelitian ini dengan penelitian tersebut diduga karena perbedaan jenis dan kondisi bahan baku serta metode ekstraksi yang digunakan.

Bilangan iodin minyak ikan patin kasar P1 dan P2 mengalami kenaikan setelah dimurnikan dengan ke empat metode di atas. Hampir semua minyak ikan patin hasil pemurnian telah memenuhi standar farmakope Indonesia untuk minyak ikan mutu pangan (*food grade*) yaitu 110-190 g/100 g sampel (Abdillah, 2008) kecuali minyak ikan patin P2 yang dimurnikan menggunakan metode II. Menurut Ketaren (2005) minyak yang mengandung asam lemak dengan ketidakjenuhan tinggi mengikat iod dalam jumlah yang lebih besar. Begitu juga yang dinyatakan oleh Sudarmadji (2007), bilangan iodin mencerminkan derajat ketidakjenuhan asam lemak penyusun minyak ikan patin. Asam lemak tidak jenuh mampu mengikat sejumlah iod dan membentuk senyawa yang jenuh. Banyaknya iod yang dapat diikat menunjukkan banyaknya ikatan rangkap dalam minyak.

Hasil analisis bilangan iodin dalam penelitian ini berbeda dibandingkan hasil penelitian Hastarini (2012) yaitu 86,82-103,18 g/100 g sampel untuk minyak ikan patin murni yang diekstrak dari bagian isi perut. Minh (2014) menyatakan bilangan iodin minyak ikan murni dari hidrolisis enzimatis hasil samping ikan patin adalah 195 g/100 g sampel. Perbedaan bilangan iodin hasil penelitian ini dengan penelitian tersebut diduga karena perbedaan metode ekstraksi dan pemurnian yang digunakan. Menurut Khoddami, Ariffin, Bakar, dan Ghazali (2012) perbedaan bilangan iodin pada minyak ikan juga dipengaruhi oleh waktu penangkapan/panen, jenis kelamin, tingkat kematangan gonad, perbedaan spesies, dan jenis sampel.

Warna minyak ikan patin kasar (P1 dan P2) adalah kuning kecoklatan, cukup jernih, dan berbau spesifik. Setelah dimurnikan kedua minyak tersebut (P1 dan P2) menjadi kuning, jernih, dan berbau spesifik. Perubahan warna ini diduga karena aksi senyawa alkali terhadap gugus peroksida atau kombinasi antara senyawa nitrogen dengan lemak teroksidasi.

Tabel 3. Profil asam lemak minyak ikan patin murni/  
 Tabel 3. Free fatty acids profile of refined Pangasius fish oil

Profil asam lemak/Fatty acids profile	Konsentrasi/Concentration (µg/mL)								
	P1-1	P1-2	P1-3	P1-4	P2-1	P2-2	P2-3	P2-4	FAME
<b>Asam lemak jenuh/Saturated fatty acids (SFA)</b>									
Asam tridekanoat/ <i>Tridecanoic acid</i>	55.74	47.94	141.32	97.59	124.81	129.57	107.19	90.02	209.60
Asam palmitat/ <i>Palmitic acid</i>	114.67	1552.72	4900.81	3400.31	4211.36	4324.50	3673.92	3012.39	617.70
Asam stearat/ <i>Stearic acid</i>	123.85	1205.20	375.25	325.87	317.33	332.43	291.47	232.49	620.90
Asam arakidat/ <i>Arachidic acid</i>	-	-	-	70.39	95.93	101.21	69.96	67.67	420.30
Asam eikosanoat/ <i>Eicosanoic acid</i>	21.76	-	23.79	-	53.58	68.96	51.41	-	207.50
Asam behenat/ <i>Behenic acid</i>	48.41	-	-	-	64.85	80.08	-	-	413.70
Asam heneikosanoat/ <i>Heneicosanoic acid</i>	-	-	-	77.80	113.96	-	-	-	207.40
Asam trikosanoat/ <i>Tricosanoic acid</i>	-	-	-	783.89	882.65	-	-	-	187.10
Asam lignoserat/ <i>Lignoceric acid</i>	9635.18	227.96	3320.30	-	-	1999.77	2122.29	1164.74	405.90
Total:	9999.62	3033.81	8761.47	4755.86	5864.48	7036.51	6316.24	4567.31	3290.10
<b>Asam lemak tak jenuh/Unsaturated fatty acids (UFA)</b>									
cis-9-Asam oleat/ <i>cis-9-Oleic acid</i> (omega-9)	-	-	5547.19	3905.08	4769.07	4747.78	4022.66	3457.15	416.00
Asam linolelaidat/ <i>Linolelaidic acid</i> (omega-6)	564.03	460.79	1195.72	830.44	1063.44	1072.29	832.20	777.84	203.50
Asam linoleat/ <i>Linoleic acid</i> (omega-6)	10.76	-	-	-	-	-	-	-	207.00
Asam linolenat/ <i>Linolenic acid</i> (omega-3)	451.29	1231.84	66.73	149.48	-	-	-	129.384	207.10
Asam erukat/ <i>Erucic acid</i> (omega-9)	46.95	-	-	-	35.15	37.43	-	-	207.90
cis-11,14-Asam eikosadienoat/ <i>cis-11,14-Eicosadienoic acid</i> (omega-6)	-	-	41.56	-	-	-	-	-	206.60
cis-8,11,14-Asam eikosatrienoat/ <i>cis-8,11,14-Eicosatrienoic acid</i> (omega-6)	38.94	-	49.10	-	-	-	-	-	216.40
cis-11,14,17-Asam eikosatrienoat/ <i>cis-11,14,17-Eicosatrienoic acid</i> (omega-3)	-	-	-	-	-	26.41	-	-	203.60
cis-5,8,11,14,17-Asam eikosapentaenoat/ <i>cis-5,8,11,14,17-Eicosapentaenoic acid</i> (omega-3)	14.18	-	-	-	-	17.78	-	-	205.40
cis-13,16-Dokosadienoat, Nervonat/ <i>cis-13,16-Docosadienoic acid; Nervonate</i> (omega-6)	-	-	52.09	25.97	32.37	83.24	32.27	60.07	413.60
Total:	1126.14	1692.63	6952.39	4910.97	5900.03	5984.92	4887.14	4424.43	2487.10
Total omega-3:	465.47	1231.84	66.73	149.48	-	44.19	-	129.38	
Total omega-6:	613.73	460.79	1338.47	856.41	1095.81	1155.52	864.47	837.90	
Total omega-9:	46.95	-	5547.19	3905.08	4804.22	4785.21	4022.66	3457.15	
<b>Komponen lainnya/Other components</b>									
cis-10-Asam heptadekanoat/ <i>cis-10-Heptadecanoic acid</i>	69.42	716.03	-	720.53	-	-	-	-	210.50
Total:	69.42	716.03	-	720.53	0.00	0.00	-	-	210.50

Keterangan/Note :

- P1: Minyak ikan patin kasar diekstrak dari isi perut dengan pengukusan/*Crude fish oil from steamed catfish oval*  
 P2: Minyak ikan patin kasar diekstrak dari isi perut dengan pemanasan/*Crude fish oil from heated catfish oval*  
 Angka setelah tanda minus menunjukkan nomor metode/*The number after minus sign showed methods number*  
 (1): Metode I/*The first method* (3): Metode III/*The third method*  
 (2): Metode II/*The second method* (4): Metode IV/*The fourth method*

Pemanasan tanpa proses oksidasi pada minyak yang telah tengik juga dapat menghasilkan warna kuning (Ketaren, 2005). Menurut Estiasih (2009) warna dan kekeruhan minyak dipengaruhi oleh kandungan asam lemak bebas yang membentuk oksidasi primer dan oksidasi sekunder, jumlah adsorben yang digunakan, suhu, dan waktu terhadap proses.

### Profil Asam Lemak Minyak Ikan Murni

Profil asam lemak minyak ikan murni dari hasil samping pengasapan ikan patin dapat dilihat pada Tabel 3.

Profil asam lemak jenuh/*saturated fatty acid* (SFA) dari minyak ikan patin murni pada penelitian ini didominasi oleh asam palmitat, *lignoserat*, dan asam stearat. Crexi, Maurucio, Leonor, dan Luiz (2010) dan Thammapat, Raviyan, dan Siriamornpun (2010) menyatakan asam palmitat merupakan asam lemak jenuh yang dominan dengan komposisi 50% dari total asam lemak jenuh. Tingginya konsentrasi asam palmitat dan asam stearat merupakan karakteristik khas minyak ikan yang berasal dari ikan perairan tawar. Menurut Haliloglu, Bayir, Sirkecioglu, Aras, dan Atamanalap (2004) perbedaan profil asam lemak jenuh dan konsentrasinya pada tiap minyak ikan patin berkaitan dengan jenis pakan yang dikonsumsi, kondisi lingkungan, umur, kematangan gonad, dan spesies.

Profil asam lemak tak jenuh tunggal/*monounsaturated fatty acid* (MUFA) dari minyak ikan patin murni pada penelitian ini yang ditemukan adalah *cis-9-asam oleat* (C18:1n-9) dan erukat (C22:1n-9). *Cis-9-asam oleat* dan erukat termasuk dalam asam lemak omega-9. Konsentrasi omega-9 tertinggi ditemukan pada minyak ikan P1 yang telah dimurnikan dengan metode III (P1-3) yaitu 5547,19 µg/mL. Sedangkan konsentrasi omega-9 tertinggi ditemukan pada minyak ikan P2 yang telah dimurnikan dengan metode I (P2-1) yaitu 4804,22 µg/mL. Tingginya konsentrasi asam oleat berkisar antara 3457,15-5547,19 µg/mL yang ditemukan dalam minyak ikan murni ini sesuai dengan hasil penelitian Ho dan Paul (2009) untuk minyak ikan patin siam (*Pangasius hypophthalmus*) yang dibudidayakan di air tawar. Menurut Steiner-Asiedu, Julshamn, dan Lie (1991) ikan air tawar cenderung memiliki kadar asam oleat yang lebih tinggi dibandingkan dengan ikan air laut.

Asam lemak omega-6 yang terdapat pada minyak ikan patin murni adalah asam linolelaidat (C18:2n-6t); linoleat (C18: 2n-6c); *cis-11, 14-asam eikosadienoat* (C20:2n-6); *cis-8, 11, 14-asam eikosatrienoat* (C20:3n-6); dan *cis-13, 16-asam dokosadienoat* (C22:2n-6). Konsentrasi omega-6 tertinggi ditemukan pada minyak ikan P1 yang telah dimurnikan dengan metode III (P1-

3) yaitu 1338,47 µg/mL. Sedangkan konsentrasi omega-9 tertinggi ditemukan pada minyak ikan P2 yang telah dimurnikan dengan metode II (P2-2) yaitu 1155,52 µg/mL.

Asam lemak omega 3 yang terdapat pada minyak ikan patin murni adalah linolenat (C18:3n-3); ETE (*cis-11, 14, 17-asam eikosatrienoat*) (C20:3n-3); dan EPA (*cis-5,8,11,14,17-asam eikosapentaenoat*) (C20:5n-3). Konsentrasi omega-3 tertinggi ditemukan pada minyak ikan P1 yang telah dimurnikan dengan metode II (P1-2) yaitu 1231,84 µg/mL. Sedangkan untuk P2 konsentrasi omega-3 tertinggi ditemukan pada minyak ikan yang telah dimurnikan dengan metode IV (P2-4) yaitu 129,38 µg/mL. EPA ditemukan pada minyak ikan P1 yang dimurnikan dengan metode I (P1-1) dengan konsentrasi 14,18 µg/mL dan minyak ikan pada P2 yang dimurnikan dengan metode 2 (P2-2) sebesar 17,78 µg/mL. Rendahnya konsentrasi EPA dan tidak ditemukannya DHA pada minyak ikan patin murni ini sesuai dengan hasil penelitian Haard (1992) maupun Suzuki, Park, Tamura, dan Ando (1989). Pada ikan yang dibudidayakan di air tawar konsentrasi EPA dan DHA umumnya lebih rendah dibandingkan dengan ikan air laut dikarenakan ikan air laut mendapatkan asam lemak omega-3 dari plankton laut (Steffens, 1997).

Terdapatnya omega-3 dalam ikan tidak berasal dari proses sintesis tubuh ikan tetapi berasal dari makanan ikan dalam bentuk jasad renik *chorella*, diatome, dan *dinoflagellata*. Ketiga mikroba ganggang tersebut selama mensintesis omega-3 juga mensintesis omega-6. Pensintesis lainnya adalah bakteri, kapang, serta fitoplankton lain dengan tingkat kandungan omega-3 yang berbeda (Winarno, 1997). Konsentrasi asam lemak tak jenuh ganda EPA dan DHA juga dipengaruhi oleh pakan yang diberikan, seperti tepung ikan yang mengandung asam lemak tak jenuh (Henderson, 1996). Hasil penelitian Pigott dan Tucker (1987) dan Ozogul, Ozogul, dan Alagoz (2007) menyatakan bahwa profil asam lemak tak jenuh ganda pada minyak ikan dipengaruhi oleh pakan yang diberikan, jenis, musim, habitat, dan beberapa faktor lainnya.

Konsentrasi omega-6 PUFA minyak ikan murni P1 dan P2 lebih tinggi dibandingkan omega-3 PUFA. Kaban dan Daniel (2005) menyatakan minyak ikan air tawar mengandung lebih banyak n-6 PUFA sedangkan minyak ikan laut mengandung lebih banyak n-3 PUFA. Rasio antara omega-3/omega-6 minyak ikan P1 yang dimurnikan dengan metode I (P1-1) adalah 1 : 1,32. Rasio antara omega-3/omega-6 minyak ikan P2 yang dimurnikan dengan metode II (P2-2) dan IV (P2-4) adalah 1 : 26,15 dan 1 : 6,48. Rasio antara omega-3 dengan omega-6 adalah indeks

yang menunjukkan nilai relatif nutrisi minyak ikan (Pigott & Tucker, 1987). Nutrisi makanan berkualitas tinggi memiliki rasio antara omega-3 dengan omega-6 berkisar 1 : 1 sampai 1 : 5 (Gebauer, Psota, Harris, & Kris-Etherton, 2006; Simopoulos, 2002; dan Wijendran & Hayes, 2004). Makanan tersebut bermanfaat untuk kesehatan yaitu dapat mencegah penyakit kardiovaskular dan rekomendasi sebagai menu diet.

Berdasarkan bilangan asam lemak bebas, bilangan peroksida, dan profil asam lemak maka minyak ikan patin yang memiliki kualitas terbaik adalah minyak hasil ekstraksi dengan pengukusan yang dimurnikan dengan menggunakan metode I dan minyak hasil ekstraksi dengan pemanasan yang dimurnikan dengan metode II. Metode I yang terdapat dalam Suseno et al. (2014) dan metode II pada Hastarini (2012) dengan modifikasi yang diperlukan, diharapkan dapat diterapkan pada pengasapan ikan di Kabupaten Kampar, Riau dalam memanfaatkan minyak ikan patin kasar menjadi minyak ikan murni yang memenuhi standar mutu pangan (*food grade*).

## KESIMPULAN

1. Metode pemurnian minyak ikan patin dari hasil samping pengasapan ikan patin yang menghasilkan minyak ikan murni terbaik untuk minyak kasar hasil ekstraksi dengan pengukusan adalah metode I sedangkan untuk minyak kasar hasil ekstraksi dengan pemanasan adalah metode II karena telah memenuhi standar yang ditetapkan oleh *International Association of Fish Meal Manufactures*, *International Fish Oil Standard/IFOS*, dan standar farmakope Indonesia sebagai minyak ikan mutu pangan (*food grade*);
2. Berdasarkan hasil analisis bilangan peroksida dan profil asam lemak, semua minyak ikan murni dari bahan baku minyak kasar hasil ekstraksi dengan pengukusan maupun dengan pemanasan yang dimurnikan menggunakan metode III dan IV tidak memenuhi standar farmakope Indonesia untuk minyak ikan mutu pangan dan *International Fish Oil Standard/IFOS*;
3. Metode pemurnian I dan II diharapkan dapat diterapkan pada pengasapan ikan di Kabupaten Kampar, Riau dalam memanfaatkan minyak ikan patin kasar menjadi minyak ikan murni mutu pangan (*food grade*).

## DAFTAR PUSTAKA

Abdillah, M. H. (2008). Pemurnian minyak dari limbah pengolahan ikan. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. 72 p.

- Aji, D. W., & Hidayat, M. N. (2010). Optimasi pencampuran *carbon active* dan bentonit sebagai adsorben dalam penurunan kadar ffa (*free Fatty Acid*) minyak goreng bekas melalui proses adsorpsi. *Jurnal Teknik Kimia*, 1(1), 1-5.
- Ahmadi, Kgs., & Mushollaeni, W. (2007). Aktivasi kimiawi zeolit alam untuk pemurnian minyak ikan dari hasil samping penepungan ikan lemuru (*Sardinella longiceps*). *Jurnal Teknologi Pertanian*. 8 (2), 71- 79.
- Aminah, S. (2010). Bilangan peroksida minyak goreng curah dan sifat organoleptik tempe pada pengulangan penggorengan. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 1(1), 7-14.
- [AOCS] *American Oil Chemists' Society*. 2005. Official methods and recommended practices of the AOCS, 5th edition 2nd printing. American Oil Chemist Society.
- [AOAC] *Association of Official Analytical Chemistry*. 2006. Edisi revisi. Edisi 18 2005. Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemistry, Inc. Washington DC.
- Bimbo, A. P. (1998). Guidelines for characterizing food-grade fish oil. *Inform.*, 9(5), 473-483.
- Chantachum, S., Benjakul S., & Sriwirat N. (2000). Separation and quality of fish oil from precooked and non-precooked tuna heads. *Food Chemistry*, 69(3), 289-294.
- Crexi, V. T., Maurucio, L. M., Leonor, AdZs., & Luiz, A. A. P. (2010). Production and refinement of oil from Carp (*Cyprinus carpio*) viscera. *Food Chemistry*, 119(3), 945-950. doi:10.1016/j.foodchem.2009.07.050
- Edwar, Z., Heldrian, S., Ety, Y., & Delmi, S. (2011). Pengaruh pemanasan terhadap kejenuhan asam lemak minyak goreng sawit dan minyak goreng jagung. Universitas Andalas. Padang.
- Estiasih, T. (2009). Minyak ikan teknologi & penerapannya untuk pangan dan kesehatan. Yogyakarta: Graha Ilmu. 274 p.
- Euglen, X., Ganesh, L.E.A., & Rafii, S. M. (2014). Qualitative assessment of fish body oil extracted from *Sardinella fimbriata* from Muttom Coastal Waters, Kanyakumari District, Southwest Coast of India. *Int. J. Cur.Tr. Res.*, 3(2), 34-38.
- Firestone, D. (1989). AOCS, Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemist's Society. American Oil Chemist Society. pp. 465-472.
- Gebauer, S. K., Psota, T. L., Harris, W. S., & Kris-Etherton, P. M. (2006). n-3 Fatty acid dietary recommendations and food sources to achieve essentiality and cardiovascular benefits. *Am J Clin Nutr.*, 83, 1526s-1535s.
- Haard, N. F. (1992). Control of chemical composition and food quality attributes of cultured fish. *Food Research International*, 25(4), 289-307.
- Hadipranoto, N. (2005). Kajian stabilitas termal EPA dan DHA dalam minyak Ikan Mujahir (*Oreochromis mossambicus*). *Indo. J. Chem.*, 5(2), 152-155.
- Haniffa, M. A. K., Paul, A. J. S., Kumaresan, K., & Abdul, M. M. (2014). Salutory value of Haruan, the striped

- snakehead *Channa striatus* – A Review. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 4(Suppl 1), S8-S15.
- Hastarini, E. (2012). Karakteristik minyak ikan dari limbah pengolahan filet Ikan Patin Siam (*Pangasius hypophthalmus*) dan Patin Jambal (*Pangasius djambal*). Disertasi. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. 98 p.
- Hastarini, E., Fardiaz, D., Irianto, H. E., & Budhijanto, S. (2013). Karakteristik minyak ikan dari limbah pengolahan filet Ikan Patin Siam (*Pangasius hypophthalmus*) dan Patin Jambal (*Pangasius djambal*). *Agritech*, 32(04).
- Haliloglu, H., Bayir, A., Sirkecioglu, A. N., Aras, N. M., & Atamanalap, M. (2004). Comparison of fatty acid composition in some tissues of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) living in seawater and freshwater. *Journal Food Chemistry*, 86, 55-59.
- Henderson, R. J. (1996). Fatty acid metabolism in freshwater fish with particular reference to polyunsaturated fatty acids. *Archives of Animal Nutrition*, 49(1), 5-22.
- Ho, B. T., & Paul, D. R. (2009). Fatty acid profile of Tra Catfish (*Pangasius hypophthalmus*) compared to Atlantic Salmon (*Salmo solar*) and Asian Seabass (*Lates calcarifer*). *International Food Research Journal*, 16, 501-506.
- Hwang, K. T., Kim, J. E., Kang, S. G., Jung, S. T., Park, H. J., & Welleer, C. L. (2006). Fatty acid composition and oxidation of lipids in Korean Catfish. *Journal American Oil Chem.*, 81, 123-127.
- [IFOS] International Fish Oil Standard. Fish Oil Purity Standard. (2011). Available: <http://www.omegavia.com/best-fish-oil-supplement-3/>. Diakses pada tanggal 08 Desember 2015.
- Ilza, M., & Yusni, I. S. (2015). Sosialisasi penambahan minyak perut Ikan Jambal Siam dan minyak Ikan Kerapu pada bubur bayi untuk memenuhi standar omega 3 dan omega 6. *JPHPI.*, 18(3), 262-275.
- Ilza, M. (2016). Ekstraksi dan fraksinasi limbah pengolahan Ikan Jambal Siam (*Pangasius hypophthalmus*). *Prosiding Seminar Nasional "Pelestarian Lingkungan & Mitigasi Bencana"* 28 Mei 2016. Pekanbaru. pp. 68-75.
- Julaikha, A. (2014). Karakteristik minyak ikan dari belly flap Patin Siam (*Pangasius hypophthalmus*) pada berbagai tahap proses pemurnian. Skripsi. Teknologi Hasil Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 31 p.
- Kaban, J., & Daniel. (2005). Sintesis n-6 Etil Ester asam lemak dari beberapa minyak ikan air tawar. *Jurnal Komunikasi Penelitian*. 17(2), 16-23.
- Kalalo, P. L. P. (2014). Karakterisasi bahan dan optimasi ekstraksi minyak ikan dari by-product Ikan Lele. Thesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. 43 p.
- Khoddami, A., Ariffin, A. A., Bakar, J., & Ghazali, H. M. (2012). Quality and fatty acid profile of the oil extracted from fish waste (head, intestine and liver) (*Euthynnus affinis*). *African Journal of Biotechnology*, 11(7), 1683-1689.
- Ketaren, S. (2005). Pengantar teknologi minyak dan lemak pangan. Jakarta: UI Press. 315 p.
- Minh, N. P. (2014). Hydrolized fish oil quality from *Pangasius hypophthalmus* by-product and its stability in preservation. *Journal of Harmonized Research in Applied Sciences*, 2(3), 234-240.
- Mohanarangan, A.B. (2012). Extraction of omega-3 fatty acid from Atlantic Herring (*Clupea harengus*). Thesis. Halifax (CA): Dalhousie University Halifax. 187 p.
- Ningsih, M. (2013). Kajian Rendemen dan kandungan EPA dan DHA minyak Ikan Lele (*Claries batracus*) dari berbagai ukuran berat. Skripsi. Jurusan Kimia FMIPA. Universitas Tadulako. Palu.
- Nugroho, A. J., Ibrahim, R., & Riyadi, P. H. (2014). Pengaruh perbedaan suhu pengukusan (*steam jacket*) terhadap kualitas minyak dari limbah usus Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3(1), 21-29.
- O'Fallon, J. V., Busboom, J. R., Nelson, M. R., & Gaskins, C. T. (2007). A Direct method for Fatty Acid Methyl Ester synthesis: Application to Wet Meat Tissues Oils, and Feedstuffs. *Journal of Animal Science*, 85,1511-1521.
- Ozogul, Y., Ozogul, F., & Alagoz, S. (2007). Fatty acid profiles and fat contents of commercially important seawater and freshwater fish species of Turkey: A comparative Study. *Food Chemistry*, 103, 217-223.
- Panagan, A. T., Yohandini, H., & Gultom, J. U. (2011). Analisis kualitatif dan kuantitatif asam lemak tak jenuh omega-3 dari minyak Ikan Patin (*Pangasius pangasius*) dengan metode kromatografi gas. *Jurnal Penelitian Sains*, 14(4C), 14409 38-42.
- Partina, R. S., Indra, T. M., & Undang, A. D. (2015). Pengaruh perbedaan proses pengeringan terhadap kandungan asam lemak Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus Peters*). *Prosiding Seminar Penelitian Sivitas Akademika Unisba (SPeSIA Unisba)* 11 Februari 2015. Unisba. Bandung. pp. 339-347.
- Permadi, A. (1999). Kajian stabilitas emulsi minyak Ikan Lemuru (*Sardinella Lemuru*) dan pengaruhnya terhadap efisiensi enkapsulasi. Thesis. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. 59 p.
- Pigott, G. M., & Tucker, B. W. (1987). Science opens new horizon for marine lipids in human nutrition. *Food Rev. Int.*, 3(1-2),105-138.
- Rossell, B. (2009). *Fish oil*. United Kingdom: Blackwell Publishing. (81-98).
- Simopoulos, A.P. (2002). The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed Pharmacother*, 56, 365-379.
- Steffens, W. (1997). Effects of variation feeds on nutritive in essential fatty acids in fish value of freshwater fish for humans. *Aquaculture*, 151, 97-119.
- Steiner-Asiedu, M., Julshamn, K., & Lie, O. (1991). Effect of local processing methods (cooking, frying and smoking) on three fish species from Ghana: Part I. proximate composition, fatty acids, minerals, trace elements and vitamins. *Food Chemistry*, 40, 309- 321.

- Sudarmadji, S. (2007). Prosedur analisa untuk bahan makanan dan pertanian edisi 4 cetakan 2. Yogyakarta: Liberty. 159 p.
- Suseno, S. H., Jacob, N. A. M., & Saraswati. (2014). Purification of *Sardinella sp.*, oil: centrifugation and bentonite adsorbent. *Journal of Food Science and Technology*, 6(1), 60-67.
- Suzuki, H., Park, S. J., Tamura, M., & Ando, S. (1998). Effect of the long-term feeding of dietary lipids on the learning ability, fatty acid composition of brain stem phospholipids and synaptic membrane fluidity in adult mice: a comparison of Sardine oil diet with palm oil diet. *Mechanisms of Ageing and Development*, 101(1-2), 119-128.
- Tambunan, J. E., Suseno, S. H., & Ibrahim, B. 2013. Improved quality of Sardines oil (*Sardinella sp.*) using centrifugation. *Global Journal of Biology, Agriculture, Health & Sciences*, 2(4), 196-202.
- Thammapat, P., Raviyan, P., & Siriamornpun, S. (2010). Proximate and fatty acids composition of the muscles and viscera of Asian catfish (*Pangasius bocourti*). *Food Chemistry*, 122(1), 223-227. doi: 10.1016/j.foodchem.2010.02.065
- Wijendran, V., & Hayes, K. C. (2004). Dietary n-6 and n-3 fatty acid balance and cardiovascular health. *Annu Rev Nutr.*, 24, 597-615.
- Winarno, F. G. (1997). Kimia pangan dan gizi. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 253 p.