

**LAPORAN AKHIR
HIBAH PENELITIAN DOSEN MUDA**



**ISOLASI MINYAK SERTA TELAAH PROFIL ASAM LEMAK ESENSIAL
DARI LIMA JENIS IKAN AIR TAWAR ASLI JAWABARAT**

TIM PENGUSUL

| | | | |
|----------------|----------|---|----------------------|
| Ketua | : | Indra Topik Maulana, S.Si., M.Si., Apt | (0408068101) |
| Anggota | : | Hilda Aprilia W, S.Si., M.Si., Apt | (0413048301) |
| | | Reza Abdul Kodir, S.Si. M.Farm | (D.10.0.527) |
| | | Firdha Denia Prahesti | (10060313019) |
| | | Petrisia Oktaviani | (10060313012) |
| | | Winda Noor Aprilianti | (10060313134) |

**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN PADA MASYARAKAT
UNIVERSITAS ISLAM BANDUNG
SEPTEMBER 2017**

Halaman Pengesahan Penelitian Dosen Muda

Judul Penelitian : Isolasi Minyak Serta Telaah Profil Asam Lemak Esensial
Dari Lima Ikan Air Tawar Asli Jabar

Ketua Peneliti

- a. Nama Lengkap : Indra Topik Maulana, S.Si., M.Si., Apt
b. NIP/NIK : D.10.0.519
c. NIDN : 0408068101
d. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
e. Fakultas/Program Studi : MIPA/Farmasi
f. Nomor Hp : 081320786909
g. Alamat email : indra.topik@gmail.com

Anggota Peneliti :


| No | Nama Lengkap | NIDN/NPM | Fakultas/progam Studi |
|----|------------------------------------|-------------|-----------------------|
| 1 | Hilda Aprilia W, S.Si., M.Si., Apt | 0413048301 | MIPA/Farmasi |
| 2 | Reza Abdul Kodir S.Si. | D.10.0.527 | MIPA/Farmasi |
| 3 | Firdha Denia Prahesti | 10060313019 | MIPA/Farmasi |
| 4 | Petrisia Oktaviani | 10060313012 | MIPA/Farmasi |
| 5 | Winda Noor Aprilianti | 10060313134 | MIPA/Farmasi |

Bandung, 18 September 2017

Mengetahui
Dekan Fakultas MIPA
Universitas Islam Bandung


Dr. Rachmawati, M.Si
NIK. D.86.0.045

Ketua Peneliti



Indra Topik Maulana, S.Si., M.Si., Apt
D.10.0.519

Mengetahui :
Ketua LPPM Universitas Islam Bandung,


Prof. Dr. Atie Rachmawati, M.Si

NIP. 19590330 1986012002

Halaman Pengesahan Reviewer Penelitian Dosen Muda

Judul Penelitian : Isolasi Minyak Serta Telaah Profil Asam Lemak Esensial
Dari Lima Ikan Air Tawar Asli Jabar

Ketua Peneliti

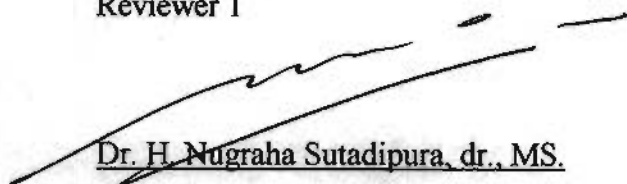
- a. Nama Lengkap : Indra Topik Maulana, S.Si., M.Si., Apt
- b. NIP/NIK : D.10.0.519
- c. NIDN : 0408068101
- d. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
- e. Fakultas/Program Studi : MIPA/Farmasi
- f. Nomor Hp : 081320786909
- g. Alamat email : indra.topik@gmail.com

Anggota Peneliti :

| No | Nama Lengkap | NIDN/NPM | Fakultas/progam Studi |
|----|------------------------------------|-------------|-----------------------|
| 1 | Hilda Aprilia W, S.Si., M.Si., Apt | 0413048301 | MIPA/Farmasi |
| 2 | Reza Abdul Kodir S.Si. | D.10.0.527 | MIPA/Farmasi |
| 3 | Firdha Denia Prahesti | 10060313019 | MIPA/Farmasi |
| 4 | Petrisia Oktaviani | 10060313012 | MIPA/Farmasi |
| 5 | Winda Noor Aprilianti | 10060313134 | MIPA/Farmasi |

Bandung, 18 September 2017

Menyetujui
Reviewer 1



Dr. H. Nugraha Sutadipura, dr., MS.

Reviewer 2



Dr. Suwanda Idris, MS

RINGKASAN PENELITIAN

Minyak Ikan merupakan salah satu komoditas farmasi yang masih langka diproduksi di Indonesia. Berdasarkan data statistika, tahun 2011 Indonesia mengimpor minyak ikan sebesar 4.666 ton atau setara dengan 17.555 juta dolar Amerika. Sedangkan nilai eksportnya sendiri hanya sebesar 183,407 ton atau setara dengan 589,132 juta dolar Amerika. Tingginya nilai impor minyak ikan memperlihatkan bahwa kebutuhan minyak ikan di Indonesia sangat tinggi namun produksi dalam negeri masih belum mampu memenuhi kebutuhan tersebut. Minyak ikan merupakan produk nutrasetikal yang bermanfaat sebagai suplemen untuk pencegahan dan penyembuhan penyakit kolesterol dan hiperlipidemia. Minyak ikan merupakan sumber utama asam lemak esensial yang sangat dibutuhkan oleh tubuh manusia. Beberapa asam lemak esensial tersebut diantaranya adalah EPA, DHA, Asam Oleat, dan beberapa asam lemak lainnya. EPA dan DHA merupakan jenis asam lemak omega-3 yaitu asam lemak tak jenuh yang sangat esensial bagi tubuh dan dibutuhkan terutama bagi penderita kolesterol tinggi dan aterosklerosis (Maulana, 2013). EPA dan DHA juga bermanfaat terhadap penyembuhan gejala keloid (Olaitan dkk, 2011), menurunkan kolesterol dalam darah khususnya LDL, anti agregasi platelet, dan anti inflamasi (Haris, 2004).

Ikan air laut saat ini masih menjadi primadona sumber utama minyak ikan, terkhusus ikan yang hidup di perairan dingin seperti ikan kod. Eksploitasi ikan laut yang dilakukan secara besar – besaran dapat mengakibatkan populasi ikan laut menyusut tajam. Alternatif pengganti sumber minyak ikan ini adalah ikan air tawar. Ikan air tawar memiliki kelebihan harga yang lebih murah serta lebih mudah dibudidayakan dibandingkan dengan ikan laut. Pada penelitian ini digunakan lima jenis ikan air tawar yaitu ikan nilam (*Osteochilus vittatus*), ikan gabus (*Channa striata*), ikan cecere (*Gambusia affinis*), ikan bawal (*Colossoma macropomum*), dan ikan beunteur (*Puntius binotatus*). Satu ikan laut yaitu etong (*Abalistes stellatus* Bloch & Schneider) juga digunakan sebagai ikan pembanding. Penelitian ini bertujuan menghasilkan isolat minyak ikan air tawar asli Indonesia serta profil kandungan asam lemak esensial didalam setiap minyak ikan air tawar tersebut.

Penelitian ini menyimpulkan bahwa minyak ikan etong yang berasal dari laut memang terbukti mengandung PUFA lebih tinggi dibandingkan dengan minyak ikan air tawar. Minyak cecere diluar dugaan menjadi satu-satunya minyak dari ikan air tawar yang mengandung EPA. Minyak ikan benteur, ikan nilam dan ikan bawal juga diketahui mengandung salah satu komponen SFA yang sangat potensial bermanfaat bagi kesehatan yaitu asam laurat. Minyak gabus mengandung SFA paling tinggi dibandingkan dengan minyak lainnya yang terindikasi dari nilai bobot jenis yang tinggi. Asam palmitat, asam oleat dan asam stearat merupakan tiga jenis asam lemak yang selalu muncul pada setiap jenis minyak yang diteliti. Ikan nilam diketahui mengandung asam lemak trans yang dicurigai berasal dari pakan ikan di lokasi budidaya yang mengandung limbah minyak banyuwangi. Tidak ada satupun minyak ikan air tawar yang mengandung DHA seperti yang terdapat pada minyak etong.

Output yang saat ini telah dibuat dari penelitian ini diantaranya adalah

- a. Draft Jurnal Nasional Kandungan asam lemak esensial didalam tiga jenis minyak ikan jawa barat yang in syaaAllah akan dipublikasikan pada Jurnal Akuakultur Indonesia, IPB
- b. 4 buah draft artikel yang akan dipublikasi di jurnal Farmasyfa
- c. Produk isolat minyak ikan

PRAKATA

Alhamdulillah, puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, kekuatan, kelapangan dan kemudahan untuk menyelesaikan penelitian dengan judul “Isolasi Minyak Serta Telaah Profil Asam lemak Esensial Dari Lima Jenis Ikan Air Tawar Asli Jabar”.
.

Terimakasih banyak penulis ucapkan khususnya kepada orangtua yang selalu mendoakan penulis, Istri (Zulaikha Agustin W) dan anak (Iqlima SHM dan M. Hafidz SM) yang telah mendukung penulis, juga kepada semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu penelitian ini.

Penulispun sangat berterima kasih kepada LPPM UNISBA yang telah memberikan kesempatan serta mendanai penelitian ini sehingga mampu penulis selesaikan tepat pada waktunya.

Demikian laporan kemajuan penelitian singkat ini dibuat, mohon maaf atas segala kekurangannya dan terimakasih banyak atas bantuan yang telah diberikan.

Bandung, 25 Agustus 2017

Peneliti

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| Lembar Pengesahan..... | i |
| Lembar Pengesahan Reviewer..... | ii |
| Ringkasan Penelitian..... | iii |
| Kata Pengantar..... | iv |
| Daftar Isi..... | v |
| Daftar Tabel..... | vi |
| Daftar Gambar..... | vii |
| Daftar Lampiran..... | viii |
| | |
| BAB 1 PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian..... | 3 |
| 1.4 Urgensi Penelitian..... | 3 |
| 1.5 Output Penelitian..... | 3 |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA..... | 4 |
| 2.1 Lemak..... | 4 |
| 2.2 Minyak ikan..... | 4 |
| 2.3 Asam lemak..... | 5 |
| 2.4 <i>Eicosa Pentanoic Acid</i> | 7 |
| 2.5 <i>Docosa Hexanoic Acid</i> | 7 |
| 2.6 Isolasi Minyak ikan..... | 8 |
| 2.7 Netralisasi..... | 9 |
| 2.8 Esterifikasi..... | 9 |
| 2.9 Kromatografi Gas..... | 9 |
| BAB III ROADMAP PENELITIAN..... | 11 |
| BAB IV METODE PENELITIAN..... | 13 |
| BAB V PEMBAHASAN..... | 15 |
| 5.1 Kadar abu..... | 15 |
| 5.2 Rendemen Minyak Ikan..... | 16 |
| 5.3 Parameter Mutu Minyak..... | 17 |
| 5.4 Kandungan Asam Lemak..... | 18 |
| 5.5 Kandungan Golongan SFA, MUFA dan PUFA Dalam Minyak..... | 21 |
| BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN..... | 27 |
| 6.1 Kesimpulan..... | 27 |
| 6.2 Saran..... | 27 |
| 6.3 Ucapan Terimakasih..... | 27 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 28 |

DAFTAR TABEL

| TABEL | JUDUL | HAL |
|--------------|---|------------|
| tabel 1 | Sumber Penghasil Asam Lemak..... | 6 |
| tabel 2 | Kadar Abu Dari Setiap Jenis Sampel Ikan..... | 15 |
| tabel 3 | Rendemen dan Bobot Jenis Minyak yang Diperoleh Dari Setiap Jenis Ikan | 16 |
| tabel 4 | Parameter Mutu Dari Setiap Jenis Minyak Ikan Meliputi Angka Asam, Angka Penyabunan dan Angka Peroksida..... | 18 |
| tabel 5 | Kandungan Asam Lemak Dalam Setiap Minyak Ikan Uji | 19 |
| tabel 6 | Kandungan Asam Lemak Jenuh (SFA) dalam Minyak Ikan..... | 22 |
| tabel 7 | Kandungan Asam Lemak Tak Jenuh Ikatan Rangkap Tunggal dalam Minyak Ikan..... | 23 |
| tabel 8 | Kandungan Asam Lemak Tak Jenuh Ikatan Rangkap Banyak (PUFA) dalam Minyak Ikan..... | 23 |

DAFTAR GAMBAR

| GAMBAR | JUDUL | hal |
|-----------|--|-----|
| gambar 1 | Perbandingan kandungan asam lemak dari hewan laut dan hewan air tawar... | 5 |
| gambar 2 | Struktur asam eikosapentanoat | 7 |
| gambar 3 | Struktur asam dokosaheksanoat..... | 8 |
| gambar 4 | Reaksi kimia proses netralisasi..... | 9 |
| gambar 5 | Peta roadmap penelitian asam lemak esensial..... | 11 |
| gambar 6 | Bagan alir metode penelitian..... | 14 |
| gambar 7 | Perbandingan % asam lemak jenuh (SFA) dalam setiap minyak ikan..... | 24 |
| gambar 8 | Perbandingan % asam lemak tak jenuh ikatan rangkap banyak (PUFA) dalam setiap minyak ikan..... | 25 |
| gambar 9 | Perbandingan % asam lemak tak jenuh ikatan rangkap tunggal (MUFA) dalam setiap minyak ikan..... | 26 |
| gambar 10 | Instrumen Gas Chromatography Massa Spectroscopy (GCMS) (http://sunum.sabanciuniv.edu/)..... | 32 |
| gambar 11 | Alat Soklet..... | 32 |
| gambar 12 | Morfologi ikan yang digunakan pada penelitian meliputi (a) Ikan Etong, (b) Ikan Bawal, (c) Ikan cecere, (d) Ikan benteur, (e) Ikan Nilem, (f) Ikan Gabus | 33 |
| gambar 13 | Isolat minyak ikan yang dihasilkan pada penelitian meliputi (a) Ikan Etong, (b) Ikan Bawal, (c) Ikan cecere, (d) Ikan benteur, (e) Ikan Nilem, (f) Ikan Gabus..... | 34 |
| gambar 14 | Kromatogram KGSM untuk minyak etong..... | 35 |
| gambar 15 | Kromatogram KGSM untuk minyak bawal..... | 35 |
| gambar 16 | Kromatogram KGSM untuk minyak cecere..... | 36 |
| gambar 17 | Kromatogram KGSM untuk minyak benteur..... | 36 |
| gambar 18 | Kromatogram KGSM untuk minyak nilem..... | 37 |
| gambar 19 | Kromatogram KGSM untuk minyak gabus..... | 37 |

DAFTAR LAMPIRAN

| LAMPIRAN | JUDUL | hal |
|------------|--------------------------------------|-----|
| Lampiran 1 | Instrumen GCMS dan Alat Sokhlet..... | 32 |
| Lampiran 2 | Gambar Morfologi Ikan..... | 33 |
| Lampiran 3 | Isolat Minyak Ikan..... | 34 |
| Lampiran 4 | Kromatogram GCMS..... | 35 |

BAB 1

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Minyak Ikan merupakan salah satu komoditas farmasi yang masih langka diproduksi di Indonesia. Berdasarkan data statistika, tahun 2011 Indonesia mengimpor minyak ikan sebesar 4.666 ton atau setara dengan 17.555 juta dolar Amerika. Sedangkan nilai eksportnya sendiri hanya sebesar 183,407 ton atau setara dengan 589,132 juta dolar Amerika. Tingginya nilai impor minyak ikan memperlihatkan bahwa kebutuhan minyak ikan di Indonesia sangat tinggi namun produksi dalam negeri masih belum mampu memenuhi kebutuhan tersebut. Sangat ironis, karena disisi lain Indonesia justru menempati urutan ketiga terbesar dunia sebagai negara penghasil ikan laut tangkapan (Maulana, 2014).

Di dunia farmasi, minyak ikan merupakan salah satu produk nutrasetikal yang bermanfaat sebagai suplemen untuk pencegahan dan penyembuhan penyakit kolesterol dan hiperlipidemia. Minyak ikan merupakan sumber utama asam lemak esensial yang sangat dibutuhkan oleh tubuh manusia. Beberapa asam lemak esensial tersebut diantaranya adalah EPA, DHA, Asam Oleat, Asam Arakhidonat dan beberapa asam lemak lainnya.

EPA dan DHA merupakan jenis asam lemak omega-3 yaitu asam lemak tak jenuh yang sangat esensial bagi tubuh dan dibutuhkan terutama bagi penderita kolesterol tinggi dan aterosklerosis (Maulana, 2013). Konsumsi EPA dan DHA dalam jangka waktu panjang terbukti memiliki dampak positif terhadap penderita penyakit jantung koroner, yaitu mampu menurunkan resiko kematian mendadak hingga 45 % jika dibandingkan terhadap penderita yang tidak mengkonsumsi EPA dan DHA (Haris, 2004). EPA dan DHA juga bermanfaat terhadap penyembuhan gejala keloid (Olaitan dkk, 2011), menurunkan kolesterol dalam darah khususnya LDL, anti agregasi platelet, dan anti inflamasi (Haris, 2004).

Omega-3 juga terbukti mampu menurunkan secara signifikan kadar trigliserida didalam plasma sebesar 32 %, menurunkan rasio TAGs : HDL 37 %, serta mampu menurunkan tekanan darah pasien (Rose & Holub, 2006). Telur yang kaya akan EPA dan DHA mampu menurunkan kadar LDL dan meningkatkan HDL didalam darah (Butarbutar, 2004).

Ikan air laut saat ini masih menjadi primadona sumber utama minyak ikan, terkhusus ikan yang hidup di perairan dingin seperti ikan kod. Eksploitasi ikan laut yang dilakukan secara besar – besaran dapat mengakibatkan populasi ikan laut menyusut tajam. Padahal apabila dikaji lebih dalam, bahwa minyak ikan yang bermanfaat adalah minyak yang kaya akan asam lemak esensial (C-20 dan C-22). Asam lemak esensial tersebut selain dihasilkan oleh ikan air laut, juga dapat dihasilkan oleh ikan air tawar meskipun kadarnya memang lebih rendah dibandingkan dengan ikan air laut. Oleh karena itu, hingga saat ini minyak ikan yang bersumber dari ikan air tawar masih sangat langka di pasaran. Namun apabila dilihat dari sisi kemudahan dalam budidaya, harga sumber bahan, dan kemudahan dalam memperolehnya maka ikan air tawar dapat menjadi alternatif sumber asam lemak esensial.

Adapun beberapa penelitian yang menunjukkan terkait potensi ikan air tawar sebagai sumber asam lemak esensial diantaranya adalah penelitian Partina dkk (2014) yang menunjukkan bahwa minyak ikan mujair mengandung EPA, DHA, asam arakhidonat, dan asam oleat. Disamping itu, Aziza dkk (2014) juga melaporkan bahwa didalam minyak ikan bandeng juga mengandung EPA, DHA dan beberapa asam lemak bermanfaat lainnya. Oleh karena itu, ikan air tawar merupakan bakal sumber minyak ikan yang sangat potensial untuk diteliti. ikan air tawar juga memiliki harga lebih murah serta lebih mudah dibudidaya dibandingkan dengan ikan air laut.

Hingga saat ini penelitian terkait telaah kandungan asam lemak dari berbagai minyak ikan air tawar di Indonesia masih langka. Padahal di beberapa negara maju dan berkembang lainnya, hampir sebagian besar jenis ikan air tawar dan air laut sudah diteliti terkait kandungan asam lemaknya. Indonesia yang dikenal sebagai negara beriklim subtropis memiliki banyak aneka ragam ikan air tawar. Terdapat lima jenis ikan air tawar yang banyak hidup di Indonesia, diantaranya adalah ikan nilam (*Osteochilus vittatus*), ikan gabus (*Channa striata*), ikan cecere (*Gambusia affinis*), ikan bawal (*Colossoma macropomum*), dan ikan beunteur (*Puntius binotatus*).

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan paparan diatas, maka muncul dua rumusan masalah yaitu

1. Seberapa besar potensi lima jenis ikan air tawar asli Indonesia dapat dijadikan sebagai sumber asam lemak esensial ?

2. Bagaimana profil asam lemak esensial didalam lima jenis minyak ikan air tawar asli Indonesia

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan lima jenis isolat minyak ikan air tawar asli Indonesia serta profil kandungan asam lemak esensial didalam setiap minyak ikan air tawar tersebut. Penelitian ini diharapkan dapat memetakan secara detail kandungan asam lemak esensial dari setiap jenis minyak ikan di Indonesia. Penelitian ini juga dapat menjadi wujud awal cikal bakal nutrasetikal asam lemak esensial yang ditujukan untuk terapi penyakit metabolik seperti kolesterol tinggi dan aterosklerosis.

1.4. Urgensi Penelitian

Indonesia sangat jauh tertinggal dalam hal produksi minyak ikan, padahal Indonesia sangat kaya akan sumber minyak lemak. Hal ini disebabkan karena rendahnya minat peneliti di Indonesia terhadap dunia asam lemak esensial. Padahal apabila diupayakan lebih serius, dengan modal sebagai negara penghasil ikan tangkapan terbesar di dunia, maka Indonesia berpeluang untuk menjadi produsen minyak ikan dan asam lemak esensial.

1.5. Output Penelitian

Output dari penelitian ini diantaranya adalah

- a. Jurnal Nasional Kandungan asam lemak esensial didalam tiga jenis minyak ikan jawa barat yang in syaaAllah akan dipublikasikan pada Jurnal Indonesia, IPB
- b. 3 buah prosiding ilmiah
- c. Produk isolat minyak ikan
- d. Bahan ajar terkait sumber asam lemak esensial disekitar kita

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Lemak

Lemak merupakan salah satu substansi penting yang dibutuhkan oleh tubuh kita. Lemak merupakan salah satu sumber energi bagi tubuh manusia dalam menunjang aktivitas hidupnya. Lemak diperlukan sebagai penyusun dinding sel sehingga mampu mentransport molekul yang bersifat non polar seperti vitamin larut lemak (A,D,E,dan K).

Di dalam air susu ibu, lemak merupakan komponen penyusun utama disamping komponen lainnya. Selama masa menyusui 5 hari pertama ASI mengandung sekitar 29,5 % lemak, antara 6 sampai 10 hari kandungan lemak meningkat menjadi 35,2 %, dan kemudian meningkat kembali menjadi 45,4 % (Bockish, 1998).

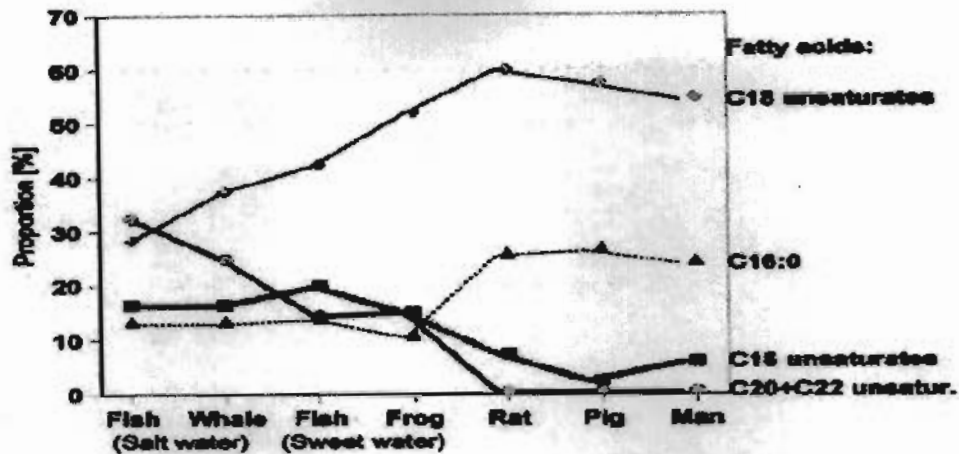
2.2. Minyak Ikan

Minyak ikan merupakan minyak hasil proses ekstraksi dari ikan (Rasyid, 2003). Minyak ikan dikenal banyak mengandung asam lemak tak jenuh yang bermanfaat bagi kesehatan. Adapun proporsi kandungannya sangat bergantung dari sumber jenis ikan serta lingkungan tempat hidup ikan (Bockish, 1998).

Minyak dan lemak memiliki komponen penyusun yang sama yaitu asam lemak, namun meskipun begitu lemak pada suhu ruangan berwujud padat sedangkan minyak berwujud cair. Komponen asam lemak baik dalam minyak dan lemak selalu berada dalam bentuk ester Triasilgliserol (TAGs) (Bockish, 1998).

Adapun kandungan asam lemak dalam minyak ikan sebenarnya hampir mirip dengan minyak nabati. Perbedaannya adalah pada minyak ikan lebih banyak mengandung asam lemak tak jenuh omega-3, sedangkan pada minyak nabati dan hewan darat lainnya lebih banyak mengandung asam lemak omega-6 (Rasyid, 2003).

Minyak ikan yang kaya akan omega-3 lebih banyak didominasi oleh ikan dari laut dibandingkan dengan ikan air tawar. Ikan air laut diketahui memiliki kandungan asam lemak C-20 dan C-22 jauh lebih tinggi dibandingkan dengan ikan air tawar. Sedangkan hewan air tawar lebih banyak mengandung asam lemak tak jenuh C-16 hingga C-18 sebagaimana diperlihatkan pada **Gambar 2.2.** (Bockish, 1998).



Gambar 1. Perbandingan kandungan asam lemak dari hewan laut dan hewan air tawar (Bockish, 1998).

2.3. Asam Lemak

Asam lemak merupakan komponen utama penyusun lemak dan minyak. Secara alami asam lemak terdapat dalam dua bentuk, yaitu bentuk asam lemak bebas dan bentuk ester triasilgliserol (TAGs).

2.3.1. Fungsi Asam Lemak

Didalam tubuh, lemak banyak disimpan di jaringan adiposa (subkutan), di jaringan muskular, juga di sekitar sistem organ vital seperti jantung, ginjal, dan usus yang berfungsi sebagai pelindung terhadap benturan (Rustan dan Drevon, 2005).

Asam lemak memegang peranan penting dalam metabolisme tubuh. Asam lemak merupakan cadangan energi yang *transportable* dalam bentuk lipid darah (TAGs di lipoprotein), sebagai komponen esensial di seluruh jaringan membran (fosfolipid), dan sebagai gen generator (eikosanoid berperan dalam transkripsi). Selain itu asam lemak dalam bentuk kompleks lipid juga berperan penting sebagai insulasi elektrik dan termal sehingga dapat melindungi tubuh dari hipotermia terutama bagi mereka yang tinggal di suhu ekstrim dingin. Asam lemak bebas dan bentuk garamnya juga dapat berperan sebagai detergen dan penyabun pada bagian *amphipatic* dan juga pada pembentukan misela (Rustan dan Drevon, 2005).

Asam lemak dapat bersumber dari tanaman, hewan darat, hewan air tawar, maupun hewan laut seperti yang terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Sumber Penghasil Asam Lemak (Shahidi, 2005).

| Asam Lemak | Sumber Penghasil |
|-----------------------|--|
| 4:00 | Mentega |
| 6:00 | kelapa, sawit |
| 8:00 | kelapa, sawit |
| 10:00 | kelapa, sawit |
| 12:00 | kelapa, sawit |
| 14:00 | kelapa, sawit |
| 16:00 | sawit, kapas |
| 18:00 | mentega, coklat, lemak sapi |
| 18:1 9c | kapas, zaitun, sawit, |
| 18:2 9c12c | jagung, wijen, kedelai, bunga matahari |
| 18:3 9c12c15c | biji rami |
| 22:1 13c | high erucic rape |
| 20:5 5c 8c11c14c17c | minyak dan lemak hewan |
| 22:6 4c7c10c13c16c19c | minyak dan lemak hewan |

2.3.2. Penggolongan asam lemak

a. Asam Lemak Jenuh (*Saturated Fatty Acid*)

Asam lemak jenuh merupakan asam lemak paling sederhana yang setiap atom karbonnya mengikat penuh hidrogen (Bockish, 1998). Asam lemak jenuh yang pertama kali ditemukan adalah yang berasal dari mentega, sehingga dinamakan asam butirat (C-4). Asam lemak dengan komposisi C4 - C8 di alam biasanya berbentuk cair dan banyak ditemukan juga pada lemak susu. Asam kapriat, miristat dan laurat merupakan golongan asam lemak jenuh rantai lurus yang banyak ditemukan di minyak kelapa dan minyak sawit. Asam lemak yang paling dikenal dari golongan ini adalah asam palmitat dan stearat (Bockish, 1998).

b. Asam Lemak Tidak Jenuh

Asam lemak ini sangat spesial karena beberapa dari asam lemak ini bersifat esensial yaitu tidak dapat diproduksi oleh tubuh manusia, sehingga dibutuhkan suplai dari luar berupa makanan (Bockish, M., 1998). Asam lemak tidak jenuh dibagi menjadi dua yaitu :

i. Asam Lemak Tidak Jenuh Ikatan Rangkap Tunggal (*Mono Unsaturated Fatty Acid/MUFA*).

Asam lemak ini memiliki satu ikatan rangkap antar karbon, yang kemungkinan dapat terjadi pada posisi yang berbeda-beda. MUFA yang

paling sering ditemukan adalah yang memiliki jumlah atom karbon 16 – 22, dimana sebagian besar berkonfigurasi “cis” (Rustan dan Drevon,2005).

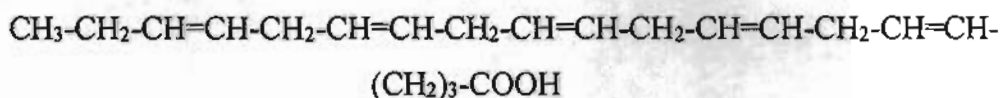
ii. **Asam Lemak Tak Jenuh Ikatan Rangkap Banyak (*Poly Unsaturated Fatty Acid /PUFA*)**

Asam lemak ini memiliki ikatan rangkap lebih dari satu (Rustan dan Drevon,2005). EPA dan DHA merupakan asam lemak golongan PUFA yang sangat bermanfaat bagi kesehatan (Haris, 2004). Kedua PUFA ini bersifat esensial, oleh karena itu suplay EPA dan DHA kedalam tubuh ini diperoleh dengan mengkonsumsi makanan yang mengandung keduanya. Ikan laut sendiri tidak dapat memproduksi EPA dan DHA, kandungan keduanya didalam ikan diperoleh dari alga laut yang dikonsumsi oleh ikan (Bruner, dkk, 2009 ; Haris, 2004).

2.4 EPA (*Eicosapentanoic Acid*)

EPA (*Eicosapentanoic Acid*), sering ditulis 20:5 ω 3 merupakan senyawa dengan 20 rantai karbon, memiliki lima buah ikatan rangkap dimana ikatan rangkap pertama terletak pada posisi tiga dihitung dari ujung gugus metil. Oleh karena itu EPA digolongkan kedalam asam lemak omega tiga. Adapun letak ikatan rangkapnya terdapat pada atom nomor 5, 8, 11, 14, dan 17 dihitung dari gugus karboksilat.

EPA merupakan komponen utama penyusun minyak ikan yang berasal dari laut. EPA memiliki banyak manfaat diantaranya adalah menurunkan resiko penyakit jantung koroner, anti agregasi platelet, anti inflamasi, menurunkan kolesterol dalam darah khususnya LDL (Haris, 2004) dan beberapa penyakit karsinoma.

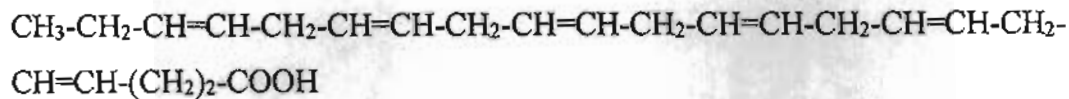


Gambar 2. Struktur asam eikosapentanoat (Rasyid, 2003).

2.5 DHA (*Docosahexanoic Acid*)

DHA (*Docosahexanoic Acid*), sering ditulis 22:6 ω 3 merupakan senyawa dengan 22 rantai karbon, memiliki enam buah ikatan rangkap dimana ikatan rangkap pertama terletak pada karbon posisi tiga dihitung dari ujung metil. DHA juga digolongkan

kedalam asam lemak omega tiga. Adapun letak ikatan rangkapnya adalah pada atom nomor 4,7,10, 13, 16, dan 19 dihitung dari gugus karboksil. DHA juga didalam tubuh manusia diperoleh melalui proses reaksi enzimatik desaturasi senyawa ALA. DHA sangat penting karena berkontribusi terhadap perkembangan jaringan otak dan sistem syaraf.



Gambar 3. Struktur asam dokosaheksanoat (Rasyid, 2003).

2.6 Isolasi Minyak Ikan

2.6.1 Ekstraksi

Ekstraksi adalah suatu cara untuk mendapatkan minyak atau lemak dari bahan yang diduga mengandung minyak atau lemak (Ketaren,1986: 189). Lemak dan minyak dapat diperoleh dari ekstraksi jaringan hewan atau tanaman dengan tiga cara, yaitu *rendering*, pengepresan (*pressing*), atau dengan pelarut (Winarno, 1984: 99).

2.6.2 Rendering

Rendering merupakan suatu cara yang digunakan untuk mengekstraksi minyak hewan dengan cara pemanasan. Pemasakan dapat dilakukan dengan air panas (*wet rendering*). Lemak akan mengapung di permukaan sehingga dapat dipisahkan (Winarno, 1984: 99).

2.6.3 Pengepresan

Bahan yang mengandung lemak atau minyak mengalami perlakuan awal, misalnya dipotong-potong. Kemudian dipres dengan tekanan tinggi menggunakan tekanan hidrolik atau *screw press*. Dengan cara ini, minyak tidak dapat seluruhnya diekstraksi (Winarno, 1984: 99).

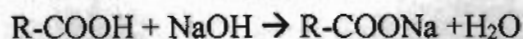
2.6.4 Ekstraksi dengan pelarut

Cara ekstraksi ini dilakukan dengan menggunakan pelarut dan digunakan untuk bahan yang kandungan minyaknya rendah. Lemak dalam bahan dilarutkan dengan pelarut. Tetapi cara ini kurang efektif, karena pelarutnya mahal dan lemak yang diperoleh harus dipisahkan dari pelarutnya dengan cara diuapkan (Winarno, 1984: 99).

2.7 Netralisasi

Tahapan awal pemurnian minyak ikan adalah proses netralisasi menggunakan larutan alkali. Tujuan dari proses netralisasi ini adalah untuk menetralkan dan

menghilangkan senyawa asam khususnya asam lemak bebas. Asam lemak bebas didalam larutan akan bereaksi dengan alkali membentuk sabun, seperti yang terlihat pada reaksi berikut ini :



Gambar 4. Reaksi kimia proses netralisasi

Sabun alkali yang terbentuk akan larut dalam air sehingga akan terpisah dari minyak. Biasanya pada penetapan mutu minyak ikan, netralisasi digunakan untuk menetapkan besarnya komponen senyawa yang tidak tersabunkan (Bockhis, 1998).

2.8 Esterifikasi

Reaksi pengubahan asam lemak menjadi suatu ester merupakan hal yang biasa dilakukan pada saat analisis asam lemak menggunakan kromatografi gas. Untuk asam lemak dalam bentuk TAGs, terlebih dahulu dihidrolisis dahulu dengan penambahan enzim lipase, asam atau basa. Adapun proses hidrolisis ini biasanya paralel dengan proses netralisasi, dimana basa NaOH dapat bersifat sebagai katalis untuk proses hidrolisis (Bockish, 1998).

Selanjutnya asam lemak diubah menjadi suatu bentuk metil ester atau etil ester melalui penambahan alkohol dengan katalis asam serta katalis boron trifluorida. Reaksi terjadi secara sempurna dalam waktu sekitar 30 menit dengan diiringi proses refluks (Ho dan Shahidi, 2005).

2.9 Kromatografi Gas

Kromatografi gas banyak digunakan sebagai instrumen untuk analisis yang bersifat fisikokimia dikarenakan aliran fase mobil (gas) sangat terkontrol dan kecepatannya tetap, banyak pilihan kolom yang dapat digunakan untuk pemisahan fisik sampel dimana panjang dan temperaturnya dapat diatur, banyak pilihan detektor yang dapat digunakan pada kromatografi gas, dan kromatografi gas juga sangat mudah dihidrogenasi dengan instrumen fisiko kimia lain seperti spektroskopi massa, FT-IR, dll.

Pada kromatografi gas, sampel terlebih dahulu diuapkan didalam gerbang suntik dan selanjutnya dielusi oleh gas pembawa kedalam kolom untuk kemudian terjadi proses pemisahan. Bagian - bagian yang paling penting pada sebuah KG diantaranya adalah :

a. Depo Gas Pembawa

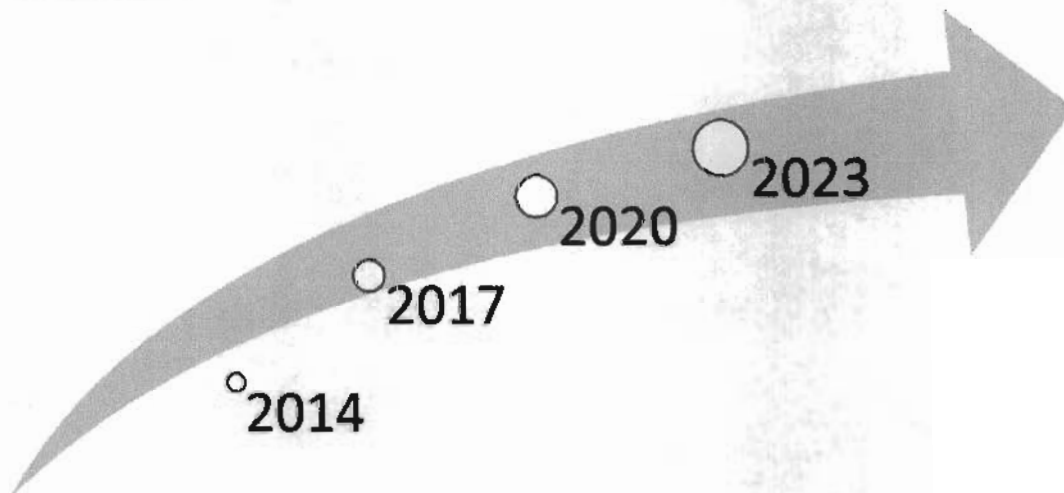
b. Gerbang Suntik, dimana temperatur diatur berada diatas titik didih komponen yang akan dianalisis. (Mulja dan Suharman, 1995).

- c. **Thermostat Oven**, yang berfungsi untuk mengatur temperatur kolom. Pemisahan fisik komponen-komponen didalam kolom sangat dipengaruhi oleh temperatur didalam oven.
- d. **Kolom Kromatografi Gas**. Secara umum kolom KG dibagi atas dua jenis yaitu kolom terpacking (*Packed column*) dan kolom terbuka/kapiler (*Capillary Column*). Semakin tipis lapisan penyalut sebagai fase diam maka semakin tinggi temperatur operasionalnya. (Mulja dan Suharman, 1995).
- e. **Detektor**. Detektor pada kromatograf merupakan suatu sensor elektronik yang berfungsi mengubah sinyal gas dan komponen didalamnya menjadi sinyal elektronik. Respon yang diberikan adalah linier dengan kadar suatu komponen yang terelusi. Adapun macam - macam detektor yang digunakan pada KG diantaranya adalah *Thermal conductivity detector* (TCD) dan *Flame Ionization Detector* (FID)

BAB III

ROADMAP PENELITIAN

Penelitian mengenai isolasi minyak serta telaah profil asam lemak esensial dari lima jenis ikan air tawar asli Indonesia ini merupakan salah satu tahapan dari serangkaian roadmap penelitian asam lemak. Indonesia merupakan negara yang sangat kaya akan sumber asam lemak baik hewani maupun nabati. Masih banyak sumber asam lemak khususnya asam lemak esensial yang belum ditelaah hingga saat ini. Prodi Farmasi UNISBA menangkap peluang yang besar ini dengan menetapkan payung penelitian bahwa Penelitian Prodi Farmasi UNISBA difokuskan untuk menghasilkan produk farmasi yang halal dan aman yang bersumber dari bahan alam salah satunya adalah ikan. Penelitian ini termasuk kedalam tahapan pemetaan asam lemak esensial dari berbagai sumber baik hewani maupun nabati yang hidup dan tumbuh di Indonesia. Adapun roadmap lengkapnya digambarkan pada gambar 3.1.



Gambar 5. Peta roadmap penelitian asam lemak esensial

- A. Penelitian yang sudah dan akan diselenggarakan pada tahun 2014 - 2017
1. Telaah kandungan asam lemak didalam minyak ikan Indonesia
 2. Metode pemurnian asam lemak omega-3 dari asam lemak jenuh
 3. Pemetaan Sumber asam lemak dari ikan laut meliputi sotong (Dewi dkk, 2015), teri, kembung, jambal.
 4. Pemetaan Sumber asam lemak dari nabati meliputi biji kedelai, biji kacang hijau (nurulfikri dkk, 2016), biji koko, biji kacang merah, sargasum, alpukat

5. Pemetaan Sumber asam lemak dari ikan air tawar meliputi belut, sidat, mujaer, bandeng, nila, gurame, ikan sapu, kijing (Ginanjari dkk, 2015)
 6. Analisis pendahuluan produksi asam lemak omega-3 melalui media telur ayam (uji coba produk hasil pemurnian)
 7. Analisis pendahuluan produksi asam lemak omega-3 melalui media telur ikan
- B. Penelitian yang akan diselenggarakan pada tahun 2017 - 2020
1. Rekayasa produksi asam lemak omega-3 melalui telur ayam
 2. Sumber asam lemak dari biota laut meliputi plankton, alga, krill
 3. Analisis praklinis aktivitas farmakologi omega-3 terhadap faktor resiko aterosklerosis
 4. Optimasi produksi asam lemak omega-3 melalui metode *combinatorial biosynthesis*
- C. Penelitian yang akan diselenggarakan pada tahun 2020 - 2023
1. Rekayasa produksi asam lemak omega-3 melalui metode *combinatorial biosynthesis*
 2. Optimasi budidaya alga, plankton, dan krill melalui media air laut buatan
 3. Optimasi pembuatan sediaan nutrasetika soft gel omega-3
- D. Penelitian yang akan diselenggarakan pada tahun 2023 – 2026
1. Produksi omega – 3 melalui media plankton, alga dan krill
 2. Uji aktivitas farmakologi terhadap omega-3 yang bersumber dari plankton, alga, krill
 3. Optimasi produksi sediaan nutrasetika soft gel sediaan mengandung omega-3

BAB IV METODE PENELITIAN

Penelitian ini akan diselenggarakan di laboratorium Farmasi UNISBA dan analisis GCMS akan diselenggarakan di Laboratorium kimia UPI. Estimasi waktu untuk penelitian sekitar delapan bulan, yaitu dimulai dari bulan Januari 2017 hingga Agustus 2017. Bahan penelitian diperoleh dari berbagai sumber di Jawa Barat dan terhadap bahan dilakukan serangkaian proses meliputi determinasi, pembuatan simplisia hewani, ekstraksi minyak ikan, pemurnian minyak, dan diakhiri dengan analisis kandungan minyak ikan dengan instrumen GCMS.

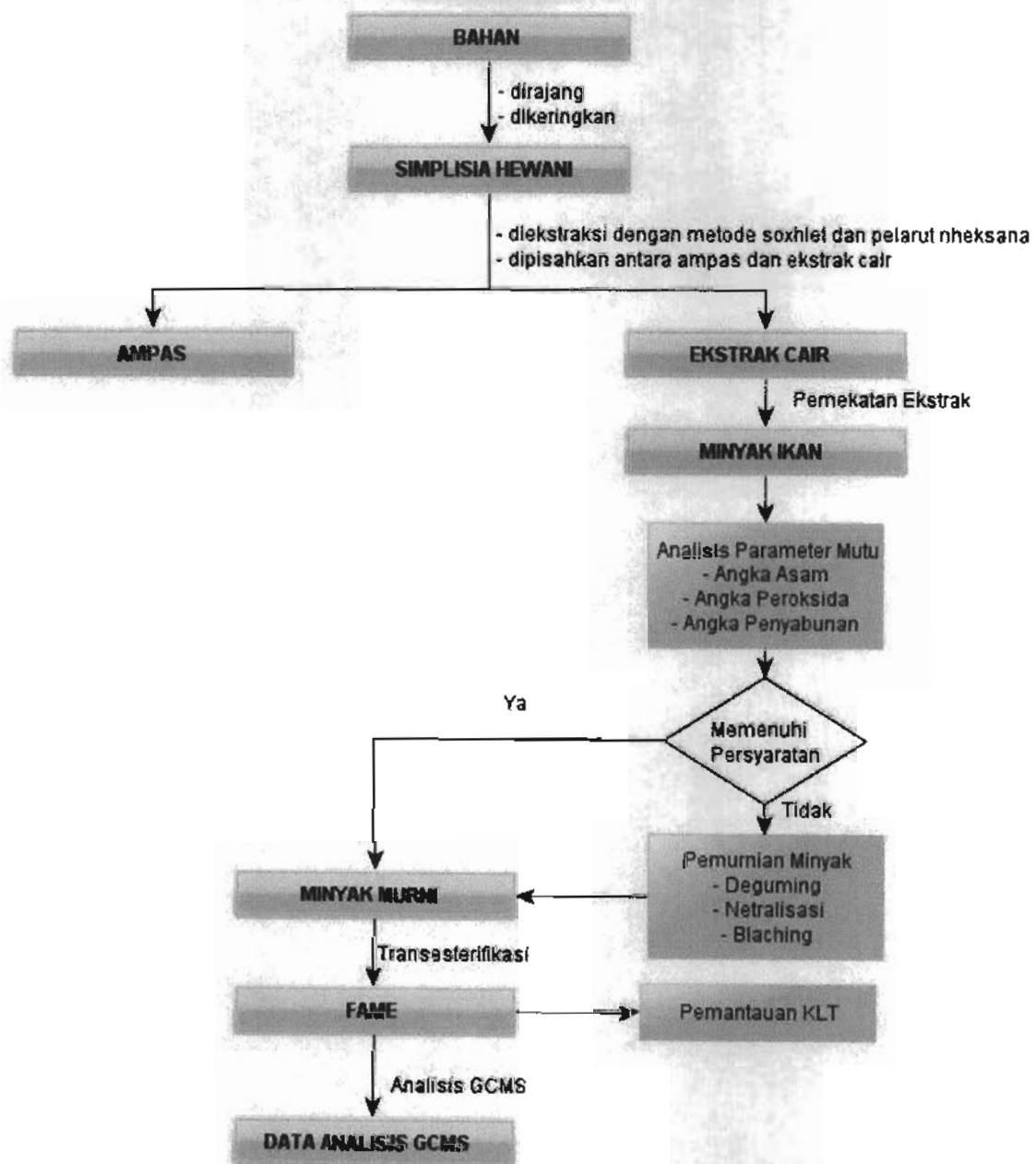
Bahan terlebih dahulu dicuci dengan air mengalir, kemudian dipotong menjadi bentuk dadu berukuran kecil. Selanjutnya bahan dikeringkan hingga diperoleh simplisia hewani kering. Simplisia selanjutnya diekstraksi dengan metode sinambung menggunakan alat soxhlet hingga dihasilkan ekstrak cair. Terhadap ekstrak cair selanjutnya dipekatkan dengan alat rotary evaporator sehingga dihasilkan minyak ikan.

Minyak yang dihasilkan kemudian diuji parameter mutunya meliputi angka asam, angka peroksida, dan angka penyabunan. Apabila minyak masih belum memenuhi standar maka, terlebih dahulu minyak dimurnikan dengan serangkaian metode seperti degumming, netralisasi dan bleaching. Namun apabila parameter mutu minyak telah memenuhi standar, maka minyak dapat diklaim sebagai minyak murni.

Minyak selanjutnya ditrasesterifikasi sehingga menghasilkan *Fatty Acid Methyl Ester* (FAME). Fame yang terbentuk selanjutnya dipantau menggunakan plat KLT dengan fase gerak n heksana : etilasetat : asam asetat glasial (90:10:1) dengan penampak bercak uap iodine. Fame

FAME selanjutnya dianalisis dengan GCMS Shimadzu QP 2010 ULTRA dengan detektor FID. Kolom yang digunakan adalah DB-5.625 (difenil dimetilpolisiloksan sebagai padatan penyangga, panjang 30 m, diameter 0,25 mm). Suhu injektor diatur 240 °C, suhu detektor 280 °C, dengan gas N₂ sebagai pembawa. Suhu kolom awal diatur 60 °C kemudian dinaikkan dengan laju konstan 8 °C/ menit hingga dicapai suhu 290 °C yang kemudian ditahan selama 2 menit. Jadi total lamanya waktu analisis dengan KGSM adalah 31 menit.

Data kromatogram selanjutnya dianalisis kandungan asam lemak esensial didalamnya, kemudian dibuat data profil asam lemak dari bahan minyak tersebut.



Gambar 6. Bagan alir metode penelitian

BAB V PEMBAHASAN

5.1 Kadar abu

Sampel yang digunakan sejauh mungkin dapat memenuhi standar minimal yang telah ditetapkan. Kandungan abu merupakan salah satu parameter mutu pokok yang menjadi patokan batas cemaran didalam sampel. Evaluasi parameter mutu kadar abu didalam sampel uji ditunjukkan pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 2. Kadar Abu Dari Setiap Jenis Sampel Ikan

| Nama Bahan | Abu total | abu larut air | abu tidak larut asam |
|-------------------|------------------|----------------------|-----------------------------|
| Cecere | 1,253±0,477 | 0,211±0,000 | 0,366±0,000 |
| Benteur | 1,156±0,793 | 0,517±0,000 | 0,045±0,000 |
| Nilem | 10,864±8,635 | 1,840±0,000 | 2,120±0,000 |
| Gabus | 6,715±0,389 | 2,940±0,000 | 1,380±0,000 |
| Etong | 1,930±0,264 | 1,245±0,170 | 0,685±0,094 |
| Bawal | 3,605±0,412 | 2,894±0,546 | 0,710±0,135 |

Abu merupakan kumpulan senyawa sisa pemijaran (pada suhu diatas 450 °C) yang terdiri dari kandungan mineral anorganik, logam berat, dan silikat. BSN mensyaratkan bahwa batas minimal kandungan abu dalam bahan ikan konsumsi adalah kurang dari 1,5 %. Tabel 1 menunjukkan bahwa hanya ikan cecere dan ikan benteur yang memenuhi standar, dimana kandungan abu keduanya berada dibawah 1,5%. Ikan cecere dan ikan benteur secara morfologi memiliki ukuran jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan empat jenis ikan lainnya pada tabel. Ukuran tubuhnya tersebut yang memungkinkan menjadikan kandungan abu didalam kedua ikan tersebut paling kecil dibandingkan ikan lainnya.

Senyawa abu yang terdapat pada ikan benteur, gabus, etong dan bawal dominan mengandung senyawa anorganik fisiologis. Tabel 1 memperlihatkan kadar abu larut air yang mencerminkan kandungan abu fisiologis lebih dominan dibandingkan dengan abu tidak larut asam yang mencerminkan abu non fisiologis. Ikan Cecere dan Nilem memiliki data sebaliknya. Abu fisiologis merupakan abu yang didalamnya terdiri dari senyawa – senyawa anorganik yang berasal dari dalam tubuh sampel seperti Na, K, Ca, Mg, Fe. Abu fisiologis memiliki karakteristik larut didalam air. Abu non fisiologis memiliki karakteristik berbeda dari abu fisiologis, dimana abu non fisiologis merupakan cemaran

yang berasal dari luar sampel meliputi logam berat, silikat dan bisa juga pasir. Senyawa abu non fisiologi akan mengendap jika ditambahkan senyawa asam kedalam sampel uji.

5.2 Rendemen Minyak Ikan

Setiap ikan memiliki karakteristik berbeda dalam semua hal, salah satunya kandungan minyaknya. Kandungan minyak didalam ikan sangat tergantung dari jenis ikan serta makanan yang dikonsumsi. Ikan pada habitat yang sama belum tentu memiliki jumlah minyak yang sama. Tabel 2 menyajikan data terkait kandungan minyak didalam setiap sampel ikan berikut karakteristik bobot jenisnya.

Tabel 3. Rendemen dan Bobot Jenis Minyak yang Diperoleh Dari Setiap Jenis Ikan

| Bahan Ikan | Rendemen (%) | Bobot Jenis |
|------------|--------------|-------------|
| Cecere | 19,324 | 0,803 |
| benteur | 26,268 | 0,755 |
| nilem | 17,860 | 0,830 |
| gabus | 3,240 | 0,890 |
| etong | 3,304 | 0,7308 |
| bawal | 12,045 | 0,8108 |

Ikan benteur diketahui mengandung minyak paling besar jika dibandingkan dengan ikan lainnya dan Ikan cecere berada pada urutan kedua. Kedua ikan tersebut meskipun memiliki bentuk tubuh paling kecil namun lebih banyak mengandung minyak dibandingkan empat ikan lainnya yang memiliki bentuk tubuh lebih besar. Fenomena tersebut belum dapat dijelaskan secara rinci dan pasti terkait faktor yang berpengaruh, namun besar kemungkinan disebabkan karena gaya hidup ikan cecere dan benteur yang lebih banyak mengkonsumsi plankton.

Ikan gabus dan ikan etong diketahui mengandung minyak paling rendah dibandingkan sampel ikan lainnya. Ikan gabus diketahui lebih tahan hidup dalam perairan rawa dan sungai serta mampu hidup pada kondisi perairan keruh. Ikan etong merupakan satu – satunya bahan pada penelitian ini yang berasal dari laut. Ikan laut hingga saat ini lebih populer dijadikan sebagai sumber minyak ikan dibandingkan dengan ikan air tawar. Data pada tabel 2 menunjukkan fenomena yang berbeda, dimana kandungan minyak pada ikan etong ternyata jauh lebih rendah jika dibandingkan dengan ikan air tawar.

Bobot jenis ikan menunjukkan profil kandungan senyawa kimia khususnya asam lemak didalam minyak. Semakin besar angka bobot jenis (mendekati bobot jenis air), maka tingkat kepolaran senyawa kimia didalam minyak semakin tinggi. Ikan etong diketahui mengandung minyak ikan dengan bobot jenis paling rendah dibandingkan minyak ikan lainnya. Potensi kandungan senyawa non polar didalam minyak ikan etong lebih besar, artinya kandungan asam lemak tak jenuh (memiliki ikatan rangkap) didalam minyak ikan etong jauh lebih besar jika dibandingkan dengan asam lemak lainnya. Ikan gabus pada tabel 2 memiliki bobot jenis minyak lebih tinggi dibandingkan dengan minyak lainnya, dimana ada potensi asam lemak jenuh didalam minyak tersebut lebih dominan dibandingkan dengan asam lemak lainnya

5.3 Parameter Mutu Minyak

Standardisasi minyak dilakukan dengan mengukur angka asam, angka penyabunan dan angka peroksida. Angka asam menunjukkan besaran asam lemak bebas yang terlepas dari ikatan trigliserida. Semakin besar angka asam maka kualitas minyak semakin buruk. SNI memberikan batasan maksimal angka asam sebesar 0,6 mg/Gram NaOH. Angka penyabunan memiliki fungsi yang sebaliknya terhadap angka asam. Angka penyabunan menunjukkan besaran asam lemak yang masih terikat dalam trigliserida. Batas minimum angka penyabunan yang baik adalah 195 mg/Gram KOH. Angka peroksida merupakan parameter yang menunjukkan tingkat kerusakan minyak. Asam lemak tak jenuh yang terdapat didalam minyak merupakan sumber utama kerusakan minyak. Asam lemak tak jenuh lebih mudah diserang oleh oksigen (dioksidasi) karena adanya ikatan rangkap didalam asam lemak tersebut. Proses oksidasi tersebut akan menghasilkan senyawa peroksida yang bersifat oksidator. Batas maksimal angka peroksida ditetapkan sebesar 5 mekiV O₂/kg. Data analisis parameter mutu secara lengkap tersaji pada tabel 3.

Tabel 4. Parameter Mutu Dari Setiap Jenis Minyak Ikan Meliputi Angka Asam, Angka Penyabunan dan Angka Peroksida

| | Angka Asam | | Angka Penyabunan (mg/Gram KOH) | Angka Peroksida (mekiv O ₂ /kg) |
|---------|----------------|-----------|-----------------------------------|---|
| | (mg/Gram NaOH) | (%) | | |
| cecere | 0,80±0,00 | 0,56±0,00 | 235,62±0,00 | 0,00±0,00 |
| benteur | 2,00±0,57 | 1,41±0,39 | 221,59±11,90 | 0,00±0,00 |
| nilem | 3,20±0,00 | 2,26±0,00 | 134,65±0,00 | 0,00±0,00 |
| gabus | 6,00±0,00 | 4,23±0,00 | 28,05±0,00 | 0,00±0,00 |
| etong | 1,60±0,00 | 1,13±0,00 | 308,55±39,67 | 24,00±11,31 |
| bawal | 1,60±1,13 | 1,13±0,00 | 549,35±0,64 | 8,30±0,42 |

Tabel 1 menyajikan data bahwa seluruh minyak yang diperoleh memiliki angka asam diatas batas yang seharusnya. Hal ini masih dianggap wajar, dikarenakan angka asam yang tinggi dapat disebabkan oleh proses ekstraksi yang menggunakan cara panas, sehingga sebagian asam lemak terlepas dari ikatan trigliseridanya. Tabel 1 juga memperlihatkan angka peroksida yang nol dari empat jenis minyak sampel namun pada ikan etong dan bawal menunjukkan angka peroksida melebihi batas yang ditetapkan. Ikan etong memiliki angka peroksida yang tinggi boleh jadi disebabkan oleh kandungan asam lemak yang didominasi asam lemak tak jenuh.

Angka asam dan angka peroksida merupakan parameter yang masih dapat diperbaiki dengan menggunakan tehnik pemurnian seperti netralisasi. Angka penyabunan pada setiap jenis minyak menunjukkan hal yang memuaskan, kecuali pada ikan nilem dan gabus. Ikan cecere, benteur, etong dan bawal memiliki angka penyabunan yang melampaui standar minimal. Hal ini menunjukkan bahwa ke empat minyak ikan tersebut mutunya masih baik artinya masih banyak asam lemak yang terikat dalam bentuk trigliserida. Asam lemak dalam bentuk trigliserida diketahui lebih tahan terhadap oksidasi dan beragam reaksi kimia lainnya yang dapat menurunkan mutu minyak.

5.4 Kandungan Asam Lemak

Minyak ikan akan dinilai bermanfaat apabila didalamnya banyak mengandung asam lemak esensial yang dibutuhkan oleh tubuh manusia untuk menunjang kesehatan. Asam lemak yang banyak diklaim memiliki manfaat bagi kesehatan diantaranya adalah asam linolenat (9,12,15-*Octadecatrienoic acid*/ALA), asam linoleat (9,12-

Oktadekadienoat Acid/LA) asam oleat (*cis-9-octadecenoic acid*), asam eikosapentanoat (*cis-5,8,11,14,17-Eicosa Pentanoic Acid/EPA*), asam arakhidonat (*5,8,11,14-eicosa tetraenoic acid/AA*), dan asam dokosa heksanoat (*4,7,10,13,16,19-docosahexanoic acid/DHA*). Semua asam tersebut kecuali AA merupakan asam lemak esensial, artinya asam lemak tersebut tidak dapat diproduksi oleh tubuh secara langsung namun sangat dibutuhkan oleh kesehatan.

AA dapat diproduksi dalam tubuh sebagai eikosenoid yang menunjang pada berbagai fungsi/mekanisme dalam tubuh. Asupan AA bagi tubuh dapat menunjang berjalannya proses tumbuh kembang, metabolisme dan sistem homeostasis tubuh. Namun asupan AA yang berlebihan dapat memicu terjadinya reaksi inflamasi sehingga kontraindikasi terhadap beberapa penderita penyakit seperti osteoarthritis, aterosklerosis, dan penyakit lain yang disebabkan karena reaksi inflamasi.

Asam Eikosa Pentanoat (EPA) merupakan asam lemak yang terkenal memiliki manfaat besar terhadap penangani faktor resiko penyakit jantung koroner seperti aterosklerosis, peningkatan rasio HDL/LDL, menurunkan tingkat agregasi platelet, serta menurunkan peradangan (Haris, 2004). DHA merupakan asam lemak yang bermanfaat terhadap tumbuh kembang otak anak. Kombinasi antara EPA dan DHA menurut Olaitan dkk (2011) dapat membantu dalam upaya penyembuhan gejala keloid. Kandungan lengkap asam lemak didalam setiap minyak, tersaji pada tabel 4.

Tabel 5. Kandungan Asam Lemak Dalam Setiap Minyak Ikan Uji

| Asam Lemak | % kandungan Asam Lemak dalam Minyak | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | Beunteur | cecere | gabus | nilem | bawal | etong |
| Asam Butanoat | | 2,358 | 10,232 | | | |
| Asam pentanoat | | | 9,622 | | | |
| Asam Benzenpropanoat | | | 3,099 | | | |
| Asam Dodekanoat | 1,651 | | | 0,405 | 0,252 | |
| Asam Tetradekanoat | 3,388 | 6,648 | 6,233 | 1,645 | 2,342 | |
| Asam pentadekanoat | | 12,038 | | 0,144 | | |
| Asam 11-Heksadesenoat | 5,529 | | | | | |
| Asam 9-Heksadesenoat | | 9,969 | 7,049 | 0,479 | 4,124 | |
| Asam heksadekanoat | 27,152 | 25,643 | 30,241 | 23,034 | 17,934 | 22,588 |
| Asam heptadekanoat | | 2,949 | | 0,599 | | |
| Asam 9,12-Oktadekadienoat (Z,Z) | 13,825 | | 1,9635 | 8,292 | 14,345 | |
| Asam 8,11-Oktadekadienoat (Z,Z) | | | | 17,379 | 0,581 | |
| asam 9-oktadesenoat (Z) | 27,410 | 20,737 | 16,615 | 15,807 | 29,978 | 22,619 |
| asam 9-oktadesenoat (E) | | | | 4,539 | | |
| 9,12,15-Octadecatrienoic acid | | | | 0,435 | | |

| | | | | | | |
|--|--------|-------|-------|--------|--------|--------|
| Asam 11-oktadesenoat | | | | 3,389 | | |
| Asam 13-oktadesenoat | | | | | 11,493 | |
| Asam Oktadekanoat | 13,068 | 9,859 | 7,425 | 10,335 | 13,929 | 17,919 |
| Asam 5,8,11,14-eikosatetraenoat | 5,428 | 4,668 | 3,039 | | 8,616 | 13,675 |
| Asam cis-5,8,11,14,17-eikosapentaenoat | | 2,405 | | | | 4,496 |
| Asam 7,10,13- eikosatrienoat | | | | | 3,668 | |
| Asam eikosanoat | | | | 2,073 | 0,513 | |
| asam 10,13-eikosadienoat | | | | | 2,757 | |
| Asam 4,7,10,13,16,19-Dokosaheksaenoat | | | | | | 14,092 |
| Tidak teridentifikasi | 2,549 | 2,725 | 1,091 | 1,721 | 0,324 | 4,612 |
| asam dokosanoat | | | | 0,489 | | |
| Asam tetrakosanoat | | | | 0,485 | | |
| Squalena | | | | | 0,638 | |

Tabel 4 menyajikan lengkap seluruh asam lemak baik golongan asam lemak jenuh maupun asam lemak tak jenuh. Tabel 4 menunjukkan bahwa kandungan asam Heksadekanoat (Asam palmitat) dan Asam 9-oktadesenoat (asam oleat) paling dominan dibandingkan dengan asam lemak lainnya. asam palmitat merupakan asam lemak yang paling dominan pada minyak ikan cecere, gabus, dan nilem. Ikan gabus mengandung asam heksadekanoat paling tinggi jika dibandingkan dengan minyak ikan lainnya. Asam Oleat dominan terdapat pada minyak ikan benteur, bawal, dan etong.

Asam palmitat termasuk kedalam golongan asam lemak jenuh sedangkan asam oleat termasuk kedalam golongan MUFA. Kedua asam lemak tersebut selalu muncul dalam jumlah dominan pada setiap jenis minyak dikarenakan didalam ikan terdapat enzim desaturasi dan elongase. Enzim desaturasi yang terdapat didalam ikan hanya mampu mengubah asam lemak jenuh menjadi tak jenuh. Namun hal tersebut terbatas hanya mampu menghasilkan jenis MUFA saja dengan ikatan rangkap pada posisi C-9. Sedangkan enzim elongase mampu menambah rantai karbon pada gugus asam lemak. Oleh karena itu sangat wajar, kandungan asam oleat didalam minyak lemak begitu besar sedangkan PUFA sangat sedikit (Bockish; 1998).

Ikan Cecere dan Ikan Etong pada tabel memperlihatkan adanya kandungan EPA dan khusus pada ikan Etong selain adanya EPA juga terdapat DHA. EPA dan DHA merupakan asam lemak PUFA yang termasuk kedalam golongan omega-3. Kandungan kedua asam lemak tersebut didalam minyak dapat meningkatkan mutu dan potensi minyak terhadap kesehatan. Berbeda halnya dengan AA. Hampir sebagian besar minyak

ikan yang diteliti juga mengandung AA dengan jumlah yang beragam. AA juga merupakan asam lemak PUFA namun tergolong kedalam omega-6. AA tidak bersifat esensial, artinya tubuh manusia dapat memproduksi secara mandiri AA dalam rangka menjalankan beragam fungsi didalam tubuh. AA merupakan senyawa eikosanoid dalam tubuh yang akan dikonversi oleh enzim COX 1 dan 2 sehingga menghasilkan prostaglandin yang berperan dalam proses inflamasi. AA sebenarnya banyak dibutuhkan oleh penderita tukak lambung karena dapat membantu meningkatkan sekresi basa NaHCO_3 yang dapat menetralkan asam lambung berlebih. Namun AA dapat menjadi pemicu terjadinya inflamasi pada penderita osteoarthritis, asam urat, aterosklerosis, dan beberapa kondisi lain yang menghindarkan adanya reaksi inflamasi berlebih. Penelitian Hanafiah, dkk (2007) memperlihatkan bahwa rasio omega-6 terhadap omega-3 dalam makanan sangat mempengaruhi kesehatan jantung seseorang. Suku eskimo diketahui memiliki rasio paling rendah dan memiliki angka kematian akibat jantung koroner paling rendah jika dibandingkan ras suku lainnya.

Tabel 4 juga memperlihatkan adanya kandungan asam elaidat didalam minyak ikan nilam. Asam elaidat merupakan golongan asam lemak trans, yang keberadaannya harus seminimal mungkin bahkan harus nol. Asam elaidat didalam minyak ikan nilam dicurigai bersumber dari pakan ikan nilam yang didalamnya telah dicampur limbah minyak ikan banyuwangi. Berdasarkan penelitian maulana (2014), limbah minyak wangi banyuwangi banyak diedarkan keseluruh pembudidaya di Indonesia sebagai bahan tambahan pakan. Limbah minyak tersebut ternyata banyak mengandung asam elaidat yang merupakan produk samping akibat perlakuan pemanasan tinggi pada saat pengolahan limbah. Asam lemak trans diketahui memiliki dampak buruk bagi kesehatan manusia diantaranya adalah meningkatkan LDL dan menurunkan HDL sehingga meningkatkan rasio kolesterol total terhadap HDL, meningkatkan level trigliserida dalam darah, dan menurunkan ukuran partikel LDL (Mozaffarian *et al.*, 2006; Stender and Dyerberg, 2003). Semua hal tersebut merupakan faktor pemicu penyakit jantung koroner.

5.5 Kandungan Golongan SFA, MUFA dan PUFA Dalam Minyak

5.5.1 Kandungan SFA dalam Minyak

Kandungan asam lemak jenuh dan tak jenuh didalam minyak ikan dapat dijadikan sebagai acuan minimal potensi manfaat minyak tersebut bagi kesehatan. Asam lemak

jenuh atau dikenal dengan istilah Saturated Fatty Acid (SFA) yang paling banyak disorot adalah asam lemak jenuh rantai panjang (C-16 sampai C-24), sedangkan asam lemak jenuh rantai menengah (C-12 sampai C-15) dan rantai pendek (C-4 sampai C-11) cenderung banyak memberikan manfaat bagi kesehatan. Tabel 6 menunjukkan kandungan SFA dari setiap minyak

Tabel 6. Kandungan Asam Lemak Jenuh (SFA) dalam Minyak Ikan

| Nama umum | Beunteur | cecere | gabus | nilem | bawal | etong |
|--------------------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Asam Butanoat | | 2,358 | 10,232 | | | |
| Asam pentanoat | | | 9,622 | | | |
| Asam Dodekanoat | 1,651 | | | 0,405 | 0,252 | |
| Asam Tetradekanoat | 3,388 | 6,648 | 6,233 | 1,645 | 2,342 | |
| Asam pentadekanoat | | 12,038 | | 0,144 | | |
| Asam heksadekanoat | 27,152 | 25,643 | 30,241 | 23,034 | 17,934 | 22,588 |
| Asam heptadekanoat | | 2,949 | | 0,599 | | |
| Asam Oktadekanoat | 13,068 | 9,859 | 7,425 | 10,335 | 13,929 | 17,919 |
| Asam eikosoat | | | | 2,073 | 0,513 | |
| asam dokosoat | | | | 0,489 | | |
| Asam tetrakosoat | | | | 0,485 | | |

Tabel 6 memperlihatkan bahwa asam tetradekanoat (asam palmitat) dan asam oktadekanoat (asam stearat) merupakan SFA yang selalu muncul pada seluruh minyak ikan yang diteliti. Ikan cecere dan ikan gabus paling banyak mengandung asam palmitat dan asam stearat. Ikan benteur, ikan nilem, dan ikan bawal diketahui mengandung asam dodekanoat (asam laurat). Asam laurat merupakan asam lemak jenuh rantai menengah yang banyak terdapat didalam virgin coconut oil. Asam laurat memiliki banyak manfaat terutama terhadap penanganan penyakit kardiovaskular (Uday dkk, 2014).

5.5.2 Kandungan MUFA dan PUFA dalam Minyak

Asam lemak tak jenuh terbagi menjadi dua bagian meliputi asam lemak tak jenuh ikatan rangkap tunggal (Mono Unsaturated Fatty Acid/MUFA) dan asam lemak tak jenuh ikatan rangkap banyak (Poly Unsaturated Fatty Acid/PUFA). Tabel 6 menunjukkan kandungan MUFA dalam Minyak

Tabel 7. Kandungan Asam Lemak Tak Jenuh Ikatan Rangkap Tunggal (MUFA) dalam Minyak Ikan

| Nama Asam Lemak | Beunteur | cecere | gabus | nilem | bawal | etong |
|-------------------------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Asam 11-Heksadesenoat | 5,529 | | | | | |
| Asam 9-Heksadesenoat | | 9,969 | 7,049 | 0,479 | 4,124 | |
| asam 9-oktadesenoat (Z) | 27,41 | 20,737 | 16,615 | 15,807 | 29,978 | 22,619 |
| asam 9-oktadesenoat (E) | | | | 4,539 | | |
| Asam 11-oktadesenoat | | | 3,389 | | | |
| Asam 13-oktadesenoat | | | | 11,493 | | |

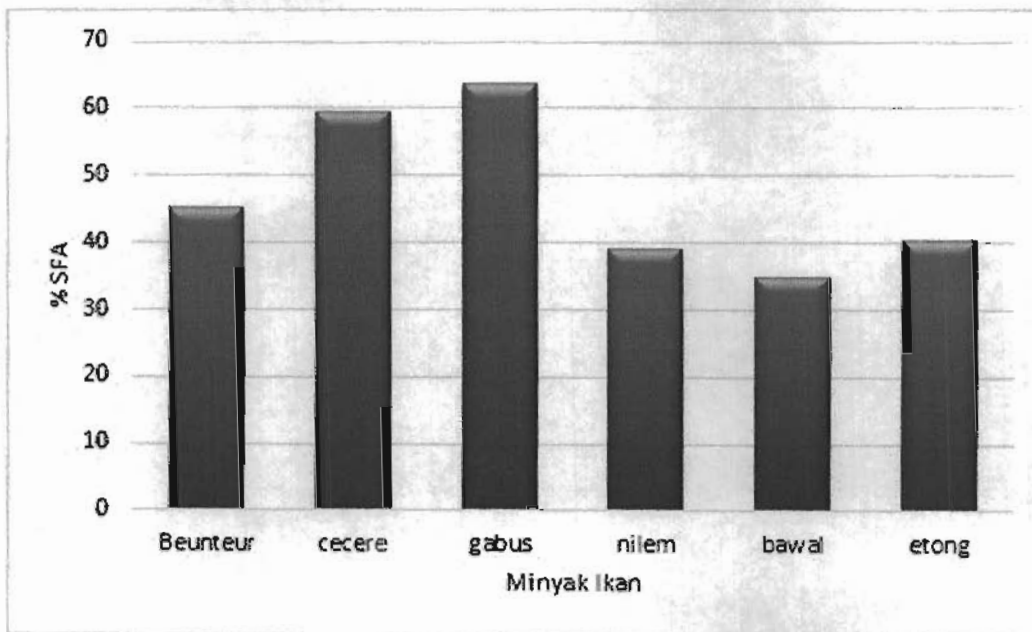
Asam oleat seperti diketahui muncul pada setiap jenis minyak ikan dengan jumlah yang cukup besar. Ikan etong meskipun hidup di laut, namun komposisi MUFA nya paling sedikit yaitu hanya asam oleat saja. Ikan bawal mengandung asam oleat paling besar jika dibandingkan dengan minyak ikan lainnya. Belum diketahui dengan pasti faktor apa yang dapat menyebabkan besar kecilnya kandungan asam oleat didalam minyak.

PUFA merupakan asam lemak yang diharapkan paling banyak muncul didalam minyak ikan. Semakin tinggi kandungan PUFA maka potensi minyak ikan terhadap kesehatan juga semakin baik. Adapun PUFA yang diharapkan muncul didalam minyak adalah ALA, LA, DHA dan EPA dimana semuanya tergolong sebagai asam lemak esensial. AA merupakan PUFA yang tidak termasuk kedalam golongan asam lemak esensial. Data lengkap terkait kandungan PUFA dalam minyak ditampilkan pada tabel 7.

Tabel 8. Kandungan Asam Lemak Tak Jenuh Ikatan Rangkap Banyak (PUFA) dalam Minyak Ikan

| Nama Asam Lemak | Beunteur | cecere | gabus | nilem | bawal | etong |
|--|----------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Asam 9,12-Oktadekadienoat | 13,825 | | 1,9635 | 8,292 | 14,345 | |
| Asam 8,11-Oktadekadienoat | | | | 17,379 | 0,581 | |
| 9,12,15-Octadecatrienoic acid | | | | 0,435 | | |
| Asam 5,8,11,14-eikosatetraenoat | 5,428 | 4,668 | 3,039 | | 8,616 | 13,675 |
| Asam cis 5,8,11,14,17-eikosapentaenoat | | 2,405 | | | | 4,496 |
| Asam 7,10,13- eikosatrienoat | | | | | 3,668 | |
| asam 10,13-eikosadienoat | | | | | 2,757 | |
| Asam 4,7,10,13,16,19-Dokosaheksaenoat | | | | | | 14,092 |

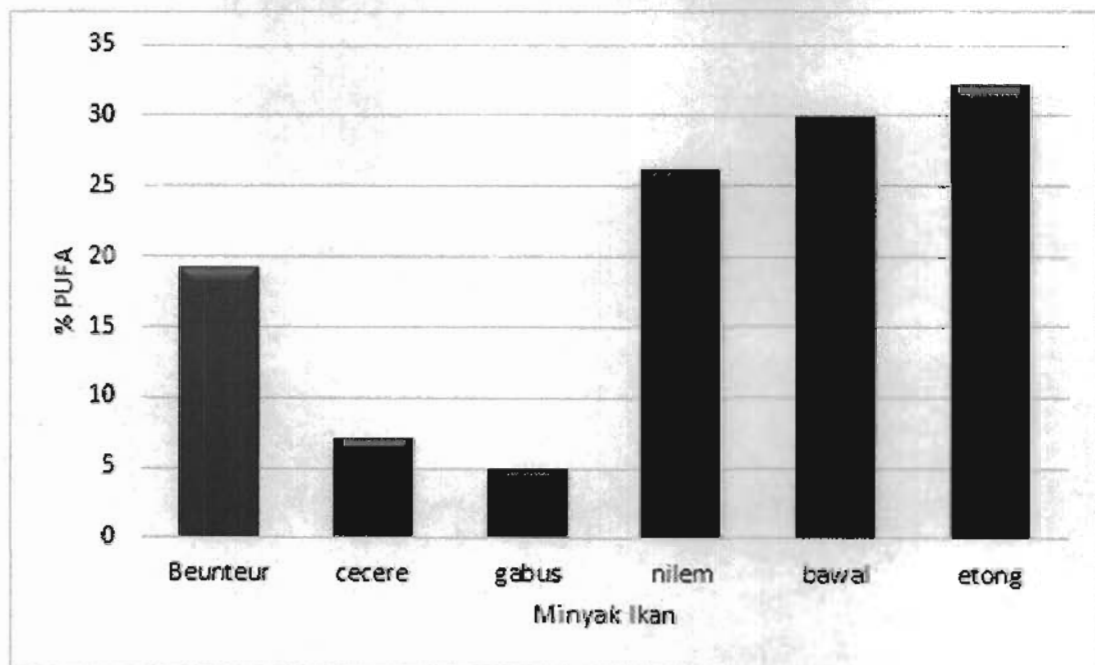
Tabel 8 memperlihatkan bahwa hanya ikan etong yang mengandung EPA dan DHA, bahkan DHA didalam minyak etong merupakan PUFA paling dominan. Hal ini sesuai dengan pendapat Haris (2004), bahwa EPA dan DHA lebih banyak dihasilkan oleh ikan air laut dibandingkan dengan ikan air tawar. Satu – satunya ikan air tawar yang menghasilkan EPA adalah ikan cecere. Hal ini kemungkinan disebabkan karena jenis makanan yang dikonsumsi oleh ikan cecere yang berupa plankton dan tumbuhan kecil. Menurut Haris (2004), bahwa EPA dan DHA sebenarnya hanya diproduksi oleh plankton dan alga. Adapun kandungan EPA dan DHA dalam ikan disebabkan karena ikan mengkonsumsi plankton dan alga. Perbandingan kandungan SFA, MUFA dan PUFA tersaji pada gambar 7, 8, 9, 10.



Gambar 7. Perbandingan % asam lemak jenuh (SFA) dalam setiap minyak ikan

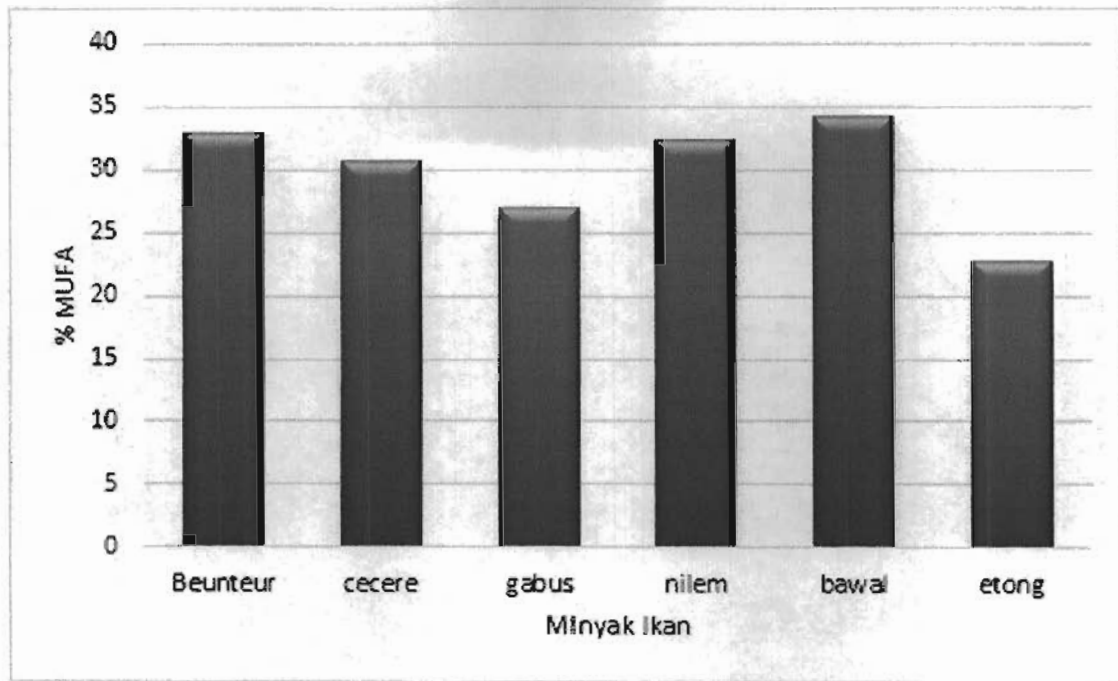
Gambar 7 menunjukkan bahwa ikan gabus memiliki kandungan SFA paling besar yaitu 63,753% dari total asam lemak, sedangkan ikan bawal mengandung SFA paling rendah yaitu sebesar 34,97%. Hal ini sesuai dengan data bobot jenis minyak (table 2), dimana ikan gabus memiliki bobot jenis paling tinggi. Potensi kandungan asam lemak jenuh yang tinggi didalam minyak ikan gabus terbukti dengan sajian gambar 7 tersebut. Antara table 2 dan gambar 7 ini masih menunjukkan data yang belum sinkron dimana minyak etong memiliki angka asam lebih besar dibandingkan minyak nilem dan bawal, padahal minyak etong memiliki bobot jenis paling rendah dari semua jenis minyak. Fenomena ini terjawab jika kita melihat kandungan total PUFA didalam minyak etong. Gambar 2 menunjukkan bahwa minyak etong memiliki kandungan PUFA tertinggi yaitu

sebesar 32,263%. PUFA diketahui memiliki lebih dari satu ikatan rangkap didalam struktur asam lemaknya. Semakin banyak ikatan rangkap, maka kepolaran senyawa pun akan semakin turun. Hal tersebut disebabkan karena struktur yang memiliki banyak ikatan rangkap memiliki gaya vander walls lebih sedikit sehingga elektronegatifitasnya pun rendah. Ikan gabus pada gambar 8 diketahui mengandung PUFA paling rendah yaitu sebesar 5,002% dan diikuti oleh minyak cecere yaitu sebesar 7,073%.



Gambar 8. Perbandingan % asam lemak tak jenuh ikatan rangkap banyak (PUFA) dalam setiap minyak ikan

Minyak bawal diketahui mengandung MUFA paling tinggi yaitu sebesar 34,102%, sedangkan minyak etong mengandung MUFA paling rendah yaitu sebesar 22,619 seperti yang terlihat pada gambar 9.



Gambar 9. Perbandingan % asam lemak tak jenuh ikatan rangkap tunggal (MUFA) dalam setiap minyak ikan

BAB 6.

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Minyak ikan etong yang berasal dari laut mengandung PUFA lebih tinggi dibandingkan dengan minyak ikan air tawar. Minyak cecere merupakan salah satu minyak yang mengandung EPA. Minyak ikan benteur, ikan nilem dan ikan bawal mengandung salah satu komponen SFA yang sangat potensial bermanfaat bagi kesehatan yaitu asam laurat. Minyak gabus mengandung SFA paling tinggi dibandingkan dengan minyak lainnya yang terindikasi dari nilai bobot jenis yang tinggi. Asam palmitat, asam oleat dan asam stearat merupakan tiga jenis asam lemak yang selalu muncul pada setiap jenis minyak yang diteliti. Ikan nilem diketahui mengandung asam lemak trans yang dicurigai berasal dari pakan ikan di lokasi budidaya yang mengandung limbah minyak banyuwangi. Tidak ada satupun minyak ikan air tawar yang mengandung DHA seperti yang terdapat pada minyak etong.

6.2 Saran

Penelitian ini perlu dilanjutkan ke tahapan uji farmakologi khususnya terhadap faktor resiko penyakit kardiovaskular seperti aterosklerosis, hiperkolesterolemia, dan hipertensi.

6.3 Ucapan Terimakasih

Penelitian ini dapat terlaksana berkat rahmat Allah swt yang telah memberikan kelancaran dalam setiap prosesnya, serta telah meluluskan proposal ini sehingga dapat dibiayai oleh LPPM UNISBA. Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada LPPM UNISBA yang telah membiayai sepenuhnya penelitian ini, juga kepada seluruh anggota yang telah memberikan kontribusi dan output berharga bagi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

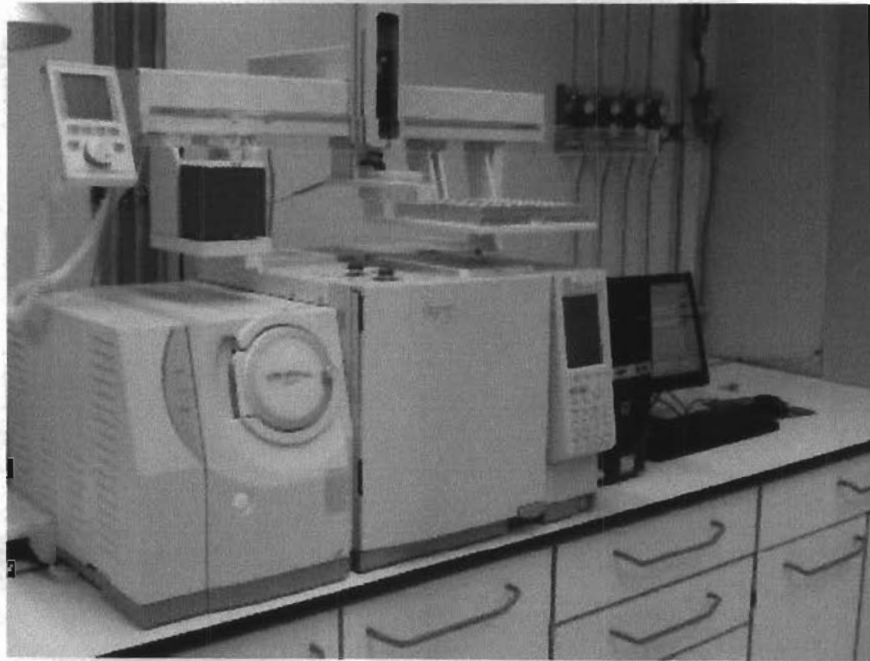
- Ackman, R. G., (2005): *Fish Oil, Edible oil and fat products : Specialty oils and oils products, Bailey's Industrial Oil and Fats Product (Sixth Edition) vol 3*. New Jersey: A. John Wiley And Sons, Inc., Publication.
- Aziza I.N., Maulana I.T., Sadiyah, E.R, (2015). Perbandingan Kandungan Omega-3 dalam Minyak Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forsskal) yang segar dengan ikan bandeng yang dikeringkan di pasar, *Prosiding Penelitian SPESIA Unisba (Kesehatan dan farmasi)*: 539-544
- Bockisch, M. (1998), *Fats and Oils Handbook*. Hamburg Gemany: AOCS Press.
- Butarbutar, T.B. (2004). Fatty acid and cholesterol in egg : A Review. *Southeast Asian J Trop Med Public Health*, **35**(4),1036 – 1038.
- Dewi S.T., Maulana I.T., Syafnir L., (2015). Analisis Kandungan Asam Lemak pada Sotong (*Sepia* sp) dengan Metode KGSM, *Prosiding Penelitian SPESIA Unisba (Kesehatan dan farmasi)*: 125 – 130.
- Ginanjari G.R., Maulana I.T., Kodir R.A., (2015). Ekstraksi Minyak Dari Kijing serta Analisis Kandungan Asam Lemak Menggunakan KGSM, *Prosiding Penelitian SPESIA Unisba (Kesehatan dan farmasi)*: 79-85
- Haris, W.S. (2004), Review : Fish oil supplementation : Evidence for health benefits. *Cleveland Clinic Journal of Medicine*, **71**(3),208-219.
- Ho, C., & Shahidi, F., (2005). *Flavor components of Fats and Oils, Edible Oil and Fat Product : Chemistry, properties, and Health effects. Bailey's Industrial Oil and Fats Product.(sixth Edition) vol. 1*, New Jersey: A. John Wiley And Sons, Inc., Publication.
- Maulana, I.T. (2013). *Pemisahan Asam Elaidat (trans-9-Octadecenoic Acid) dan Asam Lemak Jemuh Serta Peningkatan Kandungan EPA dan DHA dari Minyak Limbah Perusahaan Pengolahan Ikan*. Tesis tidak dipublikasikan. Bandung: Sekolah Farmasi, Institut Teknologi Bandung.
- Maulana, I.T., Sukraso, & Damayanti, S. (2014). Telaah Kandungan Asam Lemak dalam Minyak Ikan Indonesia. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, **6**(1), 121 – 130.

- Mozaffarian, D., Katan, M. B., Ascherio, A., Stampfer, Meir J., dan Willett, W., C. (2006). Review Article: Trans Fatty Acid and Cardiovascular Disease, *N Engl J Med*, **354**, 1601 - 1611
- Nurulfikri A., Maulana I.T., Dasuki U.A., (2016). Analisis Potensi Kacang Hijau dan Kacang Kedelai Sebagai Sumber Minyak Nabati, *Prosiding Penelitian SPESIA Unisba (Kesehatan dan farmasi)*: 247-255
- Olaitan, B.P., Chen I-Ping, Norris, J., Feinn, R., Oluwatosin, O.M., & Reichenberger, E.J. (2011). Inhibitory activities of omega-3 fatty acids and traditional african remedies on keloid fibroblasts. *Wound*, **23**(4), 97 – 105.
- Partina R.S., Maulana I.T., Dasuki U.A., (2015). Pengaruh Perbedaan Proses Pengeringan Terhadap Kandungan Asam Lemak Ikan Mujaer (*Oreochromis Mossambicus Peters*), *Prosiding Penelitian SPESIA Unisba (Kesehatan dan farmasi)*: 339-347
- Rasyid, A. (2003). Asam lemak omega 3 dari minyak ikan, *Oseania* **28**(3), 12-15.
- Rustan, A. C. dan Drevon, C. A. (2005). *Fatty Acid: Structure and Properties, Encyclopedia of Life Science*, John Wiley and Sons, Ltd, Oslo
- Shahidi, F. dan Zhong Y. (2005). *Marine Mammal Oils* dalam Bailey's Industrial Oil and Fat Products (Sixth Edition) vol. 6, John Wiley And Sons, Inc., Publication, New Jersey. 269
- Stender, S., dan Dyerberg, J., (2003). *The Influence of Trans Fatty Acid on Health* (Fourth Edition) Publ. No. 34, The Danish Nutrition Council. 19 – 32.
- Uday, Kumar D; Christopher, V; Sobarani, D; dan Nagendra, Satry Y (2014), Lauric Acid as Potential Natural Product in the Treatment of Cardiovascular Disease: A Review, *J Bioanal Biomed*, **6**(5); 037-039.
- Winarno, F .G(1984). *Kimia Pangan dan Gizi*, PT.Graemdia Pustaka Utama, Jakarta.
- Winarno, F .G.(1996). *Lemak dan Minyak*, PT.Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

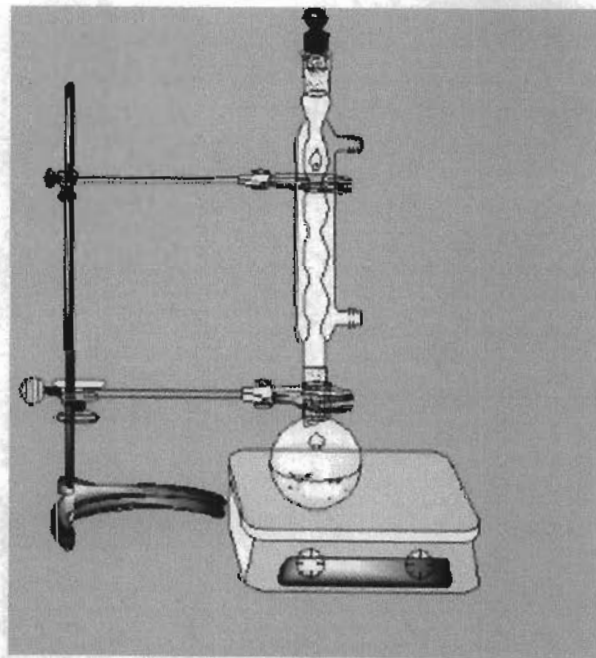
LAMPIRAN

INSTRUMEN PENELITIAN

LAMPIRAN 1
INSTRUMEN GCMS DAN ALAT SOXHLET



Gambar 10. Instrumen Gas Chromatography Massa Spectroscopy (GCMS)
(<http://sunum.sabanciuniv.edu/>)

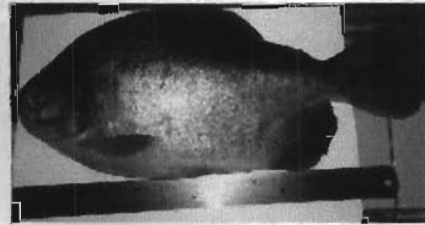


Gambar 11. Alat sokhlet

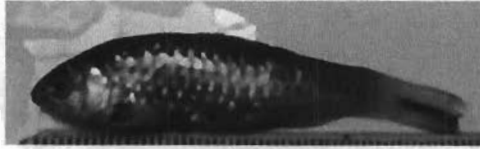
LAMPIRAN 2
GAMBAR MORFOLOGI IKAN



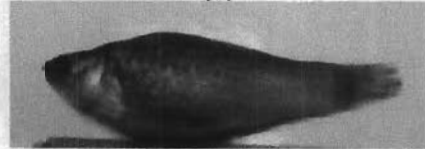
(a)



(b)



(c)



(d)



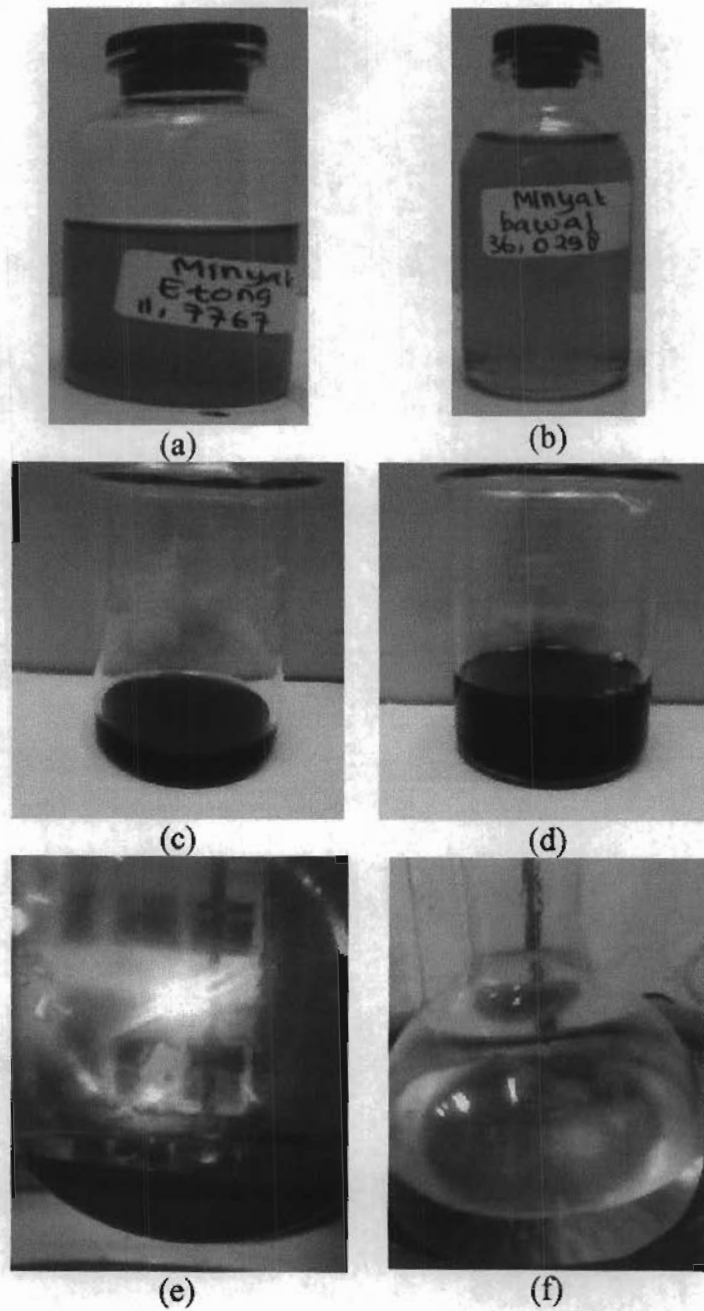
(e)



(f)

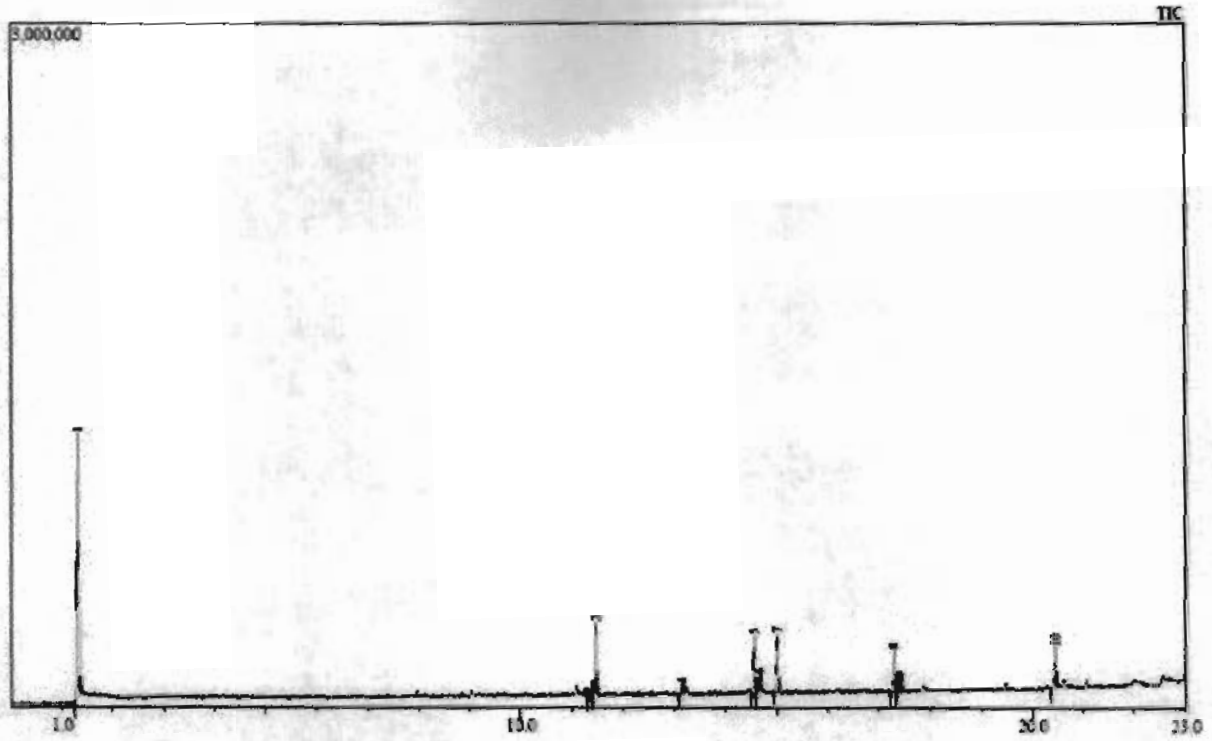
Gambar 12. Morfologi ikan yang digunakan pada penelitian meliputi (a) Ikan Etong, (b) Ikan Bawal, (c) Ikan cecere, (d) Ikan benteur, (e) Ikan Nilem, (f) Ikan Gabus

LAMPIRAN 3
ISOLAT MINYAK IKAN

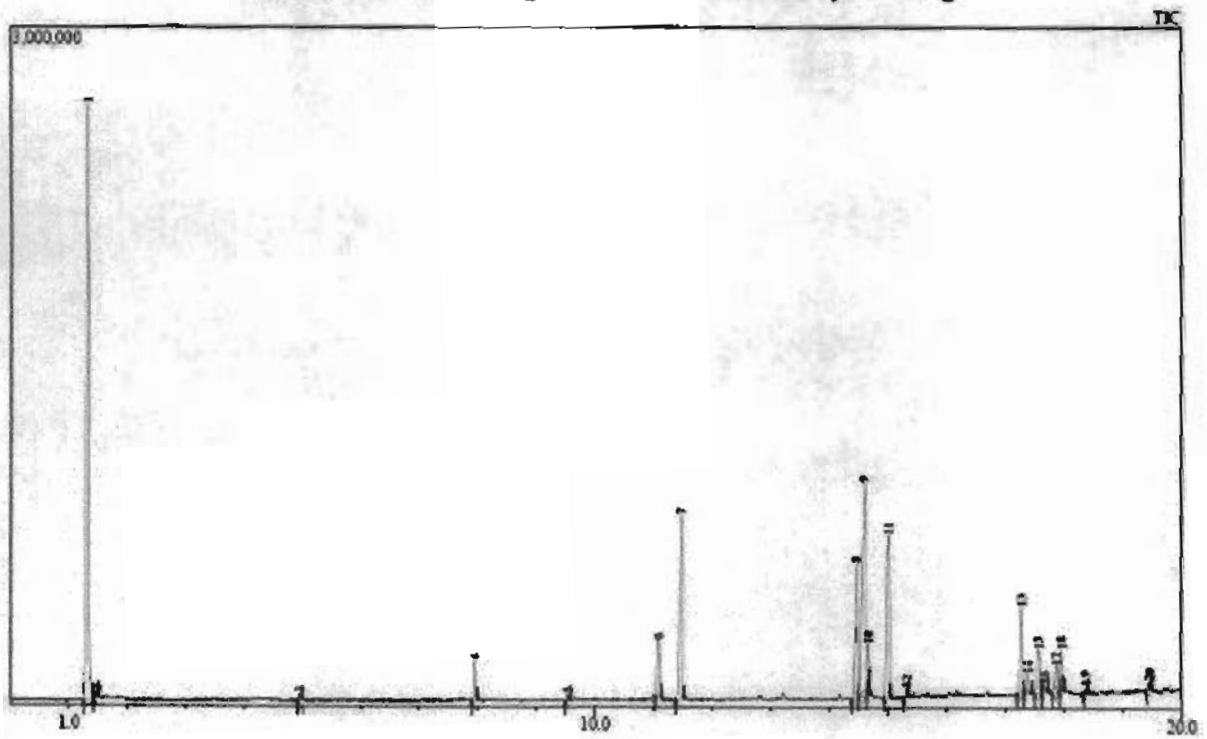


Gambar 13. Isolat minyak ikan yang dihasilkan pada penelitian meliputi (a) Ikan Etong, (b) Ikan Bawal, (c) Ikan cecere, (d) Ikan benteur, (e) Ikan Nilem, (f) Ikan Gabus

LAMPIRAN 4
KROMATOGRAM KGSM

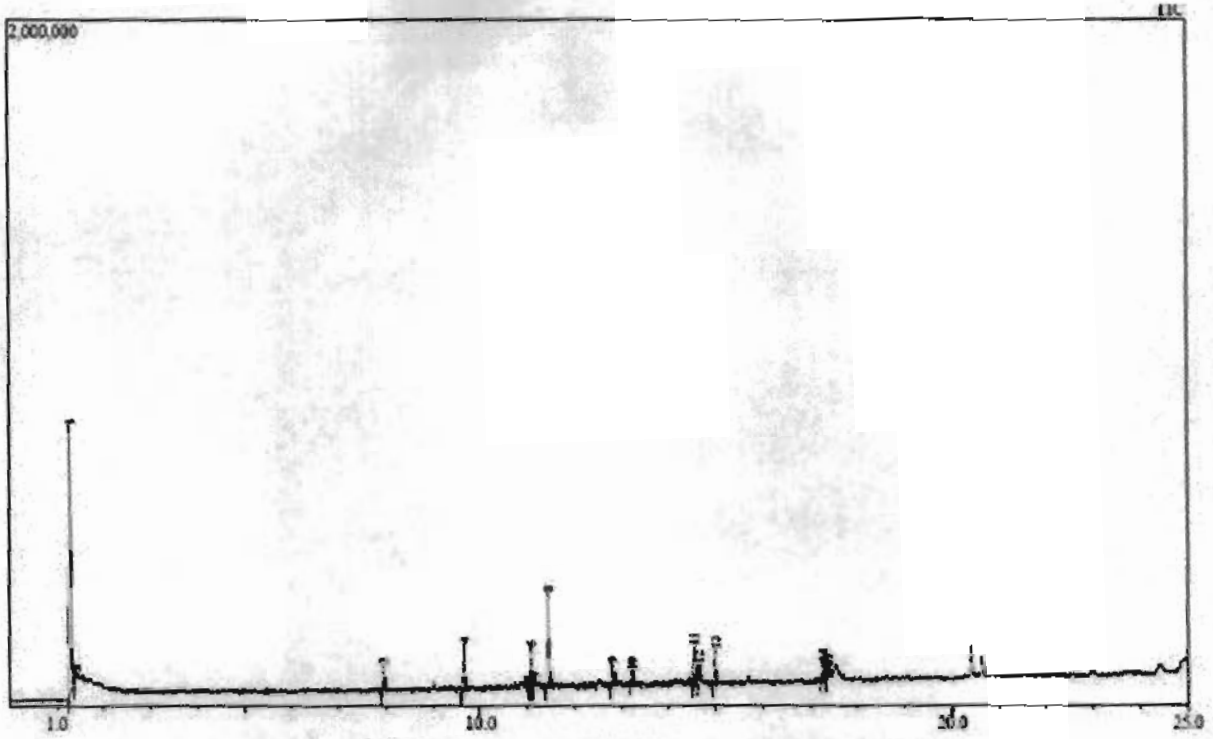


Gambar 14. Kromatogram KGSM untuk minyak etong

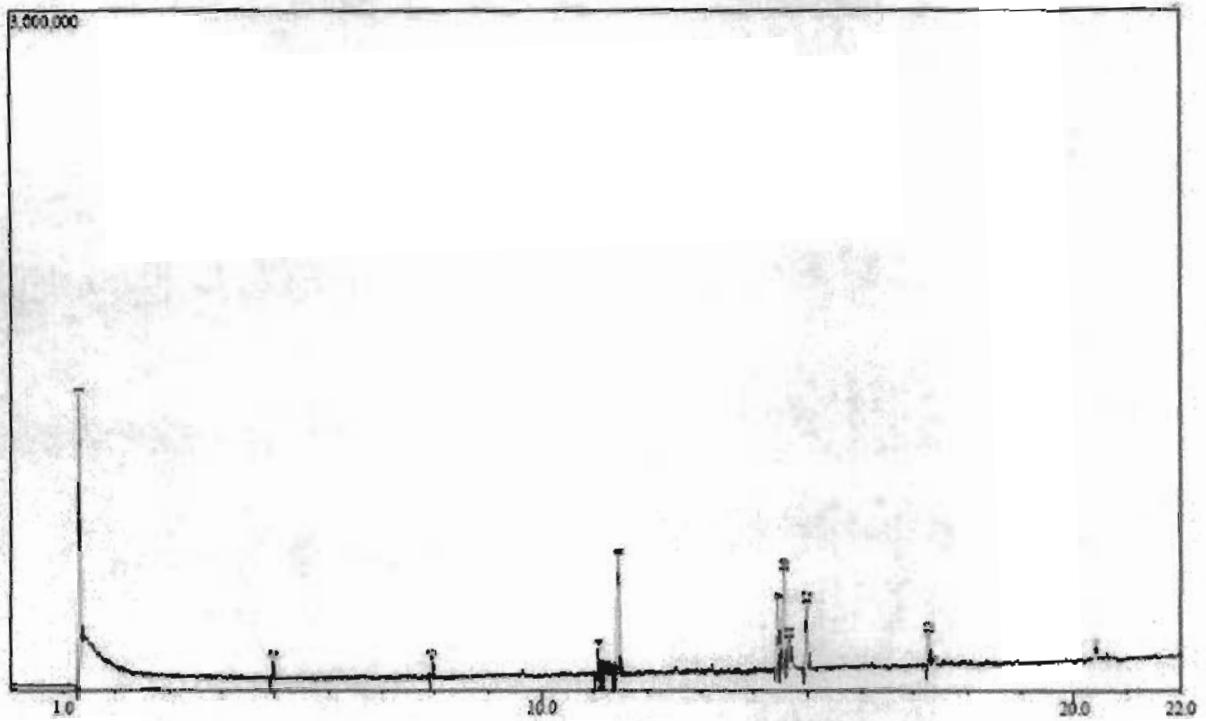


Gambar 15. Kromatogram KGSM untuk minyak bawal

Lanjutan...

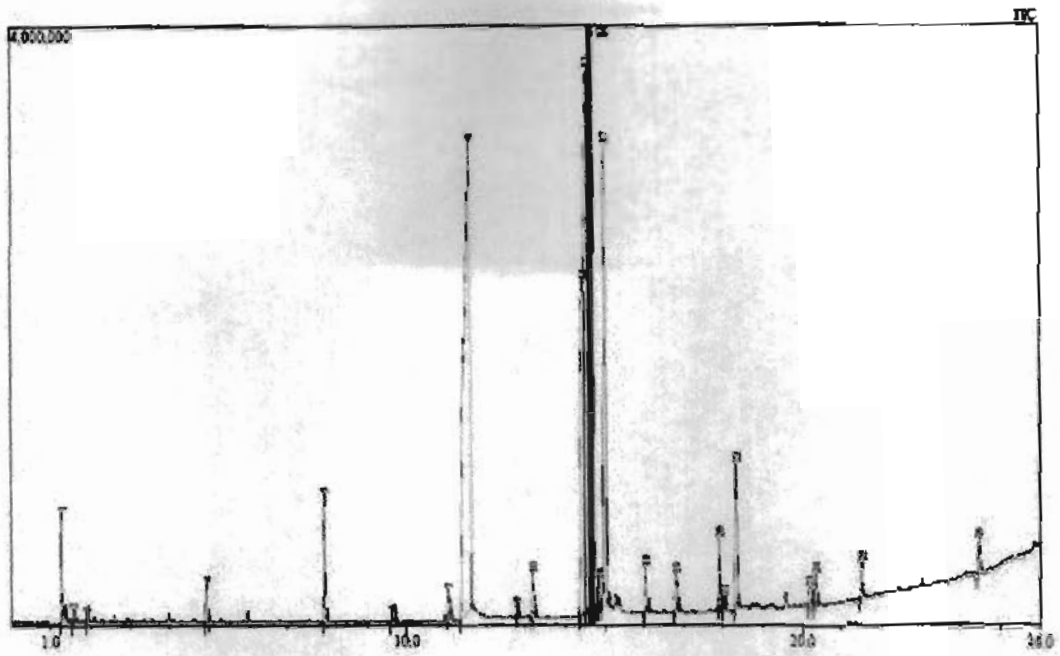


Gambar 16. Kromatogram KGSM untuk minyak cecere

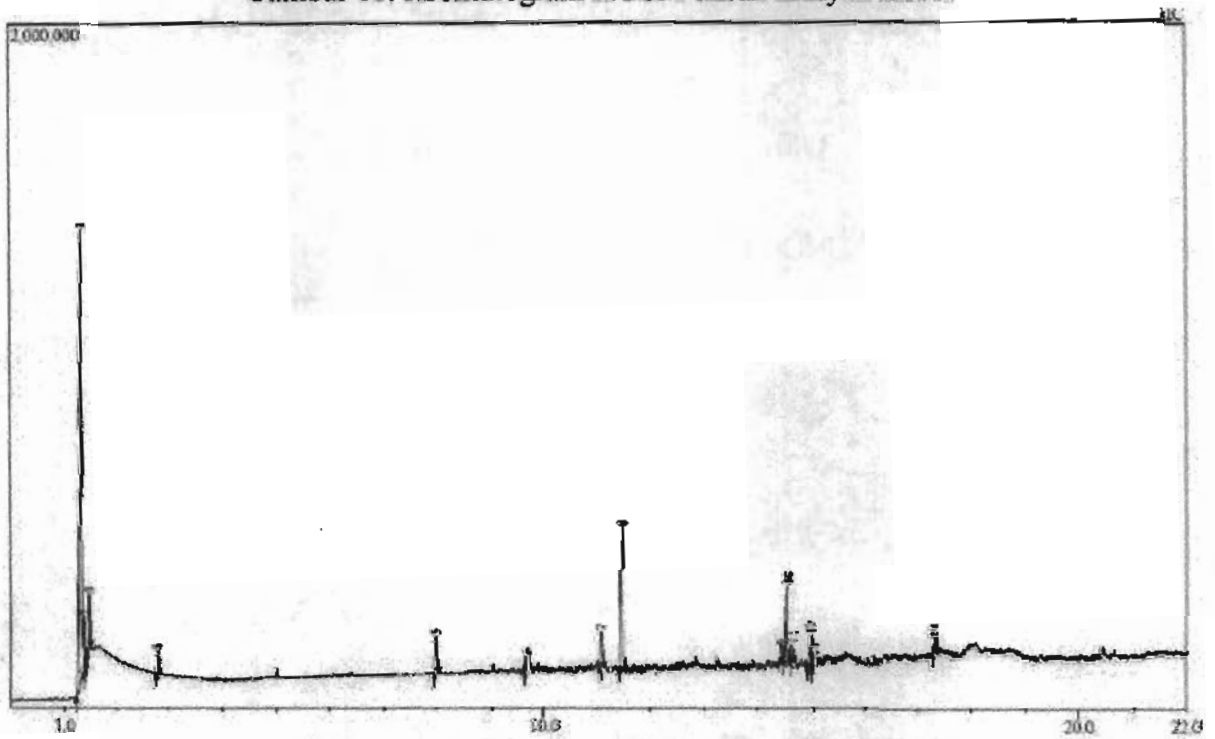


Gambar 17. Kromatogram KGSM untuk minyak benteur

Lanjutan...



Gambar 18. Kromatogram KGSM untuk minyak nilem



Gambar 19. Kromatogram KGSM untuk minyak gabus