ANALISIS KUALITATIF DAN KUANTITATIF ASAM LEMAK TAK JENUH OMEGA-6 DAN KARAKTERISASI MINYAK IKAN PATIN *(Pangasius pangasius)*

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di bidang studi Kimia pada Fakultas MIPA

Oleh :

MILA WULANDARI

08061003052

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2011

S
587.5207
Mil
a
2011

PERPUSTAKAAN

ANALISIS KUALITATIF DAN KUANTITATIF ASAM LEMAK TAK JENUH OMEGA-6 DAN KARAKTERISASI MINYAK IKAN PATIN *(Pangasius pangasius)*

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di bidang studi Kimia pada Fakultas MIPA

Oleh :

MILA WULANDARI

08061003052

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2011

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS KUALITATIF DAN KUANTITATIF ASAM LEMAK TAK JENUH OMEGA-6 DAN KARAKTERISASI MINYAK IKAN PATIN

(Pangasius pangasius)

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di bidang studi Kimia pada Fakultas MIPA

Oleh :

Mila Wulandari

08061003052

Indralaya, Mei 2011

Pembimbing II

Dr. Heni Yohandini, M. Si
NIP.197011152000122004

Pembimbing I

Drs. Almunady T. Panagan, M. Si
NIP . 196011081994021001

Mengetahui
Ketua Jurusan Kimia

Drs. Fatma, M. S
NIP.196207131991022001

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Analisis kualitatif dan kuantitatif asam lemak tak jenuh omega-6 dan karakterisasi minyak ikan Patin *(Pangasius pangasius)*

Nama Mahasiswa : Mila Wulandari

Nim : 08061003052

Jurusan : Kimia

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 11 Mei 2011. Dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan masukan panitia sidang ujian skripsi.

Indralaya, Mei 2011

Ketua :

1. Drs. Almunady T. Panagan, M. Si ( )

Anggota :

2. Dr. Heni Yohandini, M. Si ( )
3. Dr. Ferlina Hayati, M. Si ( )
4. Dra. Julinar, M. Si ( )
5. Nurlisa Hidayati, M. Si ( )

Indralaya, Mei 2011
Ketua Jurusan Kimia,

Dra. Fatma, M.S.
Nip. 196207131991022001

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama mahasiswa	: Mila Wulandari
NIM	: 08061003052
Fakultas/ Jurusan	: MIPA/ Kimia

Menyatakan skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar keserjnaan strata satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, Mei 2011
Penulis,

Mila Wulandari
08061003052

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama mahasiswa	: Mila Wulandari
NIM	: 08061003052
Fakultas/ Jurusan	: MIPA/ Kimia
Jenis Karya	: Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya " hak bebas royalty non-ekslusif (*non-exlusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :
" Analisis kualitatif dan kuantitatif asam lemak tak jenuh omega-6 dan karakterisasi minyak ikan Patin *(Pangasius pangasius)*".
Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalty non-ekslusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/ memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, Mei 2011
Yang menyatakan,

Mila Wulandari
08061003052

HALAMAN PERSEMBAHAN

Demi pertemuan dengan-Nya...
Demi kerinduan kepada utusan-Nya...
Demi bakti kepada orang tua...
Demi manfaat kepada sesama...
Untuk itulah skripsi ini ditulis.

Semoga niat tetap lurus
Semoga menjadi ibadah
Semoga menjadi amal jariyah
Semoga bermanfaat
Amin.

kupersembahkan karya kecilku ini untuk :

☺ ***Allah SWT Yang Maha Pengasih Lagi Maha Penyayang serta Nabi Muhammad SAW sebagai panutanku***
☺ ***Ayah dan Ibunda tercinta***
☺ ***Adik-adikku tersayang***
☺ ***Keluarga Besarku***
☺ ***Sahabat-sahabat terbaikku***
☺ ***Almamaterku***

KATA PENGANTAR

BISMILLAH HIRROHMANNIRROHIM

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT beserta Nabi Besar Muhammad SAW, karena berkat Rahmat dan karunia-Nya yang begitu besar hingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul "Analisis Kualitatif dan Kuantitatif Asam Lemak Tak Jenuh Omega-6 dan Karakterisasi Minyak Ikan Patin *(Pangasius pangasius)*". Di buat sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains di jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya Penulis berikan kepada Bapak Drs. Almunady T. Panagan, M. Si dan Ibu Dr. Heni Yohandini, M.Si selaku pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan, pengarahan dan bantuan sepenuhnya selama penelitian hingga terselesaiannya skripsi ini. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. M. Irfan, M.T selaku Dekan Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
2. Ibu Dra.Fatma, M.S selaku Ketua jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Suheryanto, M. Si selaku Pembimbing Akademik atas bantuan dan nasehatnya selama ini.
4. Seluruh Dosen Pengajar dan karyawan FMIPA UNSRI khususnya jurusan Kimia untuk semua bantuannya.

5. Ayah, Ibu, Pakde, Makde, Makde Tg. Gelam dan Adik-adikku (Iir, Opek, Dan, 'Ia, Ida 'n Dedek) serta keluarga besarku untuk segala perhatian, do`a dan kasih sayangnya.
6. Sepupuku Randol (Ranie Dodol ☺), Thanks bwt printer nya . . .
7. My best friendsku (Civiet, NyakOneng, Nyun, Ogev n Ndut) Ana Uhibbuki fillah . . . I luv u. Dan semoga kita sukses baik didunia maupun akhirat (amien) ☺☺☺
8. Teman TAku (Bang Bedi, Maik, Jo n Tina) thanks atas bantuan dan kebersamaan selama penelitian ini ☺
9. Teman-teman seperjuangan kimia '06 Ntong, Doan, Tim Nguli, Tim Arang, Tim Bakteri, Tim Kitin, Tim Humin, Tim Udin, Anak2 bu Mik dan semuanya yang tak dapat saya sebutkan satu persatu, terima kasih atas kebersamaan selama ini dan semoga kita bertemu di JannahNya amien...
10. Adik-adik angkatan 2007-2010, tetap semangat belajar ya . . .

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam skripsi ini, kritik dan saran yang membangun Penulis harapkan untuk acuan di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini bermanfaat untuk kita semua.

Indralaya, Mei 2011

Penulis,

Qualitative and Quantitative Analysis of Polyunsaturated Fatty Acid Omega-6 and Characterization of Cat Fish Oil *(Pangasius pangasius)*

Mila Wulandari
NIM : 08061003052

ABSTRACT

Qualitative and quantitative analysis of polyunsaturated fatty acid omega-6 from Cat fish oil by gas chromatography and fish oil characterization, including analysis of oil value, acid value, safonification value and peroxide value by using The National Standarization Department method have been carried out. The result of research showed that characterization of fish oil extracted from three Cat fish oil samples with ± 750 gram in weight were 3.766%, acid value is 0.649 – 0.700 mgKOH/gram, saponification value 116.735-186.269 mgKOH/gr and peroxide value is 2.315-7.738 mek/kg. The result of analysis showed that contents of omega-6 polyunsaturated fatty acid in Cat fish oil were 12.278-15.961%. From this value Cat fish oil can be used as alternative source of omega-6.

Key word : Cat fish oil, omega-6, gas chromatography.

Analisis Kualitatif dan Kuantitatif Asam Lemak Tak Jenuh Omega-6 dan Karakterisasi Minyak Ikan Patin *(Pangasius pangasius)*

Mila Wulandari
NIM : 08061003052

ABSTRAK

Telah dilakukan analisis kualitatif dan kuantitatif asam lemak tak jenuh omega-6 pada minyak ikan patin dengan menggunakan alat kromatografi gas dan penentuan karakterisasi minyak ikan patin yang meliputi kadar minyak, bilangan asam, bilangan penyabunan dan bilangan peroksida dengan mengikuti metode Badan Standarisasi Nasional. Hasil penelitian terhadap tiga sampel minyak ikan patin dengan berat ± 750 gram diperoleh kadar minyak rata-rata 3,766%, bilangan asam berkisar antara 0,649 – 0,700 mgKOH/gr, bilangan penyabunan berkisar 116,735-186,269 mgKOH/gr dan bilangan peroksida berkisar 2,315-7,738 mek/kg. Kadar omega-6 total yang diperoleh dari minyak ikan patin yaitu berkisar antara 12,278 – 15,961%. Dari kadar omega-6 yang diperoleh dari penelitian ini, minyak ikan patin dapat digunakan sebagai sumber alternative penghasil omega-6.

Kata kunci : Minyak ikan patin, omega-6, kromatografi gas.

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL i

LEMBAR PENGESAHAN ii

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI iii

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH iv

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS v

HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO vi

KATA PENGANTAR vii

ABSTRACT ix

ABSTRAK x

DAFTAR ISI xi

DAFTAR GAMBAR xiv

DAFTAR TABEL xv

DAFTAR LAMPIRAN xvi

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 3

1.3 Tujuan Penelitian 3

1.4 Manfaat Penelitian 3

UPT PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
NO DAFTAR: 410961
TANGGAL : 08 JUN 2011

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ikan patin *(Pangasius pangasius)* 4

2.2 Lemak 6

2.2.1 Asam Lemak 9

2.2.2 Asam Lemak Esensial/ ALE 10

2.2.3 Omega-6 12

2.3 Karakterisasi minyak 13

2.3.1 Bilangan asam 13

2.3.2 Bilangan penyabunan 15

2.3.1 Bilangan peroksida 15

2.4 Kromatografi Gas 16

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat 19

3.2 Alat dan Bahan 19

3.2.1 Alat 19

3.2.2 Bahan 19

3.3. Prosedur Penelitian 20

3.3.1. Penyiapan Bahan Baku 20

3.3.2 Ekstraksi Minyak Ikan 20

3.3.3 Karakterisasi Minyak Ikan 21

3.3.3.1 Bilangan asam 21

3.3.3.2 Bilangan penyabunan 21

3.3.3.3 Bilangan Peroksida.....22

3.3.4 Isolasi asam Lemak Tak Jenuh Omega-6 22

3.3.4.1 Penyabunan Minyak Ikan 22

3.3.4.2 Fraksinasi dengan Urea 23

3.3.5 Uji Kromatografi Gas 23

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis karakterisasi minyak ikan patin 25

4.1.1 Kadar minyak ikan patin 25

4.1.2 Analisis bilangan asam 26

4.1.3 Analisis bilangan penyabunan 27

4.1.4 Analisis bilangan peroksida 28

4.2 Analisis kualitatif dan kuantitatif asam lemak tak jenuh omega-6 pada ikan patin 29

4.2.1 Analisis kualitatif asam lemak tak jenuh omega 6 pada ikan patin 30

4.2.2 Análisis kuantitatif asam lemak tak jenuh omega-6 pada ikan patin 32

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan 34

5.2 Saran 34

DAFTAR PUSTAKA 35

LAMPIRAN 37

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1 Ikan Patin *(Pangasius pangasius)* 5

Gambar 2 Reaksi esterifikasi gliserol dengan asam lemak 7

Gambar 3 Reaksi hidrolisis trigliserida 8

Gambar 4 Reaksi penentuan angka asam 14

Gambar 5 Reaksi bilangan penyabunan 15

Gambar 6 Reaksi penentuan bilangan peroksida 16

Gambar 7 Diagram skematik instrumen GC.. 18

Gambar 8 Kromatogram standar asam lemak 31

Gambar 9 Kromatogram sampel asam lemak 31

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1. Hasil analisis kadar minyak ikan patin.....25

Tabel 2. Hasil analisis bilangan asam pada minyak ikan patin.....27

Tabel 3. Hasil analisis bilangan penyabunan pada minyak ikan patin 27

Tabel 4. Hasil analisis bilangan peroksida pada minyak ikan patin.....28

Tabel 5. Waktu retensi LA dan ARA standar dan sampel asam lemak.....30

Tabel 6. Hasil analisis kandungan omega-6 pada minyak ikan patin.....33

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1 Diagram alir cara kerja ekstraksi minyak ikan patin 38

Lampiran 2 Diagram alir karakterisasi minyak ikan patin.....39

Lampiran 3 Diagram alir isolasi omega-6.....41

Lampiran 4 Diagram alir fraksinasi dengan urea 42

Lampiran 5 Gambar Alat 43

Lampiran 6 Perhitungan analisis kadar minyak ikan patin 44

Lampiran 7 Perhitungan analisis data karakterisasi minyak ikan patin.....45

Lampiran 8 Perhitungan analisis data LA dan ARA 47

Lampiran 9 Tabel hasil analisis komposisi dan waktu retensi asam lemak.....49

Lampiran 10 Kondisi optimum kromatografi gas 56

Lampiran 11 Kromatogram standar asam lemak sampel I 57

Lampiran 12 Kromatogram asam lemak sampel I 57

Lampiran 13 Kromatogram standar asam lemak sampel II 58

Lampiran 14 Kromatogram asam lemak sampel II..... 58

Lampiran 15 Kromatogram standar asam lemak sampel III 59

Lampiran 12 Kromatogram asam lemak sampel III 59

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ikan merupakan sumber protein dan lemak serta zat gizi mikro seperti vitamin, seng, selenium, kalsium dan yodium yang sangat baik dan prospektif bagi kesehatan (Khomsan, 2002). Ikan dinilai lebih aman untuk kesehatan karena kadar kolesterol dan kandungan lemak jenuhnya lebih rendah dibanding hewan lain. Lemak ikan mengandung 25% asam lemak jenuh dan 75% mengandung asam lemak tak jenuh (Sukarsa, 2004). Asam lemak tak jenuh pada ikan banyak mengandung senyawa PUFA (*polyunsaturated fatty acid*) yang esensial bagi tubuh seperti omega-3 dan omega-6 (Sjamsiah, 2001). Asam-asam lemak alami yang termasuk omega-6 adalah asam linoleat (C18:2, ω-6) dan asam arakhidonat (C20:4, ω-6) (Dindin, 2007).

Ikan yang banyak mengandung senyawa PUFA omega-3 dan omega-6 biasanya terdapat pada ikan air laut seperti ikan Paus, Tuna, Cod, Salmon dan Mackerel (Fitriyani, 2006). Ikan-ikan tersebut jarang ditemukan di pasar-pasar tradisional dan biasanya harga omega-6 dari ikan-ikan tersebut yang sudah berbentuk kapsul relatif mahal di pasaran sehingga jarang dikonsumsi oleh mayoritas masyarakat Indonesia. Oleh karena itu, ikan budidaya air tawar diharapkan bisa menggantikan ikan air laut sebagai alternatif penghasil omega-6.

Indonesia mempunyai potensi alam yang sangat baik untuk pengembangan usaha budidaya perikanan air tawar. Usaha budidaya dapat dilakukan di tambak,

UPT PERPUSTAKAAN

kolam, keramba dan jaring apung. Berdasarkan tingkatan teknologi yang diterapkan, budidaya dapat dilakukan secara intensif, semi intensif dan tradisional. Pada penerapannya, budidaya dapat dilakukan secara terpadu dengan usaha budidaya yang lain (Fatuchri, *et al.* 1998 dalam Gultom 2010). Salah satu ikan yang banyak dibudidayakan di Sumatera Selatan adalah ikan patin *(Pangasius pangasius)*.

Ikan patin memiliki nilai ekonomis yang penting, baik sebagai ikan konsumsi yang digemari atau sebagai ikan hias. Daging ikan patin memilika rasa yang sangat khas, enak, lezat dan gurih. Biasanya ikan patin dimanfaatkan masyarakat Sumatera Selatan masih sebatas konsumsi biasa seperti pembuatan ikan pindang, pepes ikan patin dan bahan dasar pembuatan kerupuk kemplang, padahal ikan patin memiliki kandungan gizi yang cukup baik. Kadar lemak yang terkandung dalam ikan patin yaitu 5,75% (Dirjen Perikanan, 1996). Bila dibandingkan dengan kadar lemak ikan air tawar lainnya seperti ikan mas dan ikan gabus, yaitu 2,0% dan 4,0% maka kadar lemak ikan patin tergolong tinggi (Sawitri, 2009) sehingga memungkinkan untuk dimanfaatkan sebagai penghasil minyak ikan yang kaya akan asam lemak esensial omega-6.

1.2 Rumusan masalah

Ikan air laut yang banyak mengandung asam lemak tak jenuh omega-6 jarang ditemukan di pasar-pasar tradisional dan harga omega-6 dari ikan-ikan tersebut yang sudah berbentuk kapsul relatif mahal. Ikan budidaya diharapkan bisa menggantikan ikan air laut sebagai alternatif penghasil asam lemak esensial omega-6. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis kualitatif dan kuantitatif asam lemak tak jenuh omega-6 pada ikan patin yang dibudidayakan di Sumatera Selatan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Menentukan karakteristik minyak ikan patin yang meliputi kadar minyak, bilangan asam, bilangan penyabunan, dan bilangan peroksida.
2. Menentukan secara kualitatif dan kuantitatif kandungan asam lemak tak jenuh omega-6 pada minyak ikan patin.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat dan dunia industri mengenai kandungan asam lemak tak jenuh omega-6 pada ikan patin.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ikan Patin

Ikan patin *(Pangasius pangasius)* merupakan jenis ikan konsumsi air tawar, berbadan panjang, berwarna putih perak dengan punggung berwarna kebiru-biruan dan kepala relatif kecil. Pada ujung kepala terdapat mulut yang dilengkapi dua pasang sungut (kumis) pendek sehingga dalam Bahasa Inggris disebut *cat fish.* Sirip punggung dan sirip dada memiliki jari-jari keras yang berubah menjadi patil besar dan bergerigi. Sirip ekor membentuk cagak simetris dan sirip dubur relatif panjang yang terletak di atas lubang dubur atau sedikit di atas puncak lipatan bentuk segitiga sirip perut (Abbas, 2002).

Sistematika ikan Patin adalah sebagai berikut :

Kingdom : Animalia

Filum : Chordata

Sub filum : Vertebrata

Kelas : Pisces

Ordo : Ostariophysi

Sub Ordo : Siluroidea

Famili : Pangasidae

Genus : *Pangasius*

Spesies : *Pangasius pangasius*

Gambar 1. Ikan Patin *(Pangasius pangasius)*

Ikan patin dapat bertahan hidup di kisaran pH air yang lebar, dari perairan yang agak asam (pH rendah) yaitu pH 5 sampai perairan yang basa (pH tinggi) yaitu pH 9. Kandungan oksigen (O_2) terlarut yang dibutuhkan bagi kehidupan patin adalah berkisar antara 3-6 ppm, sementara karbon dioksida (CO_2) berkisar antara 9-20 ppm, alkalinitasnya antara 80-250 dan suhu air 28-30 ^{0}C (Khairuman dan Dodi, 2002).

Ikan patin yang dibudidayakan secara intensif di kolam atau tempat penangkaran memakan semua pakan yang diberikan. Ikan ini sangat lahap menelan makanan buatan (*artificial food*) berupa pellet. Makanan yang berukuran kecil ditelan langsung, sementara makanan yang agak keras dan cukup besar dipegang dengan mulutnya dan dihancurkan atau dibenturkan pada benda di sekelilingnya (Abbas, 2002). Secara alami, makanan ikan Patin di alam antara lain berupa ikan-ikan kecil, cacing, serangga, udang-udangan, moluska dan biji-bijian. Berdasarkan jenis makanannya, maka ikan Patin digolongkan sebagai ikan omnivora atau pemakan segala (Khairuman dan Suhenda, 2002).

Bagi masyarakat Indonesia, ikan patin merupakan salah satu jenis ikan konsumsi yang sangat digemari karena memiliki rasa yang sangat khas, enak,

lezat dan gurih. Berdasarkan analysis kandungan gizi, ikan patin mengandung 16,08% protein, abu 0,97%, air 75,70%, karbohidrat 1,50% dan kandungan lemaknya sebesar 5,75% (Dirjen perikanan, 1996).

2.2 Lemak

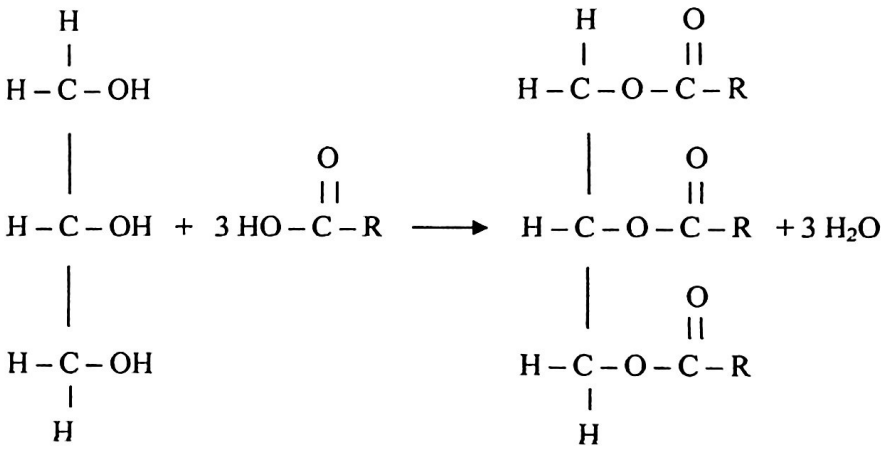
Lemak adalah senyawa organik yang terdiri dari atom karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O). Lemak bersifat larut dalam pelarut nonpolar, seperti benzen, eter, petroleum benzen dan sebagainya. Lemak yang mempunyai titik lebur tinggi berbentuk padat pada suhu kamar disebut lemak, sedangkan yang mempunyai titik lebur rendah berbentuk cair disebut minyak (Departemen Gizi dan Kesehatan Masyarakat, 2010).

Lemak merupakan zat makanan yang penting untuk menjaga kesehatan tubuh manusia. Selain itu lemak dan minyak juga merupakan sumber energi yang lebih efektif dibanding dengan karbohidrat dan protein. Satu gram minyak atau lemak dapat menghasilkan 9 kkal, sedangkan karbohidrat dan protein hanya menghasilkan 4 kkal/gram. Minyak atau lemak mengandung asam-asam lemak esensial seperti asam linoleat, linolenat dan arakhidonat yang dapat mencegah penyempitan pembuluh darah akibat penumpukan kolesterol (Winarno, 2004).

WHO menganjurkan konsumsi lemak berkisar 15-30 persen dari total kebutuhan energi. Jumlah tersebut dianggap memenuhi kebutuhan asam lemak esensial dan membantu penyerapan vitamin larut lemak. Dari kebutuhan tersebut paling banyak 10 persen berasal dari lemak jenuh dan 3-7 persen lemak tidak jenuh dan konsumsi kolesterol dianjurkan kurang dari 300 mg sehari (Departemen Gizi dan Kesehatan Masyarakat, 2010).

Klasifikasi lemak menurut fungsi biologinya di dalam tubuh adalah : (1) lemak simpanan, yang terutama terdiri atas trigliserida dan disimpan di dalam depot-depot di dalam jaringan tumbuh-tumbuhan dan hewan. (2) lemak struktural, yang terutama teridiri atas fosfolipida dan kolesterol (Almatsier, 2009).

Sebagian besar lemak di alam terdiri dari 98-99% trigliserida, sedangkan yang 1-2% terdiri dari monogliserida, digliserida, asam lemak bebas dan fosfolipid. Trigliserida adalah ester gliserol, suatu akohol trihidrat dan asam lemak yang tepatnya disebut triasil gliserol (Almatsier, 2009). Trigliserida akan terbentuk bila tiga asam lemak beresterifikasi dengan satu molekul gliserol. Reaksi esterifikasi gliserol dengan asam lemak dapat dilihat pada gambar 2.

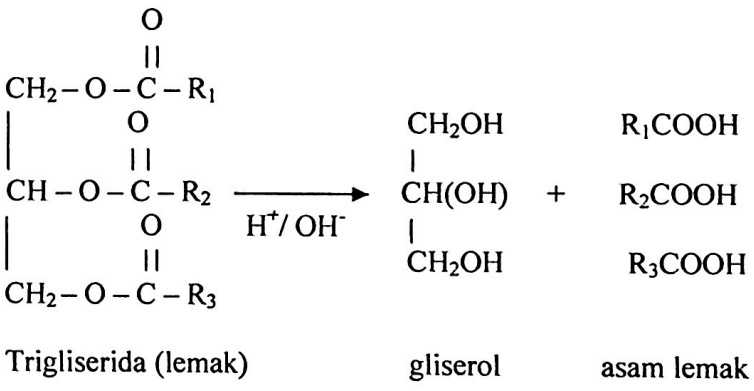


Gambar 2. Reaksi esterifikasi gliserol dengan asam lemak

Apabila ketiga asam lemak yang berikatan dengan gliserol sama, akan terbentuk trigliserida sederhana, tetapi hal ini jarang terjadi. Bila ketiga asam lemak berbeda atau dua sama dan satu berbeda, disebut trigliserida campuran (Winarno, 2004).

Sifat fisik trigliserida ditentukan oleh proporsi dan struktur kimia asam lemak yang membentuknya. Kepadatannya meningkat dengan bertambah panjangnya rantai asam lemak dan tingkat kejenuhannya. Semakin banyak mengandung asam lemak rantai pendek dan ikatannya tidak jenuh, semakin lunak dan cair lemak tersebut. Sebaliknya semakin banyak mengandung asam lemak jenuh rantai panjang semakin padat lemak tersebut (Almatsier, 2009).

Lemak dan minyak terdiri dari trigliserida campuran, yang merupakan ester dari gliserol dan asam lemak rantai panjang. Lemak jika di hidrolisis menghasilkan 3 molekul asam lemak rantai panjang dan 1 molekul gliserol. Reaksi hidrolisis trigliserida dapat dilihat pada gambar 3.

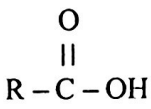


Gambar 3. Reaksi hidrolisis trigliserida

Ikatan ester dapat mengalami hidrolisis dalam suasana asam ataupun basa. Reaksi hidrolisis oleh asam bersifat reaksi bolak-balik *(reversible)*. Hidrolisis basa tidak bersifat bolak-balik *(irreversible)* pada tahap reaksi terakhir, yaitu garam yang terbentuk tidak dapat bereaksi kembali dengan alkohol (Ketaren, 2008).

2.2.1 Asam Lemak

Asam lemak merupakan asam organik yang terdapat sebagai ester, baik yang berasal dari hewan atau tumbuhan. Asam ini adalah asam karboksilat yang punya rantai karbon panjang dengan rumus umum :



Dimana R adalah rantai karbon jenuh atau yang tidak jenuh dan terdiri atas 4 sampai 24 buah atom karbon (Poedjiadi, 2007).

Asam-asam lemak yang ditemukan di alam, biasanya merupakan asam-asam monokarboksilat dengan rantai yang tidak bercabang dan mempunyai jumlah atom karbon genap dalam bentuk bebas atau ester dengan gliserol. Asam lemak dengan atom C lebih dari dua belas tidak larut dalam air dingin maupun air panas. Asam lemak dari C_4, C_6, C_8, dan C_{10} dapat menguap dan asam lemak C_{12} dan C_{14} sedikit menguap (Winarno, 2004). Asam lemak memiliki gugus karboksil tunggal dan ekor hidrokarbon nonpolar yang panjang yang menyebabkan kebanyakan lemak bersifat tidak larut di dalam air dan tampak berminyak atau berlemak (Lehninger, 1982).

Berdasarkan struktur kimianya, asam lemak dibedakan menjadi asam lemak jenuh (*saturated fatty acids/SFA*), yaitu asam lemak yang tidak memiliki ikatan rangkap dan asam lemak yang memiliki ikatan rangkap adalah asam lemak tak jenuh (*unsaturarated fatty acids*). Ini berarti asam lemak jenuh tidak peka terhadap oksidasi dan pembentukan radikal bebas. Perbedaan ini juga menyebabkan adanya perbedaan sifat fisik dan kimia dari kedua kelompok asam

lemak tersebut. Asam lemak tak jenuh *(unsaturated fatty acids)* dibedakan menjadi *mono unsaturated fatty acid* (MUFA) memiliki satu ikatan rangkap, dan *poly unsaturated fatty acid* (PUFA) dengan lebih dari satu ikatan rangkap. PUFA dibedakan lagi menjadi dua bagian besar yaitu : asam lemak Omega 6 dan asam lemak Omega 3 yang merupakan asam lemak esensial (Departemen Gizi dan Kesehatan Masyarakat, 2010).

2.2.2 Asam Lemak Esensial/ ALE

Asam lemak esensial adalah asam lemak yang dibutuhkan oleh tubuh untuk pertumbuhan dan fungsi normal semua jaringan, sedangkan tubuh tidak dapat mensintesisnya sehingga harus diperoleh dari makanan. Yang termasuk dalam jenis ini adalah asam lemak omega-6 dan omega-3 (Departemen Gizi dan Kesehatan Masyarakat, 2010).

Dalam struktur kimia organik, apabila letak atau posisi ikatan rangkap berada pada atom karbon keenam terhitung dari gugus metil, asam lemak itu dinamai omega-6 dan apabila letak ikatan rangkap berada pada atom karbon ketiga terhitung dari gugus metil, maka asam lemak itu dinamai omega-3. Asam-asam lemak omega-6 dan omega-3 berperan sebagai prekursor atau bahan baku senyawa eikosanoid, yaitu senyawa yang sangat reaktif. Senyawa eikosanoid yang dihasilkan oleh lemak omega-6 dan omega-3 sering berbeda, bahkan dapat berlawanan. Dengan demikian, karena asam lemak omega-6 dan omega-3 berkompetisi sebagai prekursor eikosanoid dan juga berbeda peran biologisnya, maka keseimbangan antara kedua asam lemak tersebut dalam makanan sehari-hari sangat penting. Rekomendasi yang dikeluarkan oleh FDA *(Food Drug Asociation)*

rasio omega-6 dan omega-3 adalah 4:1, tetapi tidak ada jumlah rasio yang bisa jadi patokan untuk semuanya karena tergantung pada jenis penyakit yang dihadapi. Dalam masalah kardiovaskular, omega-6 berbanding omega-3 dengan rasio 4:1 dapat menurunkan jumlah kematian sekitar 70%. Rasio 2,5:1 mengurangi resiko kerusakan sel pada pengidap kanker, sementara rasio 5:1 memberi efek positif bagi pengidap asma (Astawan, 2009). Menurut kelompok ahli FAO/WHO yaitu rasio asam linoleat dan asam linolenat dalam diet hendaknya antara 5 : 1 dan 10 : 1 (Koswara, 2008).

Bila rasio keseimbangan tidak diperhatikan, akan terjadi perubahan fungsi pada omega-6 dan omega-3, dari pencegah menjadi penyebab terjadinya penyakit. Konsumsi omega-6 berlebih akan berdampak pada meningkatnya peluang terkena berbagai penyakit dan depresi. Asupan omega-3 berlebih diduga dapat menyebabkan terkena risiko *hemorrhagic stroke,* kurangnya kontrol glisemik pada penderita diabetes, dan menekan kerja imun. Akibatnya, penderita lebih rentan terhadap infeksi dan peningkatan konsentrasi kolesterol LDL. Hal tersebut tidak akan terjadi bila asupan omega-6 seimbang dengan omega-3. Kemiripan struktur omega-6 dan omega-3 membuat kedua asam lemak tidak jenuh tersebut saling mempengaruhi satu sama lain, termasuk dalam fungsinya terhadap kesehatan manusia. Ketidakseimbangan dan tingginya kandungan omega-6 menyebabkan timbulnya beberapa penyakit, sementara omega-3 memiliki efek menekan timbulnya penyakit tersebut.

Menurut Dr. Phina Green dan Dr. Gal Yadid dalam publikasinya yang dimuat di *Journal of Lipid Research,* susunan otak seekor tikus yang sedang

depresi didominasi oleh asam arakhidonat, yang merupakan omega-6. Studi dilanjutkan dengan memberikan asupan omega-3, yang ternyata dapat menurunkan kandungan asam arakhidonat pada otak tikus. Hasil penelitian tersebut menyimpulkan bahwa asupan omega-6 yang berlebih akan menyebabkan dominannya asam arakhidonat pada otak, sehingga menimbulkan depresi. Namun, efek depresi dapat ditekan oleh konsumsi omega-3 (Astawan, 2009).

2.2.3 Omega-6

Omega-6 merupakan asam lemak yang memiliki ikatan ganda pertama terletak pada karbon keenam, dihitung dari gugus metil rantai karbon utama. Rantai terpendek dari omega-6 adalah asam linoleat (asam 9, 12-oktadekadienoat), yang memiliki 18 atom karbon dan dua ikatan rangkap (18:2). Asam linoleat juga merupakan prekursor dari asam arakhidonat (asam 5, 8, 11, 14-eikosatetraenoat) yang memiliki 20 atom karbon dan empat ikatan rangkap (20:4) (Astawan, 2009). Tubuh tidak dapat mensintesis asam linoleat, kebutuhan akan asam linoleat harus diperoleh dari luar tubuh (makanan), oleh karena itu asam linoleat disebut sebagai asam lemak esensial. Struktur kimia asam linoleat (C_{18}:2, ω-6) adalah CH_3-$(CH_2)_4$-CH=CH-CH_2-CH=CH-$(CH_2)_6$-CH_2-COOH.

Asam arakhidonat atau ada juga yang menyingkatnya sebagai AA atau ARA adalah salah satu jenis asam lemak omega-6 yang banyak dijumpai pada membran sel dan merupakan senyawa yang penting dalam komunikasi antar sel dan menjadi senyawa prekursor (penyusun) bagi senyawa-senyawa penting lainnya dalam tubuh. Struktur kimia asam arakhidonat (C_{20}:4, ω-6) adalah CH_3-$(CH_2)_4$-CH=CH-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-$(CH_2)_3$-COOH.

Asam lemak omega-6, terutama asam linoleat (C18:2, ω-6) dan asam arakidonat (C20:4, ω-6) adalah salah satu komponen penyusun lemak tubuh yang sangat penting, terutama dalam proses pertumbuhan dan perkembangan (Dindin, 2007). Peran omega-6 menjadi penting karena sifatnya yang mendukung fungsi omega-3. Namun, fungsi omega-6 tidak semata-mata sebagai penyokong omega-3. Omega-6 juga memiliki kelebihan tersendiri karena Omega-6 memiliki banyak efek positif bagi kesehatan. Omega-6 dapat menjaga kesehatan kulit, rambut, dan kuku, karena menyeimbangkan kondisi hormonal. Omega-6 juga penting karena merupakan prekursor prostaglandin, tromboksan dan prostasiklin yang penting untuk kesehatan jantung. Konsumsi omega-6 juga penting bagi pertumbuhan otak. Asam lemak ini bersama kolesterol berperan dalam membentuk mielin untuk membungkus saraf. Selaput mielin mempercepat antaran rangsang saraf, sehingga meningkatkan kerja otak dan sistem saraf. Manfaat lain dari omega-6 adalah menurunkan kolesterol LDL dalam plasma darah (Astawan, 2009).

2.3 Karakterisasi Minyak

2.3.1 Bilangan Asam

Bilangan asam adalah ukuran dari jumlah asam lemak bebas, serta dihitung berdasarkan berat molekul dari asam lemak atau campuran asam lemak. Bilangan asam dinyatakan sebagai jumlah miligram KOH 0,1 N yang digunakan untuk menetralkan asam lemak bebas yang terdapat dalam 1 gram minyak atau lemak (Ketaren, 2008).

$$\text{Bilangan asam} = \frac{\text{ml KOH} \times \text{N KOH} \times \text{MR KOH}}{\text{berat sampel (gr)}}$$

Kadang-kadang juga dinyatakan dengan derajat asam yaitu banyaknya mililiter KOH 0,1 N yang diperlukan untuk menetralkan 100 gram minyak atau lemak.

$$\text{Derajat asam} = \frac{100 \times \text{ml KOH} \times \text{N KOH}}{\text{berat sampel}}$$

Selain itu sering dinyatakan sebagai kadar asam lemak bebas (% FFA).

$$\% \text{ FFA} = \frac{\text{ml KOH} \times \text{N KOH} \times \text{MR} \times 100\%}{\text{berat sampel (gr)} \times 1000}$$

$$= \frac{\text{ml KOH} \times \text{N KOH} \times \text{MR}}{\text{sampel (gr)} \times 10}$$

MR = Massa relatif molekul asam lemak

Hubungan kadar asam lemak (% FFA) dengan bilangan asam yaitu :

$$\text{Angka asam} = \frac{\text{MR KOH}}{\text{MR asam lemak bebas} / 10} \times \% \text{ FFA}$$

Angka Asam = Faktor konversi x %FFA

Faktor konversi untuk : Oleat = 1,99

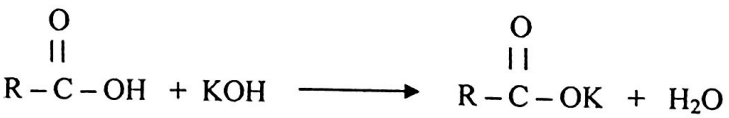
Palmitat = 2,19

Laurat = 2,80

Linoleat = 2,01

(Sudarmadji *et al.* 1997 *dalam* Hariyani 2006)

Reaksi yang terjadi dalam penentuan bilangan asam disajikan pada gambar 4.



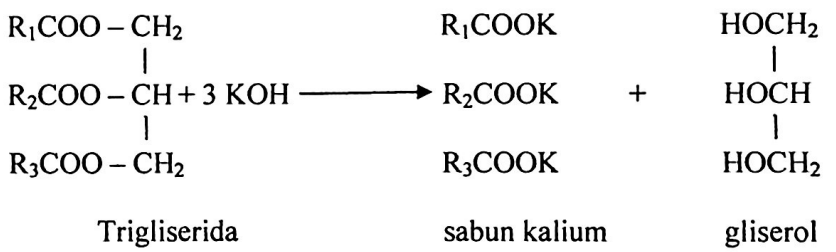
Asam lemak

Gambar 4. Reaksi penentuan bilangan asam

(Badan Standarisasai Nasional, 1998).

2.3.2 Bilangan Penyabunan

Bilangan penyabunan ialah jumlah alkali yang dibutuhkan untuk menyabunkan sejumlah minyak. Bilangan penyabunan dinyatakan dalam jumlah milligram kalium hidroksida yang dibutuhkan untuk menyabunkan 1 gram minyak atau lemak (Ketaren, 2008). Angka penyabunan dapat dipergunakan untuk menentukan berat molekul minyak dan lemak secara kasar. Minyak yang disusun oleh asam lemak berantai C pendek berarti mempunyai berat molekul relatif kecil mempunyai angka penyabunan yang besar dan sebaliknya minyak dengan berat molekul relatif besar akan mempunyai angka penyabunan relatif kecil. Reaksi penyabunan dapat dilihat pada gambar 5.



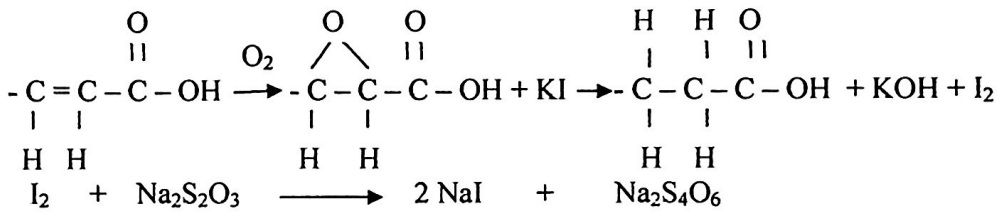
Gambar 5. Reaksi penyabunan

(Sudarmadji *et al.* 1997 *dalam* Hariyani 2006).

2.3.3 Bilangan Peroksida

Bilangan peroksida adalah nilai terpenting untuk menentukan derajat kerusakan pada minyak atau lemak. Asam lemak tidak jenuh dapat mengikat oksigen pada ikatan rangkapnya sehingga membentuk peroksida. Peroksida ini dapat ditentukan dengan metode iodometri. Cara yang sering digunakan untuk menentukan bilangan peroksida berdasarkan pada reaksi antara alkali iodida

dalam larutan asam dengan ikatan peroksida. Iod yang dibebaskan pada reaksi ini kemudian dititrasi dengan natrium thiosulfat. Penentuan peroksida ini kurang baik dengan cara iodometri biasa meskipun peroksida bereaksi sempurna dengan alkali iod. Hal ini disebabkan karena peroksida jenis lainnya hanya bereaksi sebagian. Di samping itu dapat terjadi kesalahan oleh reaksi antara alkali iodida dengan oksigen dari udara (Ketaren, 2008). Reaksi yang terjadi pada penentuan bilangan peroksida dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Reaksi penentuan bilangan peroksida

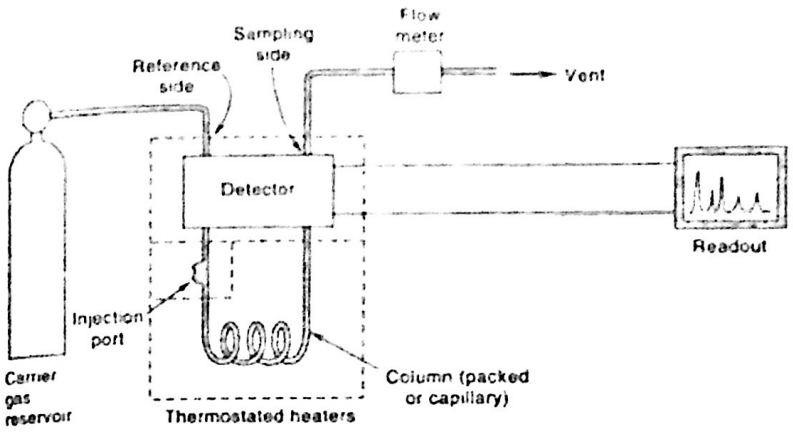
(Nielsen 1998 *dalam* Hariyani 2006).

2.4 Kromatografi Gas

Kromatografi merupakan salah satu metode pemisahan komponen-komponen campuran dimana cuplikan berkesetimbangan di antara dua fasa, yaitu fasa gerak yang membawa cuplikan dan fasa diam yang menahan cuplikan secara selektif. Bila fasa yang dipakai bersifat polar maka zat-zat yang bersifat nonpolar akan terpisah terlebih dahulu karena zat bersifat polar terikat kuat pada fasa diamnya. Jika fasa diam bersifat polar maka fasa gerak yang digunakan bersifat nonpolar, demikian pula sebaliknya. Pemisahan dengan kromatografi didasarkan pada perbedaan kesetimbangan komponen-komponen campuran di antara fasa gerak dan fasa diam.

Keuntungan penggunaan kromatografi gas selain kecepatan dan variasi penggunaannya yang luas, juga karena dengan cara ini hanya dibutuhkan jumlah sampel yang relatif sangat kecil. Meskipun dengan sampel yang sangat kecil, jika komponen yang jumlahnya banyak dengan mudah dapat dipisahkan dalam bentuk kromatogram yang dapat memberikan informasi tidak hanya kuantitasnya, tetapi juga identitasnya. Kelemahannya adalah teknik ini adalah terbatas untuk zat yang mudah menguap (Adnan, 1997).

Kromatografi gas dapat digunakan sebagai analisis kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif berdasarkan perbandingan waktu retensi, yaitu waktu retensi sampel dibandingkan dengan waktu retensi senyawa standar, metoda ini disebut metoda *spiking*. Waktu retensi itu sendiri adalah waktu yang diperlukan untuk mengelusikan senyawa setelah diinjeksikan. Pada analisis kuantitatif jumlah (%) suatu senyawa dihitung berdasarkan pada pengukuran luas puncak kromatogram. Puncak-puncak pada kromatogram mirip seperti segitiga. Salah satu cara pengukuran luas puncak yang sering digunakan dengan cara mendekatkan puncak (bentuk bel) sebagai segitiga adalah : persentase relatif salah satu senyawa komponen dalam cuplikan dapat dihitung dengan membandingkan luas komponen dengan luas cuplikan (Bulan, 2004).



Gambar 7. Diagram skematik instrumen GC

Mekanisme kerja Kromatografi gas yaitu gas dalam silinder baja bertekanan tinggi dialirkan melalui kolom yang berisi fasa diam. Cuplikan berupa campuran yang akan dipisahkan, biasanya dalam bentuk larutan, disuntikkan ke dalam aliran gas tersebut. Kemudian cuplikan di bawa oleh gas pembawa ke dalam kolom dan di dalam kolom terjadi proses pemisahan. Komponen-komponen campuran yang telah terpisahkan satu persatu meninggalkan kolom. Suatu detektor diletakkan di ujung kolom untuk mendeteksi jenis maupun jumlah tiap komponen campuran. Hasil pendeteksian direkam dengan rekorder dan dinamakan kromatogram yang terdiri dari beberapa puncak. Jumlah puncak yang dihasilkan menyatakan jumlah komponen (senyawa) yang terdapat dalam campuran, sedangkan luas peak bergantung pada kuantitas suatu komponen dalam campuran. Luasnya dapat dihitung berdasarkan tinggi dan lebar peak tersebut (Hendayana, 2006).

DAFTAR PUSTAKA

Almatsier, S. 2009. *Prisip Dasar Ilmu Gizi.* Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Abbas, D. 2002. *Budidaya Ikan Patin.* Depok : Agromedia Pustaka.

Adnan, M.1997. *Tehnik Kromatografi Untuk Analisis Bahan Makanan.* Yogyakarta: Penerbit Andi.

Astawan, M. 2009. *Seimbangkan Omega-6 dan Omega-3.* Tersedia pada http://cybermed.cbn.net.id/cbprtl/Nutrition. Diakses pada tanggal 28 November 2010.

Badan Standarisasi Nasional. 1998. *Minyak Jagung Sebagai Minyak Makanan.* SNI 01-3394.

Bulan, R. 2004. *Esterifikasi Patchouli Alkohol Hasil Isolasi Dari Minyak Daun Nilam (Pathouli Oil).* Sumatera Utara : Jurusan Kimia FMIPA USU.

Departemen Gizi dan Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia. 2010. *Gizi dan Kesehatan Masyarakat.* Jakarta : PT. Raja Grafindo Persada.

Dindin, H. M. 2007. *Kandungan Asam Lemak Omega-6 Pada Ketam Pasir. Bioscientiae.* Volume 4, Nomor 2, halaman 79-84.

Dirjen Perikanan Republik Indonesia. 1996. *Buku Pedoman Mengenai Sumber Perikanan.* Jakarta: Erlangga.

Fitriani, A. 2006. *Profil asam Lemak Omega-3 Dalam Hati Ikan Manyung (Arius thalassinus) yang mengalami pemanasan pendahuluan (blanching).* Tugas Akhir II. Semarang: FMIPA Universitas Negri Semarang. Tersedia pada http://www.gizi.net/cgi-bin/berita/fullnews.cgi/newsid. Di akses pada tanggal 15 Februari 2010.

Gultom, A. 2010. *Analisis Kualitatif dan Kuantitatif Asam Lemak Tak Jenuh Omega-3 dan Karakterisasi Ikan Mas (Cyprinus Carpio).* Indralaya : Jurusan Kimia FMIPA UNSRI.

Gutom, J. U. 2010. *Analisis Kualitatif dan Kuantitatif Asam Lemak Tak Jenuh Omega-3 pada Ikan Patin (Pangasius pangasius).* Indralaya : Jurusan Kimia FMIPA UNSRI.

Hariyani, S. 2006. *Pengaruh Waktu Pengadukan Terhadap Kualitas Virgin Coconut Oil (VCO).* Semarang : Jurusan Kimia FMIPA UNNES.

Kataren, S. 1996. *Minyak dan Lemak Pangan*, Jakarta: Universitas Indonesia.

Kataren, S. 2008. *Minyak dan Lemak Pangan*, Jakarta: Universitas Indonesia.

Khairuman dan Suhenda, D. 2002. *Budidaya Ikan Patin Secara Intensif.* Depok : Agromedia Pustaka.

Khomsan, A. 2002. *Pangan dan Gizi Untuk Kesehatan.* Jakarta : Raja Grafindo Persada.

Koswara, S. 2008. *Konsumsi Lemak Ideal Bagi Kesehatan.* Tersedia pada http://www.ebookpangan.com. Diakses pada tanggal 26 Oktober 2010.

Lehninger, A. L. 1982. *Dasar-dasar Biokimia Jilid I.* Jakarta: Erlangga.

Medina, et al. 1995. *Concentration anda furification of stearidonic, Eicosapentanoic, Docosahexanoic Acids from Cod Liver Oil and The Marine Microalga Isochrysis galbana.* J. Of the American Oil Chem. Soc. 72 (5): 575-583.

Paul, D. R. and Ho, B. T. 2009. *Fatty Acid Profile of Tra Catfish (Pangasius hypothalamus) Compared to Atlantic Salmon (Salmon solar) and Asian Seabass (Lates calcalrifer).* International Food Research Journal 16: 501-506.

Rasyid, A. 2000. *Isolasi Asam Lemak Tak Jenuh Omega-6 dari Ikan Lemuru (Sardinella sp).* Jakarta : Pusat Penelitian Oseanografi LIPI.

Retnayake, *et al.* 1998. *Reaparation of Omega-PUFA Concentrates From Fish Oil Via Complexation, Fat Sci.* Technol. 90 ; 381-386.

Sawitri, 2009. *Pangan dan Gizi Untuk Kesehatan.* Jakarta : Raja Grafindo Persada.

Sjamsiah. 2001. *Pengaruh Penambahan Antioksidan Butilat Hidroksianol dan Propil gallat Terhadap Kerusakan Asam lemak Omega-3 dalam kepala ikan Manyung.*Tesis. Yogyakarta: FMIPA UGM.

Sukarsa, Dadi R. 2004. *Studi Aktivitas Asam Lemak Omega-3 Ikan Laut Pada mencit Sebagai model Hewan Percobaan.* Volume VII Nomor I. Bogor : Departemen THP FKIP-IPB.

Winarno, F. G. 2004. *Kimian Pangan dan Gizi.* Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.