

SKRIPSI

**ANALISIS KUALITATIF DAN KUANTITATIF ASAM LEMAK TAK JENUH
OMEGA-3 DARI MINYAK IKAN PATIN (*Pangasius pangasius*) DENGAN
METODE KROMATOGRAFI GAS**



Oleh :

JOJOK UJI GULTOM

08061003041

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

2011

S
665.207
JOG
a
2011

SKRIPSI

ANALISIS KUALITATIF DAN KUANTITATIF ASAM LEMAK TAK JENUH OMEGA-3 DARI MINYAK IKAN PATIN (*Pangasius pangasius*) DENGAN METODE KROMATOGRAFI GAS



Oleh :

JOJOR ULI GULTOM

08061003041

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

2011

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS KUALITATIF DAN KUANTITATIF ASAM LEMAK TAK JENUH OMEGA-3 DARI MINYAK IKAN PATIN (*Pangasius pangasius*) DENGAN METODE KROMATOGRAFI GAS

SKRIPSI Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Sarjana Sains Bidang Studi Kimia

Oleh :

JOJOR ULI GULTOM
08061003041

Indralaya, Februari 2011

Pembimbing II,

Dr. Heni Yohandini, S.Si, M.Si

NIP. 19701115 200012 2 004

Palembang I,

Almunady. T.Panagan, M.Si

NIP. 19601108 199402 1 001

Mengetahui :

Ketua Jurusan Kimia

Dra. Fatma, M.S

NIP. 19620713 199102 2 001

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMPAHAN

*Tuhan adalah kekuatanku dan perawaiku; kepadaNya hatiku percaya.
Aku tertolong sebab itu beria-ria hatiku, dan dengan nyanyianku aku
beroyukur kepadaNya (Mazmur 28:7)*

Yang pertama dan terutama, aku akan selalu
tetap setia kepada Tuhan.

Aku takkan merenlehkan kuasa kesatuan keluarga.

Aku takkan menelar tarkan seorang sahabat sejati, tetapi
aku juga akan meluangkan waktu untuk diriku sendiri.

Aku akan menyebrangi jembatan-jembatanku
seperti ketika aku semula mendatanginya.

Aku akan memulai segala tantangan dengan
optimisme ketimbang keraguan.

Aku akan selalu memelihara citra diri yang positif
serta mengetahui bahwa segala niatku dimulai dengan pemeriksaan diri.

Ku persenbaikan untuk :

*Jurus'lamatku Yesus Kristus
Bapak dan Mama tersayang yang ada di Surga
Kakak-kakakku (Kak Nanti dan Kak Oci)
Abangku dan Abang iparku
Kepenakanku (Gera)
Sahabat-sahabatku
Abnamatorku*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan anugerah-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini. Penulisan Skripsi ini disusun dengan tujuan untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Sains pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Jurusan Kimia, Universitas Sriwijaya. Judul yang diambil adalah **“Analisis Kualitatif dan Kuantitatif Asam Lemak Tak Jenuh Omega-3 dari Minyak Ikan Patin (*Pangasius pangasius*) dengan Metode Kromatografi Gas”** yang dilaksanakan pada pertengahan Maret 2010 sampai dengan Oktober 2010.

Pada kesempatan ini, Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr. Hj. Badia Perizade, MBA selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Drs. M. Irfan, M. T selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Dra. Fatma, M. S selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya dan Dosen Pembimbing Akademik.
4. Bapak Almunady. T. Panagan, M.Si selaku Dosen pembimbing pertama dan Ibu Dr. Heni Yohandini, S.Si M.Si selaku Dosen pembimbing kedua.

5. Seluruh Dosen pengajar Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
6. Orangtua dan segenap keluargaku yang memberi dukungan baik materi maupun spiritual.
7. Fabyo H. Tambunan, ST yang selalu memberi nasehat dan semangat selama perkuliahan penulis, semoga untuk selamanya.
8. Teman-teman seperjuanganku di Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya, khususnya angkatan 2006.
9. Seluruh teman-temanku di Puspa Indah (Yena, Lely, Angel, Rita, bg Roy, Ridho, Joy, Netty, Rina, Trisna, Yanti, Noni, Oce, Winda, dst), senang bisa mengenal kalian dan terimakasih buat kebaikan kalian.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga skripsi ini bermanfaat bagi kemajuan kita bersama.

Indralaya, Januari 2011

Penulis

**QUALITATIVE AND QUANTITATIVE ANALYSIS OF
POLYUNSATURATED FATTY ACID OMEGA-3 FROM *Pangasius* FISH
OIL (*Pangasius pangasius*) BY GAS CHROMATOGRAPHY METHOD**

By :

JOJOR ULI GULTOM

08061003041

ABSTRACT

Qualitative and quantitative analysis of polyunsaturated fatty acid Omega-3 from *Pangasius* fish oil by Gas Chromatography have been carried out. The result of analysis showed that contents of Omega-3 polyunsaturated fatty acid in *Pangasius* fish oil were 1,16-12,44%. From this value, *Pangasius* fish oil can be used as alternative source of Omega-3. In this research, characterization of *Pangasius* fish oil also done including analysis of oil value, acid value, saponification value, and peroxide value by using National Standardization Department method. The average oil value, acid value, saponification value and peroxide value obtained from *Pangasius* fish oil with 650-870 grams in weight were 3,827%, 3,667-19,521 mg KOH/gr, 91,319-192,656 mg KOH/gr and 0,778-17,78 mek/kg, respectively.

Keyword : *Pangasius* fish oil, Omega-3, Gas chromatography

**ANALISIS KUALITATIF DAN KUANTITATIF ASAM LEMAK TAK JENUH
OMEGA-3 DARI MINYAK IKAN PATIN (*Pangasius pangasius*) DENGAN
METODE KROMATOGRAFI GAS**

Oleh :

JOJOR ULI GULTOM

08061003041

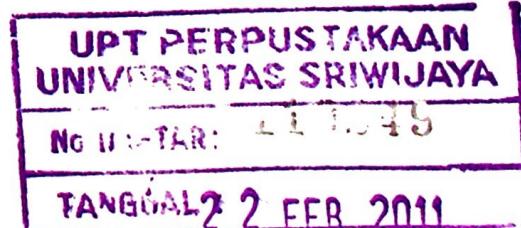
ABSTRAK

Telah dilakukan analisis kualitatif dan kuantitatif asam lemak tak jenuh Omega-3 pada minyak ikan patin (*Pangasius pangasius*) dengan menggunakan metode kromatografi gas. Kadar Omega-3 yang diperoleh dari minyak ikan patin yaitu berkisar antara 1,16-12,44%. Dari kadar Omega-3 yang diperoleh dari penelitian ini, minyak ikan patin dapat digunakan sebagai sumber Omega-3 alternatif. Dalam penelitian ini juga dilakukan karakterisasi minyak ikan patin yang meliputi kadar minyak, bilangan asam, bilangan penyabunan, dan bilangan peroksida dengan metode Badan Standarisasi Nasional. Dari hasil penelitian pada ikan patin dengan berat 650-870 gram diperoleh kadar minyak rata-rata 3,827%, bilangan asam berkisar antara 3,667-19,521 mgKOH/gr, bilangan penyabunan berkisar antara 91,319 – 192,656 mgKOH/gr, dan bilangan peroksida berkisar antara 0,778-17,78 mek/kg.

Kata kunci : Minyak ikan patin, Omega-3, kromatografi gas

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSEMBERAHAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRACT	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Ikan Patin (<i>Pangasius pangasius</i>)	4
2.2 Minyak Ikan	5
2.3 Asam Lemak Omega-3	7
2.4 Ekstraksi Lemak	11
2.5 Karakteristik Minyak Ikan	12
2.6 Kompleksasi Urea	14
2.7 Kromatografi Gas	15
BAB III. METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	17
3.2 Alat dan Bahan	17
3.3 Prosedur Kerja.....	18



BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Kualitatif Asam Lemak Omega-3.....	22
4.2 Analisis Kuantitatif Asam Lemak Omega-3.....	24
4.3 Analisis Karakteristik Minyak Ikan Patin.....	27

BAB V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan	31
5.2 Saran	31

DAFTAR PUSTAKA	32
-----------------------------	----

LAMPIRAN	35
-----------------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kandungan EPA dan DHA pada beberapa minyak ikan bahari dan ikan air tawar	
2. Waktu retensi EPA dan DHA standar dan sampel	22
3. Hasil analisis kandungan EPA minyak ikan patin.....	25
4. Hasil analisis kandungan DHA minyak ikan patin.....	26
5. Hasil analisis kandungan Omega-3 minyak ikan patin.....	26
6. Hasil analisis kadar minyak pada ikan patin (<i>Pangasius sp</i>)	28
7. Angka asam minyak ikan patin (<i>Pangasius sp</i>)	28
8. Angka penyabunan minyak ikan patin (<i>Pangasius sp</i>)	29
9. Angka peroksida minyak ikan patin (<i>Pangasius sp</i>)	30
10. Data hasil analisis kadar minyak	40
11. Data hasil analisis bilangan asam	41
12. Data hasil analisis bilangan penyabunan.....	41
13. Data hasil analisis bilangan peroksida	42
14. Data hasil analisis EPA dan DHA	43
15. Komposisi dan Waktu retensi standar asam lemak untuk sampel I	44
16. Komposisi dan waktu retensi asam lemak pada sampel I.....	45
17. Komposisi dan waktu retensi standar asam lemak untuk sampel II	46
18. Komposisi dan waktu retensi asam lemak minyak ikan patin sampel II ...	47
19. Komposisi dan waktu retensi standar asam lemak untuk sampel III.....	48
20. Komposisi dan waktu retensi asam lemak minyak ikan patin sampel III..	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Ikan patin (<i>Pangasius pangasius</i>)	5
2. Struktur DHA dan EPA.....	8
3. Skema alat Kromatografi Gas	16
4. Kromatogram asam lemak standar.....	22
5. Kromatogram asam lemak sampel	23
6. Kromatografi gas.....	39
7. Kristal urea-asam lemak.....	39
8. Minyak ikan patin	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Diagram alir cara kerja ekstraksi minyak ikan	49
2. Diagram alir Karakterisasi Minyak Ikan Patin	36
3. Diagram alir Isolasi Omega-3	37
4. Diagram alir fraksinasi dengan urea	38
5. Gambar Kromatografi gas, Kristal urea-asam lemak, dan minyak ikan patin ..	39
6. Perhitungan Analisis Data Karakterisasi Minyak Ikan Patin	40
7. Perhitungan Analisis data EPA dan DHA	43
8. Tabel Hasil analisis Komposisi dan Waktu retensi asam lemak	44
9. Kondisi Optimum Kromatografi Gas	50
10. Kromatogram standar untuk ulangan I	51
11. Kromatogram sampel asam lemak ulangan I	51
12. Kromatogram standar asam lemak untuk ulangan III.....	52
13. Kromatogram sampel asam lemak untuk ulangan III.....	52

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Manusia telah memanfaatkan ikan sebagai bahan pangan sejak beberapa abad yang lalu. Ikan mengandung protein, lemak, vitamin, mineral yang sangat baik dan prospektif. Lemak yang terkandung dalam ikan umumnya adalah asam lemak poli tak jenuh yang diantaranya dikenal dengan Omega-3. Asam-asam lemak alami yang termasuk asam lemak Omega-3 adalah asam linolenat (C18:2, ω -3), asam eikosapentaenoat atau EPA (C20:5, ω -3), asam dokosahexaenoat atau DHA (C22:6, ω -3) (Marineetti, 1990), adapun yang lebih dominan dalam lemak ikan yaitu EPA dan DHA (Husaini, 1989 dalam Sukarsa, 2004). Mengingat besarnya peranan gizi bagi kesehatan, ikan merupakan pilihan tepat untuk diet di masa yang akan datang (Junianto, 2003).

Konsumsi ikan per kapita per tahun di Indonesia saat ini masih tergolong rendah, yaitu 19,14 kg. Hal ini dikarenakan ikan yang dikenal mengandung asam Omega-3 yang tinggi seperti ikan Paus, Tuna, *Cod*, Salmon, dan Mackerel merupakan ikan-ikan yang langka ditemukan di pasar-pasar tradisional dan memiliki harga yang relatif tinggi (Fitriani, 2006). Selain harga yang tinggi, kendala lain penggunaan ikan laut sebagai sumber asam lemak Omega-3 yaitu explorasi sumber daya air laut secara terus-menerus akan merusak atau mengganggu keanekragaman hayati di laut. Penggunaan beberapa ikan laut yang langka ini perlu dikurangi atau dibatasi dengan mencari alternatif lain, dalam hal ini diharapkan ikan air tawar berpotensi untuk menggantikan ikan laut.

Indonesia memiliki sedikitnya 5.590 sungai utama dan 65.017 anak sungai. Dari 5,5 ribu sungai utama panjang totalnya mencapai 94.573 km dengan luas Daerah Aliran Sungai (DAS) mencapai 1.512.466 km². Pengembangan ikan air tawar di sungai-sungai di Indonesia sangat berpotensi. Terutama Sumatera Selatan dengan daerah aliran sungai (DAS) seluas 5.812.303 ha. Ikan yang banyak dibudidayakan di sungai-sungai di Sumatera Selatan adalah Ikan patin (*Pangasius pangasius*) (Alamendah, 2009).

Ikan patin (*Pangasius pangasius*) mempunyai potensi dalam pemanfaatan minyaknya sebagai sumber asam lemak tak jenuh Omega-3 dan dalam peningkatkan pemenuhan kebutuhan pangan dan gizi masyarakat. Potensi ini terlihat dari analisis kandungan gizi ikan ini yaitu mengandung 16,08 % protein, kandungan lemak sekitar 5,75 %, karbohidrat 1,5 %, abu 0,97 % dan air 75,7 % (Dirjen perikanan,1996). Jika dibandingkan dengan kadar lemak ikan air tawar lain seperti ikan gabus dan ikan mas yaitu 4,0% dan 2,0%, ikan patin memiliki kadar lemak lebih tinggi (Sawitri, 2009). Berdasarkan hal tersebut, pada penelitian ini dilakukan analisis kualitatif dan kuantitatif asam lemak tak jenuh Omega-3 dari minyak ikan patin (*Pangasius pangasius*).

1.2 Rumusan Masalah

Penggunaan sumber daya air laut secara berlebihan akan mengakibatkan menipisnya kekayaan alam laut, untuk itu perlu dicari sumber alternatif asam lemak omega-3 yang berasal dari sumber daya air tawar yang lebih mudah dibudidayakan dan lebih ekonomis seperti ikan patin. Oleh sebab itu pada penelitian ini dilakukan analisis kualitatif dan kuantitatif asam lemak tak jenuh Omega-3 dan karakterisasi minyak dari ikan patin (*Pangasius pangasius*).

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian adalah :

1. Analisis kualitatif asam lemak tak jenuh Omega-3 pada minyak ikan patin.
2. Analisis kuantitatif asam lemak tak jenuh Omega-3 pada minyak ikan patin.
3. Menentukan karakteristik minyak ikan patin yang meliputi kadar minyak, bilangan asam, bilangan penyabunan, bilangan peroksida.

1.4 Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan :

1. Memperoleh pengetahuan akan pemanfaatan hasil alam yaitu ikan patin untuk meningkatkan kesehatan, pertumbuhan dan kecerdasan.
2. Mendapatkan asam lemak Omega-3 yang bersumber dari ikan patin yang relatif lebih murah dibandingkan dengan asam lemak Omega-3 yang bersumber dari ikan laut.
3. Memberi informasi akan jumlah kandungan EPA dan DHA pada minyak ikan patin (*Pangasius pangasius*).

DAFTAR PUSTAKA

- Aberoumand, Ali. 2010. *The Effects of Fish Oil and Marine Omega-3 Fatty Acids on Human Health*. World Journal of Fish and Marine Science 2 (3): 226-231.
- Ackman, RG. 1982. *Fatty Acid Composition in Fish Oil*. Academic Press: London.
- Adnan, Mochamad. 1997. *Teknik Kromatografi Untuk Analisis Bahan Makanan*. Penerbit Andi: Yogyakarta.
- Alamendah. 2010. *Kerusakan Sungai dan Daerah Aliran Sungai di Indonesia*. <http://alamendah.wordpress.com/2010/08/12/> (12 September 2010)
- Alifah, Hamidah Nur. 2007. *Komposisi Asam Lemak Beberapa Spesies Ikan Laut Dalam di Perairan Barat Sumatera dan Selatan Jawa*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Astawan, Made. 2009. *Seimbangkan Omega-6 dan Omega-3*. <http://cybermed.cbn.net.id/cbprt1/Nutrition>. (28 November 2010)
- Anonim. *Ikan Patin (Pangasius pangasius)*. <http://images.google.co.id/images?hl=id&q=gambar+ikan+patin&sa=N&start=18&ndsp=1>
- Anonim. 2008. *Kandungan Gizi Minyak Ikan*. <http://www.sulastowo.com/2008/0427/kandungan-gizi-minyak-ikan/>. (15 Februari 2010)
- Anonim. *Mujizat Omega-3 terhadap Kesehatan*. <http://www.citrahidup.com/ARTICLE/omega3.html>. (15 Februari 2010)
- Anonim. *Pangasius fish oil*. http://www.alibaba.com/product-free/106644289/Pangasius_Fish_Oil.html
- Anonim. *Refined fish oil ee E40 D20*. <http://www.alibaba.com/products/351353886/detail.html>
- Badan Standarisasi Nasional. 1998. *Minyak Jagung sebagai Minyak Makanan. SNI 01-3394*.
- DeMan, John M. 1997. *Kimia Makanan*. ITB: Bandung.
- Dirjen Perikanan Republik Indonesia. 1996. *Buku Pedoman Mengenai Sumber Perikanan*. Departemen Pertanian: Jakarta.
- Day, Jr. R.A. dan A.L. Underwood. 1989. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Edisi kelima. Erlangga: Jakarta.

- Estiasih, Teti. 2009. *Minyak Ikan Teknologi dan Penerapannya untuk Pangan dan Kesehatan*. Edisi Pertama. Graha Ilmu: Yogyakarta.
- Fauzi, Muhamad. 2008. *Proses Pembuatan Minyak Ikan*. Ozenjoy.blogspot.com/2008/06/proses-pembuatan-minyak-ikan_28.html
- Pitriani, Asih. 2006. *Profil Asam Lemak Omega-3 Dalam Hati Ikan Mayung (Arius thalassinus) yang Mengalami Pemanasan Pendahuluan (Blanching)*. Tugas Akhir II. FMIPA Uneversitas Negeri Semarang: Semarang.
- Gunstone, F.D dan F.A Norris. 1982. *Lipids in Foods*. Pergamon Press. St Andrews
- Jenny Elisabeth, D. Siahaan., dan D.R.H. Simanjuntak. 2002. *Pemanfaatan Bahan Tumbuhan sebagai Biokatalisator dalam Produksi Minyak Sawit Kaya Asam Lemak Omega-3*. Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Pangan, Vol XIII, No. 2
- Junianto. 2003. *Teknik Penanganan Ikan*. Penebar Swadaya: Depok.
- Ketaren, S.1986. *Minyak dan Lemak Pangan*. Universitas Indonesia: Jakarta.
- Khairuman dan Dody Sudenda. 2002. *Budidaya Patin secara Intensif*. Agromedia Pustaka: Depok.
- Khopkar, S.M, 1983. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Universitas Indonesia: Jakarta.
- Kordik, M.G.H. 2005. *Budidaya Ikan Patin, Biologi, Pemberian dan Pembesaran*. Yayasan Pustaka Nusantara: Yogyakarta.
- Mayurid. 2009. *Pemisahan PUFA yang Dihasilkan dari Beberapa Minyak Nabati secara Fraksinasi Kompleksasi*. Tesis. Universitas Sumatera Utara: Medan.
- Marinetti, GV. 1990. *Disorders of Lipid Metabolism*. PlenumPress: New York and London.
- Medina, A. R., A. G. Gimenez, F. G. Camacho, J. A. S. Perez, E. M. Grima, and A. C. Gomez. 1995. *Concentration and Purification of Stearidonic, Eicosapentaenoic, and Docosahexaenoic Acids from Cod Liver Oil and the Marine Microalga Isochrysis galbana*. J. of the American Oil Chem. Soc. 72 (5): 575-583
- Nurjanah. 2002. *Omega-3 dan Kesehatan*. http://rudyct.tripod.com/sem2_012/nurjanah.htm. (5 Maret 2010).
- Rasoarrahona JRE, Barnathan G, Bianchini JP dan Gaydou EM. 2004. *Annual Evolution of fatty Acid Profile from Muscle Lipids of The Common Carp (Cyprinus carpio) in Madagascar Inland Waters*. Agricultural on Food Chemistry 52: 7339-7344.

- Rasyid, A. 2003. *Isolasi Asam Lemak Tak Jenuh Majemuk Omega-3 dari Ikan Lemuru*. Pusat Penelitian Oseanografi LIPI: Jakarta.
- Santoso J. 1998. *Pengaruh Sumber Protein dan Minyak dalam Ransum terhadap Jumlah dan Komposisi Asam Amino dan Asam Lemak Otak serta Kemampuan Belajar Tikus Percobaan*. Skripsi. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Satue MT, Lopez MC dan Agramont A. 1994. *Fatty Acid Composition of Trout Oil*. Food Chemistry 50: 363-365.
- Sawitri. 2009. *Daging Ikan dapat Mencegah Penyakit*. <http://aaikan.blogspot.com/feeds/posts/default?orderby=updated>
- Schumm, Dorothy E. 1993. *Intisari Biokimia*. Binarupa Aksara: Jakarta Barat.
- Siswono. 2003. *Ikan Air Tawar Kaya Protein dan Vitamin*. <http://www.gizi.net/cgi-bin/berita/fullnews.cgi?newsid>. (15 Februari 2010)
- Sukarsa, R. dan Dady. 2004. *Studi Aktivitas Asam Lemak Omega-3 Ikan Laut pada Mencit sebagai Model Hewan Percobaan*. Buletin teknologi hasil perikanan, Volume VII nomor I.
- Sjamsiah. 2001. *Pengaruh Penambahan Antioksidan Butilat Hidroksianisol dan Propil Gallat terhadap Kerusakan Asam Lemak Omega-3 dalam Kepala Ikan Manyung (*Arius thalassinus*)*. Tesis. FMIPA UGM: Yogyakarta.
- Sudarmadji, Slamet, Bambang H dan Suhadi. 2003. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty: Yogyakarta.