



**KANDUNGAN ASAM LEMAK TAK JENUH OMEGA 3  
PADATEMPE DENGAN PENAMBAHAN TEPUNG IKAN  
LEMURU (*Sardinella lemuru*)**

**SKRIPSI**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Biologi (S1) dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh  
**Laili Nur Azizah Lutfi**  
**NIM 131810401004**

**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2018**

## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini penulis persembahkan kepada:

1. Alm Ayahyang selalu mengajarku untuk tak pernah lelah mencari ilmu, belajar, ibadah dan berdoa serta ibuku yang telah membesarkan, merawat, mendukung dan mendo'akan saya setiap waktu hingga saat ini.
2. Kakakku Tinwarotul Lutfiah dan Himatul Haniah yang selalu mendukung dan mendoakan saya.
3. Semua guru yang telah mendidik dari taman kanak-kanak sampai perguruan tinggi dengan penuh kesabaran;
4. Almamater Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

## **MOTTO**

“Sebaik-baiknya manusia adalah yang mempelajari Al Quran dan mengamalkannya (HR. Bukhari No. 5027, dari Utsman)

“Barangsiapa bersungguh-sungguh, sesungguhnya kesungguhannya itu adalah untuk dirinya sendiri.”  
(QS Al-Ankabut: 6)

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Laili Nur Azizah Lutfi

NIM : 131810401004

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Kandungan Asam Lemak Tak Jenuh Pada Tempe Kedelai Dengan Penambahan Tepung Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*)” adalah benar-benar hasil karya ilmiah sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember,

Yang Menyatakan,

Laili Nur Azizah Lutfi

NIM 131810401004

**SKRIPSI**

**KANDUNGAN ASAM LEMAK TAK JENUH PADA TEMPE  
KEDELAI DENGAN PENAMBAHAN TEPUNG IKAN  
LEMURU  
(*Sardinella lemuru*)**

Oleh :

Laili Nur Azizah Lutfi

131810401004

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Drs.Siswanto, M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Drs. Rudju Winarsa M.kes

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Kandungan Asam Lemak Tak Jenuh Omega 3 Pada Tempe Dengan Penambahan Tepung Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*)”, telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengtahuan Alam Universitas Jember.

Tim Penguji,

Ketua,

Sekretaris,

Drs. Siswanto, M.Si.  
NIP. 196012161993021001

Drs. Rudju Winarsa, M.Kes.  
NIP. 196008161989021001

Anggota I,

Anggota II,

Dr. Kahar Muzakhar, S.Si.  
NIP. 196805031994011001

Dra. Mahriani, M.Si.  
NIP. 195703151987022001

Mengesahkan  
Dekan,

Drs. Sujito, Ph.D  
NIP. 196102041987111001

## RINGKASAN

**Kandungan Asam Lemak Tak Jenuh Omega 3 Pada Tempe Kedelai Dengan Penambahan Tepung Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*);** Laili Nur Azizah Lutfi, 131810401004; 2018: 40 halaman; Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Indonesia memiliki wilayah laut yang luas. Dari kondisi laut yang luas tersebut salah satu sumber daya alam yang dapat dihasilkan adalah ikan. Potensi sumberdaya hasil laut menunjukkan bahwa perikanan memiliki potensi yang baik untuk berkontribusi didalam pemenuhan gizi masyarakat. Ikan mengandung banyak asam lemak esensial. Asam lemak essential merupakan asam lemak yang sangat dibutuhkan dan tidak dapat disintesis oleh tubuh manusia. Begitu pentingnya kebutuhan asam lemak esensial, maka asupan dalam tubuh harus terpenuhi. Lemuru merupakan salah satu ikan yang tinggi kandungan asam lemak Serta ikan dengan produksi yang tinggi. Sehingga seringkali ketersediaan lemuru sangat melimpah. Dibutuhkan alternatif dalam pengolahan ikan lemuru untuk mengatasi hal tersebut. Salah satunya dengan pembuatan tepung ikan lemuru. Salah satu upaya untuk memperkenalkan tepung ikan pangan lemuru pada masyarakat adalah dengan ditambahkan pada tempe. Tempe dipilih karena tempe merupakan makanan yang telah dikenal dan disukai oleh masyarakat Indonesia.

Penelitian ini menggunakan rancangan dasar penelitian deskriptif yang dilakukan pada tempe penambahan tepung ikan 4,5% dari jumlah kedelai. Perlakuan lama fermentasi 36 jam . Tempe penambahan tepung ikan lemuru 4,5% dibandingkan dengan tempe tanpa tepung lemuru (Kontrol 1), dan dibandingkandengantempe penambahan tepung ikan lemuru 4,5% tanpa fermentasi (Kontrol 2). Selanjutya dilakukan analisis menggunakan GCMS (*Gas Chromatograph and Mass Spectrometer*).

Hasil analisis pada fermentasi tempe dengan penambahan tepung ikan lemuru maupun tempe yang tidak diberi penambahan tepung ikan lemuru, ditemukan adanya kandungan asam lemak tak jenuh 9,12-Octadecadienoic acid yang tergolong omega 6 dan 11-Octadecenoic acid yang tergolong omega 9.

Sedangkan untuk asam lemak linolenat (omega 3) tidak terdeteksi pada ketiga sampel, tempe dengan penambahan lemuru 4,5% memiliki kelebihan dibanding dengan tempe tanpa penambahan tepung dan tempe dengan penambahan tepung lemuru tanpa fermentasi, yaitu pada tempe dengan penambahan tepung lemuru 4,5% kandungan asam linoleat dan kandungan asam oleat lebih seimbang serta adanya proses fermentasi pada tempe dengan tepung lemuru mengakibatkan adanya enzim-enzim pencernaan yang dihasilkan oleh kapang selama proses fermentasi, sehingga protein, lemak dan karbohidrat menjadi lebih mudah dic



## **PRAKATA**

Assalamualaikum wr. wb

Puji syukur dihaturkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga tugas akhirini dapat diselesaikan. Sesungguhnya tidak ada daya dan upaya selain pemberian dari-Nya. Maka dari itu peneliti bermaksud untuk menyampaikan ucapan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu menyelesaikan tugas akhir ini. Peneliti menyadari bahwa tanpa bantuan dan dukungan perantara-Nya dari berbagai pihak tugas akhir dapat terwujud. Oleh sebab itu, peneliti mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. Siswanto, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktu serta tenaga untuk memberikan bimbingan serta arahan selama penulis melaksanakan seluruh kegiatan tugas akhir ini.
2. Bapak Drs. Rudju Winarsa, M.Kes. selaku Pembimbing Anggota yang telah membimbing serta memberi masukan demi kesempurnaan dalam penulisan skripsi ini.
3. Dr. Kahar Muzakhar, S.Si dan Dra. Mahriani, M.Si selaku Dosen Penguji, yang banyak memberikan bimbingan, kritik serta saran bagi penulis
4. Terimakasih yang sangat kepada Alm ayah yang selalu berjuang untuk anak-anaknya. dan ibu yang tiada henti-henti mendo'akan hal yang terbaik. Yang selalu mendukung atas semua hal yang baik. Yang selalu mengingatkan terhadap hal-hal baik. Semoga sehat selalu, dilancarkan rizki dan dikuatkan iman.
5. Kakakku Tinwarotul Lutfiah dan Himmatul Haniah yang selalu menjadi tempat ceritaku.

6. segenap civitas akademika Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember yang telah membantu selama masa perkuliahan.
7. teman-teman BIOGAS 2013 Jurusan Biologi yang tidak dapat saya sebutkan satu-persatu atas kasih sayang yang telah diberikan selama penulis menjadi mahasiswa.

Untuk itu, peneliti sekali mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang belum disebutkan. Peneliti mengharapkan saran dan kritik untuk perbaikan dalam penyusunan tugas-tugas di masa yang akan datang.

Jember, 28 Juli 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	1
HALAMAN JUDUL.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	2
HALAMAN MOTTO.....	3
HALAMAN PERNYATAAN.....	4
HALAMAN PEMBIMBING.....	5
HALAMAN PENGESAHAN.....	6
RINGKASAN.....	7
PRAKATA.....	7
DAFTAR ISI.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
DAFTAR TABEL.....	13
DAFTAR GAMBAR.....	14
DAFTAR LAMPIRAN.....	15
<b>BAB 1. PENDAHULUAN.....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.1 Latar Belakang.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2 Rumusan Masalah.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3 Batasan Masalah.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Manfaat.....	2
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>3</b>
2.1 Morfologi Ikan Lemuru.....	3
2.2 Pengertian Asam Lemak.....	5
2.2.1 Asam Lemak Tidak Jenuh.....	5
2.3 Pengertian Tepung Ikan.....	7
2.4 Fermentasi Kedelai.....	8
2.5 Prinsip Kerja GCMS (Gas Chromatography Mass Spectrometry).....	10
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>12</b>
3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian.....	12

3.2 Alat dan Bahan .....	12
3.3 Rancangan Penelitian .....	12
3.4 Prosedur Penelitian .....	13
3.4.1 Proses Pembuatan Tempe Substitusi Tepung Ikan Lemuru .....	13
3.4.2 Ekstraksi Asam Lemak .....	13
3.4.2 Transmethylesterifikasi Sampel .....	14
3.5 Analisis Data .....	14
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Fermentasi Tempe Tepung Lemuru .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2 Kandungan Asam Lemak Tak Jenuh Pada Tempe Penambahan Tepung Ikan Lemuru .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3 Kandungan Omega 3 pada Tempe Penambahan Tepung Lemuru .....	20
<b>BAB 5. PENUTUP .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1 Kesimpulan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2 Saran.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>27</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan Ikan Lemuru .....	4
Tabel 4.1 Jenis Asam Lemak Tak Jenuh Pada Tempe Penambahan Tepung Lemuru .....	16

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Morfologi Ikan Lemuru .....	3
Gambar 2.2 Asam Lemak Jenuh Tunggal .....	6
Gambar 2.2 Asam Lemak Tak Jenuh Jamak.....	6
Gambar 4.1 Tempe Penambahan Tepung Ikan Lemuru.....	14
Gambar 4.1 Tempe kedelai Tanpa penambahan tepung Ikan Lemuru.....	14

## DAFTAR LAMPIRAN

A. Komposisi Pengenceran Sampel Sebelum Injeksi .....	27
B. Perhitungan Kandungan Asam Lemak Tak Jenuh.....	27
C. Kromatogram Hasil Fermentasi Tempe Tanpa Penambahan Tepung Ikan Lemuru .....	27
D. Hasil MS untuk Tempe Tanpa Penambahan Tepung Ikan Lemuru (Peak 2) .....	28
E. Hasil MS untuk Tempe Tanpa Penambahan Tepung Ikan Lemuru (Peak 5) .....	28
F. Kromatogram Hasil Fermentasi Tempe Penambahan Tepung Ikan Lemuru Tanpa Fermentasi.....	28
G. Hasil MS untuk Tempe Penambahan Tepung Ikan Lemuru Tanpa Fermentasi .....	29
H. Hasil MS untuk Tempe Penambahan Tepung Ikan Lemuru Tanpa Fermentasi.....	29
I. Kromatogram Hasil Fermentasi Tempe Penambahan Tepung Ikan Lemuru 4,5 % .....	29
J. Hasil MS untuk Tempe Penambahan Tepung Ikan Lemuru 4,5% (peak2)..... ...30	30
K. Hasil MS untuk Tempe Penambahan Tepung Ikan Lemuru 4,5% (peak 3) .....	30

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki wilayah laus yang cukup luas. Dari kondisi laut yang luas tersebut salah satu sumber daya alam yang dapat dihasilkan adalah ikan. Berdasarkan data Kementrian Kelautan dan Perikanan tahun 2012, jumlah tangkapan ikan mencapai 5,71 juta ton per tahun. Potensi sumberdaya hasil laut yang dimiliki dan produksi yang dihasilkan menunjukkan bahwa perikanan memiliki potensi yang baik untuk berkontribusi di dalam pemenuhan gizi masyarakat.

Lemuru (*Sardinella lemuru*) adalah salah satu ikan yang memiliki kandungan gizi tinggi. Salah satunya memiliki kandungan asam lemak omega 3 6,56% (Isa, 2011). Menurut Hendrasaputra (2008) per 100 gram ikan lemuru mengandung omega 3 sebanyak 3 g, protein sebesar 20 g, kalsium sebesar 20 mg, fosfor sebesar 100 mg, zat besi sebesar 1 mg, vitamin B sebesar 10,05 mg. Menurut Bandie (1982) produksi ikan lemuru (*Sardinella lemuru*) rata-rata mencapai  $\pm 15,84$  ton satu-satunya per tahun dari produksi total semua jenis ikan di Indonesia, sehingga diperlukan alternatif pengolahan ikan lemuru untuk menangani ketersediaan yang melimpah pada saat panen. Salah satu alternatif dalam pengolahan ikan lemuru adalah pembuatan tepung ikan. Pemanfaatan ini mendukung upaya pemerintah untuk meningkatkan konsumsi ikan pada masyarakat dengan membuat suatu produk pangan dengan fortifikasi sumber gizi. Salah satu upaya untuk memperkenalkan tepung ikan pangan lemuru pada masyarakat adalah dengan ditambahkan pada tempe.

Tempe dipilih sebagai makanan yang dapat ditambahkan dengan tepung ikan karena tempe merupakan makanan yang telah dikenal dan disukai oleh masyarakat Indonesia. Tempe mengandung berbagai nutrisi lengkap dengan rasa yang serupa daging (*meat like flavor*), mudah dicerna tubuh dan dapat digunakan sebagai pengganti daging (Winiati, 2015). Diharapkan dengan adanya substitusi tepung ikan lemuru pada tempe selain meningkatkan kandungan asam lemak tak jenuh juga dapat menjadikan adanya rasa khas ikan pada tempe (*fish like flavour*).



Berdasar uraian diatas perlu dilakukannya penelitian kandungan asam lemak tak jenuh pada tempe substitusi tepung ikan. Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan produk yang bergizi bagi masyarakat serta didapatkan tempe yang mengandung asam lemak tak jenuh tinggi dengan harga ekonomis.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah

- a. Apakah proses fermentasi pada tempe masih dapat berlangsung dengan baik jika disubstitusikan dengan tepung ikanlemuru ?
- b. Apakah lama fermentasi pada tempe substitusi tepung ikan lemuru dapat berlangsung lebih lama atau lebih singkat ?

## **1.3 Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan asam lemak tak jenuh pada tempe dengan penambahan tepung ikan lemuru dan mengetahui lama fermentasi pada tempe substitusi tepung ikan lemuru

## **1.4 Batasan Masalah**

Penelitian tempe substitusi tepung ikan dibatasi pada penambahan tepung ikan lemuru dari jumlah kedelai yaitu sebesar 4,5% pada lama fermentasi 36 jam dan jenis kandungan asam lemak tak jenuh.

## **1.5 Manfaat**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kandungan asam lemak tak jenuh pada tempe substitusi tepung ikan lemuru serta memberikan alternatif pemanfaatan tepung ikanlemuru sebagai produk bergizi yang ekonomis.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Morfologi Ikan Lemuru

Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*) merupakan salah satu jenis ikan pelagis kecil penting di Indonesia, terutama yang terkonsentrasi di Selat Bali. Lemuru merupakan ikan pelagis yang mendiami perairan laut dangkal, hidup bergerombol, dan merupakan spesies permukaan. Klasifikasi ikan lemuru menurut Whitehead (1985) sebagai berikut :

Kingdom	: Animalia
Phylum	: Chordata
Class	: Pisces
Ordo	: Clupeiformes
Family	: Clupeidae
Genus	: Sardinella
Spesies	: <i>Sardinella lemuru</i>

Ciri morfologi dari ikan lemuru yaitu memiliki bentuk badan bulat panjang, daerah punggung ke arah perut mengecil sehingga perut kelihatan agak menipis, warna tubuh bagian atas biru kehijauan, sedangkan bagian bawah putih keperakan. Jari jari sirip punggung berjumlah 14, jari-jari sirip anal 13-15, jari-jari sirip dada 16, jari-jari sirip perut 9, dan moncong agak kehitaman, panjang badan dapat mencapai 23 cm tetapi pada umumnya 17-18 cm (Dwiponggo, 1982).



Gambar 2.2 Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*) (Sumber: Wiyanto, 2015).

Habitat yang cocok adalah perairan pantai, relatif salinitas yang rendah. Ikan lemuru termasuk pada kelompok ikan pelagis kecil dan biasanya melakukan migrasi dan bergerombol serta memakan fitoplankton dan zooplankton. Hal inilah yang menyebabkan ikan lemuru memiliki kandungan EPA dan DHA, karena ikan tersebut mengonsumsi fitoplankton yang mengandung kedua asam lemak tersebut (Haris, 2004). Pembentukan kelompok atau bergerombol yang besar pada ikan lemuru biasanya pada ukuran ikan yang sama dengan kepadatannya yang tinggi. Hal ini merupakan salah satu strategi ikan lemuru untuk menghindari predator, mencari lingkungan yang sesuai dan karena adanya ketersediaan atau kelimpahan pakan (Wudjiet *et al.*, 2013).

Berikut merupakan kandungan ikan lemuru per 100g.

Tabel 2.1 Kandungan ikan lemuru per 100 gram

Uraian	Kandungan Nutrisi
Protein	20 g
Air	76 g
Lemak	3 g
Kalsium	20 mg
Fosfor	100 mg
Energi	112 Kal

Sumber: (Hendrasaputra, 2008).

Komposisi kimia dari ikan sangat ditentukan dari spesies, umur, jenis kelamin, makanan, dan lingkungan. Pada umumnya ikan terdiri dari 40%-60% bagian dapat dimakan. Kadar air pada ikan biasanya akan mempengaruhi juga kandungan lemaknya. Ikan dengan kandungan lemak yang tinggi biasanya mempunyai kandungan air yang rendah, demikian juga sebaliknya (Winiati *et al.*, 1992).

## 2.2 Pengertian Asam Lemak

Lemak adalah salah satu komponen makanan multifungsi yang sangat penting untuk kehidupan. Selain memiliki sisi positif, lemak juga mempunyai sisi negatif terhadap kesehatan. Fungsi lemak dalam tubuh antara lain sebagai sumber energi, bagian dari membran sel, mediator aktivitas biologis antar sel, isolator dalam menjaga keseimbangan suhu tubuh, pelindung organ organ tubuh serta pelarut vitamin A, D, E. Penambahan lemak dalam makanan memberikan efek rasa lezat dan tekstur makanan menjadi lembut serta gurih. Di dalam tubuh, lemak menghasilkan energi dua kali lebih banyak dibandingkan dengan protein dan karbohidrat, yaitu 9 Kkal/gram lemak yang dikonsumsi (Sartika, 2008).

Komponen dasar lemak adalah asam lemak dan gliserol yang diperoleh dari hasil hidrolisis lemak, minyak maupun senyawa lipid lainnya. Asam lemak pembentuk lemak dapat dibedakan berdasarkan jumlah atom C (karbon), ada atau tidaknya ikatan rangkap, jumlah ikatan rangkap serta letak ikatan rangkap. Berdasarkan struktur kimianya, asam lemak dibedakan menjadi asam lemak jenuh (*saturated fatty acid/SFA*) yaitu asam lemak yang rantai hidrokarbon tidak memiliki ikatan rangkap., dan asam lemak tidak jenuh (*unsaturated fatty acids*) yang ikatan hidrokarbon memiliki ikatan rangkap (Sartika, 2008).

### 2.2.1 Asam Lemak Tidak Jenuh

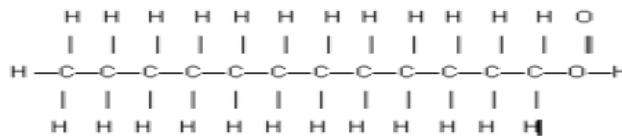
Asam lemak tidak jenuh dibedakan berdasarkan jumlah ikatan rangkap pada rantai hidrokarbon menjadi *Mono Unsaturated Fatty Acid (MUFA)* memiliki 1 (satu) ikatan rangkap, dan *Poly Unsaturated Fatty Acid (PUFA)* dengan 1 atau lebih ikatan rangkap (Sartika, 2008).

Asam *Mono Unsaturated Fatty Acid (MUFA)* merupakan asam lemak yang mempunyai ikatan rangkap pada posisi tertentu. Jenis paling umum dari kelompok ini adalah n-9 atau omega 9 dengan posisi ikatan rangkap karbon ke-9 dari gugus karboksil. Contoh asam lemak yang termasuk kedalam omega 9 adalah asam oleat dan merupakan golongan MUFA yang paling penting (Estiasih, 2009).

Asam lemak berdasarkan dapat tidaknya disintesis oleh tubuh manusia dibedakan menjadi asam lemak esensial dan asam lemak non-esensial. Berbeda dengan asam lemak non-esensial, asam lemak esensial adalah asam lemak yang penting bagi tubuh tetapi tidak dapat diproduksi oleh tubuh sendiri, sehingga harus diperoleh dari makanan atau minuman yang di konsumsi (Winarno, 1989).

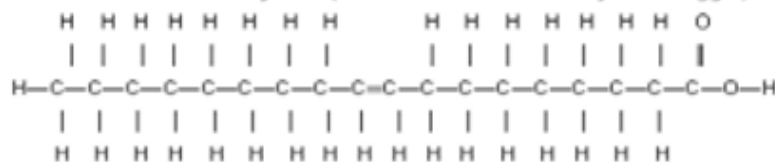
Asam lemak esensial yakni linoleat ( $\omega$ -6) dan asam linolenat ( $\omega$ -3). Kedua jenis ini dibutuhkan tubuh untuk pertumbuhan dan fungsi normal semua jaringan., masing-masing mempunyai ikatan rangkap pada karbon ke-6 dan ke-3 dari ujung gugus metil. Asam lemak omega-3 dan omega-6 termasuk dalam PUFA (*Poly Unsaturated Fatty Acid*). Bentuk asam lemak omega-3 antara lain asam linolenat (oktadekatrienoat (C18:3,  $\omega$ -3)), EPA (erikosapentaenoat (C20:5  $\omega$ -3)) dan DHA (dekosahexaenoat (C22:6,  $\omega$ -3)) (Almatsier,2009).

**Saturated Fatty Acid (SFA = Asam Lemak Jenuh)**



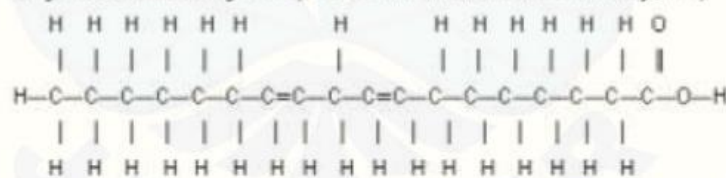
(a)

**Mono-Unsaturated Fatty acid (MUFA – Asam lemak tak jenuh tunggal)**



(b)

**Poly-Unsaturated Fatty Acid (PUFA – Asam lemak tak Jenuh majemuk)**



(c)

Gambar 2.1 Asam lemak jenuh (a), Asam lemak tak jenuh tunggal (b), Asam lemak tak jenuh jamak (c) (Sumber: Sartika,2008).

Asam lemak omega 3 termasuk dalam kelompok asam lemak esensial. Asam lemak ini disebut esensial karena tidak dapat dihasilkan oleh tubuh dan hanya bisa didapatkan dari makanan yang dikonsumsi sehari-hari (Almatsier, 2009). Hewan dan manusia tidak dapat menambahkan ikatan rangkap pada karbon ke-6 dan karbon ke-3 pada asam lemak yang ada sehingga tidak dapat mensintesis kedua jenis asam lemak tersebut (Schmidt et al, 2001).

Asam lemak omega 3 merupakan asam lemak yang terdapat di ikan. Asam lemak ini termasuk esensial yang dianggap memiliki beberapa keaktifan biologis terutama EPA dan DHA. Minyak ikan terutama yang hidup di air dalam dan dingin kaya akan EPA dan DHA. Plankton laut mengandung asam lemak omega 3. Ikan dapat mengubah asam lemak linolenat menjadi EPA dan DHA (Farrell, 1998).

Asam lemak omega 3 memiliki peran penting bagi kesehatan manusia. EPA dapat memperbaiki sistem sirkulasi dan dapat membantu pencegahan penyempitan, pengerasan pembuluh darah, dan penggumpalan keping darah. Akhir-akhir ini penelitian terhadap sistem saraf pusat menunjukkan bahwa DHA penting bagi perkembangan manusia sejak awal (Rasyid, 2003).

### **2.3 Pengertian Tepung Ikan**

Definisi tepung ikan menurut standar Nasional Indonesia (SNI 01- 2715-1995 tahun 1995) adalah produk yang diolah dari ikan segar yang mengalami perlakuan sebagai berikut : pencucian, pengukusan atau perebusan, pengeringan, dan penggilingan. Menurut Sahwan (2001) tepung ikan merupakan bahan baku yang paling penting karena paling baik sebagai sumber protein.

Tepung ikan dapat juga digunakan sebagai kalsium. Kandungan protein tepung ikan sangat dipengaruhi oleh bahan ikan yang digunakan dalam proses pembuatannya. Pemanasan yang berlebih akan membuat tepung ikan menjadi berwarna coklat dan kadar proteinnya cenderung menurun atau bisa menjadirusak (Boniran, 1999). Tepung ikan yang bermutu baik harus mempunyai sifat-sifat sebagai berikut : butiran-butirannya harus seragam bebas dari sisa-sisa

tulang, mata ikan dan benda asing, warna halus bersih, seragam, serta bau khas ikan amis (Afrianto dan Evi, 1985).

Pemanfaatan tepung ikan untuk fortifikasi dalam produk pangan manusia tentu akan meningkatkan nilai gizi dari produk tersebut. Purnomosari (2001) dalam penelitiannya melakukan pembuatan tepung mujair pada pembuatan kerupuk. Penambahan tepung mujair ini mampu meningkatkan kadar protein kerupuk dimana semakin banyak tepung ikan yang ditambahkan, semakin tinggi kandungan proteinnya. Namun fortifikasi ini mengakibatkan penurunan presentasi pengembangan volumetrik kerupuk sehingga tingkat kesukaan konsumen semakin menurun dengan semakin banyaknya tepung mujair yang ditambahkan. Tingkat penambahan tepung mujair sebesar 5% menghasilkan kerupuk yang paling disukai dibandingkan penambahan tepung mujair sebesar 10%, 15%, dan 20%. Selain itu pada penelitian Artama (2001) penambahan tepung ikan lemuru pada pembuatan crackers dapat meningkatkan kadar lemak crackers dari 16,54% menjadi 18,06%.

#### **2.4 Fermentasi Kedelai**

Kedelai merupakan salah-satu jenis kacang-kacangan yang dapat digunakan sebagai sumber protein, lemak, vitamin, mineral dan serat. Kacang kedelai mengandung sumber protein nabati yang kadar proteinnya tinggi yaitu sebesar 35% bahkan pada varietas unggul dapat mencapai 40-44%. Selain itu juga mengandung asam lemak esensial, vitamin dan mineral yang cukup (Koswara, 1992). Klasifikasi kedelai sebagai berikut:

Divisio: Spermatophyta

Class : Dicotyledoneae

Order : Rosales

Family : Fabaceae

Genus : *Glycine*

Species: *Glycine max*

(Sumber: Tropicos.org)

Kedelai dapat diandalkan untuk mengatasi kekurangan protein dalam menu makanan rakyat Indonesia. Kedelai diproses menjadi bahan makanan yang dapat dilakukan dengan berbagai cara, diantaranya dengan perebusan, peragian, fermentasi sehingga menghasilkan berbagai produk salah satunya tempe. Tempe merupakan produk pangan tradisional Indonesia berbahan dasar kacang kedelai (*Glycine max*) yang diolah melalui proses fermentasi oleh kapang. Secara umum, tempe memiliki penampakan berwarna putih yang disebabkan oleh miselia kapang yang menghubungkan biji-biji kedelai sehingga terbentuk tekstur yang kompak. Kapang yang tumbuh pada kedelai akan mendegradasi senyawa-senyawa kompleks pada kedelai menjadi senyawa-senyawa sederhana yang lebih mudah dicerna oleh manusia (Syarif dkk, 1999).

Menurut Kasmidjo (1990) proses fermentasi tempe dapat dibedakan atas tiga fase yaitu: (a) Fase pertumbuhan cepat (0-30 jam fermentasi), pada fase ini terjadi kenaikan jumlah asam lemak bebas. Kenaikan suhu, pertumbuhan kapang cepat dan menghasilkan miselia pada permukaan biji kedelai semakin lama semakin lebat, sehingga membentuk massa yang lebih kompak; (b) fase transisi (30-50 jam fermentasi), fase ini merupakan fase optimal fermentasi tempe dan siap untuk dipasarkan. Pada fase ini terjadi penurunan suhu, jumlah asam lemak yang dibebaskan dan pertumbuhan kapang hampir tetap atau bertambah dalam jumlah kecil, flavor spesifik tempe optimal, serta tekstur lebih kompak; (c) fase pembersihan atau fermentasi lanjut (50-90 jam fermentasi), pada fase ini terjadi kenaikan jumlah bakteri dan jumlah asam lemak bebas, pertumbuhan kapang mulai menurun dan pada kadar air tertentu pertumbuhan kapang terhenti serta terjadi perubahan flavor karena degradasi protein lanjut sehingga terbentuk ammonia.

Babu *et al.* (2009) menyatakan bahwa pada prinsipnya ada 2 hal penting yang terjadi selama fermentasi kedelai menjadi tempe yaitu miselium menyelubungi permukaan kedelai hingga menjadi produk yang kompak dan kedelai dicerna oleh enzim yang dihasilkan kapang. Keuntungan dari fermentasi tempe antara lain meningkatkan nilai gizi dan aktivitas antioksidan makanan, makanan hasil fermentasi lebih mudah dicerna dan cita rasanya lebih baik.



Kandungan gizi tempe lebih tinggi dibandingkan dengan kedelai yang belum diolah. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa zat gizi tempe lebih mudah dicerna, diserap, dan dimanfaatkan tubuh. Proses fermentasi yang terjadi pada tempe berfungsi untuk mengubah senyawa makromolekul kompleks yang terdapat pada kedelai (seperti protein, lemak, dan karbohidrat) menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti peptida, asam amino, asam lemak dan monosakarida. Spesies-spesies kapang yang terlibat dalam fermentasi tempe tidak memproduksi racun, bahkan kapang itu mampu melindungi tempe terhadap kapang penghasil aflatoksin, jamur yang dipakai untuk membuat tempe dapat menurunkan kadar aflatoksin hingga 70%. Selain itu tempe juga mengandung senyawa anti bakteri yang diproduksi kapang selama fermentasi berlangsung (Ali, 2008).

Selama fermentasi, kapang tempe menghasilkan enzim protease yang dapat menghidrolisis ikatan peptida pada protein dan senyawa-senyawa peptida lainnya menjadi asam-asam amino bebas. Terjadinya degradasi komponen-komponen kedelai oleh kapang selama fermentasi menyebabkan timbulnya flavor tempe yang khas. Tempe merupakan produk fermentasi yang mempunyai umur simpan yang singkat yaitu 48 jam dan setelah itu, tempe yang disimpan pada suhu ruang akan mengalami pembusukan sehingga tidak dapat dikonsumsi (Kasmidjo, 1990)

#### **2.4 Prinsip Kerja GCMS (Gas Chromatography Mass Spectrometry)**

Gas Chromatography Mass Spectrometry merupakan gabungan dua buah alat yaitu kromatografi gas dan spektrometri massa. Kromatografi gas berfungsi sebagai alat pemisah berbagai komponen campuran dalam sampel (Agusta, 2000). Prinsip dari kromatografi yaitu pemisahan campuran berdasarkan perbedaan kecepatan migrasi komponen-komponen penyusunnya. Kromatografi gas terdiri atas fase gerak dan fase diam. Hasil dari kromatografi adalah dalam bentuk kromatogram yang selanjutnya akan diidentifikasi oleh spektrometri massa (Flowis,1995). Spektrometri massa berfungsi untuk mendeteksi masing-masing molekul komponen yang telah dipisahkan pada sistem kromatografi gas (Agusta, 2000). Prinsip kerja spektrometri massa adalah menembak bahan yang sedang dianalisis dengan berkas elektron dan secara kuantitatif mencatat hasilnya sebagai

suatu spectrum fragmen ion positif. Fragmen-fragmen tersebut berkelompok sesuai dengan massanya (Fessenden,1982).

Berdasarkan analisis GCMS (*Gas Chromatography Mass Spectrometry*) diperoleh dua informasi dasar, yaitu hasil analisis kromatografi gas yang ditampilkan dalam bentuk kromatogram dan hasil analisis spektrometri massa yang ditampilkan dalam bentuk spektrum massa. Kromatogram memberikan informasi mengenai jumlah komponen kimia yang terdapat dalam campuran yang dianalisis (jika sampel berbentuk campuran) yang ditunjukkan oleh jumlah puncak yang terbentuk pada kromatogram berikut kuantitas masing-masing. Spektrum massa hasil analisis sistem spektroskopi massa merupakan gambaran mengenai jenis dan jumlah fragmen molekul yang terbentuk dari suatu komponen kimia (masing-masing puncak pada kromatogram). Setiap fragmen yang terbentuk dari pemecahan suatu komponen kimia memiliki berat molekul yang berbeda dan ditampilkan dalam bentuk diagram dua dimensi,  $m/z$  ( $m/e$ , massa/muatan) pada sumbu X dan intensitas pada sumbu Y yang disebut spektrum massa (Agusta, 2000).

## **BAB 3. METODE PENELITIAN**

### **3.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari sampai Maret 2018 di Laboratorium Mikrobiologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember dan Laboratorium Kimia Organik, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Gadjah Mada.

### **3.2 Alat dan Bahan**

#### **3.2.1 Alat**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari gelas Beaker, gelas ukur, tabung reaksi, tabung centrifuge, pipet tetes, mikro pipet, spidol penanda, kertas label, ayakan, blender, oven, neraca analitik, hot plate, centrifuge, *Gas Chromatograph and Mass Spectrometer* (GC-MS).

#### **3.2.2 Bahan**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain biji kedelai (*Glycine max*), ragi tempe merk RAPRIMA, tepung ikan lemuru, aquades, methanol-cloroform (1:1),  $Bf_3$  (Boron trifluoride) metanol, buffer natrium fosfat 0,2 M pH 7,2, gas nitrogen, metil ester, heksana.

### **3.3 Rancangan Penelitian**

Penelitian ini menggunakan rancangan dasar penelitian deskriptif yang dilakukan pada tempe substitusi tepung ikan dengan penambahan tepung ikan 4,5% dari jumlah kedelai. Perlakuan lama fermentasi 36 jam. Tempe penambahan tepung ikan lemuru 4,5% dibandingkan dengan tempe tanpa tepung lemuru (Kontrol 1), dan dibandingkan dengan tempe penambahan tepung ikan lemuru 4,5% tanpa fermentasi (Kontrol 2).

### 3.4 Prosedur Penelitian

#### 3.4.1 Proses Pembuatan Tempe Substitusi Tepung Ikan Lemuru

- a. Ikan Lemuru ditimbang sebanyak 500 g kemudian dibersihkan, direbus  $\pm 20$  menit hingga setengah matang. Ikan lemuru dipilih dagingnya, sehingga bagian duri dan kepala ikan dibuang. Daging ikan lemuru yang sudah tidak ada duri, dan dimasukkan oven dengan suhu  $40^{\circ}\text{C} - 45^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam. Daging ikan lemuru yang telah dioven menjadi kering untuk selanjutnya diblender (Artama, 2003).
- b. Proses Pembuatan Tempe Substitusi Tepung Ikan Lemuru  
Kedelai sebanyak 100g dipilih yang berkualitas, selanjutnya dicuci dengan air bersih. Kedelai direbus selama  $\pm 30$  menit, setelah matang kedelai dibuang kulitnya. Kedelai direndam selama 24 jam dengan air bersih. Kedelai dibersihkan dengan membuang kulit yang masih tersisa. Selanjutnya kedelai direbus kembali selama 10 menit lalu ditiriskan dan didinginkan.  
Tahap berikutnya yaitu peragian. Kedelai ditambahkan tepung ikan lemuru 4,5% dari jumlah kedelai, selanjutnya ditabur merata bubuk ragi  $\pm 1\text{gr}$  secara aseptis. Kedelai dan tepung ikan yang telah diberi ragi dibungkus dengan plastik yang dilubangi, untuk selanjutnya difermentasi pada suhu ruang dengan lama fermentasi 36 jam (Purwanto, 2012).

#### 3.4.2 Ekstraksi Asam Lemak

Tempe substitusi ikan lemuru dipotong kecil kecil dan dikeringkan dengan temperature  $40^{\circ}\text{C} - 45^{\circ}\text{C}$  selama 2 x 24 jam. Tempe yang sudah kering dihaluskan hingga menjadi tepung. Sampel satu gram dimasukkan dalam tabung centrifuge kemudian ditambah 3ml larutan metanol-kloroform (1:1) dan digojog selama 5menit. Selanjutnya ditambah 2ml buffer natrium phosphate dan 1ml kloroform. Digojog kembali selama 5 menit. Sampel disentrifuge dengan kecepatan 2000 rpm selama 15 menit. Setelah disentrifuge sampel akan terbentuk 2 fase, bagian atas dan bagian bawah. Dibuang bagian atas, lalu sampel ditambah kembali 1ml kloroform. Sampel disentrifuge kembali dengan kecepatan 2000rpm selama 2 menit. Sampel dipindah kedalam tabung sentrifuge kemudian diuapkan

menggunakan gas nitrogen hingga tersisa asam lemak didasar tabung reaksi. (Imamah, 2016).

#### 3.4.3 Transmethylesterifikasi Sampel

dilakukan dengan cara mencampurkan hasil ekstraksi asam lemak yang diperoleh dengan 1 ml BF<sub>3</sub> Methanol 20% dan diinkubasi pada Hot Plate dengan suhu 60°C selama 30 menit. Methyl ester yang didapatkan kemudian ditambah dengan 1 ml heksana dan dikocok perlahan. Fase heksana kemudian diambil dan diuapkan dengan gas nitrogen (N<sub>2</sub>) untuk menghilangkan sisa air. Tiap sampel ditambahkan heksana dengan volume yang sama dan dianalisis menggunakan GCMS ( *Gas Chromatograph and Mass Spectrometer*) (Siswanto & Muzakhar, 2009).

### 3.5 Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif. Penelitian ini untuk mengetahui kandungan jenis-jenis asam lemak tak jenuh yang dihasilkan tempe dengan penambahan tepung ikan lemuru dengan lama fermentasi 36 jam.

## **BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa pada fermentasi tempe dengan penambahan tepung ikan lemuru maupun tempe yang tidak diberi penambahan tepung ikan lemuru, ditemukan adanya kandungan asam lemak tak jenuh 9,12-Octadecadienoic acid yang tergolong omega 6 dan 11-Octadecenoic acid yang tergolong omega 9. Sedangkan untuk asam lemak linolenat (omega 3) tidak terdeteksi pada ketiga sampel.

### **5.2 Saran**

Hendaknya dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai asam lemak pada tempe dengan memperhatikan dan menambah variasi jumlah berat pada sampel sehingga asam lemak omega 3 dapat terdeteksi pada analisis GCMS .

## DAFTAR PUSTAKA

- Agusta, A. 2000. *Minyak Atsiri Tumbuhan Tropika Indonesia*. Bandung: Penerbit Institut Teknologi Bandung.
- Afriyanto, E dan Evi Liviawaty. 1985. *Pengawetan Dan Pengolahan Ikan*. Yogyakarta : Kanisius .
- Almatsier, S. 2009. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Umum.
- Artama, T. 2001. Pemanfaatan Tepung Ikan Lemuru (*Sardinella longiceps*) Untuk Meningkatkan Mutu Fisik dan Nilai Gizi Crackers. *Tesis*. Program Pasca Sanjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Astawan, M. 2008. *Sehat Dengan Tempe. Panduan Lengkap Menjaga Kesehatan dengan Tempe*. PT Dian Rakyat, Jakarta.
- Babu, D.P., Bhagyaraj, R., dan Vidhyalakshmi. 2009. A Low Cost Nutritious Food “Tempeh”. *World Journal of Dairy & Food Sciences*. 4 (1): 22-27.
- Bandie MJ. 1982. *Status perikanan lemuru di Jawa Timur*. Prosiding Seminar Perikanan Lemuru. Banyuwangi. 18-21 Januari 1982. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.
- Bappenas. 2014. Kinerja sektor perikanan. <https://www.bappenas.go.id/>  
[Diakses pada September 2017 ]
- Brody, J., 1965. *Fishery by Product Technology*. The Avi Publishing Company, Inc., Westport Connecticut.

- Chatra,S.K.R.et.al. 2012. Fatty acid composition of cooked and fermented beans of the wild legumes (Canavalia) of coastal sand dunes. *Internal Food Research Journal* 19(4): 1401-1407.
- Deliani. 2008. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Protein, Lemak, Komposisi Asam Lemak dan Asam Fitat Pada Pembuatan Tempe. *Tesis*. Medan: Universitas Sumatera utara
- Dewan Standarisasi Nasional. 1995. Standar Nasional Indonesia, *Tepung Ikan*. SNI 01-2715-1995.
- Dwiponggo, A. 1982. *Pengkajian Sumberdaya Perikanan dan Tingkat Pengusahaannya di Perairan Sulawesi Selatan*. Laporan Penelitian. Jakarta: Balai Penelitian Perikanan Laut.
- Estiasih, Teti, Ahmadi. 2009. *Teknologi Pengolahan Pangan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Farrell, D. J. 1998. Enrichment ofhen Eggs with n-3 long-chain Fatty Acids and Evaluation of Enriched Eggs in Humans. *American Journal Clinic Nutrition*. 68:538-44.
- Fessenden, R.J. and Fessenden, J.S., 1982. *Kimia Organik*, Edisi 3.Jilid1. 237-239. diterjemahkan oleh Pudjaatmakan, A. H. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Flowlis, ian A. 1995. *Gas Chromatography Analytical Chemistry by Open Learning*. Chichester:John Wiley & Sons Ltd.
- Hartadi, H., S. Reksohadiprodo dan A.D. Tillman. 1997. *Tabel Komposisi Pakan untuk Indonesia*. UGM Press. Yogyakarta.
- Haris, W.S. 2004. Review: fish oil supplementation: evidence for health benefits. *Cleveland Clinic.Journal of Medicine*,71(3):208-219



- Hendrasaputra,D. 2008. Optimasi proses kristalisasi urea pada pembuatan konsentrat asam lemak omega-3 dari minyak hasil samping penepungan ikan lemuru (*Sardinella longiceps*). *Skripsi*. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Universitas Brawijaya, Malang.
- Kasmidjo.R. 1990. *Tempe, Mikrobiologi dan Biokimia Pengolahan serta Pemanfaatannya*. Semarang: Soegijapranata Press.
- Koswara, S., 1992. *Teknologi Pengolahan Kedelai Menjadikan Makanan Bermutu.*, Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.
- Mandell, I.B., J.G. Buchanan-Smith,B.J. Halub, and C.P. Campbell.1997. Effects of fish meal in beef cattle diets on growth performance, carcass characteristics, and fatty acid composition of longissimus muscle. *J. Anim. Sci.*75 : 910-919.
- Indra T. Maulana., Sukraso, Damayanti S. 2014. Kandungan Asam Lemak Dalam Minyak Ikan Indonesia. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*.No. 1, (121-130).
- Isa, Ishak. 2011. Penetapan Asam Lemak Linoleat dan Linolenat pada Minyak Kedelai Secara Kromatografi Gas. *Journal Sainstek dan terapannya*. No.1, (76-81).
- Musdalifah,D.A. 2016. Kandungan Omega-3 Pada Tempe Kedelai Dengan Substitusi Krokot (*Portulaca Oleracea*). *Skripsi*. Universitas Jember
- Purnomosari Lupi. 2001. Fortifikasi Kerupuk dengan Tepung Mujair (*Tilapia mossambica*). *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Purwanto, M.L.A. 2012. Perubahan Nilai Gizi Tempe Berbahan Baku Kedelai (*Glycine max L. Merr*) var. Grobogan dengan Penambahan Tepung Belut dan Variasi Onsentrasi Usar. *Skripsi*. FSM UKSW Salatiga.

- Rasyaf, M., 1989. *Bahan Makanan Unggas di Indonesia*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Rasyid, A. 2003. *Asam Lemak Omega 3 dari Minyak Ikan*. Jakarta : Bidang Sumber Daya Laut-Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI.
- Sahwan Firdaus, 2001. *Pakan Ikan dan Udang*. Jakarta : PT Penebar Swadaya
- Sartika, R. A. D. 2008. Pengaruh Asam Lemak Jenuh, Tidak Jenuh dan Asam Lemak Trans Terhadap Kesehatan. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*. (4) : 154-160.
- Schmitdt, E. B., Christensen, J., H., Aardestrup, I., Madsen, T., Riahi, S., Hansen, V., E., and Skou, H., A., 2001. Marine Fatty Acids : Basic Feature and Background. *Journal of Lipids*. 36 : (S65-S68)
- Siswanto & Muzakhar, K. 2009. *Perbaikan Gizi Tempe Gembos Melalui Seleksi dan Introduksi Mikroorganisme Penghasil Polyunsaturated Fatty Acid*. Tidak Diterbitkan. Laporan Penelitian. Jember: Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam .Universitas Jember.
- Sudaryatiningsih, Cicik dan Supyani. 2010. Analisis kandungan asam linoleat dan linolenat tahu kedelai dengan *Rhizopus oryzae* dan *Rhizopus oligosporus* sebagai koagulan. *Journal Bioteknologi* 7 (1):
- Suwirya, K. 2002. *Pakan dalam Budidaya Laut*. Balai Besar Riset Perikanan Budidaya Laut Gondol, Bali. 17-28.
- Syarif, A.S. 2009. Penerapan Metode Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT) Pada Penetapan Kadar Deksametason Dalam Tablet Campuran dengan Deksklorfeniramin Maleat. *Skripsi*. Fakultas Farmasi. Universitas Sumatera Utara.

- Syarief, Rizal dan Hariyari Halid. 1989. *Teknologi Penyimpanan Pangan*. Arcan. Jakarta.
- Syarief dkk. 1999. *Wacana Tempe Indonesia*. Surabaya: Universitas Katolik Widya Mandala Press.
- Triwijayanti, N. E. 2011. Identifikasi Asam Lemak Tak Jenuh Ganda Hasil Fermentasi Minyak Kedelai Menggunakan Jamur Lipolitik Tempe. Skripsi. Jember: Universitas Jember
- Tropicos. Tanpa Tahun. [Online] <http://tropicos.org/NameSearch.aspx>. [Diakses Oktober 2017].
- Utari, D. M. 2010. Kandungan Asam Lemak, Zink, dan Copper pada Tempe, Bagaimana Potensinya Untuk Mencegah Penyakit Degeneratif. *Jurnal Gizi Indonesia*.33:108-115.
- Wang C, Chung M, Lichtenstrein A, Balk E, Kupelnick B, Devine D, Lawrence A, and Lau J. 2004. *Effect of Omega-3 Fatty Acids on Cardiovascular Disease*. Agency for Healthcare and Quality Pub.No.04-E009-2.
- Whitehead, P. J. P. 1985. *FAO species catalogue. Vol. 7. Clupeid fishes of the world (suborder Clupeoidei). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, shads, anchovies and wolf herrings. Part 1. Chirocentridae, Clupeidae and Pristigasteridae*. FAO Fish. Synop. 7(25):1-303.
- Winarno, F.G. 1989. *Enzim Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Winiati .2015. *Tinjauan Ilmiah Proses Pengolahan Tempe Kedelai*. Palembang: Perhimpunan Ahli Tenolohi Pangan Indonesia.
- Winiati

Wiyanto,Hadiyanto.2015. *Prarencana Pabrik Emulsi Minyak Ikan Dari Ikan Lemuru dengan Proses Rendering Kering*. Surabaya: Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala.

Wudji A, Suwarso, Wudianto. 2013. Biologi Reproduksi dan Musim Pemijahan Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru*, Bleeker 1853) di Perairan Selat Bali. *Jurnal BAWAL*.5(1): 49-57.

## LAMPIRAN

### A. Komposisi Pengenceran Sampel Sebelum Injeksi

---

Preparasi Sampel	Sampel dilarutkan dalam 100µl heksan + BF3 Methanol 300 µl, direfluks 1,5 jam suhu 65°C diektstrak dengan 500 µl heksan hingga 100 µl
Standart internal	Methyl palmitat 2mg dilarutkan dalam 100µl heksan
Tahap injeksi	Sampel (100 µl ditambah standart internal 50 µl divortex kemudian diinjeksi 0,5 µl

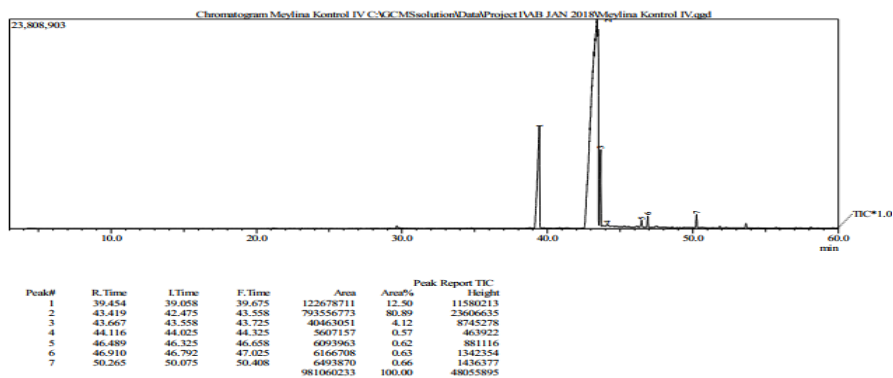
---

### B. Perhitungan Kandungan asam lemak tak jenuh

$$\text{Luas \% area standart} = \frac{\text{jumlah injeksi Standart Internal}}{\text{Luas \% area peak1 spike} - \text{Luas \% area peak1 non spike}}$$

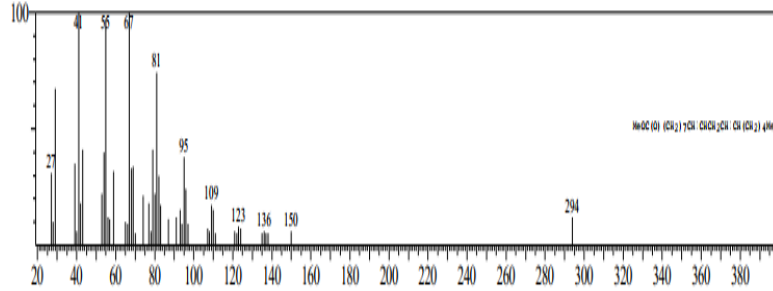
$$\begin{aligned}\text{Luas \% area standart} &= \frac{50\mu\text{l}}{58,91 \% - 16,86 \%} \\ &= 42,05 \% \\ &= 1,18 \mu\text{l}\end{aligned}$$

### C. Kromatogram Hasil Fermentasi Tempe Tanpa Penambahan Tepung Ikan Lemuru



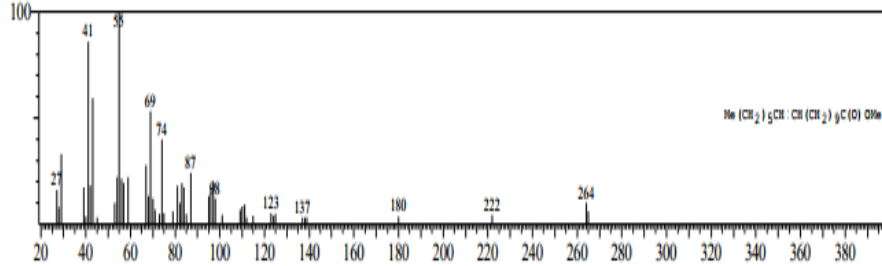
**D. Hasil MS untuk Tempe Tanpa Penambahan Tepung Ikan Lemuru (peak 2)**

Hit#:5 Entry:141545 Library:WILEY229.LIB  
 SE:90 Formula:C19 H34 O2 CAS:112-63-0 MolWeight:294 RetIndex:0  
 CompName:9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, methyl ester (CAS) Methyl linoleate \$\$ METHYL CIS-9,CIS-12-OCTADECADIENOATE \$\$ Methyl octadecadienoate \$\$ Linoleic acid methyl ester \$\$ Linoleic

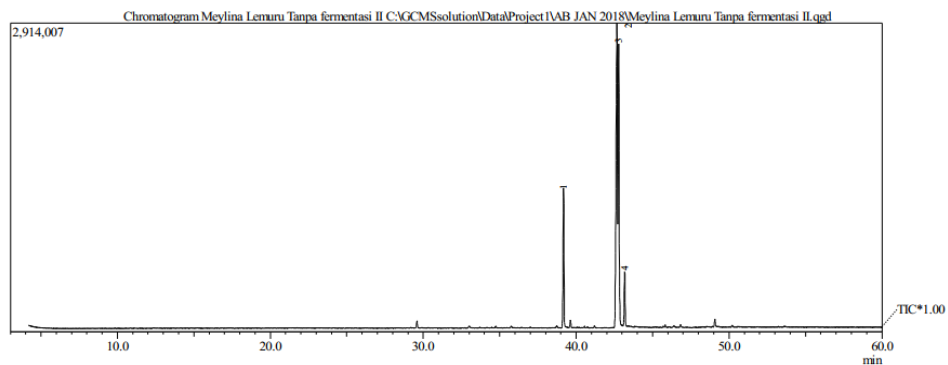


**E. Hasil MS untuk Tempe Tanpa Penambahan Tepung Ikan Lemuru (peak 5)**

Hit#:1 Entry:142908 Library:WILEY229.LIB  
 SE:94 Formula:C19 H36 O2 CAS:52380-33-3 MolWeight:296 RetIndex:0  
 CompName:11-Octadecenoic acid, methyl ester (CAS) Methyl 11-octadecenoate \$\$



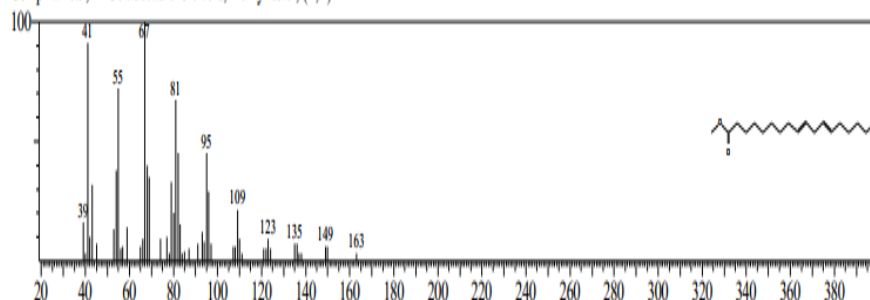
**F. Kromatogram Hasil Fermentasi Tempe Penambahan Tepung Ikan Lemuru Tanpa Fermentasi**



Peak#	R.Time	I.Time	F.Time	Area	Area%	Height
1	39.181	39.008	39.458	5834175	15.18	1276944
2	42.669	42.492	42.725	18221352	47.41	2835554
3	42.787	42.725	43.075	12211235	31.77	2607051
4	43.179	43.075	43.325	2165061	5.63	510140
				38431823	100.00	7229689

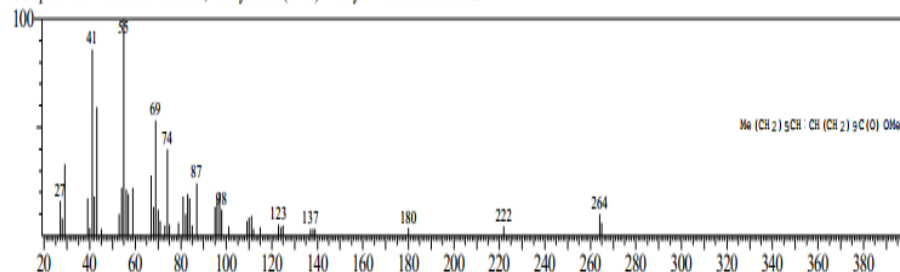
### G. Hasil MS untuk Tempe Penambahan Tepung Ikan Lemuru Tanpa Fermentasi (peak 2)

Hit#:3 Entry:10376 Library:NIST12.LIB  
 SI:91 Formula:C19H34O2 CAS:2566-97-4 MolWeight:294 RetIndex:0  
 CompName:9,12-Octadecadienoic acid, methyl ester, (E,E)-

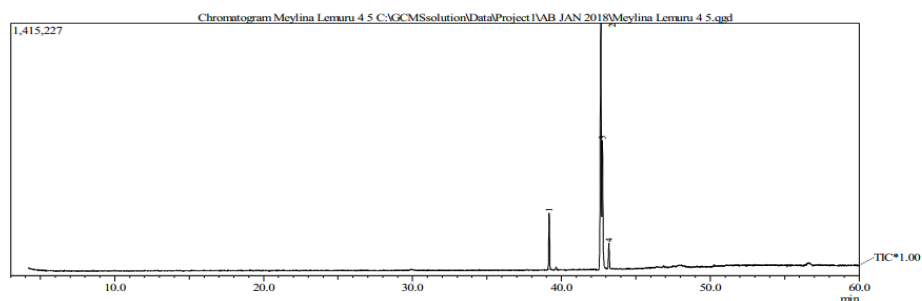


### H. Hasil MS untuk Tempe Penambahan Tepung Ikan Lemuru Tanpa Fermentasi (peak 3)

Hit#:3 Entry:142908 Library:WILEY229.LIB  
 SE:90 Formula:C19 H36 O2 CAS:52380-33-3 MolWeight:296 RetIndex:0  
 CompName:11-Octadecenoic acid, methyl ester (CAS) Methyl 11-octadecenoate SS



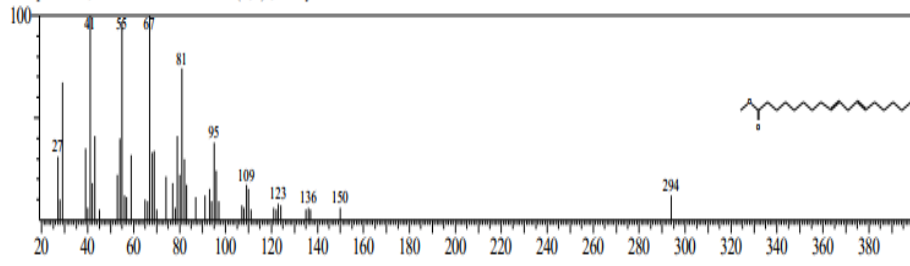
### I. Kromatogram Hasil Fermentasi Tempe Penambahan Tepung Ikan Lemuru 4,5%



Peak#	R.Time	L.Time	F.Time	Area	Area%	Height
1	39.178	39.100	39.292	1292544	11.17	319899
2	42.655	42.517	42.708	6515097	56.29	1377658
3	42.756	42.708	42.917	3216185	27.79	718633
4	43.192	43.117	43.267	549509	4.75	140818
				11573355	100.00	2557008

**J. Hasil MS untuk Tempe Penambahan Tepung Ikan Lemuru 4,5% (peak 2)**

Hit#:1 Entry:10385 Library:NIST12.LIB  
SI:94 Formula:C19H34O2 CAS:112-63-0 MolWeight:294 RetIndex:0  
CompName:9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, methyl ester



**K. Hasil MS untuk Tempe Penambahan Tepung Ikan Lemuru 4,5% (peak 3)**

Hit#:4 Entry:142908 Library:WILEY229.LIB  
SI:88 Formula:C19H36O2 CAS:52380-33-3 MolWeight:296 RetIndex:0  
CompName:11-Octadecenoic acid, methyl ester (CAS) Methyl 11-octadecenoate

