



UNIVERSITAS INDONESIA

**PEMANFAATAN BIOMASSA KECAMBAH BIJI WIJEN
SEBAGAI SUMBER LIPASE UNTUK HIDROLISIS MINYAK
SAWIT**

SKRIPSI

LALANG JATI SARDINDA

0706200365

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**

DEPOK

JULI 2011



UNIVERSITAS INDONESIA

**PEMANFAATAN BIOMASSA KECAMBAH BIJI WIJEN
SEBAGAI SUMBER LIPASE UNTUK HIDROLISIS MINYAK
SAWIT**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

LALANG JATI SARDINDA

0706200365

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
DEPOK
JULI 2011**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar**

Nama : Lalang Jati Sardinda

NPM : 0706200365

Tanda Tangan : 

Tanggal : 11 Juli 2011

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Lalang Jati Sardinda
NPM : 0706200365
Program Studi : Teknik Kimia
Judul Skripsi : Pemanfaatan Biomassa Kecambah Biji Wijen
Sebagai Sumber Lipase Untuk Hidrolisis Minyak
Sawit

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian dari persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Heri Hermansyah, ST., M. Eng.
Penguji : Dr. Ing. Misri Gozan, M. Tech
Penguji : Dr. Eng. Muhamad Sahlan, S.Si., MEng
Penguji : Ir. Yuliusman, M.Eng



Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 11 Juli 2011

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur senantiasa penulis panjatkan kehadirat Allah S.W.T. yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya-Nya, Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul **Pemanfaatan Biomassa Kecambah Biji Wijen Sebagai Sumber Lipase Untuk Hidrolisis Minyak Sawit** ini. Teriring pula penulis panjatkan shalawat dan salam kepada Nabi Muhammad S.A.W. beserta keluarga, sahabat dan pengikut-Nya.

Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

Tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan hingga penyusunan makalah ini, makalah skripsi ini sangat sulit untuk diselesaikan. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua, Mirga dan Farah, atas ketulusan cinta, kasih sayang, perhatian, bantuan, doa, dan dukungan yang selalu diberikan.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Widodo Wahyu Purwanto, DEA selaku ketua Departemen Teknik Kimia FTUI.
3. Bapak Dr. Heri Hermansyah, ST, M.Eng., selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan dalam penyusunan makalah skripsi ini.
4. Seluruh dosen Departemen Teknik Kimia UI yang telah mengajar dan memberi wawasan sebagai mahasiswa teknik kimia.
5. Mas Abdan, Pak Yudi, dan Pak Lalu, selaku peneliti dari Laboratorium Balai Besar Pascapanen yang telah membantu dalam menyelesaikan analisa HPLC tepat waktu
6. Rekan-rekan yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan makalah skripsi ini serta membantu penelitian di lantai 4 Laboratorium Bioproses : Irfan, Tangguh, Ajo, Faris (Tekim 2007) dan Elber, Dora, Olan (Ekstensi Tekim 2008) .

7. Teman-teman Ekstensi Teknik Kimia 2007 dan 2008 atas persahabatan dan dukungan selama penelitian.
8. Kang Jajat, Mas Eko, Mang Ijal dan Ius atas bantuan teknis dan kerjasamanya selama melakukan penelitian.
9. Mas Taufik, atas bantuannya dalam mencari literatur di perpustakaan serta Mas Sriyono yang membantu dalam administrasi.
10. “Kamu” yang telah memberikan inspirasi dan semangat kepada aku, terima kasih untuk semuanya. *Love you always,,,*
11. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Akhir kata, penulis berharap Allah S.W.T. berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu, khususnya hal-hal yang berkenaan dengan pemanfaatan biomassa kecambah biji wijen dalam hidrolisis minyak sawit

Depok, Juli 2011

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPERLUAN AKADEMIS**

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

Nama : Lalang Jati S.
NPM : 0706200365
Program Studi : Teknik Kimia
Departemen : Teknik Kimia
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non –exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**Pemanfaatan Biomassa Kecambah Biji Wijen Sebagai Sumber Lipase Untuk
Hidrolisis Minyak Sawit**

beserta perangkat yang ada. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 11 Juli 2011
Yang menyatakan



(Lalang Jati S.)

ABSTRAK

Nama : Lalang Jati Sardinda
Program Studi : Teknik Kimia
Judul : Pemanfaatan Biomassa Kecambah Biji Wijen Sebagai
Sumber Lipase Untuk Hidrolisis Minyak Sawit

Dengan reaksi hidrolisis, trigliserida dipecah menjadi gliserol dan asam lemak bebas. Kondisi reaksi hidrolisis memegang peranan penting dalam pembuatan *emulsifier* karena reaksi ini merupakan tahapan awal. Proses ester sintesis metil oleat dari asam lemak dan alkohol dapat dilakukan dengan menggunakan katalis kimia maupun biokatalis lipase. Lipase sebagai katalis untuk esterifikasi dapat diperoleh dari spesies mikrobial ataupun tanaman. Upaya mencari lipase yang murah telah dilakukan oleh banyak peneliti. Pada penelitian kali ini, dilakukan penelitian hidrolisis minyak kelapa sawit menggunakan enzim lipase yang berasal dari kecambah biji wijen berupa supernatan dan ekstrak kecambah. Dari data yang dihasilkan, pada supernatan diperoleh konsentrasi FFA dari 3 kali titrasi yaitu 1.365 mmol, 1.365 mmol dan 1.36 mmol. % Hidrolisis yang dihasilkan berturut-turut adalah 39%, 39% dan 38.85%. Untuk ekstrak kecambah biji wijen, diperoleh konsentrasi FFA dari 3 kali titrasi yaitu 1.37 mmol, 1.3725 mmol dan 1.37 mmol. % Hidrolisis yang dihasilkan berturut-turut adalah 39.14%, 39.214% dan 39.14%. Hasil analisa menggunakan GC, juga diperoleh konsentrasi asam laurat, asam miristat, asam palmitat, asam oleat dan asam stearat, baik pada supernatan dan ekstrak kecambah biji wijen.

Kata Kunci:

Minyak Sawit, Trigliserida, Hidrolisis, Lipase, Kecambah Biji Wijen.

ABSTRACT

Name : Lalang Jati Sardinda
Study Program : Chemical Engineering
Title : Utilization of Biomass Sesame Seed Sprouts as a Source of Lipase to Hydrolysis of Palm Oil

With the hydrolysis reactions, triglyceride decomposed into glycerol and free fatty acid. Hydrolysis reaction conditions play an important role in the manufacture of emulsifiers because this reaction is an early stage. The process of synthesis of methyl ester of oleic fatty acids and alcohols can be performed using chemical catalysts or biocatalysts lipase. Lipase as the catalyst for the esterification can be obtained from plant or microbial species. Efforts to find cheap lipases has been done by many researchers. In this research, hydrolysis of palm oil using lipase has been done which is derived from sesame seeds sprouts. From the data, the FFA concentration in supernatant obtained from three times of titration, are 1.365 mmol, 1.365 mmol, and 1.36 mmol. % hydrolysis produced respectively 39%, 39% and 38.85%. For Sesame seeds sprout extract, based on 3 times of titration, obtained the concentration of FFA are 1.37 mmol, 1.3725 mmol, and 1.37 mmol. % hydrolysis produced respectively 39.14%, 39.214% and 39.14%. Results of analysis using GC, also obtained the concentration of lauric acid, myristic acid, palmitic acid, oleic acid and stearic acid, both of the supernatant and the extract of sesame seed sprouts.

Keywords:

Palm Oil, Triglycerides, Hydrolysis, Lipase, Sesame Seed Sprouts.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vii
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Trigliserida.....	5
2.1.1 Sumber Trigliserida	5
2.1.1.1 Minyak Kelapa Sawit.....	5
2.2 Hidrolisis Minyak Sawit	9
2.2.1 Hidrolisis Alami.....	9
2.2.2 Kondisi Operasi Hidrolisa.....	10
2.2.3 Kualitas Asam Lemak.....	10
2.2.4 Kualitas Gliserin.....	11
2.2.5 Mekanisme Hidrolisis.....	11
2.2.6 Dinamika Hidrolisis.....	12
2.3 Lipase.....	14
2.3.1 Klasifikasi Lipase.....	17
2.3.2 Faktor yang Mempengaruhi Aktivitas Lipase.....	17
2.4 Biomassa Alam	22
2.4.1 Biji Wijen (<i>Sesamun indicum</i>).....	23
2.5 <i>State Of The Art</i>	24

BAB 3.	METODOLOGI PENELITIAN.....	26
3.1	Alur Penelitian	26
3.2	Alat dan Bahan.....	27
3.2.1	Alat Analisis.....	27
3.2.2	Alat dan Bahan Percobaan	27
3.3	Prosedur Percobaan.....	28
3.3.1	Preparasi Enzim Biji Wijen	28
3.3.2	Preparasi Ekstrud Biji Wijen setelah Perkecambahan ..	29
3.3.3	Prosedur Umum Reaksi Hidrolisis.....	30
3.3.4	Prosedur Pemisahan Setelah Reaksi Hidrolisis.....	32
3.3.5	Prosedur Analisis Asam Lemak.....	33
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1	Reaksi Hidrolisis Menggunakan Enzim dari Kecambah Biji Wijen.....	35
4.2	Analisis GC.....	37
4.2.1	Analisis GC Menggunakan Sampel Minyak Murni.. ...	37
4.2.2	Analisis GC Menggunakan Supernatan Biji Wijen	38
4.2.3	Analisis GC Menggunakan Ekstrak Kecambah Biji Wijen	39
BAB 5.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	41
5.1	Kesimpulan	41
5.2	Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43

DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 2.1	Struktur molekul monogliserida, digliserida, dan trigliserida	5
Gambar 2.2	Struktur trigliserida pada minyak kelapa sawit	7
Gambar 2.3	Struktur molekul asam lemak jenuh dan asam lemak tidak jenuh	8
Gambar 2.4	Reaksi Hidrolisis Secara Umum	9
Gambar 2.5	Tahapan Reaksi Hidrolisis Minyak Sawit	12
Gambar 2.6	Struktur Lipase (Marno, Septian. 2008)	15
Gambar 2.7	Suhu optimum biokatalis	18
Gambar 2.8	Denaturasi enzim	19
Gambar 2.9	pH optimum beberapa jenis enzim	19
Gambar 2.10	Pengaruh pH terhadap kerja enzim	19
Gambar 2.11	Inhibitor kompetitif	20
Gambar 2.12	Inhibitor non-kompetitif	21
Gambar 2.13	Inhibitor reversibel	21
Gambar 2.14	Pengaruh konsentrasi enzim terhadap kecepatan reaksi	22
Gambar 2.15	Pengaruh konsentrasi substrat terhadap kecepatan reaksi	22
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	27
Gambar 3.2	Diagram Alir Preparasi Kecambah Biji Wijen	29
Gambar 3.3	a) Gambar Biji Wijen sebelum dikecambah, b) Biji Wijen setelah dikecambah	30
Gambar 3.4	Diagram Alir Preparasi Ekstrud Biji Wijen setelah Perkecambahan	29

Gambar 3.5	Diagram Alir Reaksi Hidrolisis	30
Gambar 3.6	Gambar preparasi enzim	30
Gambar 3.7	a) Gambar emulsi minyak untuk supernatan, b) emulsi minyak untuk ekstrak kecambah biji wijen	31
Gambar 3.8	Gambar sampel yang akan direaksikan. a) supernatan, b) ekstrak kecambah biji wijen	31
Gambar 3.9	Gambar sampel setelah direaksikan. a) supernatan, b) ekstrak kecambah biji wijen	32
Gambar 3.10	Diagram Alir Pemisahan sampel setelah reaksi	32
Gambar 3.11	Gambar sampel saat penyaringan. a) supernatan, b) ekstrak kecambah biji wijen	33
Gambar 3.12	Gambar sampel yang akan dianalisa dengan GC. a) minyak goreng, b) supernatan, dan c) ekstrak kecambah	34
Gambar 4.1	Perbandingan % hidrolisis pada lipase Kecambah Biji Wijen dengan <i>Rhizopus oryzae</i>	35
Gambar 4.2	Perbandingan % hidrolisis pada lipase Kecambah Biji Wijen dengan <i>Candida rugosa</i>	36
Gambar 4.3	Konsentrasi FFA Hasil Analisis GC pada minyak murni	37
Gambar 4.4	Konsentrasi FFA Hasil Analisis GC pada Supernatan Kecambah	38
Gambar 4.5	Konsentrasi FFA Hasil Analisis GC pada Ekstrak Kecambah Biji Wijen	40

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Komposisi Trigliserida Dalam Minyak Kelapa Sawit	8
Tabel 2.2 Komposisi Trigliserida Dalam Minyak Kelapa Sawit	8
Tabel 2.3 Jenis biokatalis dan produk yang dihasilkan	15
Tabel 2.4 <i>State of The Art</i> Pemanfaatan Biokatalis Alam Penghasil Lipase	25
Tabel 4.1 Data Konsentrasi Asam Lemak pada Sampel Minyak Murni	37
Tabel 4.2 Data Konsentrasi Asam Lemak pada Sampel Supernatan	38
Tabel 4.3 Data Konsentrasi Asam Lemak pada Sampel Ekstrak Kecambah	39

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Produk pengolahan CPO di Indonesia yang memiliki nilai ekonomis, masih terbatas pada minyak goreng dan produk-produk oleokimia, seperti asam lemak, *fatty alcohol*, sabun, metal ester, dan stearin. Dewasa ini, surfaktan atau *emulsifier* umumnya disintesis dari minyak bumi maupun minyak hewani. Untuk dapat bersifat sebagai *emulsifier*, trigliserida diubah menjadi monogliserida dan digliserida. Dengan reaksi hidrolisis, trigliserida dipecah menjadi gliserol dan asam lemak bebas. Kondisi reaksi hidrolisis memegang peranan penting dalam pembuatan *emulsifier* karena reaksi ini merupakan tahapan awal.

Asam lemak yang diperoleh dari minyak sawit lewat proses hidrolisis akan memiliki komposisi asam lemak yang sama dengan komposisi asam lemak pada minyak sawit. Salah satu parameter yang harus dianalisa pada asam lemak hasil hidrolisa minyak sawit adalah bilangan penyabunan ($SV = \text{SAPONIFICATION EQUIVALENT}$). Tingkat keberhasilan proses hidrolisa baru dapat ditentukan jika bilangan asam ($AV = \text{Acid Value}$) dari asam lemak yang dihasilkan telah ditentukan (Ritonga, 2004).

Proses ester sintesis metil oleat dari asam lemak dan alkohol dapat dilakukan dengan menggunakan katalis kimia (Canoira *et al.*, 2006) maupun biokatalis lipase (Kaidea *et al.*, 2000). Sintesis metil ester secara enzimatik dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, antara lain suhu, konsentrasi enzim, rasio molar substrat dan pH. Reaksi terjadi pada permukaan bidang antar fase (fase minyak dan alkohol) dalam sistem yang menggunakan pelarut ataupun tanpa pelarut (Hui, 1996).

Lipase sebagai katalis untuk esterifikasi dapat diperoleh dari spesies mikrobial ataupun tanaman. Saat ini sudah tersedia banyak lipase mikrobial komersial yang dapat langsung dipergunakan, namun umumnya lipase mikrobial ini memiliki harga yang relatif mahal. Upaya mencari lipase yang murah telah dilakukan oleh banyak peneliti. Salah satu sumber lipase yang potensial

dikembangkan adalah bahan tumbuhan seperti dedak padi, getah pepaya, serta kecambah biji-bijian. Lipase pada tumbuhan tersebut memegang peranan dalam menghidrolisis cadangan minyak atau lemak untuk persediaan energi dan rangka karbon yang dibutuhkan untuk pertumbuhan embrio (Mukherjee, 1994).

Beberapa penelitian baik di Indonesia maupun dunia telah membuktikan bahwa lipase tumbuhan merupakan biokatalis yang potensial untuk proses modifikasi minyak dan lemak. Chusnul H., dkk (2008) meneliti kondisi optimum proses esterifikasi asam oleat dengan metanol dengan metode RSM (Respon Surface Methodology) menggunakan biokatalis biji jarak pagar. Lutfi S. (2007) meneliti aktifitas hidrolisis dan esterifikasi lipase ekstrak kecambah biji wijen (*Sesamum indicum L.*) menggunakan metode RSM. Aprilina P. (2008) melakukan penelitian proses esterifikasi minyak dedak padi dengan pelarut metanol untuk pembuatan biodiesel. Jenny E. (2002) meneliti pemanfaatan dedak padi sebagai biokatalis dalam sintesis minyak sawit kaya asam lemak n-3 melalui reaksi asidolisis enzimatis dengan GC (Gas Chromatography). Foglia dan Vileneuve (1997) telah membuktikan bahwa lipase getah pepaya dapat digunakan pada sintesis lipid terstruktur berenergi rendah. Lipase dari *rapeseed* juga telah digunakan untuk sintesis minyak kaya asam γ -linoleat dari minyak *evening primrose* (Mukherjee, 1994), serta memiliki aktivitas yang tinggi pada proses esterifikasi dan interesterifikasi (Jachmanian and Mukherjee, 1996)

Pada penelitian kali ini, penulis akan melakukan hidrolisis minyak kelapa sawit menggunakan enzim lipase yang berasal dari kecambah biji wijen.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, maka dapat dikemukakan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Seberapa besar pengaruh kecambah biji wijen dalam menghidrolisis minyak kelapa sawit?
2. Seberapa besar % hidrolisis yang dihasilkan dari penambahan kecambah biji wijen dalam menghidrolisis minyak kelapa sawit?

3. Seberapa besar konsentrasi yang dihasilkan dalam hidrolisis minyak sawit dari penambahan kecambah biji wijen?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Mengetahui berapa konsentrasi yang dihasilkan dalam hidrolisis minyak kelapa sawit, baik dengan supernatan maupun kecambah biji wijen.
2. Menentukan % hidrolisis dari minyak kelapa sawit
3. Mengetahui sejauh mana aktivitas enzim lipase yang berasal dari kecambah biji wijen.
4. Membandingkan % hidrolisis antara penggunaan kecambah biji wijen dengan enzim lipase dari mikrobial.

1.4. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, yang menjadi batasan masalah adalah:

1. Jenis enzim yang digunakan berasal dari kecambah biji wijen.
2. Metode yang dipakai yaitu metode hidrolisis.
3. Uji aktivitas enzim lipase dilakukan pada reaktor batch.
4. Substrat yang digunakan yaitu minyak kelapa sawit.

1.5. Sistematika Penulisan

Skripsi yang berjudul “**Pemanfaatan Biomassa Kecambah Biji Wijen Sebagai Sumber Lipase Untuk Hidrolisis Minyak Sawit**” ini pembahasannya akan dibagi menjadi lima bab. Hal tersebut dimaksudkan agar dapat lebih mudah memahami hasil penelitian ini secara lebih sistematis. Kelima bab yang telah tersebut diatas dapat dirinci sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang prinsip dasar ilmu yang berkaitan dengan penelitian, dimana akan dibahas mengenai reaksi hidrolisis, jenis biomassa yang digunakan, serta *state of the art* dari penelitian yang dilakukan.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini memberi gambaran tentang diagram alir penelitian, prosedur dan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian, seperti preparasi enzim, mekanisme reaksi hidrolisis, perhitungan serta analisa % hidrolisis.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan mengenai hasil yang diperoleh menggunakan data-data hasil penelitian, antara lain kondisi optimum reaksi hidrolisis, konversi optimum yang dihasilkan dari kecambah biji wijen serta analisa GC.

BAB V : KESIMPULAN

Bab ini berisi tentang inti dari tujuan dilakukannya penelitian, yang meliputi data-data hasil reaksi hidrolisis dan kesimpulan-kesimpulan yang diambil berdasarkan hasil pengamatan dari data-data tersebut.

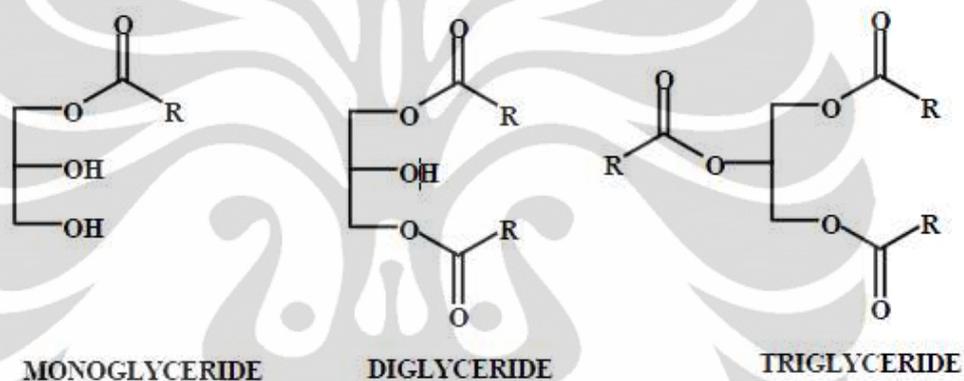
DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN**

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Trigliserida

Trigliserida adalah triester dari gliserol dengan asam lemak, yaitu asam karboksilat beratom karbon 6 s/d 30. Trigliserida banyak dikandung dalam minyak dan lemak, merupakan komponen terbesar penyusun minyak nabati. Selain trigliserida, terdapat juga monogliserida dan digliserida. Struktur molekul dari ketiga macam gliserid tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.1. Struktur molekul monogliserida, digliserida, dan trigliserida

2.1.1 Sumber Trigliserida

Sumber – sumber trigliserida terdapat pada jarak pagar, biji alpukat, minyak kelapa sawit, dan berbagai sumber lainnya.

2.1.1.1 Minyak Kelapa Sawit

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas unggulan yang memberikan kontribusi penting pada pembangunan ekonomi Indonesia, khususnya pada pembangunan agroindustri. Perkebunan kelapa sawit Indonesia pada tahun 2007 dengan luas 6,78 hektar, memproduksi CPO sebesar 17,37 juta ton. Devisa yang didapat dari ekspor minyak kelapa sawit dan produk turunannya pada tahun 2007 mencapai US\$ 6,2 miliar (Apriyantono 2008). Selain itu minyak sawit juga mempunyai beberapa sifat yang bermanfaat, seperti stabilitas terhadap

oksidasi dan termal yang tinggi, serta plastisitas pada suhu ruang yaitu cenderung mengandung trigliserida bertitik leleh tinggi (dengan kandungan lemak padat relatif lebih rendah pada suhu 10 °C) (Lida *et al.* 2002).

Minyak kelapa sawit (Crude Palm Oil) adalah salah satu jenis trigliserida yang banyak digunakan sebagai bahan baku pembuatan gliserin dan asam lemak, disamping minyak inti sawit (Crude Palm Kernel Oil), minyak kelapa kopra (Crude Coconut Oil).

Masing-masing trigliserida tersebut diatas memiliki spesifikasi yang berbeda-beda dan dapat dipilih sebagai bahan baku sesuai dengan produk asam lemak yang ingin dihasilkan dari proses hidrolisa. Kualitas minyak sawit tersebut diatas harus tetap dipertahankan, karena perubahan pada kualitas tersebut dapat menyebabkan menurunnya kualitas asam lemak dan gliserin yang dihasilkan dari proses hidrolisa atau splitting atau pemasakan asam lemak dan gliserin dari trigliserida minyak sawit.

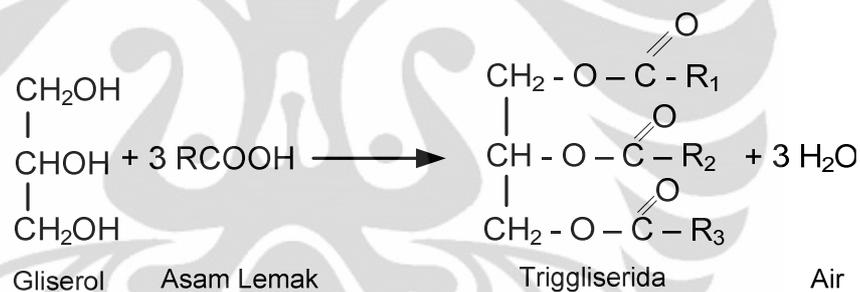
Salah satu parameter keberhasilan proses produksi secara massal atau skala besar, adalah kapasitas produksi disamping kualitas yang baik tentunya. Perubahan kualitas bahan baku minyak sawit, menurut pengalaman selama bertahun-tahun ternyata berpengaruh pada kapasitas produksi asam lemak dan gliserin. Berdasarkan pengalaman tersebut diatas, amatlah penting menjaga kualitas bahan baku minyak sawit dan seleksi penerimaan bahan baku agar sesuai dengan spesifikasinya. Pengaruh perubahan bahan baku minyak sawit terhadap proses hidrolisa serta kualitas produknya akan lebih jelas pada bab selanjutnya.

Minyak kelapa sawit diperoleh dari pengolahan buah kelapa sawit (*Elaeis guineensis* JACQ}. Secara garis besar buah kelapa sawit terdiri dari serabut buah (pericarp) dan inti (kernel). Serabut buah kelapa sawit terdiri dari tiga lapis yaitu lapisan luar atau kulit buah yang disebut pericarp, lapisan sebelah dalam disebut mesocarp atau pulp dan lapisan paling dalam disebut endocarp. Inti kelapa sawit terdiri dari lapisan kulit biji (testa), endosperm dan embrio. Mesocarp mengandung kadar minyak rata-rata sebanyak 56%, inti (kernel) mengandung minyak sebesar 44%, dan endocarp tidak mengandung minyak. Minyak kelapa sawit seperti umumnya minyak nabati lainnya adalah merupakan senyawa yang

tidak larut dalam air, sedangkan komponen penyusunnya yang utama adalah trigliserida dan nontrigliserida.

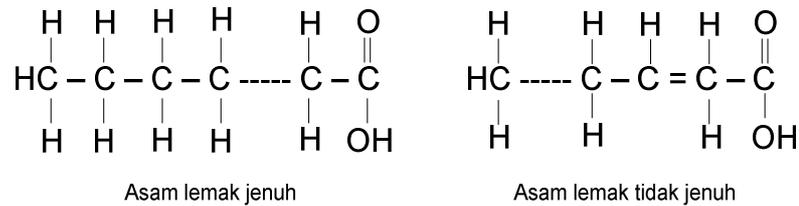
Umumnya minyak kelapa sawit yang dihasilkan dari perkebunan adalah minyak kelapa sawit kasar (*crude palm oil*), yang merupakan hasil ekstraksi dari bagian mesokarp buah sawit. Sedangkan minyak inti sawit diperoleh dengan cara mengekstrak inti kelapa sawit (*palm kernel oil*). Minyak sawit yang berasal dari minyak sawit kasar terdiri dari minyak, sedikit air, dan serat halus. Minyak tersebut belum digunakan langsung sebagai bahan pangan maupun non pangan karena perlu dilakukan proses pengolahan lanjutan (Ketaren 2005).

Seperti halnya lemak dan minyak lainnya, minyak kelapa sawit terdiri atas trigliserida yang merupakan ester dari gliserol dengan tiga molekul asam lemak menurut reaksi sebagai berikut :



Gambar 2.2. Struktur trigliserida pada minyak kelapa sawit

Bila $R_1 = R_2 = R_3$ atau ketiga asam lemak penyusunnya sama maka trigliserida ini disebut trigliserida sederhana, dan apabila salah satu atau lebih asam lemak penyusunnya tidak sama maka disebut trigliserida campuran. Asam lemak merupakan rantai hidrokarbon; yang setiap atom karbonnya mengikat satu atau dua atom hidrogen ; kecuali atom karbon terminal mengikat tiga atom hidrogen, sedangkan atom karbon terminal lainnya mengikat gugus karboksil. Asam lemak yang pada rantai hidrokarbonnya terdapat ikatan rangkap disebut asam lemak tidak jenuh, dan apabila tidak terdapat ikatan rangkap pada rantai hidrokarbonnya karbonnya disebut dengan asam lemak jenuh. Secara umum struktur asam lemak dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.3. Struktur molekul asam lemak jenuh dan asam lemak tidak jenuh

Minyak kelapa Sawit adalah lemak semi padat yang mempunyai komposisi yang tetap. Berikut ini adalah tabel dari komposisi trigliserida dan tabel komposisi asam lemak dari minyak kelapa sawit.

Tabel 2.1. Komposisi Trigliserida Dalam Minyak Kelapa Sawit

Trigliserida	Jumlah (%)
Tripalmitin	3 – 5
Dipalmito – Stearine	1 – 3
Oleo – Miristopalmitin	0 – 5
Oleo – Dipalmitin	21 – 43
Oleo- Palmitostearine	10 – 11
Palmito – Diolein	32 – 48
Stearo – Diolein	0 – 6
Linoleo - Diolein	3 – 12

Tabel 2.2. Komposisi Trigliserida Dalam Minyak Kelapa Sawit

Asam Lemak	Jumlah (%)
Asam Kaprilat	-
Asam kaproat	-
Asam Miristat	1,1 – 2,5
Asam Palmitat	40 – 46
Asam Stearat	3,6 – 4,7
Asam Oleat	30 – 45

Asam Laurat	-
Asam Linoleat	7 – 11

Banyak juga aplikasi minyak kelapa sawit sebagai produk baru yang berbahan dasar oleokimia. Pada industri pangan digunakan monogliserida dalam emulsi produk pangan seperti margarin, *spreads* dan *salad dressing*, trigliserida berantai sedang dari *palm kernel oil* (PKO) untuk industri kosmetik, makanan kesehatan dan balita, pembungkus makanan, pelumas dan agrokimia. Kemudian surfaktan yang diturunkan dari oleokimia berbahan dasar minyak sawit yang dapat digunakan sebagai *inert ingredient* dalam formulasi pestisida, agen pendispersi, *emulsifier*, pelarut, *carrier* dan *diluents* (Basiron dan Weng 2004).

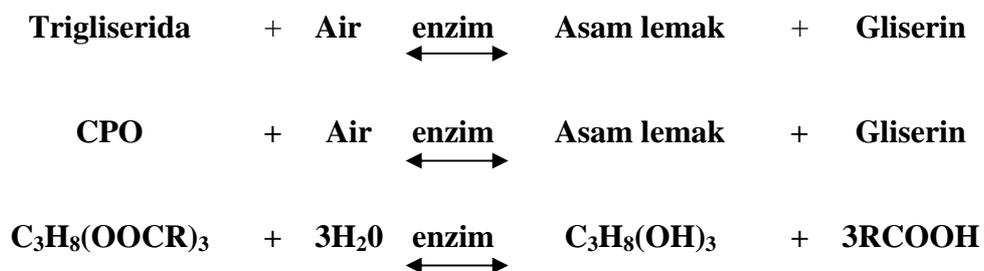
2.2 Hidrolisis Minyak Sawit

2.2.1 Hidrolisis Alami

Secara alami minyak sawit mengandung air yang tidak dapat dipisahkan. Jumlah kandungan air pada minyak dapat menambah karena pengolahan minyak sawit itu sendiri serta pada saat penyimpanan. Kenaikan kandungan air pada saat penyimpanan disebabkan oleh udara limbah dan kebocoran coil pemanas pada tangki penyimpan.

Secara alami hidrolisis minyak sawit terjadi karena dipacu oleh enzim lipase yang dibantu oleh sinar matahari pada kondisi atmosfer.

Reaksi hidrolisis minyak sawit terjadi sama dengan reaksi hidrolisis yang umum pada trigliserida sebagai berikut:



Gambar 2.4. Reaksi Hidrolisis Secara Umum

Reaksi inilah salah satu penyebab perubahan kualitas minyak sawit selama pengolahan dan penyimpanan. Reaksi ini menyebabkan asam lemak bebas dan digliserida serta monogliserida pada minyak akan berubah banyak.

Reaksi hidrolisis diatas berlangsung sangat lambat, tetapi dapat mengubah kualitas produk hidrolisis. Karena reaksinya yang sangat lambat, hidrolisis dengan bantuan enzim diatas dapat dipakai untuk produksi massal asam lemak dan gliserin serta turunannya.

2.2.2 Kondisi Operasi Hidrolisis

Kondisi operasi hidrolisis minyak sawit berbeda dengan hidrolisis minyak inti sawit, minyak kelapa kopra dan RBD Ps. Tetapi berkisar pada suhu 250 - 260°C dan tekanan berkisar 54 - 56 BAR.

Pemakaian air pada hidrolisis minyak tetap pada prinsip berlebihan dari reaksi stokiometrinya, seperti halnya yang dikembangkan oleh Lurgi GmbH. Hal yang sangat penting diperhatikan adalah perbandingan jumlah, pemakaian air terhadap minyak sawit adalah 0,8B. Perubahan terhadap kualitas minyak sawit yang dipakai menyebabkan perbandingan jumlah pemakaian air terhadap pemakaian minyak sawit akan berubah pula. Penurunan bilangan asam akan menyebabkan perbandingan tersebut akan bertambah.

2.2.3 Kualitas Asam Lemak

Asam lemak yang diperoleh dari minyak sawit lewat proses hidrolisis akan memiliki komposisi asam lemak yang sama dengan komposisi asam lemak pada minyak sawit. Salah satu parameter yang harus dianalisa pada asam lemak hasil hidrolisis minyak sawit adalah bilangan penyabunan (SV = SAPONIFICATION EQUIVALENT). Bilangan penyabunan asam lemak yang normal berada pada kisaran 205-207 mgKOH/g.

Tingkat keberhasilan proses hidrolisis baru dapat ditentukan jika bilangan asam dari asam lemak yang dihasilkan telah ditentukan. Bilangan asam (AV = Acid Value) asam lemak hasil hidrolisis minyak sawit berada pada kisaran 200-

206 mgKOH/g. Kedua parameter diatas sangat tergantung pada bilangan penyabunan serta bilangan asam bahan baku minyak sawit. Tingkat keberhasilan hidrolisis minyak sawit yang baik adalah 98% minimum. Tingkat konversi hidrolisis dinyatakan sebagai "SPLITTING DEGREE (SD)" dengan hubungan sebagai berikut :

$$SD = \frac{AV}{SV} \times 100\% \quad \dots\dots 1)$$

Perbandingan bilangan asam dengan bilangan penyabunan pacta formula di atas harus dari asam lemak hasil hidrolisis. Dalam hidrolisis minyak sawit adalah sangat penting memonitor bilangan asam dan penyabunan secara berkala dan berkesinambungan agar kualitas produk hidrolisis dan kesinambungan proses dapat dijaga dan dikendalikan dengan baik.

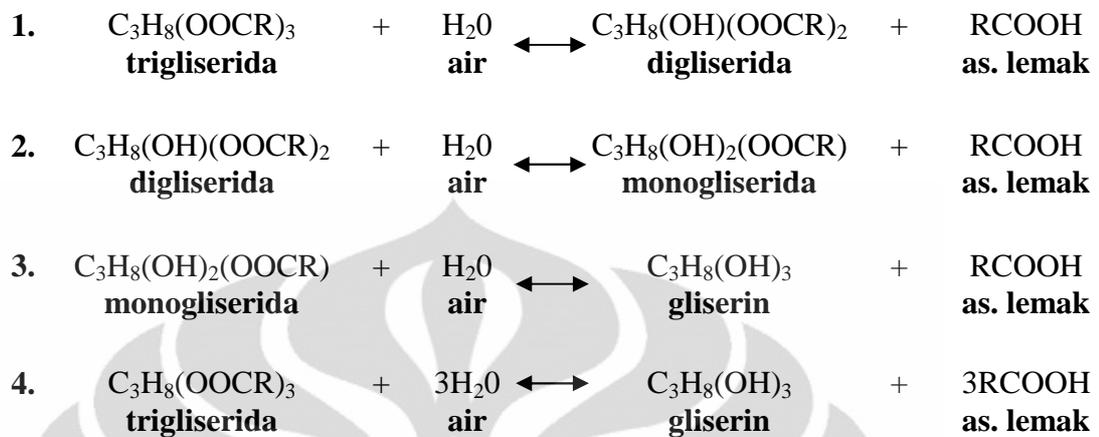
2.2.4 Kualitas Gliserin

Mutu gliserin yang dihasilkan dari hidrolisis minyak sawit berkadar 12% dan memiliki pH berkisar 4-5. Rendahnya pH gliserin ini disebabkan asam lemak terlarut dalam jumlah yang sedikit pada gliserin. Asam lemak dapat terlarut pada gliserin pada suhu dan tekanan proses hidrolisis.

Dalam industri oleokimia, gliserin yang dihasilkan dari hidrolisis trigliserida disebut glyserine water (air gliserin). Air gliserin ini masih mengandung bahan-bahan seperti trigliserida, digliserida, monogliserida berkisar 2% serta asam lemak yang terlarut pada saat hidrolisa minyak dilakukan. Dalam pengolahan air gliserin bahan-bahan tersebut diatas harus dipisahkan bagi pemurnian gliserin.

2.2.5 Mekanisme Hidrolisis

Hidrolisis minyak sawit tidak berlangsung seperti reaksi yang dikemukakan pada sub pokok bahasan 2.2.1, akan tetapi lebih kompleks dari reaksi tersebut. Reaksi tersebut berlangsung dalam 3 tahapan reaksi sampai seluruh konversi minyak sawit sebesar 98% menjadi asam lemak dan gliserin.



Gambar 2.5. Tahapan Reaksi Hidrolisis Minyak Sawit

Ketiga tahap reaksi diatas tidak berlangsung 100%, sehingga tetap saja trigliserida, digliserida, monogliserida yang tetap terdapat pada gliserin yang dihasilkan. Digliserida dan monogliserida membentuk emulsi pada gliserin water dan trigliserida sedikit terapung pada bagian atas air gliserin yang dihasilkan.

Dalam prakteknya hidrolisis minyak sawit menggunakan air berlebih dari reaksi stokiometri yang dibutuhkan pada splitter yang dioperasikan secara *counter current* (berlawanan arah). Air yang dipakai dimasukkan dari atas splitter dan minyak sawit yang dipakai dimasukkan dari bawah splitter pada tekanan tinggi sekitar 54-56 BAR.

Air pada proses hidrolisis ini disamping berguna untuk mengkonversikan minyak sawit menjadi asam lemak dan gliserin, juga untuk memisahkan asam lemak dan gliserin secara berkesinambungan dari splitter berdasarkan perbedaan berat jenis antara asam lemak dan gliserin. Dengan kelebihan air pada proses hidrolisis, minyak sawit tetap dalam keseimbangan dan berkesinambungan. Karena air gliserin memiliki densitas lebih besar dari densitas asam lemak, maka air gliserin dikeluarkan dari bawah splitter dan asam lemak dari atas splitter.

2.2.6 Dinamika Hidrolisis

Hidrolisis minyak sawit harus tetap dalam keadaan kesetimbangan dan berkesinambungan. Artinya bilangan asam asam lemak harus berkisar 200-206

mgKOH/g (sesuai kualitas minyak sawit) dan kadar air gliserin harus berkisar 12% berat. Kedua parameter ini merupakan parameter yang optimum bagi hidrolisa minyak sawit. Perubahan yang menonjol dari kedua parameter diatas menunjukkan bahwa proses hidrolisis tidak dalam keadaan setimbang dan harus diupayakan kembali pada keadaan optimumnya. Jika tidak hidrolisis tidak akan berlangsung dengan baik.

Keadaan tidak setimbang hanya dan akan diperoleh pada awal reaksi hidrolisis sebagai upaya mendapatkan kondisi optimum atau setimbang dan berkesinambungan. Keadaan tidak setimbang dapat terjadi karena:

- a. Suhu splitter melewati suhu kisarannya.
- b. Jumlah pemakaian air terlalu kecil.
- c. Jumlah pemakaian minyak sawit terlalu besar.
- d. Temperatur air terlalu besar ($>90^{\circ}\text{C}$).

Untuk pengendalian kualitas (asam lemak) pada saat awal hidrolisis, adalah sangat baik jika sampel asam lemak yang representatif diambil tiap 2 jam sekali, sampai diperoleh kesetimbangan pada reaksi hidrolisis minyak sawit.

Mengacu kepada diagram diatas, pada keadaan awal reaksi hidrolisis asam lemak yang terbentuk masih sedikit. Dengan bertambahnya waktu asam lemak yang terbentuk akan semakin banyak sampai akhirnya mencapai sekitar 98%, setelah hidrolisis berjalan selama 8 jam.

Dalam prakteknya waktu 8 jam merupakan saat yang tepat untuk meyakinkan kesetimbangan hidrolisis minyak sawit telah tercapai. Tentu saja semua kondisi operasi yang diperlukan harus sesuai dengan kisarannya.

Dengan tetap mengacu kepada diagram diatas, adalah tidak mungkin mencapai kesetimbangan hidrolisis minyak sawit pada satu, dua atau tiga jam pertama, akan tetapi tingkat konversi pada saat ini naik dengan sangat tajam sampai selama 4 jam waktu hidrolisis dan hampir mencapai kesetimbangan hidrolisis minyak sawit. Bilangan asam dari asam lemak pada periode ini meningkat dengan sangat tajam.

Pada saat hidrolisis telah berlangsung selama 5 jam, konversi minyak sawit menjadi asam lemak mencapai hampir 95%. Dalam pengendalian dan

pengawasan, bilangan asam dari asam lemak akan meningkat dari waktu sebelumnya. Kenaikan bilangan asam relatif sedikit selama 3 jam berikut sampai 8 jam waktu hidrolisis.

Berdasarkan diagram diatas, diagram diatas mengajarkan kepada kita dinamika hidrolisis minyak sawit, sehingga dapat dilakukan:

- a. Pengawasan bilangan asam pada saat kesetimbangan.
- b. Penjadwalan pengawasan bilangan asam dari asam lemak sebelum kesetimbangan.
- c. Waktu untuk memperoleh kesetimbangan hidrolisis.

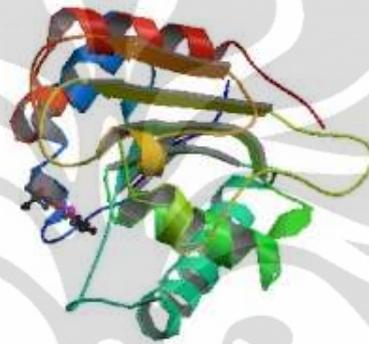
Keadaan setimbang pada hidrolisis minyak sawit ditandai oleh bilangan asam (AV) asam lemak berada pada 200-206 (tergantung bilangan penyabunan minyak sawit) dan kadar air gliserin sekitar 12% berat. Penyimpangan terhadap kedua parameter ini menandai menurunnya tingkat derajat hidrolisis minyak sawit pada splitter.

2.3 Lipase

Lipase (*asilgliserol; triasil gliserol hidrolase; gliserol ester hidrolase*) merupakan enzim yang tersebar yang mengkatalisis hidrolisis lemak dan minyak (enzim yang mampu memecah lemak). Lipase merupakan enzim yang dapat diproduksi oleh beberapa mikroorganisme diantaranya yaitu bakteri dan jamur. Meningkatnya ketertarikan terhadap lipase karena enzim ini dapat digunakan sebagai katalis dalam hidrolisis untuk mensintesis ester asam lemak. Aktivase lipase terjadi di permukaan air-lemak, yang merupakan karakteristik struktural yang unik dari kelas enzim ini. Lipase menjadi unit oligopeptida heliks yang melindungi *active site* sehingga disebut pada interaksi dengan permukaan *hidrofobik* seperti droplet lemak, memungkinkan pergerakan seperti dalam jalan untuk membuka *active site* untuk substrat.

Active site biasanya dikarakterkan dengan senyawa triad serin, histidin, dan aspartat, kompleks enzim asli menjadi perantara penting dalam mengkatalisis reaksi lipase. Sebagai tambahan dalam fungsi biologisnya pada bakteri, jamur,

tumbuhan dan hewan tingkat tinggi, lipase digunakan dalam sejumlah proses industri seperti minyak dan lemak, detergen, roti, pembuatan keju, pembersih permukaan kulit dan proses pembuatan kertas. Selain itu, lipase merupakan enzim yang paling sering digunakan dalam sintesis organik, mengkatalis kemo-, regio- dan atau hidrolisis stereoselektif ester asam karboksilat atau reaksi balik pelarut organik.



Gambar 2.6. Struktur Lipase (Marno, Septian, 2008)

Enzim mikroorganisme yang banyak digunakan dalam industri umumnya adalah enzim ekstraselular, karena lebih mudah diisolasi dibandingkan enzim intraselular (Marno, Septian, 2008). Berikut ini adalah jenis biokatalis, reaksi dan produk yang dihasilkan.

Tabel 2.3. Jenis biokatalis dan produk yang dihasilkan

Biokatalis	Reaksi	Produk	Referensi
<i>Chromobacterium viscosum</i>	Transesterifikasi	Metil ester	Yen Yu et al (1998)
<i>Pseudomonas flouresence</i>	Transesterifikasi	Metil ester	Iso Mamoru <i>et al</i> (2001)
<i>P.cepacia</i>	Transesterifikasi	Metil ester	Iso Mamoru <i>et al</i> (2001)
<i>Mucor javanicus</i>	Transesterifikasi	Metil ester	Iso Mamoru <i>et al</i> (2001)
<i>Rhizopus niveus</i>	Transesterifikasi	Metil ester	Iso Mamoru <i>et al</i> (2001)
<i>Candida antartica</i>	Transesterifikasi	Metil ester	Watanabe Tomi <i>et al</i> (2002)
<i>Candida cylindracea</i>	Transesterifikasi	Metil ester	Deng Li <i>et al</i> (2003)

<i>Rhizopus arrhizus</i>	Transesterifikasi	Metil ester	Deng Li <i>et al</i> (2003)
<i>Rhizopus usamii</i>	Transesterifikasi	Metil ester	Deng Li <i>et al</i> (2003)
<i>Porcine pancreatic</i>	Transesterifikasi	Metil ester	Desai .PD <i>et al</i> (2006)
<i>Novozym 435</i>	Transesterifikasi	Metil ester	Du Wei <i>et al</i> (2004)
<i>Rhizopus oryzae</i>	Transesterifikasi	Metil ester	Zeng Jing <i>et al</i> (2006)
<i>Candida sp</i>	Transesterifikasi	Metil ester	Nie Kaili <i>et al</i> (2006)
<i>Lipozyme TL IM</i>	Transesterifikasi	Metil ester	Wang Li <i>et al</i> (2006)

Lipase mempunyai beberapa kelebihan bila dibandingkan dengan katalis lain. Lipase mempunyai spesififikasi dan stereoselektivitas reaksi relatif tinggi, sangat stabil pada pelarut organik. Bull *et al.* (1999) menambahkan bahwa lipase mempunyai sifat lebih ramah lingkungan bila dibandingkan dengan katalis lainnya, terutama katalis logam toksik. Lipase mempunyai peranan penting dalam mewujudkan proses dan produk industri yang ramah lingkungan.

Lipase merupakan enzim yang memiliki peran yang penting dalam bioteknologi modern. Banyak industri yang telah mengaplikasikan penggunaan enzim sebagai biokatalis. Lipase terkenal memiliki aktivitas yang tinggi dalam reaksi hidrolisis dan dalam kimia sintesis. Lipase dapat berperan sebagai biokatalis untuk reaksi reaksi hidrolisis, esterifikasi, alkoholisis, asidolisis and aminolisis. *Candida* dan *Rhizopus* yang merupakan organism yang paling sering dipakai sebagai sumber sintesis penghasil lipase (Pandey, dkk, 1999). Enzim lipase yang diamati berasal dari sekresi mikroba *Rhizopus oryzae*, yaitu lipase yang bereaksi secara spesifik memutus rantai *fatty acid* trigliserol pada posisi sn-1 dan sn-3, sering disebut dengan lipase spesifik regio 1,3 (Valley research, 2007).

Harga lipase komersial biasanya sangat tinggi karena proses produksinya yang sulit dan memakan waktu. Selain itu, dalam proses reaksi enzimatik, lipase tidak dapat digunakan kembali lagi karena terlarut dalam media reaksi (Kirk, *et. Al.* , 2002). Hal ini menyebabkan biaya reaksi yang dikatalisis lipase menjadi meningkat. Perlu adanya penelitian tentang teknik menggunakan kembali lipase, salah satunya adalah teknik reaksi immobilisasi dengan bantuan *support* sebagai media pembantu yang dapat menahan enzim dalam struktur molekulnya.

diharapkan enzim dapat digunakan kembali sehingga biaya produksi reaksi enzimatik dapat ditekan (*Scragg, A H*).

Lipase yang dimanfaatkan dalam bioteknologi industri banyak diproduksi dari bakteri termofilik. Hal ini karena enzim yang dihasilkan oleh bakteri termofilik bersifat tahan panas (termostabil). Enzim tersebut sering disebut termozim. Termozim selain mempunyai termostabilitas tinggi juga mampu mempertahankan stabilitas serta aktivitasnya, baik pada pH ekstrim maupun pada agen denaturasi lain, sehingga dapat digunakan untuk menggantikan enzim mesofilik dan katalis lain dalam beberapa proses industri.

2.3.1 Klasifikasi Lipase

Lipase yang diisolasi dari mikroba dapat digolongkan menjadi tiga kelompok. Kelompok tersebut antara lain (Marno, Septian. 2008):

1. Lipase yang menghidrolisis triasilgliserol (TAG) secara acak terhadap posisi lemak pada triasilgliserol menjadi asam lemak. Kelompok mikroba tersebut antara lain *Candida sp.* dan *Pseudomonas sp.* enzim dapat menghidrolisis ikatan ester secara sempurna, menghasilkan asam lemak bebas dan gliserol.
2. Lipase yang menghidrolisis spesifik pada posisi 1 dan 3 dari triasilgliserol. Contoh mikroba penghasil tersebut adalah *A. niger* dan *M. miehei* produk yang dihasilkan berupa asam lemak bebas, 1,2-diasilgliserol, dan 2-monoasilgliserol.
3. Lipase yang menghidrolisis secara spesifik asam lemak tertentu dari triasilgliserol. Contoh mikroba penghasil lipase tersebut adalah *G. candidum* yang mempunyai spesifitas terhadap asam lemak rantai panjang.

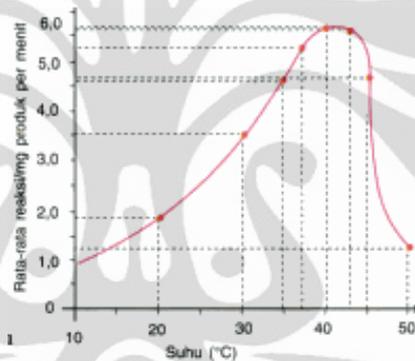
2.3.2 Faktor yang Mempengaruhi Aktivitas Lipase

Aktivitas enzim adalah besarnya kemampuan enzim dalam mempercepat reaksi penguraian sumber karbon (Marno, Septian. 2008). Aktivitas enzim dinyatakan dalam unit per mL menit di mana 1 unit aktivitas enzim didefinisikan sebagai jumlah yang menyebabkan perubahan 1 μmol sumber karbon atau 1

μmol produk yang dihasilkan per menit pada kondisi tertentu. Jadi, satu unit aktivitas enzim lipase didefinisikan sebagai jumlah enzim yang dibutuhkan untuk menghidrolisis 1 μmol ikatan per menit pada kondisi pengujian tertentu. Aktivitas biokatalis dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut:

1. Suhu

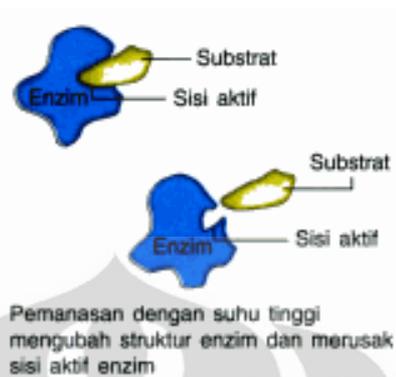
Pada suhu yang lebih tinggi kecepatan molekul substrat meningkat, sehingga pada saat bertumbukkan dengan enzim, energi molekul substrat berkurang. Hal ini memudahkan terikatnya molekul substrat pada sisi aktif enzim (biokatalis). Aktivitas enzim meningkat dengan meningkatnya suhu sampai pada titik tertentu.



Gambar 2.7. Suhu optimum biokatalis

Pada kurva di atas dapat dilihat bahwa suhu optimum reaksi yang dikatalisis enzim adalah 40 °C. Di atas suhu tersebut, produk yang dihasilkan menurun. Peningkatan suhu di atas suhu optimum menyebabkan putusannya ikatan hidrogen dan ikatan lain yang merangkai molekul enzim, sehingga enzim mengalami denaturasi.

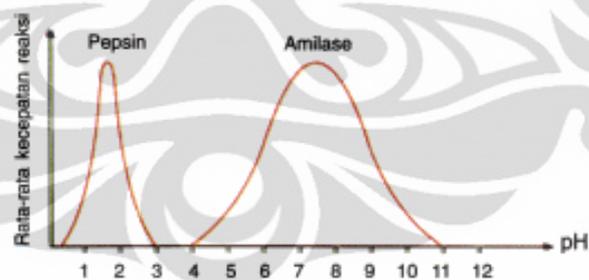
Denaturasi adalah rusaknya bentuk tiga dimensi enzim yang menyebabkan enzim tidak dapat lagi berikatan dengan substratnya. Denaturasi menyebabkan aktivitas enzim menurun atau hilang. Denaturasi umumnya bersifat *irreversible* (tidak dapat kembali). Namun, enzim-enzim yang langka seperti RNAase dapat mengalami denaturasi setelah mengalami denaturasi. Renaturasi adalah kembalinya bentuk enzim yang rusak ke bentuk sebelum rusak.



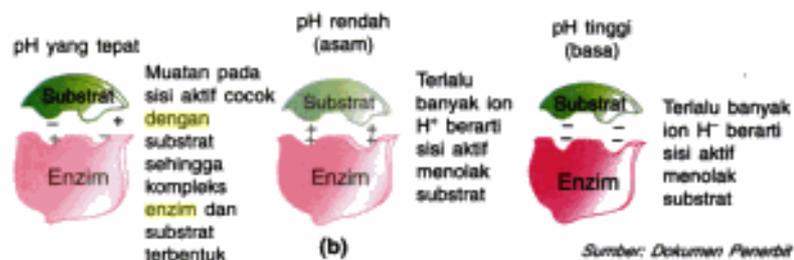
Gambar 2.8. Denaturasi enzim

2. pH (Derajat Keasaman)

Derajat keasaman (pH) juga mempengaruhi aktivitas enzim. Perubahan kondisi asam dan basa di sekitar molekul enzim mempengaruhi bentuk tiga dimensi enzim dan dapat menyebabkan denaturasi enzim. Setiap enzim memiliki pH optimum. Sebagai contoh, pepsin (enzim yang bekerja di dalam lambung) memiliki pH optimum sekitar 2 (sangat asam), sedangkan amilase (enzim yang bekerja di mulut dan usus halus) memiliki pH optimum sekitar 7,5 (agak basa). Gambar dibawah ini menunjukkan pH optimum dari biokatalis.



Gambar 2.9. pH optimum beberapa jenis enzim



Gambar 2.10. Pengaruh pH terhadap kerja enzim

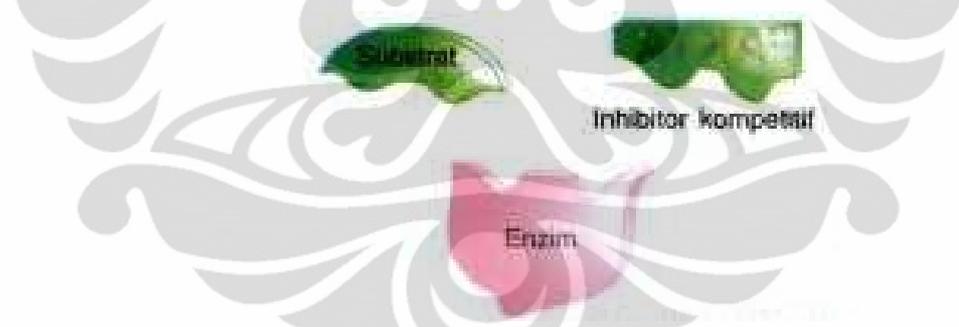
3. Aktivator

Aktivator merupakan molekul yang mempermudah ikatan antara enzim dengan substratnya. Contoh aktivator adalah ion klorida yang berperan dalam aktivitas amilase dalam saliva.

4. Inhibitor

Inhibitor merupakan suatu molekul yang menghambat ikatan enzim dengan substratnya. Contoh inhibitor adalah ion sianida. Ion sianida menutupi sisi aktif enzim yang terlibat dalam respirasi. Inhibitor terhadap reaksi enzimatik dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis. Berdasarkan sifat kinetiknya inhibitor dibagi menjadi dua jenis yaitu inhibitor kompetitif dan inhibitor non-kompetitif.

Inhibitor kompetitif adalah molekul penghambat yang cara kerjanya bersaing dengan substrat untuk mendapatkan sisi aktif enzim. Contohnya sianida bersaing dengan oksigen untuk mendapatkan hemoglobin dalam rantai respirasi terakhir. Inhibitor kompetitif dapat diatasi dengan cara penambahan konsentrasi substrat.



Gambar 2.11. Inhibitor kompetitif

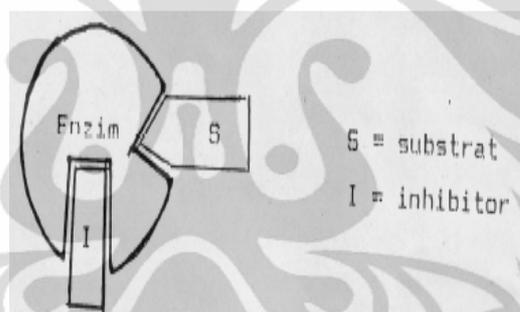
Inhibitor non-kompetitif adalah molekul penghambat enzim yang bekerja dengan cara melekatkan diri pada luar sisi aktif, sehingga bentuk enzim berubah dan sisi aktif tidak dapat berfungsi. Inhibitor ini tidak dapat dipengaruhi oleh konsentrasi substrat.



Gambar 2.12. Inhibitor non-kompetitif

Kemudian berdasarkan sifat ikatan enzim-inhibitor dibagi menjadi dua jenis yaitu inhibitor reversibel dan inhibitor irreversibel.

Inhibitor reversibel dapat berikatan dengan enzim bebas maupun kompleks enzim substrat, terikat pada tempat yang berbeda dengan pengikatan substrat dan dapat menurunkan kadar enzim yang aktif.



Gambar 2.13. Inhibitor reversibel

Inhibitor irreversibel dapat berikatan dengan enzim secara irreversibel dan dapat merubah konformasi enzim atau *active site*, sehingga enzim menjadi inaktif.

5. Konsentrasi Enzim

Konsentrasi enzim juga mempengaruhi kecepatan reaksi. Semakin besar konsentrasi enzim semakin cepat pula reaksi yang berlangsung. Dengan kata lain, konsentrasi enzim berbanding lurus dengan kecepatan reaksi.

Sisi aktif suatu enzim dapat digunakan berulang kali oleh banyak substrat. Substrat yang berikatan dengan sisi aktif enzim akan membentuk produk. Pelepasan produk menyebabkan sisi aktif enzim bebas untuk berikatan dengan substrat yang lainnya. Oleh karenanya hanya dibutuhkan sejumlah kecil enzim untuk mengkatalis sejumlah besar substrat.



Gambar 2.14. Pengaruh konsentrasi enzim terhadap kecepatan reaksi

6. Konsentrasi Substrat

Bila jumlah enzim dalam keadaan tetap, kecepatan reaksi akan meningkat dengan adanya peningkatan konsentrasi substrat. Namun, pada saat sisi aktif semua enzim bekerja, penambahan substrat tidak dapat meningkatkan kecepatan reaksi enzim lebih lanjut. Kondisi ini disebut konsentrasi substrat pada titik jenuh atau disebut dengan kecepatan reaksi telah mencapai maksimum (V_{Max}).



Gambar 2.15. Pengaruh konsentrasi substrat terhadap kecepatan reaksi

2.4. Biomassa Alam

Seperti yang telah dijelaskan pada Bab I, upaya mencari lipase yang murah telah dilakukan oleh banyak peneliti. Salah satu sumber lipase yang potensial dikembangkan adalah menggunakan biomassa alam dari bahan tumbuhan, seperti dedak padi, getah pepaya, serta kecambah biji-bijian. Berikut akan dijelaskan mengenai biomassa kecambah biji wijen.

2.4.1 Biji Wijen (*Sesamum indicum*)

Wijen (*Sesamum indicum L.*) merupakan komoditas pertanian yang sangat potensial sebagai penghasil minyak nabati yang dibutuhkan dalam industri kosmetik, farmasi, makanan, dan lain-lain. Wijen mendapat julukan *The Queen of Oil Seeds Crops*, yang mencerminkan bahwa biji wijen memiliki kandungan gizi yang tinggi dan berdampak positif bagi konsumennya (Handajani, 2006). Pengembangan wijen pada ekologi yang sesuai harus mendapatkan dukungan dari berbagai pihak. Berbagai argumen tersebut memperbesar peluang wijen untuk mendominasi pasar dengan berbagai potensi yang dimilikinya. Salah satu pemanfaatan wijen adalah dapat membantu mempercepat reaksi esterifikasi-enzimatis karena biji wijen banyak mengandung enzim lipase (Suhendra, L., dkk, 2006).

Menurut Hastuti, dkk (1983) biji wijen (*Sesamum indicum*) adalah jenis sereal dengan biji yang berwarna coklat mengkilap, banyak digunakan sebagai sumber minyak nabati. Di samping mengandung lemak yang tinggi (51,1%), biji wijen juga mempunyai kandungan protein yang cukup tinggi (19,3%). Bila lemak biji wijen dihilangkan sebagian, maka kandungan proteinnya akan meningkat. Dalam 100 gr biji wijen mengandung kadar air sebesar 12% dan protein sebesar 19,3 gr (Daftar Komposisi Zat Gizi Pangan Indonesia, 1995).

2.5 State Of The Art

Lipase pada tumbuhan tersebut memegang peranan dalam menghidrolisis cadangan minyak atau lemak untuk persediaan energi dan rangka karbon yang dibutuhkan untuk pertumbuhan embrio (Mukherjee, 1994).

Beberapa penelitian baik di Indonesia maupun di dunia telah membuktikan bahwa lipase tumbuhan merupakan biokatalis yang potensial untuk proses modifikasi minyak dan lemak. Di Indonesia antara lain, Chusnul H., dkk (2008) yang meneliti kondisi optimum proses esterifikasi asam oleat dengan metanol dengan metode RSM (Respon Surface Methodology) menggunakan biokatalis biji jarak pagar. Lutfi S. (2007) meneliti aktifitas hidrolisis dan esterifikasi lipase ekstrak kecambah biji wijen (*Sesamum indicum L.*) menggunakan metode RSM.

Aprilina P. (2008) melakukan penelitian proses esterifikasi minyak dedak padi dengan pelarut metanol untuk pembuatan biodiesel. Jenny E. (2002) yang meneliti pemanfaatan dedak padi sebagai biokatalis dalam sintesis minyak sawit kaya asam lemak n-3 melalui reaksi asidolisis enzimatis dengan GC (Gas Chromatography).

Sementara itu, peneliti di dunia yang telah membuktikan bahwa lipase tumbuhan merupakan biokatalis yang efektif, diantaranya Foglia dan Vileneuve (1997) telah membuktikan bahwa lipase getah pepaya dapat digunakan pada sintesis lipid terstruktur berenergi rendah. Lipase dari *rapeseed* juga telah digunakan untuk sintesis minyak kaya asam γ -linoleat dari minyak *evening primrose* (Mukherjee, 1994), serta memiliki aktivitas yang tinggi pada proses esterifikasi dan interesterifikasi (Jachmanian and Mukherjee, 1996).

Pada penelitian kali ini, penulis akan melakukan hidrolisis minyak kelapa sawit menggunakan biokatalis enzim lipase yang berasal dari kecambah biji wijen. Untuk menentukan % hidrolisis yang dihasilkan, digunakan metode titrasi menggunakan NaOH sebagai titar. Sedangkan analisa yang lainnya digunakan GC untuk melihat konsentrasi asam lemak bebas yang terbentuk setelah reaksi hidrolisis.

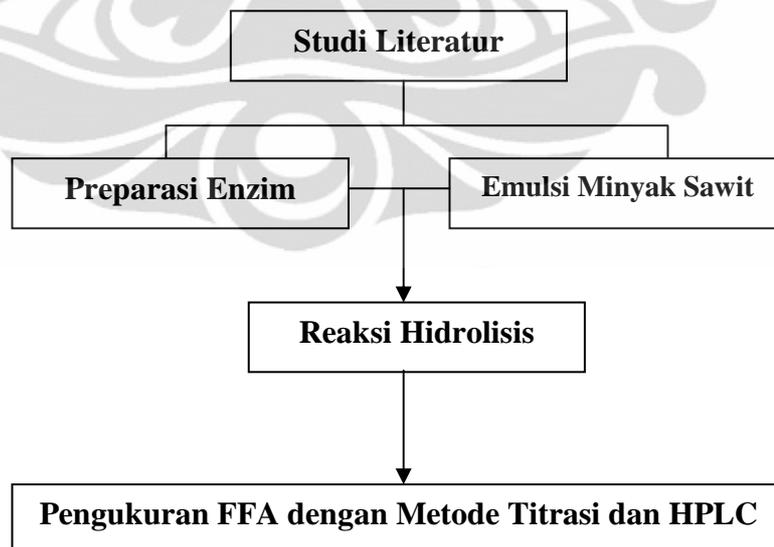
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini akan dibahas alur proses penelitian, peralatan dan bahan yang digunakan selama penelitian, variabel penelitian, dan prosedur penelitian. Penelitian dilakukan di Laboratorium Bioproses Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia. Sedangkan untuk analisa HPLC, dilakukan di Laboratorium Balai Besar Pascapanen, Cimanggu, Bogor.

3.1 Alur Penelitian

Inti pekerjaan dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Preparasi enzim lipase yang berasal dari biomassa alam antara lain, dedak padi, biji wijen dan biji jarak pagar
2. Preparasi minyak goreng.
3. Reaksi Hidrolisis yang dilakukan dalam *waterbath shaker*.
4. Pengukuran hasil reaksi dengan metode titrasi.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2. Alat dan Bahan

Peralatan dan bahan yang digunakan selama penelitian adalah sebagai berikut:

3.2.1. Alat Analisis

Metode analisis yang dipakai dalam penelitian ini adalah :

- Metode Titrasi dengan menggunakan Buret.
- GC (Gas Chromatography)

3.2.2. Alat dan Bahan Percobaan

➤ Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Biomassa biji wijen (diperoleh dari pasar tradisional).
- Minyak kelapa sawit yang diperoleh dari supermarket.



- Poly vinyl alkohol (PVA), diperoleh dari Bratachem



- Larutan fungisida



- Buffer Fosfat pH 7, indikator pp, NaOH, larutan sukrosa, larutan EDTA, larutan KCl, larutan MgCl₂, larutan KOH, aquadest.

- Peralatan yang digunakan pada percobaan ini adalah sebagai berikut:
- 1) Erlenmeyer sebagai tempat reaksi.
 - 2) *Beaker glass* sebagai tempat bahan penelitian.
 - 3) Gelas ukur untuk mengukur volume bahan yang dibutuhkan.
 - 4) Pipet ukur untuk mengambil volume bahan yang dibutuhkan secara kuantitatif.
 - 5) *Magnetic stirrer* untuk melarutkan enzim.
 - 6) *Syringe auto transfepette* digunakan untuk mengambil sampel berukuran micron.
 - 7) *Waterbath shaker* digunakan sebagai alat pemanas untuk memberikan sumber panas bagi reaksi yang terjadi di dalam labu Erlenmeyer sebagai reaktor batch, dan *shaker* menghomogenkan sampel dengan cara menggoyangkan kekiri dan kekanan.
 - 8) GC digunakan untuk menganalisa asam lemak yang terbentuk.

3.3. Prosedur Percobaan

Pada bagian ini akan diuraikan tahap-tahap yang sebelumnya telah digambarkan pada diagram alir penelitian.

3.3.1 Preparasi Enzim Biji Wijen

- Perkecambahan Biji



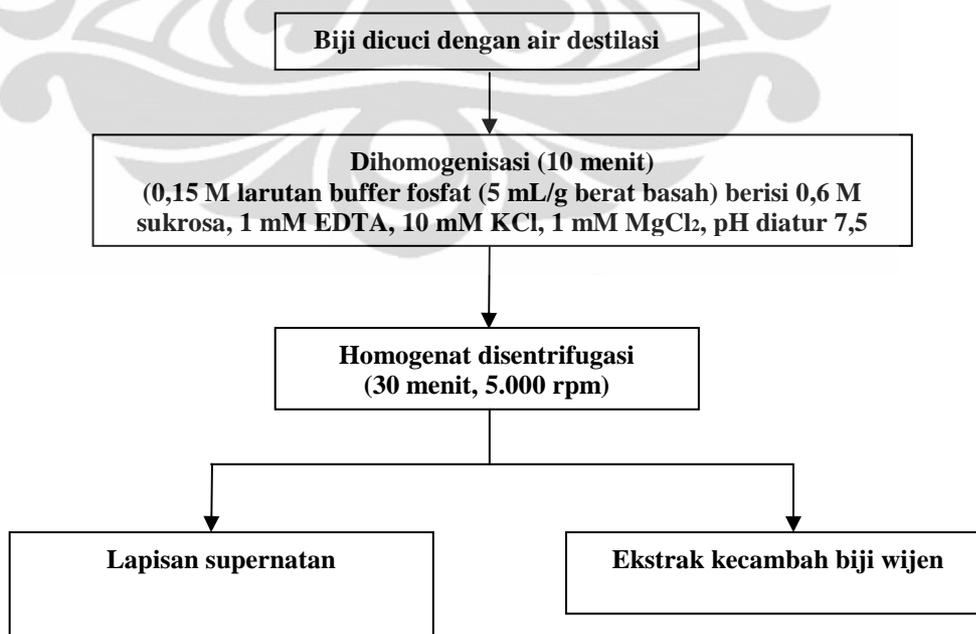
Gambar 3.2 Diagram Alir Preparasi Kecambah Biji Wijen

Perkecambahan biji dilakukan dengan metode Abigor dkk. (2002) yang telah dimodifikasi. Biji direndam dalam larutan fungisida (1 ml/l air destilasi) selama 10 menit. Biji dihamparkan di atas lembaran kertas dalam nampan yang berisi pasir steril pada suhu kamar (30 °C). Hari pertama perkecambahan dianggap sebagai hari pertama perkecambahan.



Gambar 3.3 a) Gambar biji wijen sebelum dikecambah, b) Biji Wijen yang telah dikecambah

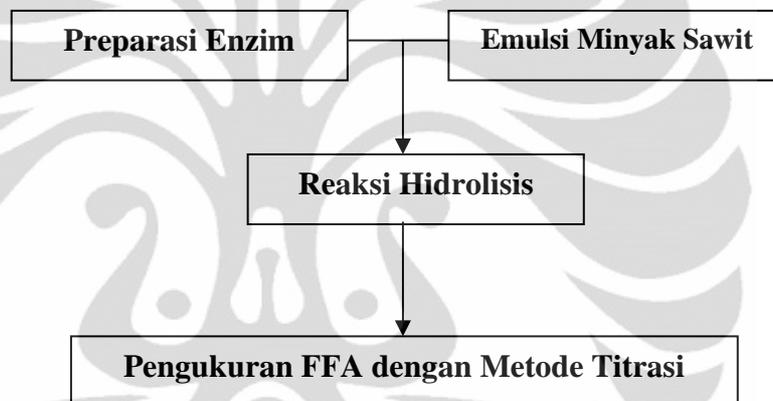
3.3.2 Preparasi Ekstrud Biji Wijen setelah Perkecambahan



Gambar 3.4 Diagram Alir Preparasi Ekstrud Biji Wijen setelah Perkecambahan

Preparasi enzim dilakukan menurut cara Abigor dkk. (2002) yang telah dimodifikasi. Biji dicuci dengan air destilasi dan dihomogenisasi selama 10 menit dalam 0,15 M larutan buffer fosfat (5 mL/g berat basah) yang berisi 0,6 M sukrosa, 1 mM EDTA, 10 mM KCl, 1 mM MgCl₂, sedangkan pH diatur 7,5 dengan KOH. Homogenat disentrifugasi selama 30 menit pada 5.000 rpm. Lapisan supernatan dan ekstrak kecambah digunakan untuk pengujian aktivitas hidrolisis.

3.3.3 Prosedur Umum Reaksi Hidrolisis



Gambar 3.5 Diagram Alir Reaksi Hidrolisis

- Dalam Erlenmeyer, baik supernatan maupun ekstrak kecambah (120 mg) dilarutkan dalam 4 mL buffer Phosphate (0.1 M, pH 7.5), lalu distirer (800 rpm) selama 30 menit untuk melarutkan enzim.



Gambar 3.6 Gambar preparasi enzim

- Minyak Sawit sebanyak 10 ml ditambahkan dengan 15 ml air dan 0.3 gram PVA sebagai pengemulsi. Setelah itu ditambahkan larutan, baik larutan supernatan maupun larutan ekstrak kecambah, dan dicampurkan dengan 16 ml buffer phosphate (0.1 M, pH 7.0), dishaker pada 150 rpm, pada suhu 37 °C.



a)



b)

Gambar 3.7 a) Gambar emulsi minyak untuk supernatan, b) emulsi minyak untuk ekstrak kecambah biji wijen



a)



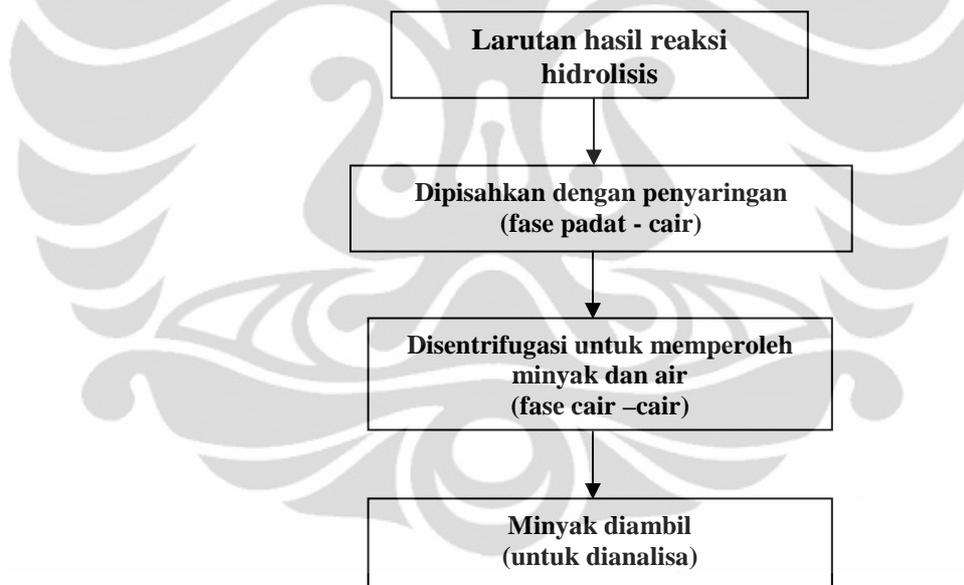
b)

Gambar 3.8 Gambar sampel yang akan direaksikan. a) supernatan, b) ekstrak kecambah biji wijen



Gambar 3.9 Gambar sampel setelah direaksikan. a) supernatan, b) ekstrak kecambah biji wijen

3.3.4 Prosedur Pemisahan Setelah Reaksi Hidrolisis



Gambar 3.10 Diagram Alir Pemisahan sampel setelah reaksi



a)

b)

Gambar 3.11 Gambar sampel saat penyaringan. a) supernatan, b) ekstrak kecambah biji wijen

- Dilakukan *sampling* sebanyak 2 ml minyak, lalu ditambahkan 3 tetes indikator pp dan dititrasi dengan NaOH 0.05 M. Titrasi dilakukan secara triplo (3x).
- Dilakukan juga *sampling* sampel sebanyak 2 mL yang akan digunakan untuk analisa GC, untuk sampel supernatan dan ekstrak kecambah.

3.3.5 Prosedur Analisis Asam Lemak

1. Sampel minyak ditimbang 0.1 – 0.5 gram, lalu ditambahkan NaOH-metanol 50% sebanyak 2 mL.
2. Panaskan selama 15menit dengan suhu 80 °C.
3. Dinginkan, lalu tambahkan 2 mL larutan BF₃, panaskan selama 45 menit dengan suhu 80 °C.
4. Dinginkan kembali, tambahkan larutan Hexana 1 – 2 mL dengan teliti, lalu kocok hingga homogen.
5. Ambil lapisan Hexana.
6. Injek ke GC sebanyak 2 µL.

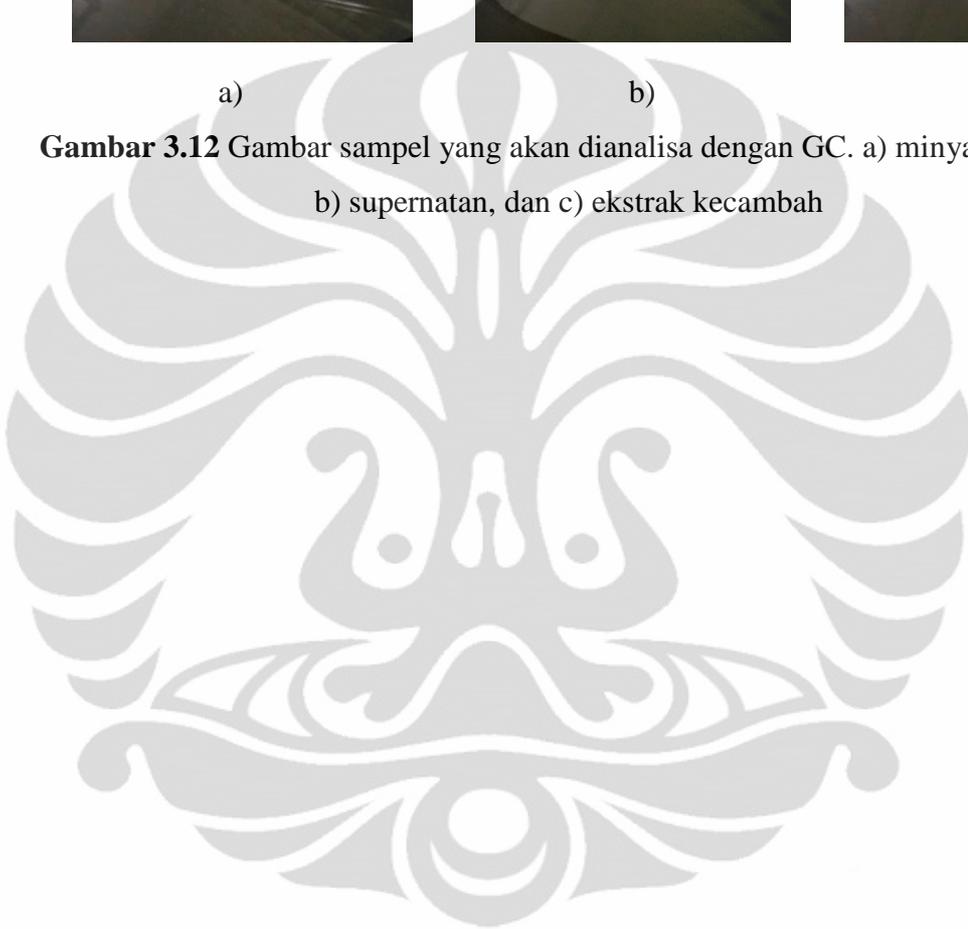


a)

b)

c)

Gambar 3.12 Gambar sampel yang akan dianalisa dengan GC. a) minyak goreng, b) supernatan, dan c) ekstrak kecap



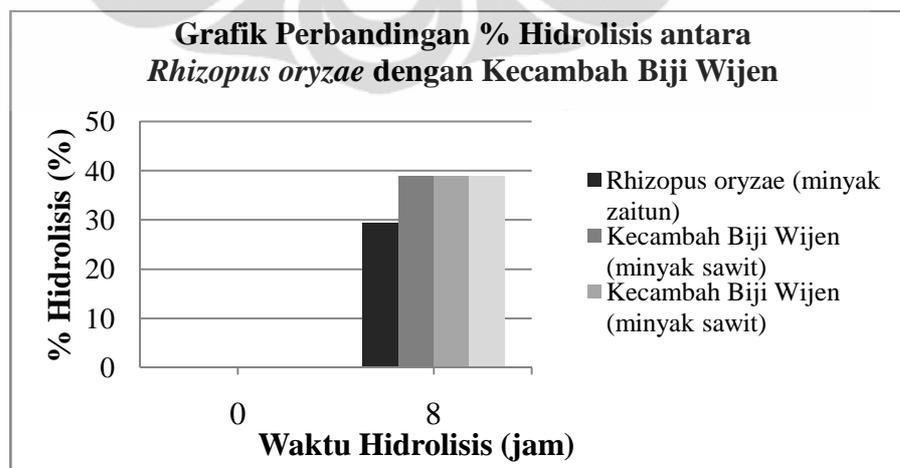
BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

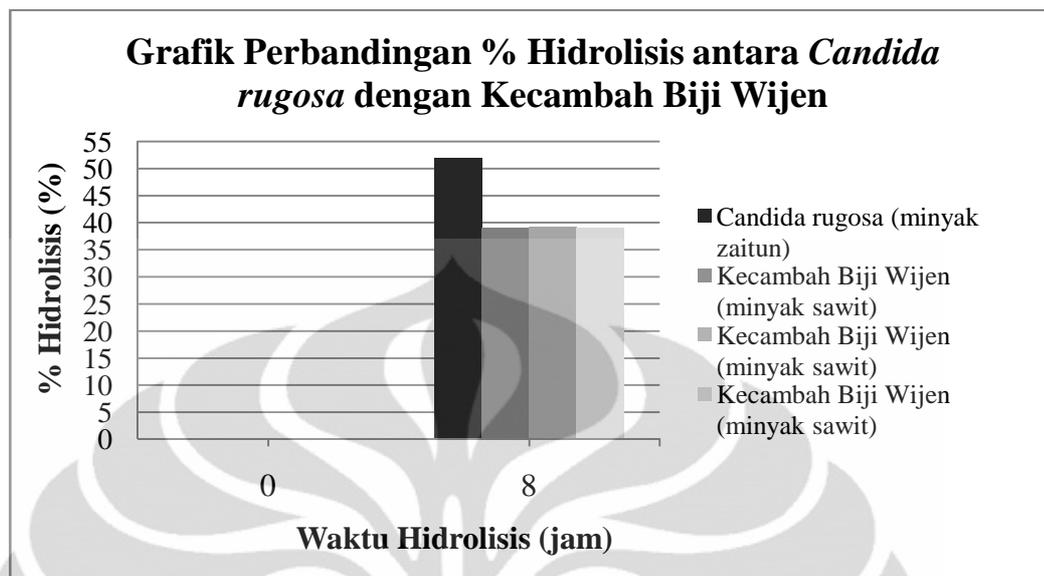
Reaksi Hidrolisis adalah reaksi untuk memecah trigliserida di dalam minyak sawit menjadi asam lemak bebas. Parameter dilakukan dengan melakukan titrasi untuk melihat % hidrolisis yang dihasilkan. Data yang digunakan diperoleh dari beberapa hasil penelitian mengenai reaksi hidrolisis, baik data yang diperoleh dari skripsi yang berasal dari Departemen Teknik Kimia, Universitas Indonesia, maupun hasil yang telah dipublikasikan dalam jurnal.

4.1 Reaksi Hidrolisis Menggunakan Enzim dari Kecambah Biji Wijen

Dari data yang dihasilkan pada reaksi hidrolisis selama 8 jam dengan $T_{\text{hidrolisis}} 37\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan *shaking rate* sebesar 150 rpm, diperoleh konsentrasi FFA setelah dilakukan 3x titrasi yaitu 1.365 mmol, 1.365 mmol, dan 1.36 mmol. Sedangkan mol FFA maksimal teoritis sebesar 3.5 mmol. Sehingga % hidrolisis yang dihasilkan berturut-turut sebesar 39%, 39% dan 38.85%. Kemungkinan konversi yang dihasilkan akan cenderung naik, akan tetapi dalam penelitian ini diharapkan pada jam ke-8, asam lemak bebas yang terbentuk sudah dapat dilihat. Bila waktu hidrolisis diperbesar, hasil konversi akan jauh lebih besar tetapi konversi yang dihasilkan tidak akan jauh berbeda.



Gambar 4.1 Perbandingan % hidrolisis pada lipase Kecambah Biji Wijen dengan *Rhizopus oryzae*
[pH: 7.0, $T_{\text{hidrolisis}}: 37\text{ }^{\circ}\text{C}$, *shaking rate*_{hidrolisis}: 150 rpm]



Gambar 4.2 Perbandingan % hidrolisis pada lipase Kecambah Biji Wijen dengan *Candida rugosa*
 [pH: 7.0, $T_{\text{hidrolisis}}$: 37 °C, $shaking\ rate_{\text{hidrolisis}}$: 150 rpm]

Dari gambar 4.1 dan 4.2 terlihat adanya perbedaan dari hasil % hidrolisis. Dapat dilihat bahwa penggunaan lipase dari *Candida rugosa* jauh lebih tinggi dibandingkan dengan lipase dari *Rhizopus oryzae* maupun lipase yang berasal dari kecambah biji wijen. % hidrolisis pada penggunaan lipase dari *Candida rugosa* sebesar 52%. Namun, pada grafik di atas terlihat bahwa lipase yang berasal dari kecambah biji wijen lebih besar dalam menghasilkan % hidrolisis dibandingkan dengan lipase dari *Rhizopus oryzae*. Hal ini disebabkan karena pada penelitian yang dilakukan, visualisasi yang terjadi pada penggunaan kecambah biji wijen setelah reaksi hidrolisis selesai, kurang jelas terlihat walaupun terbentuk 2 fasa dimana lapisan minyak terdapat pada lapisan atas.

Oleh karena itu, sebelum dilakukan analisis sebaiknya dilakukan proses pemisahan dimana fase padat dipisahkan terlebih dahulu dari fase cairnya. Prosesnya dapat dilakukan dengan penyaringan menggunakan kertas saring. Kemudian fase cair yang berupa minyak juga harus dipisahkan dari air, agar dapat dianalisis baik dengan titrasi atau dengan GC. Pemisahan disini dilakukan dengan sentrifugasi.

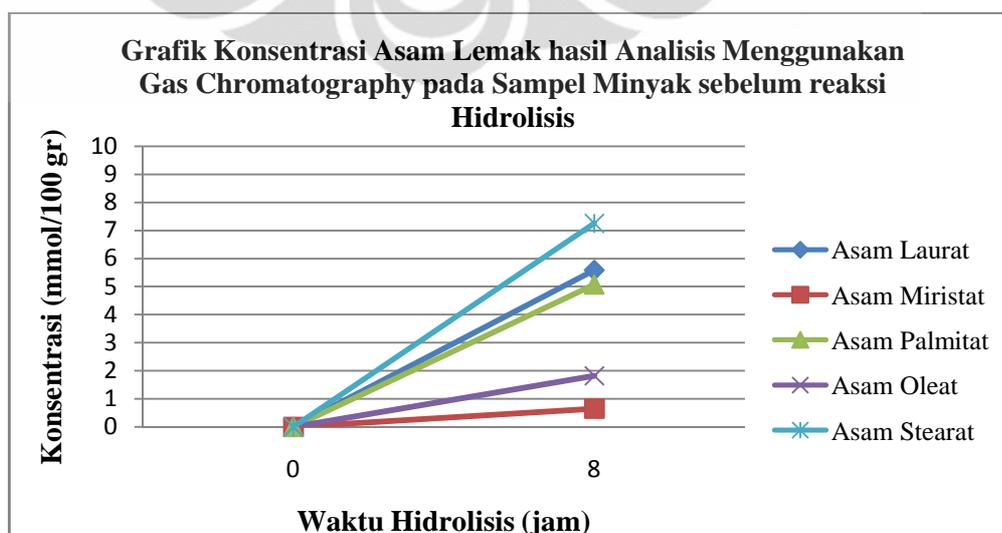
4.2 Analisis GC

4.2.1 Analisis GC Menggunakan Sampel Minyak Murni

Tabel 4.1 Data Konsentrasi Asam Lemak pada Sampel Minyak Murni

Jenis Asam Lemak	Konsentrasi (mmoL/100 gr)	
	0 jam	8 jam
Asam Laurat	0	5.58
Asam Miristat	0	0.644
Asam Palmitat	0	5.074
Asam Oleat	0	1.816
Asam Stearat	0	7.253

Pada tabel di atas terlihat bahwa didalam minyak sawit yang digunakan terdapat beberapa jenis asam lemak bebas yang terkandung didalamnya. Kelima asam lemak yang terlihat, antara lain asam laurat, asam miristat, asam palmitat, asam oleat dan asam stearat. Dari tabel diatas terlihat konsentrasi masing-masing asam lemak bebas dalam satuan mmoL/100 gram sampel. Akan tetapi satuan tersebut adalah satuan yang telah dikonversi dari satuan sebelumnya, yaitu gr/100gr. Satuan ini dapat dilihat pada data keluaran hasil analisis GC (lihat lampiran).



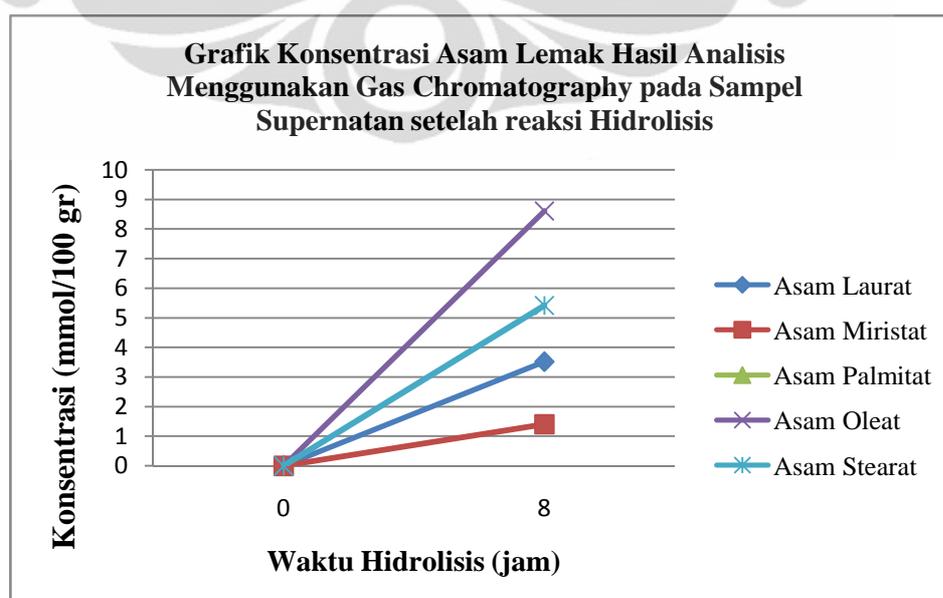
Gambar 4.3 Konsentrasi FFA hasil analisis GC pada minyak murni

Grafik di atas menunjukkan peningkatan konsentrasi asam lemak, baik sebelum dan sesudah reaksi. Konsentrasi yang didapat, diperoleh dari hasil perhitungan dan merupakan konversi dari satuan gr/100 gr menjadi mmol/100 gr, dengan cara membagi satuan gr/100 gr tersebut dengan BM dari masing-masing asam lemak, akan menjadi satuan mol/100 gr. Lalu dengan dikali 1000 maka akan menjadi mmol/100 gr. Hasil ini yang dipakai sebagai konsentrasi dari asam lemak bebas yang terbentuk.

4.2.2 Analisis GC Menggunakan Supernatan Biji Wijen

Tabel 4.2 Data Konsentrasi Asam Lemak pada Sampel Supernatan

Jenis Asam Lemak	Konsentrasi (mmol/100 gr)	
	0 jam	8 jam
Asam Laurat	0	3.515
Asam Miristat	0	1.407
Asam Palmitat	-	-
Asam Oleat	0	8.606
Asam Stearat	0	5.419



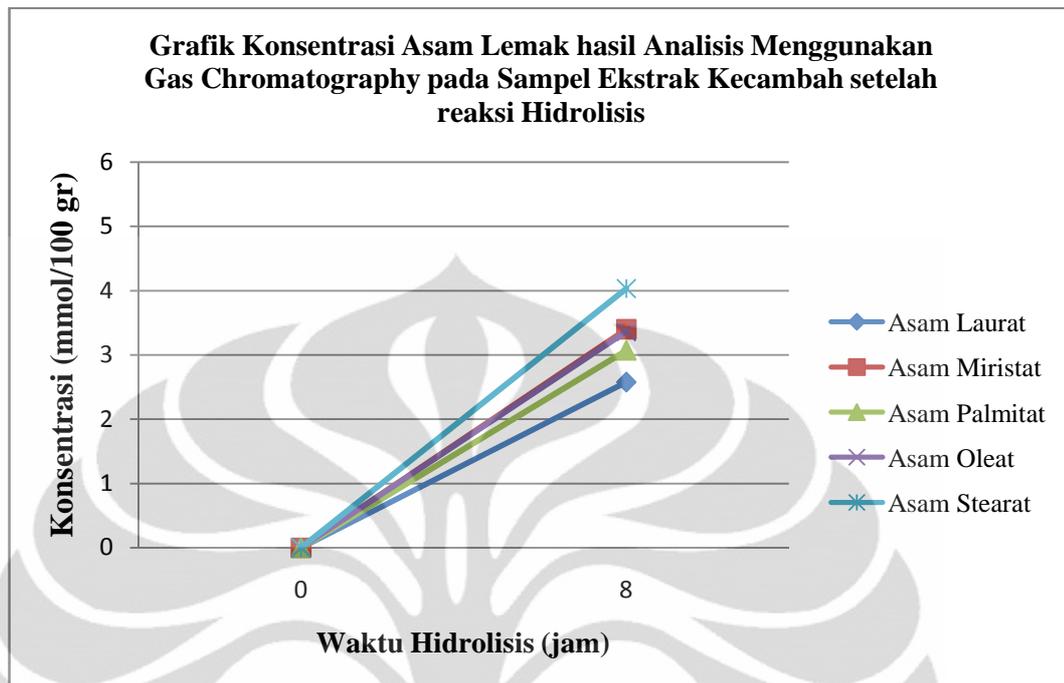
Gambar 4.4 Konsentrasi FFA hasil analisis GC pada Supernatan Kecambah

Berbeda dengan data pada minyak murni, pada sampel supernatan tidak ditemukan kandungan asam palmitat. Hal ini disebabkan tidak terbacanya data waktu pada sampel yang dibandingkan dengan data waktu standar (lihat lampiran). Pembacaan waktu ini didapat dengan cara mencari selisih waktu yang paling dekat antara data pada sampel dengan data pada standar. Oleh karena itu, selain keempat asam yang ada terbentuk, hanya asam palmitat saja yang tidak dapat terdeteksi. Dengan demikian, konsentrasi yang diperoleh pun tidak dapat dicantumkan.

4.2.3 Analisis GC Menggunakan Ekstrak Kecambah Biji Wijen

Tabel 4.3 Data Konsentrasi Asam Lemak pada Sampel Ekstrak Kecambah

Jenis Asam Lemak	Konsentrasi (mmol/100 gr)	
	0 jam	8 jam
Asam Laurat	0	2.575
Asam Miristat	0	3.399
Asam Palmitat	0	3.066
Asam Oleat	0	3.362
Asam Stearat	0	4.032



Gambar 4.5 Konsentrasi FFA Hasil Analisis GC pada Ekstrak Kecambah Biji Wijen

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- ▶ Reaksi Hidrolisis adalah reaksi untuk memecah trigliserida di dalam minyak sawit menjadi asam lemak bebas. Parameter dilakukan dengan melakukan titrasi untuk melihat % hidrolisis yang dihasilkan dari asam lemak yang terbentuk.
- ▶ Konsentrasi FFA yang dihasilkan dari larutan supernatan selama reaksi hidrolisis menggunakan metode titras sebanyak 3 kali (triplo), berturut-turut adalah 1.365 mmol, 1.365 mmol dan 1.36 mmol. Sedangkan konsentrasi yang didapat dari ekstrak kecambah biji wijen berturut-turut sebesar 1.37 mmol, 1.3725 mmol dan 1.37 mmol.
- ▶ % hidrolisis dari minyak sawit dengan menggunakan supernatan berturut-turut adalah 39%, 39% dan 38.85%. Sedangkan % hidrolisis dari minyak sawit dengan menggunakan ekstrak kecambah biji wijen berturut-turut adalah 39.14%, 39.214% dan 39.14%.
- ▶ Aktivitas enzim selama reaksi terlihat mampu memecah trigliserida menjadi asam lemak bebas. Hal ini dapat dilihat dari waktu berlangsungnya reaksi. Semakin lama waktu reaksi, maka aktivitas enzim akan semakin baik karena enzim berada pada suhu yang optimal untuk digunakan sebagai biokatalis.

- ▶ Penggunaan lipase mikrobial jika dibandingkan dengan lipase yang berasal dari kecambah biji wijen dapat dikatakan menghasilkan % hidrolisis yang tidak terlalu jauh. Akan tetapi, dilihat terlebih dahulu berasal dari manakah lipase mikrobial tersebut. Dalam data, terlihat bahwa penggunaan *Candida rugosa* dapat menghasilkan % hidrolisis yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan lipase dari *Rhizopus oryzae* maupun Kecambah Biji Wijen.
- ▶ Hasil analisis menggunakan GC (Gas Chromatography) dapat menghasilkan data berupa peak yang nantinya dapat dihitung konsentrasi asam lemak yang terbentuk (mmoL/100 gr) dengan melihat % area (gr/100 gr) yang ada pada grafik. Asam lemak yang terbentuk pada GC antara lain asam laurat, asam miristat, asam palmitat, asam oleat dan asam stearat.

5.2 Saran

Sebagaimana yang telah dijelaskan, beberapa penelitian baik di Indonesia maupun dunia telah membuktikan bahwa lipase tumbuhan merupakan biokatalis yang potensial untuk proses modifikasi minyak dan lemak. Selain itu, mikrobial juga dapat digunakan sebagai sumber lipase, namun harganya relatif mahal sehingga diperlukan lipase tumbuhan sebagai pengganti. Sebaiknya lipase yang berasal dari tumbuhan ini diperbanyak lagi penggunaannya, karena banyak terdapat kandungan yang tidak diketahui oleh masyarakat awam. Oleh karena itu, peneliti di Indonesia harus mengembangkan apa yang sudah diamati untuk selanjutnya dapat diterapkan kepada khalayak umum.

DAFTAR PUSTAKA

- Abigor, R.D., P.O. Uadia., T.A. Foglia, M.J. Hass, K. Scott and B.J. Savary, 2002. *Partial and properties of lipase from germinating seeds of *Jatropha curcas*, L.* , Journal of the American Oil Chemists' Society 79:1123-1126.
- Ambarwani dan Susilo, J., 2004, 'Pengaruh Penambahan Biji Wijen (*Sesamum indicum*) dan Kecambah Jagung (*Zea mays*) terhadap Kadar Protein Susu Kedelai', *Jurnal Penelitian Sains & Teknologi*, Vol 5, No. 2.
- Foglia, T.A. and P. Villeneuve. 1997. Carica papaya latex lipase-catalysed synthesis of structure triacylglycerols. J. Am. Oil Chem Soc., 74 (11): 1447-1449.
- Giordani, R., A. Moulin and R. Verger 1991. Tributyrilglycerol hydrolase activity in Carica papaya and other latices. Phytochemistry 30: 1069-1072.
- Handajani, Sri., (2006), "Potensi Agribisnis Komoditas Wijen", Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Hastuti, P., 1983, "Pengolahan Hasil Tanaman Serealia dan Palawija", Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.
- Jachmanian, I. and K.D. Mukherjee. 1996. Esterification and interesterification reaction catalyzed by acetone powder from germinating rapeseed. J. Am. Oil Chem Soc., 73 (11): 1527-1532.
- Marno, Septhian, "*Interesterifikasi Minyak Kelapa Sawit dengan Metil Asetat Menggunakan Biokatalis untuk Memproduksi Biodiesel*", Skripsi, Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik UI, Depok 2008.

Pandey, A., Benjamin, S., Soccol, C.R., Nigam, P., Krieger, N. and Soccol, V.T. 1999. *The Realm of Microbial Lipases in Biotechnology. Biotechnol. Appl. Biochem.*, 29, 119-131.

Ritonga, M. Yusuf, 2004. PENGARUH BILANGAN ASAM TERHADAP HIDROLISA MINYAK KELAPA SAWIT. Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.

Scragg, A H. *Biotechnogy for Engineers: Biological Systems in Technological Processes. Chapter 12. Immobilized enzymes and cells.* John willey & sons. New york.

Suhendra, L., *et al.*, (2006), “Aktivitas Hidrolisis dan Esterifikasi Lipase Ekstrak Kecambah Biji Wijen”. Yogyakarta: Jurusan Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian Universitas Gadjah Mada.

Valley research. Fungal lipase 8000 manual. Valley research, Amerika Serikat. 2007.