

**PENGOLAHAN AWAL DAN HIDROLISIS TANDAN KOSONG
KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis*) DENGAN ASAM
KLORIDA PADA PEMBUATAN BIOETANOL.**

SKRIPSI

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



Oleh :
ANGGRIA DWI ARSELES
08071003026

JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2012

S
572.4907

R. 24621/25182

Ang

P

PENGOLAHAN AWAL DAN HIDROLISIS TANDAN KOSONG

2072 KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis*) DENGAN ASAM

KLORIDA PADA PEMBUATAN BIOETANOL

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains

di bidang studi Kimia pada Fakultas MIPA



Oleh :

ANGGRIA DWI ARSELES

08071003026

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2012

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Pengolahan Awal dan Hidrolisis Tandan Kosong Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*) dengan Asam Klorida Pada Pembuatan Bioetanol.

Nama Mahasiswa : Anggria Dwi Arseles

NIM : 08071003026

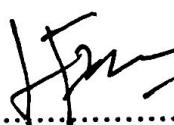
Jurusan : Kimia

Telah disetujui dan disidangkan pada tanggal 13 Februari 2012.

Indralaya, Februari 2012

Pembimbing :

1. Hermansyah, M. Si., Ph. D.

(.....) 

2. Dr. Elfita, M. Si.

(.....) 

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Pengolahan Awal dan Hidrolisis Tandan Kosong Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*) dengan Asam Klorida pada Pembuatan Bioetanol.

Nama Mahasiswa : Anggria Dwi Arseles

NIM : 08071003026

Jurusan : Kimia

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 13 Februari 2012. Dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan masukan panitia sidang ujian skripsi.

Indralaya, Februari 2012

Ketua :

Hermansyah, M. Si., Ph. D.

(.....)

Anggota :

Dr. Elfita, M. Si.

(.....)

Dr. Miksusanti, M. Si.

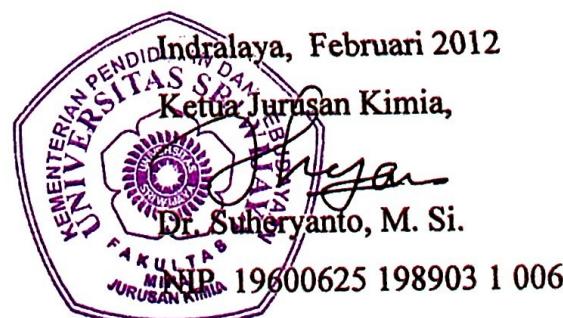
(.....)

Nurlisa Hidayati, M. Si.

(.....)

Fitrya, M. Si., A. Pt.

(.....)



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Anggria Dwi Arseles

NIM : 08071003026

Fakultas/Jurusan : MIPA/KIMIA

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

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

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 2 Februari 2012

Penulis,



Anggria Dwi Arseles

NIM.08071003026

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama Mahasiswa : Anggria Dwi Arseles
NIM : 08071003026
Fakultas/Jurusan : MIPA/KIMIA
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-ekslusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul : “Pengolahan Awal dan Hidrolisis Tandan Kosong Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*) dengan Asam Klorida pada Pembuatan Bioetanol”. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti non-ekslusif ini Universitas Sriwijaya berlaku menyimpan, mengalihmedia/ memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 2 Februari 2012

Yang menyatakan,



Anggria Dwi Arseles

NIM.08071003026

Kata Persembahan

"Dan Allah mengeluarkan kamu dari perut ibumu dalam keadaan tidak mengetahui sesuatupun, dan Dia memberi kamu pendengaran, penglihatan dan hati agar kamu bersyukur"
(QS An Nahl: 78)

Semoga tulisan ini menjadi bagian dari rasa syukur saya pada ALLAH atas semua nikmat yang diberikan-Nya.

"Jika kesulitan menghadang, jadilah seperti air yang terhalang batu. Air akan mencari celah untuk dapat keluar"

"Jangan takut pada pertumbuhan yang lambat, takutlah bila tidak terjadi apa-apa, Bergerak dan berusaha selalu lebih baik daripada diam"

"Jangan malas berusaha karena seorang pemalas adalah orang yang lebih baik menderita karena penderitaan saat ini daripada menderita karena berusaha melepaskan diri dari penderitaan tersebut"

"Tidak ada yang tidak mungkin, selalu ada cara yang membawa pada segala hal, dan jika kita memiliki cukup keinginan, kita akan selalu memiliki cukup kemungkinan. Jika kita mengatakan sesuatu itu tidak mungkin, maka kita hanya sekedar mencari alasan"

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

- Kedua Orang tuaku, Saudara-saudaraku, Keluarga besarku, dan Sahabat-sahabatku
- yang memperhatikan, Mendukung, dan mendoakanaku

- Almamater

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah Penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala berkah, rahmat, dan kasih sayangNya yang selalu dilimpahkan kepada Penulis sehingga penelitian dan penulisan skripsi dengan judul “Pengolahan Awal dan Hidrolisis Tandan Kosong Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*) dengan Asam Klorida pada Pembuatan Bioetanol” dapat diselesaikan dengan baik. Sholawat dan salam selalu tercurah untuk suri tauladan kita nabi Muhammad SAW yang telah berkorban, mendidik, dan membimbing umat ini sehingga cahaya Islam sampai kepada kita.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa selama penelitian hingga selesaiya skripsi ini telah banyak mendapatkan bantuan baik moril dan materil dari berbagai pihak. Maka dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya terutama kepada Ayahanda Asril Ella Idris dan Ibunda Sri Lestari tercinta atas segala do'a, cinta, kasih sayang, perhatian dan dukungan yang tak pernah habis dimakan waktu. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Hermansyah, M. Si., Ph. D. selaku pembimbing I dan Ibu Dr. Elfita, M. Si. selaku pembimbing II atas segala bimbingan, perhatian dan arahan yang telah diberikan selama ini.

Penulis juga menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dekan FMIPA UNSRI
2. Ketua Jurusan Kimia FMIPA UNSRI
3. Bapak Addy Rahmat, S. Si., M. Si. selaku pembimbing akademik
4. Staf Dosen Jurusan Kimia FMIPA UNSRI
5. Staf Analis Jurusan Kimia FMIPA UNSRI

6. Kakakku tersayang (Angga Arseles) dan kedua Adikku tercinta (Ruri Oktria Arseles dan Rafly Fatrea Arseles) atas bantuan, dukungan dan semangatnya
7. Keluarga besarku yang tercinta
8. Sahabat-sahabatku tersayang (Fitri, Rahma, Septa, Widia dan Wiwin) atas segala perhatian, canda tawa, dukungan, kebersamaan, persahabatan dan semua hal yang kalian lakukan untukku
9. Teman seperjuanganku di Laboratorium (Puji, Asep, Gihon, Lestari, mbak Intan, dan mbak Ika) atas kerjasama dan bantuannya
10. Teman-temanku (Ria Sandra, Ria Putri, Ellen, Tary, Utyk, Indah, Ira, Nancy, Irma, Manda, Lely, Bina, Anik, Handy, Eko, Fadil, Rio, Arison, Andre, Jadid) dan seluruh teman angkatan 2007 atas bantuan, persahabatan dan kebersamaanya.
11. Kakak tingkatku (mbak Siska, mbak Yuyun, mbak Uci, mbak Lia, kak Rudi kak Rizal, kak Irmansyah dan kak Vellan) dan adik tingkatku (Desi, Wita, Niken, Dian, Sumirah) dan juga Pak Alam atas dukungan dan bantuannya. Serta semua pihak yang telah membantu penulis secara langsung maupun tidak langsung.
Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang membangun penulis harapkan untuk memperbaiki skripsi ini. Akhirnya Penulis berharap semoga tulisan ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan bagi kita semua.

Indralaya, 2 Februari 2012

Anggria Dwi Arseles

**PRETREATMENT AND HYDROLYSIS EMPTY BUNCHES
PALM OIL (*Elaeis guineensis*) WITH HYDROCHLORIC ACID
ON THE MAKING OF BIOETHANOL**

By :
ANGGRIA DWI ARSELES
08071003026

ABSTRACT

It has done research on the utilization of oil palm empty fruit bunches into ethanol, to increase the value to empty fruit bunches of oil palm which is the palm oil industry waste that has not been used optimally, through the process of pretreatment, hydrolysis, fermentation and distillation. Alcohol levels obtained were measured with alkoholmeter. Pretreatment process is done by soaking the powdered oil palm empty fruit bunches in a solution of hydrochloric acid 0.2% (v/v) so that the lignin content is reduced. Hydrolysis process carried out by the addition of hydrochloric acid 0%, 2%, 5% and 10% (v/v) at a temperature of 100°C for 3 hours to obtain a solution containing glucose. The hydrolysis solution containing a maximum of 17.03% glucose and then fermented in anaerobic condition for 3, 5 and 7 days using pure microbial *Sacharomyces cerevisiae*. From the research results can be concluded that the maximum yield obtained in the fermentation for 5 days with the addition of hydrochloric acid concentration of 10% (v / v) ethanol content and yield ethanol of 22% and 20.67%.

Keywords: *Elaeis guineensis*, Pretreatment, hydrolysis, fermentation, hydrochloric acid, bioethanol

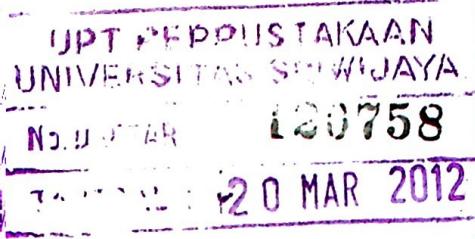
**PENGOLAHAN AWAL DAN HIDROLISIS TANDAN KOSONG KELAPA
SAWIT (*Elaeis guineensis*) DENGAN ASAM KLORIDA
PADA PEMBUATAN BIOETANOL**

Oleh:
ANGGRIA DWI ARSELES
08071003026

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit menjadi etanol, untuk meningkatkan nilai guna tandan kosong kelapa sawit yang merupakan limbah industri minyak kelapa sawit yang belum dimanfaatkan secara optimal, melalui proses *pretreatment*, hidrolisis, fermentasi dan destilasi. Kadar alkohol yang didapat diukur dengan alkoholmeter. Proses *pretreatment* dilakukan dengan merendam serbuk tandan kosong kelapa sawit pada larutan asam klorida 0,2% (v/v) sehingga kadar lignin berkurang. Proses hidrolisis dilakukan dengan penambahan asam klorida 0%, 2%, 5% dan 10% (v/v) pada suhu 100°C selama 3 jam hingga didapat larutan yang mengandung glukosa. Larutan hasil hidrolisis yang mengandung glukosa maksimum sebesar 17,03% kemudian difermentasikan dalam keadaan anaerob selama 3, 5 dan 7 hari menggunakan mikroba *Sacharomyces cerevisiae* murni. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa hasil maksimum diperoleh pada fermentasi selama 5 hari dengan penambahan konsentrasi asam klorida 10% (v/v) menghasilkan kadar etanol dan rendemen etanol sebesar 22% dan 20,67%.

Kata kunci : *Elaeis guineensis*, Pengolahan awal, hidrolisis, fermentasi, asam klorida, bioetanol



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PEPRNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRACT	ix
ABSTRAK	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Kelapa sawit (<i>Elaeis guineensis</i>)	4
2.1.1 Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS).....	4
2.2 Pembuatan Bioetanol	5
2.2.1 Pengertian Bioetanol	5
2.2.2 Pembuatan Bioetanol Berbahan Baku Lignoselulosa	6
2.2.2.1 Pengertian Lignoselulos	6

2.2.2.2 Komponen Lignoselulosa	8
a. Selulosa	8
b. Hemiselulosa.....	9
c. Lignin.....	10
2.2.2.3 Enzim-enzim Pendegradasi Lignoselulosa	11
a. Selulase	11
b. Hemiselulase.....	11
c. Enzim Pendegradasi Lignin	12
2.2.3 Pembuatan Bioetanol dari Tandan Kosong Kelapa Sawit	12
2.3 Proses Pembuatan Bioetanol dari Tandan Kosong Kelapa Sawit	13
2.3.1 Proses Pretreatment	13
2.3.2 Proses Hidrolisis.....	16
2.3.2.1 Hidrolisis Asam	16
2.3.3 Proses Fermentasi.....	17
2.3.4 Proses Destilasi atau Pemurnian Etanol	21
2.3.5 Identifikasi Kadar Alkohol dengan Alkoholmeter	22
 BAB III METODOLOGI.....	23
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	23
3.2 Alat dan Bahan.....	23
3.2.1 Alat.....	23
3.2.2 Bahan.....	23
3.3 Metode Penelitian.....	24
3.3.1 Preparasi dari Sampel.....	24
3.3.2 Proses Pretreatment.....	24
• Analisis Kadar Lignin Menggunakan Metode Kappa	25
3.3.3 Proses Hidrolisis.....	26
1) Hidrolisis dengan Asam Klorida (HCl).....	26
2) Analisis Kadar Glukosa Menggunakan Metode Luff Schoorl.....	26
3.3.4 Proses Fermentasi.....	27

1) Pembiakan <i>Sacaromyces cereviseae</i>	27
2) Pembuatan Starter untuk Fermentasi.....	28
3) Pembuatan Media untuk Fermentasi	28
4) Fermentasi	28
3.3.5 Proses Destilasi atau Pemurnian	29
3.3.6 Penentuan Kadar Alkohol dengan Alkoholmeter	29
1) Kalibrasi Alat Alkoholmeter	29
2) Pengukuran Kadar Alkohol dengan Alkoholmeter	29
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Analisis Kadar Lignin setelah <i>Pretreatment</i> menggunakan Metode Kappa	30
4.2 Kadar Glukosa setelah dihidrolisis dengan Asam Klorida (HCl) ..	31
4.3 Pengaruh Konsentrasi Asam terhadap Parameter yang diamati ..	33
4.3.1 Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap Kadar Glukosa Sisa Fermentasi.....	35
4.3.2 Derajat Keasaman (pH) Produk akhir Fermentasi	38
4.3.3 Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap Kadar Etanol	40
4.3.4 Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap Rendemen Etanol ..	44
4.4 Hubungan antara Kadar Glukosa Sisa dan Kadar Etanol terhadap Waktu Fermentasi.....	45
4.4.1 Pada Konsentrasi Asam Klorida 2% (v/v).....	45
4.4.2 Pada Konsentrasi Asam Klorida 10% (v/v).....	46
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	48
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran	49
 DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN	54

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Hasil Analisis Kadar Lignin menggunakan Metode Kappa.....	30
Tabel 2. Kadar Glukosa Hasil Hidrolisis	31
Tabel 3. Hasil Analisis Pengaruh Konsentrasi Asam Klorida 2%(v/v) terhadap Waktu Fermentasi.....	33
Tabel 4. Hasil Analisis Pengaruh Konsentrasi Asam Klorida 10%(v/v) terhadap Waktu Fermentasi.....	34
Tabel 5. Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap Kadar Glukosa Sisa Fermentasi	36
Tabel 6. Derajat Keasaman (pH) Produk Akhir Fermentasi	38
Tabel 7. Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap Kadar Etanol	41
Tabel 8. Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap Rendemen Etanol	44

DAFTAR GAMBAR

	Halaman	
Gambar 1.	Tandan Kosong Kelapa Sawit	5
Gambar 2.	Struktur Selulosa.....	8
Gambar 3.	Struktur Hemiselulosa	10
Gambar 4.	Struktur Lignin.....	11
Gambar 5.	Skema tujuan pretreatment lignoselulosa	14
Gambar 6.	Jalur EMP	20
Gambar 7.	Hubungan antara Waktu Fermentasi dengan Kadar Glukosa Sisa Fermentasi.....	37
Gambar 8.	Derajat Keasaman (pH) Produk akhir Fermentasi	39
Gambar 9.	Hubungan antara Waktu Fermentasi dengan Kadar Etanol....	42
Gambar 10.	Hubungan antara Waktu Fermentasi dengan Rendemen Etanol.....	45
Gambar 11.	Hubungan antara Kadar Glukosa Sisa dan Kadar Etanol terhadap Waktu Fermentasi pada Konsentrasi HCl 2%	46
Gambar 12.	Hubungan antara Kadar Glukosa Sisa dan Kadar Etanol terhadap Waktu Fermentasi pada Konsentrasi HCl 10%	47

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran I.	Data Hasil Penelitian
Lampiran II.	Contoh Perhitungan
Lampiran III.	Tabel Faktor “P” Koreksi Pemakaian Persentase Kalium Permanganat (KMnO ₄)
Lampiran IV.	Tabel Luff Schoorl.....
Lampiran V.	Gambar Hasil Penelitian.....
Lampiran VI.	Gambar Alat.....
Lampiran VII.	Bagan Kerja Lengkap

BAB I

PENDAHULUAN



1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris, setiap tahunnya menghasilkan limbah dari pertanian dan industri pertanian dalam jumlah yang besar. Salah satu contohnya pada industri minyak kelapa sawit, selain menghasilkan minyak sawit, juga dihasilkan sisa-sisa pengolahan berupa limbah padat dan cair. Limbah dari industri minyak kelapa sawit ini masih belum termanfaatkan secara optimal dan jumlahnya cukup melimpah, salah satunya adalah tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Setiap pengolahan 1 ton tandan buah segar (TBS) akan dihasilkan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sebanyak 22 – 23% atau sebanyak 220 – 230 kg. Apabila dalam sebuah pabrik dengan kapasitas pengolahan 100 ton/jam dengan waktu operasi selama 1 jam, maka akan dihasilkan sebanyak 22 – 23 ton TKKS (Aryafatta, 2008).

Melihat potensi tersebut, timbulah gagasan untuk memanfaatkan tandan kosong kelapa sawit dengan jalan mengubahnya menjadi bahan lain yang lebih berguna, salah satunya sebagai bioetanol. Bioetanol adalah etanol yang berasal dari sumber hayati. Secara garis besar etanol dapat digunakan sebagai pelarut untuk zat organik maupun anorganik, sebagai bahan baku pembuatan eter dan etil ester, dan dapat digunakan sebagai bahan bakar (gasohol). Bioetanol dapat bersumber dari gula sederhana, pati dan lignoselulosa (Endah, dkk. 2007). Bioetanol dari tandan kosong kelapa sawit ini merupakan salah satu bioetanol

yang bersumber dari lignoselulosa. Selain dari kelimpahannya tandan kosong kelapa sawit juga dapat dilihat dari potensi kandungan gula dalam bentuk selulosa dan hemiselulosa yang dapat dikonversi menjadi bioetanol melalui proses fermentasi (Wahyudi, 2006).

Pengolahan TKKS menjadi bioetanol melalui empat tahapan yaitu tahap pengolahan awal (*pretreatment*), hidrolisis, fermentasi dan destilasi. Proses *pretreatment* dalam pembuatan bioetanol dari tandan kosong kelapa sawit ini sangat diperlukan untuk menghilangkan lignin. Lignin perlu dihilangkan karena dapat mengganggu atau menghambat proses hidrolisis (Aryafatta, 2008). Mikroba yang digunakan untuk tahap fermentasi yaitu *Sacharomyces cereviseae*, karena mikroba ini dapat memproduksi etanol dalam jumlah besar dan mempunyai toleransi terhadap alkohol yang tinggi (Elevri dan Putra, 2006). Penelitian pembuatan bioetanol dengan menggunakan bahan dasar tandan kosong kelapa sawit ini pernah dilakukan sebelumnya oleh Ningsih dan Lubis (2011), hanya saja perlakuan awal dan hidrolisisnya berbeda. Pada penelitian ini perlakuan awal dan hidrolisis akan menggunakan asam untuk mendapatkan bioetanol yang maksimal dari tandan kosong kelapa sawit.

1.2 Perumusan Masalah

Tandan kosong kelapa sawit belum termanfaatkan secara maksimal. Untuk itu dalam penelitian ini akan dijadikan salah satu alternatif bahan pembuatan bioetanol. Akan tetapi karena pembuatan bioetanol dari bahan berlignoselulosa ini lebih kompleks maka diperlukan perlakuan awal (*pretreatment*) dengan asam klorida untuk mendegradasi lignin sehingga tidak

menghambat proses hidrolisis. Pada penelitian ini juga akan menganalisa dan mempelajari kondisi optimum untuk menghasilkan bioetanol melalui proses hidrolisis dengan asam klorida dan fermentasi dengan *Sacharomyces cereviseae* murni.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh asam klorida dalam mendegradasi lignin tandan kosong kelapa sawit pada proses pengolahan awal pembuatan bioetanol.
2. Mengetahui pengaruh konsentrasi asam klorida terhadap kadar glukosa hasil hidrolisis pembuatan bioetanol dari tandan kosong kelapa sawit.
3. Mengetahui pengaruh konsentrasi asam klorida terhadap kadar etanol yang dihasilkan.
4. Mengetahui pengaruh waktu fermentasi dengan *Sacharomyces cereviseae* murni terhadap parameter yang diamati yaitu: kadar glukosa sisa (%), derajat keasaman (pH) dan kadar etanol (%).

1.4 Manfaat penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Dapat meningkatkan nilai guna tandan kosong kelapa sawit yang merupakan limbah industri minyak kelapa sawit yang belum dimanfaatkan secara optimal.
2. Dapat memberikan pengetahuan bagi masyarakat tentang cara pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit menjadi bioetanol.

DAFTAR PUSTAKA

- Amerine, M. A. Berg, *et al.* 1972. *The Technology of Wine Making*, The AVI Publishing Company, Westport, Connecticut.
- Anindyawati, T. 2009. Prospek Enzim dan Limbah Lignoselulosa Untuk Produksi Bioetanol. *Pusat Penelitian Bioteknologi-LIPI*. BS Vol. 44 No. 1, 49-56.
- Arsyat, N. M. 2001. *Kamus Kimia (Arti dan Penjelasan Istilah)*. Jakartya: PT. Gramedia Pustaka Umum.
- Aryafatta. 2008. Mengolah Limbah Sawit Menjadi Bioetanol. <http://www.aryafatta.com/2008/06/01/mengolah-limbah-sawit-jadi-bioetanol/> [12 Januari 2009]
- Darnoko, 1992. Potensi Pemanfaatan Limbah Lignoselulosa Kelapa Sawit Melalui Biokonversi. *Berita Penelitian Perkebunan*, 2 (2): 85 – 87.
- Desrosier. 1989. *Teknologi Pengawetan Pangan*. M. Muljoharjo, Penerjemah; Jakarta : UI-Press. Terjemahan dari : *Pickle Food Technology*.
- Elevri, P. A. dan Putra, S. R. 2006. Produksi etanol menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* yang diamobilisasi dengan Agar batang. *Akta Kimia Indonesia*. Vol. 1 No. 2 April 2006 :105-114.
- Endah, R.D., Sperisa, D., Nur, A. dan Paryanto. 2007. *Pengaruh Kondisi Fermentasi Terhadap Yield Etanol Pada Pembuatan Bioetanol Dari Pati Garut*. Indonesia: Universitas Sebelas Maret.
- Hambali, M. 2001. *Pengaruh Lama Fermentasi dan Penambahan Karaginan Terhadap Aspek Kualitas Fisika-Kimia dan Organoleptik Tape Ubi Liar*. Skripsi tidak diterbitkan. Jurusan Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.
- Hamelinck, N Carlo, Hooijdonk, van Geertje dan Faaij, PC Andre. 2005. Ethanol dari Biomassa Lignoselulosa: Kinerja Techno-Ekonomi dalam Jangka Pendek, Menengah dan Jangka Panjang. *Biomassa dan Bioenergi*, Vol. 28, hal 384-410.

Haryadin, R. dan Leonardo. 2001. *Mikrobiologi Pangan*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Hidayat, R. 2005. *Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit Menjadi Bioetanol Sebagai Bahan Bakar Masa Depan Yang Ramah Lingkungan*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Isroi, 2008. Produksi bioetanol berbahan baku biomassa lignoselulosa: Pretreatment, Hidrolisis, Fermentasi, Purifikasi. <http://isroi.wordpress.com>.

Iranmahboob, J., Nadim, F., dan Monemi, S. 2002. Optimizing acid-hydrlysis: a critical step for production of ethanol from mixed wood chips. *Biomass and Bioenergy* 22: 401 – 404.

Khamdiyah, Nur. 2010. *Pembuatan etanol dari alga merah jenis Eucheuma spinosum dengan sakarifikasi dan tanpa sakarifikasi pada variasi lama fermentasi*. Skripsi tidak diterbitkan. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Lobos, S., M. Tello, R. Polanco, L.F. Larrondo, A. Manubens, L. Salas, and R. Vicuna. 2001. *Enzymology and molecular genetics of the lignolytic system of the basidiomycete Ceriporiopsis subvermispora*. Current Science 81(8), 992-997.

Maryana, R. 2006. Pengembangan Bioetanol dari Starchy Materials dan Lignoselulosa Sebagai Salah Satu Energi Alternatif. *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan*. Hal 206-212.

Millati, dkk. 2005. Kinerja Rhizopus, Rhizomucor, dan Mucor dalam produksi etanol dari glukosa, xylose, dan hydrolyzates kayu. *Enzim dan Mikroba Teknologi*, Vol. 36, hal 294-300.

Ningsih, Y. A. dan Lubis, K. R. 2011. *Pembuatan Bioetanol dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dengan Metode Hidrolisis dan Fermentasi*. Skripsi Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Tidak dipublikasikan.

Nurdiyastuti, I. 2008. Prospek Pengembangan Biofuel sebagai Substitusi Bahan Bakar Minyak. [\(1 September 2011\)](http://www.sinarharapan.com).

- Paramanova, Svetlana. 2010. *Extraction and examination of residual lignin from sulphate pulp. D Master Thesis.* Chemical Technology Departement of Chemycal Engineering and Geosciences Luleå University of Technology.
- Prihandana, R., et al. 2006. *Bioetanol Ubi Kayu: Bahan Bakar Masa Depan.* Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Roiz, Akbar. 2001. *Pembuatan Etanol dari Biji Kapas dengan Proses Hidrolisis dan Fermentasi.* Surabaya: Fakultas Teknologi Industri UPN “Veteran” Jawa Timur.
- Shallom, D. and Y. Shoham. 2003. *Microbial Hemicellulases.* Current Opinion in Microbiology, 6: 219-228.
- Simanjuntak, R. 2009. *Studi Pembuatan Etanol Dari Limbah Gula (Molase).* Skripsi. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.
- Siswanto, Suharyanto dan R. Fitria. 2007. Produksi dan karakterisasi lakase *Omphalina* sp. *Menara Perkebunan*, 75(2),106-115.
- Suyanto. 2010. Proses Produksi Bioetanol Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan Hot-Compressed-Water. Tangerang: Balai Pengkajian Bioteknologi. ISSN. 1411-4216.
- Taherzadeh, J. Muhammad dan Keikhosro Karimi. 2007. Pretreatment Limbah lignoselulosa untuk Meningkatkan Bioetanol dan Produksi Biogas. Int. J. Mol. Sci 9, hal 1621-1651.
- Thoha, A. H. A. 2005. *Biokimia : Metabolisme Biomolekul.* Penerbit ALFABETA. Manokwari.
- Umah, S., dkk. 2009. *Efisiensi Fermentasi Berbagai Jenis Tebu dengan Menggunakan Mikroba *Sacharomyces cereviseae* dan Ragi Roti.* Laporan PKLI tidak diterbitkan, Jurusan Kimia Fakultan Sains Iniversitas Negeri Malang.
- Wahyudi, B. 2006. Pembuatan etanol dari sari sabut buah Siwalan dengan proses hidrolisis fermentasi. *Jurnal kima dan teknologi.* ISSN 0216-163X.

Widyastuti, H., Siswanto, dan Suharyanto. 2007. *Optimasi pertumbuhan dan aktivitas enzim lignolitik Omphalina sp dan Pleurotus ostreatus pada fermentasi padat*. Menara Perkebunan, 75(2), 93-105.

Winarno, F. G. dan Fardiaz, D., 1990. *Biofermentasi dan Biosintesa Protein*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.