

**PRODUKSI BIOETANOL DARI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT
MENGUNAKAN METODE HIDROLISIS DAN FERMENTASI
TERPISAH DAN METODE SAKARIFIKASI DAN FERMENTASI
SIMULTAN**

SKRIPSI

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

Oleh :
LESTARI SIRINGORINGO
08081003042



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2012

S
572.4907
Sir
P
2012
C.130467



**PRODUKSI BIOETANOL DARI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT
MENGUNAKAN METODE HIDROLISIS DAN FERMENTASI
TERPISAH DAN METODE SAKARIFIKASI DAN FERMENTASI
SIMULTAN**

SKRIPSI

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

Oleh :
LESTARI SIRINGORINGO
08081003042



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2012

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Produksi Bioetanol Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Menggunakan Metode Hidrolisis Dan Fermentasi Terpisah Dan Metode Sakarifikasi Dan Fermentasi Simultan
Nama Mahasiswa : Lestari Siringoringo
NIM : 08081003042
Jurusan : Kimia

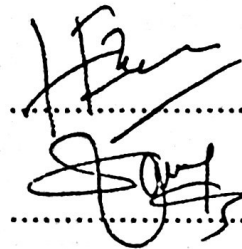
Telah disetujui dan disidangkan pada tanggal 9 November 2012

Indralaya, November 2012

Pembimbing :

1. Hermansyah, Ph.D

2. Dra. Julinar, M.Si



HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

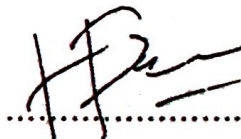
Judul Skripsi : Produksi Bioetanol Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Menggunakan Metode Hidrolisis Dan Fermentasi Terpisah Dan Metode Sakarifikasi Dan Fermentasi Simultan
Nama Mahasiswa : Lestari Siringoringo
NIM : 08081003042
Jurusan : Kimia

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 9 November 2012. Dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan masukan panitia sidang ujian skripsi.

Indralaya, November 2012

Ketua :

1. Hermansyah, Ph.D

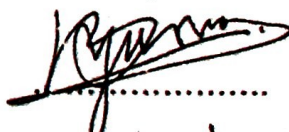


Anggota :

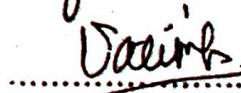
2. Dra. Julinar, M.Si



3. Dr. Bambang Yudono, M.Sc



4. Dra. Setiawati Yusuf, M.S

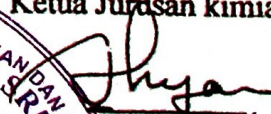
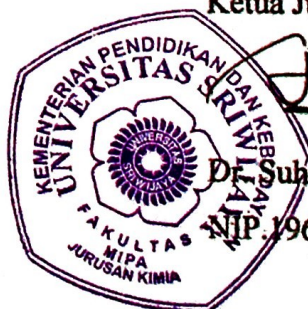


5. Drs. Almunady T. Panagan, M.Si



Indralaya, November 2012

Ketua Jurusan kimia,



Dr. Suberyanto, M.Si

NIP. 196006251989031006

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Lestari Siringoringo

NIM : 08081003042

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/ Kimia

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

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

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, November 2012

Penulis,



Lestari Siringoringo

NIM.08081003042

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama Mahasiswa : Lestari Siringoringo

NIM : 08081003042

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam /Kimia

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul : “Produksi Bioetanol Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Menggunakan Metode Hidrolisis dan Fermentasi Terpisah Dan Metode Sakarifikasi Dan Fermentasi Simultan”. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti non-eksklusif 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, November 2012

Yang menyatakan,



Lestari Siringoringo

NIM.08081003042

HALAMAN PERSEMBAHAN

"Wahai anakku, takutlah akan Tuhan dan carilah ilmu sebanyak-banyaknya untuk hekal dihari esok". (M.SIRINGORINGO & B.SILALAHIT)

"Nothing in life is to be feared, it is only to be understood. Now is the time to understand more, so that we may fear less." (MARIE CURRIE)

"This country, the Republic of Indonesia, does not belong to any group, nor to any religion, nor to any ethnic group, nor to any group with customs and traditions, but the property of all of us from Sabang to Merauke!" (Ir. SOEKARNO)

Skripsi ini kupersembahkan untuk:

- *Tuhan Penciptaku Yang Maha Kuasa*
- *Kedua orangTuaku yang sangat kubanggakan, adik-adikku yang sangat kucintai, sahabat, teman-temanku, dia yang kelak akan menjadi "a half of me" dan seluruh keluarga besarku*
 - *Almamaterku...*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmatnya penulis mampu menyelesaikan Penelitian dan Skripsi yang berjudul “Produksi Bioetanol Dari Tandan Ksong Kelapa Sawit Menggunakan Metode Hidrolisis Dan Fermentasi Terpisah Dan Metode Sakarifikasi dan Fermentasi Simultan”. Adapun skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains jurusan Kimia FMIPA UNSRI.

Penulis Juga ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang berperan baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian Tugas Akhir dan Skripsi ini. Ucapan yang tulus dan ikhlas penulis ucapkan kepada :

- Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- Ketua Jurusan Kimia, Bapak Dr. Suheryanto, M.Si.
- Bapak Hermansyah, Ph.D sebagai pembimbing utama skripsi, atas tuntunan dan motivasi yang diberikan kepada penulis selama ini.
- Ibu Dra. Julinar, M.Si sebagai pembimbing kedua, atas waktu, bimbingan dan motivasi yang diberikan kepada penulis.
- Bapak Dr. Bambang Yudono, M.S, Ibu Dra. Setiawati Yusuf, M.Si dan Bapak Drs. Almunady T.Panagan, M.Si selaku pembahas skripsi yang telah memberi masukan-masukan yang sangat membangun dalam penulisan skripsi ini.

- Dosen-dosen dan Guru-guru yang amat berjasa dalam memberikan pendidikan dan pengetahuan kepada penulis.
- Para staf analis laboratorium Jurusan Kimia FMIPA UNSRI dan Laboratorium Puspitek Tangerang, staf karyawan dan karyawanwati Jurusan Kimia FMIPA UNSRI.
- Kepada Mama dan Bapak ku yang sangat kukagumi, kucintai, kusayangi dan kubanggakan (Maruli Siringoringo & Bunganna Silalahi) yang telah memberikan doa, dukungan, motivasi, kasih dan sayang serta penyemangatku, selalu menyediakan waktu buatku. I'm speechless, but all I know both of you will always in my heart forever. You're best ever Dad and Mom on earth. Love u so much, You're my life.
- Adik-adikku Dwita Siringoringo dan Yordani Siringoringo yang telah mengisi hidupku, memberi warna dalam hidupku, love both of you so much, be the best yah adik-adikku.
- Keluarga besarku yang selalu mendukung dan mendoakanku.
- Teman-teman Himaki yang kubanggakan, Gerobak '08 (Risma, Frisca, Ambi, Silvia, Gihon, Palita, Airani, Lestari Juntak, Desi, Ema, Juniati, Franky dan Hendi), Miki 2008 (Wita, Linggar, Niken, Mariah, Tami, Risky, Kiki, Livia, Tika, Ena, Sherly, Mutia, Winda, Citra, Sheila, Lily, Febby, Erwin, Yudha, Yoka, Fadly, Pras, Gandi, Faisal, dan yang lain yang tak bisa kusebutkan satu persatu).

- Franz pardede yang telah memberi dukungan dan semangat. I'm speechless. It's fantastic, Big Thanks.
- Teman-teman sekamar Komperta Blok C6 (Delima, Tarjun, Nora, Febri).
- Teman seperjuangan di laboratorium (Gihon, Airani, mbak Intan, mbak Ika, Tami, Risky, Rika).
- Kakak tingkat (ka Elen, ka Rita, ka Tina, mbak Nancy, ka Dewi, bg Roby), yang telah memberikan semangat luar biasa.
- Adik-adik Himaki.

Penulis juga menyadari akan kekurangan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, sehingga penulis mengharapkan saran dan kritik yang mampu menjadikan Tugas Akhir ini menjadi lebih baik. Demikianlah penulis harapkan agar karya ini menjadi lebih berguna bagi kita semua.

Indralaya, November 2012



Penulis

**BIOETHANOL PRODUCTION FROM OIL PALM EMPTY FRUIT
BUNCHES BY USING SEPARATELY HYDROLISIS AND
FERMENTATION METHOD AND SIMULTANEOUS
SACCHARIFICATION AND FERMENTATION**

By :

LESTARI SIRINGORINGO

08081003042

ABSTRACT

A study concerning the manufacture of bioethanol from oil palm empty fruit bunches has been carried out. Pretreatment process to reduce lignin content was done by steam explosion method. Hydrolysis and fermentation steps were performed using two methods namely Simultaneous saccharification and fermentation (SSF) and Separately hydrolysis and fermentation (SHF). Hydrolysis and fermentation was done by applying cellulose enzyme from *Trichoderma reesei* and yeast *Saccharomyces cerevisiae* respectively. Results showed that lignin content decreased 43,2%, while the ethanol product from simultaneously and separately methods were resulted 0,048% and 0,042% respectively.

Keywords : Bioethanol, Oil Palm Empty Fruit Bunches, Steam Explosion, Hydrolysis, Fermentation.

119022

**PRODUKSI BIOETANOL DARI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT
MENGUNAKAN METODE HIDROLISIS DAN FERMENTASI
TERPISAH DAN METODE SAKARIFIKASI DAN FERMENTASI
SIMULTAN**

Oleh :

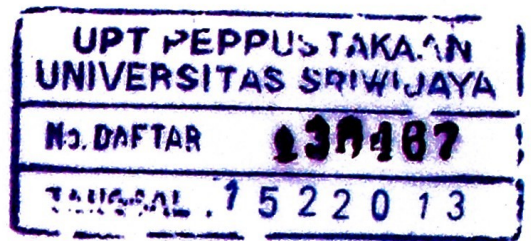
LESTARI SIRINGORINGO

08081003042

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian pembuatan bioetanol dari selulosa yang terdapat pada tandan kosong kelapa sawit. Kadar lignin pada TKKS diturunkan dengan metode *Steam explosion*. Tahap hidrolisis dan fermentasi dilakukan dengan 2 cara yaitu metode sakarifikasi dan fermentasi secara simultan (SSF) dan metode sakarifikasi dan fermentasi secara terpisah (SHF). Hidrolisis dilakukan dengan memanfaatkan kerja enzim selulase dari *Trichoderma reesei* dan fermentasi menggunakan khamir *Saccharomyces cerevisiae*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi penurunan kadar lignin sebesar 43,2%. Sedangkan etanol yang dihasilkan dari metode simultan dan metode terpisah sebesar 0,048% dan 0,042%.

Kata kunci : Bioetanol, Tandan Kosong Kelapa Sawit , *Steam Explosion*, Hidrolisis, Fermentasi.



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	x
<i>ABSTRACT</i>	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Bioetanol	5
2.2 Tandan Kosong Kelapa Sawit	8
2.2.1 Komponen kimia bahan lignoselulosa	9
2.2.1.1 Selulosa	9
2.2.1.2 Hemiselulosa	10
2.2.1.3 Lignin	11
2.3 Pembuatan bioetanol dari tandan kosong kelapa sawit	12

2.3.1	Perlakuan awal (delignifikasi)	12
2.3.2	Hidrolisis	13
2.3.2.1	Enzim selulase untuk hidrolisis.....	14
2.3.3	Fermentasi	16
2.3.3.1	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	19
2.3.4	Metode hidrolisis dan fermentasi	19
2.3.4.1	Proses <i>Separately Hydrolysis and Fermentation</i>	19
2.3.4.2	Proses <i>Simultaneous Saccharification and Fermentation</i>	20
2.3.5	Pengukuran kadar bioetanol menggunakan spektrofotometer.....	20

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

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	Prosedur Penelitian	24
3.3.1	Preparasi Sampel	24
3.3.2	Perlakuan Awal dengan Metode <i>Steam Explosion</i>	24
3.3.3	Proses Hidrolisis dan Fermentasi	25
3.3.3.1	Pembuatan media dan pembiakan <i>Trichoderma reesei</i>	25
3.3.3.2	Pembuatan media dan pembiakan <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	27
3.3.3.3	Hidrolisis menggunakan <i>Trichoderma reesei</i> dan fermentasi menggunakan <i>Saccharomyces cerevisiae</i> dengan metode SHF	28
3.3.3.4	Hidrolisis menggunakan <i>Trichoderma reesei</i> dan fermentasi menggunakan <i>Saccharomyces cerevisiae</i> dengan metode SSF	29

3.3.3.5 Analisis kadar gula pereduksi	29
3.3.4 Isolasi bioetanol dengan proses destilasi	30
3.3.5 Pengukuran kadar etanol dengan metode <i>enzymatic</i> <i>bioanalysis</i>	30
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Penurunan kadar lignin setelah proses pretreatment	32
4.2 Proses <i>Separately hidrolisis and Fermentation</i> (SHF)	35
4.2.1 Pengaruh variasi <i>S.cerevisiae</i> terhadap kadar etanol yang dihasilkan	37
4.3 Proses <i>Simultaneous saccharification and Fermentation</i> (SSF)	38
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	42
 DAFTAR PUSTAKA	 43
 LAMPIRAN	 46

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Sifat-sifat fisik etanol	5
Tabel 2.	Syarat mutu etanol nabati	6
Tabel 3.	Komposisi kimiawi tandan kosong kelapa sawit	9
Tabel 4.	Mikroorganisme penghasil selulase	15
Tabel 5.	Hasil analisis kadar lignin menggunakan metode kappa	32
Tabel 6.	Hasil analisa kadar glukosa terhadap variasi volume enzim.....	34
Tabel 7.	Pengaruh berbagai variase volume inokulum <i>Saccharomyces cerevisiae</i> kadar etanol	37
Tabel 8.	Kadar etanol dan kadar glukosa pada berbagai variasi volume enzim selulase dan inokulum <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Struktur etanol.....	6
Gambar 2.	Tandan kosong kelapa sawit.....	8
Gambar 3.	Rantai selulosa, unit D-glukosa dalam ikatan β -1,4	10
Gambar 4.	Struktur Xylan, gula penyusun hemiselulosa	11
Gambar 5.	Satuan penyusun lignin.....	11
Gambar 6.	Struktur lignin.....	12
Gambar 7.	Proses delignifikasi	12
Gambar 8.	Mekanisme reaksi hidrolisis selulosa secara enzimatis	17
Gambar 9.	Skema fermentasi glukosa menjadi alkohol	18
Gambar 10.	(a) Sampel TKKS setelah pretreatment. (b) sampel TKKS sebelum pretreatment	31

BAB I

PENDAHULUAN



1.1. Latar Belakang

Semakin berkurangnya Bahan Bakar Minyak (BBM) yang berasal dari fosil, dibutuhkan suatu pengembangan energi terbarukan, bioetanol termasuk produk yang memiliki prospek cukup baik. Bioetanol merupakan bahan yang dapat mensubstitusi bahan bakar bensin atau premium yang digunakan secara luas di masyarakat dan penggunaannya meningkat dari tahun ke tahun (Hadiyoso, 2009).

Bioetanol dapat diproduksi dari berbagai bahan baku yang banyak terdapat di Indonesia. Substrat dari tumbuhan yang potensial untuk menghasilkan bioetanol ada 3 yaitu bahan bergula (*sugary materials*), bahan berpati (*starchy materials*) dan bahan lignoselulosa (*lignocellulosic materials*) (Riyanti, 2009). Penggunaan bahan baku berlignoselulosa untuk produksi bioetanol dapat mengurangi kekhawatiran akan persaingan penggunaan tanaman untuk pangan.

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) adalah limbah padat berlignoselulosa dengan kandungan utama selulosa 45,95%, hemiselulosa 22,84% dan lignin 16,49%. Selulosa dan hemiselulosa dapat dihidrolisis menjadi monosakaridanya sebagai sumber pembuatan bioetanol. TKKS tersedia dalam jumlah yang melimpah dan memiliki nilai ekonomis sebagai bahan pembuatan bioetanol karena kebanyakan TKKS tersedia dalam bentuk limbah (terbuang), jadi sangat berperan untuk menekan biaya produksi.

Secara umum pembuatan bioetanol yang bersumber dari bahan bergula dan berpati terdiri dari beberapa tahap utama yaitu pretreatment, hidrolisis, fermentasi dan destilasi. Bioetanol yang berasal dari TKKS teknologi prosesnya lebih kompleks karena memerlukan perlakuan awal untuk menghilangkan lignin. Lignin perlu dihilangkan karena dapat menghambat proses hidrolisis. Banyak metode perlakuan awal yang telah diterapkan untuk proses delignifikasi yang meliputi proses kimia, fisika, biologi dan kimia-fisika. Pada penelitian ini digunakan metode kimia-fisika yakni metode *steam-explosion*. Dalam proses pretreatment biomassa disteam pada tekanan tinggi yang akan menyebabkan dekompresi eksplosif. Adanya perlakuan pada suhu yang tinggi menyebabkan terjadinya degradasi hemiselulosa dan transformasi lignin. Dibandingkan dengan metode lain metode *steam-explosion* memiliki kelebihan karena menimbulkan dampak lingkungan yang baik, mengurangi biaya operasional, dan sangat potensial untuk efisiensi energi.

Pada tahap hidrolisis selulosa dipecah menjadi gula pereduksi melalui aktivitas biokatalis enzim oleh mikroorganisme. Setelah proses hidrolisis akan dilanjutkan dengan fermentasi yang merupakan proses pengubahan monosakarida menjadi bioetanol (Purwanto, 2001). Tahap hidrolisis dan fermentasi dalam pembuatan etanol dapat dilakukan dengan dua cara yaitu metode *Separately Hydrolysis and Fermentation* (SHF) dan metode *Simultaneous Saccharification and Fermentation* (SSF). Pada tahap SHF hidrolisis dan fermentasi berlangsung secara terpisah, hal ini bertujuan untuk memudahkan pengontrolan tiap tahap. Akan tetapi pada proses SHF kinerja enzim selulase tidak optimal akibat

terjadinya inhibisi enzim oleh akumulasi gula. inhibisi enzim akan mengakibatkan proses hidrolisis terhenti, sehingga akan mempengaruhi etanol yang dihasilkan (Aisyah & Sembiring 2009). Untuk mengatasi kelemahan yang terjadi pada metode SHF dikembangkanlah metode SSF. Pada metode SSF proses hidrolisis dan fermentasi dilakukan secara simultan. Enzim selulase secara langsung memfermentasi produk gula yang dihasilkan dari proses hidrolisis, sehingga tidak terjadi akumulasi gula yang akan menyebabkan inhibisi pada enzim selulase dan kadar etanol yang dihasilkan akan lebih tinggi (Loebis, 2008).

1.2. Perumusan Masalah

TKKS merupakan limbah padat lignoselulosa yang dihasilkan oleh industri perkebunan kelapa sawit yang tersedia dalam jumlah yang sangat melimpah. Dalam proses hidrolisis dan fermentasi TKKS menjadi bioetanol dapat dilakukan dengan metode terpisah (SHF) dan simultan (SSF). Proses SSF lebih singkat dalam mengkonversi lignoselulosa menjadi bioetanol dibandingkan dengan proses SHF. Pada penelitian ini akan dilakukan konversi lignoselulosa dari TKKS menjadi bioetanol serta dibandingkan kadar etanol yang dihasilkan oleh metode SHF dan SSF.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Membandingkan pengurangan kadar lignin pada sampel TKKS sebelum dan sesudah perlakuan awal dengan metode *Steam explosion*.

2. Menghidrolisis TKKS yang telah didelignifikasi dengan enzim selulase dari jamur *Trichoderma reesei*.
3. Membandingkan kadar etanol yang dihasilkan dengan proses SSF dan SHF.

1.4. Manfaat penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan bagi masyarakat bahwa limbah sawit berupa TKKS yang jumlahnya berlimpah di Indonesia, khususnya daerah Sumatera Selatan dapat diubah menjadi bioetanol untuk mengimbangi krisis energi saat ini. Proses pembuatan bioetanol juga tidak terlalu sulit karena dapat dilakukan sekalipun untuk industri rumah tangga.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, S.N., & Sembiring, K.C. 2009. Bioproses dan Teknologi Pembuatan Bioetanol. *Berita IPTEK Pusat Penelitian Kimia-LIPI*, Tangerang.
- Anindyawati, T. 2010. Potensi Selulase dalam Mendegradasi Lignoselulosa Limbah Pertanian Untuk Pupuk organik. *Berita Selulosa*, 45(2), 70-77.
- Assegaf, F. 2009. Prospek Produksi Bioetanol Bonggol Pisang (*Musa paradisiacal*) Menggunakan Metode Hidrolisis Asam dan Enzimatis. Lomba Karya Tulis Daya Saing, Keunggulan dan penguasaan IPTEKS (Ilmu Pengetahuan Teknologi dan Seni), Universitas Jenderal Soedirman, Semarang.
- Cowling, E.B., 1975. Physical and Chemical Constraints in the Hidrolysis of Cellulose and Lignocellulosic Materials Biotech. *Bioeng, Symp.* 5 :163-181.
- Darnoko, 1992, Potensi Pemanfaatan Limbah Lignoselulosa Kelapa Sawit Melalui Biokonversi, *Berita Penelitian Perkebunan* 2 (2).Hal, 85-97.
- Fassatiova, O. 1986. *Moulds and Filamentaneous Fungi in Technical Microbiology*. New York, Elsevier.
- Gerhartz, W. 1990. *Enzyme in Industry : Production and Application*. VCH Verlagsgesellschaft mbH, D 6940 Weinheim. p. 81-82.
- Goering, H.K., & Van Soest, P.J. 1970. *Forage Fiber Analysis*. U.S. Department of Agriculture, Agrie, Handb. 379: 1-19.
- Granot, D., Levine, A., & Hefetz. 2003. Sugar-induced apoptosis in yeast cells. *Journal FEMS Yeast research* 4 : 7- 13.
- Hadiyoso, A., Sari, W.E., & Murdiati. 2009. Inovasi Rancangan Teknologi Produksi Bioetanol Enceng Gondok Menggunakan Metode Sakarifikasi dan Fermentasi Secara Simultan. Program Kreativitas Mahasiswa Gagasan Tertulis. Teknologi Industri Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 6 April, 2009.
- Heradewi. 2007. *Isolasi Lignin dari Lindi Hitam proses Pemasakan Organosolv Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)*. Skripsi Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Ito, H., Wada, M., Honda, Y., Kuwahara, M., & Watanabe, T. 2003. Bioorganosolve Pretreatments for simultanequs saccharification and fermentation of Buch Wood by Ethanolysis and White Rot. *Journal of Biotechnology*, 103 : 273-280.

- Judoamidjojo, M., Darwis, A.A., dan Sa'id, E.G. 1992. *Teknologi Fermentasi*. Edisi 1 cetakan 1. Rajawali Press. Jakarta.
- Loebis, E.H., 2008. *Optimasi Proses Hidrolisis Kimiawi dan Enzimatis Tandan Kosong Kelapa Sawit Menjadi Glukosa untuk Produksi Etanol*. Tesis Departemen Biokimia Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Mursyidin, D. 2007. Ubi Kayu dan Bahan Bakar Terbarukan. <http://www.banjarmasin.net/pedoman%BAhan%bakar%berbarukan>. Diakses tanggal 29 Maret 2008.
- Neves, M.A.D. 2006. *Bioethanol Production from Wheat Milling By-Product*. A Dissertation Submitted to the Graduate School of Life and Environmental Sciences, the University of Tsukuba.
- Perez, J., Dorado J.M., Rubia, T., & Martinez, J. 2002. *Biodegradation and Biological Treatments of Cellulose, Hemicellulose and Lignin : an overview*. *Int. Microbiology* 5: 53- 63.
- Purwanto, A. 2001. *Delignifikasi Serpih Bambu Apus (*Gigantochloa apus* (J.A. & J.H. Schultes) Kurz.) Untuk Pulp dengan Jamur *KT₂- 157**. Skripsi Jurusan Kimia FMIPA, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Riyanti, E.I. 2009. Biomassa Sebagai Bahan Baku Bioetanol. *Jurnal Litbang Pertanian*, 28(3), 101-102.
- Ridwansyah, 2006. *Pemanfaatan Pati Kelapa Sawit Sebagai Bahan Baku Dekstrin*. Tesis Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Shofiyanto, Edy. 2008. *Hidrolisis tongkol jagung oleh bakteri selulolitik untuk produksi Bioetanol Dalam Kultur Campuran*. Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Shofiyanto, Edy. 2008. *Hidrolisis tongkol jagung oleh bakteri selulolitik untuk produksi Bioetanol Dalam Kultur Campuran*. Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sjostrom, E., 1995. *Kimia Kayu, Dasar-Dasar dan Penggunaan Edisi Kedua*. Diterjemahkan oleh Sastroamidjojo, H. Terjemaahan dari : *Wood Chemistry, Fundamentals and Application Second Edition*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Stanbury, P.R., & Whitaker A. 1984, *Principles of Fermentation Technology, ed 1*. Pergamon Press. Oxford.
- STANDAR NASIONAL INDONESIA. 2009. Etanol Nabati. SNI 3565-2009. Badan Standardisasi Nasional.

Subekti, H. 2006. *Produksi Bioetanol dari Tongkol Jagung menggunakan Hidrolisis Asam dan Hidrolisis Enzim*. Skripsi Fateta IPB. Bogor.

Taherzadeh, M.J. 1999. *Ethanol from Lignocellulose: Physiological Effects of Inhibitors and Fermentation Strategies*. PhD Thesis, Department of Chemical Reaction Engineering, Chalmers University of Technology, Goteborg, Sweden.

Taherzadeh, M.J., and Karimi, K. 2007. *Enzyme-Based Hydrolysis processes for Ethanol from lignocellulosic Materials : A Review*. *Bioresources* 2 (4), 707-738.