

**PEMBUATAN BIOETANOL DARI
TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis*)**

SKRIPSI



Oleh

WIDIA WINIARTI

08071003018

JURUSAN KIMIA

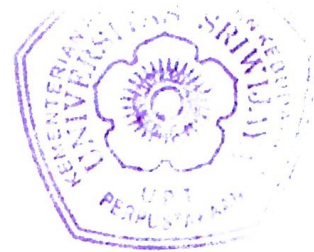
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2012

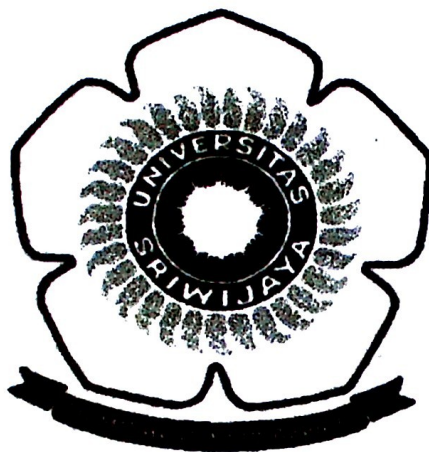
R. 24757/25318

S
572.490 7
wid
P
2012



**PEMBUATAN BIOETANOL DARI
TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis*)**

SKRIPSI



Oleh

WIDIA WINIARTI

08071003018

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2012

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Pembuatan Bioetanol dari Tandan Kosong Kelapa Sawit
(*Elaeis guineensis*).

Nama Mahasiswa : Widia Winiarti

NIM : 08071003018

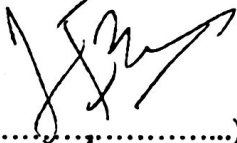
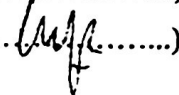
Jurusan : Kimia

Telah disetujui untuk disidangkan pada tanggal 30 Juli 2012.

Indralaya, Juli 2012

Pembimbing :

1. Hermansyah, Ph. D.
2. Dr. Elfita, M. Si.


(.....)

(.....)

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Pembuatan Bioetanol dari Tandan Kosong Kelapa Sawit
(*Elaeis guineensis*).
Nama Mahasiswa : Widia Winiarti
NIM : 08071003018
Jurusan : Kimia

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 30 Juli 2012 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan masukan panitia sidang dan skripsi.

Indralaya, Juli 2012

Pembimbing :

Hermansyah, Ph. D.

(.....)

Dr. Elfita, M. Si.

(.....)

Pembahas :

Dr. Suheryanto, M.Si

(.....)

Dr. Muharni, M.Si

(.....)

Herlina, M. kes., A.pt

(.....)

Indralaya, Juli 2012

Sesuai Jurusan Kimia,

Dr. Suheryanto, M.Si

NIP. 196006251989031006



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Widia Winiarti

NIM : 08071003018

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, Juli 2012

Penulis,

Widia Winiarti

08071003018

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

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

Nama Mahasiswa : Widia Winiarti
NIM : 08071003018
Fakultas/Jurusan : MIPA/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 : “Pembuatan Bioetanol dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*)”. 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, Juli 2012

Yang menyatakan,

Widia winiarti

08071003018

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)

Mulailah dengan hal kecil, dan jangan berhenti. Bertumbuhlah, belajarlah, dan kembangkan pencapaian anda.

"Masalah adalah anak tangga menuju kekuatan yang lebih tinggi. Maka, hadapilah dan ubahlah menjadi kekuatan untuk sukses anda. Tanpa masalah, anda tak layak memasuki jalur keberhasilan. Bahkan hidup ini pun masalah, karena itu terimalah sebagai hadiah "

"Orang yang mengatakan tidak punya waktu adalah orang yang pemalas"

(Lichterberg)

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

- Ayahanda dan ibunda tercinta (Sarpolen dan Maryana)
 - Saudara-saudaraku dan sahabat-sahabatku yang memperhatikan, Mendukung, dan mendoakanku
 - Seseorang yang berharga dan kucintai
- 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 "*PEMBUATAN BIOETANOL DARI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (Elaeis guineensis)*" 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 selesainya 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 Sarpolen dan Ibunda Maryana 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, 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. Widia purwaningrum M. Si selaku pembimbing akademik
4. Staf Dosen Jurusan Kimia FMIPA UNSRI

5. Staf Analis Jurusan Kimia FMIPA UNSRI
6. Kakak-kakak dan ayuk-ayuk ku tersayang (Indra suharman, Ira darmiyanti, Elsi darlia, Lenti ulifa, agusto balham, Adi ronal) dan adik ku tercinta (Feri vedrian) serta keponakan-keponakan ku (Aldino arya lendra, Nicholas erio rifansa, Cherien nindya khairunnisa, Rafelino erio oscar, Najla muazara salsabila) atas bantuan, dukungan, semangat dan doa nya.
7. Keluarga besarku yang tercinta
8. Sahabat-sahabatku tersayang (Anggi, Fitri, Rahma, Septa, dan Wiwin) atas segala perhatian, canda tawa, dukungan, kebersamaan, persahabatan dan semua hal yang kalian lakukan untukku.
9. Sahabat-sahabatku tercinta di ASPIDA (Anis, Nia, Muji, Lusi, Sri, Ani) Atas pengertian dan kebersamaan selama ini.
10. Teman seperjuanganku di Laboratorium (Puji, Asep, Gihon, Lestari, mbak Intan, dan mbak Ika) atas kerjasama dan bantuannya
11. Teman-teman angkatan 2007 atas dukungan dan semangatnya. 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, Juli 2012

Widia winiarti

**THE MAKING OF BIOETHANOL FROM
EMPTY BUNCHES PALM OIL(*Elaeis guineensis*)**

**By :
WIDIA WINIARTI**

08071003018

ABSTRACT

It has done a research on the utilization of oil palm empty fruit bunches (PEFB) converted into ethanol which can be used as a substitute for gasoline fuel. The purpose of this research was to study the influence of the amount of cellulase enzyme from *Aspergillus niger* in the hydrolysis process lignocellulose containing PEFB and effect of fermentation time on the amount of ethanol produced. Alcohol product was measured using Ethanol-UV method which based upon enzymatic reaction. Parameters were observed namely glucose levels before and after hydrolysis and ethanol content after fermentation. The results showed that the addition of cellulase enzymes among 5, 7, and 9 mL, the highest glucose levels results in the hydrolysis of 9 mL enzyme cellulase with glucose levels of 5.47%, for the high levels of ethanol fermentation time was 5 days 9 mL enzyme was 0.131%.

Keywords : Bioethanol, *Elaeis guineensis*, hydrolysis, fermentation, *Aspergillus niger*

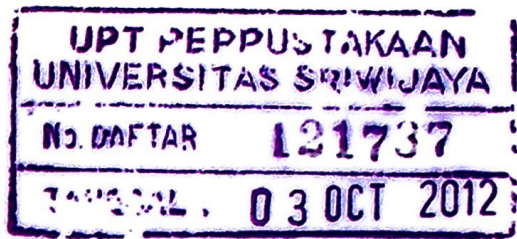
**PEMBUATAN BIOETANOL DARI
TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis*)**

**Oleh:
WIDIA WINIARTI
08071003018**

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian pembuatan bioetanol dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh jumlah enzim selulase dari *Aspergillus niger* pada proses hidrolisis lignoselulosa dari TKKS dan pengaruh lama fermentasi terhadap jumlah etanol yang dihasilkan. Berdasarkan prinsip reaksi enzimatik kadar alkohol yang didapat diukur dengan Ethanol UV-method. Parameter yang diamati yaitu kadar glukosa sebelum dan setelah hidrolisis dan kadar etanol setelah fermentasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa diantara penambahan enzim selulase 5, 7, dan 9 mL, kadar glukosa tertinggi hasil hidrolisis yaitu pada volume enzim selulase 9mL dengan kadar glukosa sebesar 5,47%, untuk kadar etanol paling tinggi yaitu dengan waktu fermentasi 5 hari dan volume enzim 9mL sebesar 0,131%.

Kata kunci : Bioetanol, *Elaeis guineensis*, hidrolisis, fermentasi, *Aspergillus niger*



DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN ii

HALAMAN PENGESAHAN iii

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN 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 3

 1.3 Tujuan Penelitian 3

 1.4 Manfaat Penelitian 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 4

 2.1 Kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) 4

 2.1.1 Botani kelapa sawit 4

 2.1.2 Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) 5

 2.1.3 Lignoselulosa 6

 2.1.4 Komponen Lignoselulosa 8

 2.2 Tahap 2 proses pembuatan bioetanol dari bahan
 biomassa lignoselulosa 11

 2.3 Enzim 12

 2.3.1 Hidrolisis enzim 14

 2.3.2 *Aspergillus Niger* 15

 2.3.3 Aktivitas enzim 16

2.4	Fermentasi	17
2.4.1	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	18
2.5	Bioetanol	19
BAB III METODOLOGI.....		21
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	21
3.2	Alat dan Bahan	21
3.2.1	Alat.....	21
3.2.2	Bahan.....	21
3.3	Metode Penelitian.....	22
3.3.1	Preparasi dari Sampel.....	22
3.3.2	Pretreatment dengan metanol	22
3.3.3	Penentuan kadar lignin dengan metode kappa	22
3.3.4	Proses Hidrolisis	24
3.3.4.1	Pembuatan enzim selulase.....	24
3.3.4.2	Proses hidrolisis enzimatik.....	25
3.3.5	Menentukan jumlah glukosa hasil hidrolisis Dengan metode luff schrool	25
3.3.6	Fermentasi dengan <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	26
3.3.7	Proses destilasi.....	26
3.3.7	Pengukuran kadar alkohol.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		28
4.1	Pretreatment dengan metanol.....	28
4.2	Analisis kadar lignin menggunakan metode kappa.....	28
4.3	Hidrolisis enzim dengan <i>Aspergillus niger</i>	29
4.3.1	Hidrolisis enzimatik.....	29
4.3.2	Pengaruh variabel volume enzim terhadap kadar glukosa	30
4.4	Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Etanol Pada Berbagai Variasi Volume Enzim.....	32

4.5 Hubungan antara kadar glukosa dan kadar bioetanol Dengan volume enzim	37
4.6 Pengukuran kadar etanol berdasarkan reaksi enzimatis.....	39
4.7 Destilasi bioetanol	40
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	54

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Beberapa enzim yang dihasilkan dan aplikasinya.....	13
Tabel 2. Hasil analisa kadar lignin menggunakan metode kappa.....	29
Tabel 3. Hasil analisa kadar glukosa terhadap variasi volume enzim	32
Tabel 4. Pengaruh waktu fermentasi terhadap kadar etanol pada berbagai variasi volume enzim.....	32
Tabel 5. Hasil Analisa Etanol Tandan kosong kelapa sawit setelah Fermentasi 5 hari.....	34
Tabel 6. Hasil Analisa Etanol Tandan kosong kelapa sawit setelah Fermentasi 7 hari.....	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Tanaman kelapa sawit (<i>elaeis guineensis</i>)	5
Gambar 2. Tandan kosong kelapa sawit	6
Gambar 3. Struktur selulosa	9
Gambar 4. Struktur hemiselulosa	10
Gambar 5. Struktur lignin	11
Gambar 6. <i>Aspergillus niger</i>	16
Gambar 7 Grafik Hubungan Antara Volume Enzim Terhadap Kadar Glukosa	31
Gambar 8 Hubungan antara kadar glukosa, kadar etanol dengan volume enzim pada waktu fermentasi 5 hari	34
Gambar 9 Hubungan antara kadar glukosa, kadar etanol dengan volume enzim pada waktu fermentasi 7 hari	35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I.	Data Hasil Penelitian.....	52
Lampiran II.	Contoh Perhitungan.....	54
Lampiran III.	Tabel Faktor “P” Koreksi Pemakaian Persentase Kalium Permanganat (KMnO ₄)	57
Lampiran IV.	Tabel Luff Schoorl	58
Lampiran V.	Gambar Hasil Penelitian.....	59
Lampiran VI.	Gambar Alat.....	62
Lampiran VII.	Bagan Kerja Lengkap	64



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Kebutuhan energi semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dunia dan berkembangnya negara-negara maju menuju negara industri. Ketersediaan sumber energi bahan bakar yang berasal dari fosil berkurang karena dieksplorasi secara terus-menerus, pemakaian bahan bakar petroleum juga menghasilkan polusi udara. Hal ini memicu adanya usaha-usaha untuk mencari sumber energi alternatif yang dapat diperbaharui dan ramah lingkungan. Salah satu bentuk energi alternatif yang ditawarkan adalah etanol. Etanol yang mempunyai rumus kimia C_2H_5OH adalah zat organik dalam kelompok alkohol dapat digunakan sebagai energi alternatif yang dapat diperbaharui dan relatif ramah lingkungan karena emisi karbondioksida rendah (Jeon, 2007).

Peningkatan produksi etanol sebagai sumber energi akan meningkatkan keperluan bahan baku. Hingga saat ini teknologi proses pembuatan etanol yang sudah mantap adalah dari bahan baku pati-patian, seperti jagung (di Amerika) dan tapioka (Sun and Cheng, 2002). Akan tetapi tapioka atau ubi kayu dan jagung merupakan bahan makanan penting sebagai sumber karbohidrat bagi manusia sehingga dikhawatirkan akan terjadi kompetisi antara ketersediaan bahan baku untuk pangan, pakan, dan untuk sumber energi (Sun and Cheng, 2002). Oleh karena itu perlu dikembangkan bahan bakar alternatif sumber bioetanol dari bahan non-pangan.

Sumber bahan baku potensial yang ketersediaannya melimpah, berharga murah, belum banyak dimanfaatkan dan mengandung gula sederhana yang dapat

diubah menjadi etanol adalah bahan-bahan lignoselulosa (Sun and Cheng, 2002). Biomasa lignoselulosa banyak terdapat sebagai limbah, contohnya ampas tebu, alang-alang, sekam padi, dan tandan kosong kelapa sawit (Samsuri, 2007). Penggunaan biomasa lignoselulosa sebagai bahan baku produksi bioetanol disamping sebagai alternatif menangani masalah limbah tersebut yang terus berlimpah, juga menjadi alternatif sebagai bahan baku sumber energi terbarukan.

Indonesia khususnya Sumatera selatan mempunyai sumber biomasa lignoselulosa yang melimpah dan belum termanfaatkan secara optimal seperti tandan kosong kelapa sawit yang merupakan limbah padat dari industri minyak kelapa sawit. Pada saat ini pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit antara lain digunakan sebagai kompos (Thambirajah, *et al*, 1995) dan pembuatan pulp (Rodriguez, *et al*, 2008). Tandan kosong kelapa sawit memiliki kandungan gula dalam bentuk selulosa dan hemiselulosa yang dapat dikonversi menjadi bioetanol melalui proses fermentasi. Studi tentang pengkonversian biomasa lignoselulosa dari tandan kosong kelapa sawit untuk menjadi bioetanol sebagai energi alternatif dapat dikelompokkan menjadi tiga proses, yaitu proses perlakuan awal (*pretreatment*) biomasa lignoselulosa, proses hidrolisis dan proses fermentasi (Moisier, *et al*, 2005)

Banyak metoda-metoda telah dikembangkan dalam proses perlakuan awal maupun hidrolisis. Perlakuan awal terhadap tandan kosong kelapa sawit dengan pelarut metanol dapat mengurangi atau menghilangkan lignin, sedangkan proses hidrolisis enzimatik menggunakan enzim selulase yang diisolasi dari *Aspergillus niger* memiliki keuntungan reaksi spesifik dan ramah lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Bioetanol dapat di buat dari bahan baku lignoselulosa seperti tandan kosong kelapa sawit. Tandan kosong kelapa sawit sangat potensial untuk dijadikan bahan baku pembuatan bioetanol karena ketersediaannya melimpah, berharga murah, dan belum dimanfaatkan secara optimal. Permasalahan dalam penelitian ini adalah seberapa besar kemampuan metanol (CH_3OH) untuk mendegradasi lignin, seberapa besar kemampuan enzim selulosa dari *Aspergillus niger* mampu mendegradasi selulosa menjadi glukosa dan seberapa besar kemampuan *Saccharomyces cerevisiae* mengkonversi glukosa menjadi etanol.

1.3 Tujuan

1. Melakukan proses pengolahan awal (*pre-treatment*) untuk mengurangi kadar lignin dengan menggunakan pelarut metanol.
2. Mempelajari pengaruh penambahan enzim selulase yang diisolasi dari *Aspergillus niger* dalam menghidrolisis tandan kosong kelapa sawit.
3. Menentukan kadar etanol hasil fermentasi menggunakan prinsip enzimatik dengan metode Etanol UV.

1.4 Manfaat

1. Menambah wawasan dalam penelitian bioteknologi.
2. Sebagai informasi awal dalam memproduksi etanol dari skala laboratorium menjadi skala industri.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexopoulos, C.J and C.W. Mims. 1979. *Introductory Technology*. John Wiley and Sons. New York. 632 PP.
- Anwar, N., Widjaja, A., dan Sugeng W. 2010. Peningkatan unjuk kerja hidrolisis enzimatis jerami padi menggunakan campuran selulosa kasar dan *Trichoderma Reesei* & *Aspergillus Niger*. *Makara SAINS*. Vol 14. hal 113- 116.
- Assegaf, F. 2009. *Prospek produksi bioetanol bonggol pisang (Musa paradisiacal) menggunakan metode hidrolisis asam dan enzimatis*. Semarang ; Lomba karya tulis ilmiah.
- Bailey, James E. And David F, Ollis, 1986. *Biochemical engineering fundamentals*. 2nd edition, Mc Graw-hill Book Co., Singapore.
- Duff, SJB., and Murray, WD. 1996. Bioconversion of forest products industry waste cellulose to fuel ethanol: a review. *Bioresource Technology*, 55 ; 1-33.
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan 1*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Fowler.1988. "Enzyme Technology" in *Biotechnology For Engineers, Biological System in Technological Processes*, Edited : Scragg, A. H., John Wiley & Sons, New York.
- Frazier dan Westhoff. 1978. *Food Microbiology*. Mc Graw Hill Publishing Co.ltd. New Delhi. India.
- Gandjar, I. 2006. *Mikologi Dasar dan Terapan*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Gerhartz, W. 1990. *Enzyme in Industry : Production and Application*. VCH Verlagsgesellschaft mbH, D 6940 Weinheim. p. 81-82.
- Haryadin, R. dan Leonardo. 2001. *Mikrobiologi Pangan*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Heradewi. 2007. Isolasi lignin dari lindi hitam proses pemasakan *organosolv* serat tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Institut Pertanian Bogor : Bogor.
- Hidaka, H., T. Hamaya, and T. Adachi. 1993. *Industrial Application of Cellulase*. Proceeding of Mie Bioforum. Genetic, Biochemistry and Ecology of Lignocellulose Degradation. Uni Publishers Co. Ltd. p. 593-601.

- Izzati, N dan Rosita yusnidar. 2010. Optimasi Pembuatan Bioetanol dari Ubi Jalar Putih (*Ipomea batatas*) Sebagai Sumber Alternatif Bahan Bakar yang Terbaru. Karya Ilmiah. Malang : Universitas Negri Malang.
- Jeon, Bo Young. 2007. *Development of a serial bioreactor system for direct ethanol production from starch using aspergillus niger and saccharomyces cerevisiae, biotechnology and bioproces engineering.* vol.12, pp.566-573.
- Judoamidjojo, M., A.A. Darwis, dan E.G. Sa'id. 1992. *Teknologi Fermentasi.* Edisi 1 cetakan 1. Rajawali Press. Jakarta.
- Kartika, B., A.D. Guritno, D. Purwadi, D. Ismoyowati. 1992. *Petunjuk Evaluasi Produk Industri Hasil Pertanian.* PAU Pangan dan Gizi UGM. Yogyakarta.
- Khairani, R. 2007. *Tanaman Jagung Sebagai Bahan Bio-fuel.* <http://www.macklintmip-unpad.net/Bio-fuel/Jagung/Pati.pdf>.(diakses tanggal 10 februari 2011).
- Lestu Novi, L., Rolan, S., & Diyono, S. 2005. *Hidrolisis ampas tebu secara enzimatis menggunakan Trichoderma Reesei.* UNDIP ; Semarang.
- Lewis, M.J and T.W. Young. 1990. *Brewing.* Chapman and Hall. New York. 256 PP.
- Maryana, R. 2006. *Pengembangan Bioetanol dari Starchy Materials dan Lignoselulosa Sebagai Salah Satu Energi Alternatif.* Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan. Hal 206-212.
- Moiser, N. 2005. Features of promising technologies for pretreatment of lignocellulosic biomass, *Bioresource Technology*, 96, hal. 673-686.
- Nugroho, A. 2008. *Produksi etanol dari limbah padat tapioka dengan Aspergillus niger dan Saccharomyces cerevisiae.* Jurnal, Vol.4.
- Orchidea Rachmaniah, Andi Krishnanta W., dan Dedy Ricardo. *Acid Hydrolysis Pretreatment of Bagasse-Lignocellulosic Material for Bioethanol Production.* FTI – ITS Surabaya: Department of Chemical Engineering.
- Rahayu S, Fredy T, dan Maggy T.S. 1999. *Eksplorasi bakteri termofilik penghasil enzim kitinase asal indonesia.* Pusat antar universitas ilmu hayat IPB : Bogor.
- Rodriguez, A. 2008. Use of high-boiling point organic solvents for pulping oil palm empty fruit bunches. *Bioresource Technology*, 99, hal. 1743-1749.

- Samsuri, M. 2007. Pemanfaatan selulosa bagas untuk produksi etanol melalui sakarifikasi dan fermentasi serentak dengan enzim xylanase. *Makara, Teknologi* Vol. 11 No. 1, 17-24.
- Sarah, M. 2008. Estimasi teoritis perolehan bioetanol dari hidrolisis tandan kosong sawit menggunakan asam encer; *jurnal penelitian rekayasa* ; Vol 1.
- Sitepu, A. 2007. *Evaluasi kesesuaian lahan untuk tanaman kelapa sawit (Elaeis guineensis), coklat (Theobroma cacao), dan karet (Hevea brasiliensis) di desa Blinteng Kecamatan Sei Bingei Kabupaten Langkat*. Skripsi. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- Soeprijanto. 2010. *Biokonversi lignoselulosa dari residu limbah pertanian menjadi biofuel melalui hidrolisis enzim dan fermentasi*. Surabaya ; Departemen Pendidikan Nasional institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Sun, Y. and Cheng, J. 2002. Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production. *Bioresource Technology*, 83, hal. 1-11.
- Thambirajah, J.J., Zulkifli, M.D. dan Hashim, M.A. 1995. Microbiological and biochemical changes during the composting of oil palm empty fruit bunches; effect of nitrogen supplementation on the substrate. *Bioresource Technology*, 52, hal. 133-144.
- Trisanti, A. 2009. *Prospek enzim dan limbah lignoselulosa untuk produksi bioetanol*. pusat penelitian bioteknologi : LIPI.
- Wyman, C.E. 2005. Coordinated development of leading biomass pretreatment technologies. *Bioresource Technology*, 96, hal.1959-1966.
- Yudiarto, M. Arif dan Djuma'ali. 2008. *Menimbang Kelayakan Bioetanol Sebagai Pengganti Bensin*. Tersedia:<http://www.kreatifEnergiIndonesia.co.id> (Diakses tanggal 10 februari 2011).