

**OPTIMASI PENGGUNAAN OZON PADA PROSES DELIGNIFIKASI
TONGKOL JAGUNG PADA PRODUKSI BIOETANOL**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Bidang Studi Kimia**



Oleh :

LUCI MUSTIKA AYU

08031381520068

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

OPTIMASI PENGGUNAAN OZON PADA PROSES DELIGNIFIKASI TONGKOL JAGUNG PADA PRODUKSI BIOETANOL

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjan Sains Bidang Studi Kimia

Oleh :

Luci Mustika Ayu

08031381520068

Inderalaya, 28 Januari 2020

Pembimbing I



Hermansyah Ph. D
NIP. 197111191997021001

Pembimbing II



Dr. Heni Yohandini M.Si
NIP. 197011152000122004

Mengetahui,



Universitas Sriwijaya

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul "Optimasi Penggunaan Ozon pada Proses Delignifikasi Tongkol Jagung pada Produksi Bioetanol" telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji dalam sidang sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada Tanggal 28 Januari 2020 dan telah diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Inderalaya, 28 Januari 2020

Ketua :

1. **Hermansyah Ph. D**
NIP. 197111191997021001

()

Anggota :

2. **Dr. Heni Yohandini M.Si**
NIP. 197011152000122004
3. **Dra. Julinar M.Si**
NIP. 196507251993032002
4. **Prof. Dr. Elfita M.Si**
NIP. 196903261994122001
5. **Dr. Addy Rachmat M.Si**
NIP. 197409282000121001

()
()
()
()

Mengetahui,



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama mahasiswa : Luci Mustika Ayu

NIM : 08031381520068

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 (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.

Inderalaya, 28 Januari 2020

Penulis,



Luci Mustika Ayu

NIM. 08031381520068

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Luci Mustika Ayu

NIM : 08031381520068

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: “Optimasi Penggunaan Ozon pada Proses Delignifikasi Tongkol Jagung pada Produksi Bioetanol”. Dengan hak bebas royalti non-ekslusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/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 pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Inderalaya, 28 Januari 2020

Yang menyatakan,



Luci Mustika Ayu

NIM. 08031381520068

Universitas Sriwijaya

LEMBAR PERSEMBAHAN

**Mahasuci Allah yang menguasai (segala) kerajaan dan Dia Mahakuasa atas
segala sesuatu
(Qs. Al-Mulk:1)**

**Hai orang-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan shalat sebagai
penolongmu, sesungguhnya Allah bersama orang-orang yang sabar
(Al Baqarah : 153)**

**Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh
jadi (pula) kamu menyukai sesuatu, padahal ia amat buruk bagimu. Allah
mengetahui, sedangkan kamu tidak mengetahui
(Al Baqarah : 216)**

**Dan katakanlah: ya Tuhanku, tambahkanlah kepadaku Ilmu pengetahuan
(Taha : 114)**

**Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-
orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat
(AL Mujadilah : 11)**

“Dream, Believe and Make it Happen”

Skripsi ini sebagai tanda syukur ku kepada:

- ◆ *Allah SWT*
- ◆ *Nabi Muhammad SAW*

dan kupersembahkan kepada:

1. *Kedua orangtuaku yang selalu memberikanku kasih dan sayang dan selalu mendoakanku*
2. *Abang dan adikku tersayang*
3. *Sahabat-sahabatku terkasih*
4. *Almamaterku Universitas Sriwijaya*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji syukur atas kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya yang telah diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini yang berjudul: “Optimasi Penggunaan Ozon pada Proses Delignifikasi Tongkol Jagung pada Produksi Bioetanol”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak **Hermansyah, Ph.D** dan Ibu **Dr. Heni Yohandini, M. Si** yang telah banyak memberikan bimbingan, motivasi, saran dan petunjuk kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Saya menyadari bahwa mendapat banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, dari awal masa pekuliahannya sampai penyusunan skripsi, maka saya mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Allah SWT. atas segala rahmat, kasih dan hidayah-Nya yang sungguh tak terhitung jumlahnya hingga terselesainya skripsi ini.
2. Kedua Orang Tuaku, Ayahku (Bahrul) dan Ibuku (Fatmawati) yang senantiasa memberikan motivasi, semangat, do'a serta dukungan yang tiada hentinya.
3. Abang (Fahrur Rahman, S.T) dan adikku (Khairoza Fathur Rahmah) tercinta.
4. Keluarga besar ‘**Panyalai**’ (Amak, Ayah Ndut, Yuk Inak, Kak Ardi, Uni Tita, Uni Wiwit, Shafa, Ojen, Vino dan lainnya) yang selalu memberikan support serta kasih dan sayang yang tiada tara.
5. Bapak Prof. Dr. Ishaq Iskandar, M.Sc., selaku Dekan FMIPA, Universitas Sriwijaya.
6. Bapak Dr. Dedi Rohendi, M.T., selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
7. Ibu Dr. Heni Yohandini, M.Si., selaku dosen Pembimbing Akademik.
8. Ibu Dra. Julinar, M.Si., Ibu Prof. Dr. Elfitra, M.Si dan Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si selaku penguji sidang sarjana, terimakasih atas bimbingan, masukan serta telah menjadi bagian terpenting dari penulis.

9. Seluruh Dosen FMIPA KIMIA yang telah mendidik dan membimbing selama masa kuliah.
10. Seluruh staf Analis Laboratorium Kimia FMIPA (Yuk Yanti, Yuk Nur dan Yuk Niar) terimakasih atas bantuannya selama praktikum dan penelitian ini.
11. Yuk Inak yang selalu menjadi tempat untuk tercurahnya keluh-kesah dari penulis, yang selalu menjadi pendengar yang baik, yang selalu memberikan motivasi, terimakasih. Saranghaeyo<3
12. Kamu, yang InsyaAllah diharapkan menjadi kata pengantar selanjutnya, terimakasih telah menemani, menghibur, memberi masukan, dibuat susah oleh penulis dan tak henti-hentinya memberikan semangat!!♥
13. Ria, Intan, Rino &Lelek "**Rumpi Squad**" yang selalu ada, kalian memang selalu menjadi yang terbaik tetapi penulis tidak bisa memberikan yang terbaik untuk kalian huuu makasih banyak guys, Love u all!!
14. Partner-gibah "**ICCI**" tercinta, terimakasih sudah menemani dari awal sampai akhir perkuliahan ini. Tanpa kalian apalah arti kuliah ini wkwk. Hardi yang selalu membantu apapun itu, Mijik yang selalu menjadi MoodBooster atas semua lelucon dan pergunjingannya wkwk, Bunga yang selalu menjadi pendengar setia dari keluh dan kesah penulis, selalu siap sedia dimana, apapun &kapanpun itu, Fikri yang paling-paling-paling terbaikk pokoknyaaa!! Terimakasih, I Love 3000 guyss!!
15. Partner anti-galau "**Girl is Comeback**" (Yuk Tinik, Yuk Husnul, Ais, Uni Vio, Nyimas &Uni Putri) tersayang, yang tidak dapat dijelaskan 1/1. Hanya bisa bilang "maaf &makasih" atas semua suka-duka yang telah kita lewatkan dari awal perkuliahan ini, semoga persahabatan kita selamanya yaaa! Till Jannah, Aamiin!!♥♥♥
16. Abang Iqbal, Jeri, Ilham &Rizky, terimakasih atas semua kebaikkannya dari awal perkuliahan ini, semoga kita tetap berteman baik yaaa!!
17. Qisthi-Resti yang tidak dapat dipisahkan, makasih banyak atas semua ke-barbar-an yang sangat indah dikuliah ini guys wkwk.
18. Thanks 24/7 to **SQUAD BAR-BAR full Team!!!!**

19. Suci &Nteb yang selalu ada dan selalu menunggu kepulangan penulis di Baturaja ketika liburan tiba wkwk terimakasih, sayang kaliaaan 3K!!
20. Ana &Dwik, teman sedari SD-ku, walaupun sekarang terpisahkan oleh jarak, InsyaAllah pertemanan kita tidak ada jaraknya.
21. **Herman's Squad** (Hardi, Kiki, Mbak Rani, Uni Putri, Wiwin &Wisa), yang selalu membantu dan menjadi terepotkan selama per-TA-an ini, makasih banyak-banyak guys.
22. **Cowok Kimia'15**, terkhusus untuk Ejak, Ade, Ferri, Fachmi &Daniel terimakasih untuk semua canda tawanya!!
23. **Pejuang Wisuda 146** (Kiki, Tya, Jupek, Pemi, Cica, Yuli, Janet, Uni Putri, Lili, Retno, Ilham &Ejak), Alhamdulillah ya guys terlewatkan juga masa-masa sulit ini, sukses untuk kita semua!!
24. Teman-teman seperjuangan **BarBar-kuu MIKI'15**, terimakasih atas suka-duka yang telah kita lewati. Semangat dan sukses untuk kita semua. Kalian memang terbaik dan takkan terganti guys. Jangan lupa Reuni 2025 yaaaa!<3
25. Kakak asuh **MIKI 2013**, terimakasih atas semua bantuan, didikan dan masukan yang diberikan.
26. Adik-adik MIKI 2016, 2017, 2018 &2019, semangat untuk semuanya!!
27. Mbak Novi yang tersayang dan kak Iin yang baik hati selaku admin jurusan kimia yang telah banyak membantu kelancaran proses selama perkuliahan ini.
28. Seluruh pihak-pihak terkait yang telah banyak membantu penulis dalam Tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan untuk itu penulis mengharapkan saran dan masukan yang membangun dari para pembaca. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua.

Inderalaya, 28 Januari 2020



Luci Mustika Ayu

Universitas Sriwijaya

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
LEMBAR PERSEMBERAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
SUMMARY	viii
RINGKASAN	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Morfologi dan Klasifikasi Tumbuhan Jagung (<i>Zea mays L.</i>)..	4
2.2 Tongkol Jagung.....	5
2.3 Komponen Lignoselulosa	6
2.3.1 Selulosa	6
2.3.2 Hemiselulosa	7
2.3.3 Lignin	8
2.4 Bioetanol.....	9
2.5 <i>Pretreatment Lignoselulosa</i> Produksi Bioetanol	10
2.5.1 <i>Pretreatment Biologi</i>	11
2.5.2 <i>Pretreatment Fisika</i>	11

2.5.4 <i>Pretreatment</i> Kimia.....	11
2.6 Hidrolisis Asam	13
2.7 Fermentasi	14
2.8 Metode Chesson	15
2.9 Metode Luff Schoorl	16
2.10 <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM)	17
2.11 <i>High Performance Liquid Chromatography</i> (HPLC)	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	19
3.2 Alat dan Bahan.....	19
3.2.1 Alat.....	19
3.2.2 Bahan	19
3.3 Prosedur Penelitian.....	19
3.3.1 Preparasi Sampel.....	19
3.3.2 Preparasi Alat	20
3.3.3 Proses Ozonolisis	20
3.3.4 Analisis Kandungan Lignoselulosa	20
3.3.5 Mengamati Morfologi Tongkol Jagung	21
3.3.6 Hidrolisis Asam Sulfat.....	21
3.3.7 Analisis Glukosa pada Sampel.....	21
3.3.7.1 Pembuatan Reagen Luff Schoorl.....	21
3.3.7.2 Pengukuran Kadar Gula Reduksi dengan Metode Luff Schoorl	21
3.3.7.3 Penentuan Jenis Gula dengan HPLC	21
3.3.8 Pembuatan Media dan Peremajaan <i>Yeast</i>	22
3.3.8.1 Pembuatan YPD Agar	22
3.3.8.2 Peremajaan <i>Yeast</i> di Media YPD Agar.....	22
3.3.8.3 Pembuatan Media Inokulum (YPD <i>Borth</i>)	22
3.3.8.4 Peremajaan <i>Yeast</i> di Media YPD <i>Borth</i>	22
3.3.9 Proses Fermentasi Bioetanol	22
3.3.9.1 Pembuatan Media Fermentasi.....	22
3.3.9.2 Fermentasi Bioetanol.....	22

3.4 Analisis Data.....	23
3.4.1 Presentase Lignoselulosa.....	23
3.4.2 Morfologi Tongkol Jagung	23
3.4.3 Analisis Kadar Glukosa.....	24
3.4.4 Analisis Kadar Etanol dengan HPLC	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1. Hasil Ozonolisis Tongkol Jagung	25
4.2. Hasil Hidrolisis Tongkol Jagung dengan Asam Sulfat	28
4.3. Hasil Fermentasi	30
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	35
5.1. Kesimpulan	35
5.2. Saran	35
DAFTAR PUSTAKA.....	36
LAMPIRAN	40

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Tanaman Jagung.....	4
Gambar 2. Tongkol Jagung	5
Gambar 3. Stuktur Selulosa.....	7
Gambar 4. Struktur Xilan (a) dan Glukomannan (b) yang merupakan Hemiselulosa Dominan pada Tumbuhan	8
Gambar 5. Struktur Lignin	8
Gambar 6. Skema <i>Pretreatment</i> Biomassa Lignoselulosa	11
Gambar 7. Tahap Pembentukan Etanol dari Glukosa.....	15
Gambar 8. A) Tongkol Jagung Utuh B) Tongkol Jagung Masa Penjemuran C) Tongkol Jagung Setelah Penghalusan.....	25
Gambar 9. Struktur Morfologi Tongkol Jagung A) Tanpa <i>Pretreatment</i> B) Setelah <i>Pretreatment</i> Menggunakan Ozon pH 3 pada Waktu 100 menit	28
Gambar 10. Kromatogram HPLC A) Standar Glukosa 10g/L B) Hidrolisat setelah <i>pretreatment</i>	29
Gambar 11. Kromatogram HPLC Standar Etanol 100%	31
Gambar 12. Kromatogram HPLC A) Hidrolisat tanpa <i>pretreatment</i> dan B) Hidrolisat setelah <i>pretreatment</i> Hari ke-2.....	32
Gambar 13. Kromatogram HPLC A) Hidrolisat tanpa <i>pretreatment</i> dan B) Hidrolisat setelah <i>pretreatment</i> Hari ke-3.....	32
Gambar 14. Kromatogram HPLC A) Hidrolisat tanpa <i>pretreatment</i> dan B) Hidrolisat setelah <i>pretreatment</i> Hari ke-4.....	33

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Komposisi Kimia Tongkol Jagung	6
Tabel 2. Kandungan Kadar Lignoselulosa pada Tongkol Jagung	6
Tabel 3. Perhitungan Persentase Hemiselulosa, Selulosa dan Lignin Setelah <i>Pretreatment</i> dengan Analisis Metode Chesson.	24
Tabel 4. Perhitungan Persentase Hemiselulosa, Selulosa dan Lignin Setelah <i>Pretreatment</i> dengan Analisis Metode Chesson	26
Tabel 5. Kadar Gula Reduksi Hidrolisat menggunakan Katalis Asam Sulfat 2%.....	28
Tabel 6. Kadar Gula Sisa Hasil Fermentasi	30
Tabel 7. Kadar Bioetanol Hidrolisat Menggunakan Katalis Asam Sulfat 2% Hasil Fermentasi.....	34

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Skema Penelitian	41
Lampiran 2. Perhitungan Hemiselulosa, Selulosa dan Lignin dengan Metode Chesson.....	42
Lampiran 3. Grafik Persentase Hemiselulosa, Selulosa dan Lignin Kondisi pH Netral dan Kondisi pH 3	45
Lampiran 4. Tabel Penentuan Glukosa, Fruktosa dan Gula Invert dengan Metode Luff Schoorl	46
Lampiran 5. Metode Uji Luff Schoorl	47
Lampiran 6. Data Digital Analisis HPLC	49
Lampiran 7. Gula Reduksi Hasil Fermentasi	52
Lampiran 8. Grafik Kadar Etanol dan Gula Sisa	54
Lampiran 9. Perhitungan Yield Etanol	55
Lampiran 10. Data Digital Uji Etanol	57
Lampiran 11. Gambar Bahan dan Alat	63

ABSTRACT

OPTIMIZATION OF OZONE PRETREATMENT FOR CORNCOB DELIGNIFICATION PROCESS ON BIOETHANOL PRODUCTION

Luci Mustika Ayu : Supervised by Hermansyah, Ph. D & Dr. Heni Yohandini, M.Si.
Departement of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University.

x + 66 pages, 7 table, 14 picture, 11 attachments.

Corn cob contain hemicellulose and cellulose which have the potential to be processed into glucose which is then fermented to produce bioethanol. In order to be hydrolyzed, high lignin content within corn cob must be removed through degradation process. Pretreatment using ozonolysis was carried out and evaluated to obtain optimum condition of lignin degradation. Bioethanol production process was carried out in three steps, pretreatment, hydrolysis and fermentation. Pretreatment of corn cob used ozonolysis method. Ozonolysis method is a pretreatment by ozone flowing at a certain time and temperature. Pretreatment was carried out under neutral pH and pH 3 conditions with variations in ozone flow time for 20, 40, 60, 80 and 100 minutes to determine the optimum time. The results of pretreatment were hydrolyzed using sulfuric acid and reduced sugar content was analyzed of the resulting, then a fermentation process carried out for 2, 3 and 4 days and HPLC analysis to determine the levels of bioethanol and residual sugar content. The results of the study showed that the optimum ozonolysis conditions in the corn cob delignification process were at 100 minutes under pH 3 conditions with hemicelluloses levels of 36%, cellulose 51% and lignin 6%, where the morphological structure of corn cob after pretreatment has a more coarse structure compared to corn cob without pretreatment. Reducing sugar levels in corn cob after pretreatment obtained at 3.6458%, while the level of bioethanol obtained increased with a maximum level of 0.017% found on day 4 in hydrolysates after pretreatment. It can be concluded that the process of delignification using ozone after 100 minutes gives bioethanol production in accordance with the length of time of fermentation.

Keyword : bioethanol, corn cob, fermentation, ozonolysis, Chesson, Luff Schoorl, hydrolysis.

Citation : 54 (1981-2017)

Inderalaya, 28 Januari 2020

Pembimbing I

Pembimbing II



Hermansyah Ph. D
NIP. 197111191997021001



Dr. Heni Yohandini M.Si
NIP. 197011152000122004

Mengetahui,

Ketua Jurusan Kimia



Universitas Sriwijaya

ABSTRAK

OPTIMASI PENGGUNAAN OZON PADA PROSES DELIGNIFIKASI TONGKOL JAGUNG PADA PRODUKSI BIOETANOL

Luci Mustika Ayu : Dibimbing oleh Hermansyah Ph. D dan Dr. Heni Yohandini, M.Si. Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya. x + 66 Halaman, 7 Tabel, 14 Gambar, 11 Lampiran.

Tongkol jagung memiliki kandungan hemiselulosa dan selulosa yang berpotensi untuk diolah menjadi glukosa yang kemudian difermentasi sehingga menghasilkan bioetanol. Pada hidrolisis, kadar lignin yang tinggi dalam tongkol jagung harus dihilangkan melalui proses degradasi. Pretreatment menggunakan ozonolisis dilakukan dan dievaluasi untuk mendapatkan kondisi optimal degradasi lignin. Proses produksi bioetanol dilakukan dalam tiga tahap yaitu pretreatment, hidrolisis dan fermentasi. Tongkol jagung di pretreatment dengan menggunakan metode ozonolisis. Metode ozonolisis merupakan metode pretreatment dengan cara mengalirkan gas ozon pada waktu dan suhu tertentu. Pretreatment dilakukan pada kondisi pH netral dan pH 3 dengan variasi waktu alir ozon selama 20, 40, 60, 80 dan 100 menit untuk mengetahui waktu optimum. Hasil pretreatment dihidrolisis menggunakan asam sulfat dan dilakukan analisis kadar gula reduksi yang dihasilkan, selanjutnya dilakukan proses fermentasi selama 2, 3 dan 4 hari dan dilakukan analisis HPLC untuk mengetahui kadar bioetanol serta kadar gula sisa. Dari hasil penelitian didapatkan kondisi optimum ozonolisis pada proses delignifikasi tongkol jagung adalah pada waktu 100 menit di kondisi pH 3 dengan kadar hemiselulosa sebesar 36%, selulosa 51% dan lignin 6%, di mana karakterisasi menggunakan SEM didapatkan struktur morfologi dari tongkol jagung setelah pretreatment mempunyai struktur yang lebih kasar dibandingkan dengan tongkol jagung tanpa pretreatment. Kadar gula reduksi yang dihasilkan dari tongkol jagung setelah pretreatment sebesar 3,4798%, sedangkan kadar bioetanol yang didapat semakin meningkat, dengan kadar maksimum sebesar 0,017% yang terdapat dihari ke-4 pada hidrolisasi setelah pretreatment. Dapat disimpulkan bahwa proses delignifikasi menggunakan ozon 100 menit memberikan produksi bioetanol tertinggi sesuai dengan lama waktu fermentasi.

Kata kunci : bioetanol, tongkol jagung, fermentasi, ozonolisis, Chesson, Luff Schoorl, hidrolisis.

Kepustakaan : 54 (1981-2017)

Pembimbing I

Hermansyah Ph. D
NIP. 197111191997021001

Inderalaya, 28 Januari 2020
Pembimbing II



Dr. Heni Yohandini M.Si
NIP. 197011152000122004

Mengetahui,



Universitas Sriwijaya

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring dengan bertambahnya penduduk dan pertumbuhan ekonomi, maka diperlukan energi alternatif yang dapat menunjang kebutuhan akan energi. Energi baru terbarukan yang cukup potensial dikembangkan di masa mendatang berupa energi biomassa. Ada beberapa cara pemanfaatan energi biomassa atau disebut bioenergi, yaitu pembakaran langsung, pemanfaatan gas biomassa dan konversi menjadi bahan bakar cair (misalnya bioetanol). Teknologi yang mengkonversi biomassa menjadi bioetanol merupakan teknologi yang mempunyai nilai ekonomi tinggi karena dapat memanfaatkan bahan limbah sebagai bahan baku (Gunam dkk, 2011).

Bioetanol merupakan salah satu sumber energi alternatif pengganti minyak bumi. Bahan limbah pertanian dan industri dapat digunakan untuk produksi bioetanol. Etanol yang dihasilkan biomassa dapat diperoleh melalui fermentasi. Bioetanol yang menjadi bahan bakar biasanya lebih ramah lingkungan (Syawala *et.al.*, 2013). Salah satu limbah pertanian dan industri yang digunakan untuk produksi bioetanol diantaranya adalah tongkol jagung. Tongkol jagung dihasilkan dalam jumlah besar per tahunnya dan sering kali menyebabkan pencemaran lingkungan. Tongkol jagung sebagai limbah pertanian belum banyak dimanfaatkan dalam memproduksi etanol, namun tongkol jagung sendiri memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi dan berpotensi untuk menghasilkan etanol (Sutiono dkk, 2015).

Produksi bioetanol terdiri dari beberapa proses yaitu, *pretreatment*, hidrolisis dan fermentasi (Merina dan Trihadiningrum, 2011). *Pretreatment* dilakukan untuk membuka struktur lignoselulosa. Proses ini dapat dilakukan dengan beberapa cara, diantaranya melalui proses ozonolisis. Metode ozonolisis menghasilkan senyawa hasil degradasi hemiselulosa dan selulosa yang sangat sedikit. Hal ini dikarenakan ozon hanya terbatas untuk degradasi lignin, dan sedikit mendegradasi hemiselulosa (Hidayat, 2013).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Novia, dkk 2014, kadar lignin di dalam jerami padi mengalami penurunan sebesar 51,6 % setelah dilakukan *alkaline pretreatment* dan proses ozonolisis. Hal ini dikarenakan ozon memiliki sifat oksidasi yang kuat dan bersifat radikal yang mudah bereaksi dengan senyawa disekitarnya sehingga mampu mendegradasi lignin. Penghilangan lignin harus dilakukan selulosa tidak terhalang sehingga dapat dihidrolisis. *Pretreatment* ozonolisis biasanya dilakukan pada suhu kamar dan tekanan normal serta tidak terjadi pembentukan senyawa penghambat yang dapat mempengaruhi proses hidrolisis dan fermentasi.

Pada penelitian ini *pretreatment* tongkol jagung dilakukan menggunakan variasi waktu pada pH netral dan pH asam untuk mendapatkan hasil delignifikasi yang optimal. Hasil *pretreatment* dikarakterisai menggunakan SEM untuk mengamati perubahan morfologi tongkol jagung. Setelah proses *pretreatment* dilanjutkan dengan proses hidrolisis yang meliputi proses pemecahan polisakarida di dalam biomassa lignoselulosa, yaitu selulosa dan hemiselulosa menjadi monomer gula penyusunnya, dimana hidrolisis sempurna selulosa akan menghasilkan glukosa (Fachry dkk, 2013). Lalu pada tahap terakhir akan dilakukan proses fermentasi oleh mikroorganisme berupa khamir. Khamir yang sering digunakan pada fermentasi etanol adalah *Saccharomyces cerevisiae*. Kadar etanol hasil feremtasi ditentukan dengan HPLC .

1.2. Rumusan Masalah

Kandungan lignin pada tongkol jagung cukup tinggi, yang dapat menjadi penghambat proses ozonolisis produksi bioetanol dari tongkol jagung. Lignin dapat menghambat proses hidrolisis dan fermentasi sehingga hasil yang didapatkan tidak optimal. Oleh karena itu dilakukan proses delignifikasi dengan ozon untuk mengurangi senyawa lignin agar didapatkan hasil yang optimal pada produksi bioetanol.

1.3. Tujuan Penelitian

1. Menganalisis pengaruh waktu ozonolisis terhadap proses delignifikasi tongkol jagung.

2. Mengamati perubahan morfologi tongkol jagung setelah didelignifikasi dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM).
3. Menentukan kadar glukosa hasil hidrolisis tongkol jagung menggunakan katalis asam sulfat dengan metode Luff schoorl.
4. Menentukan kadar bioetanol yang dihasilkan dari proses fermentasi dengan menggunakan *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC).

1.4. Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang produksi bioetanol dari limbah berupa tongkol jagung, dimana limbah tongkol jagung ini dapat meningkatkan nilai ekonomis yang hanya dibuang oleh masyarakat. Serta menginformasikan kondisi terbaik produksi bioetanol pada saat *pretreatment* dengan menggunakan ozon .

DAFTAR PUSTAKA

- Akoh, C. C., Chang, S. W., Lee, G. C and Shaw, J. F. 2008. Biocatalysis for the Production of Industrial Products and Functional Foods from Rice and Other Agricultural Produce. *J. Agric. Food Chem.* 56 : 10445–10451.
- Alvarez, V. H., Rivera, E. C., Costa, A. C., Filho, R. M., Wolf, M. M. R and Aznar, M. 2008. Bioethanol Production Optimization: A Thermodynamic Analysis. *Appl Biochem Biotechnol.* 148 (2008): 141-149.
- Anindiyawati, T. 2009. Prospek Enzim dan Limbah Lignoseulosa untuk Produksi Bioetanol. *BS.* 44 (1) : 49-56.
- Areskogh, D. 2011. *Structural Modifications of Lignosulphonates.* USA : Tirta-Che Report.
- Azizah, N., Al-Baarri, A.N dan Mulyani, S. 2012. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol, pH, dan Produksi Gas pada Proses Fermentasi Bioetanol dari Whey dengan Substitusi Kulit Nanas. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan.* 1 (2) : 72-77.
- Benjaphokee, S., Hasegawa, D., Yokota, D., Asvarak, T., Auesukaree, C., Sugiyama, M., Kaneko, y., Boonchird, C and Harashima, S. 2012. Highly Efficient Bioethanol Production a *Saccharomyces Cerevisiae* Strain With Multiple Stress Tolerance to High Temperature, Acid and Ethanol. *N. Biotechnol.* 15 (29) : 86-379.
- Binder, A., Pelloni, L., Fiechter, A., 2004. Delignification of Straw with Ozone to Enhance Biodegradability. *J. Appl. Microbiol Biotechnol.* 11 : 1–5.
- Cardona, C. A and Sanchez, O. J. 2007. Fuel Ethanol Production: Process Design Trends and Integration Opportunities. *Bioresource Technology.* 98 (2007) : 2415–2457.
- Cardona, C. A., Quintero, J. A and Paz, I. C. 2009. Production of Bioethanol from sugarcane bagasse: Status and Perspectives. *Bioresource Technology.* 2009.
- Datta, R. 1981. Acidogenic fermentation of lignocellulose-acid yield and conversion of components. *Biotechnology and Bioengineering.* 23 (9) : 2167-2170.
- Dewi, N. Y. 2013. Penetapan Kadar dan Analisis Profil Protein dan Asam Amino Ekstrak Ampas Biji Jinten Hitam (*Nigella sativa Linn.*) dengan Metode SDS-Page dan KCKT. *Skripsi.* FKIK, Farmasi, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Fachry, A. R., Puji, A dan Tri, G P. 2013. Pembuatan Bioetanol dari Limbah Tongkol Jagung dengan Variasi Konsetrasi Asam Klorida dan Waktu Fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia.* 1 (19) : 60-69.

- Fengel, D dan Wegener, G.1984. *Kayu: Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-Reaksi*. Terjemahan oleh Harjono Sastrohamidjojo. Yogyakarta : Gajah Mada Univesity Press.
- Fessenden, R dan Fessenden, S. 1994. *Kimia Organik*. Jakarta: Erlangga.
- Graeme, M. W. 2010. *Bioethanol: Science and Technology of Fuel Alcohol*. Scotlandia : Sytool Software.
- Grohmann, K. 1993. Simultaneous Saccharification and Fermentation of Cellulosic Substrates to Ethanol. In *J.N. Saddler*. 183-209.
- Gunam, I. B. W., Ni, M. W., Anak, A. M. D. A dan Pande, M. S. 2011. Delignifikasi Ampas Tebu dengan Larutan Natrium Hidroksida Sebelum Proses Sakarifikasi Secara Enzimatis Menggunakan Enzim Selulase Kasar dari Aspergillus Niger FNU 6018. *Jurnal Teknologi Indonesia*. 34 : 24-32.
- Hamriani., Pariabti, P dan Muhammad, A.2016. Aplikasi Metode Scanning Electron Microscopy (SEM) dan X-Ray Diffraction (XRD) dalam Menganalisis Limbah Pabrik Gula X. *Jurnal Sains dan Pemndidikan Fisika*. 1 (12) : 74;82.
- Hermiati, E., Djumali, M., Titi, C. S., Ono, S dan Bambang, S. 2016. Pemanfaatan Biomassa Lignoselulosa Ampas Tebu Untuk Produksi Bioetanol. *Jurnal Litbang Pertanian*. 29 (4) : 121-130.
- Hidayat, M. R. 2013. Teknologi Pretreatment Bahan Lignoselulosa dalam Proses Produksi Bioetanol. *Biopropal Industri*. 4 (1) : 33-48.
- Kantasubrata, J dan Sri, S. 1992. Perkembangan Analisis Gula Secara KLT dan KCKT. *JKTI*. 2 (2) : 93-99.
- Karim, M. C. 2012. Analisis Kandungan Karbohidrat pada Susu Kedelai Essoya yang Beredar di Gorontalo dengan Metode Luff-Schoorl. *Skripsi*. Farmasi, Universitas Negeri Gorontalo.
- Khaira, Z. F., Elvi, Y dan Sri, R. M. 2015. Pembuatan Bioetanol dari Limbah Tongkol Jagung Menggunakan Proses Simultaneous Sacharification and Fermentations (SSF) dengan Variasi Jumlah Konsentrasi Enzim dan Waktu Fermentasi. *JOM Fteknik*. 2 (2) : 1-8.
- Kim, T. H. Rajesh, P and Lee, Y. Y. 2009. Pretreatment of Biomass by Aqueous Ammonia for Bioethanol Production. *Biofuels: Methods and Protocols, Methods in Molecular Biology*. 581 (10) : 79-88.
- Krisnawati. A. 2014. Pengaruh Karakteristik Lindi Terhadap Ozonisasi KOnvensional dan Advanced Oxidation Processes (Aop). *Jurnal Rekayasa Lingkungan* 2 (2) : 1-12.

- Kumar, R., Singh, S and Singh, O. V. 2008. Bioconversion of Lignocellulosic Biomass: Biochemical and Molecular Perspectives. *J Ind Microbiol Biotechnol.* 35 : 377–391.
- Kumar, R., Diane, M. B., Michael, J. D and Pieter, S. 2009. Methods for Pretreatment of Lignocellulosic Biomass for Efficient Hydrolysis and Biofuel Production. *Ind. Eng. Chem. Res.* 48 (8) : 3713-3729.
- Leba, M. A. U. 2017. Buku Ajar: *Ekstraksi dan Real Kromatografi*. Yogyakarta : Deepublish.
- Li, B. Z., Jing, S C and Bin, Q. 2010. Genome-Wide Transcriptional Analysis of *Saccharomyces cerevisiae* During Industrial Bioethanol Fermentation. *J.Ind Microbiol Biotechnol.* 37 (2010) : 43–55.
- Lydia, B dan Djenar, N. S. 2000. *Dasar Bioproses*. Jakarta : Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Departermen Pendidikan Nasional.
- Mc. Kendry, P. 2002. Energy Production From Biomass (part 1): Overviwe of Biomass. *Bioresour, Technol.* 83 : 37-46.
- Merina, F dan Trihadiningrum, Y. 2011. Produksi Bioetanol dari Enceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dengan *Zymomnas mobilis* dan *Sacharomyses cereisiae*. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XIII*. D-2-2-D-2-3.
- Mulakhudair, A. R., Hanotu, J and Zimmerman, W. 2017. Exploiting Ozonolysis Microbe Synergy for Biomass Processing: Application in Lignocellulosic Biomass Pretreatment. *Biomass Bioenergy*. 105 : 147-154.
- Moiser, N., Charles, W., Bruce, D., Richard, E., Lee, Y. Y., Mark, H and Michael, L. 2005. Features of Promising Technologies for Pretreatment of Lignocellulosic Biomass. *Bioresource Technology*. 96 : 686-6673.
- Novia., Astriana, W dan Rosmawati. 2014. Pembuatan Bioetanol dari Jerami Padi dengan Metode Ozonolisis *Silmutaneous Saccharification and Fermentation (SSF)*. *Jurnal Teknik Kimia*. 3 (20) : 38-48.
- Osvaldo, Z. S., Panca, P.S dan Faizal. 2012. Pengaruh Konsentrasi Asam dan Waktu pada Proses Hidrolisis dan Fermentasi Pembuatan Bioetanol dari Alang-Alang. *Jurnal Teknik Kimia*. 2 (18) : 52-62.
- Punjani., Ishak, I dan Mangara, S. 2015. Biokonversi Selulosa dari Tongkol Jagung Menjadi Alkohol. *Jurnal Pendidikan Kimia*. 2 : 1-12.
- Putri, M., Marniati, S dan Elida M. 2010. Pengaruh Penambahan NaOH-NH₄OH Untuk Produksi Bioetanol dari Ampas Tebu dengan Metode Simultaneous Saccharification Fermentation (SSF). *Jurnal Teknik Kimia*. 2 (2) : 1-6.
- Purwono dan Rudi, H. 2005. *Bertanam Jagung Unggul*. Bandung : Penebar Swadaya.

- Prescott, S. G and Said, C. G. 1959. *Industrial Microbiology*. New York : Mc Graw-Hill Book Company.
- Sari, P. D., Wuwah, A dan Dinarta, H. 2017. Delignifikasi Bonggol Jagung dengan Metode Microwave Alkali. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian AGRIKA*. 12 (2) : 164-172.
- Sanchez, C. 2009. Lignosellulosic Residues: Biodegradation and Bioconversion by Fungi. *BioTechnology Advances*. 27 (2009) : 185-194.
- Shcatten, H. 2013. *Scanning Electron Microscopy for the Life Sciences*. Amerika : Cambridge University Press.
- Setiati, R., Deana, W., Septorano, S dan Taufan, M. 2016. Optimasi Pemisahan Lignin Ampas Tebu dengan Menggunakan Natrium Hidroksida. *Ethos (Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat)*. 257-264.
- Shokrkar, H., Sirous, E dan Mehdi, Z. 2017. Bioethanol Production From Acidic and Enzymatic Hydrolysates Of Mixed Microalgae Culture. *Fuel*. 200 (2017) 380–386.
- Sixta, H. 2006. *Handbook of Pulp*. Wiley-VchVerlag: CmbH & Co.KGaA.
- SNI 01-2891-1992. 1992. *Cara Uji Makanan dan Minuman*. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.
- Sun, Y and Cheng, J. 2002. Hydrolysis of Lignocellulosic Meterials for Ethanol Production. *Bioresource Technology*. 83 : 1-11.
- Susilwati, D. 2016. Kandungan Lignoselulosa Hasil Fermentasi Limbah Serbuk Gergaji Kayu dan Jerami Padi Menggunakan Inkulum Kotoran Kambing dengan Variasi Lama Inkubasi. *Skripsi*. FKIP, Jurusan Biologi, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Sutiono, I., Chairul dan Yelmida. 2015. Pengaruh Gelombang Mikro pada Pretreatment Tongkol Jagung Menjadi Bioetanol. *Jurnal Kimia-Fisika*. 2 (2) : 1-9.
- Syawala, D. S., Tatik, W and Moch, D. B. 2013. Production of Bioethanol From Corncob and Sugarcane Bagasse with Hydrolysis Process Using *Aspergillus niger* and *Trichoderma viride*. *IOSR Journal Of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT)*. 4 (5) : 49-56.
- Travaini, R., Judit M. J., Ana, L. H and Silvia, B.R. 2016. Ozonolysis: An Advantageous Pretreatment for Lignocellulosic Biomass Revisited. *Bioresource Technology*. 199 : 2-12.
- Talebnia, F., Dimitar, K and Irini A. 2010. Production of Bioethanol from Wheat Straw: An Overview on Pretreatment, hydrolysis and Fermentation. *Bioresource Technology*. 101 : 4744-4753.
- Warisno. 1998. *Jagung Hibrida*. Yogyakarta : Kasinus.