

**HIDROLISIS MENGGUNAKAN ASAM SULFAT TERHADAP
TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT UNTUK
PRODUKSI BIOETANOL**

SKRIPSI

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



WIWIN FITRIANINGSIH

08031381520039

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

2019

HALAMAN PENGESAHAN

**HIDROLISIS MENGGUNAKAN ASAM SULFAT TERHADAP TANDAN
KOSONG KELAPA SAWIT UNTUK PRODUKSI BIOETANOL**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia

Oleh:

WIWIN FITRIANINGSIH

08031381520039

Indralaya, November 2019

Pembimbing I



Hermansyah, Ph.D.

NIP. 197111191997021001

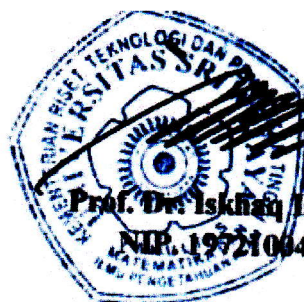
Pembimbing II



Dra. Julinar, M.Si.

NIP. 196507251993032002

**Mengetahui,
Dekan Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam**



Prof. Dr. Iskhan Iskandar, M.Sc

NIP. 197210041997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “Hidrolisis Menggunakan Asam Sulfat Terhadap Tandan Kosong Kelapa Sawit Untuk Produksi Bioetanol” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji dalam sidang sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 20 November 2019 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, 25 November 2019

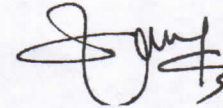
Ketua :

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

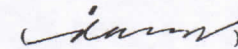
()

Anggota:

2. **Dra. Julinar, M.Si.**
NIP. 196507251993032002
3. **Dr, Miksusanti, M.Si.**
NIP. 196807231992032003
4. **Drs.H. Dasril Basir, M.Si.**
NIP. 195810091986031005
5. **Dr. Dedu Rohendi, M.T.**
NIP. 196704191993031001


()


()

()

()

Mengetahui,

Dekan FMIPA

Prof. Dr. Iskhq Iskandar, M.Sc
NIP. 197210041997021001

Ketua Jurusan Kimia

Dr. Dedi Rohendi, M.T
NIP. 196704191993031001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama mahasiswa : Wiwin Fitrianingsih

NIM : 08031381520039

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.

Indralaya, November 2019

Penulis,



Wiwin Fitrianingsih

NIM. 08031381520039

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

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

Nama Mahasiswa : Wiwin Fitrianingsih
NIM : 08031381520039
Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya "hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusivelyroyalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul: "Hidrolisis Menggunakan Asam Sulfat Terhadap Tandan Kosong Kelapa Sawit Untuk Produksi Bioetanol". Dengan hak bebas royalti non-eksklusif 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.

Indralaya, November 2019

Yang menyatakan,



Wiwin Fitrianingsih

NIM. 08031381520039

HALAMAN PERSEMBAHAN

*“Sabarlah anda terhadap cacian dan makian yang anda terima
kerena di balik cacian dan makian tersebut kebesaran seseorang
akan tubuh dengan subur”*

(Buya.HH.M.Husni Thamrin Madani)

*“Ilmu itu kehidupan hati dari kebutaan, sinar penglihatan
daripada kezaliman, dan tenaga badan daripada kelemahan.”*

(Imam Al-Ghazali)

*“Ketika kita ikhlas atas apa yang mengecewakan kita. Percayalah
Alloh akan menggantikan kekecewaan itu dengan sesuatu yang tak
disangka-sangka”*

(Anonim)

*“Dan barang siapa yang bertakwa kepada Alloh, niscaya Alloh
menjadikan baginya kemudahan dalam urusannya”*

(Qs.65:4)

Skripsi ini sebagai tanda syukurku kepada:

- Allah SWT
- Nabi Muhammad SAW

Dan kupersembahkan kepada :

1. Bapak dan MamakKu tercinta dan tersayang yang selalu mendukung, mendoakan dan selalu mendoakan serta memberikan kekuatan.
2. AdikKu yang kusayangi
3. Pembimbing Akademik
4. Pembimbing Tugas Akhirku
5. Semua Dosen FMIPA KIMIA UNSRI
6. Sahabat Seperjuangan
7. Almamaterku (Universitas Sriwijaya)

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur hanyalah milik Allah SWT semata, kita memujinya, memohon pertolongan dan ampunan hanya kepada-Nya dan pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul : “Hidrolisis Menggunakan Asam Sulfat Terhadap Tandan Kosong Kelapa Sawit Untuk 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 Dra. Julinar, M.Si yang telah banyak memberikan bimbingan, pengalaman, motivasi, saran dan petunjuk, kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Semoga bapak dan ibu diberkahi Allah SWT.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Iskhaq Iskandar. M.Sc selaku Dekan FMIPA, Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Dedi Rohendi, M.T, selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Nova Yuliasari, M.Si. sebagai dosen Pembimbing Akademik.
4. Bapak Hermansyah, Ph.D dan Ibu Dra. Julinar, M.Si yang telah memberikan saran, dukungan, motivasi dan selalu memberikan semangat ketika down, selalu sabar mendengarkan keluhan dan permasalahan. Tanpa bantuan bapak dan ibu penulis tidak akan bisa menyelesaikan skripsi ini dan terimakasih telah meluangkan waktu untuk diskusi selama penyusunan.
5. Ibu Dr. Miksusanti, M.Si, Bapak Drs.H. Dasril Basir, M.Si dan Bapak Dr. Dedi Rohendi, M.T selaku penguji pada seminar hingga sidang sarjana.
6. Seluruh Staf Dosen Pengajar Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya dan guru-guru yang amat berjasa dalam memberikan ilmu dan pengetahuan yang bermanfaat.
7. Malaikat tak bersayapku, semangat dan motivator hidupku, Bapakku Soiman, Mamakku Evi Tarina dan Adekku Zakiyah Nurzhafiroh yang tak pernah lelah memberikan semangat, dukungan, dan do'a yang tulus.

Terimakasih untuk setiap cinta, kasih sayang, perhatian, pengorbanan dan kesabaran. Semoga Allah selalu memberikan keberkahan dan kebahagiaan.

8. Ahmad Toha, S.Ag yang selalu mendengarkan keluhanku. Terimakasih untuk setiap masukkan, dukungan dan semangat .
9. Sofyan Hadi, SP, Muhammad Iqbal, S.Si (Bang Iqbal) dan Nurjannah (Janet) tempat bertanyaku selama tugas akhir dan penulisan. Terimakasih untuk ilmu, kesabaran dan ilmu selama ini.
10. Teman dari masih maba hingga saat ini Mutia Anjarwati, S.Si yang selalu kayak emak-emak suka ngomel kalo kostanku berantakan dan suka ngeberesin kostku:)
11. Teman disetiap instansi belajarku dan teman seperjuangan Erni Yusnita, S.KM terimakasih untuk kebersamaan dari SD hingga perguruan tinggi. Semoga kita bisa menjadi orang sukses.
12. Sahabat bar-bar tersayangku (Mutia, Dila, Rahma, Teplon dan Anggi) tempat berbagiku yang selalu memberikan semangat dan dukungan. Terimakasih untuk kebersamaan dan telah mengukir kenangan indah. See you on top guys:)
13. Team terhebatku Herman's Squad (Hardi, Wisa, Kiki, Mbak Rani, Luci, dan Uni Putri) terimakasih untuk bantuan, semangat, dukungan dan kebersamaan yang indah selama penelitian. Kalian terbaik! Sukses untuk kita semua:)
14. Teman laboratorium Biokimer's (Bang Iqbal, Timpeng, Hardi, Dila, Rahma, Teplon, Anggi, Riani, Gita, Wisa, Kiki, Mbak Rani, Luci, Uni Putri, Virli dan Retno).
15. Sahabat Fillah (Pemi, Cica, Kiki, Wisa dan Mbak Rani) yang membantu disetiap kesulitanku dan memberikan kekuatan dikala down. Terimakasih untuk setiap semangat dan do'a serta kisah yang telah kita lalui di penghujung perjuangan ini.
16. Sahabat ma'hadku Ogol's Family (Muslimah, Novia, Emi, Yuli, Lucia, Fadhilah, Ira, Ria dan Sahrullah) dan sahabat masa kecilku (Evi, Risma dan Aulia) semoga silaturahmi kita tetap terjaga.
17. Teman seperjuangan (Mifta, Wisa, Suci, Herma, Rani A, Rani O.V, Aisyah, Mutiara, Gita dan Virli) dan yang masih berperang (Janet, Julya, Pemi, Cica,

dan Kiki) semangat menyelesaikan misi S.Si.

18. Teman KKN JOK-88 (Ulak Tembaga, Jejawi) terimakasih untuk kebersamaanya. Kita pernah satu atap dan satu piring selama 42 hari, main hujan dan main di sungai bareng.
19. Suci, Ayu, Citra, dan Fopy yang telah membantu selama perkuliahan serta seluruh keluarga MIKI 15 terimakasih untuk kebersamaan selama dikampus. Kalian adalah kenangan paling berharga.
20. Kakak-kakak dan adik-adik Kimia. Angkatan 2013, 2014, 2016, 2017 dan 2018 untuk kenangan manis, pedas dan pahitnya. Terimakasih telah mengajarkan kehidupan.
21. Staff dosen dan analis FMIPA Kimia (Yuk Yanti, Yuk Nur dan Yuk Niar) yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat serta arahan saat penelitian.
22. Admin jurusan kimia Mbak Novi, Kak Roni dan Kak Iin yang baik hati dan selalu membantu dalam administrasi selama perkuliahan.

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

Indralaya, November 2019

Penulis,



Wiwin Fitrianiingsih

NIM. 08031381520039

SUMMARY

HYDROLYSIS OF EMPETY PALM FRUIT BUNCH USING SULFURIC ACID FOR BIOETHANOL PRODUCTION

Wiwin Fitriyaningsih: Supervised by Hermansyah, Ph.D and Dra.Julinar, M.Si

Departement of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences.
Sriwijaya University

xvii + 67 pages, 2 tables, 15 pictures, 7 attachments

Hydrolysis of empety palm fruit bunch (EPFB) using sulfuric acid for bioethanol production has been conducted. EPFB was pretreated using ozon with flow rate of 50 g/minute for 100 minute, to reduce lignin content which determined by *Chesson* method. The result showed the percentage of lignin after pretreatment was 18%, while percentage of lignin before pretreatment was 38%. EPFB was then hydrolyzed using 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6% and 7% of sulfuric acid with and without heating at 100°C. Glucose content produced hydrolyzate were analyzed by using Luff Schoorl method and HPLC. Result showed that the highest glucose obtained from pretreated EPFB hydrolyzed using sulfuric acid 6% with and without heating at 100°C produced 2,34% (v/b) and 2,04% (v/b) respectively. HPLC data result that glucose produced as many as 0.676%. The highest glucose content sample was fermented using microbial agent *Sacchaomyces cerevisiae*, and ethanol produced by fermentation was determined using gas chromatography (GC). Fermentation resulted ethanol of 0,675% (v/v).

Keyword: EPFB, ozone pretreatment, sulfuric acid hydrolysis, and bioethanol

Citation : 51 (1982-2019)

RINGKASAN
HIDROLISIS MENGGUNAKAN ASAM SULFAT
TERHADAPTANDAN KOSONG KELAPA UNTUK PRODUKSI
BIOETANOL

Wiwin Fitrianingting: Dibimbing oleh Hermansyah, Ph.D dan Dra.Julinar, M.Si

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas
Sriwijaya

xi + 67 halaman + 2 tabel + 15 gambar + 7 lampiran

Hidrolisismenggunakan asam sulfat terhadap tandan kosong kelapa sawit (TKKS) untuk produksi bioetanol telah dilakukan. TKKS yang telah dipretreatment menggunakan ozon dengan laju alir 50g/menit selama 100 menit dihitung penurunan persentase kadar ligninnya menggunakan metode *Chesson*. Hasil yang didapatkan, persentase lignin TKKS setelah pretreatment sebesar 18% dari sebelum pretreatment persentase kadar lignin sebanyak 38%. TKKS yang telah dipretreatment selanjutnya dihidrolisis menggunakan asam sulfat dengan konsentrasi 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6% dan 7% pada kondisi tanpa pemanasan dan dengan pemanasan 100°C. Hasil hidrolisis TKKS diukur kadar glukosanya menggunakan metode Luff Schoorl dan monomer gula dianalisis dengan HPLC. Kadar glukosa tertinggi diperoleh dari TKKS yang dihidrolisis menggunakan asam sulfat 6% dengan kadar glukosa masing-masing 2,34% (v/b) dengan pemanasan dan 2,04% (v/b) tanpa pemanasan. Analisa HPLC menunjukkan pada hidrolisat TKKS terdapat glukosa dengan konsentrasi 0,676%. Hasil hidrolisis dengan kadar glukosa tertinggi difermentasi dengan bantuan *Saccharomyces cerevisiae* dan fermentasi hidrolisat TKKS diukur kadar etanol yang dihasilkan dengan menggunakan kromatografi gas (GC). Hasil fermentasi pada penelitian ini didapatkan kadar etanol hingga 0,675% (v/v).

Kata kunci : TKKS, pretreatment ozon, hidrolisis asam dan bioetanol

Sitasi : 51 (1982-2019)

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
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
SUMMARY	x
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	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Limbah TKKS	4
2.2 Lignoselulosa	5
2.3 Lignin	6
2.4 Selulosa	7
2.5 Hemiselulosa	8
2.6 Konversi TKKS Menjadi Bioetanol.....	9
2.7 Proses Pretreatment Menggunakan Ozon	10
2.8 Hidrolisis Selulosa	12
2.9 Metode Luff Schoorl.....	14
2.10 Analisa Jenis Gula Menggunakan KCKT	15

2.11	Fermentasi	15
2.12	Bioetanol	16
2.13	Analisa Kadar Etanol Menggunakan GC	17
BAB III METODELOGI PENELITIAN.....		19
3.1.1	Waktu dan Tempat	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	Pretreatment Lignoselulosa.....	19
3.3.1.1	Persiapan Sampel	19
3.3.1.2	Pretreatment Ozon.....	20
3.3.1.3	Analisa Kadar Lignin, Selulosa dan Hemiselulosa.....	20
3.3.2	Hidrolisis Asam.....	20
3.3.3	Penentuan Kadar Glukosa Dengan Metode Luff Schoorl.....	20
3.3.3.1	Pembuatan Reagen Luff schoorl	20
3.3.3.2	Analisa Glukosa Pada Sampel.....	20
3.3.4	Analisa Monomer Gula Menggunakan HPLC	21
3.3.5	Fermentasi	21
3.3.5.1	Pembuatan Media Inokulum(YPD Agar).....	21
3.3.5.2	Peremajaan Yeast Media YPD Agar.....	21
3.3.5.3	Pembuatan Media YPD <i>Broth</i>	21
3.3.5.4	Inokulasi Yeast di Media Inokulum YPD <i>Broth</i>	21
3.3.5.5	Pembuatan Media Fermentasi	21
3.3.5.6	Fermentasi Hidrolisat TKKS.....	22
3.3.6	Etanol	22
3.3.6.1	Kadar Etanol.....	22
3.3.6.2	Konsumsi Gula Pada Fermentasi	22
3.4	Analisa Data.....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Pretreatment TKKS dengan Ozon.....	24

4.2 Hidrolisis TKKS Menggunakan Asam Encer	26
4.2.1 Penentuan Kadar Glukosa dengan Metode Luff Schoorl.....	26
4.2.2 Hasil Analisa Monomer Gula TKKS dengan HPLC	27
4.3 Fermentasi Bioetanol	29
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	35
5.2 Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA	36
Lampiran	40

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 Komponen Bahan Baku Lignoselulosa	5
Gambar 2 (a) Para Cumaryl alcohol (b) coniferyl alcohol (c) sinapyl alcohol	7
Gambar 3 Struktur Selulosa	8
Gambar 4 Monomer Penyusun Hemiselulosa	9
Gambar 5 Skema Pretreatment Biomassa Lignoselulosa	11
Gambar 6 Mekanisme Reaksi Hidrolisis Selulosa.....	12
Gambar 7 Skema Jalur Fermentasi Alkohol Oleh Khamir	16
Gambar 8 Tandan Kosong Kelapa Sawit.....	24
Gambar 9 Grafik Konsentrasi Asam Pada Kadar Glukosa.....	26
Gambar 10 Kromatogram HPLC Standar Glukosa.....	27
Gambar 11 Kromatogram HPLC Sampel Hidrolisis.....	27
Gambar 12 Kromatogram GC sampel 0% H ₂ SO ₄ pemanasan hari ke-5.....	28
Gambar 13 Grafik Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Etanol.....	30
Gambar 14 Grafik Kadar Gula Sisa Fermentasi.....	32
Gambar 15 Kurva Hubungan Glukosa Sisa dengan kadar etanol.....	34

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 Sifat Fisika dan Kimia Etanol	15
Table 2 Data Perbandingan Komposisi TKKS.....	25

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Bagan Alir Penelitian.....	40
Lampiran 2 Perhitungan Komposisi TKKS.....	41
Lampiran 3 Metode Luff Schoorl.....	43
Lampiran 4 Data Analisa HPLC.....	46
Lampiran 5 Data Hasil Analisa GC.....	49
Lampiran 6 Yield Etanol.....	63
Lampiran 6 Gambar Selama Penelitian.....	64

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bioetanol adalah etanol yang diproduksi dengan cara fermentasi menggunakan bahan baku nabati. Bioetanol dapat dibuat dari biomassa yang mengandung gula, pati, atau selulosa yang telah diproses menjadi glukosa (Novia dkk, 2017). Produksi bioetanol dari berbagai sumber biomassa biasanya diperlukan tahap *pretreatment* dan *sachharification* yang kemudian diubah menjadi bioetanol melalui tahap fermentasi sederhana. Proses fermentasi dilakukan dengan bantuan strain ragi atau *yeast* (Shah dan Rehan, 2014). Saat ini produksi bioetanol diarahkan untuk menggunakan limbah lignoselulosa sebagai bahan bakunya. Limbah hasil pertanian, perkebunan dan kehutanan dapat kita manfaatkan sepenuhnya (Hidayat, 2013). Selama ini, produksi bioetanol diarahkan pada bahan berpati dan bergula seperti gula tebu, ubi kayu dan jagung. Padahal bahan-bahan tersebut pada dasarnya merupakan sumber pangan yang cukup potensial, sehingga pengembangan bioetanol dari bahan pangan tersebut ke depan dapat menimbulkan permasalahan baru akibat persaingan terhadap pemenuhan kebutuhan masyarakat (Daud dkk, 2014).

Salah satu limbah agroindustri yang dapat digunakan sebagai bahan baku bioetanol adalah tanda kosong kelapa sawit. Pembuatan bioetanol dengan bahan dasar glukosa dari TKKS melalui proses hidrolisis, fermentasi dan destilasi dapat mengkonversi glukosa menjadi bioetanol dengan bantuan mikroorganisme *S.cerevisiae* (Nasruddin, 2013).

Untuk produksi etanol dari bahan baku lignoselulosa, langkah *pretreatment* sangat efektif untuk bahan baku ini karena sifat lignoselulosa yang susah untuk didegradasi (Kim *et al*, 2008). *Pretreatment* memegang peranan penting dalam proses degradasi lignin pada pembuatan bioetanol dari bahan baku berlignoselulosa karena lignin dapat menghambat kerja dari *yeast* dalam mengkonversi glukosa menjadi etanol (Wiratmaja, 2011).

Pretreatment secara *ozonolysis* akan menghasilkan senyawa hasil degradasi selulosa dan hemiselulosa yang sedikit, hal itu terjadi karena *ozonolysis* bertujuan

untuk mendegradasi lignin (Hidayat, 2013). Ozon menyerang lignin melepaskan senyawa terlarut dengan berat molekul yang lebih sedikit. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Cubero *et al* (2010), menunjukkan bahwa pretreatment kimia dengan menggunakan ozon dapat meningkatkan akseibilitas enzimatis pada proses hidrolisis glukosa dan fermentasi.

Proses hidrolisis bertujuan untuk memecah ikatan dan menghilangkan kandungan lignin dan hemiselulosa serta merusak struktur kristal selulosa menjadi senyawa gula sederhana. Hidrolisis asam dan hidrolisis enzimatis merupakan dua metode utama yang banyak digunakan pada bahan berlignoselulosa. Hidrolisis secara enzimatis memberikan kadar etanol sedikit lebih tinggi dibandingkan hidrolisis asam. Namun, diperlukan proses *recycle* dan *recovery* enzim untuk menekan tingginya biaya produksi (Osvaldo *et al*, 2012).

Hidrolisis asam, terutama menggunakan asam sulfat banyak digunakan dalam perlakuan lignoselulosa menjadi monosakarida. Pertama asam akan merusak struktur matriks serat sehingga lebih mudah diakses menjadi selulosa, hemiselulosa dan lignin kemudian mengubah polisakarida menjadi monosakarida. Pada umumnya konsentrasi asam yang digunakan 70 – 77% pada suhu 50°C atau asam encer 0,4 – 0,7 % pada suhu tinggi sekitar 200°C (Moya, *et al* 2008). Keuntungan utama hidrolisis dengan asam encer adalah tidak diperlukannya *recovery* asam dan tidak adanya kehilangan asam dalam proses (Osvaldo *et al*, 2012).

1.2 Rumusan Masalah

Hidrolisis bertujuan untuk mengurai selulosa dan hemiselulosa menjadi monomer gula yang lebih sederhana, sehingga selulosa dapat dikonversi menjadi bioetanol dengan bantuan *yeast* (*Saccharomyces cerevisiae*). Pada proses hidrolisis digunakan asam encer, asam yang digunakan berupa asam sulfat. Untuk mempermudah hidrolisis, terlebih dahulu dilakukan perlakuan *pretreatment*. *Pretreatment* dilakukan dengan menggunakan ozon, lignin akan terdegradasi sehingga selulosa dan hemiselulosa lebih mudah untuk dipecah menjadi monomer gula yang lebih sederhana. Dalam penelitian ini dianalisa banyaknya kadar etanol yang dihasilkan dari fermentasi hidrolisat tandan kosong kelapa sawit. Fermentasi hidrolisat TKKS diambil dari kadar glukosa tertinggi hasil hidrolisis asam sulfat

encer dengan pemanasan dan tanpa pemanasan pada tandan kosong kelapa sawit yang telah diberi perlakuan *pretreatment* menggunakan ozon.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menentukan kadar lignin TKKS sebelum dan setelah *pretreatment* dengan ozon.
2. Menentukan kadar glukosa tertinggi hasil hidrolisis TKKS yang ditambahkan asam sulfat 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6% dan 7% dengan pemanasan dan tanpa pemanasan.
3. Menentukan kadar etanol hasil fermentasi hidrolisis TKKS.

1.4 Manfaat Penelitian

Memberikan informasi kadar bioetanol yang dihasilkan dari proses fermentasi TKKS yang dihidrolisis menggunakan asam sulfat encer serta perbedaan hasil hidrolisis menggunakan pemanasan dan tanpa pemanasan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abe, H., Fujita, Y., Takaoka, Y., Kurita, E., Yano, S., Tanaka, N., and Nakayama, K. ichi. 2009. Ethanol-Tolerant *Saccharomyces cerevisiae* Strains Isolated Under Selective Conditions By Over-Expression Of a Proofreading-Deficient DNA Polymerase. *Journal of Bioscience and Bioengineering*. 108(3): 199–204.
- Alvira, P., Tomás-Pejó, E., Ballesteros, M., and Negro, M. J. 2010. Pretreatment Technologies For An Efficient Bioethanol Production Process Based On Enzymatic Hydrolysis: A review. *Bioresource Technology*. 101(13): 4851–4861.
- Amin, F. R., Khalid, H., Zhang, H., Rahman, S., Zhang, R., Liu, G., and Chen, C. 2017. Pretreatment Methods Of Lignocellulosic Biomass For Anaerobic Digestion. *AMB Express*. 7(1): 72-83.
- Asip, F., Wibowo, Y. P., dan Wahyudi, R. T. 2016. Konsentrasi HCL Pada Hidrolisa Sabut Kelapa Untuk Memproduksi Bioetanol. *Jurnal Teknik Kimia*. 22(1): 10–20.
- Balat, M., Balat, H., and Cahide, O.Z. 2008. Progres In Bioethanol Processing. *Progres In Energi and Combution Science*. 34: 551-573.
- Cardona, C. A., Quintero, J. A., and Paz, I. C. 2010. Production Of Bioethanol From Sugarcane Bagasse: Status and perspectives. *Bioresource Technology*. 101(13): 4754–4766.
- Cardona, C.A and Sanchez, O.J. 2007. Fueb Ethanol Production: Process Design Trends and Integration Opportunities. *Bioresource Technology*. 98: 2415-2457
- Chowdhury, M. A. 2014. The Controlled Release Of Bioactive Compounds From Lignin and Lignin-Based Biopolymer Matrices. *International Journal of Biological Macromolecules*. 65(1): 136–147.
- Cubero, G.M.T., Coca, M., Bolado, S., and Benito, G.G. 2010. Chemical Oxidation With Azone as Pre-treatment Of Lignocellulosic Materials For Bioethanol Production. *Chemical Engineering Transactions*. 21(1): 1273–1278.
- Datta, R. 1981. Acidogenic Fermentation Of Lignocellulose-Acid Yield and Conversion Of Components. *Biotechnology and Bioengineering*. 27; 2167-2170.
- Daud, M., Syafii, W., dan Syamsu, K. 2012. Biokonversi Bahan Berlignoselulosa Menjadi bioetanol Menggunakan *Aspergillus niger* Dan *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Perennial*. 8(2): 43–51.
- Fachry, A. R., Astuti, P., dan Puspitasari, T. G. 2013. Pembuatan Bioetanol dari

- Limbah Tongkol Jagung dengan Variasi Konsentrasi Asam Klorida dan Waktu Fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia*. 19(1): 60–69.
- Fessenden. 1982. *Kimia Organik*. Jakarta : Erlangga.
- Ghaffar, S. H and Fan, M. 2014. Lignin In Straw and Its Applications As An Adhesive. *International Journal of Adhesion and Adhesives*. 48(2): 92–101.
- Harianja, J.W., Indiawati, N., dan Rudiyanasyah. 2015. Optimasi Jenis dan Konsentrasi Asam Pada Hidrolisis Selulosa Tongkol Jagung. *JKK*. 4(4): 66–71.
- Hartina, F., Jannah, A., dan Maunatin, A.2014. Fermentasi Tetes Tebu Dari Pabrik Gula Pagotan Madiun Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* Untuk Menghasilkan Bioetanol Dengan Variasi Ph dan Lama Fermentasi. *Alchemy*. 3(1): 93-100.
- Hasanah, H., Jannah, A., dan Fasya, A. G. 2012. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol Tape Singkong (*Manihot utilissima Pohl*). *Alchemy*. 2(1): 68–79.
- Hermiati, E., Mangunwidjaja, D., Sunarti, T. C., Suparno, O., dan Prasetya, B. 2010. Pemanfaatan Biomassa Lignoselulosa Ampas Tebu Untuk Produksi Bioetanol. *Litbang Pertanian*. 29(4): 121–130.
- Hidayat, M. R. 2013. Bahan lignoselulosa dalam proses produksi bioetanol. *Biopropal Industri*. 4(1): 33–48.
- Irawati, D., Wedatama, S., Ishiguri, F., and Yokota, S. 2018. Association Of Mushroom Cultivation and Ozonolysis as Pretreatment For Enzymatic Saccharification Of Sengon (*Falcataria moluccana*) Sawdust. *Jurnal Ilmu Kehutanan*. 12: 14-21.
- Kim, T. H., Taylor, F., and Hicks, K. B. 2008. Bioethanol production from barley hull using SAA (soaking in aqueous ammonia) pretreatment. *Bioresource Technology*. 99(13): 5694–5702.
- Kristina, Sari, E. R., dan Novia. 2012. Alkaline Pretreatment dan Proses Simultan Sakarifikasi Fermentasi untuk Produksi Etanol Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Kimia*. 18(3): 34–43.
- Kumar, R., Singh, S., and Singh, O.V. 2008. Bioconversion Of Lignocellulosic Biomass: Biochemical and molecular perspectives. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*. 35(5): 377–391.
- Maurya, D. P., Singla, A., and Negi, S. 2015. An overview of key pretreatment processes for biological conversion of lignocellulosic biomass to bioethanol. *3 Biotech*. 5(5): 597–609.
- Minarni, N., Ismuyanto, B., and Sutrisno. 2013. Pembuatan Bioetanol Dengan Bantuan *Saccharomyces cerevisiae* Dari Glukosa Hasil Hidrolisis Biji Durian (*Durio zhibetinus*). *Kimia Student Journal*. 1(1): 36-42.

- Moya, A.J., Bravo, V., Mateo, S and Sanchez, S. 2008. Fermentation Of Acid Hydrolysates From Olive- Tree Pruning Debriz By *Pachysolen tannophilus*. *Bioprocess Biosyst Engenering*. 31(1): 611-617.
- Mukhtam,R., Bhargava, S.K., Bankupali, S., and Ball, A.S. 2016. A Review 1st and 2nd Generation Bioethanol Production Recent Progres. *Journal Of Suistainable Bioenergy System*. 6: 72-92.
- Nasruddin. 2013. Rekayasa Glukosa Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Melalui Proses Fermentasi Dengan *Saccharomyces cerevisiae* Menjadi Bioetanol. *Jurnal Litbang Industri*. 3(1): 1-10.
- Ni'mah, L., Ardiyanto, A., and Zainuddin, M. 2015. Pembuatan Bioetanol Dari Limbah Serat Kelapa Sawit Melalui Proses Pretreatment, Hidrolisis Asam dan Fermentasi Menggunakan Ragi. *Info Teknik*. 16(2): 227-242.
- Ningsih, Y.A., Lubis, K.R., and Moeksin, R. 2012. Pembuatan Bioetanol Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Dengan Metode Hidrolisis Asam dan Fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia*. 1(18): 30-34.
- Novia., Wijaya, D., dan Yanti, P. 2017. Pengaruh Waktu Delignifikasi Terhadap Lignin dan Waktu SSF Terhadap Etanol Pembuatan Etanol Dari Sekam Padi. *Jurnal Teknik Kimia*. 23(1): 19-27.
- Nurul, T. 2016. Pengaruh Konsentrasi NaOH Pada Karakterisasi α -Selulosa Dari Tandan Kosong Sawit (TKS). *Skripsi*. Bandar Lampung : Universitas Lampung.
- Nurzaman, M.H., Tuslinah, L dan Lestari, T. 2019. Pemanfaatan Limbah Kulit Kacang Kedelai dan Kersen (*Muntingia calabura L.*) Sebagai Bahan Baku Pembuatan *Nata De Munti*. *Pharmacoscript*. 1 (2): 1-10.
- Ozvaldo, Z, S., Panca, P, S., dan Faizal, M. 2012. Pengaruh Konsentrasi Asam dan Waktu Pada Proses Hidrolisis dan Fermentasi Pembuatan Bioetanol dari Alang-alang. *Jurnal Teknik Kimia*. 18(2): 52-62.
- Pratiwi, R.A., Amalia, R., dan Moeksin, R. 2013. Pengaruh Volum Asam (Proses Hidrolisis) dan Waktu Fermentasi Pada Pembuatan Bioetanol dai Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Kimia*. 1(19): 50-53.
- Qureshi, A. S., Zhang, J., and Bao, J. 2015. Cellulosic Ethanol Fermentation Using *Saccharomyces cerevisiae* Seeds Cultured by Pretreated Corn Stover Material. *Applied Biochemistry and Biotechnology*. 175(6): 3173–3183.
- Ratnayani, K., Dwi, A.S dan Gitadewi, M.A.S. 2008. Penentuan Kadar Glukosa dan Fruktosa Pada Madu Kelengkeng Dengan Metode Kromatografi Cair Tingkat Tinggi. *Jurnal Kimia*. 2 (2):77-86.
- Riyanti, E. I. 2009. Biomassa Sebagai Bahan Baku Bioetanol. *Jurnal Litbang Pertanian*. 28(3): 101–110.
- Sadimo, M.M., Said, I., Dan Mustapa, K. 2016. Pembuatan Bioetanol Dari Pati

- Umbi Talas (*Colocasia esculenta (L) Schott*) Melalui Hidrolisis Asam dan Fermentasi. *J.Akademika Kim.* 5(2): 79-84.
- Sartini., Fitriani, R., dan Rosliana. 2018. Pengaruh Kadar Asam Sulfat Pada Hidrolisis Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKS) dan Waktu Fementasi Terhadap Kadar Bioetanol Yang Dihasilkan. *BioLink.* 4(2): 154-161.
- Salsabila, U., Mardiana, D., dan Indahyanti, E. 2013. Kinetika Reaksi Fermentasi Glukosa Hasil Hidrolisis Pati Biji Durian Menjadi Etanol. *Kimia Student Journal.* 2(1): 331-337.
- Shah, N., and Rehan, T. 2014. Bioethanol Production From Biomass. *Journal of Chemistry and Biochemistry.* 2(2): 161–167.
- Sjarif, S.R. 2014. Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat dan Waktu Hidrolisis Terhadap Kadar Etanol Limbah Rumbiasagu (*Metroxylon Sp*) dan Serat Sagu Baruk (*Arenga microcapra*). *Jurnal Penelitian Teknologi Industri.* 6(2): 83-94.
- SNI 3547-2-2008. 2008. Kembang Gula-Bagian 2: Lunak. *Badan Standarisasi Nasional.* Bandung.
- Suri, A., Yusak, Y dan Bulan, R. 2013. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Hidrolisis Selulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis Jack*) dengan HCl 30 % Menggunakan Ragi Roti. *Jurnal Saintia Kimia.* 1(2): 7.
- Sutikno., Marniza dan Yanti, M.F. 2015. Pengaruh Perlakuan Awal Basa dan Asam Terhadap Kadar Gula Reduksi Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian.* 20(1): 1–10.
- Thomsen, M. H and Haugaard-Nielsen, H. 2008. Sustainable Bioethanol Production Combining Biorefinery Principles Using Combined Raw Materials From Wheat Undersown With Clover Grass. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology.* 35 (5): 303–311.
- Widodo, L.U., Sumada, K., Pujiastuti, C., dan Karaman, N. 2013. Pemisahan Alpa-Selulosa Dari Limbah Batang Ubi Kayu Menggunakan Larutan Natrium Hidroksida. *Jurnal Teknik Kimia.* 7(2): 43-47.
- Wiratmaja, I.G., Kusuma, I.G.W., dan Winaya, I.N.S. 2011. Pembuatan Etanol Generasi Kedua dengan Memanfaatkan Limbah Rumput Laut *Eucheuma Cottoni* Sebagai Bahan Baku. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin.* 5 (1): 75-84.
- Wulandari, D.D. 2017. Kualitas Madu (Keasaman, Kadar Gula Pereduksi) Berdasarkan Perbedaan Suhu Penyimpanan. *Jurnal Kimia Riset.* 2 (1):16-22.
- Yang, X., Lee, J. H., Yoo, H. Y., Shin, H.Y., Thapa, L.P., Park, C., and Kim, S. W. 2014. Production Of Bioethanol and Biodiesel Using Instant Noodle waste. *Bioprocess and Biosystems Engineering.* 37(8): 1627–1635.

