

**OPTIMASI HIDROLISIS DENGAN NaOH PADA HASIL
PRETREATMENT MENGGUNAKAN OZON PADA PEMBUATAN
BIOETANOL DARI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT**

SKRIPSI

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



Disusun Oleh:

RISKI INDAH LESTARI

08031181520004

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

HALAMAN PENGESAHAN

**OPTIMASI HIDROLISIS DENGAN NaOH PADA HASIL
PRETREATMENT MENGGUNAKAN OZON PADA PEMBUATAN
BIOETANOL DARI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT**

SKRIPSI

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


Oleh:

RISKI INDAH LESTARI

08031181520004

Indralaya, 15 Januari 2020

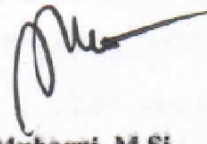
Pembimbing I



Hermansyah, Ph.D.

NIP. 197111191997021001

Pembimbing II



Dr. Muharni, M.Si

NIP. 196903041994021001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam



Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc

NIP. 197210041997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “Optimasi Hidrolisis Dengan NaOH pada Hasil Pretreatment Menggunakan Ozon pada Pembuatan Bioetanol dari Tandan Kosong Kelapa Sawit” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 14 Januari 2020 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, 15 Januari 2020

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

Ketua :

1. **Hermansyah, Ph.D.**

NIP. 1971111191997021001

()

Anggota :

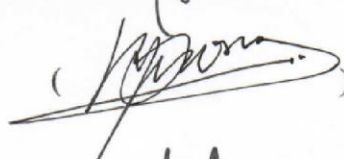
2. **Dr. Muharni, M.Si**

NIP. 196903041994021001

()

3. **Dr. Bambang Yudono, M.Sc**

NIP. 196102071989031001

()

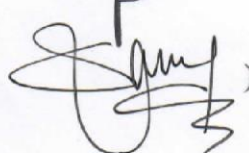
4. **Prof. Dr. Elfita, M.Si**

NIP. 196903261994122001

()

5. **Dra. Julinar, M.Si**

NIP. 196507251993032002

()



Mengetahui,

Dekan FMIPA

Ketua Jurusan Kimia



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



Dr. Dedi Rohendi, M.T
NIP. 196704191993031001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama mahasiswa : Riski Indah Lestari
NIM : 080311815200044
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, 15 Januari 2020

Penulis,



Riski Indah Lestari

NIM. 08031181520004

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama Mahasiswa : Riski Indah Lestari
NIM : 08031181520004
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: “Optimasi Hidrolisis Dengan NaOH pada Hasil Pretreatment Menggunakan Ozon pada Pembuatan Bioetanol dari Tandan Kosong Kelapa Sawit”. Dengan hak bebas royalti non-eksklusive ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (data base), 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, 15 Januari 2020.

Yang menyatakan,



Riski Indah Lestari

NIM. 0803118152004

“Dan janganlah kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya tiada berputus dari rahmat Allah melainkan orang-orang yang kufur.”
(QS. Yusuf: 87).

“Bersabarlah kamu dan kuatkanlah kesabaranmu dan tetaplah bersiap siaga dan bertawakallah kepada Allah supaya kamu menang”.
(QS. Ali Imran: 200).

Optimisme adalah kepercayaan yang mengarah pada pencapaian. Tidak ada yang bisa dilakukan tanpa harapan dan keyakinan.
-Helen Keller-

Teruslah bersyukur karena tiada yang lebih hebat dari manusia yang sengaja dipilih untuk merasakan sakitnya berproses. Jangan pernah meragu pada kasih sayang Allah.
-kiki-

Skripsi ini sebagai tanda syukur ku kepada:
Allah SWT.
Nabi Muhammad SAW.

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

- ❖ Bapak dan Emak yang selalu mendoakan dan memotivasi.
- ❖ Saudara yang aku sayangi dan cintai.
- ❖ Keluarga besarku yang selalu membantu dan mendoakanku.
- ❖ Teman dan sahabatku yang selalu memberi dukungan dan semangat.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokatu

Segala puja dan puji hanyalah milik Allah SWT. Tuhan yang menciptakan dan memelihara seluruh alam semesta. Hanya kepada-Nya kita berserah diri dan memohon pertolongan. Penulis mengucapkan syukur alhamdulillah karena dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul, "Optimasi Hidrolisis Dengan NaOH pada Hasil *Pretreatment* Menggunakan Ozon pada Pembuatan Bioetanol dari Tandan Kosong Kelapa Sawit." 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 terimakasih kepada bapak **Hermansyah, Ph.D.** dan ibu **Dr. Muharni, M.Si.** yang telah banyak memberikan bimbingan, pengalaman, motivasi, saran dan petunjuk serta telah sabar hati kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Bapak **Prof. Iskhaq Iskandar, M.Sc.** selaku dekan FMIPA, Universitas Sriwijaya.
2. Bapak **Dr. Dedi Rohendi, M.T.** selaku Ketua jurusan Kimia FMIPA, Universitas Sriwijaya.
3. Bapak **Drs. H. Dasril Basir, M.Si** sebagai dosen Pembimbing Akademik
4. Bapak **Dr. Bambang Yudono, M.S.,** ibu **Prof. Dr. Elfita. M.Si.,** ibu **Dra. Julinar, M.Si.** selaku penguji sidang sarjana.
5. Bapak dan emak tercinta **M. Arafah Sijeng** dan **Molek Hanafiah** yang selalu memberikan kasih sayang, semangat, dukungan dan doa sehingga anakmu bisa bersekolah setinggi-tingginya.
6. Saudara-saudaraku **kak Medi, Yuk Nia** dan **Ica** yang telah memberikan semangat dan cinta semoga kita mencapai kesuksesan dunia dan akhirat. Kakak-kakak iparku **kak andri** dan **kak aris** yang telah memberikan dukungannya.
7. Keponakan-keponakanku **kak Felli, ayuk Allifa** dan **adek Shanum** yang telah menghadirkan momen-momen terbaik.

8. Keluarga besarku **ujuk Mega, cik Mulya, om Abu, cik murni, om Sahrul, cik Meli, mancik Agus, cik Mei, mancik Epol, mancik Roni, cik Dahlia** dll yang telah memberikan nasihat dan perhatian.
9. Sepupu-sepupuku **yuk Elles, Lisa, Aldi, Dea, Fadli, Rara, Yega** dan lainnya semoga kita dapat membahagiakan orangtua kita.
10. **Om Samsu, tante Ani** dan keluarga yang telah membantu di awal masa-masa kuliah.
11. Teman sekamar ku **Anik Sofangatun Fitriah** yang banyak mengajarkan hal-hal baik dan telah menjadi pendengar yang baik atas keluh kesah selama masa kuliah ini.
12. **Herman's Squad (Hardi, Wisu, mbak Rani, Wiwin, Uci dan Putri)** yang telah membantu dan mau direpotkan selama masa Tugas Akhir.
13. **Biokimers'15 (Hardi, Wisu, mbak Rani, Wiwin, Uci, Putri, Armalinda, Rahma, Dilla, Anggi, Riani, Gita, Retno, Virli, bang Iqbal dan Risky)** yang telah membuat lab menjadi lebih berwarna.
14. **Miki 2015** yang menemani dan memberi cerita selama perkuliahan.
15. Kakak-kakak, dan adik-adik angkatan **kimia 2013, 2014, 2016 dan 2017** yang telah memberi banyak pelajaran dan bantuan semoga kita dapat meraih cita-cita kita.
16. Keluarga kampusku **HIMAKI, LDF KOSMIC, BO COIN** dan **Komunitas SECA** yang telah banyak memberikan pengalaman hidup dan kisah-kisah inspiratif.
17. Teman-teman terbaikku **Anik, Wisu, mbak Rani, Pemi, Cica, Wiwin, herma, Devi yulianti, Fopy, Rani, Gita, kak Icak, Ratih, Dini, Dilla, Armalinda, Uci, Putri, Rahma, Mifta, Mutiara, Camel, Gustia, Yulli, Jupek, Retno Emilia Anisa, Novika, Yusti, Elen bang iqbal, Rizky, Daniel, feri, Ilham, Tyo, Nirwan dan Febri** yang telah memberikan cerita terindah selama perkuliahan semoga kita selalu dirahmati Allah.
18. Sahabat **kecilku Dika, Yessi dan Shinta** terimakasih telah menemani dimasa lampau hingga saat ini.
19. Adik-adik yang banyak memberi semangat (**Penti, Sarah, Qodria, Ama, Basana, Renza, Gina, Utari, Indah, Cik Ayu, Shelli dan Kirana**)

20. **Staf Dosen dan Analis FMIPA Kimia** yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat bagi penulis.
21. **Mbak Novi, kak Iin dan kak Roni** yang membantu dalam administrasi selama perkuliahan.
22. Keluarga **kosan New Frindas** yang kebersamai selama 3 tahun di perkuliahan.
23. Semua pihak yang telah mendukung dan mendoakan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

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

Wasalamu'alaikum warohmatullahi wabarokatu

Inderalaya, Januari 2020

Penulis

SUMMARY

THE HYDROLYSIS OPTIMIZATION WITH NAOH AS PRETREATMENT RESULTS BY OZON IN THE PRODUCTION OF BIOETANOL FROM EMPTY PALM FRUIT BUND

Riski Indah Lestari: Supervised by Hermansyah, Ph.D and Dr. Muharni, M.Si.

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

Xii+ 54 page. 5 tables, 19 pictures, 9 attachments

Bioethanol is a fuel which produced from a rich natural material containing cellulose, one of them is a empty palm fruit bund (EPFP). This research has made bioethanol from oil empty fruit bunch as main substance. Research consisted of ozonolysis pretreatment, hydrilysis using NaOH and fermentation with yeast (*S.cerevisiae*). The result of ozonolysis pretreatment showed that celulose increased from 24% to 44%, lignin content from 22% to 7% and hemiselulose content from 29% to 20% respectively. The optimum time of hydrolysis was 15 minute while the concentration of NaOH 5% was 4,48%, and the highest production of ethanol compounds was in the third day that was 0,020%. Based on data, ethanol produced in this research is very low and indicated that the production of bioethanol was not optimal condition.

Keywords : Fermentation, hydrolysis NaOH, pretreatment ozonolysis, TKKS

Citation : 58 (1980-2019)

RINGKASAN

OPTIMASI HIDROLISIS DENGAN NAOH PADA HASIL *PRETREATMENT* MENGUNAKAN OZON PADA PEMBUATAN BIOETANOL DARI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT

Riski Indah Lestari: bimbingan Hermansyah, Ph.D dan Dr. Muharni, M.Si.

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

Xii+ 54 halaman. 5 Tabel, 19 gambar, 9 lampiran

Bioetanol merupakan bahan bakar yang dihasilkan dari bahan alam yang kaya mengandung selulosa, salah satunya adalah tandan kosong kelapa sawit. Pada penelitian ini telah dilakukan pembuatan bioetanol dari tandan kosong kelapa sawit. Penelitian diawali dengan *pretreatment* ozonolisis, hidrolisis dan proses fermentasi dengan bantuan *yeast S. cerevisiae*. Hasil *pretreatment* ozonolisis menunjukkan selulosa mengalami peningkatan persentase dari 24% menjadi 44%, lignin mengalami penurunan dari 22% menjadi 7% dan hemiselulosa mengalami penurunan dari 29% menjadi 20%. Waktu optimum proses hidrolisis didapatkan pada waktu 15 menit dengan konsentrasi NaOH 5% yaitu sebesar 4,48% dan kadar etanol yang dihasilkan paling tinggi pada hari ke 3 sebesar 0,020%. Berdasarkan data yang didapat terlihat kadar etanol yang dihasilkan sangat rendah sehingga mengindikasikan bahwa proses pembuatan bioetanol belum optimal.

Kata kunci : fermentasi, hidrolisis NaOH, *pretreatment ozonolysis*, TKKS

Kepustakaan : 58 (1980-2019)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
SUMMARY	x
RINGKASAN	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)	4
2.2 Lignoselulosa	5
2.3 <i>Pretreatment</i> Ozonolisis (Delignifikasi)	8
2.4 Hidrolisis	10
2.5 Fermentasi	11
2.6 Bioetanol..	13
2.7 Metode Chesson	14
2.8 Metode Luff Schoorl	15
2.9 <i>High Performance Liquid Chromatography</i> (HPLC)	16
BAB III METODE PENELITIAN	17

3.1 Waktu dan Tempat	17
3.2 Alat dan Bahan	17
3.2.1 Alat	17
3.2.2 Bahan.....	17
3.3 Prosedur Penelitian.....	17
3.3.1 Persiapan Bahan Baku.....	17
3.3.2 Pretreatment TKKS dengan Ozon.....	18
3.3.3 Penentuan Kadar Lignoselulosa Menggunakan Metode Chesson ...	18
3.3.4 Proses Hidrolisis dengan NaOH.....	19
3.3.5 Penentuan Kadar Glukosa dengan Luff Schoorl	19
3.3.6 Penentuan Jenis Gula dengan HPLC.....	19
3.3.7 Pembuatan Media dan Peremajaan <i>Yeast</i>	19
3.3.7.1 Pembuatan Media YDP Agar	19
3.3.7.2 Peremajaan <i>Yeast</i> di media YPD Agar.....	20
3.3.7.3 Pembuatan Media Inokulum <i>Broth</i>	20
3.3.7.4 Pembuatan Inokulasi <i>Yeast</i> di Media YPD Broth	20
3.3.8 Fermentasi	20
3.3.8.1 Pembuatan Media Fermentasi	20
3.3.8.2 Proses Fermentasi Bioetanol	20
3.3.9 Penentuan Kadar Etanol Menggunakan HPLC	21
3.4 Analisis Data	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Persiapan Bahan Baku.....	23
4.2 <i>Pretreatment</i> TKKS dengan Ozon (Delignifikasi).....	23
4.3 Hidrolisis Menggunakan NaOH.....	25
4.4 Analisa Glukosa dengan HPLC.....	27
4.5 Fermentasi	28
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	32
5.1 Kesimpulan.....	32
5.2 Saran.....	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN.....	38

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Tandan kosong kelapa sawit	5
Gambar 2.2 Struktur lignoselulosa dari sel tanaman	5
Gambar 2.3 Struktur hemiselulosa	6
Gambar 2.4 Struktur selulosa	7
Gambar 2.5 Unit penyusun lignin diantaranya p-koumaril alkohol, koniferil alkohol dan sinapil alkohol	8
Gambar 2.6 Skema <i>pretreatment</i> biomassa lignoselulosa	8
Gambar 2.7 Mekanisme awal antara reaksi ozon dan lignin aromatik	9
Gambar 2.8 Mekanisme reaksi ozon dengan creosol dalam media air	9
Gambar 2.9 Mekanisme reaksi ozon dengan 3,4-dimethxytoluene dalam media air	10
Gambar 2.10 Tahap pembentukan etanol dari glukosa	13
Gambar 2.11 Skema dari Metode Chesson	13
Gambar 4.1 (a) TKKS sebelum digiling, (b) TKKS setelah digiling	24
Gambar 4.2 Grafik kadar gula reduksi dari metode luff schoorl	26
Gambar 4.3 Peak kromatogram HPLC dari standar glukosa	28
Gambar 4.4 Peak kromatogram HPLC glukosa dari sampel	28
Gambar 4.5 Grafik konsentrasi gula tersisa dari proses fermentasi	29
Gambar 4.6 Peak kromatogram HPLC standar etanol 100%	30
Gambar 4.7 Peak kromatogram HPLC sampel hasil fermentasi	30
Gambar 4.8 Hubungan kadar glukosa dengan kadar etanol hasil fermentasi	31

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Data persentase kadar glukosa	21
Tabel 4.1 Data komposisi selulosa, hemiselulosa dan lignin sebelum dan sesudah proses <i>pretreatmet</i>	25
Tabel 4.2 Data analisa gula reduksi dari metode Luff Schoorl.....	27
Tabel 4.3 Data analisa HPLC dari standar glukosa dan sampel	28
Tabel 4.4 Data hasil analisa dari standar etanol dan sampel hasil fermentasi	30

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Skema penelitian	39
Lampiran 2. Metode chesson	40
Lampiran 3. Metode luff schoorl	42
Lampiran 4. Data digital analisa HPLC glukosa.....	44
Lampiran 5. Proses fermentasi	45
Lampiran 6. Tabel penetapan gula menurut luff schoorl	47
Lampiran 7. Perhitungan Yield etanol	48
Lampiran 8. Data digital analisa HPLC etanol	49
Lampiran 9. Dokumentasi selama penelitian	51

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bahan alam yang sifatnya terbarukan sangat cocok untuk dijadikan bahan utama pembuatan bahan bakar ramah lingkungan pengganti bahan bakar fosil. Bahan bakar fosil masih menjadi prioritas utama segala kebutuhan manusia, diantaranya untuk kegiatan industri, pembangkit listrik dan bahan bakar kendaraan. Pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) yang merupakan limbah agroindustri, menjadi alternatif dalam mengembangkan energi baru terbarukan. Setiap pengolahan 1 ton TBS (tandan buah segar) akan dihasilkan sebanyak 22-23% TKKS atau sebanyak 220-230 kg TKKS. Limbah ini belum dimanfaatkan secara baik oleh sebagian besar pabrik kelapa sawit dan masyarakat Indonesia. Selama ini pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) terbatas dan hanya dipakai sebagai pupuk, bahan baku matras, dan media tumbuh tanaman jamur (Irawati 2006). Tandan kosong kelapa sawit berpotensi untuk dikembangkan menjadi bahan baku pembuatan bioetanol karena tandan kosong kelapa sawit mengandung selulosa yang dapat dihidrolisis menjadi glukosa kemudian difermentasi menjadi bioetanol. Kandungan selulosa yang cukup tinggi yaitu sebesar 40-50% menjadikan kelapa sawit sebagai prioritas utama yang dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan bioetanol (Ningsih dkk, 2012).

Pembuatan bioetanol dari TKKS dilakukan dengan beberapa proses diantaranya, *pretreatment* (delignifikasi), hidrolisis dan fermentasi. Proses *pretreatment* dan hidrolisis dilakukan untuk mengoptimalkan proses fermentasi. Delignifikasi dilakukan untuk menghilangkan lignin yang dapat mengganggu proses fermentasi karena bersifat toksik. Proses delignifikasi akan mengubah ukuran makroskopik biomassa, ukuran struktur mikroskopik, komposisi kimia dan struktur submikroskopik, sehingga hidrolisis fraksi karbohidrat dapat dicapai lebih cepat dan dengan hasil yang lebih besar. *Pretreatment* yang dilakukan untuk menguraikan senyawa inhibitor yang mengikat selulosa dapat dilakukan dengan proses *alkaline pretreatment* dan ozonolisis. Ozon adalah oksidatif kuat yang menunjukkan efisiensi delignifikasi tinggi. *Pretreatment* Ozonolisis ozon

berfokus pada degradasi lignin dengan menyerang dan membelah struktur cincin aromatik, sementara selulosa dan hemiselulosa hampir tidak terdekomposisi (Sun and Cheng, 2002). Reaksi ozon dapat dilakukan pada suhu kamar di bawah tekanan atmosfer dengan biaya *pretreatment* yang rendah. Hasil ozonisasi tidak merupakan mineralisasi lengkap dari produk tersebut, melainkan pembentukan berbagai intermediet teroksidasi yang konsentrasinya bergantung pada waktu reaksi (Irawati dkk, 2018).

Hidrolisis adalah pemecahan rantai polisakarida menjadi monosakarida-monosakarida. Pada hidrolisis sempurna selulosa akan menghasilkan beberapa monomer gula pentosa (C5) dan heksosa (C6) (Yoricya dkk, 2016). Hidrolisis dapat dilakukan secara kimia menggunakan asam atau basa dan dapat juga dilakukan secara biologi menggunakan enzim (Fachry dkk, 2013). Hidrolisis sellulosa secara enzimatik memberikan etanol sedikit lebih tinggi dibandingkan metode hidrolisis asam atau basa, namun proses enzimatik tersebut merupakan proses yang mahal dan waktu yang relatif lama (Osvaldo dkk, 2012). Selain pereaksi asam, beberapa basa dapat digunakan untuk hidrolisis biomassa lignoselulosa, seperti natrium hidroksida. Natrium hidroksida adalah sejenis basa logam kaustik yang berasal dari oksida basa natrium oksida yang mengandung air. (Latika, 2012). Hidrolisis menggunakan NaOH dapat mengurangi derajat kristalinitas pada selulosa, memutus ikatan selulosa menjadi glukosa serta memutus ikatan antara selulosa dan hemiselulosa (Taherzadeh dan Karimi 2007). Dalam penelitian ini dilakukan proses hidrolisis menggunakan NaOH dengan variasi konsentrasi 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5% serta variasi waktu hidrolisis selama 15, 30 dan 45 menit di dalam *autoclave*. Hal ini berdasarkan pada penelitian sebelumnya oleh Gayang (2013), menunjukkan waktu optimum yang didapat adalah 30 menit serta konsentrasi NaOH 4%, menghasilkan gula reduksi sebesar 4,716 mg/L. Proses hidrolisis pada suhu tinggi bertujuan untuk mempercepat terjadinya reaksi kimia pada proses pemutusan ikatan rantai selulosa pada tandan kosong kelapa sawit oleh NaOH melalui uap panas (Lehninger, 1990). Hidrolisis yang menghasilkan gula reduksi paling tinggi akan difermentasi menggunakan yeast *Saccharomyces Cerevisiae* (*S. cerevisiae*) untuk menghasilkan bioetanol.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa kadar lignin, selulosa dan hemiselulosa pada tandan kosong kelapa sawit (TKKS) setelah *dipretreatment* dengan ozon.
2. Bagaimana kondisi optimum hidrolisis dengan NaOH pada tandan kosong kelapa sawit (TKKS) yang telah *dipretreatment* dengan ozon pada pembuatan bioetanol dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS).
3. Berapa kadar etanol yang dihasilkan dari fermentasi TKKS yang telah dihidrolisis dengan NaOH.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui kadar lignin, selulosa dan hemiselulosa pada tandan kosong kelapa sawit (TKKS) setelah *dipretreatment* dengan ozon.
2. Menentukan kondisi optimum hidrolisis dengan NaOH pada tandan kosong kelapa sawit (TKKS) yang telah *dipretreatment* dengan ozon pada pembuatan bioetanol dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS).
3. Menentukan kadar etanol dari hasil fermentasi TKKS yang telah dihidrolisis dengan NaOH.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi bahwa tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dapat dijadikan sebagai alternatif untuk pembuatan bioetanol.
2. Diperolehnya konsentrasi NaOH optimum pada proses hidrolisis hasil pretreatment dengan ozon pada pembuatan bioetanol dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS).

DAFTAR PUSTAKA

- Agustini, L dan Lisna, E. 2015. Pengaruh Perlakuan Delignifikasi Terhadap Hidrolisis Selulosa dan Produksi Etanol dari Limbah Berlignoselulosa. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 33 (1):69-80.
- Annisa, A. N., Handung, N., Widayat dan Dita, A. S. 2019. Analisis Kadar Etanol dalam Obat Batuk dengan Metode Kromatografi Cair. *Indonesian Journal of Halal*. Hal: 23-25.
- Badan Standar Nasional. 2008. Kembang Gula Bagian 1: Keras. *SNI 3547.1: 2008*. Jakarta.
- Campbell, N. A., Jane, B. R. dan Lawrence, G. M. 2002. *Biologi Jilid 1*. Jakarta: Erlanga.
- Ciptasari R. 2015. Pembuatan Etanol dari Limbah Kulit Jeruk Bali: Hidrolisis Menggunakan Selulase dan Fermentasi dengan *yeast*. *Skripsi*. Universitas Negeri Semarang.
- Darnoko. 2001. Pemanfaatan Pelepeh Kelapa Sawit untuk Pembuatan Pulp dan Kertas Cetak. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*. 9(2): 63-76.
- Darsono dan Made, S. 2014. Pembuatan Bioetanol dari Lignoselulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit Menggunakan Perlakuan Awal Iradiasi Berkas Elektron dan NaOH. *J. Kimia Kemasan*. 36(2): 245-252.
- Datta, R. 1981. Acidogenic Fermentation of Lignoselulosa Acid Yield and Conversion of Component. *Biotechnology and Bioengineering*. 27:2167-2170.
- Dewi, Y. N., 2013. Pentapan Kadar dan Analisis Profil Protein dan Asam Amino Ekstrak Ampas Biji Jinten Hitam (*Nigella satava* Linn) dengan Metode SDS-PAGE dan KCKT. *Skripsi*. Uin Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Fachry, A. R., Astuti, P., dan Puspitasari, T. G. 2013. Pembuatan Bioetanol dari Tongkol Jagung dengan Variasi Konsentrasi Asam Klorida dan Waktu Fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia*. 19(1): 60-69.
- Febriaty, I. R., Harlia., Andi H. A. 2016. Perbandingan Metode Hidrolisis Asam dan Basa Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Bahan Baku Pembuatan Asam Oksalat. *ISSN 2303-1077*. 5(4): 22-28.
- Ferdin, O., Roy, M. S., Djoni, B. 2013. Pembuatan Bioetanol dari Batang Jarak Menggunakan Metode Hidrolisa Dengan Katalis Asam Sulfat. *Jurnal Teknik Kimia*, 2(19): 27-32.

- Fengel, D. dan G. Wegener. 1995. *Kayu : Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-Reaksi*. Diterjemahkan oleh Sastrohamidjojo, H. Terjemahan dari : Wood : Chemical, Ultrastructure, Reactions. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Firmansyah, I. 2009. Biokonversi Lignoselulosa dari Biomassa Tandan osong Kelapa Sawit (TKKS) Menjadi Etanol Melalui Proses Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak (SFS). *Skripsi*. Universitas Indonesia.
- Gandjar. 2006. *Mikologi Dasar dan Terapan*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Gayang, F. 2013. Konversi Lignoselulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit Menjadi Gula Pereduksi Menggunakan Enzim Xilanase dan Selulase Komersial. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor.
- Gong, C. S and Tsao, G. T. 2001. Cellulose and Biosynthesis Regulation. Annual Reprt on Fermentation Process. New York: Academic Press.
- Hendriks, A. T. W. M., and G. Zeeman. 2008. Pretreatment to Enhance the Digestibility of Lignoselulosic Biomass. *Bioresource Technology*. 100(1): 10-18.
- Huang, Yao-Bing and Yao Fu. 2010. Hydrolysis of cellulose to glucose by solid acid catalysts. *Green Chem*. 15: 1095–1111.
- Ifmaily. 2018. Penetapan Kadar Pati Buah Sukun (*Artocarpus altilis L*) dengan Metode *Luff Schoorl*. *Chempublish Journal*. 3(1): 1-10.
- Irawati, D. 2006. Pemanfaatan Serbuk Kayu untuk Pembuatan Etanol. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor Fakultas MIPA, Bogor. Indonesia.
- Irawati, D., Soekmana, W., Futoshi, I., Shinso, Y. 2018. Association of Mushroom Cultivation and Ozonolysis as Pretreatment for Enzymatic Saaccarification of Sengon (*Falcataria moluccana*) Sawdust. *Jurnal Ilmu Kehutanan*. 12: 14-21.
- Kontasubrata dan Sri. 1992. Perkembangan Analisis Gula Secara KLT dan KCKT. *JKTI*. 2(1): 93-98.
- Kristina, E.R., Sari., 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, P., Barrett, D.M., Delwiche, M.J., and Stroeve, P. 2009. *Methods for Pretreatment of Lignocellulosic Biomass for Efficient Hydrolysis and Biofuel Production*, Ind. Eng. Chem. Res., 48(8), 3713-3729.

- Kumar, R., Sompal, S., and Om, V. Singh. 2008. Bioconversion of lignocellulosic biomass: biochemical and molecular perspectives. *J Ind Microbiol Biotechnol.* 35: 377–391.
- Latika . 2012. An Economic and Ecological Perspective of Ethanol Production from Renewable Agro Waste : A review. *AMB Express.* 2:65.
- Lidya, B. dan N. S. Djenar. 2000. *Dasar Bioproses.* Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi DEPDIKNAS. Jakarta.
- Manikharda, 2011. Perbandingan Metode dan Verifikasi Analisis Total Karbohidrat dengan Metode Luff-Schoorl dan Anthrone Sulfat. *Skripsi.* Institut Pertanian Bogor.
- Merina, F. dan Trihadiningrum, Y. 2011. Produksi Bioethanol dari Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) dengan *Zymomonas Mobilis* dan *Saccharomyces cerevisiae*. Institut Teknologi Surabaya, *Prosiding Semnas Manajemen Teknologi XIII.*
- Mosier, N., C. Wyman., B. Dale., R. Elander., Y.Y. Lee., M. Holtzapple., dan M.Ladisch. 2005. Features Of Promising Technologies For Pretreatment Of Lignocellulosic Biomass. *Bioresource Technol.* 96 : 673-686.
- Mutreja, R., Das, D dan Goyal., A. 2011. Bioconversion of Agriculultur waste to Ethanol by SSF Using Recombinant Cellulase from *Clostridium Thermocellum*. *Enzym Research.* DOI:10.4061.
- Ningsih, A. Y., Kartini, R. L., dan Rosdiana, M. 2012. Pembuatan Etanol dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dengan Metode Hidrolisis Asam dan Fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia.* 1 (18): 30-34.
- Novia, A. W dan Rosmawati. 2014. Pembuatan Bioetanol dari Jerami Padi dengan Metode Ozonolisis–Simultaneous Saccharification and Fermentation (SSF). *Jurnal Teknik Kimia.* 3(20): 38-48.
- Novia., Khairunnas dan Gigih, T. P. 2015. Pengaruh Konsentrasi Natrium Hiddroksida saat Pretreatment dan Waktu Fermentasi terhadap kadar Bioetanol dari Daun Nanas. *Jurnal Teknik Kimia.* 3(21): 16-26.
- Nuraini, R dan Khak, M. 2008. Optimalisasi Fermentor untuk Produksi Etanol dan Analisis hasil Fermentasi Menggunakan Kromatografi Gas. *Skripsi.* Universitas Gajah Mada.
- Olofson, K., Magnus. B and Gunnar. L. 2008. A Short Review on SSF-an Interesting Process Option for Ethanol Production from Lignocelulosic Feedstocks. *Biotechnologi for biofuels.* 1(17): 1-14

- Oswaldo Z. S., Panca putra S., M. Faizal. 2012. Pengaruh Konsentrasi Asam dan waktu pada Proses Hidrolisis dan Fermentasi Pembuatan Bioetanol dari Alang-Alang. *Jurnal Teknik Kimia*. 2(18): 52-62.
- Pahan, I. 2007. *Panduan Lengkap Kelapa Sawit: Manajemen Agribisnis dari Hulu hingga Hilir*. Bogor. Penebar Swadaya.
- Palonen, H. 2004. *Role of lignin in the enzymatic hydrolysis of lignocellulose*. Biotechnol In press.
- Pratiwi, R. A., Rizki, A dan Rosdiana, M. 2013. Pengaruh Volume Asam (Proses Hidrolisis) dan Waktu Fermentasi pada Pembuatan Bioetanol dari Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnl Teknik Kimia*. 1(19): 50-53.
- Prawitwong, P. 2012. Efficient Ethanol Production from Separated Parenchyma and Vascular Bundle of Oil Palm Trunk. *Bioresource Technology*. 125(2): 37-42.).
- Purwoko, T. 2010. *Fisiologi Mikroba*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Putri, R. S. 2019. Optimasi Proses *Delignifikasi* Tandan Kosong Kelapa Sawit Menggunakan Ozon pada Produksi Bioetanol. *Skripsi*. Universitas sriwijaya.
- Rilek, N. M., Hidayat, H dan Sugiarto, Y. 2017. Hidrolisis Lignoselulosa Hasil *Pretreatment* Pelepah Sawit (*Flacis guineensis* *Jaoq*) Menggunakan H₂SO₄ pada Pembuatan bioetanol. *Jurnal teknologi ddan Manajemen Agroindustri*. 6(2): 76-82.
- Rodiansono., Umi, B. L. U., Nana, W., Paradilla, C. W., Ina, R. 2013. Hidrolisis Lignoselulosa dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Menggunakan Katalis Asam Karboksilat. *Sains dan Terapan Kimia*. 7(1): 60-71.
- Sanchez, C. 2009. Lignocellulosic Residues: Bioderation and Bioconversion by Fungi. *Biotechnol Advan*. 27: 185-194.
- Sanchez, O, J dan C. A. Cardona. 2008. Trends in Biotechnological Production of Fuel Ethanol from Different Feedstocks. *Bioresource Technology*. (99): 5270-5295.
- Samsuri, M., Gozan, M., Mardias, R., Baiquin, M., Hermansyah, H., Wijanarko, A., Prasetya, B., Naskin, M. 2007. Pemanfaatan Selulosa Bagas untuk Produksi Etanol Melalui Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak dengan Enzim Xylase. *Makara Journal of Technologi*. 11(1): 17-24.
- Sarkanen, K., V. S. Assiz and V. Chiang. 1980. Organosolv Pulping. Semi annual Report I and II. College of Forest Resources, Univ. of Washington, New York.

- Sukowati, A., Sutikno dan Rizal, S. 2014. Produksi Bioetanol dari Kulit Pisang Melalui Hidrolisis Asam Sulfat. *Jurnal Teknologi dan Industri Hasil Pertanian*. 19(3): 274-288.
- Sun, Y and Cheng, J. 2002. Hydrolysis of Lignocellulosic Materials for Ethanol Production: A Review. *BioResource Technology Journal*. 83 (1) : 1-11.
- Syafina, Y., T. Honda, M. W., Kumahara. 2002. Pretreatment of Oil Palm Empty Bunch by White Rot Fungi for Enzymatic Saccharification. *Wood Res*. 89: 19-20.
- Taherzadeh, J. M and Keikhosro Karimi. 2007. *Pretreatment* Limbah Lignoselulosa untuk Meningkatkan Bioetanol dan Produksi Biogas. *Int. J. Mol. Sci*. 9: 1621-1651.
- Taherzadeh, M. J and K. Karimi. 2008. Pretreatment of Lignosellusic Waste to Improve Ethanol and Biogas Production: a Review. *Int. J. Mol. Sci*. 9: 1621-1651.
- Talebnia, F. 2008. Ethanol Production from Cellulosic Biomassa by Encapsulated *Saccharomyces Cerevisiae*. ISBN: 978-91-7385-0997-1. Swedwn: Chalmers University of technology.
- Yoricya, G., Shinta, A. P. D., Renita, M., Nimpan, B. 2016. Hidrolisis hasil Delignifikasi Tandan Kosong Kelapa Sawit dalam Sistem Cairan Ionik Choline Chloride. *Jurnal Teknik Kimia*. 5(1): 27-33.
- Zhao, X., Zhang, L., ang Liu, D. 2007. Comparative Study on Chemical Pretreatment Methods for Improving Enzymatic Digestibility of Cutton Stlks. *Bioresource Technl*. 99: 3729-3736.