

SKRIPSI

**PENGARUH *PRETREATMENT STEAM EXPLOSION* PADA
PROSES HIDROLISA ENZIMATIS LIMBAH RUMPUT LAUT
TERHADAP PEROLEHAN GLUKOSA**



Diajukan oleh:

Andrew Soeryohadi NRP : 5203012012

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA
SURABAYA
2015**

**PENGARUH *PRETREATMENT STEAM EXPLOSION* PADA
PROSES HIDROLISA ENZIMATIS LIMBAH RUMPUT LAUT
TERHADAP PEROLEHAN GLUKOSA**

SKRIPSI

**disampaikan sebagai salah satu persyaratan untuk gelar
Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik,
Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya**

Disusun Oleh:

Andrew Soeryohadi NRP. 5203012012

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA SURABAYA
2015**

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar SKRIPSI bagi mahasiswa tersebut dibawah ini:

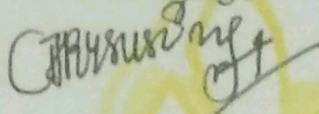
Nama : Andrew Soeryohadi

NRP : 5203012012

Telah diselenggarakan pada tanggal 16 Juni 2015, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar Sarjana Teknik jurusan Teknik Kimia.

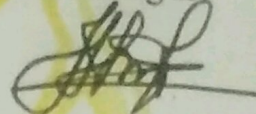
Surabaya, 19 Juni 2015

Pembimbing I



Ery Susiany Retnoningtyas, ST., MT.
NIK. 521.98.0348

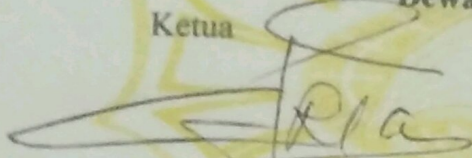
Pembimbing II



Dr. Ir. Suratno Lourentius, MS.
NIK. 521.87.0127

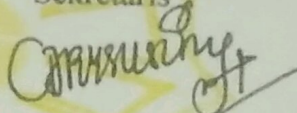
Dewan Penguji

Ketua



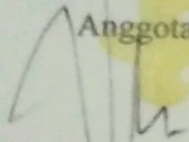
Dra. Adriana A. A., M.Si
NIK. 521.86.0124

Sekretaris



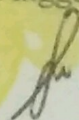
Ery Susiany R., ST., MT.
NIK. 521.98.0348

Anggota



Herman H., ST., MT.
NIK. 521.95.0221

Anggota



Sandy Budi H., Ph.D.
NIK 521.99.0401

Mengetahui

Fakultas Teknik
Dekan



Ir. Suryadi Ismadji, MT., Ph.D
NIK. 521.93.0198

Teknik Kimia



Welly Prayitno, Ph.D.
NIK. 521.97.0284

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Unika Widya Mandala Surabaya :

Nama : Andrew Soeryohadi / 5203012012

menyetujui skripsi/karya ilmiah saya :

Dengan judul :

“Pengaruh *Pretreatment Steam Explosion* Pada Proses Hidrolisa Enzimatis Limbah Rumput Laut Terhadap Perolehan Glukosa”

untuk dipublikasikan/ditampilkan di internet atau media lain (Digital Library Perpustakaan Unika Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang-undang Hak Cipta.

Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 19 Juni 2015

Yang menyatakan,



Andrew Soeryohadi

NRP. 5203012012

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa skripsi ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa skripsi ini tidak dapat saya gunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar **Sarjana Teknik**

Surabaya, 19 Juni 2015



Andrew Soeryohadi
NRP : 5203012012

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh *Pretreatment Steam Explosion* Pada Proses Hidrolisa Enzimatis Limbah Rumput Laut Terhadap Perolehan Glukosa” ini. Skripsi ini merupakan salah satu prasyarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.

Atas selesainya pembuatan skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ery Susiany Retnoningtyas, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan banyak masukan dan meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan yang baik.
2. Dr. Ir. Suratno Lourentius, MS. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan banyak masukan dan meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan yang baik.
3. Dra. Adriana Anteng A., M.Si., Herman Hindarso, ST., MT., serta Sandy Budi H., Ph.D., selaku penguji yang telah memberikan masukan dalam penelitian ini.
4. Ir. Suryadi Ismadji, MT., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
5. Wenny Irawaty, Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala.

Ir. Suryadi Ismadji, MT., Ph.D., selaku Ketua Laboratorium Proses Jurusan Teknik Kimia; Ir. Yohanes Sudaryanto, MT., selaku Ketua

Laboratorium Kimia Organik; Ery Susiany Retnoningtyas, ST.,MT.selaku Ketua Laboratorium Teknologi Bioproses Jurusan Teknik Kimia; yang telah

6. memberi kemudahan dalam penggunaan dan peminjaman alat-alat laboratorium.
7. Bpk. Novi selaku laboran Laboratorium Kimia Organik Jurusan Teknik Kimia; Bpk. Pudjo selaku laboran Laboratorium Operasi Teknik Kimia Jurusan Teknik Kimia dan Bpk. Agus selaku laboran Laboratorium Teknologi Bioproses yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.
8. Seluruh dosen dan staf Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, yang secara tidak langsung telah banyak membantu penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
9. Orang tua penulis yang telah memberikan dukungan baik secara materi maupun non-materi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
10. Seluruh rekan-rekan di lingkungan kampus maupun di luar kampus yang telah membantu penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, dan bagi para pembaca yang budiman.

Surabaya, 19 Juni 2015

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
INTISARI.....	xii
BAB I Pendahuluan.....	1
I.1. Latar Belakang.....	1
I.2. Tujuan Penelitian.....	2
I.3. Pembatasan Masalah.....	2
BAB II Tinjauan Pustaka.....	3
II.1. <i>Steam explosion</i>	3
II.2. Hidrolisa Enzimatis.....	4
II.3. Enzim Selulase.....	5
II.4. Rumput Laut.....	8
II.5. Limbah Rumput Laut.....	10
II.6. Glukosa.....	11
II.7. Penelitian Terdahulu Tentang Berbagai Macam <i>Pretreatment</i> Dalam Memproduksi Glukosa.....	12
BAB III Metode Penelitian.....	13
III.1. Rancangan Penelitian.....	13
III.2. Variabel Penelitian.....	15
III.2.1. Variabel Tetap.....	15

III.2.2. Variabel Tidak Tetap.....	15
III.3. Bahan.....	16
III.4. Alat.....	17
III.5. Prosedur Penelitian.....	17
III.5.1. <i>Steam explosion Pretreatment</i>	17
III.5.2. Hidrolisa Enzimatis.....	17
III.6. Pengolahan Data.....	18
BAB IV Hasil Penelitian dan Pembahasan.....	19
IV.1. Karakterisasi Bahan Baku Limbah Rumput Laut.....	19
IV.2. Konsentrasi Glukoa pada Limbah Rumput Laut.....	19
IV.3. Pengaruh Lama Waktu <i>Pretreatment steam explosion</i> Terhadap Konsentrasi Glukosa Akhir.....	22
IV.4. Pengaruh Variasi Massa Terhadap Konsentrasi Glukosa Akhir..	24
BAB V Kesimpulan dan Saran.....	27
V.1. Kesimpulan.....	27
V.2. Saran.....	27
DAFTAR PUSTAKA.....	28
LAMPIRAN A.....	30
LAMPIRAN B.....	34
LAMPIRAN C.....	38
LAMPIRAN D.....	42
LAMPIRAN E.....	46
LAMPIRAN F.....	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1. Autoclaf.....	4
Gambar II.2. Reaksi Penguraian Selulosa Menjadi Glukosa Oleh Enzim Selulase.....	6
Gambar II.3. Mekanisme Hidrolisis Selulosa.....	7
Gambar II.4. Enzim Selulase.....	7
Gambar II.5. Rumput Laut <i>Eucheuma Spinosum</i>	9
Gambar II.6. Limbah Rumput Laut.....	10
Gambar II.7. Glukosa.....	11
Gambar III.1. Skema Penelitian Pengaruh <i>Pretreatment Steam Explosion</i> Pada Proses Hidrolisa Enzimatis Limbah Rumput Laut Terhadap Perolehan Glukosa.....	14
Gambar IV.1. Konsentrasi Glukosa Dengan Variasi Massa(gram) Antara Enzim Selulase Dengan Limbah Rumput Laut Pada Berbagai Waktu <i>Pretreatment steam explosion</i>	20
Gambar IV.2. Pengaruh Variasi Waktu <i>Pretreatment steam explosion</i> Terhadap Konsentrasi Glukosa.....	22
Gambar IV.3. Pengaruh Variasi Massa Dengan Tanpa <i>Pretreatment Steam explosion</i> Terhadap Konsentrasi Glukosa.....	25
Gambar D.1. Panjang Gelombang Absorbansi Maximum.....	43
Gambar D.2. Konsentrasi Glukosa vs Absorbansi.....	45

DAFTAR TABEL

Tabel II.1. Komposisi kimia rumput laut jenis <i>Eucheuma spinosum</i>	9
Tabel II.2. Penelitian Terdahulu Tentang Berbagai Macam <i>Pretreatment</i> dalam Memproduksi Glukosa.....	12
Tabel IV.I. Data Uji Kadar Zat Pada Limbah Rumput Laut.....	19
Tabel D.1. Data Penentuan Panjang Gelombang Maksimum Glukosa.....	42
Tabel D.2. Data Kurva Baku Glukosa.....	44
Tabel E.1. Data Konsentrasi Glukosa dengan 0 Menit <i>Pretreatment</i> <i>Steam explosion</i>	46
Tabel E.2. Data Konsentrasi Glukosa dengan 30 Menit <i>Pretreatment</i> <i>Steam explosion</i>	47
Tabel E.3. Data Konsentrasi Glukosa dengan 60 Menit <i>Pretreatment</i> <i>Steam explosion</i>	47

INTISARI

Pertumbuhan ekonomi dunia yang pesat membuat kebutuhan masyarakat akan pemakaian bahan bakar semakin meningkat, khususnya kebutuhan akan minyak dan gas bumi. Namun, di sisi lain cadangan sumber energi tersebut semakin menipis. Dan sebagai akibatnya harga bahan bakar tersebut semakin mahal. Oleh karena itu perlu dilakukan berbagai penelitian untuk mencari energi alternatif yang mudah diperbaharui(*renewable*). Bahan baku yang dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif adalah limbah rumput laut. Limbah rumput laut secara umum dikenal sebagai salah satu bahan yang memiliki kandungan selulosa tinggi, kandungan selulosa tersebut dapat diubah menjadi glukosa. Yang pada akhirnya dapat digunakan untuk membuat bioetanol sebagai energi alternatif. Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari pengaruh *pretreatment steam explosion* pada proses hidrolisa enzimatis limbah rumput laut terhadap perolehan glukosa.

Metode dari penelitian ini pertama limbah rumput laut dicuci lalu dikeringkan, setelah dikeringkan dilakukan pengecilan ukuran, kemudian dibagi menjadi dua bagian, bagian pertama untuk karakterisasi bahan, dimana akan diuji kandungan protein, serat kasar, karbohidrat, dan kadar air dari limbah rumput laut. Bagian kedua dilakukan *pretreatment steam explosion* dengan variasi lama waktu *pretreatment*, setelah itu diberi enzim selulase dan dihidrolisa enzimatis dengan variasi perbandingan massa antara enzim dan limbah rumput laut. Pada tahap akhir setiap sampel yang sudah dihidrolisa enzimatis diuji konsentrasi glukosanya dengan metode DNS.

Dari penelitian ini, didapatkan hasil berupa sampel limbah rumput laut dengan konsentrasi glukosa terendah, adalah sampel dengan perbandingan massa(gram) antara enzim selulase dengan limbah rumput laut 1 : 0,5 dan tanpa *pretreatment steam explosion*, yang menunjukkan konsentrasi glukosa 0,1968 mg/ml. Dan hasil konsentrasi glukosa tertinggi,

ada pada sampel limbah rumput laut dengan perbandingan massa(gram) antara enzim selulase dengan limbah rumput laut 1 : 3 dengan *pretreatment steam explosion* 60 menit, yang memiliki konsentrasi glukosa 1,0600 mg/ml. dari data yang didapat maka disimpulkan, proses yang dapat menghasilkan konsentrasi glukosa tertinggi, terdapat pada sampel limbah rumput laut yang dipretreatment *steam explosion* selama 60 menit, dengan perbandingan massa(gram) antara enzim selulase dengan limbah rumput laut 1 : 3. Dari penelitian ini dapat diketahui proses yang paling baik untuk menghasilkan konsentrasi glukosa tertinggi dari limbah rumput laut.

ABSTRACT

The rapid growth of world economy makes community needs for fuel is increasing, especially the need for oil and gas. However, reserves of these energy sources is getting a bit. And as a result the price of the fuel is more expensive. Therefore it's important to makes research to find a convenient alternative renewable energy. Raw materials that can be used as an alternative energy source is waste seaweed. Waste seaweed commonly known as a material that has a high cellulose content, The cellulose content can be converted into glucose. Which at last can be used to make bioethanol as alternative energy. The purpose of this research is to study the effect of *steam explosion pretreatment* on enzymatic hydrolysis process waste seaweed to the acquisition of glucose.

The first method is washing the waste seaweed and then dried, after dried then downsizing the waste seaweed, then divided into two parts, The first part for the characterization of materials, which will be tested protein, crude fiber, carbohydrates, and moisture content of the waste seaweed. A second part is for *steam explosion pretreatment* with long time variation of *pretreatment*, after *pretreated* then given cellulase enzymes and start the process of enzymatic hydrolysis with variations ranging mass ratio between the enzyme and the waste of seaweed. In the final stage, any samples that have been enzymatically hydrolyzed is tested the glucose concentration with DNS method.

From this study, the results with lowest glucose concentration, is sampled with a mass ratio (gram) between the enzyme cellulase and waste seaweed 1: 0.5 and without *steam explosion pretreatment*, which shows the glucose concentration 0.1968 mg / ml. And the highest yield of glucose concentration is at sample with a mass ratio (gram) between the enzyme cellulase and waste seaweed 1: 3 with 60 minutes of *steam explosion pretreatment*, which has a glucose concentration of 1.0600 mg / ml. from the data that has been obtained, it was concluded, a process that can produce the highest glucose concentration, contained in seaweed samples that *pretreated steam explosion* for 60 minutes, with a mass ratio (gram) between the enzyme cellulase and waste seaweed 1: 3. From this research, the best process to produce the highest glucose concentration from waste seaweed can be known.