

SKRIPSI

**BIOETANOL DARI ALGA MERAH *GRACILARIA VERRUCOSA*
DENGAN METODE HIDROLISIS ASAM MENGGUNAKAN
KATALIS ASAM KLORIDA DAN FERMENTASI *ZYMOONAS*
*MOBILIS***



Diajukan oleh :

Eric Santoso Sim

NRP : 5203015006

Andre Sugiharto

NRP :5203015018

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

2018

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar Skripsi bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

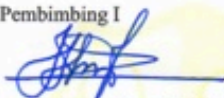
Nama : Eric Santoso Sim

NRP : 5203015006

telah diselenggarakan pada tanggal 24 Mei 2018, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar Sarjana Teknik jurusan Teknik Kimia.

Surabaya, 8 Juni 2018

Pembimbing I



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

Pembimbing II

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

Ketua



Ir. Suryadi Ismadiji, M.T., Ph.D.
NIK. 521.93.0198

Dewan Penguji

Sekretaris



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

Anggota



Ir. Yohanes Sudaryanto, MT.
NIK. 521.89.0151

Mengetahui



Fakultas Teknik
Dekan



Ir. Suryadi Ismadiji, M.T., Ph.D.
NIK. 521.93.0198



Jurusan Teknik Kimia
Ketua



Sandy Budi Hartono, M.Phil, Ph.D.
NIK. 521.99.0401

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar **Skripsi** bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Andre Sugiharto

NRP : 5203015018

telah diselenggarakan pada tanggal 24 Mei 2018, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** jurusan **Teknik Kimia**.

Surabaya, 8 Juni 2018

Pembimbing II

Pembimbing I

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

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

Dewan Penguji

Ketua

Ir. Suryadi Ismudji, M.T., Ph.D.
NIK. 521.93.0198

Sekretaris

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

Anggota

Ir. Yohanes Sugaryanto, MT.
NIK. 521.89.0151

Mengetahui

Ir. Suryadi Ismudji, M.T., Ph.D.
NIK. 521.93.0198

Sandy Budi Hartono, M.Phil, Ph.D.
NIK. 521.99.0481

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

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

Nama : Eric Santoso Sim
NRP : 5203015006

menyetujui skripsi/karya ilmiah saya :

Judul :

Bioetanol dari Alga Merah *Gracilaria verrucosa* dengan Metode Hidrolisis Asam Menggunakan Katalis Asam Klorida dan Fermentasi *Zymomonas Mobilis*

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

Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 8 Juni 2018

Yang menyatakan,

(Eric Santoso Sim)
NRP. 5203015006



**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

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

Nama : Andre Sugiharto
NRP : 5203015018

menyetujui skripsi/karya ilmiah saya :

Judul :

Bioetanol dari Alga Merah *Gracilaria verrucosa* dengan Metode Hidrolisis Asam Menggunakan Katalis Asam Klorida dan Fermentasi *Zymomonas Mobilis*

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

Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 8 Juni 2018

Yang menyatakan,

(Andre Sugiharto)
NRP. 5203015018



LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya 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 digunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar **Sarjana Teknik**.

Surabaya, 8 Juni 2018
Mahasiswa,



(Eric Santoso Sim)
NRP. 5203015006

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya 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 digunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar **Sarjana Teknik**.

Surabaya, 8 Juni 2018
Mahasiswa,



(Andre Sugiharto)
NRP. 5203015018

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Bioetanol dari Alga Merah *Gracilaria verrucosa* dengan Metode Hidrolisis Asam Menggunakan Katalis Asam Klorida dan Fermentasi *Zymomonas Mobilis*”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.

Atas selesainya penulisan Skripsi, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Suratno Lourentius, MS, IPM. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan banyak masukan dan meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan;
2. Dra. Adriana A. Anggorowati, M.Si. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan banyak masukan dan meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan;
3. Ir. Suryadi Ismadji, M.T., Ph.D. dan Ir. Yohanes Sudaryanto, MT selaku dosen penguji;
4. Seluruh dosen dan Staf Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, yang secara tidak langsung telah banyak membantu penulis dalam penyelesaian penulisan Skripsi ini;
5. Seluruh rekan-rekan di lingkungan kampus maupun di luar kampus yang telah membantu penyelesaian Skripsi ini;
6. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan dukungan secara materi maupun non-materi, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga Skripsi ini dapat bermanfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi bagi para pembaca.

Surabaya, 8 Juni 2018

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
LEMBAR PERNYATAAN	vi
LEMBAR PERNYATAAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GRAFIK	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Pembatasan Masalah	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Bioetanol Sebagai Bahan Bakar Pengganti	5
2.2 <i>Gracilaria verrucosa</i>	5
2.3 Hidrolisis	7
2.4 Fermentasi	8
2.5 Mikroorganisme Pada Proses Fermentasi	9
BAB 3 METODE PERCOBAAN	13
3.1 Rancangan Penelitian	13
3.2 Bahan dan Alat	9
3.2.1 Bahan	13
3.2.2 Alat	15
3.3 Variabel Penelitian	16
3.3.1 Variabel tetap	16
3.3.2 Variabel tak tetap	17
3.4 Prosedur Penelitian	17

3.4.1 Tahap Hidrolisis	17
3.4.2 Tahap Fermentasi	18
3.5 Metode Analisis	19
BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Persiapan Bahan Baku	20
4.2 Analisis Bahan Baku	20
4.3 Tahap Hidrolisis	22
4.4 Tahap Fermentasi	25
BAB V KESIMPULAN	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Alga Merah <i>Gracilaria verrucosa</i>	5
Gambar 2.2. Jalur Entner–Doudoroff pada <i>Zymomonas mobilis</i>	11
Gambar 3.1 Rangkaian alat hidrolisis	16
Gambar 4.1 Hasil Hidrolisis	24
Gambar 4.2 Mekanisme pembentukan senyawa furfural dan hidroksi metil furfural	25
Gambar 4.3 Proses fermentasi dalam inkubator	26

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Pengaruh konsentrasi katalis HCl terhadap kadar glukosa (massa <i>Gracilaria Verrucosa</i> = 25 gram, volume akuades = 250 ml, volume HCl = 15 ml)	23
Tabel 4.2	Pengaruh waktu fermentasi dan perbedaan konsentrasi HCl pada hidrolisis asam terhadap kadar etanol	27
Tabel 4.3	Pengaruh waktu fermentasi terhadap kadar etanol untuk berbagai volume media biakan (<i>nutrient broth</i>) dengan bakteri <i>Zymomonas mobilis</i>	29

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Analisa gugus fungsional <i>gracilaria verrucosa</i> dengan FTIR	21 23
Grafik 4.2 Hubungan antara berbagai konsentrasi larutan HCl dengan konsentrasi glukosa	28
Grafik 4.3 Hubungan antara waktu fermentasi dengan kadar etanol untuk berbagai konsentrasi katalis HCl	30
Grafik 4.4 Hubungan antara waktu fermentasi dengan kadar etanol untuk berbagai volume biakan (<i>nutrient broth</i>) bakteri <i>zymomonas mobilis</i>	

ABSTRAK

Belakangan ini ketersediaan bahan bakar fosil semakin menurun, sedangkan kebutuhan dan penggunaan untuk bahan bakar itu sendiri dari tahun ke tahun semakin meningkat seiring dengan berkembangnya zaman. Meningkatnya kebutuhan akan bahan bakar inilah yang mendorong penelitian untuk mencari bahan bakar alternatif yang efisien untuk mengurangi bahan bakar fosil tersebut. Bioetanol adalah salah satu energi terbarukan yang dapat digunakan untuk menggantikan bahan bakar fosil. Bioetanol disebut sebagai bahan bakar terbarukan karena bioetanol dapat diproduksi terus menerus tanpa kehabisan bahan dari alam. Bahan dari alam yang dapat digunakan untuk memproduksi bioetanol yakni bahan-bahan yang mengandung glukosa atau selulosa yang dapat difermentasi menjadi etanol. Pengembangan dan penelitian tentang pembuatan bioetanol sendiri sudah banyak dilakukan menggunakan bahan dan metode yang berbeda beda. Seperti halnya tumbuhan lain, alga juga memiliki selulosa dan berbagai macam kompleks polisakarida, yang mana selulosa dan polisakarida ini dapat dihidrolisis menjadi glukosa. Alga sangat melimpah keberadaannya di dunia. Dalam penulisan ini dibuat bioetanol dari alga merah. Banyaknya kandungan karbohidrat dalam alga merah *Gracillaria verrucosa* membuat alga ini berpotensi untuk dijadikan bahan baku pembuatan bioetanol.

Pada penelitian ini alga *Gracillaria verrucosa* yang diambil dari desa Surodadi, Sayung Kabupaten Demak Jawa Tengah selanjutnya dilakukan metode hidrolisis asam dengan menggunakan katalis HCl dengan waktu hidrolisis 150 menit, massa rumput laut 25 gram, volume HCl 15 ml. Pada penelitian ini di variasikan konsentrasi asam klorida yaitu 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 N. Setelah itu dilanjutkan dengan fermentasi menggunakan jenis mikroorganisme *Zymomonas mobilis* dengan suhu inkubasi 35°C serta perbedaan penambahan volume bakteri yaitu 20 ml dan 30 ml . Dari penelitian ini didapatkan hasil hidrolisis dari *Gracillarian verrucosa* tertinggi sebesar 13943 ppm. Semua hasil hidrolisis difermentasi dan menghasilkan etanol tertinggi dengan konsentrasi asam klorida 0,4 N yaitu 2,35% .Penambahan volume bakteri *Zymomonas mobilis* meningkatkan jumlah kadar etanol yang dihasilkan, kadar etanol tertinggi dihasilkan dengan penambahan 30 ml bakteri yakni 2,38%.

ABSTRACT

Recently the availability of fossil fuel has been decreasing, while the demand and the usage of fossil fuel are increasing year by year in line with the development of era. The increase of the needs of this fuel encourages researchers to find efficient alternative fuel to reduce the use of fossil fuel. Bioethanol is one of the renewable energy which can be used to replace fossil fuel. Bioethanol is called as renewable energy since it can be produced continuously without lacking of raw materials from nature. Materials from nature which can be used to produce bioethanol are materials that contains glucose or cellulose which can be fermented into ethanol. The development and research about bioethanol production itself have been done many times using various methods materials and methods. Just like the other plants, algae also has cellulose and other complex polysaccharides, where those materials can hydrolised into glucose. Algae itself is available abundantly in every region of the world. This big amount of carbohydrate content in red algae *Gracillaria verrucosa* makes this algae potential to be processed into bioethanol. This carbohydrate content is hydrolised into glucose. Glucose is then fermented using bacteria to produce bioethanol.

In this research, *Gracilaria verrucosa* algae taken from the Surodadi, Sayung District of Demak Central Java then performed the method of acid hydrolysis using HCl catalyst with hydrolysis time 150 minutes, algae mass 25 gram, 15 ml HCl volume. In this research variation of hydrochloric acid concentration is 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 N. After that followed by fermentation process using microorganism called *Zymomonas mobilis* with incubation temperature 35°C and differences in bacterial volume addition of 20 and 30 ml . As a result, the yield of hydrolysis process of *Gracillaria verrucosa* was 13,943 ppm. All hydrolysis result were fermented and produced the highest ethanol with 0,4 N hydrochloric acid concentration The yield was then fermented was 2.35%. Addition volume of *Zymomonas mobilis* increased the amount of ethanol produced, the highest ethanol was produced by the addition of 30 ml of bacteria is 2,38%.

