

**PEMBUATAN BIOETANOL BERBAHAN BAKU RUMPUT LAUT  
*Gracilaria* sp. DENGAN ENZIM SELULASE KOMERSIL  
PADA PROSES HIDROLISIS**

**SKRIPSI  
PROGRAM STUDI S-1 BUDIDAYA PERAIRAN**



**Oleh :**

**AGUNG WICAKSONO  
SURABAYA – JAWA TIMUR**

**FAKULTAS PERIKANAN DAN KELAUTAN  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
SURABAYA  
2016**

# SKRIPSI

## PEMBUATAN BIOETANOL BERBAHAN BAKU RUMPUT LAUT *Gracilaria* sp. DENGAN ENZIM SELULASE KOMERSIL PADA PROSES HIDROLISIS

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Perikanan  
pada Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga

Oleh :  
**AGUNG WICAKSONO**  
NIM. 141111077

Menyetujui,  
Komisi Pembimbing

Pembimbing Utama

Pembimbing Serta

Prof. Moch. Amin Alamsjah, Ir., M.Si., Ph.D.  
NIP. 19700116 199503 1 002

Rahayu Kusdarwati, Ir., M.Kes.  
NIP. 19591022 198601 2 001

## **SKRIPSI**

### **PEMBUATAN BIOETANOL BERBAHAN BAKU RUMPUT LAUT *Gracilaria* sp. DENGAN ENZIM SELULASE KOMERSIL PADA PROSES HIDROLISIS**

**Oleh :**  
**AGUNG WICAKSONO**  
NIM. 141111077

Telah diujikan pada

Tanggal : 18 Oktober 2015

**KOMISI PENGUJI SKRIPSI**

Ketua : Agustono, Ir., M.Kes.

Anggota : Prof. Moch. Amin Alamsjah, Ir., M.Si., Ph.D.

Rahayu Kusdarwati, Ir., M.Kes.

Sudarno, Ir., M.Kes.

Abdul Manan, S.Pi, M.P.

Surabaya, 21 Januari 2016  
Fakultas Perikanan dan Kelautan  
Universitas Airlangga  
Dekan

Dr. Mirni Lamid, drh., M.P.  
NIP. 19620116199203 2 001

## Ringkasan

**AGUNG WICAKSONO. Pembuatan Bioetanol Berbahan Baku Rumput Laut *Gracilaria* Sp. dengan Enzim Selulase Komersil pada Proses Hidrolisis. Dosen Pembimbing Prof. Moch. Amin Alamsjah, Ir., M.Si., Ph.D. dan Rahayu Kusdarwati, Ir., M.Kes.**

*Biofuel* dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif. Salah satu *biofuel* yang dapat digunakan adalah etanol zat ini diekstrak dari bahan berlignoselulosa. Pembuatan etanol dari bahan berlignoselulosa memerlukan beberapa tahap diantaranya hidrolisis fermentasi. Tahap hidrolisis diperlukan karena struktur selulosa yang kompleks diuraikan menjadi lebih sederhana, sehingga proses fermentasi dapat berlangsung dengan optimal. Bahan selulosa pada rumput laut dapat dimanfaatkan sebagai sumber karbon untuk produksi etanol dengan melakukan proses hidrolisis

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui jumlah gula yang dihasilkan pada proses hidrolisis dari rumput laut *Gracillaria* sp. oleh enzim selulase yang kemudian mempengaruhi kadar dan jumlah volume yang dihasilkan. Metode penelitian adalah percobaan dengan rancangan acak lengkap sebagai rancangan percobaan. Penelitian ini terdiri dari tahap delignifikasi, hidrolisis, fermentasi dan tahap adsorpsi. Pembuatan bioetanol dengan menggunakan enzim masing-masing empat perlakuan yang dilakukan ulangan sebanyak lima kali. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian kadar etanol dengan menggunakan alat alkoholmeter dan dengan menggunakan instrumen *Gas Chromatograph* pada volume menggunakan *beaker glass*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian aktivitas unit per gram yang paling optimal berdasarkan perombakan glukosa dan pembuatan etanol oleh *Saccarhomyces cereviciae* didapatkan pada perlakuan dengan aktivitas unit enzim selulase 20 u/g yang menghasilkan glukosa sebesar 317,87 mg/l dan dapat membuat etanol sebesar 19% dengan uji alkoholmeter dan 16.85% dengan uji *gas chromatograph*.

## Summary

**AGUNG WICAKSONO. Production Bioethanol of Seaweed *Gracilaria* sp. with Commercial Cellulase Enzymes in Hydrolysis Process. Academic Advisor Prof. Moch. Amin Alamsjah, Ir., M.Si., Ph.D. and Rahayu Kusdarwati, Ir., M.Kes.**

Biofuels can be used as an alternative fuel. One of the biofuel that can be used is ethanol. This substance extracted from lignocellulose material. Make ethanol from lignocellulose material requiring several stages, including hydrolysis and fermentation. Stages of cellulose hydrolysis is required for complex structures that should be reformed to be more simple so that the fermentation process as the initial stages of the manufacture of ethanol can take place optimally. Cellulose material in the seaweed can be used as a carbon source for the production of ethanol by hydrolysis process

This study was conducted to determine the amount of sugar produced in hydrolysis process of seaweed *Gracillaria* sp. by cellulase enzymes which then affect the levels and the amount of volume produced. The research method is experiment with completely randomized design as the experiment design. This study consists of stages of delignification, hydrolysis, fermentation and adsorption stage. Manufacture of bioethanol using each enzyme four treatment was done five repetitions. Tests done with test the ethanol content by using alcoholmeter and using instruments gas chromatograph the volume using glass beaker.

The research results showed that given of activity units per gram optimally based overhaul of glucose and manufacture of ethanol by *Saccarhomyces cereviciae* obtained on treatment with cellulase enzyme activity unit 20 u/g which produce glucose at 317.87 mg/l and can make ethanol by 19% with alcoholmeter test and 16.85% with gas chromatograph test.

## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat, taufiq dan hidayahNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi tentang pembuatan bioetanol berbahanbaku rumput laut *Gracilaria* sp. dengan enzim komersil pada proses hidrolisis ini dilaksanakan dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan pada Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga Surabaya.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah turut membantu dalam proses penyelesaian skripsi. Adapun ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada :

1. Dr. Mirni Lamid, drh., M.P. selaku Dekan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga yang memberikan kesempatan kepada penulis untuk menempuh pendidikan dan memperoleh pengalaman dalam bidang perikanan selama mengikuti perkuliahan di Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan.
2. Prof. Moch. Amin Alamsjah, Ir., M.Si., Ph.D. dan Rahayu Kusdarwati, Ir., M.Kes. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis selama masa penyusunan proposal skripsi hingga terselesaikannya penyusunan laporan skripsi ini dengan baik.
3. Agustono, Ir., MP., Sudarno, Ir., M.Kes. dan Abdul Manan, S.Pi., M.P. selaku dosen penguji pada seminar dan ujian skripsi atas segala masukan dan arahan yang membangun kepada penulis.
4. Ibu Drs. Heri Midiastuti, Bapak Soekiman dan Kakak Dian Pratiwi, S.Pd. yang telah memberikan kasih sayang, dukungan dan motivasi penuh kepada penulis selama masa menempuh studi dan penyusunan skripsi sehingga penulis dapat menyelesaikan masa studi.
5. Bapak Firman selaku pemilik usaha rumput laut *Gracilaria* sp. daerah pasuruan yang telah membantu penulis dalam menyediakan bahan baku penelitian sehingga proses penelitian berjalan lancar.
6. Cahyo mustiko, Lovira Zenita, Alvin Rahardian dan Amiril Aji sebagai tim penelitian pembuatan bioetanol dari rumput laut atas kerjasama dan berbagi ilmunya selama proses penelitian hingga terselesaikannya laporan skripsi ini.
7. Nur Hasanah, Lukluah, Mirza Rizky Santoso, Dewi Kintani, Pramudya, Agung Wahyu Prasetya, Hariati, Arysta, Heri Irawan dan teman-teman yang

tidak dapat saya sebutkan satu-persatu atas segala bentuk dukungan dan semangat kepada penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi dengan tepat waktu

8. Mas Deni, Mbak Wilda, Taruna dan Nova atas segala bantuannya kepada penulis selama penulis mengerjakan penelitian di Laboratorium Kering Fakultas Perikanan dan Kelautan
9. Mbak Umami, Gatot, Muhandis, Gita atas bantuan yang diberikan kepada penulis baik pelaksanaan penelitian maupun penyusunan laporan skripsi

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna, sehingga kritik dan saran yang membangun penulis harapkan demi perbaikan dan kesempurnaan skripsi ini lebih lanjut. Akhirnya penulis berharap semoga Karya Ilmiah ini dapat bermanfaat dan memberikan informasi kepada semua pihak, khususnya bagi mahasiswa Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga, Surabaya guna kemajuan serta perkembangan ilmu dan teknologi dalam bidang perikanan terutama teknologi industri hasil perikanan.

Surabaya, 21 Januari 2016

Penulis

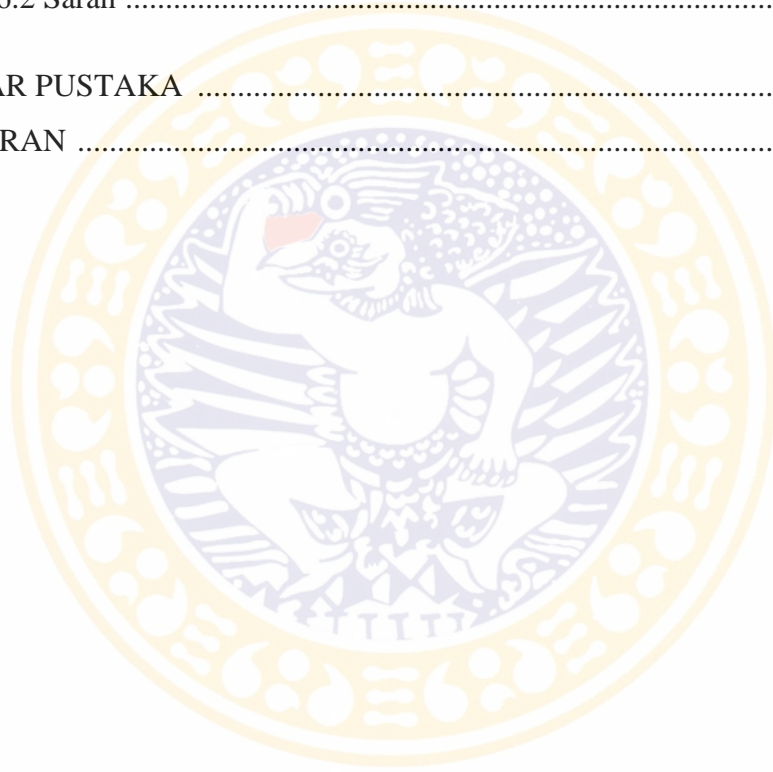
## DAFTAR ISI

|  | <b>Halaman</b> |
|--|----------------|
| RINGKASAN .....                                      | iv             |
| SUMMARY .....  | v              |
| KATA PENGANTAR .....                                 | vi             |
| DAFTAR TABEL .....                                   | xi             |
| DAFTAR GAMBAR .....                                  | xii            |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                | xiii           |
| <b>I PENDAHULUAN</b> .....                           | <b>1</b>       |
| 1.1 Latar Belakang .....                             | 1              |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                            | 3              |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....                          | 4              |
| 1.4 Manfaat Penelitian .....                         | 4              |
| <b>II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....                     | <b>5</b>       |
| 2.1 Tinjauan Umum Rumput Laut .....                  | 5              |
| 2.2 Alga Merah.....                                  | 6              |
| 2.3 Manfaat Rumput laut.....                         | 6              |
| 2.4 Ciri-ciri taksonomi .....                        | 7              |
| 2.5 Kandungan Rumput Laut <i>Gracilaria</i> sp. .... | 9              |
| 2.6 Faktor Pertumbuhan Rumput laut .....             | 9              |
| 2.6.1 Suhu .....                                     | 9              |
| 2.6.2 Salinitas .....                                | 10             |
| 2.6.3 pH.....  | 11             |
| 2.7 Bioetanol .....                                  | 11             |
| 2.8 Lignoselulosa .....                              | 12             |
| 2.9 Selulosa .....                                   | 12             |
| 2.10 Hemiselulosa.....                               | 14             |



|  |           |
|--|-----------|
| 2.11 Lignin .....                                  | 14        |
| 2.12 Proses <i>Pretreatment</i> .....              | 15        |
| 2.13 Proses <i>Treatment</i> .....                 | 16        |
| 2.14 Delignifikasi .....                           | 17        |
| 2.15 Hidrolisis Enzimatis .....                    | 17        |
| 2.16 Enzim selulase .....                          | 18        |
| 2.17 Fermentasi .....                              | 20        |
| 2.18 <i>Saccharomyces cerevicae</i> .....          | 21        |
| 2.19 Distilasi .....                               | 22        |
| 2.20 Zeolit .....                                  | 22        |
| <b>III KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS .....</b> | <b>24</b> |
| 3.1 Kerangka Konseptual .....                      | 24        |
| 3.2 Hipotesis Penelitian .....                     | 27        |
| <b>IV METODOLOGI .....</b>                         | <b>28</b> |
| 4.1 Waktu dan Tempat .....                         | 28        |
| 4.2 Alat dan Bahan .....                           | 28        |
| 4.2.1 Bahan Penelitian .....                       | 28        |
| 4.2.2 Peralatan Penelitian .....                   | 28        |
| 4.3 Metode Penelitian .....                        | 28        |
| 4.3.1 Rancangan Penelitian .....                   | 28        |
| 4.3.2 Variabel Penelitian .....                    | 29        |
| 4.3.3 Prosedur Kerja .....                         | 30        |
| 4.4 Parameter Pengamatan .....                     | 32        |
| 4.4.1 Parameter Utama .....                        | 32        |
| 4.4.2 Parameter Pendukung .....                    | 32        |
| 4.5 Analisis Data .....                            | 32        |
| <b>V HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>                | <b>35</b> |
| 5.1 Hasil Penelitian .....                         | 35        |
| 5.1.1 <i>Pre treatment</i> .....                   | 35        |
| 5.1.2 Hasil Glukosa .....                          | 35        |
| 5.1.3 Kadar Etanol Distilasi .....                 | 37        |

|   |    |
|---|----|
| 5.1.4 Kadar Etanol Adsorpsi Zeolit .....        | 38 |
| 5.1.5 Hasil Uji Kualitatif dan Kuantitatif..... | 39 |
| 5.1.6 Volume Proses Distilasi .....             | 40 |
| 5.1.7 Volume Etanol Zeolit.....                 | 41 |
| 5.2 Pembahasan .....                            | 43 |
| VI SIMPULAN DAN SARAN .....                     | 49 |
| 6.1 Simpulan .....                              | 49 |
| 6.2 Saran .....                                 | 49 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                            | 50 |
| LAMPIRAN .....                                  | 57 |



## DAFTAR TABEL

| <b>Tabel</b>                     | <b>Halaman</b> |
|----------------------------------|----------------|
| 1. Perubahan pH hidrolisis ..... | 37             |



## DAFTAR GAMBAR

| Gambar   | Halaman |
|--|---------|
| 1. Struktur kimia selulosa.....                                      | 13      |
| 2. Struktur hemiselulosa pada tumbuhan .....                         | 14      |
| 3. Struktur kimia lignin .....                                       | 15      |
| 4. Tahapan-tahapan hidrolisis selulosa .....                         | 19      |
| 5. Proses gula pereduksi menjadi etanol .....                        | 20      |
| 6. Proses fermentasi glukosa menjadi etanol .....                    | 21      |
| 7. Skema konsep penelitian.....                                      | 26      |
| 8. Diagram alir penelitian.....                                      | 34      |
| 9. Perombakan struktur lignoselulosa .....                           | 35      |
| 10. Kadar Glukosa.....   | 36      |
| 11. Kadar etanol distilasi.....                                      | 37      |
| 12. Kadar etanol adsorpsi zeolite .....                              | 38      |
| 13. Perbedaan kadar akhir uji dengan alat alkoholmeter dan GC .....  | 39      |
| 14. Volume etanol setelah proses distilasi .....                     | 40      |
| 15. Volume etanol setelah proses adsorpsi oleh zeolit.....           | 41      |
| 16. Perbandingan volume pada saat distilasi dan adsorpsi zeolit..... | 42      |
| 17. Jumlah volume yang berkurang pada saat proses adsorpsi zeolit .. | 42      |
| 18. Hasil akhir pertumbuhan <i>Saccaromyces cereviciae</i> .....     | 45      |

## DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran   | Halaman |
|--|---------|
| 1. Pengenceran dengan menggunakan NaOH 10% .....         | 57      |
| 2. Sertifikat enzim selulosa komersil .....              | 58      |
| 3. Kadar glukosa .....                                   | 59      |
| 4. Kadar etanol distilasi.....                           | 61      |
| 5. Kadar etanol setelah proses adsorpsi zeolit.....      | 64      |
| 6. Kadar Etanol Akhir dengan uji Gas Chromatograph ..... | 66      |
| 7. Dokumentasi penelitian.....                           | 68      |

