

**SKRIPSI**

**PRODUKSI BIOETANOL DENGAN FILTRAT KULIT NANAS (*Ananas comosus* (L.) Merr) MENGGUNAKAN TEKNIK IMOBILISASI BERULANG SEL *Saccharomyces cerevisiae***

Disusun oleh:  
**Garvin Chandra**  
NPM : 130801419



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
FAKULTAS TEKNOBIOLOGI,  
PROGRAM STUDI BIOLOGI  
YOGYAKARTA  
2017**

**PRODUKSI BIOETANOL DENGAN FILTRAT KULIT NANAS (*Ananas comosus* (L.) Merr) MENGGUNAKAN TEKNIK IMOBILISASI BERULANG SEL *Saccharomyces cerevisiae***

**SKRIPSI**

**Diajukan kepada Program Studi Biologi  
Fakultas Teknobiologi, Universitas Atma Jaya Yogyakarta  
guna memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh  
derajat sarjana S-1**

Disusun oleh:  
**Garvin Chandra**  
NPM : 130801419



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
FAKULTAS TEKNOBIOLOGI,  
PROGRAM STUDI BIOLOGI  
YOGYAKARTA  
2017**

## PENGESAHAN

Mengesahkan Skripsi dengan Judul

**PRODUKSI BIOETANOL DENGAN FILTRAT KULIT NANAS (*Ananas comosus* (L.) Merr) MENGGUNAKAN TEKNIK IMOBILISASI BERULANG SEL *Saccharomyces cerevisiae***

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

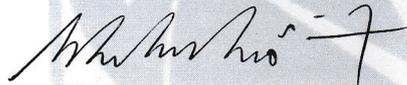
**Garvin Chandra**  
**NPM: 130801419**

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji  
Pada hari Rabu, tanggal 16 Agustus 2017  
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

### SUSUNAN TIM PENGUJI

Pembimbing Utama,

Anggota Tim Penguji,



(Drs. B. Boy Rahardjo Sidharta, M.Sc.)

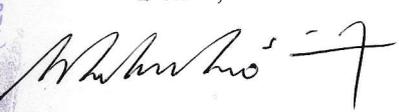
(Dr. E. Mursyanti, M.Si.)

Dosen Pembimbing Pendamping,



(Drs. F. Sinung Pranata, M. P.)

Yogyakarta, 31 Agustus 2017

**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**  
**FAKULTAS TEKNOBIOLOGI**  
Dekan,  
  
Drs. B. Boy Rahardjo Sidharta, M.Sc

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Terima Kasih Sang Buddha, yang selalu menuntun dan membimbing dalam segala  
jalan yang saya lalui



*“Berilah seseorang ikan, maka Anda memberinya makan  
untuk satu hari; ajarilah orang itu memancing maka Anda  
akan memberinya makan seumur hidup” -Lao Tze*

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Garvin Chandra

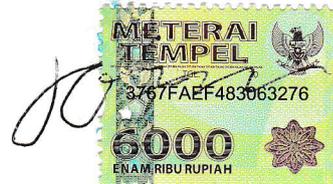
NPM : 130801419

Judul Skripsi : **PRODUKSI BIOETANOL DENGAN FILTRAT KULIT  
NANAS (*Ananas comosus* (L.) Merr) MENGGUNAKAN  
TEKNIK IMOBILISASI BERULANG SEL *Saccharomyces  
cerevisiae***

Menyatakan bahwa Skripsi dengan judul tersebut di atas benar-benar asli hasil karya saya sendiri dan disusun berdasarkan norma akademik. Apabila ternyata di kemudian hari terbukti sebagai plagiarisme, saya bersedia menerima sanksi akademik yang berlaku berupa pencabutan predikat kelulusan dan gelar kesarjanaan saya.

Yogyakarta, 31 Agustus 2017

yang menyatakan,



Garvin Chandra

(NPM : 130801419)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Mahaesa karena berkat kasih dan anugerahNya penulis dapat menyelesaikan naskah skripsi yang berjudul “Produksi Bioetanol Dengan Filtrat Kulit Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr) Menggunakan Teknik Imobilisasi Berulang Sel *Saccharomyces cerevisiae*”. Skripsi ini dibuat sebagai syarat untuk menyelesaikan program studi S-1 bagi seluruh mahasiswa Fakultas Teknobiologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Selama penelitian banyak ilmu dan keterampilan yang penulis peroleh. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Drs. B. Boy Rahardjo Sidharta, M. Sc. selaku dosen pembimbing utama yang telah membimbing sejak awal hingga selesainya penyusunan naskah skripsi ini.
2. Drs. F. Sinung Pranata, M.Si selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan banyak saran, bimbingan, dan semangat dari bimbingan selama penelitian hingga penyusunan naskah skripsi ini.
3. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan doa dan dukungan kepada penulis.
4. Seluruh Staf dan Dosen di Fakultas Teknobiologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah membantu selama ini
5. Teman-teman Koloni 2013 yang selalu mendukung dan memberi semangat selama penelitian

6. Grace, Devina, Cindy, Vina, Rozy, Ryan, Debi, Ari, Ganang, Dwiky, Via, Martha, Yospy, Neil, Foni dan semua teman yang telah mendukung dan membantu selama penyusunan naskah skripsi ini.
7. Trio cici “Ci el, Ci liem, Ci grace” yang menyediakan waktu, usaha, dan tenaga dalam membantu penulis dalam pembuatan naskah
8. Lysander, Vania, Markus, Martin, dan Aan yang selalu membantu dan menemani dalam melaksanakan penelitian ini.
9. Teman-teman Unit Z yang selalu menghibur dan memberi semangat saat penulis merasa lelah dan jenuh.
10. Bu Wati, Mas Wisnu, dan Mas Anto yang selalu membantu, membimbing, dan memberi masukan selama penelitian ini.
11. Ko evans, Ce aini, jeco dan teman-teman KAMADHIS yang selalu menghibur dan memberi semangat saat penulis merasa lelah dan jenuh.
12. Teman-teman FTB 2013 yang selalu mendukung dan memberi semangat selama penelitian

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan naskah ini masih terdapat beberapa kekurangan dan perlu adanya perbaikan. Oleh karena itu, penulis menerima segala kritik dan saran yang membangun supaya dapat menjadi bahan introspeksi bagi penulis. Akhirnya, penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembacanya.

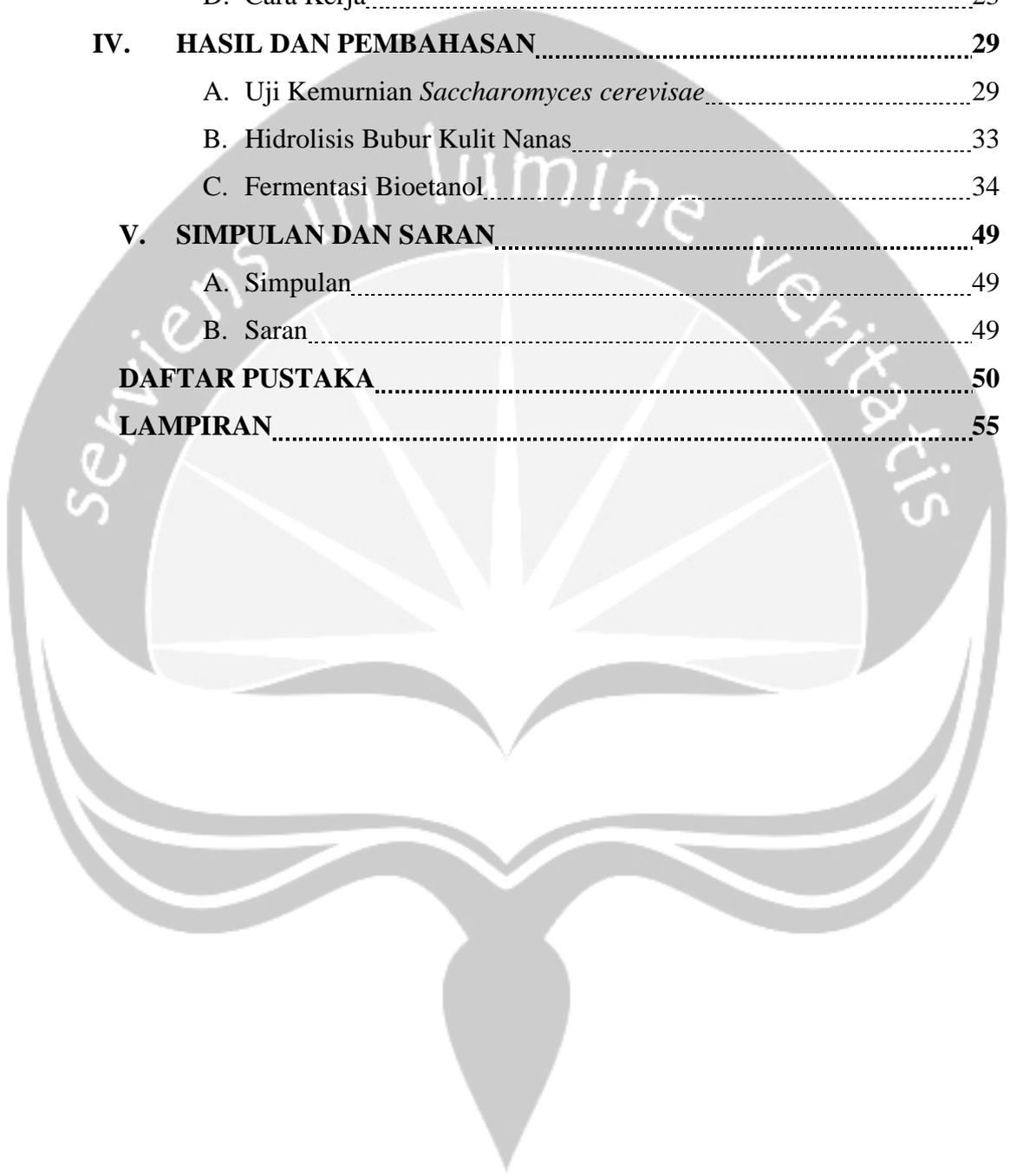
Yogyakarta, 10 Juli 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME</b> .....	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>x</b>
<b>INTISARI</b> .....	<b>xii</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar Belakang.....	1
B. Keaslian Penelitian.....	3
C. Rumusan Masalah.....	6
D. Tujuan.....	6
E. Manfaat Penelitian.....	7
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>8</b>
A. Definisi dan Manfaat Bioetanol.....	8
B. Definisi, Bahan Baku, dan Proses Fermentasi.....	8
C. Deskripsi, Morfologi, dan Kandungan Nanas.....	10
D. Hidrolisis Lignoselulosa.....	12
E. Fermentasi Produk oleh <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	14
F. Deskripsi dan Jenis Metode Imobilisasi sel.....	16
G. Analisis Kadar Gula Reduksi.....	19
H. Hipotesis.....	21
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>22</b>
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	22
B. Alat dan Bahan.....	22

	<b>Halaman</b>
C. Rancangan Percobaan.....	23
D. Cara Kerja.....	23
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>29</b>
A. Uji Kemurnian <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	29
B. Hidrolisis Bubur Kulit Nanas.....	33
C. Fermentasi Bioetanol.....	34
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>49</b>
A. Simpulan.....	49
B. Saran.....	49
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>50</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>55</b>



## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 1. Karakteristik Limbah Kulit Nanas.....	12
Tabel 2. Metode Hidrolisis untuk Bahan Lignoselulosa.....	13
Tabel 3. Perlakuan Variasi Konsentrasi Ca-alginat Terhadap Kadar Etanol.....	23
Tabel 4. Hasil Uji Kemurnian <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	29
Tabel 5. Uji Kadar Etanol.....	39
Tabel 6. Produktivitas Etanol Sel Imobil <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	47
Tabel 7. Uji Gula Reduksi.....	55
Tabel 8. Gula Reduksi Standar.....	55
Tabel 9. Uji Etanol dan Produktivitas Etanol.....	64
Tabel 10. Rendemen Kadar Etanol.....	66

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 1. Efek dari Hidrolisis Lignoselulosa untuk melepas komponen selulosa dan hemiselulosa .....	13
Gambar 2. Metode Imobilisasi Sel dengan Ca-alginat .....	19
Gambar 3. Konsentrasi Gula Reduksi dan Etanol .....	20
Gambar 4. Kurva Pertumbuhan <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	20
Gambar 5. <i>Saccharomyces cerevisiae</i> pada Medium PDA secara <i>Streak Plate</i> dan Umur 48 jam .....	30
Gambar 6 Hasil uji Fermentasi Karbohidrat oleh <i>Saccharomyces cerevisiae</i> pada Glukosa, Sukrosa, dan Laktosa selama 48 jam .....	31
Gambar 7. Hasil Pengecatan <i>Methylen Blue</i> sel <i>Saccharomyces cerevisiae</i> dengan perbesaran 45x10 .....	31
Gambar 8. Hasil Pengecatan <i>Ziehl Neelsen</i> sel <i>Saccharomyces cerevisiae</i> dengan perbesaran 45x10 .....	33
Gambar 9. Kadar Gula Reduksi selama 72 jam Fermentasi pada pemakaian sel imobil <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ke-1 .....	35
Gambar 10. Kadar Gula Reduksi selama 72 jam Fermentasi pada pemakaian sel imobil <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ke-2 .....	36
Gambar 11. Kadar Gula Reduksi selama 72 jam Fermentasi pada pemakaian sel imobil <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ke-3 .....	36
Gambar 12. Kadar Etanol pada Pemakaian Sel Imobil <i>Saccharomyces cerevisiae</i> sebanyak 4 kali pengulangan dengan waktu fermentasi masing-masing pengulangan selama 72 jam .....	41
Gambar 13. Sel <i>Saccharomyces cerevisiae</i> imobil .....	46
Gambar 14. <i>Hand Refractometer</i> Atago PAL-34S Pengukur Etanol .....	68
Gambar 15. Pemotongan Kulit Nanas .....	68
Gambar 16. Kadar Etanol Ca-alginat Konsentrasi 2 % .....	69
Gambar 17. Kadar Etanol Ca-alginat Konsentrasi 4 % .....	69
Gambar 18. Kadar Etanol Ca-alginat Konsentrasi 6 % .....	70
Gambar 19. Bubur Kulit Nanas .....	71

	<b>Halaman</b>
Gambar 20. Alat Fermentasi.....	71
Gambar 21. Botol Kaca Penyimpan Etanol.....	72
Gambar 22. Sertifikat Mikroba <i>Saccharomyces cerevisiae</i> FNCC 3012.....	73



## INTISARI

Produksi bioetanol secara konvensional (*free cell*) umumnya hanya dapat dilakukan sebanyak satu kali. Produksi bioetanol oleh *Saccharomyces cerevisiae* mengalami kendala karena etanol yang dihasilkan dapat meracuni mikrobia pada proses fermentasi sehingga dapat menghentikan pertumbuhan mikrobia. Meski demikian, ada beberapa teknik imobilisasi sel menunjukkan fermentasi etanol lebih dari satu kali. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui produksi bioetanol kulit nanas dengan teknik imobilisasi sel *Saccharomyces cerevisiae* secara berulang. Teknik imobilisasi dilakukan menggunakan Ca-alginat. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 4 variasi konsentrasi Ca-alginat yaitu 2, 4, 6, dan 8 %. Tahapan penelitian yang dilakukan adalah sterilisasi ruang kerja, alat, dan bahan kemudian persiapan bahan baku bubur kulit nanas lalu hidrolisis bubur kulit nanas kemudian diambil filtrat bubur kulit nanas. *Saccharomyces cerevisiae* dilakukan uji kemurnian kemudian *Saccharomyces cerevisiae* diimobilisasi lalu sel *Saccharomyces cerevisiae* imobil digunakan untuk fermentasi filtrat kulit nanas dan diuji aktivitas sel imobil dengan parameter kadar gula reduksi dan kadar etanol. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa fermentasi dapat dilakukan sebanyak tiga kali yang secara langsung dilihat dari penurunan kadar etanol yang dihasilkan dan metabolisme sel yang melambat. Variasi konsentrasi Ca-alginat berpengaruh nyata ( $\alpha = 0,05$ ) terhadap produksi bioetanol pada parameter kadar etanol. Konsentrasi Ca-alginat yang menghasilkan kadar etanol tertinggi adalah 4 %, sebesar 18,2 % (w/v). Produktivitas etanol tertinggi adalah 2,5 (g/Ljam).