

SKRIPSI

PRODUKSI ETANOL DENGAN VARIASI INOKULUM DAN KADAR PATI JAGUNG PADA KULTUR SEKALI UNDUH

Disusun Oleh :

Ramses Parlindungan Purba

NPM : 050800991



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNOBIOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI
YOGYAKARTA
2009**

**PRODUKSI ETANOL DENGAN VARIASI INOKULUM DAN
KADAR PATI JAGUNG PADA KULTUR SEKALI UNDUH**

SKRIPSI

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

Disusun Oleh :

**Nama : Ramses Parlindungan Purba
NPM : 05 08 00991**



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNOBIOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI
YOGYAKARTA
2009**

PENGESAHAN

Mengesahkan Skripsi dengan Judul

PRODUKSI ETANOL DENGAN VARIASI INOKULUM DAN KADAR PATI JAGUNG PADA KULTUR SEKALI UNDUH

Yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Ramses Parlindungan Purba

NPM: 05 08 00991

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada hari Senin, tanggal 14 Desember 2009
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

SUSUNAN TIM PENGUJI

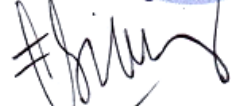
Pembimbing Utama,


(Dra. E. Mursyanti, M. Si)

Anggota Tim Penguji,


(Drs. P. Kianto Atmodjo, M. Si)

Pembimbing Kedua,


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

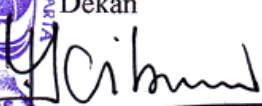
Yogyakarta, 29 Januari 2009

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

FAKULTAS TEKNOBIOLOGI

Dekan



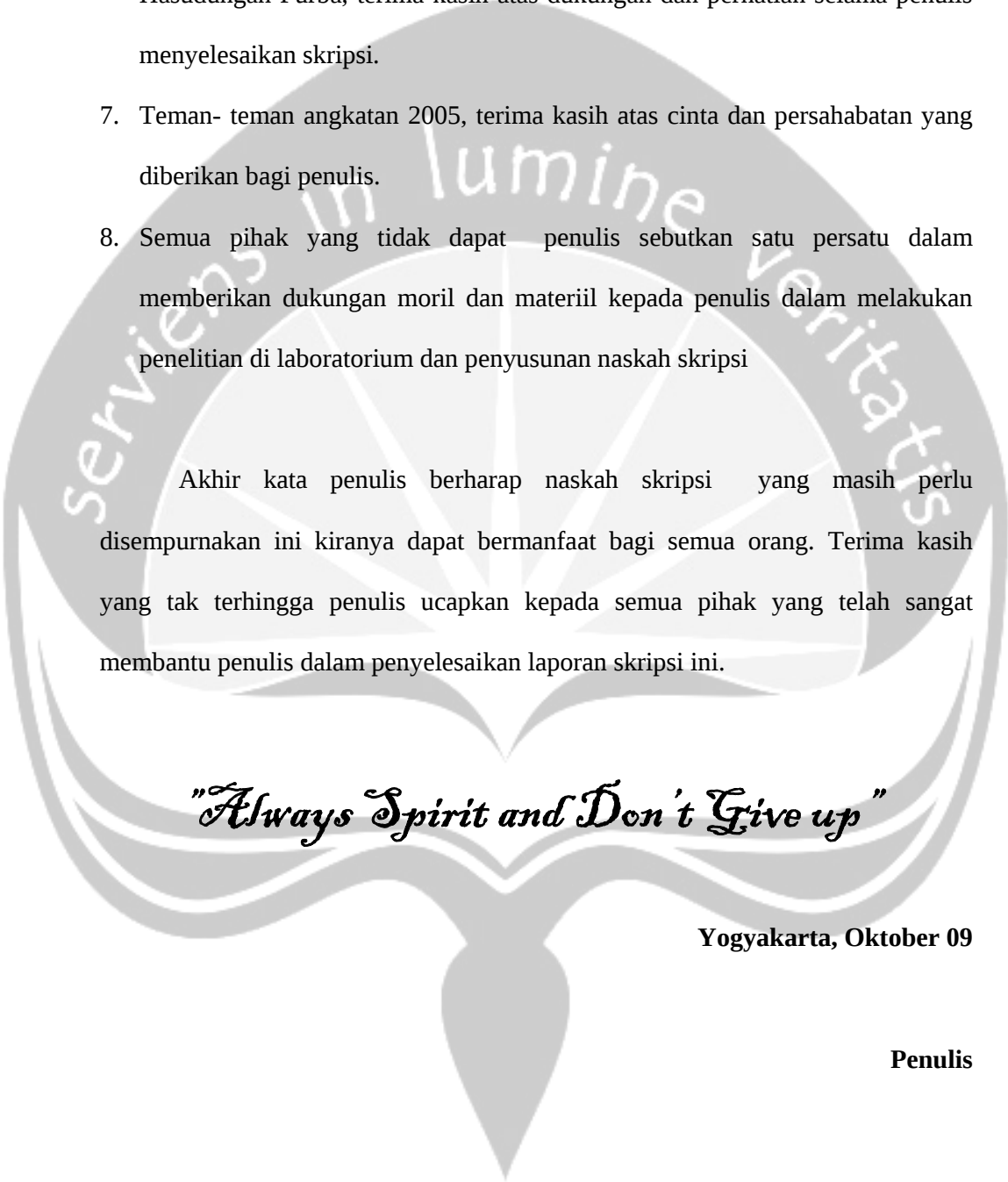

Desno Wicaksono Nugroho Jati, MS.

Kata Pengantar

Segala puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan segala berkat dan rahmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian serta menyusun laporan skripsi. Laporan skripsi ini disusun syarat kelulusan tingkat sarjana pada fakultas Teknobiologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta dengan judul **Produksi Etanol Dengan Variasi Inokulum dan Kadar Pati Jagung Pada Kultur Sekali Unduh.**

Penyelesaian naskah skripsi ini tidak dapat berjalan dengan lancar tanpa bantuan dan dukungan banyak pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Dra. E, Mursyanti, M. Si. selaku dosen pembimbing utama, terima kasih atas waktu, bimbingan dan saran terhadap naskah skripsi ini.
2. Bapak Drs. F. Sinung P, M. P. selaku dosen pembimbing pendamping, terima kasih telah membimbing penulis dalam menyusun skripsi ini.
3. Bapak Drs. P. Kianto Atmodjo, M. Si. selaku dosen penguji yang telah memberikan banyak kritik dan saran kepada penulis untuk menyempurnakan skripsi ini.
4. Ibu Dra. Indah, M Si, dan para laboran (Mas antok, Mas Wisnu dan Mas Widyo) yang telah banyak memberikan bantuan dalam proses penelitian, penggunaan fasilitas laboratorium hingga terslesainya skripsi ini.
5. Bapak dan Mamaku tercinta, terima kasih doa, bimbingan, perhatian dan dukungan yang diberikan.

- 
6. Saudaraku tercinta Bernat Martua Ampen Purba, dan Antonius Hasiholan Hasudungan Purba, terima kasih atas dukungan dan perhatian selama penulis menyelesaikan skripsi.
 7. Teman- teman angkatan 2005, terima kasih atas cinta dan persahabatan yang diberikan bagi penulis.
 8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu dalam memberikan dukungan moril dan materiil kepada penulis dalam melakukan penelitian di laboratorium dan penyusunan naskah skripsi

Akhir kata penulis berharap naskah skripsi yang masih perlu disempurnakan ini kiranya dapat bermanfaat bagi semua orang. Terima kasih yang tak terhingga penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah sangat membantu penulis dalam menyelesaikan laporan skripsi ini.

"Always Spirit and Don't Give up"

Yogyakarta, Oktober 09

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
INTISARI	xiv
I. PENDAHULUAN	
A. Latar belakang	1
B. Perumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian	5
D. Manfaat Penelitian	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Sifat Fisik dan Kimia Etanol	7
B. Morfologi dan Kedudukan Taksonomi Tanaman Jagung	8
C. Karakteristik Pati Jagung	10
D. Produksi Bioetanol dengan Substrat Pati	12
E. Ciri-ciri <i>Rhizopus oryzae</i> dan Aktifitasnya Dalam Produksi Etanol	15
F. Ciri-ciri <i>Saccharomyces cerevisiae</i> dan Aktifitasnya Dalam Produksi Etanol	19
G. Ciri-ciri <i>Zymomonas mobilis</i> dan Aktifitasnya Dalam Produksi Etanol	22
H. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Fermentasi Etanol	24
I. Pengukuran Kadar Etanol Dengan Alat Kromatografi Gas	27
J. Hipotesis	30
III. METODE PENELITIAN	
A. Waktu dan Lokasi Penelitian	31
B. Bahan dan Alat	31
C. Rancangan Percobaan	31
D. Tahapan Penelitian dan Cara Kerja	33

1. Pembuatan Pati Jagung	33
2. Uji Kemurnian <i>Zymomonas mobilis</i>	34
a. Pengecatan gram	34
b. Uji Katalase	35
c. Uji Motilitas	35
d. Uji Morfologi Koloni	35
3. Uji Kemurnian <i>Rhizopus oryzae</i>	36
a. Uji Morfologi Koloni	36
b. Uji Kemurnian <i>Rhizopus oryzae</i> dengan Lactofenol	36
4. Uji Kemurnian <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	37
a. Pengecatan Sel <i>S. cerevisiae</i> dengan <i>Methylen Blue</i>	37
b. Pengecatan Sel <i>S. cerevisiae</i> dengan <i>Ziehl Neelsen</i>	37
c. Uji Morfologi Koloni	37
5. Perbanyak Inokulum	37
6. Pembuatan Bubur Pati Jagung	38
7. Pembuatan Starter dan Perbanyak Inokulum Untuk Sakarifikasi	39
8. Sakarifikasi	39
9. Fermentasi Etanol	40
a. Pembuatan Starter	40
b. Produksi Etanol	40
c. Perhitungan Jumlah Biomassa Sel <i>Rhizopus oryzae</i> , <i>Zymomonas mobilis</i> dan <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	41
d. Pengukuran Gula Reduksi Sampel	41
1. Penyiapan Kurva Standar	41
2. Pengukuran Gula Reduksi Sampel	42
e. Pengukuran pH	42
f. Destilasi dengan <i>Rotary Evaporator</i>	43
g. Pengukuran Kadar Etanol	43
10. Analisis Data	43

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perlakuan Terhadap Pati jagung	44
B. Uji Kemurnian <i>Rhizopus oryzae</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> dan <i>Zymomonas mobilis</i>	45
B.1 Uji Kemurnian <i>Rhizopus oryzae</i>	45
1. Morfologi Jamur Benang <i>R. oryzae</i>	46
2. Morfologi Koloni Jamur Benang <i>R. oryzae</i>	47
B.2 Uji Kemurnian <i>Zymomonas mobilis</i>	48
B.3 Uji Kemurnian <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	50
C. Sakarifikasi Pati Jagung oleh <i>R. oryzae</i>	54
D. Hasil Sakarifikasi sebagai Medium Fermentasi Etanol	60
E. Fermentasi Etanol Pada Medium Hasil Sakarifikasi Pati Jagung	62
F. Pertumbuhan <i>Z. Mobilis</i> , <i>S. cerevisiae</i> , dan <i>R. oryzae</i> Pada	

Medium Pati Jagung	64
G. Kadar Etanol Pada Proses Fermentasi	67

V. SIMPULAN DAN SARAN

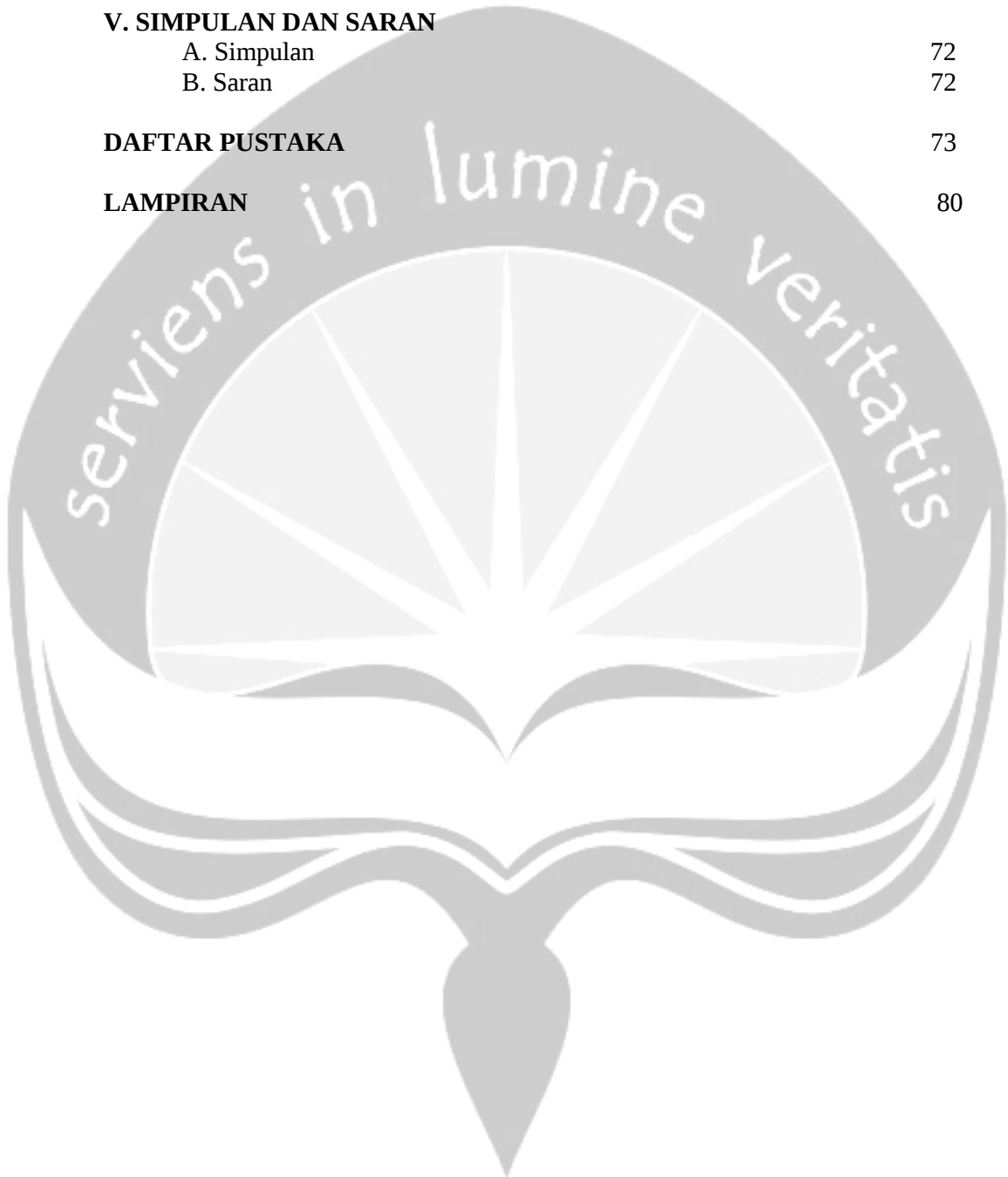
A. Simpulan	72
B. Saran	72

DAFTAR PUSTAKA

73

LAMPIRAN

80



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Komposisi Kimia Setiap 100 gram Biji Jagung	10
Tabel 2. Konversi Biomassa Menjadi Bioetanol	12
Tabel 3. Perlakuan Variasi Kadar Pati Jagung	32
Tabel 4. Perlakuan Variasi Inokulum Dengan waktu Inkubasi Hari ke-0 dan Kari ke-4	33
Tabel 5. Hasil Pengamatan morfologi <i>Rhizopus oryzae</i> secara mikroskopis	46
Tabel 6. Morfologi koloni sel <i>Zymomonas mobilis</i> pada medium Nutrien agar maupun Medium Cair	48
Tabel 7. Gula Reduksi (%) pada Kultur Sekali Unduh <i>Rhizopus Oryzae</i> dengan Berbagai Variasi Kadar Pati Jagung dan Waktu Inkubasi Selama 96 Jam	57
Tabel 8. pH Medium pada kultur sekali unduh <i>Rhizopus oryzae</i> pada tahap sakarifikasi dengan berbagai variasi kadar pati jagung dan waktu inkubasi selama 96 jam	59
Tabel 9. Kadar Gula Reduksi (%) pada Fermentasi Etanol Dari Kultur Sekali Unduh dengan Variasi Inokulum dan Waktu Inkubasi Selama 72 jam Inkubasi	63
Tabel 10. Biomassa sel <i>R. oryzae</i> , <i>S. cerevisiae</i> dan <i>Z. Mobilis</i> (mg/10ml) pada Proses Fermentasi Etanol Dalam Medium Pati Jagung Dengan Variasi Waktu Inkubasi selama 72 jam	66
Tabel 11. Kadar Etanol (%) yang Dihasilkan Oleh <i>Z. Mobilis</i> , <i>S. cerevisiae</i> dan <i>R. oryzae</i> pada jam ke-0 dan jam ke-72	69

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur Utama Biji Jagung	9
Gambar 2. Jalur Heksosa Monofosfat	18
Gambar 3. Jalur Embden-Meyerhof	21
Gambar 4. Skema Jalur 2keto-3deosiglukonat 6-fosfat pada fermentasi etanol oleh bakteri	24
Gambar 5. Pati jagung	44
Gambar 6. <i>Rhizopus oryzae</i> berumur 48 jam yang ditumbuhkan pada medium ekstrak touge	47
Gambar 7. Koloni <i>Rhizopus oryzae</i> berumur 48 jam pada medium ekstrak Taoge	47
Gambar 8. Koloni <i>Zymomonas mobilis</i> dengan pengenceran 10^{-3} berumur 48 jam yang ditumbuhkan pada medium <i>Nutrien</i> agar (NA)	49
Gambar 9. Pengecatan gram negatif pada <i>Zymomonas mobilis</i>	50
Gambar10. Koloni <i>Saccharomyces cerevisiae</i> berumur 48 jam yang ditumbuhkan pada medium ekstrak taoge	51
Gambar 11. Sel <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	52
Gambar 12. Spora <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	53
Gambar 13. Kadar gula reduksi sakarifikasi (%) selama 96 jam inkubasi pada variasi kadar pati jagung	58
Gambar 14. Penurunan pH medium selama 96 jam inkubasi dengan variasi kadar pati jagung	60
Gambar 15. Hasil sakarifikasi pati jagung oleh <i>R. oryzae</i> selama 72 jam	61
Gambar 16. Kadar gula reduksi (%) pada fermentasi etanol selama 72 jam inkubasi dengan variasi inokulum dan waktu inkubasi.	64

Gambar17. Biomassa *R. oryzae*, *S. cerevisiae* dan *Z. mobilis* (mg/10ml) selama 72 jam inkubasi 66

Gambar 18. Kadar Etanol (%) Dengan Variasi Inokulum dan Waktu Inkubasi Oleh *R. oryzae*, *S. cerevisiae* dan *Z. Mobilis* 70



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Proses pembuatan pati jagung	80
Lampiran 2. Kadar Gula Reduksi (%) selama 96 jam inkubasi pada berbagai kadar pati jagung dan waktu inkubasi	81
Lampiran 3. Penurunan pH medium selama 96 jam inkubasi pada variasi kadar pati jagung dan waktu inkubasi	82
Lampiran 4. Kadar Gula Reduksi (%) selama 72 jam inkubasi pada berbagai variasi inokulum dan waktu inkubasi	83
Lampiran 5. Biomassa sel <i>R. oryzae</i> , <i>S. cerevisiae</i> dan <i>Z. mobilis</i> selama 72 jam inkubasi pada variasi inokulum dan waktu inkubasi	84
Lampiran 6. Kadar etanol (%) pada waktu inkubasi hari ke-0 dan ke-72 jam inkubasi dengan variasi inokulum	85
Lampiran 7. Hasil Pengukuran glukosa standart	85
Lampiran 8. Hasil Pengukuran etanol standart	86
Lampiran 9. Analisis Ragam Gula Reduksi Pada Variasi Kadar Pati Jagung dan Waktu Inkubasi Pada Tahap Sakarifikasi	87
Lampiran 10. Uji Duncan Terhadap Waktu Inkubasi	87
Lampiran 11. Uji Duncan Terhadap Kadar Pati Jagung	88
Lampiran 12. Uji Duncan Pada Interaksi Pati Jagung dan Waktu Inkubasi	88
Lampiran 13. Analisis pH pada berbagai variasi kadar pati jagung dan Waktu Inkubasi Pada Tahap Sakarifikasi	89
Lampiran 14. Uji Duncan Terhadap Waktu Inkubasi	89
Lampiran 15. Uji Duncan Terhadap Kadar Pati Jagung	90
Lampiran 16. Uji Duncan pada Berbagai Variasi Waktu Inkubasi Dengan Kadar Pati Jagung	90

Lampiran 17. Analisis Ragam Gula Reduksi Pada Variasi inokulum dan Waktu Inkubasi Pada Tahap Fermentasi	91
Lampiran 18. Uji Duncan Terhadap Waktu Inkubasi	91
Lampiran 19. Uji Duncan Terhadap Variasi Inokulum	92
Lampiran 20. Analisis Ragam Biomassa Sel Pada Variasi inokulum dan Waktu Inkubasi Pada Tahap Fermentasi	92
Lampiran 21. Uji Duncan Terhadap Waktu Inkubasi	93
Lampiran 22. Uji Duncan Terhadap Variasi Inokulum	93
Lampiran 23. Analisis Ragam Kadar Etanol Pada Variasi inokulum dan Waktu Inkubasi Pada Tahap Fermentasi	94
Lampiran 24. Uji Duncan Terhadap Variasi Inokulum	94
Lampiran 25. Uji Duncan pada Berbagai Variasi Inokulum Dengan Waktu Inkubasi	95
Lampiran 26. Tabel Analisis Kromatogram hasil fermentasi	95

INTISARI

Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji variasi kadar pati, variasi waktu dan variasi mikrobial dalam memproduksi etanol. Pembuatan etanol menggunakan substrat pati jagung tidak dapat langsung dilakukan oleh *Saccharomyces cerevisiae* dan *Zymomonas mobilis*. Oleh karena itu, digunakan jamur *Rhizopus oryzae* dalam proses sakarifikasi polisakarida menjadi monomer glukosa. Penelitian ini terdiri dari 2 tahapan yaitu tahap sakarifikasi dan tahap fermentasi etanol pada substrat pati jagung hasil sakarifikasi. Pada tahap I menggunakan variasi kadar pati yaitu sebesar 2, 3, dan 4 %. Parameter yang diukur pada tahap sakarifikasi terdiri dari pengukuran gula reduksi dan pH medium. Hasil gula reduksi tertinggi pada tahap pertama dilanjutkan pada tahap fermentasi etanol dengan menggunakan *Rhizopus oryzae*, *Saccharomyces cerevisiae* dan *Zymomonas mobilis*. Parameter yang diukur pada tahap fermentasi etanol terdiri dari pengukuran gula reduksi, pengukuran biomassa sel dan pengukuran kadar etanol. Rancangan percobaan yang digunakan adalah RAL faktorial. Data yang diperoleh dianalisis dengan ANAVA menggunakan SPSS versi 15.0 pada tingkat kepercayaan 95%, sedangkan untuk mengetahui letak beda nyata antar perlakuan digunakan DMRT. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar pati jagung sebesar 4 % (b/v) pada proses sakarifikasi menghasilkan kadar gula reduksi tertinggi yaitu 0,560 % (b/v) pada waktu inkubasi jam ke-72. Kadar etanol maksimal dihasilkan oleh *Saccharomyces cerevisiae* yaitu sebesar 1,7367 % pada waktu inkubasi 72 jam