

SKRIPSI

OPTIMASI PRODUKSI BIOETANOL DARI TEPUNG GARUT (*Maranta arundinacea* Linn.) DENGAN VARIASI pH, KADAR PATI DAN SUMBER KHAMIR KOMERSIAL

Disusun oleh :

Eveline Pausisca Irawan

NPM : 080801046



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNOBIOLOGI,
PROGRAM STUDI BIOLOGI
YOGYAKARTA
2013**

SKRIPSI

OPTIMASI PRODUKSI BIOETANOL DARI TEPUNG GARUT (*Maranta arundinacea* Linn.) DENGAN VARIASI pH, KADAR PATI DAN SUMBER KHAMIR KOMERSIAL

Disusun oleh :

Eveline Pausisca Irawan

NPM : 080801046



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNOBIOLOGI,
PROGRAM STUDI BIOLOGI
YOGYAKARTA
2013**

**OPTIMASI PRODUKSI BIOETANOL DARI TEPUNG GARUT
(*Maranta arundinacea* Linn.) DENGAN VARIASI pH, KADAR PATI
DAN SUMBER KHAMIR KOMERSIAL**

SKRIPSI

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

Disusun oleh :

Eveline Pausisca Irawan

NPM : 080801046



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNOBIOLOGI,
PROGRAM STUDI BIOLOGI
YOGYAKARTA
2013**

PENGESAHAN

Mengesahkan Skripsi dengan Judul

**OPTIMASI PRODUKSI BIOETANOL DARI TEPUNG GARUT
(*Maranta arundinaceae* Linn.) DENGAN VARIASI pH, KADAR PATI
DAN SUMBER KHAMIR KOMERSIAL**

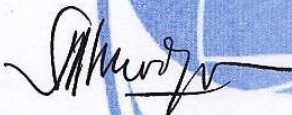
yang dipersiapkan dan disusun oleh :

Eveline Pausisca Irawan
080801046


Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
Pada hari Rabu, tanggal 12 Desember 2012
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

SUSUNAN TIM PENGUJI

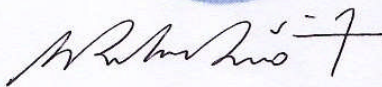
Pembimbing Utama,


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

Anggota Tim Penguji,


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

Pembimbing Kedua,

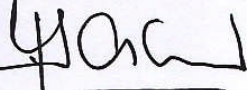

(Drs. B. Boy R Sidharta, M.Sc)

Yogyakarta, 31 Januari 2013

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNOBIOLOGI



Dekan,


(Drs. A. Wibowo Nugroho Jati, MS.)

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Eveline Pausisca Irawan

NPM : 080801046

Judul Skripsi : PRODUKSI BIOETANOL DARI TEPUNG GARUT (*Maranta arundinaceae* Linn.) DENGAN VARIASI pH, KADAR PATI DAN SUMBER KHAMIR KOMERSIAL

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 Januari 2013

Yang menyatakan,



Eveline Pausisca Irawan

080801046

PERSEMBAHANKU

Skripsi ini penulis persembahkan bagi

Tuhan Yesus Kristus

Panglima Besar

dan terimakasih kepada :

*Papa, Mama, Koko, Tik siek, Tik swie
(keluarga besar Je Padma Raharjo)*

Keluarga Teknobiologi 2008

Robby Chandra

God's own cell group

Marshal Hineni cell group

Body Voice Ministry

Elite Soldier Boot Camp crew

dan

Teknobiologi Atma Jaya Yogyakarta



Filipi 8 : 37

“Tetapi dalam semuanya itu kita lebih daripada orang-orang yang menang, oleh DIA yang telah mengasihi kita”

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Allah Bapa di Surga oleh kasih karunia dan penyertaan-Nya yang sempurna sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan laporan skripsi ini dengan sebaik-baiknya. Laporan skripsi ini disusun sebagai syarat kelulusan tingkat sarjana pada Fakultas Teknobiologi, Universitas Atma Jaya Yogyakarta dengan judul “Optimasi Produksi Bioetanol dari Tepung Garut (*Maranta arundinacea* Linn.) dengan Variasi pH, Kadar Pati dan Sumber Khamir Komersial”.

Penelitian dan laporan skripsi ini tidak dapat penulis selesaikan tanpa bantuan dan dukungan dari banyak pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Drs. A. Wibowo Nugroho Jati, M.S. selaku Dekan Fakultas Teknobiologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Drs.P.Kianto Atmodjo, M.Si. selaku dosen pembimbing utama yang telah banyak membantu dan mendukung dalam penelitian hingga penulisan skripsi.
3. Drs. B. Boy R Sidharta, M.Sc. selaku dosen pembimbing kedua yang telah banyak membantu dan mendukung dalam penelitian hingga penulisan skripsi.
4. Drs. F. Sinung Pranata, M.P. selaku dosen penguji yang telah banyak membantu dan memberi saran dalam penulisan skripsi.

5. Papa, Mama, Koko Edo, Robby Chandra serta seluruh keluarga besar saya yang telah banyak mendukung saya dalam menyelesaikan studi saya.
6. Laboran Fakultas Teknobiologi khususnya Mas Antok, Mbak Wati, dan Mas Wisnu yang telah banyak membantu dalam metode pelaksanaan penelitian.
7. FTB angkatan 2008, terimakasih atas dukungan, perhatian dan semangat selama ini.
8. Keluarga Rohani saya (Konsel GOD's own, Marshal Hineni, Body Voice Ministry, Elite Soldier Boot Camp's Crew), atas dukungan, perhatian dan semangat yang telah diberikan kepada saya.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu kelancaran penelitian ini.

Penelitian ini masih jauh dari sempurna dan membutuhkan saran dan kritik. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih sekali lagi kepada semua pihak yang mendukung keberhasilan penelitian ini. Penulis berharap laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua orang.

Yogyakarta, 31 Januari 2013

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
INTISARI.....	xiv
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Keaslian Penelitian	5
C. Rumusan Masalah.....	6
C. Tujuan Penelitian.....	7
D. Manfaat Penelitian.....	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Deskripsi dan Morfologi Tanaman Garut.....	8
B. Sifat dan Karakteristik Bioetanol.....	12
C. Faktor yang Mempengaruhi Produksi Bioetanol.....	13
D. Produksi Bioetanol dari Tepung Garut.....	15
E. Sifat dan Karakteristik Enzim Glukoamilase.....	20
F. Morfologi dan Sifat-Sifat <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	20
G. Merek dan Kandungan Khamir Komersial.....	23
H. Pemurnian Bioetanol dengan Destilasi.....	24
I. Pengukuran Kadar Bioetanol dengan Alkoholmeter.....	25
J. Pengukuran Kadar Bioetanol dengan Kromatografi Gas.....	25
K. Hipotesis	26
III. METODE PENELITIAN	
A. Tempat dan Waktu Penelitian	27
B. Alat dan Bahan	27
C. Rancangan Percobaan.....	28
D. Tahapan Penelitian dan Cara Kerja.....	30
1. Uji kemurniaan <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	30
a. Pembuatan inokulum <i>S. cerevisiae</i>	30
b. Pengecatan sel <i>S.cerevisiae</i> dengan <i>methylene blue</i>	30
c. Pengecatan spora <i>S.cerevisiae</i> dengan <i>Ziehl Neelsen</i>	30
d. Uji morfologi koloni <i>S.cerevisiae</i>	31
e. Uji biokimia.....	31
2. Optimasi Hidrolisis Pati Garut.....	32
3. Pengukuran Glukosa Standar Metode <i>Nelson Somogy</i>	32
4. Pembuatan Starter <i>S.cerevisiae</i>	34

Halaman

5. Perhitungan Jumlah Sel <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	35
6. Fermentasi Bioetanol.....	35
7. Pengukuran Kadar Bioetanol dengan Alkoholmeter.....	35
8. Pengukuran Kadar Bioetanol dengan Kromatografi Gas.....	36
9. Perhitungan Efisiensi Fermentasi dan Pemanfaatan Substrat	36
9. Analisis Data	37
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Sakarifikasi Pati Garut dengan Enzim Glukoamilase.....	38
B. Uji Kemurnian <i>Saccharomyces cerevisiae</i> dan <i>S. cerevisiae</i> dalam Khamir Komersial Fermipan, Mauripan, dan Saft-Instant.....	45
1. Morfologi koloni <i>S.cerevisiae</i>	45
2. Pengecatan sel <i>S.cerevisiae</i> dengan <i>methylene blue</i>	47
3. Pengecatan spora <i>S.cerevisiae</i> dengan <i>Ziehl Neelsen</i>	48
4. Uji biokimia.....	49
C. Fermentasi Bioetanol oleh <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	51
1. Hubungan kadar gula reduksi dan waktu inkubasi.....	52
2. Hubungan nilai pH medium dan waktu inkubasi.....	56
3. Hubungan jumlah sel <i>S.cerevisiae</i> dan waktu inkubasi.....	59
D. Perbandingan Kadar Bioetanol menggunakan Alkoholmeter dan Kromatografi Gas.....	63
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	70
A. Simpulan.....	70
B. Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN.....	78

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Perbandingan Penelitian yang Serupa.....	6
Tabel 2. Komposisi Zat Kimia Tepung Garut dan Tepung Terigu per 100 gram bahan	11
Tabel 3. Rancangan Percobaan untuk Kadar Gula Reduksi pada Tahap Sakarifikasi variasi pH dan Kadar Pati Garut	29
Tabel 4. Rancangan Percobaan untuk Kadar Bioetanol pada Tahap Fermentasi dengan Variasi Jenis Khamir dan Waktu Fermentasi	29
Tabel 5. Kadar Gula Reduksi (mg/ml) pada Tahap Sakarifikasi dengan Interaksi Kadar Pati dan pH.....	40
Tabel 6. Kadar Gula Reduksi (mg/ml) pada Tahap Sakarifikasi dengan Variasi Kadar Pati dan pH selama 12 Jam Inkubasi.	41
Tabel 7. Hasil Uji Biokimia pada Biakan Murni <i>S. cerevisiae</i> , Sumber Khamir Komersial Fermipan, Mauripan, dan Saft-instant.....	50
Tabel 8. Kadar Gula Reduksi pada Fermentasi Bioetanol oleh <i>Saccharomyces cerevisiae</i> dan Khamir Komersial Fermipan, Mauripan, dan Saft-Instant selama 96 Jam Inkubasi.....	53
Tabel 9. Derajat Keasaman pada Fermentasi Bioetanol oleh <i>Saccharomyces cerevisiae</i> dan Khamir Komersial Fermipan, Mauripan, dan Saft-Instant selama 96 Jam Inkubasi.....	57
Tabel 10. Jumlah Sel pada Fermentasi Bioetanol oleh <i>Saccharomyces cerevisiae</i> dan Khamir Komersial Fermipan, Mauripan, dan Saft-Instant selama 96 Jam Inkubasi.....	60
Tabel 11. Hasil Pengukuran Kadar Bioetanol, Larutan Hasil Fermentasi menggunakan Alkoholmeter dan Kromatografi Gas	64
Tabel 12. Larutan Glukosa Monohidrat Standar	78
Tabel 13. Kadar Gula Reduksi (mg/ml) pada Tahap Sakarifikasi dengan Variasi Kadar Pati dan pH selama 6 jam inkubasi	79

	Halaman
Tabel 14. Kadar Gula Reduksi (mg/ml) pada Tahap Fermentasi dengan Variasi Sumber Khamir Selama 96 Jam Inkubasi.....	80
Tabel 15. Derajat Keasaman (pH) pada Tahap Fermentasi dengan Variasi Sumber Khamir Selama 96 Jam Inkubasi.....	81
Tabel 16. Jumlah Sel pada Tahap Fermentasi dengan Variasi Sumber Khamir Selama 96 Jam Inkubasi.....	82
Tabel 17. Hasil ANAVA Kadar Gula Reduksi (mg/ml) untuk Kadar Pati, pH, dan Waktu Inkubasi pada Tahap Sakarifikasi	89
Tabel 18. Hasil Uji Duncan Kadar Gula Reduksi (mg/ml) pada Tahap Sakarifikasi terhadap Variasi Kadar Pati	89
Tabel 19. Hasil Uji Duncan Kadar Gula Reduksi (mg/ml) pada Tahap Sakarifikasi terhadap Variasi pH (Derajat Keasaman)	90
Tabel 20. Hasil Uji Duncan Kadar Gula Reduksi pada Tahap Sakarifikasi Terhadap Variasi Waktu Inkubasi.....	90
Tabel 21. Hasil Uji Duncan terhadap Interaksi Kadar Pati dan pH pada Tahap Sakarifikasi.....	91
Tabel 22. Hasil Uji Duncan terhadap Interaksi Kadar Pati dan Waktu Inkubasi pada tahap sakarifikasi	92
Tabel 23. Hasil Uji Duncan terhadap Interaksi pH dan Waktu Inkubasi pada Tahap Sakarifikasi	93
Tabel 24. Hasil ANAVA Kadar Gula Reduksi (mg/ml) untuk Variasi Sumber Khamir dan Waktu Inkubasi pada Tahap Fermentasi.....	94
Tabel 25. Hasil Uji Duncan Kadar Gula Reduksi (mg/ml) pada Tahap Fermentasi Terhadap Variasi Sumber Khamir.....	94
Tabel 26. Hasil Uji Duncan Kadar Gula Reduksi (mg/ml) pada Tahap Fermentasi terhadap Variasi Waktu Inkubasi	95
Tabel 27. Hasil Uji Duncan Kadar Gula Reduksi (mg/ml) Interaksi pada Variasi Waktu Inkubasi pada Tahap Fermentasi	96
Tabel 28. Hasil ANAVA pH untuk Variasi Jenis Khamir dan Waktu Inkubasi pada Tahap Fermentasi.....	97

	Halaman
Tabel 29. Hasil Uji Duncan pH terhadap Variasi Sumber Khamir pada Tahap Fermentasi	97
Tabel 30. Hasil Uji Duncan pH terhadap Variasi Waktu Inkubasi pada Tahap Fermentasi	98
Tabel 31. Hasil Uji Duncan pH Interaksi Sumber Khamir dan Waktu Inkubasi pada Tahap Fermentasi.....	99
Tabel 32. Hasil ANAVA Jumlah Sel untuk Variasi Sumber Khamir dan Waktu Inkubasi pada Tahap Fermentasi	100
Tabel 33. Hasil Uji Duncan Jumlah Sel pada terhadap Variasi Sumber Khamir pada Tahap Fermentasi	100
Tabel 34. Hasil Uji Duncan Jumlah Sel pada terhadap Variasi Waktu Inkubasi pada Tahap Fermentasi.....	101
Tabel 35. Hasil Uji ANAVA Kadar Bioetanol dengan Variasi Sumber Khamir	102
Tabel 36. Hasil Uji Duncan Kadar Biotanol dengan Variasi Sumber Khamir	102

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 a. Morfologi tanaman garut.....	8
Gambar 1 b. Morfologi tanaman garut.....	9
Gambar 2. Morfologi umbi garut berumur 10 bulan setelah tanam.....	10
Gambar 3. Tepung garut	11
Gambar 4. Jalur <i>Emden-Meyerhof-Parnas</i>	19
Gambar 5. Morfologi sel <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	22
Gambar 6. Medium sakarifikasi kadar pati garut 1, 2, dan 3 %.....	38
Gambar 7. Kadar gula reduksi dengan variasi kadar pati 1, 2, dan 3 % pada tahap sakarifikasi.....	40
Gambar 8. Kadar gula reduksi dengan variasi pH pada tahap sakarifikasi.....	43
Gambar 9. Kadar gula reduksi dengan variasi waktu inkubasi pada tahap sakarifikasi	44
Gambar 10. Koloni <i>S. cerevisiae</i> umur 2 hari biakan murni <i>S. cerevisiae</i> , khamir komersial Fermipan, Mauripan, Saft-instant	46
Gambar 11. Sel <i>Saccharomyces cerevisiae</i> dengan pengecatan <i>Methylene blue</i> (perbesaran 10x45).....	48
Gambar 12. Spora <i>Saccharomyces cerevisiae</i> dengan pengecatan <i>Ziehl Neelsen</i> (perbesaran 10x45).....	49
Gambar 13. Kadar gula reduksi pada tahap fermentasi dengan variasi sumber khamir komersial Fermipan, Mauripan, Saft-instant, dan biakan murni <i>S. cerevisiae</i> selama 96 jam.....	54
Gambar 14. Derajat keasaman (pH) pada tahap fermentasi dengan variasi sumber khamir komersial Fermipan, Mauripan, Saft-instant, dan biakan murni <i>S. cerevisiae</i> selama 96 jam.....	57
Gambar 15. Jumlah sel pada tahap fermentasi dengan sumber khamir komersial Fermipan, Mauripan, Saft-instant, dan biakan murni <i>S. cerevisiae</i> selama 96 jam	61

	Halaman
Gambar 16. Larutan hasil destilasi Fermipan, Mauripan, dan Saft-instant.....	64
Gambar 17. Larutan hasil destilasi biakan murni <i>S.cerevisiae</i>	64
Gambar 18. Kadar Bioetanol Fermipan, Mauripan, Saft-Instant, <i>S. cerevisiae</i> menggunakan alkoholmeter dan kromatografi gas.....	65
Gambar 19. Larutan glukosa monohidrat standar.....	83
Gambar 20. Uji asimilasi nitrat dengan variasi sumber khamir Fermipan, Mauripan, Saft-instant , dan biakan murni <i>S.cerevisiae</i>	84
Gambar 21. Uji fermentasi sukrosa dengan variasi sumber khamir Fermipan, Mauripan, Saft-instant , dan biakan murni <i>S.cerevisiae</i>	84
Gambar 22. Uji fermentasi laktosa dengan variasi sumber khamir Fermipan, Mauripan, Saft-instant , dan biakan murni <i>S.cerevisiae</i>	85
Gambar 23. Uji fermentasi glukosa dengan variasi sumber khamir Fermipan, Mauripan, Saft-instant , dan biakan murni <i>S.cerevisiae</i>	85

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Larutan Glukosa Monohidrat Standar dengan Pengukuran menggunakan Spektrofotometer Uv-vis	78
Lampiran 2. Kadar Gula Reduksi (mg/ml) pada Tahap Sakarifikasi dengan Variasi Kadar Pati dan pH selama 12 Jam Inkubasi	79
Lampiran 3. Kadar Gula Reduksi (mg/ml), pH dan Jumlah Sel pada Tahap Fermentasi dengan Variasi Sumber Khamir selama 96 Jam Inkubasi	80
Lampiran 4. Gambar Larutan Glukosa Monohidrat Standar	83
Lampiran 5. Gambar Uji Biokimia <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	84-85
Lampiran 6. Perhitungan Kadar Bioetanol.....	86
Lampiran 7. Perhitungan Efisiensi Fermentasi Bioetanol dan Efisiensi Pemanfaatan Substrat.....	87-88
Lampiran 8. Hasil Analisis Statistik Kadar Gula Reduksi (mg/ml) pada Tahap Sakarifikasi dengan Variasi pH dan Kadar Pati selama 12 Jam Inkubasi	89-93
Lampiran 9. Hasil Analisis Statistik Kadar Gula Reduksi (mg/ml) dengan Variasi Sumber Khamir selama 96 Jam Inkubasi pada Tahap Fermentasi	94-101
Lampiran 10. Hasil Analisis Statistik Kadar Bioetanol dengan Variasi Sumber Khamir	102

INTISARI

Krisis sumberdaya minyak yang tidak dapat diperbaharui akibat eksploitasi berlebihan mendorong terciptanya bahan bakar alternatif dari sumber hayati yang dapat diperbaharui, diantaranya adalah bioetanol. Tepung garut mengandung amilosa sebesar 29,03 -31,34% dapat digunakan sebagai bahan penghasil bioetanol. Penelitian ini bertujuan mengetahui suhu dan kadar pati optimum dalam menghasilkan gula reduksi tertinggi dengan menggunakan enzim glukoamilase pada tahap sakarifikasi. Penelitian ini juga bertujuan mengetahui kemampuan khamir komersial Fermipan, Mauripan dan Saft-instant yang paling efektif dalam menghasilkan bioetanol. Penelitian ini terdiri atas 2 tahap. Tahap pertama adalah sakarifikasi tepung garut dengan menggunakan enzim glukoamilase 0,3% (b/v) dengan variasi perlakuan kadar pati 1, 2, dan 3% (b/v), dan perlakuan pH 5,8, 6,2, 6,6, dan 7. Tahap kedua adalah fermentasi bioetanol oleh *Saccharomyces cerevisiae* dengan variasi sumber khamir komersial Fermipan, Mauripan, dan Saft-instant menggunakan medium hasil sakarifikasi dengan hasil gula reduksi yang paling optimum. Parameter yang diukur pada tahap sakarifikasi adalah kadar gula reduksi, dan pH medium. Parameter yang diukur pada tahap fermentasi bioetanol adalah kadar gula reduksi, pH, dan jumlah sel *Saccharomyces cerevisiae*. Rancangan percobaan acak lengkap pola faktorial digunakan pada kedua tahap penelitian ini. Analisis beda nyata dilakukan menggunakan SPSS versi 17 pada tingkat kepercayaan 95% dilanjutkan Uji Duncan. Hasil penelitian diperoleh kadar pati 2% pada pH 7 diketahui paling optimum dalam menghasilkan kadar gula reduksi, yaitu 0,487 mg/ml pada jam ke-6. Khamir komersial yang paling efektif dalam fermentasi adalah Fermipan, menghasilkan kadar bioetanol tertinggi yaitu 2,042 % selama 96 jam inkubasi dengan efisiensi fermentasi 8,24 %