

SKRIPSI

**PENGARUH *PRETREATMENT*
INOKULUM EM4, SUHU , WAKTU DAN TEKANAN
TERHADAP FERMENTASI KELOBOT JAGUNG (*Zea mays* L.)**

Disusun Oleh:
Hauw, Angelica Raharjo
NPM : 130801422



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNOBIOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI
YOGYAKARTA
2017

**PENGARUH *PRETREATMENT*
INOKULUM EM4, SUHU, WAKTU DAN TEKANAN
TERHADAP FERMENTASI KELOBOT JAGUNG (*Zea mays* L.)**

SKRIPSI

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

Disusun Oleh:
Hauw, Angelica Raharjo
NPM : 130801422



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNOBIOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI
YOGYAKARTA
2017

PENGESAHAN

Mengesahkan Skripsi dengan Judul

PENGARUH *PRETREATMENT* INOKULUM EM4, SUHU DAN TEKANAN
TERHADAP FERMENTASI KELOBOT JAGUNG (*Zea mays* L.)

yang disiapkan dan disusun oleh :

Hauw, Angelica Raharjo

130801422

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

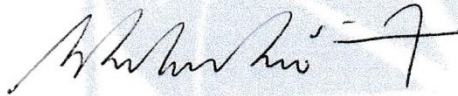
Pada 12 September 2017

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

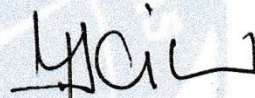
SUSUNAN TIM PENGUJI

Pembimbing Utama,

Anggota Tim Penguji,



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



(Drs. A. Wibowo Nugroho Jati, M.S)

Pembimbing Kedua,



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

Yogyakarta, 29 September 2017

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNOBIOLOGI

Dekan,



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

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hauw, Angelica Raharjo

NPM : 130801422

Judul Skripsi : PENGARUH *PRETREATMENT* INOKULUM EM4, SUHU,
WAKTU DAN TEKANAN TERHADAP FERMENTASI
KELOBOT JAGUNG (*Zea mays* L.)

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul tersebut di atas adalah benar-benar asli hasil karya saya sendiri dan disusun berdasarkan norma akademik.

Apabila dikemudian hari ternyata terdapat bukti yang memberatkan bahwa karya tersebut bukan karya saya sendiri atau sebagai hasil plagiarism, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai peraturan yang berlaku di Fakultas Teknobiologi, berupa pencabutan predikat kelulusan dan gelar kesarjanaan saya.

Yogyakarta, 8 Agustus 2017

Yang menyatakan,



(Hauw, Angelica Raharjo)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yesus Kristus atas penyertaanNya yang ajaib serta berkat serta hikmatNya yang dicurahkan bagi penulis 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 “Pengaruh *Pretreatment* Inokulum EM4, Suhu, Waktu dan Tekanan terhadap Fermentasi Kelobot Jagung (*Zea mays* L.)”.

Proses pelaksanaan penelitian dan laporan skripsi ini dapat dilalui dengan lancar oleh penulis karena bantuan, bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Drs. B. Boy Rahardjo Sidharta, M.Sc. sebagai dosen pembimbing utama yang telah banyak membantu dan mendukung dalam penelitian hingga penulisan skripsi.
2. Drs. F. Sinung Pranata, M.P. selaku dosen pembimbing pendamping yang telah banyak membantu dan mendukung dalam penelitian hingga penulisan skripsi.
3. Drs. A. Wibowo Nugroho Jati, M.S selaku dosen penguji yang telah memberikan banyak masukan serta saran yang membantu hingga akhir penulisan naskah
4. Dr. E. Mursyanti, M.Si. selaku Kepala Laboratorium Teknobia Industri Fakultas Teknobiologi yang telah mengizinkan penggunaan laboratorium serta memberikan izin lembur selama penelitian.

5. Staff Laboratorium Fakultas Teknobiologi khususnya Mbak Wati, Mbak Puput, Mas Antok, Pak Wisnu dan Pak Wit yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian.

6. Papa, Mama, Oh, Jes, Lin serta seluruh keluarga besar saya yang telah banyak mendukung dalam menyelesaikan studi saya.

7. Rozi, Via, Cinat, Cifon, Nando, Grace, Devina, Ryan, Moncha, Her, Destri, Ayu Sura, Keke, Deby, Stefi, Yovita, Fenny, Beat, Armae, Cyn, Fanny, Om Neil, Cik Lala, Cik Inge, Kak Lintar, Kak Ade, Kak Anin beserta teman-teman Koloni dan Sebut Saja Ftb 2013 yang turut memberikan semangat dan bantuan selama penelitian dan penulisan skripsi.

8. Grace, Mak Dita, Mak-e, Mak Febe, Ci Sinta, Ci Day, Ci Dea, Ci Tata, JesGol, Ci Benita, Ci Feren, Ko Chris, Ko Tony, Ko Eel beserta segenap keluarga Harvey dan Komsel atas semua dukungan, semangat dan perhatian yang telah diberikan.

9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu kelancaran penelitian ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih sekali lagi pada semua pihak yang telah mendukung keberhasilan penelitian ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembacanya.

Yogyakarta, September 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
INTISARI	xiii
 I. PENDAHULUAN	 1
A. Latar Belakang	1
B. Keaslian Penelitian	3
C. Rumusan Masalah	5
D. Tujuan Penelitian	5
E. Manfaat Penelitian	6
 II. TINJAUAN PUSTAKA	 7
A. Deskripsi dan Taksonomi Tanaman Jagung	7
B. Kandungan Gizi Kelobot Jagung	9
C. Sifat dan Karakteristik Etanol	10
D. Mekanisme Fermentasi Etanol	12
E. Sifat dan Karakteristik <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	15
F. Jenis-Jenis Metode Hidrolisis	17
G. Kultur Campuran <i>Effective Microorganism</i> (EM4)	21

H. Sifat dan Karakteristik Lignoselulosa yaitu Selulosa, Hemiselulosa dan Lignin	24
I. Karakteristik dan Pengukuran Kadar Gula Reduksi	27
J. Pengukuran Kadar Etanol oleh Kromatografi Gas.....	29
K. Hipotesis	30
III. METODE PENELITIAN	31
A. Waktu dan Tempat Penelitian	31
B. Alat dan Bahan	31
C. Rancangan Percobaan	32
D. Tahap Pelaksanaan	33
1. Preparasi Sampel	33
2. Uji Kemurnian <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	34
a. Pembuatan Inokulum <i>S. cerevisiae</i>	34
b. Pengecatan Sel <i>S. cerevisiae</i> dengan <i>Methylene Blue</i>	35
c. Pengecatan Spora <i>S. cerevisiae</i> dengan <i>Ziehl Neelsen</i>	35
d. Uji Morfologi Koloni <i>S. cerevisiae</i>	35
e. Uji Fermentasi Karbohidrat	36
3. Analisis Kadar Selulosa Metode Cheeson	36
4. Analisis Kadar Lignin Metode Klason	37
5. Hidrolisis Mikrobiologi	38
6. Hidrolisis Perlakuan Kombinasi Suhu, Waktu dan Tekanan	38
7. Analisis Kadar Gula Reduksi Metode <i>Nelson Somogy</i>	38
a. Pembuatan Kurva Glukosa Standard	38
b. Pengukuran Kadar Gula Reduksi Sampel	39
8. Pembuatan Starter <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	40
9. Fermentasi Bioetanol	41

10. Pengukuran Kadar Bioetanol dengan Alkoholmeter	41
11. Pengukuran Kadar Bioetanol dengan Kromatografi Gas	41
12. Analisis Data	42
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	43
A. Uji Kemurnian <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	43
1. Pengamatan Morfologi Koloni <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	43
2. Pengamatan Sel <i>Saccharomyces cerevisiae</i> melalui Pewarnaan <i>Methylene Blue</i>	44
3. Pengecatan Spora <i>Saccharomyces cerevisiae</i> melalui Pewarnaan <i>Ziehl Neelsen</i>	45
4. Uji Fermentasi Karbohidrat	46
B. Hidrolisis Mikrobiologi dan Fisik	47
1. Analisis Kadar Selulosa	48
2. Analisis Kadar Lignin	54
3. Analisis Kadar Gula Reduksi	59
C. Fermentasi dan Kadar Alkohol Hasil Fermentasi	63
V. SIMPULAN DAN SARAN	68
A. Simpulan	68
B. Saran	69
DAFTAR PUSTAKA	70
LAMPIRAN	75

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Sifat Fisika dan Kimia Etanol Absolut dan Etanol Teknis	11
Tabel 2. Pengaruh Variasi Waktu Inkubasi EM4 terhadap Kadar Gula Reduksi Kelobot Jagung (<i>Zea mays</i>)	33
Tabel 3. Pengaruh Variasi Waktu Pemanasan terhadap Kadar Gula Reduksi Kelobot Jagung (<i>Zea mays</i>)	33
Tabel 4. Kadar Selulosa Sampel	50
Tabel 5. Kadar Lignin Sampel	55
Tabel 6. Kadar Gula Reduksi Sampel	60
Tabel 7. Hubungan antara Kadar Gula Reduksi, Selulosa dan Lignin	62
Tabel 8. Hasil Fermentasi Kelobot Jagung	64
Tabel 9. Jadwal Penelitian	75
Tabel 10. Kurva Standart Gula Reduksi	83
Tabel 11. Kadar Gula Reduksi Sampel	82
Tabel 12. Hasil Pengujian Selulosa Sampel	83
Tabel 13. Hasil Pengujian Lignin Sampel	83
Tabel 14. Hasil Fermentasi	85
Tabel 15. Luas Area Standar dan Sampel (Metode Standar Tunggal)	87
Tabel 16. Hasil Analisis Variasi (ANOVA) Kadar Gula Reduksi	88
Tabel 17. Hasil Uji <i>Duncan Multiple Range Test</i> (DMRT) Kadar Gula Reduksi	88
Tabel 18. Hasil Analisis ANOVA Kadar Selulosa	88
Tabel 19. Hasil Analisis DMRT Kadar Selulosa	89
Tabel 21. Hasil Analisis ANOVA Kadar Lignin	89
Tabel 22. Hasil Analisis DMRT Kadar Lignin	89

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Bagian Tanaman Jagung	9
Gambar 2. Reaksi Bioproses Etanol	15
Gambar 3. Struktur Selulosa	24
Gambar 4. Struktur Dasar Lignin	27
Gambar 5. Morfologi Koloni <i>Saccharomyces cerevisiae</i> Umur 48 jam	43
Gambar 6. Pengamatan Sel <i>Saccharomyces cerevisiae</i> melalui Pewarnaan dengan <i>Methylene Blue</i>	44
Gambar 7. Pengecatan Spora khamir dengan Pewarnaan <i>Ziehl Neelsen</i>	45
Gambar 8. Hasil Uji Fermentasi Karbohidrat	46
Gambar 9. Mekanisme Pemecahan Selulosa oleh Enzim Selulase	49
Gambar 10. Kadar Selulosa Variasi Waktu Inkubasi EM4 dan Variasi Suhu, Waktu dan Tekanan Pemanasan	51
Gambar 11. Kadar Lignin Variasi Waktu Inkubasi EM4 dan Variasi Suhu, Waktu dan Tekanan Pemanasan	56
Gambar 12. Grafik Hubungan Kadar Selulosa dan Lignin Perlakuan Mikrobiologi ..	58
Gambar 13. Kadar Gula Reduksi Variasi Waktu Inkubasi EM4 dan Variasi Suhu, Tekanan dan Waktu Pemanasan	61
Gambar 14. Hubungan antara Kadar Gula Reduksi terhadap Hasil Fermentasi	65
Gambar 15. Hasil Uji Morfologi Koloni	76
Gambar 16. Hasil Uji Fermentasi Karbohidrat	76
Gambar 17. Hasil Pengecatan <i>Methylene Blue</i> Perbesaran 10x45	76
Gambar 18. Hasil Pengecatan <i>Ziehl Neelsen</i> Perbesaran 10x45	77
Gambar 19. Pengujian Glukosa Standard	77
Gambar 20. Pengujian Kadar Gula Reduksi Kontrol, Inkubasi EM4 0, 12, 24 dan 48 jam Sebelum Perlakuan	77

Gambar 21. Hasil Pengujian Gula Reduksi Kontrol, Inkubasi EM4 0, 12, 24 dan 48 Sesudah Perlakuan	78
Gambar 22. Hasil Pengujian Gula Reduksi Perlakuan Pemanasan 1, 1,5, 2 jam dan Autoklaf Sebelum Perlakuan	78
Gambar 23. Hasil Pengujian Gula Reduksi Perlakuan Pemanasan 1, 1,5, 2 jam dan Autoklaf Sebelum Perlakuan	78
Gambar 24. Hasil Pengujian Lignin Perlakuan Kontrol, Inkubasi EM4 0, 12, 24 dan 48 jam Sebelum Perendaman Asam Sulfat 72%	79
Gambar 25. Hasil Pengujian Lignin Perlakuan Kontrol, Inkubasi EM4 0, 12, 24 dan 48 jam Setelah Pengovenan	79
Gambar 26. Hasil Pengujian Lignin Pemanasan 1, 1,5, 2 jam dan Autoklaf Sebelum Perendaman Asam Sulfat 72%	79
Gambar 27. Hasil Pengujian Lignin Pemanasan 1, 1,5, 2 jam dan Autoklaf Sebelum Setelah Pengovenan	80
Gambar 28. Sampel Kulit Jagung Kering Sebelum Fermentasi	80
Gambar 29. Medium PDB Kosong dan Hasil Fermentasi Kelobot	80
Gambar 30. Hasil Fermentasi Kelobot	81
Gambar 31. Kurva Gula Reduksi Standart	81
Gambar 32. Hasil Kromatogram Pengukuran GC Standart	90
Gambar 33. Hasil Kromatogram Pengukuran GC Standart dan Perlakuan Kontrol ...	90
Gambar 34. Hasil Kromatogram Pengukuran GC Perlakuan Presto 1 dan 1,5 jam	91
Gambar 35. Hasil Kromatogram Pengukuran GC Perlakuan Presto 2 dan Autoklaf ..	91
Gambar 36. Hasil Kromatogram Pengukuran GC Perlakuan EM4 0 dan 12 jam	92
Gambar 37. Hasil Kromatogram Pengukuran GC Perlakuan EM4 24 dan 48 jam	92

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Jadwal Penelitian	75
Lampiran 2. Hasil Uji Kemurnian <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	76
Lampiran 3. Hasil Pengujian Gula Reduksi	77
Lampiran 4. Hasil Pengujian Lignin	79
Lampiran 5. Fermentasi Etanol	80
Lampiran 6. Perhitungan Gula Reduksi	81
Lampiran 7. Hasil Pengujian Selulosa	83
Lampiran 8. Hasil Pengujian Lignin	83
Lampiran 9. Hasil Fermentasi Etanol	85
Lampiran 10. Hasil Pengujian Kromatografi Gas	87
Lampiran 11. Hasil Analisis SPSS	88
Lampiran 12. Hasil Kromatogram Pengukuran Kadar Etanol	90

INTISARI

Kelobot jagung (*Zea mays* L.) mengandung 36,81% selulosa, 15,7% lignin, 6,04% kadar abu dan 27,01% hemiselulosa sehingga berpotensi menjadi sumber energi alternatif. Penelitian tentang proses *pretreatment* kelobot jagung ini bertujuan untuk mengetahui kadar gula yang berhasil didapatkan dari pemecahan secara biologi dan fisik pada bahan dasar kelobot jagung, mengetahui waktu inkubasi EM4 dan suhu, tekanan dan waktu pemanasan yang optimum. *Pretreatment* yang dilakukan merupakan *pretreatment* mikrobiologi dan fisik. *Pretreatment* mikrobiologi menggunakan variasi waktu inkubasi EM4 yaitu 0, 12, 24 dan 48 jam dengan kontrol tanpa perlakuan sebagai pembanding sedangkan *pretreatment* fisik menggunakan variasi waktu pemanasan autoklaf dengan suhu 121°C dan tekanan 1 atm selama 2 jam serta menggunakan presto selama 1, 1,5 dan 2 jam pada suhu 120°C dan tekanan 1,5 atm. Hasil yang diperoleh dilakukan uji gula reduksi, lignin, selulosa dan selanjutnya dilakukan fermentasi oleh *Saccharomyces cerevisiae*. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan mikrobiologi yang paling efektif adalah perlakuan inkubasi EM4 24 jam dengan kadar gula reduksi sebesar 5,8 mg/ml, selulosa 6,7% dan lignin 5,12% dengan kadar alkohol sebesar 1,234%. Hasil penelitian perlakuan fisik diperoleh pada perlakuan pemanasan pada suhu 120°C dengan presto selama 2 jam dengan kadar gula reduksi sebesar 4,18 mg/ml, selulosa 6,43% dan lignin 6,60% dengan kadar alkohol sebesar 1,194%.