

**SKRIPSI**

**BIOKONVERSI EKSTRAK LIMBAH SAYUR DARI PASAR INDUK  
OSOWILANGON SURABAYA (PIOS) MENJADI BIOETANOL  
MENGUNAKAN *Saccharomyces cerevisiae***



**INTAN LESTARI**

**PROGRAM STUDI S1 ILMU DAN TEKNOLOGI LINGKUNGAN  
DEPARTEMEN BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
APRIL 2016**

**SKRIPSI**

**BIOKONVERSI EKSTRAK LIMBAH SAYUR DARI PASAR INDUK  
OSOWILANGON SURABAYA (PIOS) MENJADI BIOETANOL  
MENGUNAKAN *Saccharomyces cerevisiae***



**INTAN LESTARI**

**PROGRAM STUDI S1 ILMU DAN TEKNOLOGI LINGKUNGAN  
DEPARTEMEN BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
APRIL 2016**

**BIOKONVERSI EKSTRAK LIMBAH SAYUR DARI PASAR  
INDUK OSOWILANGON SURABAYA (PIOS) MENJADI  
BIOETANOL MENGGUNAKAN *Saccharomyces cerevisiae***

**SKRIPSI**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Bidang Ilmu dan Teknologi Lingkungan pada  
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga

Oleh:

**INTAN LESTARI  
NIM 081211131060**

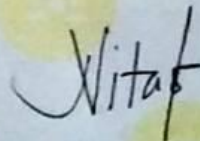
Disetujui oleh,

**Pembimbing I,**



**Drs. Agus Supriyanto, M.Kes.  
NIP. 196208241989031002**

**Pembimbing II,**



**Nita Citrasari, S.Si., M.T.  
NIP. 198208022008122002**



**LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI**

Judul : Biokonversi Ekstrak Limbah Sayur dari Pasar Induk  
Oswilangon Surabaya (PIOS) Menjadi Bioetanol  
Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*  
Penyusun : Intan Lestari  
Nomor Induk : 081211131060  
Program Studi : S1 Ilmu dan Teknologi Lingkungan (ITL)  
Pembimbing I : Drs. Agus Supriyanto, M.Kes.  
Pembimbing II : Nita Citrasari, S.Si., M.T.  
Tanggal : 6 Juni 2016

Disetujui oleh,

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Drs. Agus Supriyanto, M.Kes.  
NIP. 196208241989031002

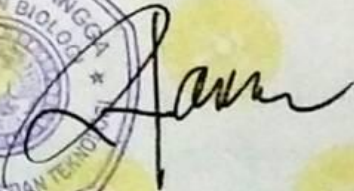
Nita Citrasari, S.Si., M.T.  
NIP. 198208022008122002

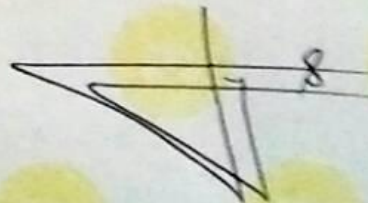
Mengetahui,

Ketua Departemen Biologi  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Airlangga,

Koordinator Program Studi S1 ITL,



  
Dr. Sucipto Hariyanto, DEA  
NIP. 195609021986011002



Dr. Eko Prasetyo Kuncoro, S.T., DEA  
NIP. 197508302008121001

## **PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI**

Skripsi ini tidak dipublikasikan, namun tersedia di perpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga, diperkenankan untuk dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutipan harus seizin penyusun dan atau harus menyebutkan sumbernya sesuai kebiasaan ilmiah dan kelaziman mensitir atau menyalin pendapat penulis lainnya. Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala atas limpahan nikmat dan petunjuk yang telah diberikan-Nya penyusun dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul **“Biokonversi Ekstrak Limbah Sayur dari Pasar Induk Orowilangun Surabaya (PIOS) Menjadi Bioetanol Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*”**.

Naskah skripsi ini terdiri atas beberapa bab, yaitu bab pendahuluan, tinjauan pustaka, metode penelitian, hasil dan pembahasan, kesimpulan dan saran, dan daftar pustaka. Setiap isi dari bab tersebut terangkai secara komprehensif untuk membahas biokonversi ekstrak limbah sayur menjadi bioetanol.

Skripsi ini merupakan syarat wajib untuk melampaui mata kuliah skripsi dan memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) Bidang Ilmu dan Teknologi Lingkungan. Skripsi ini disusun sesuai dengan ketentuan teknis penyusunan yang ada di Program Studi S1 Ilmu dan Teknologi Lingkungan, Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.

Penyusun menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik, saran, dan koreksi dari semua pihak sangat diharapkan untuk kesempurnaan naskah skripsi ini. Penyusun sangat berharap semoga skripsi ini dapat diterima dan bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya, 22 April 2016  
Penyusun,

Intan Lestari



## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur atas rahmat Allah SWT, akhirnya penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Penyelesaian skripsi ini tentu tidak lepas dari bimbingan, dukungan, bantuan dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penyusun menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Sucipto Hariyanto, DEA, selaku Ketua Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, yang telah memberikan kemudahan dalam proses penyelesaian skripsi ini.
2. Dr. Eko Prasetyo Kuncoro, S.T., DEA, selaku Koordinator Program Studi Ilmu dan Teknologi Lingkungan, yang telah memberikan kemudahan dalam proses penyelesaian skripsi ini.
3. Dr. Alfiah Hayati, selaku Dosen Wali, yang telah memberikan bimbingan, arahan, perhatian, waktu, dan motivasi yang telah diberikan kepada penyusun selama ini.
4. Drs. Agus Supriyanto, M.Kes, selaku dosen pembimbing I. Terima kasih atas doa, bimbingan, waktu, motivasi, ilmu pengetahuan, arahan, inspirasi, dan kesabaran yang telah diberikan selama proses penelitian dan penyusunan skripsi ini.
5. Nita Citrasari, S.Si., M.T., selaku dosen pembimbing II. Terima kasih atas doa, bimbingan, waktu, ilmu pengetahuan, motivasi, inspirasi, kritik, dan saran yang telah diberikan sampai terselesaikannya skripsi ini.
6. Prof. Dr. Ir. Tini Surtiningsih, DEA, selaku dosen penguji I. Terima kasih telah memberikan arahan, kritik, saran, dan ilmu pengetahuan.
7. Dr. Junairiah, S.Si., M.Kes., selaku dosen penguji II, yang telah memberikan masukan dan ilmu pengetahuan.
8. Pihak DIKTI yang telah memberikan bantuan biaya pendidikan penuh kepada penyusun.
9. Bapak dan Ibu. Terima kasih atas kasih sayang yang tak terhingga, dukungan moral maupun materiil, nasehat, perhatian, dan doa selama ini kepada penyusun.
10. Pihak Pasar Induk Osowilangun Surabaya (PIOS), Ibu Trisila, Bapak Soleh, dan semua rekan-rekan kebersihan PIOS yang telah memberi ijin penelitian dan membantu penyusun mengambil limbah di PIOS.
11. Irma Ardiana Puspita, selaku rekan penelitian dan skripsi. Terima kasih atas kerjasama dan suka dukanya selama proses penelitian dan penyusunan skripsi ini.
12. Semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung yang belum disebutkan namanya satu persatu.

Dalam penyusunan skripsi ini, penyusun menyadari masih terdapat banyak kekurangan, untuk itu penyusun mengharapkan saran dan kritik. Semoga naskah skripsi ini dapat bermanfaat.

Lestari, I., 2016. Biokonversi Ekstrak Limbah Sayur dari Pasar Induk Osowilangan Surabaya (PIOS) Menjadi Bioetanol Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. Skripsi ini di bawah bimbingan Drs. Agus Supriyanto, M.Kes. dan Nita Citrasari, S.Si., M.T. Program Studi S1 Ilmu dan Teknologi Lingkungan, Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga.

---

### ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi ekstrak limbah sayur dari PIOS, pengaruh lama waktu fermentasi, dan pengaruh kombinasinya terhadap kadar etanol menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan diuji faktorial yang terdiri atas dua faktor. Faktor pertama adalah konsentrasi ekstrak limbah sayur (100, 75, 50, dan 25%). Faktor kedua adalah lama waktu fermentasi (3, 6, 9, dan 12 hari). Total perlakuan ada 16 perlakuan masing-masing perlakuan diulang 3 kali. Variabel terikat pada penelitian ini adalah kadar etanol. Variabel kontrol pada penelitian ini adalah pH, suhu, dan konsentrasi *Saccharomyces cerevisiae* 10%. Pengukuran gula reduksi menggunakan Metode Luff dan pengukuran kadar etanol menggunakan Metode Piknometri. Data yang diperoleh dianalisis dengan Anova *two ways*, dilanjutkan dengan uji *Duncan* untuk mengetahui beda nyata antar perlakuan konsentrasi ekstrak limbah sayur dan lama waktu fermentasi. Hasil penelitian ini menunjukkan konsentrasi ekstrak limbah sayur, lama waktu fermentasi, dan kombinasi antara konsentrasi ekstrak limbah sayur dan lama waktu fermentasi berpengaruh terhadap produksi bioetanol. Kadar etanol paling tinggi diperoleh pada konsentrasi ekstrak limbah sayur 100%. Waktu optimal untuk memproduksi etanol paling optimal adalah 9 hari. Kombinasi paling optimal adalah pada konsentrasi 100% dan lama waktu fermentasi 9 hari sebesar 4,40%.

**Kata kunci:** Ekstrak Limbah Sayur, Bioetanol, Fermentasi, *Saccharomyces cerevisiae*



*Lestari, I., 2016. The Bioconversion of Vegetable Waste's Extract from Pasar Induk Osovilangon Surabaya (PIOS) to Bioethanol Used Saccharomyces cerevisiae. This script was supervised by Drs. Agus Supriyanto, M.Kes. and Nita Citrasari, S.Si., M.T. Study Program of Environmental Science and Technology, Department of Biology, Faculty of Science and Technology, Airlangga University.*

---

### **ABSTRACT**

*This study was aimed to determine the effect of vegetable waste's extract concentration from PIOS, fermentation time period, and the combinations toward ethanol level used Saccharomyces cerevisiae. This study used Completely Randomized Design. The first factor was vegetable waste's extract concentration (100, 75, 50, and 25%). Second factor was fermentation time period (3, 6, 9, and 12 days). There were 16 treatments in total with 3 times repeated for each treatment. The dependent variable in this study was ethanol level, pH, temperature, and 10% concentration of Saccharomyces cerevisiae became the control variables. Reducing sugar measurement used Luff Method, and ethanol level measurement used Pycnometri Method. Data from each method was then analyzed with Two Ways Anova, continued with Duncan Test to determine the real difference between the vegetable waste's extract concentration treatment and fermentation time period. The result in this study showed that the vegetable waste's extract concentration, fermentation time period, and the combination for vegetable waste's extract concentration and fermentation time period had influenced the bioethanol production. The highest ethanol level got from the 100% vegetable waste's extract concentration. Optimum time to produce the optimum ethanol was in 9 days. The optimum combination was at 100% concentration and 9 days fermentation time period amount of 4.40%.*

**Key words:** *Vegetable Waste's Extract, Bioethanol, Fermentation, Saccharomyces cerevisiae*

## DAFTAR ISI

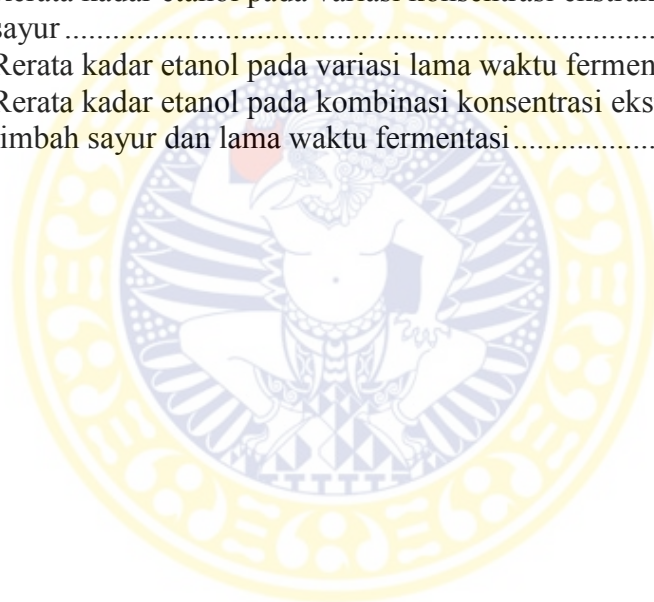
JUDUL .....	i
LEMBAR PERNYATAAN .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI .....	iii
LEMBAR PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
UCAPAN TERIMA KASIH .....	vi
ABSTRAK .....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Hipotesis .....	5
1.4 Tujuan .....	6
1.5 Manfaat .....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	8
2.1 Biokonversi .....	8
2.2 Pasar Induk Osowilangon Surabaya .....	8
2.3 Limbah Sayur .....	10
2.3.1 Wortel ( <i>Daucus carota</i> ) .....	10
2.3.2 Kentang ( <i>Solanum tuberosum</i> ) .....	11
2.3.3 Sawi ( <i>Brassica juncea</i> ) .....	12
2.3.4 Kubis ( <i>Brassica oleracea</i> ) .....	13
2.3.5 Brokoli ( <i>Brassica oleracea var. Italica</i> ) .....	14
2.3.6 Selada ( <i>Lactuca sativa</i> ) .....	15
2.3.7 Kacang Panjang ( <i>Vigna sinensis</i> ) .....	16
2.3.8 Terung ( <i>Solanum melongena</i> ) .....	17
2.4 Karbohidrat .....	18
2.5 Selulosa .....	20
2.6 Hemiselulosa .....	21
2.7 Bioetanol .....	22
2.8 Fermentasi Bioetanol .....	24
2.9 Khamir .....	28
2.10 <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	28
2.10.1 Klasifikasi <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	28
2.10.2 Karakteristik <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	28
2.11 Faktor-faktor yang Berpengaruh Dalam Fermentasi Etanol .....	30
2.11.1 Substrat sumber karbon .....	30
2.11.2 Kondisi media .....	30
2.11.3 Jenis strain mikroba .....	31
2.11.4 Keasaman (pH) dan suhu .....	31

2.11.5 Waktu inkubasi.....	31
2.11.6 Jalur reaksi ( <i>pathway</i> ) fermentasi etanol.....	32
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>34</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	34
3.1.1 Tempat penelitian.....	34
3.1.2 Waktu penelitian.....	34
3.2 Bahan dan Alat Penelitian.....	34
3.2.1 Bahan penelitian.....	34
3.2.2 Alat penelitian.....	35
3.3 Rancangan Penelitian.....	35
3.4 Cara Kerja.....	36
3.4.1 Proses persiapan bahan baku limbah sayur.....	37
3.4.2 Proses pembuatan ekstrak limbah sayur.....	38
3.4.3 Sterilisasi alat dan bahan.....	39
3.4.4 Pembuatan media <i>Potato Dextrose Agar</i> (PDA).....	39
3.4.5 Pembuatan media <i>yeast extract</i> 1% dan glukosa 1%.....	39
3.4.6 Pembuatan stok kultur.....	40
3.4.7 Pembuatan <i>starter</i> .....	40
3.4.8 Metode Turbidimetrik.....	41
3.4.9 Metode hitungan cawan (TPC).....	41
3.4.10 Proses fermentasi bioetanol.....	43
3.5 Cara Analisis Parameter.....	44
3.5.1 Pengukuran gula reduksi.....	44
3.5.2 Pengukuran kadar etanol.....	44
3.6 Cara Analisis Statistik.....	45
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>46</b>
4.1 Pengaruh Variasi Konsentrasi Ekstrak Limbah Sayur Terhadap Kadar Etanol.....	47
4.2 Pengaruh Variasi Lama Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Etanol.....	52
4.3 Pengaruh Kombinasi Antara Konsentrasi Ekstrak Limbah Sayur dan Lama Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Etanol.....	59
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>63</b>
5.1 Kesimpulan.....	63
5.2 Saran.....	64
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>65</b>



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Struktur kimia selulosa.....	20
<b>Gambar 2.2</b>	(a) Struktur xilan dan (b) Glukomannan yang merupakan hemiselulosa dominan pada graminiceae dan tumbuhan .....	21
<b>Gambar 2.3</b>	Fermentor (reaktor fermentasi) .....	27
<b>Gambar 2.4</b>	Sel bentuk bulat dari khamir <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	29
<b>Gambar 2.5</b>	Reaksi fermentasi etanol .....	33
<b>Gambar 3.1</b>	Tahapan penelitian .....	36
<b>Gambar 3.2</b>	Tahapan persiapan bahan baku limbah sayur.....	38
<b>Gambar 3.3</b>	Tahapan pembuatan ekstrak limbah sayur .....	38
<b>Gambar 3.4</b>	Tahapan proses fermentasi bioetanol .....	43
<b>Gambar 4.1</b>	Rerata kadar etanol pada variasi konsentrasi ekstrak limbah sayur .....	48
<b>Gambar 4.2</b>	Rerata kadar etanol pada variasi lama waktu fermentasi .....	54
<b>Gambar 4.3</b>	Rerata kadar etanol pada kombinasi konsentrasi ekstrak limbah sayur dan lama waktu fermentasi .....	61



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b>	Kandungan gizi umbi wortel per 100 gram.....	11
<b>Tabel 2.2</b>	Kandungan gizi kentang per 100 gram .....	12
<b>Tabel 2.3</b>	Kandungan gizi sawi per 100 gram.....	13
<b>Tabel 2.4</b>	Kandungan gizi daun kubis per 100 gram.....	14
<b>Tabel 2.5</b>	Kandungan gizi brokoli per 100 gram .....	15
<b>Tabel 2.6</b>	Kandungan gizi selada per 100 gram .....	16
<b>Tabel 2.7</b>	Kandungan gizi polong muda kacang panjang per 100 gram ....	17
<b>Tabel 2.8</b>	Kandungan gizi terung per 100 gram.....	17
<b>Tabel 3.1</b>	Rancangan penelitian dengan 16 perlakuan dan 2 faktor.....	36
<b>Tabel 4.1</b>	Komposisi limbah sayur PIOS .....	46
<b>Tabel 4.2</b>	Rerata kadar etanol pada variasi konsentrasi kestrak limbah sayur .....	48
<b>Tabel 4.3</b>	Rerata kadar etanol pada variasi lama waktu fermentasi .....	53
<b>Tabel 4.4</b>	Rerata kadar etanol pada kombinasi konsentrasi ekstrak limbah sayur dan lama waktu fermentasi .....	60



## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1</b>	Ringkasan jurnal.....	70
<b>Lampiran 2</b>	Nilai kuantitas sel khamir <i>Saccharomyces cerevisiae</i> dengan Metode Turbidimetrik dan TPC .....	80
<b>Lampiran 3</b>	Nilai pH masing-masing perlakuan setelah proses fermentasi ..	81
<b>Lampiran 4</b>	Nilai suhu masing-masing perlakuan setelah proses fermentasi	82
<b>Lampiran 5</b>	Rerata pH dan suhu .....	83
<b>Lampiran 6</b>	Rerata gula reduksi.....	84
<b>Lampiran 7</b>	Nilai kadar etanol masing-masing perlakuan setelah proses fermentasi .....	85
<b>Lampiran 8</b>	Analisis Anova <i>two ways</i> , uji <i>Kolmogorov-Smirnov</i> , uji <i>Levene test</i> , dan uji <i>Duncan</i> kadar etanol.....	86
<b>Lampiran 9</b>	Kegiatan penelitian.....	94
<b>Lampiran 10</b>	Data pribadi penyusun.....	97

