

**Studi Biodegradasi Lignin Ampas Tebu (*Saccharum officinarum*)  
Menggunakan Mikroba *Raoultella* sp.**

**SKRIPSI**

oleh :

**GAYUH TRIAULADI FIRSTYANINGRUM**

**0810923052-92**



**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2012**

**Studi Biodegradasi Lignin Ampas Tebu (*Saccharum officinarum*)  
Menggunakan Mikroba *Raoultella* sp.**

**SKRIPSI**

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains dalam bidang Kimia

oleh :

**GAYUH TRIAULIADI FIRSYANINGRUM**

**0810923052-92**



**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2012**

# LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**Studi Biodegradasi Lignin Ampas Tebu (*Saccharum officinarum*)  
Menggunakan Mikroba *Raoultella* sp.**

oleh:

**GAYUH TRIAULIADI FIRSYANINGRUM**  
**0810923052-92**

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji  
pada tanggal .....  
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains dalam bidang Kimia

Pembimbing I

Pembimbing II

Prof. Dr. Ir. Chanif Mahdi, MS  
NIP. 19520412 198002 1 001

M. Farid Rahman, S.Si, M.Si  
NIP. 19700720 199702 1 001

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Kimia  
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Dr. Sasangka Prasetyawan, MS  
NIP. 19630404 198701 1 001

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Gayuh Triauliadi Firstyaningrum

NIM : 0810923052

Jurusan : Kimia

Penulis tugas akhir berjudul :

Studi Biodegradasi Lignin Ampas Tebu  
(*Saccharum officinarum*) Menggunakan  
Mikroba *Raoultella* sp.

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Isi dari tugas akhir yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam skripsi ini.
2. Apabila di kemudian hari ternyata skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, .....

Yang menyatakan,

Gayuh Triauliadi Firstyaningrum

NIM. 0810923052

**Studi Biodegradasi Lignin Ampas Tebu (*Saccharum officinarum*)  
Menggunakan Mikroba *Raoultella* sp.**

**ABSTRAK**

Ampas tebu merupakan residu padat pada proses pengolahan tebu menjadi gula. Salah satu komponen utama ampas tebu adalah lignin yaitu sebesar 16,15%. Lignin merupakan polimer heterofenolik dengan berat molekul tinggi dan termasuk golongan fenolik yang tahan terhadap hidrolisis enzimatis. Biodegradasi lignin dilakukan secara fermentatif oleh mikroba *Raoultella* sp. pada temperatur ruang dan pH netral dengan waktu inkubasi selama enam hari. Senyawa hasil degradasi lignin dapat diidentifikasi dengan Kromatografi Gas-Spektroskopi Massa (KG-SM) dan pengukuran menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Hasil menunjukkan bahwa fermentasi lignin menggunakan *Raoultella* sp. selama enam hari menghasilkan senyawa dominan yaitu asam format, 3-metil-2-oksiranil metanol dan 4,8a,9,9-tetrametildekahidro-1,6-metanonaftalen-1-ol.

Kata kunci: *ampas tebu, lignin, biodegradasi*

# Study of Bagasse (*Saccharum officinarum*) Lignin Biodegradation by *Raoultella* sp.

## ABSTRACT

Bagasse is a solid residue from sugar industrial processing. One of the main component of bagasse is lignin with concentration as much as 16,15%. Lignin is a heterophenolic polymer that have a high molecule weight and include a group of phenolic lignin that resistant with enzymatic hydrolysis. Lignin biodegradation was carried by *Raoultella* sp. fermentation for six days incubation time on neutral pH and room temperature. The compounds those produced from lignin biodegradation were identified by using Gas Chromatography-Mass spectroscopy (GC-MS) and UV-Vis Spectrophotometer. The result showed that lignin biodegradation by *Raoultella* sp. for six days fermentation resulting in dominant compounds of formic acid, 3-methyl-2-oxiranyl-methanol and 4,8a,9,9-tetramethyl decahydro-1,6-methanonaphtalene-1-ol.

Keywords: *bagasse*, *lignin*, *biodegradation*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas segala limpahan rahmat, karunia dan bimbingan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Studi Biodegradasi Lignin Ampas Tebu (*Saccharum officinarum*) Menggunakan Mikroba *Raoultella* sp.”**, sebagai salah satu persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Sains di Jurusan Kimia MIPA Universitas Brawijaya.

Penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Chanif Mahdi, MS dan M. Farid Rahman, S.Si, M.Si selaku Dosen Pembimbing I dan II yang telah memberikan banyak dukungan dan meluangkan banyak waktu untuk memberikan bimbingan dalam penyempurnaan skripsi ini.
2. Bapak Yuniar Ponco Prananto, S.Si., M.Sc selaku dosen penguji yang telah memberikan saran-saran dalam penulisan skripsi ini.
3. Dr. Sasangka Prasetyawan, MS selaku dosen penguji dan Ketua Jurusan Kimia Universitas Brawijaya.
4. Drs. Suratmo M.Sc selaku dosen penasehat akademik yang telah memberikan arahan kepada penulis selama masa studi.
5. Seluruh staf pengajar dan semua karyawan Jurusan Kimia atas semua bantuan yang telah diberikan.
6. Kedua orang tua, adik-adik serta keluarga penulis yang telah memberikan dorongan dan doa untuk menyelesaikan studi penulis.
7. Teman-teman mahasiswa kimia Universitas Brawijaya khususnya angkatan 2008 dan semua pihak yang turut membantu penyelesaian skripsi ini.

Akhirnya dengan segala keterbatasan serta pengetahuan penulis, maka penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Dengan kerendahan hati penulis mengharapkan semoga skripsi ini dapat memberikan sumbangan yang bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Malang, Februari 2012

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b>	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI</b>	ii
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b>	iii
<b>ABSTRAK</b>	iv
<b>ABSTRACT</b>	v
<b>KATA PENGANTAR</b>	vi
<b>DAFTAR ISI</b>	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	ix
<b>DAFTAR TABEL</b>	xi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	1
1.1. Latar Belakang	2
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	4
2.1. Lignin Ampas Tebu	4
2.2. Isolasi Lignin	6
2.2.1. Mekanisme isolasi lignin	6
2.2.2. Ekstraksi soxhlet	6
2.3. Biodegradasi Lignin	6
2.4. Mikroba <i>Raoultella</i> sp	8
2.5. Karakterisasi dan Identifikasi Senyawa	8
2.5.1. Spektrofotometri inframerah	8
2.5.2. Spektrofotometri UV-Vis	9
2.5.3. Kromatografi Gas-Spektroskopi Massa (KG-SM)	10
2.6. Hipotesis	10
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	11
3.1. Waktu dan Tempat	11
3.2. Alat dan Bahan Penelitian	11
3.2.1. Alat Penelitian	11



3.2.2.	Bahan Penelitian	11
3.3.	Alat-Alat Penelitian	11
3.4.	Tahapan Penelitian	12
3.5.	Tahapan Kerja Penelitian	12
3.5.1	Isolasi lignin dari ampas tebu	12
3.5.2	Biodegradasi lignin menggunakan mikroba <i>Raoultella</i> sp	12
3.5.3	Karakterisasi lignin serta identifikasi senyawa hasil degradasi	14
3.5.4	Analisis data	15
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		16
4.1.	Isolasi dan Karakterisasi Lignin dari Ampas Tebu	16
4.2.	Biodegradasi lignin Ampas Tebu Menggunakan <i>Raoultella</i> sp	18
4.3.	Identifikasi Senyawa Hasil Biodegradasi Lignin	22
4.3.1	Senyawa Hasil biodegradasi Lignin dalam Fase Air	22
4.3.2	Senyawa Hasil Biodegradasi Lignin dalam Fase Organik	25
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>		44
5.1.	Kesimpulan	44
5.2.	Saran	44
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		45
<b>LAMPIRAN</b>		51

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1: Monolignol lignin	5
Gambar 2.2: Struktur lignin	5
Gambar 2.3: Spektra FT-IR lignin ampas tebu	9
Gambar 4.1: Spektra IR lignin hasil isolasi dari ampas tebu	17
Gambar 4.2: Kurva Pertumbuhan <i>Raoultella</i> sp	18
Gambar 4.3: Reaksi enzimatik LiP	20
Gambar 4.4: Sisi aktif MnP	20
Gambar 4.5: Sisi aktif lakase	21
Gambar 4.6: Reaksi enzimatik MnP dan lakase	21
Gambar 4.7: Pola fragmentasi 4-(2,2,6 trimetil-7-oksabisiklo [4.1.0] hept-1-il)-3-buten-2-on	23
Gambar 4.8: Pola fragmentasi asetaldehid	24
Gambar 4.9: Pola fragmentasi 4-(2,2,6 trimetil-7-oksabisiklo [4.1.0] hept-1-il)-3-buten-2-on	25
Gambar 4.10: Pola fragmentasi asam format	25
Gambar 4.11: Pola fragmentasi toluen	27
Gambar 4.12: Pola fragmentasi 3-metil-2-oksiranil metanol	28
Gambar 4.13: Pola fragmentasi asetaldehid	28
Gambar 4.14: Pola fragmentasi 2,3 dimetil oksiran	28
Gambar 4.15: Pola fragmentasi 4-(2,2,6 trimetil-7-oksabisiklo [4.1.0] hept-1-il)-3-buten-2-on	30
Gambar 4.16: Pola fragmentasi toluen	30
Gambar 4.17: Pola fragmentasi 3-metil-2-oksiranil metanol	31
Gambar 4.18: Pola fragmentasi 2,2,4,6,6 pentametil heptana	32
Gambar 4.19: Pola fragmentasi 2,2,4,4,6,8,8 heptametil nonana	34
Gambar 4.20: Pola fragmentasi dokosan	34
Gambar 4.21: Pola fragmentasi asam akrilat	36
Gambar 4.22: Pola fragmentasi toluen	36
Gambar 4.23: Pola fragmentasi 3-metil-2-oksiranil metanol	37
Gambar 4.24: Pola fragmentasi 5-isopropiliden-6-metil-deka- 3,6,9-trien-2-on	38
Gambar 4.25: Pola fragmentasi 1,4,8a-trimetil-9-metilen dekahidro 1,6-metanonaftalen	39

Gambar 4.26: Pola fragmentasi 4a,5-dimetil-3-(prop-1-en-2-il)- 1,2,3,4,4a,5,6,7-oktahidronaftalen	40
Gambar 4.27: Pola fragmentasi 4a-metil-1-metilen-7-(prop-1- en-2-il)-dekahidronaftalen	41
Gambar 4.28: Pola fragmentasi 4,8a,9,9-tetrametiloktahidro- 1,6-metanonaftalen-1-ol	41

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1: Kandungan lignin, $\alpha$ -selulosa dan hemiselulosa pada ampas tebu	4
Tabel 4.1: Hasil isolasi lignin ampas tebu	16
Tabel 4.2: Interpretasi spektra IR lignin ampas tebu	17
Tabel 4.3: Data senyawa hasil biodegradasi lignin dalam fase air pada hari ketiga	22
Tabel 4.4: Data senyawa hasil biodegradasi lignin dalam fase air pada hari keenam	24
Tabel 4.5: Data senyawa hasil biodegradasi lignin dalam fase organik pada hari kedua	26
Tabel 4.6: Data senyawa hasil biodegradasi lignin dalam fase air pada hari keempat	29
Tabel 4.6: Data senyawa hasil biodegradasi lignin dalam fase air pada hari keenam	35



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Tahapan Penelitian	51
Lampiran B. Preparasi Bahan Penelitian	51
B.1 Preparasi Ampas Tebu	51
B.2 Preparasi Larutan Toluene:etanol (2:1)	52
B.3 Preparasi Larutan NaOH 5% (b/v)	52
B.4 Preparasi Larutan HCl 6M	53
Lampiran C. Isolasi Lignin Ampas Tebu	53
Lampiran D. Biodegradasi Lignin Ampas Tebu	55
D.1 Pembuatan Media Padat	55
D.2 Penanaman Biakan Murni	56
D.3 Pembuatan Media Cair	56
D.4 Pembuatan Kurva Pertumbuhan	57
D.5 Pembuatan Inokulum	58
D.6 Biodegradasi Lignin Menggunakan <i>Raoultella</i> sp.	59
Lampiran E. Karakterisasi dan Identifikasi Senyawa	60
E.1 Karakterisasi Lignin Hasil Isolasi	60
E.2 Identifikasi Senyawa Hasil Biodegradasi Lignin	60
Lampiran F. Perhitungan Preparasi Bahan Penelitian	61
F.1 Preparasi Larutan NaOH 5%	61
F.2 Preparasi Larutan HCl 6M	61
Lampiran G. Data Rendemen Lignin Hasil Isolasi Ampas Tebu	62
Lampiran H. Data Densitas Optik Sel <i>Raoultella</i> sp	62
Lampiran I. Kromatogram Senyawa Hasil Biodegradasi Lignin	63
Lampiran J. Spektrum Massa Senyawa Hasil Biodegradasi Lignin	65
Lampiran K. Pustaka Spektrum Massa	70
Lampiran L. Spektrum UV-Vis Senyawa Hasil Biodegradasi Lignin	76