



**PENGGUNAAN SEL BEBAS DAN SEL AMOBIL PADA KERAMIK  
DALAM FERMENTASI BERTINGKAT OLEH *Saccharomyces cereviciae*,  
*Pichia ohmeri*, DAN *Gluconobacter thailandicus* UNTUK PRODUKSI  
ARABITOL DAN XYLITOL NIRA TEBU**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Progam Studi Teknologi Pertanian (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh

**Saparingga Wahyu Setyo Utomo  
NIM 061710101010**

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2010**

## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan sebagai rasa terima kasih yang tidak terkira kepada:

1. Ayahanda Prijanto dan Ibu Sri Wahyu Utami tercinta, atas semua pengorbanan, kasih sayang, jerih payah dan doa yang tidak pernah putus untuk diriku;
2. kakakku Yanita Indrasari yang memberi motivasi dan semangat selama ini;
3. guru-guruku sejak TK sampai Perguruan Tinggi terhormat, yang telah memberikan ilmu serta bimbingan yang sangat berharga;
4. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

## MOTTO

*“Allah sumber cahaya yang menyoroti langit dan bumi. Perumpamaan cahaya-Nya, bagai cahaya corong yang berpelita di dalamnya. Pelita itu dalam relung kaca. Relung kaca itu bagai cahaya bintang yang gemerlapan. Cahaya demi cahaya berlapis-lapis. Allah membimbing orang-orang yang dikehendaki-Nya kepada jalan yang menuju cahaya-Nya itu. Allah membuat perumpamaan dalam melipatgandakan petunjuk-Nya kepada manusia. Dan Allah Maha Mengetahui segala-galanya” (QS. An-Nur : 35)\**

*“Jika kamu berada di sore hari jangan tunggu pagi hari, dan jika kamu berada di pagi hari jangan tunggu sore hari, gunakanlah kesehatanmu untuk (persiapan saat) sakitmu dan kehidupanmu untuk kematianmu.” (HR. Bukhori)\*\**

*“Sebaik-baik kamu adalah orang yang tidak meninggalkan (kepentingan) akhiratnya, karena (sibuk dengan kepentingan) dunianya. Dan tidak meninggalkan (kepentingan) dunianya, karena (tekun dengan kepentingan) akhiratnya. Dan tidak memberatkan (jadi tanggungan) orang lain “. (HR. Al-Khatib)\*\**

---

<sup>1)</sup> Departemen Agama Republik Indonesia. 2007. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung: Sya'amil Al Qur'an

<sup>\*\*)</sup> Wahyu. 2010. *Kumpulan Motivasi Islami*. Yogyakarta: Cahaya

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Saparingga Wahyu Setyo Utomo

NIM : 061710101010

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul: *Penggunaan Sel Bebas dan Sel Amobil pada Keramik dalam Fermentasi Bertingkat oleh Saccharomyces cereviciae, Pichia ohmeri, dan Gluconobacter thailandicus untuk Produksi Arabitol dan Xylitol Nira Tebu* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 21 Oktober 2010

Yang menyatakan,

Saparingga Wahyu Setyo Utomo

NIM 061710101010

## **SKRIPSI**

### **PENGGUNAAN SEL BEBAS DAN SEL AMOBIL PADA KERAMIK DALAM FERMENTASI BERTINGKAT OLEH *Saccharomyces cereviciae*, *Pichia ohmeri*, DAN *Gluconobacter thailandicus* UNTUK PRODUKSI ARABITOL DAN XYLITOL NIRA TEBU**

Oleh

Saparingga Wahyu Setyo Utomo  
NIM 061710101010

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Sony Suwasono, M.App.Sc  
Dosen Pembimbing Anggota I : Ir. Mukhammad Fauzi, MSi

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Penggunaan Sel Bebas dan Sel Amobil pada Keramik dalam Fermentasi Bertingkat oleh Saccharomyces cereviciae, Pichia ohmeri, dan Gluconobacter thailandicus untuk Produksi Arabitol dan Xylitol Nira Tebu* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Univesitas Jember pada:

hari : Kamis

tanggal : 21 Oktober 2010

tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Tim penguji  
Ketua,

Dr. Ir. Sony Suwasono, M.App.Sc.  
NIP 19641109 198902 1 002

Anggota I,

Ir. Mukhammad Fauzi, MSi.  
NIP 196307011 198903 1 004

Anggota II,

Ir. Setiadji  
NIP 19470323 197603 1 001

Mengesahkan  
Dekan,

Dr. Ir. Iwan Taruna, M. Eng.  
NIP 19691005 199402 1 001

## RINGKASAN

**Penggunaan Sel Bebas dan Sel Amobil pada Keramik dalam Fermentasi Bertingkat oleh *Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia ohmeri*, dan *Gluconobacter thailandicus* untuk Produksi Arabitol dan Xylitol Nira Tebu;** Saparingga Wahyu Setyo Utomo, 061710101010; 2010; 88 halaman; Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Pemanis alternatif umum digunakan sebagai pengganti gula jenis sukrosa, glukosa atau fruktosa. Tujuan dikembangkan bahan pemanis alternatif antara lain untuk mengembangkan jenis minuman dan makanan dengan jumlah kalori terkontrol, mengontrol program pemeliharaan dan penurunan berat badan, mengurangi kerusakan gigi dan sebagai bahan substitusi pemanis utama. Selain itu, pemanis alternatif dengan nilai kalori rendah sangat dibutuhkan untuk penderita diabetes atau gula tinggi sebagai bahan substitusi gula reduksi lainnya. Saat ini banyak dikembangkan penelitian-penelitian untuk memproduksi xylitol yang lebih efektif, efisien serta ekonomis yaitu dengan cara fermentasi menggunakan bantuan mikroorganisme yang mempunyai kemampuan dalam produksi xylitol.

Penelitian produksi arabitol dan xylitol dalam fermentasi Bertahap oleh *Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia ohmeri* dan *Gluconobacter thailandicus* dengan penggunaan sel bebas dan sel amobil pada keramik diinkubasi dengan cara aerasi menggunakan shaker dengan kecepatan 75 rpm, pada suhu 30 °C selama 72 jam dan dilakukan pengamatan pada jam ke-0, 6, 12, 24, 48 dan 72.

Hasil fermentasi nira tebu dengan konsentrasi sukrosa sebesar 68.164 ppm menggunakan sel bebas *S. cerevisiae* mampu menghasilkan glukosa pada jam ke-24 sebesar 63.919 ppm. Kemudian pada fermentasi kedua menggunakan sel bebas

*P. ohmeri* dengan glukosa berkonsentrasi 63.919 ppm dihasilkan arabitol sebesar 2.802 ppm pada jam ke-72 dan pada fermentasi tahap ketiga dengan menggunakan sel bebas *G. thailandicus* berkonsentrasi arabitol sebesar 2.802 ppm diperoleh xylitol sebesar 702 ppm pada jam ke-72;

Hasil fermentasi nira tebu dengan konsentrasi sukrosa sebesar 73.440 ppm menggunakan sel amobil dalam keramik *S. cerevisiae* mampu menghasilkan glukosa pada jam ke-72 sebesar 49.443 ppm. Kemudian pada fermentasi kedua menggunakan sel amobil *P. ohmeri* dengan glukosa berkonsentrasi 49.443 ppm dihasilkan arabitol sebesar 3037 ppm pada jam ke-72 dan pada fermentasi tahap ketiga dengan menggunakan sel amobil *G. thailandicus* berkonsentrasi arabitol sebesar 3037 ppm diperoleh xylitol sebesar 595 ppm pada jam ke-72.



## PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Penggunaan Sel Bebas dan Sel Amobil pada Keramik dalam Fermentasi Bertingkat oleh Saccharomyces cereviciae, Pichia ohmeri, dan Gluconobacter thailandicus untuk Produksi Arabitol dan Xylitol Nira Tebu* . Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih pada:

1. Dr. Ir. Iwan Taruna, M. Eng., selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian;
2. Ir. M. Fauzi, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian dan Dosen Pembimbing Anggota I;
3. Ir. Tamtarini, M.S., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing dan memberi dukungan serta saran selama menjadi mahasiswa;
4. Dr. Ir. Sony Suwasono, M.App.Sc., selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Ir. Setiadji, selaku Dosen Pembimbing Anggota II yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
5. segenap dosen dan karyawan Fakultas Teknologi Pertanian;
6. rekan penelitianku Deti, Shagita, dan Reni yang telah membantu analisis dan memberi dorongan semangat;
7. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Oktober 2010

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	i
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	vi
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>PRAKATA</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....	3
<b>1.4 Manfaat Penelitian</b> .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
<b>2.1 Makanan Fungsional</b> .....	5
<b>2.2 Bahan Pemanis</b> .....	6
<b>2.3 Klasifikasi Bahan Pemanis</b> .....	6
2.3.1 Berdasarkan Proses Produksi.....	6
2.3.2 Berdasarkan Fungsi.....	7
<b>2.4 Jenis Pemanis</b> .....	7
2.4.1 Gula Invert .....	7
2.4.2 Sukrosa.....	8
2.4.3 Glukosa .....	8
2.4.4 Fruktosa.....	9

2.4.5 Arabitol .....	9
2.4.6 Xylitol .....	10
2.4.7 Aspartam .....	11
2.4.8 Sorbitol.....	11
2.4.9 Manitol.....	12
<b>2.5 Nira Tebu .....</b>	<b>12</b>
<b>2.6 Produksi Xylitol Secara Enzimatis .....</b>	<b>14</b>
<b>2.7 Media Pertumbuhan Mikroorganismes Dalam Proses</b>	
<b>Produksi Xylitol Secara Enzimatis .....</b>	<b>16</b>
<b>2.8 Kondisi yang Diperlukan Untuk Pertumbuhan</b>	
<b>Mikroorganismes .....</b>	<b>17</b>
<b>2.9 Mikroorganismes Dalam Proses Produksi Xylitol Secara</b>	
<b>Enzimatis.....</b>	<b>18</b>
2.9.1 <i>Gluconobacter thailandicus</i> .....	19
2.9.2 <i>Pichia ohmeri</i> .....	19
2.9.3 <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	20
<b>2.10 Perombakan Glukosa Selama Proses Fermentasi.....</b>	<b>21</b>
<b>2.11 Manfaat Xylitol Bagi Tubuh .....</b>	<b>22</b>
2.11.1 Manfaat Bagi Kesehatan Gigi .....	23
2.11.2 Manfaat Bagi Penderita Diabetes.....	23
2.11.3 Manfaat Lain Xylitol.....	24
<b>2.11 Imobilisasi Sel .....</b>	<b>24</b>
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>26</b>
<b>3.1 Bahan dan Alat Penelitian .....</b>	<b>26</b>
3.1.1 Bahan Penelitian .....	26
3.1.2 Alat Penelitian.....	26
<b>3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....</b>	<b>27</b>
<b>3.3 Metode Penelitian .....</b>	<b>27</b>
3.3.1 Rancangan Penelitian.....	27
3.3.2 Analisa Data.....	27
3.3.3 Pelaksanaan Penelitian.....	27
3.3.4 Parameter Pengamatan.....	35

<b>3.4 Prosedur Analisis</b> .....	35
3.4.1 pH.....	35
3.4.2 Pertumbuhan sel (Optical Density).....	35
3.4.3 Analisa Kadar Sukrosa, Glukosa, Arabitol dan Xylitol.....	36
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	35
<b>4.1 Hidrolisis Sukrosa Nira Tebu Oleh</b>	
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	38
4.1.1 Pertumbuhan <i>Saccharomyces cecrevisiae</i> .....	38
4.1.2 Perubahan Keasaman (pH) .....	40
4.1.3 Perubahan Sukrosa Menjadi Glukosa .....	41
<b>4.2 Produksi Arabitol Secara Mikrobiologis Oleh <i>Pichia ohmeri</i></b> .....	44
4.2.1 Pertumbuhan <i>Pichia ohmeri</i> .....	44
4.2.2 Perubahan Keasaman (pH) .....	45
4.2.3 Perubahan Glukosa Menjadi Arabitol.....	46
<b>4.3 Produksi Xylitol Secara Mikrobiologis Oleh</b>	
<i>Gluconobacter thailandicus</i> .....	49
4.3.1 Pertumbuhan <i>Gluconobacter thailandicus</i> .....	49
4.3.2 Perubahan Keasaman (pH) .....	50
4.3.3 Perubahan Arabitol Menjadi Xylitol.....	52
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	55
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	55
<b>5.2 Saran</b> .....	56
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	57
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b> .....	62

## DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Komposisi Nira Tebu .....	13

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Struktur Bangun Arabitol .....	10
2.2 Struktur Bangun Xylitol .....	11
2.3 Sel <i>Gluconobacter thailandicus</i> Dilihat Dibawah Mikroskop .....	19
2.4 Sel <i>Pichia ohmeri</i> Dilihat Dibawah Mikroskop .....	20
2.5 Sel <i>Saccharomyces cerevisiae</i> Dilihat Dibawah Mikroskop .....	21
2.6 Jalur Embden-Meyerhoff untuk Disimilasi Glukosa.....	21
2.7 Fermentasi Asam Piruvat Menjadi Asam Asetat dan Etil Alkohol.....	22
3.1 Diagram Alir Pengembangan Kultur <i>S. cerevisiae</i> .....	29
3.2 Diagram Alir Pengembangan Kultur <i>P. ohmeri</i> .....	29
3.3 Diagram Alir Pengembangan Kultur <i>G. thailandicus</i> .....	30
3.4 Diagram Alir Amobilisasi Sel pada Keramik.....	30
3.5 Diagram Alir Diagram Alir Fermentasi <i>S. cerevisiae</i> .....	32
3.6 Diagram Alir Fermentasi <i>P. ohmeri</i> .....	33
3.7 Diagram Alir Diagram Alir Fermentasi <i>G. thailandicus</i> .....	34
4.1 Jumlah sel <i>S. cerevisiae</i> pada media nira tebu dalam bentuk sel bebas dan sel amobil keramik .....	38
4.2 Perubahan nilai pH selama fermentasi <i>Saccharomyces cerevisiae</i> dalam bentuk sel bebas dan sel amobil amobil.....	40
4.3 Jumlah Sukrosa dan Glukosa pada Media Broth 1 (a) Sel bebas (b) Sel Amobil Keramik Pada Fermentasi <i>S. cerevisiae</i> ulangan 1.....	41
4.4 Proses inversi sukrosa oleh enzim invertase.....	43

4.5 Jumlah sel <i>P. ohmeri</i> pada media broth ke-2 dalam bentuk sel bebas dan sel amobil keramik .....	44
4.6 Perubahan nilai pH selama fermentasi <i>P. ohmeri</i> dalam bentuk sel bebas dan sel amobil amobil.....	45
4.7 Jumlah Sukrosa, Glukosa dan Arabitol pada Media broth 2 (a) Sel bebas (b) Sel Amobil Keramik Pada Fermentasi <i>P. ohmeri</i> Ulangan 1.....	43
4.8 Proses Konversi Glukosa menjadi D-arabitol oleh Enzim Arabitol Dehidrogenase oleh <i>Pichia ohmeri</i> .....	49
4.9 Jumlah sel <i>G. thailandicus</i> pada media broth ke-3 dalam bentuk sel bebas dan sel amobil keramik.....	50
4.10 Perubahan nilai pH selama fermentasi <i>G. thailandicus</i> dalam bentuk sel bebas dan sel amobil amobil.....	51
4.11. Jumlah Sukrosa, Glukosa, Arabitol dan Xylitol pada Media broth 3 (a) Sel bebas (b) Sel Amobil Pada Fermentasi <i>G. thailandicus</i> Ulangan 1.....	52
4.12 Produksi Xylitol oleh <i>G. thailandicus</i> .....	48

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Fermentasi oleh <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	62
a. Pertumbuhan.....	62
b. Perubahan Keasaman (pH).....	63
2. Fermentasi oleh <i>Pichia ohmeri</i> .....	64
a. Pertumbuhan.....	64
b. Perubahan Keasaman (pH).....	65
3. Fermentasi oleh <i>Gluconobacter thailandicus</i> .....	65
a. Pertumbuhan.....	65
b. Perubahan Keasaman (pH).....	67
4. Analisa Kadar Sukrosa, glukosa pada Broth1, Sukrosa, glukosa, Arabitol pada Broth 2, Sukrosa, glukosa, Arabitol dan Xylitol pada Broth3.....	67
a. Kurva Standart HPLC.....	67
b. Data Sampel Sel Bebas Fermentasi Ulangan 1.....	69
c. Data Sampel Sel Amobil Fermentasi Ulangan 1.....	70
d. Data Sampel Sel Bebas Fermentasi Ulangan 2.....	72
e. Data Sampel Sel Amobil Fermentasi Ulangan 2.....	72
5. Grafik Standart Sukrosa, Glukosa, Arabitol, Xylitol.....	73