



**APLIKASI *Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia ohmeri*, DAN *Gluconobacter thailandicus* DALAM BENTUK SEL BEBAS DAN TERIMMOBILISASI GEL ALGINAT UNTUK PRODUKSI ARABITOL DAN XYLITOL NIRA TEBU**

**SKRIPSI**

oleh

**Shagita Noviandha Sukoco  
NIM 061710101034**

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



**APLIKASI *Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia ohmeri*, DAN *Gluconobacter thailandicus* DALAM BENTUK SEL BEBAS DAN TERIMMOBILISASI GEL ALGINAT UNTUK PRODUKSI ARABITOL DAN XYLITOL NIRA TEBU**

**SKRIPSI**

diajukan guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan  
Program Studi Teknologi Hasil Pertanian (S1) dan  
mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

oleh

**Shagita Noviandha Sukoco**  
**NIM 061710101034**

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

## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini Gita persembahkan untuk:

1. Ibu Indah C. Amperawati dan Ayah B. R. Sukotjo tersayang, yang tidak pernah henti berdoa dan memberi kasih sayangnya hingga Gita bisa melangkah sejauh ini;
2. guru-guruku sejak taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi, yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran;
3. 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)<sup>1)</sup>

Ia tak pernah sekalipun menyerah. Ibuku adalah pahlawanku.

(Khoiro Ulfa)\*\*)

Tak akan kekal suka cita yang engkau rasakan kini,  
Dan kesedihan pun tak akan mengembalikan yang telah hilang

(‘Aid Abdullah Al-Qarni \*\*\*)

---

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

\*\*\*) Ulfa, Khoiro. 2010. *Malaikat Kecilku*. Yogyakarta: Flash Book

\*\*\*') Al-Qarni, 'Aid Abdullah. 2008. *La Tahzan For Smart Muslimah Sepenuh Hati menjadi Wanita Teladan*. Jakarta: Grafindo

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Shagita Noviandha Sukoco

NIM : 061710101034

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul : *Aplikasi Saccharomyces cerevisiae, Pichia ohmeri, dan Gluconobacter thailandicus dalam Bentuk Sel Bebas dan Terimmobilisasi Gel Alginat untuk Produksi Arabitol dan Xylitol Nira Tebu* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika 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 manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 18 Oktober 2010

Yang Menyatakan,

Shagita Noviandha Sukoco  
NIM 061710101034

## SKRIPSI

***APLIKASI Saccharomyces cerevisiae, Pichia ohmeri, DAN Gluconobacter thailandicus* DALAM BENTUK SEL BEBAS DAN TERIMMOBILISASI GEL ALGINAT UNTUK PRODUKSI ARABITOL DAN XYLITOL NIRA TEBU**

oleh

Shagita Noviandha Sukoco  
NIM 061710101034

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Sony Suwasono, M.App.Sc.  
Dosen Pembimbing Anggota I : Dr. Ir. Jayus

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Aplikasi Saccharomyces cerevisiae, Pichia ohmeri, dan Gluconobacter thailandicus dalam Bentuk Sel Bebas dan Terimmobilisasi Gel Alginat Untuk Produksi Arabitol dan Xylitol Nira Tebu* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada :

hari : Senin  
tanggal : 18 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,

Anggota II,

Dr. Ir. Jayus  
NIP 19680516 199203 1 004

Ir. Setiadji  
NIP 19470323 197603 1 001

Mengesahkan  
Dekan,

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

## RINGKASAN

**Aplikasi *Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia ohmeri*, dan *Gluconobacter thailandicus* dalam Bentuk Sel Bebas dan Terimmobilisasi Gel Alginat untuk Produksi Arabitol dan Xylitol Nira Tebu;** Shagita Noviandha Sukoco, 061710101034; 2010; 71 halaman; Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Nira tebu yang selama ini diproduksi sebagian besar digunakan sebagai bahan pembuat gula (sukrosa). Dimana kita tahu bahwa sukrosa merupakan disakarida yang memerlukan insulin dalam proses metabolismenya sehingga tidak baik digunakan untuk penderita diabetes. Untuk itu perlu dikembangkan adanya pemanis alternatif yang tidak memerlukan insulin dalam proses ametabolismenya. Dengan semakin berkembangnya teknologi dan semakin terbukanya wawasan masyarakat terhadap pentingnya kesehatan maka perlahan-lahan masyarakat mulai mencari alternatif pemanis alami yang lebih aman dan bermanfaat untuk dikonsumsi. Salah satu pemanis alternatif pengganti sukrosa yang potensial adalah xylitol yang merupakan gula alkohol jenis pentitol dengan rumus umum  $C_5H_{12}O_5$ .

Selama ini produksi xylitol dalam skala industri sebagian besar dilakukan dengan proses kimiawi yaitu dengan hidrogenasi D-xylose menggunakan larutan asam yang memerlukan biaya yang relatif mahal, disamping hasil yang diperoleh dari hidrolisa tanaman sangat rendah. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk memproduksi xylitol dengan biaya lebih murah yaitu menggunakan proses mikrobiologis dari hasil fermentasi dengan kombinasi tiga mikroba *S. cerevisiae*, *P. ohmeri*, dan *G. thailandicus*. Namun proses fermentasi dengan menggunakan inokulum mikroba secara langsung masih kurang efektif untuk memproduksi xylitol sehingga untuk meningkatkan produksi fermentasi dapat dilakukan dengan mengimmobilisasi sel masing-masing mikroba tersebut dalam gel alginat sehingga diperoleh hasil yang lebih jernih, bebas dari suspensi sel mikroba dan dapat



digunakan berulang-ulang. Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan sel mikroba dalam bentuk bebas dan amobil untuk memproduksi xylitol dan mengetahui pengaruh waktu fermentasi terhadap kuantitas xylitol yang dihasilkan.

Penelitian produksi xylitol secara mikrobiologis dengan fermentasi bertingkat menggunakan 3 mikroba dilakukan dengan variasi bentuk sel bebas dan immobil gel alginat. Masing-masing media fermentasi baik untuk *S. cerevisiae*, *P. ohmeri*, dan *G. thailandicus* 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. Diamati nilai pH, pertumbuhan mikroba serta produk yang dihasilkan meliputi sukrosa, glukosa, arabitol dan xylitol.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada fermentasi nira tebu dengan konsentrasi sukrosa sebesar 68,164 g/L menggunakan sel bebas *S. cerevisiae* mampu menghasilkan glukosa pada jam ke-72 sebesar 63,919 g/L. Sel bebas *P.ohmeri* pada media glukosa menghasilkan arabitol sebesar 2,802 g/L pada jam ke-72. Sel bebas *G. thailandicus* pada media arabitol menghasilkan xylitol sebesar 0,702 g/L pada jam ke-72. Sedangkan pada fermentasi nira tebu dengan konsentrasi sukrosa sebesar 68,164 g/L menggunakan sel immobil alginat *S. cerevisiae* mampu menghasilkan glukosa pada jam ke-72 sebesar 37,295 g/L. Sel immobil alginat *P. ohmeri* pada media glukosa menghasilkan arabitol sebesar 2,789 g/L pada jam ke-72. Sel immobil *G. thailandicus* pada media arabitol menghasilkan xylitol sebesar 0,401 g/L pada jam ke-72;

## PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul : *Aplikasi Saccharomyces cerevisiae, Pichia ohmeri dan Gluconobacter thailandicus dalam Bentuk Sel Bebas dan Terimmobilisasi Gel Alginat Untuk Produksi Arabitol dan Xylitol Nira Tebu*. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Iwan Taruna, M.Eng selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
2. Ir. Mukhamad Fauzi, M.Si selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember ;
3. Dr. Ir. Sony Suwasono, M.App.Sc., selaku Dosen Pembimbing Utama, yang telah memberikan dukungan, bimbingan dan nasehat yang berharga sejak awal hingga selesainya penyusunan skripsi ini;
4. Dr. Ir. Jayus, selaku Dosen Pembimbing Anggota, serta Ir. Setiadji, selaku Dosen Penguji Anggota II yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
5. Ir. Achmad Subagio, M.Agr., Ph.D., selaku Dosen Wali yang telah memberikan nasehat dan bimbingan kepada penulis selama menuntut ilmu di Fakultas Teknologi Pertanian;
6. para dosen Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
7. para teknisi laboratorium (mbak Neny, pak Min, mbak Ketut, mbak Sari, mbak Wim dan pak Mistar) atas kerja sama dan bantuannya;
8. bapak, ibu, dan adik-adikku yang telah memberikan kasih sayang, perhatian, dan dukungan moral spiritual hingga Gita bisa sampai pada saat ini;

9. M. Rosyid Ridho yang telah memberikan cinta setulus hati dan perhatian selama ini serta kesabaran yang tak ada habisnya sehingga mampu meredam ego dan emosi Gita yang labil;
10. sahabat-sahabat Gita, Dina dan Deti, yang telah menemani hari-hari Gita selama masa kuliah dengan canda tawa;
11. tim xylitol, Angga 'si anak keramik', Reni 'si anak busa' dan Deti 'si anak manik', tidak terasa kita berhasil melalui setahun ini dengan suka dan duka bersama-sama;
12. teman-teman THP 2006, Nana, Vita, Imut, Tika, Anggi, Suci, Shinta, Andi, Rio, Wicak, Pungky, Resa, Tito, Dwi, Niken, Tyas, Ayu, Sandy, Hardy serta teman-teman lainnya;
13. adik-adik angkatan 2007 dan 2008;
14. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat.

Jember, Oktober 2010

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<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> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xviii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....	3
<b>1.4 Manfaat Penelitian</b> .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
<b>2.1 Tanaman Tebu</b> .....	5
<b>2.2 Nira Tebu</b> .....	5
2.2.1 Komposisi Nira Tebu.....	6
2.2.2 Sifat Nira Tebu.....	8
<b>2.3 Sukrosa</b> .....	9
<b>2.4 Gula Reduksi</b> .....	10
2.4.1 Glukosa .....	11

2.4.2 Fruktosa.....	12
<b>2.5 Gula Alkohol.....</b>	<b>12</b>
2.5.1 Arabitol .....	13
2.5.2 Xylitol .....	14
<b>2.6 Mikroorganisme dalam Proses Produksi Xylitol Secara Enzimatis.....</b>	<b>16</b>
2.6.1 <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	17
2.6.2 <i>Pichia ohmeri</i> .....	18
2.6.3 <i>Gluconobacter thailandicus</i> .....	19
<b>2.7 Perombakan Glukosa Selama Proses Fermentasi.....</b>	<b>20</b>
<b>2.8 Produksi Glukosa oleh <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....</b>	<b>22</b>
<b>2.9 Produksi Arabitol oleh <i>Pichia ohmeri</i> .....</b>	<b>23</b>
<b>2.10 Produksi Xylitol oleh <i>Gluconobacter thailandicus</i> .....</b>	<b>24</b>
<b>2.11 Immobilisasi Sel dengan Gel Alginat.....</b>	<b>24</b>
<b>2.12 Manfaat Xylitol.....</b>	<b>26</b>
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>28</b>
<b>3.1 Bahan dan Alat Penelitian .....</b>	<b>28</b>
3.1.1 Bahan Penelitian .....	28
3.1.2 Alat Penelitian.....	28
<b>3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....</b>	<b>29</b>
<b>3.3 Metode Penelitian .....</b>	<b>29</b>
3.3.1 Rancangan Penelitian.....	29
3.3.2 Analisa Data.....	29
3.3.3 Pelaksanaan Penelitian.....	30
3.3.4 Parameter Pengamatan.....	36
<b>3.4 Prosedur Analisis.....</b>	<b>36</b>
3.4.1 Pertumbuhan Sel ( <i>optical density</i> ) .....	36
3.4.2 pH.....	37
3.4.3 Kadar Sukrosa, Glukosa, Arabitol dan Xylitol .....	37

<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>39</b>
<b>4.1 Produksi Glukosa Secara Mikrobiologis oleh</b> <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	39
4.1.1 Pertumbuhan .....	39
4.1.2 Perubahan Keasaman (pH) .....	41
4.1.3 Perubahan Sukrosa Menjadi Glukosa .....	43
<b>4.2 Produksi Arabitol Secara Mikrobiologis oleh <i>Pichia ohmeri</i>..</b>	<b>46</b>
4.2.1 Pertumbuhan .....	46
4.2.2 Perubahan Keasaman (pH) .....	47
4.2.3 Perubahan Glukosa Menjadi Arabitol.....	48
<b>4.3 Produksi Xylitol Secara Mikrobiologis oleh</b> <i>Gluconobacter thailandicus</i> .....	51
4.3.1 Pertumbuhan .....	51
4.3.2 Perubahan Keasaman (pH) .....	53
4.3.3 Perubahan Sukrosa Menjadi Xylitol .....	54
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>58</b>
<b>5.1 Kesimpulan.....</b>	<b>58</b>
<b>5.2 Saran.....</b>	<b>58</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>59</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN .....</b>	<b>63</b>
<b>A. Produksi Glukosa Secara Mikrobiologis oleh <i>Saccharomyces</i></b> <i>cerevisiae</i> .....	63
<b>B. Produksi Glukosa Secara Mikrobiologis oleh <i>Pichia ohmeri</i> .....</b>	<b>66</b>
<b>C. Produksi Xylitol Secara Mikrobiologis oleh</b> <i>Gluconobacter thailandicus</i> .....	69

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
2.1 Komposisi Nira Tebu .....	6
2.2 Komposisi Komponen-Komponen Zat Bukan Gula .....	7
2.3 Beberapa Genus dan Spesies Mikroorganisme yang Dapat Digunakan untuk Produksi Xylitol .....	16

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
2.1 Struktur Molekul Sukrosa.....	8
2.2 Struktur Molekul Glukosa .....	10
2.3 Struktur Bangun Arabitol .....	12
2.4 Struktur Bangun Xylitol .....	13
2.5 <i>Saccharomyces cerevisiae</i> Dilihat dari DIC Mikroskopi.....	16
2.6 Sel <i>Pichia ohmeri</i> Dilihat dari DIC Mikroskopi.....	17
2.7 Koloni <i>Pichia ohmeri</i> Pada Media Malt Extract Agar .....	17
2.8 Sel <i>Gluconobacter thailandicus</i> Dilihat dari DIC Mikroskopi .....	18
2.9 Jalur Embden-Meyerhoff untuk Disimilasi Glukosa.....	21
2.10 Fermentasi Asam Piruvat Menjadi Asam Asetat dan Etil Alkohol .....	21
2.11 Proses Inversi Sukrosa oleh Enzim Invertase.....	22
2.12 Perubahan Arabitol Menjadi Xylitol .....	23
2.13 Produksi Xylitol oleh <i>G. thailandicus</i> . .....	24
3.1 Diagram Alir Rancangan Penelitian Produksi Arabitol dan Xylitol.....	30
3.2 Diagram Alir Pertumbuhan <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Pichia ohmeri</i> , dan <i>Gluconobacter thailandicus</i> pada Masing-masing Media.....	33
3.3 Diagram Alir Pembuatan Sel Immobil Gel Alginat .....	34
3.4 Sel Imobil Gel Alginat.....	34
3.5 Inkubasi Media Nira Menggunakan <i>Shaker</i> Inkubator.....	36
4.1 Jumlah Sel pada Pertumbuhan <i>S. cerevisiae</i> Bentuk Bebas dan Terimmobilisasi pada Media Nira Tebu.....	40
4.2 Keasaman Media Nira Tebu Selama Fermentasi oleh <i>S. Cerevisiae</i> Bentuk Bebas dan Terimmobilisasi Gel Alginat.....	42
4.3 Perubahan Jumlah Sukrosa dan Glukosa Selama Proses Fermentasi pada Media Nira Tebu Menggunakan Sel Bebas <i>S. cerevisiae</i> .....	43



4.4	Perubahan Jumlah Sukrosa dan Glukosa Selama Proses Fermentasi pada Media Nira Tebu Menggunakan Sel Amobil Alginat <i>S. cerevisiae</i> .....	44
4.5	Jumlah Sel pada Pertumbuhan <i>P. ohmeri</i> Bentuk Bebas dan Terimmobilisasi pada Media Nira Tebu.....	47
4.6	Keasaman Media Fermentasi Nira Tebu Selama Fermentasi oleh <i>P. ohmeri</i> Bentuk Bebas dan Terimmobilisasi dalam Gel Alginat.....	48
4.7	Perubahan Jumlah Sukrosa, Glukosa dan Arabitol Selama Proses Fermentasi pada Media Nira Tebu Menggunakan Sel Bebas <i>P. ohmeri</i> .....	50
4.8	Perubahan Jumlah Sukrosa, Glukosa dan Arabitol Selama Proses Fermentasi pada Media Nira Tebu Menggunakan Sel Amobil Alginat <i>P. ohmeri</i> .....	52
4.9	Jumlah Sel pada Pertumbuhan <i>G. thailandicus</i> Bentuk Bebas dan Terimmobilisasi pada Media Nira Tebu.....	53
4.10	Keasaman Media Nira Tebu Selama Fermentasi oleh <i>G. thailandicus</i> Bentuk Bebas dan Terimmobilisasi dalam Gel Alginat.....	54
4.11	Perubahan Jumlah Sukrosa, Glukosa, Arabitol dan Xylitol Selama Proses Fermentasi pada Media Nira Tebu Menggunakan Sel Bebas <i>G. thailandicus</i>	55
4.12	Perubahan Jumlah Sukrosa, Glukosa, Arabitol dan Xylitol Selama Proses Fermentasi pada Media Nira Tebu Menggunakan Sel Amobil Alginat <i>G. thailandicus</i> .....	57

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
<b>A. Produksi Glukosa Secara Mikrobiologis oleh <i>Saccharomyces cerevisiae</i></b> .....	63
A.1 Pertumbuhan.....	63
A.2 Perubahan Keasaman.....	64
A.3 Perubahan Sukrosa Menjadi Glukosa.....	65
<b>B. Produksi Glukosa Secara Mikrobiologis oleh <i>Pichia ohmeri</i></b> .....	66
B.1 Pertumbuhan .....	66
B.2 Perubahan Keasaman.....	68
B.3 Perubahan Glukosa Menjadi Arabitol .....	68
<b>C. Produksi Xylitol Secara Mikrobiologis oleh <i>Gluconobacter thailandicus</i></b> .....	69
C.1 Pertumbuhan.....	69
C.2 Perubahan Keasaman.....	70
C.3 Perubahan Arabitol Menjadi Xylitol .....	71