

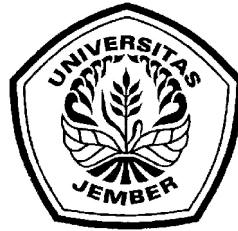
**PRODUKSI ARABITOL DAN XYLITOL NIRA TEBU DENGAN
APLIKASI *Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia ohmeri*, DAN *Gluconobacter
thailandicus* DALAM BENTUK SEL BEBAS DAN SEL AMOBIL
MENGUNAKAN MANIK KAYU**

SKRIPSI

Oleh

**Deti Rahayu Murti
NIM 061710101044**

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



**PRODUKSI ARABITOL DAN XYLITOL NIRA TEBU DENGAN
APLIKASI *Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia ohmeri*, DAN *Gluconobacter
thailandicus* DALAM BENTUK SEL BEBAS DAN SEL AMOBIL
MENGUNAKAN MANIK KAYU**

SKRIPSI

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

Oleh

**Deti Rahayu Murti
NIM 061710101044**

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

MOTTO

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.

*(Terjemahan Surat Al-Mujadalah Ayat 11)*¹

Semua bermula dari hati. Ketika hati jernih, ada kesiapan untuk belajar lebih banyak, ada semangat lebih besar untuk menambah ilmu, ada hasrat lebih kuat untuk memberi yang terbaik dan setelah hati yang jernih, akan ada ilmu yang menerangi.

*(Pepatah Arab)*²

Seseorang dengan tujuan yang jelas akan membuat kemajuan, walaupun melewati jalan yang sulit. Seseorang tanpa tujuan, tidak akan membuat kemajuan, walaupun berada di jalan yang mulus.

(Penulis)

¹ Departemen Agama RI. 2005. *Al-Qur'an dan Terjemahnya*. Bandung: PT Syaamil Cipta Media

² Al-Husainy, A. A. 2005. *Hikmah dari Seberang*. Solo: Pustaka Zawiyah

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda dan Ayahanda tercinta, yang telah mendoakan, memotivasi, memberi kasih sayang serta pengorbanan selama ini;
2. Keluarga serta kerabat dari pihak ibu dan ayah;
3. Pembimbing dan penyalur ilmuku, guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai perguruan tinggi;
4. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
5. Untuk para pengukir hati yang pernah memasuki kehidupanku, yang sekedar lewat atau tinggal.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Deti Rahayu Murti

NIM : 061710101044

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis yang berjudul *Produksi Arabitol dan Xylitol Nira Tebu dengan Aplikasi Saccharomyces cerevisiae, Pichia ohmeri, dan Gluconobacter thailandicus dalam Bentuk Sel Bebas dan Sel Amobil Menggunakan Manik Kayu* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, 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 di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 18 Oktober 2010

Yang menyatakan,

Deti Rahayu Murti
NIM 061710101044

SKRIPSI

**PRODUKSI ARABITOL DAN XYLITOL NIRA TEBU DENGAN APLIKASI
Saccharomyces cerevisiae, *Pichia ohmeri*, DAN *Gluconobacter thailandicus*
DALAM BENTUK SEL BEBAS DAN SEL AMOBIL
MENGUNAKAN MANIK KAYU**

Oleh

Deti Rahayu Murti
NIM 061710101044

Pembimbing:

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

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Ir. Jayus

PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Produksi Arabitol dan Xylitol Nira Tebu dengan Aplikasi Saccharomyces cerevisiae, Pichia ohmeri, dan Gluconobacter thailandicus dalam Bentuk Sel Bebas dan Sel Amobil Menggunakan Manik Kayu* 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 196411091989021002

Anggota I,

Anggota II,

Dr. Ir. Jayus
NIP 196805161992031004

Ir. Giyarto, M.Sc.
NIP 196607181993031013

Mengesahkan

Dekan,

Dr. Ir. Iwan Taruna, M.Eng.
NIP 196910051994021001

RINGKASAN

Produksi Arabitol dan Xylitol Nira Tebu dengan Aplikasi *Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia ohmeri*, dan *Gluconobacter thailandicus* dalam Bentuk Sel Bebas dan Sel Amobil Menggunakan Manik Kayu; Deti Rahayu Murti; 061710101044; 2010; 93 halaman; Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Pemanis jenis sukrosa yang diproduksi dari nira tebu dan sangat populer di masyarakat memiliki dampak yang tidak baik bagi kesehatan karena sukrosa memerlukan hormon insulin dalam proses metabolismenya, sehingga tidak baik digunakan untuk penderita diabetes dan dapat memicu terjadinya karies gigi dengan keberadaan mikroba *Streptococcus mutans*. Oleh karena itu, perlu adanya pemanis alternatif dari nira tebu, yang memiliki sifat menyerupai sukrosa, tetapi aman bagi kesehatan, seperti arabitol dan xylitol. Produksi xylitol secara komersial sebagian besar masih dilakukan secara kimiawi dengan cara hidrogenasi D-xylose menggunakan larutan asam yang memerlukan biaya relatif mahal dan hasil yang diperoleh dari cara tersebut cukup rendah. Produksi arabitol sebagian besar juga masih dilakukan dengan menggunakan bahan glukosa murni atau arabinose yang harganya cukup mahal, sehingga perlu dilakukan produksi arabitol dan xylitol dengan cara yang lebih efektif, efisien, serta ekonomis dalam hal biaya dan produktivitas. Salah satunya dengan cara memproduksi arabitol dan xylitol menggunakan bantuan mikroorganisme yang memiliki kemampuan untuk produksi arabitol dan xylitol, seperti *Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia ohmeri*, dan *Gluconobacter thailandicus* dengan aplikasi teknik imobilisasi sel menggunakan manik-manik kayu yang tekniknya cukup sederhana dan dilakukan pada media nira tebu yang memiliki kandungan sukrosa yang tinggi, sehingga dapat dihasilkan arabitol dan xylitol nira tebu yang aman dan sehat dengan tingkat produktivitas optimal. Namun, lama fermentasi optimal dan kuantitas produksi

arabitol dan xylitol nira tebu dengan sel amobil menggunakan manik-manik kayu serta pengaruh imobilisasi sel dengan manik-manik kayu terhadap kuantitas produksi arabitol dan xylitol nira tebu masih belum diketahui, sehingga perlu dilakukan penelitian. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan *S. cerevisiae*, *P. ohmeri*, dan *G. thailandicus* dalam produksi arabitol dan xylitol melalui fermentasi bertahap, untuk mengetahui lama fermentasi optimal dan kuantitas produksi arabitol dan xylitol nira tebu dengan sel amobil menggunakan manik-manik kayu serta pengaruh imobilisasi sel dengan manik-manik kayu terhadap kuantitas produksi arabitol dan xylitol nira tebu.

Penelitian dilakukan menggunakan nira tebu yang difermentasikan secara bertahap dengan aplikasi *S. cerevisiae*, *P. ohmeri*, dan *G. thailandicus* dalam bentuk sel bebas dan sel amobil menggunakan manik-manik kayu. Dalam pelaksanaannya, media fermentasi diinkubasi dalam *waterbath shaker* pada suhu 30 °C selama 72 jam dengan kecepatan 75-80 r.p.m. Pengambilan sampel untuk tiap tahapan fermentasi dilakukan pada jam ke- 0, 6, 12, 24, 48, dan 72, kemudian sampel siap dianalisis. Parameter pengamatan meliputi: pertumbuhan sel mikroba (total mikroba), pH media, dan kadar sukrosa, glukosa, arabitol serta xylitol.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada lama fermentasi 24 jam dengan *S. cerevisiae* bentuk sel bebas dan sel amobil mampu menghasilkan glukosa sebesar 37.117 ppm dan 31.699 ppm, pada lama fermentasi 48 jam dengan *P. ohmeri* bentuk sel bebas dan sel amobil mampu menghasilkan arabitol sebesar 1.016 ppm dan 2.954 ppm. Sedangkan, pada lama fermentasi 72 jam dengan *G. thailandicus* bentuk sel bebas dan sel amobil menghasilkan xylitol sebesar 702 ppm dan 617 ppm.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan sel *S. cerevisiae*, *P. ohmeri*, dan *G. thailandicus* dalam bentuk bebas maupun amobil melalui fermentasi secara bertingkat dengan media nira tebu mampu menghasilkan arabitol dan xylitol.

PRAKATA

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

Skripsi ini mengulas tentang produksi arabitol dan xylitol dari nira tebu dengan aplikasi tiga jenis mikroba dalam bentuk bebas dan sel amobil menggunakan manik kayu pada proses fermentasi secara bertingkat, yaitu konversi sukrosa nira tebu menjadi glukosa oleh *S. cerevisiae*, konversi glukosa menjadi arabitol oleh *P. ohmeri*, dan konversi arabitol menjadi xylitol oleh *G. thailandicus*.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan dan arahan dari berbagai pihak hingga skripsi ini dapat terselesaikan, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Iwan Taruna, M.Eng, selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian;
2. Ir. Mukhammad Fauzi, M.Si, selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian;
3. Dr. Ir. Sony Suwasono, M.App.Sc., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah membimbing, mengarahkan, memberikan koreksi, meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian selama pelaksanaan penelitian serta penyusunan skripsi ini;
4. Dr. Ir. Jayus, selaku Dosen Pembimbing Anggota I yang telah membimbing, mengarahkan, dan memberikan koreksi dalam penyusunan skripsi ini;
5. Ir. Giyarto, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Anggota II yang telah mengarahkan dan memberikan koreksi dalam penyusunan skripsi ini;
6. Ir. Djumarti, selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing dan memberikan nasehat selama menjadi mahasiswa;

7. Ibunda Titik Sugiati dan Ayahanda Mursidi (Alm) yang selalu memberikan kasih sayang, motivasi, semangat, doa, dan pengorbanan selama ini;
8. Keluarga dan para pengukir hati yang selalu memberikan doa, motivasi, serta semangat dalam penyelesaian skripsi ini;
9. Sahabat dan teman-teman FTP UNEJ yang selalu menjadi teman terbaik;
10. Seluruh karyawan dan teknisi laboratorium di Jurusan THP yang telah memberikan bantuan serta kerja sama yang baik selama pelaksanaan penelitian;
11. Tim peneliti xylitol, polifenol, bioetanol, dan refermentasi, atas kebersamaan selama penelitian;
12. serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

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

Jember, 18 Oktober 2010

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xix
DAFTAR SINGKATAN	xx
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	5
1.4 Manfaat	6
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Tinjauan tentang Nira Tebu	7
2.1.1 Deskripsi	7
2.1.2 Sifat Fisik dan Komposisi Nira Tebu	7
2.2 Tinjauan tentang Pemanis	10
2.2.1 Deskripsi	10
2.2.2 Sukrosa.....	11
2.2.3 Gula Reduksi	12

2.2.4 Gula Alkohol	13
2.3 Tinjauan tentang Metode Produksi Xylitol Secara	
Mikrobiologis.....	18
2.4 Tinjauan tentang Jenis Mikroba dalam Produksi Arabitol dan	
Xylitol.....	24
2.4.1 <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	24
2.4.2 <i>Pichia ohmeri</i>	25
2.4.3 <i>Gluconobacter thailandicus</i>	26
2.5 Tinjauan tentang Imobilisasi Sel.....	29
2.5.1 Deskripsi	29
2.5.2 Teknik Ikatan Kovalen.....	31
2.5.3 Teknik Adsorpsi	31
2.5.4 Teknik Penjerapan	34
2.6 Tinjauan tentang HPLC.....	34
2.6.1 Deskripsi	34
2.6.2 Komponen HPLC	36
2.7 Hipotesis.....	37
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	38
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	38
3.2 Bahan dan Alat Penelitian.....	38
3.2.1 Bahan Penelitian.....	38
3.2.2 Alat Penelitian	39
3.3 Metode Penelitian	39
3.3.1 Rancangan Penelitian.....	39
3.3.2 Variabel Penelitian.....	41
3.3.3 Definisi Operasional	41
3.3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	42
3.3.5 Parameter Pengamatan.....	50
3.3.6 Prosedur Analisis	50

3.3.7 Analisis Data	37
3.3.8 Skema Kerja	37
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	58
4.1 Konversi Sukrosa menjadi Glukosa oleh <i>S. cerevisiae</i>	58
4.1.1 Pertumbuhan Mikroba	58
4.1.2 Perubahan Keasaman (Nilai pH)	61
4.1.3 Perubahan Sukrosa menjadi Glukosa	64
4.2 Konversi Glukosa menjadi Arabitol oleh <i>P. ohmeri</i>.....	67
4.2.1 Pertumbuhan Mikroba	67
4.2.2 Perubahan Keasaman (Nilai pH)	70
4.2.3 Perubahan Glukosa menjadi Arabitol	72
4.3 Konversi Arabitol menjadi Xylitol oleh <i>G. thailandicus</i>	76
4.3.1 Pertumbuhan Mikroba	76
4.3.2 Perubahan Keasaman (Nilai pH)	80
4.3.3 Perubahan Arabitol menjadi Xylitol.....	81
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	88
5.1 Kesimpulan	88
5.2 Saran	88
DAFTAR PUSTAKA	89
LAMPIRAN	94

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Komposisi Padatan Nira Tebu.....	8
2.2 Komposisi Komponen Zat Bukan Gula Nira Tebu	9
2.3 Beberapa Genus dan Spesies Mikroba yang Dapat Digunakan untuk Produksi Xylitol.....	29

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Nira Tebu	7
2.2 Struktur Sukrosa	11
2.3 Struktur Glukosa.....	12
2.4 Struktur Fruktosa	13
2.5 Struktur Arabitol.....	14
2.6 Struktur Xylitol.....	17
2.7 Konversi Sukrosa menjadi Glukosa oleh <i>S. cerevisiae</i>	20
2.8 Jalur Embden-Meyerhoff Parnas untuk Fermentasi Glukosa	21
2.9 Fermentasi Glukosa menjadi Etanol oleh Khamir melalui Jalur EMP	21
2.10 Oksidasi Etanol menjadi Asam Asetat.....	22
2.11 Proses Konversi Glukosa menjadi D-arabitol oleh <i>P. ohmeri</i>	22
2.12 Produksi Etanol melalui Jalur Pentosa Phosphat oleh <i>G. thailandicus</i>	23
2.13 Proses Konversi D-arabitol menjadi Xylitol oleh <i>Gluconobacter sp</i>	23
2.14 <i>S. cerevisiae</i> , bar: 2 mikrometer	24
2.15 <i>P. ohmeri</i>	25
2.16 <i>G. thailandicus</i>	27
2.17 Metode Immobilisasi Sel Mikroba	30
2.18 Manik-Manik Kayu Kalasi.....	33
2.19 Peralatan HPLC	35
3.1 Skema Rancangan Penelitian	40
3.2 Biakan Mikroba pada Agar Miring.....	44
3.3 Inokulum Sel Bebas	45
3.4 Imobilisasi Sel Mikroba dalam Manik Kayu	45
3.5 Nira Tebu Steril	46
3.6 Fermentor Sederhana	47
3.7 <i>Waterbath shaker</i>	47

3.8	Botol Sampel	48
3.9	Penyiapan Media Biakan Mikroba	53
3.10	Pengembangan Kultur <i>S. cerevisiae</i>	54
3.11	Pengembangan Kultur <i>P. ohmeri</i>	54
3.12	Pengembangan Kultur <i>G. thailandicus</i>	55
3.13	Pembuatan Inokulum	55
3.14	Imobilisasi Sel Menggunakan Manik Kayu.....	56
3.15	Penyiapan Media Fermentasi Steril.....	56
3.16	Produksi Arabitol dan Xylitol Nira Tebu melalui Fermentasi Bertingkat...	57
4.1	Jumlah Sel <i>S. cerevisiae</i> dalam Media Nira Tebu Selama Fermentasi.....	59
4.2	Perubahan Nilai pH Media Nira Tebu dengan Aplikasi <i>S. cerevisiae</i>	62
4.3	Konsentrasi Sukrosa dan Glukosa Pada Media Nira Tebu dengan Aplikasi <i>S. cerevisiae</i> dalam Bentuk Bebas	64
4.4	Konsentrasi Sukrosa dan Glukosa Pada Media Nira Tebu dengan Aplikasi <i>S. cerevisiae</i> dalam Bentuk Amobil.....	66
4.5	Jumlah Sel <i>P. ohmeri</i> dalam Media Nira Tebu Selama Fermentasi.....	68
4.6	Perubahan Nilai pH Media Nira Tebu dengan Aplikasi <i>P. ohmeri</i>	70
4.7	Konsentrasi Sukrosa, Glukosa, dan Arabitol Pada Media Nira Tebu dengan Aplikas <i>P. ohmeri</i> dalam Bentuk Bebas	72
4.8	Konsentrasi Sukrosa, Glukosa, dan Arabitol Pada Media Nira Tebu dengan Aplikasi <i>P. ohmeri</i> dalam Bentuk Amobil.....	74
4.9	Konsentrasi Arabitol pada Media Nira Tebu dengan Aplikasi <i>P. ohmeri</i> dalam Bentuk Bebas dan Amobil	76
4.10	Jumlah Sel <i>G. thailandicus</i> Dalam Media Nira Tebu Selama Fermentasi...	77
4.11	Perubahan Nilai pH Media Nira Tebu dengan Aplikasi <i>G. thailandicus</i>	80
4.12	Konsentrasi Sukrosa, Glukosa, Arabitol, dan Xylitol Pada Media Nira Tebu dengan Aplikasi <i>G. thailandicus</i> dalam Bentuk Bebas.....	82
4.13	Konsentrasi Sukrosa, Glukosa, Arabitol, dan Xylitol Pada Media Nira Tebu dengan Aplikasi <i>G. thailandicus</i> dalam Bentuk Amobil	84

4.14	Konsentrasi Xylitol pada Media Nira Tebu dengan Aplikasi <i>P. ohmeri</i> dalam Bentuk Bebas dan Amobil	86
------	--	----

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Konversi Sukrosa menjadi Glukosa oleh <i>S. cerevisiae</i>	94
A.1 Kurva Standar <i>S. cerevisiae</i>	94
A.2 Data Konversi Nilai <i>optical density</i> ke Total Mikroba	94
A.3 Data Analisis pH Media	95
A.4 Data Analisis Kadar Sukrosa dan Glukosa.....	95
B. Konversi Glukosa menjadi Arabitol oleh <i>P. ohmeri</i>	96
B.1 Kurva Standar <i>P. ohmeri</i>	96
B.2 Data Konversi Nilai <i>optical density</i> ke Total Mikroba	96
B.3 Data Analisis pH Media	97
B.4 Data Analisis Kadar Sukrosa, Glukosa, dan Arabitol	97
C. Konversi Arabitol menjadi Xylitol oleh <i>G. thailandicus</i>	98
C.1 Kurva Standar <i>G. thailandicus</i>	98
C.2 Data Konversi Nilai <i>optical density</i> ke Total Mikroba	98
C.3 Data Analisis pH Media	99
C.4 Data Analisis Kadar Sukrosa, Glukosa, Arabitol, dan Xylitol	99
D. Kurva Standar Gula	100
D.1 Kurva Standar Sukrosa.....	100
D.2 Kurva Standar Glukosa.....	100
D.3 Kurva Standar Arabitol.....	101
D.4 Kurva Standar Xylitol	101
E. Contoh Perhitungan	102
E.1 Contoh Perhitungan Total Mikroba	102
E.2 Contoh Perhitungan Kecepatan Pertumbuhan Spesifik.....	102
E.3 Contoh Perhitungan Kadar Gula dengan Metode HPLC	103

DAFTAR SINGKATAN

ADP	: <i>adenosine diphosphate</i>
ATCC	: <i>american type culture collection</i>
ATP	: <i>adenosine triphosphate</i>
BTCC	: <i>bio technology culture collection</i>
EMP	: <i>emden meyerhoff parnas</i>
FNCC	: <i>food nutrition culture collection</i>
HPLC	: <i>high performance liquid chromatography</i>
LIPI	: <i>lembaga ilmu pengetahuan indonesia</i>
MEA	: <i>malt extract agar</i>
MEB	: <i>malt extract broth</i>
NAD	: <i>nicotinamide adenin dinucleotide</i>
NADP	: <i>nicotinamide adenin dinucleotide phosphate</i>
NADPH	: <i>nicotinamide adenin dinucleotide phosphate (NADP + H¹)</i>
OD	: <i>optical density</i>
p.a.	: <i>pure analysis</i>
PSIPG	: <i>pusat studi ilmu pangan dan gizi</i>
rpm	: <i>revolution per minute</i>
SPC	: <i>standart plate count</i>
YMA	: <i>yeast extract agar</i>
YMB	: <i>yeast extract broth</i>