



PENGARUH AKTIVITAS ENZIM β -GALAKTOSIDASE DAN KONSENTRASI LAKTOSA TERHADAP SPESIFIKASI PRODUK GALAKTOOLIGOSAKARIDA

Laporan Penelitian

Disusun untuk memenuhi tugas akhir guna memperoleh gelar sarjana dalam bidang ilmu teknik/teknologi
kimia

Oleh

Maria

2013620022

Pembimbing

Dr. Judy Retti Witono, Ir., M.App.Sc.



**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG**

2017

No. Kode : TK MAR p /17
Tanggal : 23 Februari 2017
No. Ind. : 4245 - FTI /SKP 33512
Divisi : _____
Mediah /Beli : _____
Dari : FTI



LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Pengaruh Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dan Konsentrasi Laktosa terhadap
Spesifikasi Produk Galaktooligosakarida

Catatan dari pembimbing :

Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 15 Januari 2017

Pembimbing Utama

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Judy Retti Witono'.

Dr. Judy Retti Witono, Ir., M.App.Sc.



Jurusan Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Katolik Parahyangan, Bandung

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Maria

NRP : 6213022

Dengan ini menyatakan bahwa laporan penelitian dengan judul: Pengaruh Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dan Konsentrasi Laktosa terhadap Spesifikasi Produk Galaktooligosakarida adalah hasil pekerjaan saya, dan seluruh ide, pendapat, dan data ilmiah, materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan tertulis ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan sejujur-jujurnya, dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan yang ada, maka saya bersedia menanggung sanksi akademik dan non akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bandung, 15 Januari 2017

Maria



LEMBAR REVISI

Judul : Pengaruh Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dan Konsentrasi Laktosa terhadap
Spesifikasi Produk Galaktooligosakarida

Catatan dari pembimbing :

Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 15 Januari 2017

Penguji 1

Susiana Prasetyo, S.T., M.T.

Penguji 2

I Gede Pandega Wiratama, S.T., M.T.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur peneliti haturkan kepada Tuhan Yang Mahaesa karena, atas rahmat-Nya yang melimpah, penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian yang berjudul Pengaruh Aktivitas Enzim β -Galaktosidase dan Konsentrasi Laktosa terhadap Spesifikasi Produk Galaktooligosakarida. Adapun penulisan laporan penelitian ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat tugas akhir dalam meraih gelar sajana dalam bidang ilmu teknik kimia.

Tak lupa peneliti juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Judy Retti Witono, Ir., M.App.Sc. selaku dosen pembimbing penulis yang telah membimbing dan menuntun penulis dalam penyusunan laporan penelitian.
2. Orang tua penulis yang telah menyokong penulis baik berupa materi maupun non materi sehingga penyusunan laporan penelitian ini dapat berjalan dengan baik
3. Teman-teman terdekat penulis yang telah menemani dan menyemangati penulis selama penyusunan laporan penelitian ini berlangsung.
4. Pihak-pihak lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Harapan penulis ialah agar laporan penelitian ini dapat memberikan ilmu bagi masyarakat, khususnya dalam lingkungan pembelajaran Universitas Katolik Parahyangan. Tetapi, karena adanya keterbatasan waktu, penulis menyadari bahwa laporan penelitian ini masih jauh dari sempurna. Maka dari itu, peneliti dengan lapang dada menerima kritik dan saran yang akan menjadi masukan peneliti untuk penulisan laporan penelitian di masa yang akan datang. Akhir kata, peneliti mengucapkan terima kasih.

Bandung, 13 Januari 2017

Maria

2013620022



DAFTAR ISI

COVER DALAM.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
INTISARI.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tema Sentral Masalah.....	2
1.3 Identifikasi Masalah.....	2
1.4 Premis.....	2
1.5 Hipotesis.....	2
1.6 Tujuan Penelitian.....	2
1.7 Manfaat Penelitian.....	2
BAB II DASAR TEORI.....	9
2.1 Laktosa.....	9
2.2 Glukosa.....	9
2.3 Galaktosa.....	10
2.4 Galaktooligosakarida.....	10
2.5 Enzim.....	11

2.5.1 Mekanisme aktivitas enzim	11
2.5.2 β -Galaktosidase	12
2.5.3 Enzyme Assay	12
2.5.4 ONPG	13
2.5.5 Faktor-faktor yang mempengaruhi aktivitas enzim	13
2.6 Proses produksi galaktooligosakarida	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Alat- Alat Penelitian	18
3.2 Bahan-bahan Penelitian	19
3.3 Variabel Penelitian	19
3.4 Penentuan Aktivitas Enzim	21
3.5 Transgalaktosilasi	21
3.6 Analisa Hasil	22
3.6.1 Penentuan Aktivitas Enzim	22
3.6.2 Penentuan Spesifikasi Sampel	22
3.7 Jadwal Kerja Penelitian	22
BAB IV PEMBAHASAN	24
4.1 Penentuan Aktivitas Enzim	24
4.2. Percobaan Utama	24
4.2.1 Pengaruh Aktivitas Enzim dan Konsentrasi Laktosa terhadap Kadar Glukosa	25
4.2.2 Pengaruh Aktivitas Enzim dan Konsentrasi Laktosa terhadap Kadar Galaktosa	29
4.2.3 Pengaruh Aktivitas Enzim dan Konsentrasi Laktosa terhadap Turbiditas .	33
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	37

5.1.Kesimpulan	37
5.2.Saran	37
DAFTAR PUSTAKA.....	38
LAMPIRAN A PROSEDUR ANALISIS	41
A.1 Spektrofotometer UV-Vis	41
A.2 Penentuan Kadar Galaktosa dan Glukosa dengan HPLC	41
A.2.1 Kurva Standar	42
A.2.2. Analisis Hasil Transgalaktosilasi	42
A.3 Turbiditymeter	43
LAMPIRAN B MATERIAL SAFETY DATA SHEET	44
B.1 β -galaktosidase.....	44
B.2 ONPG.....	45
B.3. Laktosa.....	46
B.4 Galaktosa	47
B.5 Glukosa	48
LAMPIRAN C HASIL ANTARA	50
LAMPIRAN D GRAFIK	53
LAMPIRAN E DOKUMENTASI	61
LAMPIRAN F CONTOH PERHITUNGAN	64



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	4
Tabel 2.1	12
Tabel 3.1	20
Tabel 3.2	32
Tabel 4.1	27
Tabel 4.2	30
Tabel 4.3	34



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	9
Gambar 2.2	9
Gambar 2.3	10
Gambar 2.4	10
Gambar 2.5	11
Gambar 2.6	11
Gambar 2.7	12
Gambar 2.8	12
Gambar 2.9	15
Gambar 2.10	16
Gambar 3.1	18
Gambar 3.2	21
Gambar 3.3	21
Gambar 4.1	24
Gambar 4.2	25
Gambar 4.3	26
Gambar 4.4	28
Gambar 4.5	28
Gambar 4.6	29
Gmmbar 4.7	30
Gambar 4.8	31
Gambar 4.9	32
Gambar 4.10	33
Gambar 4.11	34
Gambar 4.12	35
Gambar 4.13	35
Gambar A.1	36

Gambar A.2	37
Gambar A.3	37
Gambar A.4	38



INTISARI

Penelitian akan produksi galaktooligosakarida (GOS) di Indonesia belum banyak dilakukan, terutama untuk skala industri. Padahal, GOS mempunyai banyak manfaat bagi manusia, khususnya orang-orang yang tidak dapat mencerna laktosa yang disebut dengan intoleransi laktosa. **Tujuan penelitian** ini ialah mempelajari produksi GOS dengan bantuan enzim β -galaktosidase dengan memfokuskan pengaruh konsentrasi awal laktosa dan aktivitas enzim β -galaktosidase. **Manfaat penelitian** ini ialah memberikan kontribusi berupa ilmu pengolahan laktosa dan produksi GOS.

Metode penelitian tahap pertama adalah penelitian pendahuluan dilakukan terhadap bahan baku enzim, yaitu untuk mengetahui aktivitas enzim yang digunakan. Penelitian utama meliputi pengaruh aktivitas enzim dan konsentrasi awal laktosa terhadap spesifikasi produk GOS. Percobaan dirancang dengan bantuan *software Design Expert* dengan desain *General Factorial*. Adapun spesifikasi yang dimaksud adalah kadar glukosa, kadar galaktosa, dan turbiditas dari GOS yang diperoleh. Analisis kimia yang diterapkan adalah penggunaan HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*) dan *turbidimeter*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya pengaruh konsentrasi awal laktosa terhadap nilai kadar glukosa dan galaktosa, namun variabel tersebut tidak mempengaruhi nilai turbiditas. Peningkatan konsentrasi laktosa menghasilkan konsentrasi glukosa dan galaktosa yang naik turun. Meningkatnya aktivitas enzim akan menghasilkan kadar glukosa dan galaktosa yang fluktuatif. Adapun aktivitas enzim yang diperoleh adalah sebesar 1,26 U/mg enzim

Kata kunci: Laktosa, enzim β -galaktosidase, hidrolisis, GOS



ABSTRACT

There's not much about research about galactooligosaccharaides (GOS) in Indonesia in industry scale although GOS has many benefits for human, especially for people who cannot digest lactose or lactose intolerant. **The purpose** of this research is to learn about GOS production with β -galactosidase enzyme. **The benefit** of this research is that it could become a contribution for lactose processing and GOS production.

The method used in this research is divided into two major sections. First, initial research is done by analyzing the activity of the enzyme. The primary research contains the effect of enzyme activity and initial lactose concentration to the product specification. The experiment is designed with Design Expert software in general factorial design. The specification mentioned above includes glucose concentration, galactose concentration, and turbidity of the obtained GOS. Chemical analysis that will be applied are the usage of HPLC (High Performance Liquid Chromatography) and turbidimeter.

The experimental result showed that the initial lactose concentration will give effect the glucose and galactose content in the sample, but it will not effect the turbidity of the sample. The increasing initial lactose concentration will give both of glucose and galactose fluctuative content. The increasing enzyme activity will give fluctuation in glucose and galactose content as well. The enzyme activity was calculated and the result was 1,26 U/mg enzyme

Keywords: Lactose, β -galactosidase enzyme, hydrolysis, GOS



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Susu merupakan salah satu sumber nutrisi yang dibutuhkan oleh manusia, terutama bayi untuk pertumbuhan dan kesehatan. Susu mengandung nutrien-nutrien yang diperlukan bagi tubuh, seperti kalsium, magnesium, selenium, riboflavin, vitamin B12 dan vitamin B5⁽¹⁾. Selain menyehatkan, susu hadir dalam berbagai bentuk olahan lain, seperti *yoghurt* dan keju. Susu merupakan salah satu produk pangan yang paling diminati terlihat dari permintaan terhadap susu yang sangat tinggi. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari situs FAO (*Food and Agriculture*) terdapat lebih dari enam miliar orang di seluruh dunia mengkonsumsi susu dan produk olahannya⁽²⁾.

Susu mengandung komponen laktosa. Laktosa ini akan dipecah menjadi glukosa dan galaktosa dengan bantuan enzim laktase. Namun, ada sebagian orang yang alergi terhadap laktosa disebabkan pencernaan yang tidak mampu memproduksi laktase. Ketidakmampuan sistem pencernaan untuk mencerna laktosa ini dinamakan intoleransi laktosa atau defisiensi laktase⁽³⁾. Bahaya yang disebabkan oleh intoleransi laktosa adalah diare dan kurangnya asupan nutrien yang banyak diperoleh dari susu.

Maka dari itu, perlu untuk mengolah terlebih dahulu laktosa menjadi bentuk gula yang lebih sederhana, yaitu glukosa, galaktosa, dan produk samping berupa galaktooligosakarida (GOS). Jika dibandingkan dengan glukosa dan galaktosa, GOS mempunyai sifat prebiotik yang menunjang hidupnya bakteri baik, *Bifidobacteria*, di usus manusia^{(4);(5)}. Selain itu, GOS juga membantu melawan konstipasi, mengurangi resiko kanker usus, dan meningkatkan sistem imun⁽⁶⁾. GOS dipercaya mempunyai sifat yang mirip dengan oligosakarida yang ditemukan pada air susu manusia sehingga GOS banyak digunakan dalam produksi susu formula bayi.

Kini, GOS mulai diproduksi secara komersial. Salah satu contoh dari GOS komersial adalah Oligomate 55 yang diproduksi oleh perusahaan Yakult. Namun, di Indonesia belum begitu berkembang produksi GOS. Padahal, masyarakat Indonesia membutuhkan perhatian gizi melihat masih banyaknya masalah sumber pangan yang ada.

1.2 Tema Sentral Masalah

Tentu dengan adanya kasus intoleransi laktosa, dibutuhkan susu dengan kandungan laktosa yang rendah. Namun, proses produksi GOS belum berkembang di Indonesia sehingga perlu dipelajari dan diterapkan dalam industri pangan di Indonesia.

1.3 Identifikasi Masalah

Permasalahan yang teridentifikasi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi awal substrat, yaitu laktosa, terhadap spesifikasi (kadar glukosa, kadar galaktosa, dan turbiditas) GOS?
2. Bagaimana pengaruh aktivitas enzim β -galaktosa terhadap spesifikasi GOS?

1.4 Premis

Variabel-variabel yang berkaitan dengan identifikasi masalah diperoleh dari studi literatur. Premis-premis disajikan pada tabel 1.1 di bagian akhir bab ini.

1.5 Hipotesis

Hipotesis yang dapat diambil pada penelitian yang akan datang adalah sebagai berikut:

1. Konsentrasi awal laktosa yang semakin tinggi akan meningkatkan kadar glukosa, kadar galaktosa, dan menurunkan turbiditas GOS.
2. Larutan dengan aktivitas enzim yang besar akan meningkatkan kadar glukosa, kadar galaktosa, dan menurunkan turbiditas GOS.

1.6 Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah mengembangkan produksi GOS dengan menggunakan enzim β -galaktosidase.

1.7 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi peneliti

Penelitian ini dapat menambah wawasan peneliti mengenai intoleransi laktosa dan bagaimana cara untuk mengatasinya. Peneliti juga mengetahui bagaimana proses pembuatan GOS dalam skala laboratorium.

2. Bagi industri

Penelitian ini akan membantu industri pangan dalam meningkatkan dan mengembangkan produksi susu rendah laktosa. Sehingga, produk pangan yang dihasilkan dapat dinikmati oleh berbagai kalangan secara lebih luas.

3. Bagi lingkungan

Penelitian ini akan membantu masyarakat, terutama masyarakat di bawah umur 5 tahun yang menderita intoleransi laktosa untuk mengkonsumsi susu sehingga mampu memperbaiki kondisi kesehatan masyarakat.

Tabel 1.1 Premis

No.	Judul, Penulis	Bahan	Variabel	Analisis	Keterangan
1.	<p>β-Galactosidase from <i>Talaromyces thermophilus</i> immobilized on to Eupergit C for production of galacto-oligosaccharides during lactose hydrolysis in batch and packed-bed reactor</p> <p>(Phimchanok Nakkharat, Dietmar Haltrich) ⁽⁷⁾</p>	<p>Bahan Baku: -Laktosa</p> <p>Enzim: -Galaktosidase dari <i>T. thermophilus</i></p> <p>Tambahan: -Eupergit C</p>	<p>-Konsentrasi awal laktosa (50-200g/L)</p> <p>-Enzim diimobilisasi dan bebas</p> <p>-Operasi menggunakan reaktor <i>packed-bed</i></p> <p>-Operasi menggunakan reaktor <i>batch</i></p>	Tidak tercantum	<p>-Konsentrasi awal laktosa tertinggi menghasilkan konversi paling baik</p> <p>-Enzim yang tidak diimobilisasi menghasilkan konversi yang lebih tinggi</p> <p>-Operasi dapat dilangsungkan dengan reaktor <i>packed-bed</i></p>
2.	<p>β-Galactosidase from a cold-adapted bacterium: purification, characterization and application for lactose hydrolysis</p> <p>(S. Fernandes · B. Geueke · O. Delgado · J. Coleman R. Hatti-Kaul) ⁽⁸⁾</p>	<p>Bahan Baku: -Laktosa</p> <p>Mikroorganisme: -<i>Pseudoalteromonas</i> sp. (TAE 79b)</p>	<p>-Hidrolisis dilangsungkan pada laktosa dalam <i>buffer</i> dan susu</p> <p>-Penambahan PEI dan Mg²⁺ pada sampel</p>	-Kromatografi gas	<p>-Konversi pada susu lebih rendah daripada <i>buffer</i></p> <p>-Laktosa terhidrolisis lebih banyak ketika ditambahkan PEI</p>

Tabel 1.1 Premis (lanjutan)

3.	<p>High-efficiency synthesis of oligosaccharides with a truncated β-galactosidase from <i>Bifidobacterium bifidum</i></p> <p>(F. Jørgensen, O. C. Hansen, P. Stougaard)⁽⁹⁾</p>	<p>Bahan Baku: -Laktosa</p> <p>Mikroorganisme: -plasmid pBIF3 berisi β-galaktosidase dari <i>Bifidobacterium Bifidum</i> - <i>E. Coli</i></p>	<p>-Konsentrasi awal laktosa (10,20,40%)</p>	<p>-TLC -HPLC</p>	<p>-Konsentrai awal laktosa sebesar 20% menghasilkan perolehan galaktooligosakarida paling tinggi, yakni 44%.</p>
4.	<p>Hydrolysis of lactose from cheese whey using a reactor with β-galactosidase enzyme immobilized on a commercial UF membrane</p> <p>(Silvina A. Regenhardt, Enrique J. Mammarella, Amelia C. Rubiolo)⁽¹⁰⁾</p>	<p>Enzim: -<i>Kluyveromyces fragilis</i> β-galaktosidase</p> <p>Bahan Baku: -Laktosa -hasil olahan keju</p>	<p>Uji reaksi enzim dengan glutaraldehyde: -Kehadiran inhibitor -Konsentrasi Glutaraldehyde (2,5;5;7,5%)</p> <p>Uji permease laktosa: -Tekanan (1,2,3,4,5 bar) -Suhu (20,25,30,35,40,45,50,55°C) -Enzim diimmobilisasi dan enzim bebas</p>	<p>-GOD-POD -spektrofotometer</p>	<p>-Konsentrasi glutaraldehyde 5% dan kehadiran galaktosa 0.03M menghasilkan imobilisasi paling efektif -Kondisi tekanan 2 bar, dan pada suhu 55°C dipilih dalam praktikum ini -Enzim yang diimmobilisasi mempunyai waktu paruh lebih lama dan kestabilan lebih besar</p>

Tabel 1.1 Premis (lanjutan)

5.	<p>Lactose Hydrolysis in Milk and Dairy Whey Using Microbial β-Galactosidases</p> <p>(Michele Dutra Rosolen, Adriano Gennari, Giandra Volpato, and Claucia Fernanda Volken de Souza)⁽¹¹⁾</p>	<p>Bahan Baku:</p> <ul style="list-style-type: none"> -whey permeate -bubuk susu -bubuk <i>cheese whey</i> <p>Enzim:</p> <ul style="list-style-type: none"> - β-galaktosidase dari <i>Aspergillus oryzae</i> dan <i>Kluyveromyces lactis</i> 	<ul style="list-style-type: none"> -Suhu (10;55°C dan 10;37°C) -Jenis sumber enzim (<i>Aspergillus oryzae</i> dan <i>Kluyveromyces lactis</i>) -Sumber laktosa (<i>whey permeate</i>, bubuk susu, bubuk <i>cheese whey</i>) -Aktivitas enzim (3,6,9 U/ml) 	<ul style="list-style-type: none"> -spektrofotometer -analisis statistika -kolorimetri 	<ul style="list-style-type: none"> -Suhu 10°C, enzim <i>K. lactis</i> cenderung lebih efektif pada semua bahan -Enzim dari <i>A. oryzae</i> pada suhu 55°C pada <i>whey</i> dan <i>permeate</i> menghasilkan konversi paling baik -Konsentrasi 9 U/ml menghasilkan konversi paling tinggi pada susu dan <i>permeate</i>
6.	<p>Production of galactooligosaccharide by β-galactosidase from <i>Lactobacillus pentosus</i> var. <i>plantarum</i> BFP32</p> <p>(Hemmaratchirakul, J., Jaturapiree, P., Prueksasri, S. and Wichienhot, S.)⁽¹²⁾</p>	<p>Bahan Baku:</p> <ul style="list-style-type: none"> -sampel makanan -sampel makanan -laktosa -oNPG <p>Enzim:</p> <ul style="list-style-type: none"> β-galaktosidase dari <i>Lactobacillus pentosus</i> 	<ul style="list-style-type: none"> -pH (5,0;5,5;6,0;6,5;7,0;7,5;8,0) -suhu (30-70 dan 37-70) -Substrat (laktosa, oNPG) 	<ul style="list-style-type: none"> -HPLC 	<ul style="list-style-type: none"> -Konversi terbaik dengan substrat laktosa diperoleh pada suhu 50°C dan pH 7 -60% menghasilkan GOS paling tinggi di jam ke 8

Tabel 1.1 Premis (lanjutan)

7.	<p>Production, Purification, and Characterization of a Potential Thermostable Galactosidase for Milk Lactose Hydrolysis from <i>Bacillus stearotherophilus</i></p> <p>(W. Chen, H. Chen, Y. Xia, J. Zhao, F. Tian, H. Zhang)⁽¹³⁾</p>	<p>Mikroorganisme: <i>-E. coli</i> <i>-B. subtilis</i> <i>-B. stearotherophilus</i></p> <p>Plasmid: -T4 DNA ligase -Pfu DNA polymerase</p>	<p>-pH (5,5-8,5) -suhu (45-85°C) -Reagen (kation metal, EDTA, reagen thiol) -Enzim inhibitor (p-chloromercuribenzoic acid dan doacetic acid)</p>	<p>-HPLC</p>	<p>-Enzim bekerja baik pada suhu 75°C dan pH 7 -Kehadiran beberapa kation metal dapat menghambat bahkan mematikan aktivitas enzim</p>
8.	<p>Optimization of the enzymic process for manufacturing low-lactose milk containing oligosaccharides</p> <p>(Chien-Sheng Chen, Cheng-Kuang Hsu, Been-Huang Chiang)⁽¹⁴⁾</p>	<p>Bahan Baku: -Susu sapi -Laktosa -Glukosa -Galaktosa</p> <p>Enzim: -β-galactosidase dari <i>Aspergillus oryzae</i></p>	<p>-Sumber laktosa (susu dan <i>permeate</i>) -Konsentrasi laktosa (susu: 16,7%; <i>permeate</i>: 25,3% dan 16,7%)</p>	<p>-HPLC</p>	<p>-<i>Permeate</i> memberikan %yield lebih besar daripada susu -Konsentrasi laktosa yang lebih besar menghasilkan %yield yang lebih besar</p>

Tabel 1.1 Premis (lanjutan)

<p>9.</p>	<p>Synthesis of Galacto-oligosaccharide From Lactose Using β-Galactosidase From <i>Kluyveromyces lactis</i>: Studies on Batch and Continuous UF Membrane-Fitted Bioreactors</p> <p>(Suwimol Chockchaisawasdee, Vasileios I. Athanasopoulos, Keshavan Niranjana, Robert A. Rastall)⁽¹⁵⁾</p>	<p>Bahan Baku:</p> <p>-Laktosa</p> <p>-GOS</p> <p>Enzim:</p> <p>- β-galaktosidase dari <i>K.lactis</i></p>	<p>-Konsentrasi laktosa (220, 280, 340, 400 mg/ml)</p> <p>-Aktivitas enzim (2,9;5,8;8,7 U/ml)</p>	<p>-HPLC</p>	<p>-Konsentrasi laktosa 400 mg/ml menghasilkan konsentrasi GOS paling besar</p> <p>-Aktivitas enzim 5,8 U/ml menghasilkan konsentrasi GOS paling besar</p>
-----------	--	---	---	--------------	--