



UJI AKTIVITAS HOMO-MANNOOLIGOSAKARIDA (HOMO-MANOS) DAN GULA PEMBANDING SEBAGAI SENYAWA PREBIOTIK TERHADAP *Streptococcus thermophilus* DAN ANTIBAKTERI TERHADAP *Escherichia coli*

SKRIPSI

oleh:

Puji Rahmawati

NIM 072210101088

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER**

2011



UJI AKTIVITAS HOMO-MANNOOLIGOSAKARIDA (HOMO-MANOS) DAN GULA PEMBANDING SEBAGAI SENYAWA PREBIOTIK TERHADAP *Streptococcus thermophilus* DAN ANTIBAKTERI TERHADAP *Escherichia coli*

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Farmasi (S1) dan mencapai gelar Sarjana Farmasi

Oleh:

Puji Rahmawati
NIM 072210101088

FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS JEMBER

2011

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Allah SWT atas segala limpahan rahmat, nikmat, hidayah, kekuatan, karunia, ampunan, dan petunjuk-Nya dalam setiap perjalanan kehidupanku.
2. Ibunda Anik Asiqoh dan Ayahanda Nur Kholis tercinta atas segala limpahan doa, kasih sayang, pengorbanan, dan dukungannya selama ini.
3. Pihak I-MHERE (*Indonesia Managing Higher Education for Relevance and Efficiency*) yang telah memberikan beasiswa selama kuliah.
4. “*Leader of ManOS Team*”, Dr. Ir. Sony Suwasono.,M.App.,Sc yang telah banyak membantu dan membimbingku sepenuh hati dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Almamater Fakultas Farmasi Universitas Jember.

MOTTO

Ilmu adalah cahaya Makrifat, inti kepercayaan, dasar setiap kemuliaan, dan puncak setiap kedudukan yang tinggi. Tidak ada jalan untuk mencapai Allah kecuali dengan Ilmu.

(Imam Ja'far Ash- Shadiq)

Kesuksesan bukan dilihat dari hasil tetapi dilihat dari proses bagaimana kita mendapatkan hasil tersebut dan proses itu harus bisa membawa kita selangkah lebih maju dari sebelumnya

(Dyah Suci Nurani)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Puji Rahmawati

NIM : 072210101088

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul : *Uji Aktivitas Homo-Mannooligosakarida (Homo-manOS) dan Gula Pembanding Sebagai Senyawa Prebiotik Terhadap Streptococcus thermophilus dan Antibakteri Terhadap Escherichia coli* 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, 17 Oktober 2011

Yang menyatakan,

Puji Rahmawati

NIM 072210101088

SKRIPSI

UJI AKTIVITAS HOMO-MANNOOLIGOSAKARIDA (HOMO-MANOS) DAN GULA PEMBANDING SEBAGAI SENYAWA PREBIOTIK TERHADAP *Streptococcus thermophilus* DAN ANTIBAKTERI TERHADAP *Escherichia coli*

Oleh

Puji Rahmawati

072210101088

Pembimbing

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

Dosen Pembimbing Anggota : Nuri.,S.Si.,M.Si.,Apt.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Uji Aktivitas Homo-Mannooligosakarida (Homo-Manos) Dan Gula Pemanding Sebagai Senyawa Prebiotik Terhadap Streptococcus thermophilus Dan Antibakteri Terhadap Escherichia coli* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Farmasi Universitas Jember pada :

Hari : Kamis
Tanggal : 29 September 2011
Tempat : Fakultas Farmasi Universitas Jember

Ketua, Tim Penguji Sekretaris,

Dr.Ir Sony Suwasono.,M.App.Sc
NIP. 196411091989021002

Nuri.,S.Si.,M.Si.,Apt.
NIP. 196904122001121007

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,

Evi Umayah Ulfa.,S.Si.,M.Si.,Apt.
NIP. 197807282005012001

Yuni Retnaningtyas.,S.Si.,M.Si.,Apt.
NIP. 197806092005012004

Mengesahkan
Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember,

Prof. Drs. Bambang Kuswandi., M.Sc.,Ph.D
NIP. 196902011994031002

RINGKASAN

Uji Aktivitas Homo-Mannooligosakarida (Homo-Manos) Dan Gula Pembanding Sebagai Senyawa Prebiotik Terhadap Streptococcus thermophilus dan Antibakteri Terhadap Escherichia coli; Puji Rahmawati; 072210101088; 2011; 115 halaman; Fakultas Farmasi Universitas Jember.

Prebiotik adalah bahan tambahan makanan yang tidak dapat dicerna yang memiliki efek menguntungkan bagi tubuh dengan merangsang pertumbuhan dan atau aktifitas satu atau beberapa jenis bakteri dalam usus secara selektif, yang dapat memperbaiki kesehatan tubuh. Salah satu jenis senyawa prebiotik adalah oligosakarida. Jenis oligosakarida yang sering digunakan sebagai prebiotik adalah frukto-oligosakarida (FOS), galakto-oligosakarida (GOS) dan manno-oligosakarida (MOS). Manno-oligosakarida adalah oligosakarida yang terbentuk dari monosakarida mannosa. Manno-oligosakarida yang terbentuk dari gula mannosa sejenis disebut homo-mannooligosakarida (homo-manOS). Oligosakarida yang dikonsumsi oleh probiotik dapat menghasilkan metabolit yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen.

Homo-manOS dapat diproduksi secara enzimatik menggunakan enzim α -mannosidase yang diekstraksi dari kapang *Aspergillus oryzae* yang ditumbuhkan pada media dedak padi. Pada penelitian ini, enzim yang digunakan untuk sintesa homo-manOS memiliki aktivitas spesifik 0,00486 U/mg dan aktivitas non-spesifik 0,00076 U/mg. Hasil sintesa homo-manOS menggunakan enzim α -mannosidase menggunakan substrat mannosa dengan konsentrasi 40%, 50%, 60% dan 70% (w/v) pada pH 4, 5, 6 dan 7 menghasilkan disakarida dan trisakarida, tetapi konsentrasi homo-manOS yang paling tinggi dihasilkan pada pH 5. Disakarida yang terbentuk pada pH 5 berkisar antara 83.000 – 216.000 mg/L dan trisakaridanya berkisar antara 39.000 – 86.000 mg/L.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui aktivitas prebiotik dari homo-manOS terhadap *Streptococcus thermophilus* dan antibakteri terhadap *Escherichia coli* serta membandingkan aktivitasnya dengan gula-gula pembanding meliputi mannosa, arabinosa, xilosa, trehalosa, manitol, arabitol dan xylitol. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa homo-manOS memiliki aktivitas prebiotik karena dapat meningkatkan pertumbuhan *S. thermophilus* sampai 15,325 kali dari jumlah sel awalnya dan aktivitasnya mirip dengan aktivitas prebiotik dari manitol. Homo-manOS tidak dapat menghambat pertumbuhan *E. coli* jika diuji dengan metode pengukuran *optical density*. Homo-manOS yang ditambahkan ke dalam media pertumbuhan *S. thermophilus* dapat menghambat pertumbuhan *E. coli* karena adanya metabolit yang bersifat antibiotik yaitu asam lemak rantai pendek yang berupa asam asetat, asam propionat, asam butirat, L-laktat, dan CO₂, dimana sifat hambatannya mirip dengan sifat hambatan yang dihasilkan oleh mannosa (Grizard, 1999).

PRAKATA

Puji Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala limpahan berkah dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul : “*Uji Aktivitas Homo-mannooligosakarida (Homo-manOS) dan Gula Pembanding Sebagai Senyawa Prebiotik Terhadap Streptococcus thermophilus dan Antibakteri Terhadap Escherichia coli*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Fakultas Farmasi Universitas Jember.

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

1. Prof. Drs. Bambang Kuswandi, M.Sc., Ph.D selaku Dekan Fakultas Farmasi Universitas Jember.
2. Bapak Dr.Ir. Sony Suwasono, M.App.Sc selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Nuri,S.Si.,M.Si.,Apt selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran serta perhatiannya guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesaikannya penulisan skripsi ini.
3. Ibu Evi Umayah Ulfa, Ssi.,Msi.,Apt selaku Dosen Penguji I dan Ibu Yuni Retnaningtyas, Ssi.,M.Si.,Apt selaku Dosen Penguji II, terima kasih atas segala saran, kritik dan masukan yang membangun dalam penulisan skripsi ini.
4. Ibu Fifteen Aprila Fajrin., S.Farm.,Apt dan Ibu Diana Holidah.,S.F.,M.Farm.,Apt sebagai dosen pembimbing akademik.
5. Kedua orangtuaku, Ibunda Anik Asiqoh dan Bapak Nur Kholis serta adik-adikku atas limpahan kasih sayang, pengorbanan, dan doa yang tiada henti.
6. Pak lekku Nur Shodik, S.Pdi.,M.Pdi atas segala motivasi, dukungan, dan doa selama saya menempuh pendidikan selama ini.

7. Bapak Ibu Guruku yang tercinta di TK Al-Hidayah III Sidodadi-Tempurejo, MI Hidayatul Mubtadi'in Sidodadi-Tempurejo-Jember, SLTPN 1 Ambulu-Jember, SMAN Ambulu-Jember, dan dosen-dosenku di Fakultas Farmasi UNEJ.
8. Mbak Neni dan Pak Min sebagai teknisi Lab. Mikrobiologi FTP, Mbak Ketut sebagai Teknisi Lab. Biokimia FTP yang selalu membantu dalam melakukan penelitian dilaboratorium.
9. Temanku senasib dan seperjuangan *ManOS Girls Team* (Hana, Pipit dan Riska) yang selalu kompak di manapun kita berada, terima kasih atas kerjasamanya selama ini.
10. Sahabat-sahabatku Nuzul, Eka, Nanda, Depe, Maya, Wisnu, Rateh, Titus, Dinik, dan Cherry yang selalu menemaniku selama dikampus Farmasi.
11. Teman-teman Farmasi UNEJ angkatan 2007, teman-teman BEM periode 2008/2009 dan 2009/2010 serta teman-teman LPMF Lingkaran Farmasi UNEJ.
12. Teman-teman KKT Curahnongko A dan B periode 2010/2011: Febri, Intan, Lutfi, Devi, Jery, Wega, Chefira, Tiwi, Jehan, Yeyen, Hasan, Dio, dan Faisal serta teman-teman Karang Taruna Curahnongko "peace oblo", terima kasih atas supportnya selama ini.
13. Teman-teman kos Jl. Kalimantan VI no.8 : Rateh, Nci, Intan, Mbak April, Mbak Dewi, Risa, Lutfi, Yuni, Rahma, Vivi dan Maria.
14. Bapak Satar dan semua rekannya di bagian Kemahasiswaan, Pak Ismanu dan semua rekannya di Bagian Umum perlengkapan, Ibu Ambar dan semua rekannya di Bagian Akademik atas segala bantuan dan kemudahan yang diberikan.
15. Seluruh civitas akademika Fakultas Farmasi UNEJ.

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

Jember, 29 September 2011

Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|----------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | iii |
| HALAMAM MOTTO | iv |
| HALAMAN PERNYATAAN | v |
| HALAMAN PEMBIMBINGAN | vi |
| HALAMAN PENGESAHAN | vii |
| RINGKASAN | viii |
| PRAKATA | x |
| DAFTAR ISI | xii |
| DAFTAR GAMBAR | xv |
| DAFTAR TABEL | xvii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xxi |
| BAB I. PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 4 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 4 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 4 |
| BAB II. TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Oligosakarida | 6 |
| 2.1.1 Mannooligosakarida..... | 8 |
| 2.1.2 Sintesa Homo-Mannooligosakarida (Homo-ManOS) dan Hetero-Mannooligosakarida (Hetero-ManOS) | 9 |
| 2.2 Gula Alkohol (Manitol, Arabitol, Xylitol), Mannosa, Arabinosa, Xilosa dan Trehalosa | 10 |

| | |
|---|-----------|
| 2.2.1 Manitol | 13 |
| 2.2.2 Arabitol | 14 |
| 2.2.3 Xylitol | 15 |
| 2.3 Manfaat ManOS..... | 16 |
| 2.3.1 ManOS Sebagai Senyawa Prebiotik | 16 |
| 2.3.2 ManOS sebagai Senyawa Antibakteri..... | 19 |
| 2.4 Tinjauan tentang Bakteri | 24 |
| 2.4.1 Bakteri Asam Laktat | 26 |
| 2.4.2 Bakteri <i>Escherichia coli</i> | 28 |
| BAB III. METODOLOGI PENELITIAN | |
| 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian | 31 |
| 3.2 Bahan dan Alat Penelitian..... | 31 |
| 3.2.1 Bahan Penelitian..... | 31 |
| 3.2.2 Alat Penelitian..... | 31 |
| 3.3 Metode Penelitian..... | 32 |
| 3.3.1 Tahap Penelitian Pendahuluan | 32 |
| 3.3.2 Tahap Penelitian Utama | 33 |
| 3.3.3 Analisa Data | 41 |
| 3.4 Parameter Pengamatan | 41 |
| 3.5 Prosedur Pengamatan..... | 41 |
| 3.5.1 Total Mikroba..... | 41 |
| 3.5.2 Pengukuran Optical Density (OD)/ Absorbansi..... | 42 |
| 3.5.3 Disk Diffusion Assay | 42 |
| 3.5.4 Analisa Kadar Homo-manOS | 43 |
| 3.6 Skema Penelitian | 44 |
| 3.6.1 Ekstraksi Enzim α -mannosidase | 44 |
| 3.6.2 Produksi Homo-Mannooligosakarida (homo-manOS) | 45 |

| | |
|--|----|
| 3.6.3 Pengujian Gula Pembanding sebagai Prebiotik terhadap <i>Streptococcus thermophilus</i> dan Antibakteri terhadap <i>Escherichia coli</i> | 46 |
| 3.6.4 Pengujian Homo-Mannooligosakarida (Homo-ManOS) sebagai Prebiotik terhadap <i>Streptococcus thermophilus</i> dan Antibakteri terhadap <i>Escherichia coli</i> | 47 |
| 3.6.5 Pengujian Homo-ManOS dan Gula Pembanding dengan Metode Sumuran | 48 |
| BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN | |
| 4.1 Ekstraksi Enzim α -mannosidase..... | 49 |
| 4.2 Produksi Homo-Mannooligosakarida (homo-manOS)..... | 52 |
| 4.3 Pengujian Senyawa Homo-manOS dan Gula Pembanding Terhadap Pertumbuhan <i>S. thermophilus</i> | 57 |
| 4.4 Pengujian Aktivitas Antibakteri Senyawa Homo-manOS dan Gula Pembandin Terhadap <i>E. coli</i> | 68 |
| 4.5 Sifat hambatan dari Kultur <i>S. thermophilus</i> Pada Media Homo-manOS dan Gula Pembanding Terhadap <i>E. coli</i> | 78 |
| BAB V. PENUTUP | |
| 5.1 Kesimpulan | 83 |
| 5.2 Saran | 83 |
| DAFTAR PUSTAKA | 84 |
| LAMPIRAN | 93 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|---|---------|
| 2.1 Skema Reaksi Hidrolisa dan Sintesa Manno-oligosakarida..... | 8 |
| 2.2 Skema Reaksi Sintesa Hetero-ManOS..... | 9 |
| 2.3 Struktur Bangun Mannosa..... | 11 |
| 2.4 Struktur Bangun Arabinosa..... | 12 |
| 2.5 Struktur Bangun Xilosa..... | 12 |
| 2.6 Struktur Bangun Trehalosa | 13 |
| 2.7 Struktur Bangun Manitol | 14 |
| 2.8 Struktur Bangun Arabitol..... | 14 |
| 2.9 Struktur Bangun Xylitol..... | 15 |
| 2.10 Model Interaksi Antara Lektin Permukaan Bakteri dan Karbohidrat Sel Inang | 21 |
| 2.11 Model Oligosakarida Yang Berperan Sebagai Senyawa Anti-Infeksi..... | 23 |
| 2.12 Gambar <i>Streptococcus thermophilus</i> | 28 |
| 2.13 Gambar <i>Escherichia coli</i> | 29 |
| 3.1 Skema Ekstraksi Enzim α -Mannosidase | 44 |
| 3.2 Skema Produksi Homo-Mannooligosakarida (Homo-Manos) | 45 |
| 3.3 Skema Pengujian Mannosa, Arabinosa, Xilosa, Trehalosa, Manitol, Arabitol, Xylitol Sebagai Prebiotik Terhadap <i>Streptococcus</i> <i>thermophilus</i> dan Antibakteri Terhadap <i>Escherichi coli</i> | 46 |
| 3.4 Skema Pengujian Homo-Mannooligosakarida (Homo-Manos) Sebagai Prebiotik Terhadap <i>Streptococcus thermophilus</i> dan Antibakteri terhadap <i>Escherichia coli</i> | 47 |
| 3.5 Skema Pengujian Homo-Mannooligosakarida (Homo-Manos) dan Gula Pemanding Menggunakan Metode Sumuran | 48 |

| | | |
|-----|--|----|
| 4.1 | Reaksi Penguraian Substrat <i>Yeast Mannan</i> Oleh Enzim α -1,2 mannosidase Menghasilkan α -mannosa..... | 50 |
| 4.2 | Reaksi Penguraian <i>p-Nitrophenyl-α-Mannopyranoside</i> Oleh Enzim α -mannosidase Menghasilkan α -mannosidase dan <i>p-nitrophenyl</i> | 50 |
| 4.3 | Hasil Sintesa Disakarida (Man_2) oleh α -Mannosidase dari <i>Aspergillus oryzae</i> dengan Mannosa 40% - 70% (W/V) Sebagai Substrat Pada pH 4,0; 5,0; 6,0; dan 7,0..... | 54 |
| 4.4 | Hasil Sintesa Trisakarida (Man_3) oleh α -Mannosidase dari <i>Aspergillus oryzae</i> dengan Mannosa 40% - 70% (W/V) Sebagai Substrat Pada pH 4,0; 5,0; 6,0; dan 7,0..... | 55 |
| 4.5 | Hasil Pengujian Aktivitas Prebiotik Homo-manOS Terhadap Pertumbuhan <i>S. thermophilus</i> | 58 |
| 4.6 | Hasil Pengujian Aktivitas Prebiotik Gula Pemanding Terhadap Pertumbuhan <i>S. thermophilus</i> | 62 |
| 4.7 | Hasil Pengujian Aktivitas Antibakteri dari Homo-manOS Terhadap Pertumbuhan <i>E. coli</i> | 68 |
| 4.8 | Hasil Pengujian Aktivitas Antibakteri dari Gula Pemanding Terhadap Pertumbuhan <i>E. coli</i> | 72 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|--|---------|
| 2.1 Oligosakarida, Disakarida dan Polioliol yang Dapat Meningkatkan <i>Bifidobacteria</i> dan Bakteri Asam Laktat Dalam Saluran Pencernaan | 7 |
| 2.2 Spesifitas Gula dari Lektin Permukaan Bakteri | 22 |
| 2.3 Inhibisi Relatif oleh Senyawa Mannosa dan Turunannya Pada <i>E.coli</i> | 24 |
| 2.4 Bakteri Asam Laktat yang Digunakan Sebagai Probiotik..... | 27 |
| 3.1 Komposisi Gula Pembanding (mannosa, arabinosa, xilosa, trehalosa, manitol, arabitol, dan xylitol) Sebagai Senyawa Prebiotik terhadap <i>Streptococcus thermophilus</i> | 34 |
| 3.2 Komposisi Gula Pembanding (mannosa, arabinosa, xilosa, trehalosa, manitol, arabitol, dan xylitol) Sebagai Senyawa Antibakteri Terhadap <i>Escherichia coli</i> | 34 |
| 3.3 Komposisi dari Homo-manOS 40% (prebiotik) | 35 |
| 3.4 Komposisi dari Homo-manOS 50% (prebiotik) | 36 |
| 3.5 Komposisi dari Homo-manOS 60% (prebiotik) | 36 |
| 3.6 Komposisi dari Homo-nanOS 70% (prebiotik) | 36 |
| 3.7 Komposisi dari Homo-manOS 40% (antibakteri)..... | 37 |
| 3.8 Komposisi dari Homo-manOS 50% (antibakteri)..... | 37 |
| 3.9 Komposisi dari Homo-manOS 60% (antibakteri)..... | 37 |
| 3.10 Komposisi dari Homo-manOS 70% (antibakteri)..... | 38 |
| 3.11 Komposisi Gula Pembanding (mannosa, arabinosa, xilosa, trehalosa, manitol, arabitol, dan xylitol) yang akan Digunakan Untuk Menumbuhkan <i>Streptococcus thermophilus</i> | 39 |
| 3.12 Komposisi dari Homo-manOS 40% yang akan Digunakan Untuk Menumbuhkan <i>Streptococcus thermophilus</i> | 40 |
| 3.13 Komposisi dari Homo-manOS 50% yang akan Digunakan Untuk Menumbuhkan <i>Streptococcus thermophilus</i> | 40 |

| | | |
|------|--|----|
| 3.14 | Komposisi dari Homo-manOS 60% yang akan Digunakan Untuk Menumbuhkan <i>Streptococcus thermophilus</i> | 40 |
| 3.15 | Komposisi dari Homo-manOS 70% yang akan Digunakan Untuk Menumbuhkan <i>Streptococcus thermophilus</i> | 41 |
| 4.1 | Hasil Pengujian Aktivitas Enzim Spesifik dan Non Spesifik | 51 |
| 4.2 | Tingkat Spesifitas Enzim α -mannosidase | 51 |
| 4.3 | Data Hasil Pengujian Aktivitas Homo-manOS 40% Terhadap Selisih Jumlah dan Kelipatan Pertumbuhan <i>S. thermophilus</i> Setelah Inkubasi 48 jam | 58 |
| 4.4 | Data Hasil Pengujian Aktivitas Homo-manOS 50% Terhadap Selisih Jumlah dan Kelipatan Pertumbuhan <i>S. thermophilus</i> Setelah Inkubasi 48 jam | 59 |
| 4.5 | Data Hasil Pengujian Aktivitas Homo-manOS 60% Terhadap Selisih Jumlah dan Kelipatan Pertumbuhan <i>S. thermophilus</i> Setelah Inkubasi 48 jam | 59 |
| 4.6 | Data Hasil Pengujian Aktivitas Homo-manOS 70% Terhadap Selisih Jumlah dan Kelipatan Pertumbuhan <i>S. thermophilus</i> Setelah Inkubasi 48 jam | 60 |
| 4.7 | Data Hasil Pengujian Aktivitas Mannosa Terhadap Selisih Jumlah dan Kelipatan Pertumbuhan <i>S. thermophilus</i> Setelah Inkubasi 48 jam | 63 |
| 4.8 | Data Hasil Pengujian Aktivitas Arabinosa Terhadap Selisih Jumlah dan Kelipatan Pertumbuhan <i>S. thermophilus</i> Setelah Inkubasi 48 jam | 63 |

| | | |
|------|--|----|
| 4.9 | Data Hasil Pengujian Aktivitas Xilosa Terhadap Selisih Jumlah dan Kelipatan Pertumbuhan <i>S. thermophilus</i> Setelah Inkubasi 48 jam..... | 64 |
| 4.10 | Data Hasil Pengujian Aktivitas Trehalosa Terhadap Selisih Jumlah dan Kelipatan Pertumbuhan <i>S. thermophilus</i> Setelah Inkubasi 48 jam..... | 64 |
| 4.11 | Data Hasil Pengujian Aktivitas Manitol Terhadap Selisih Jumlah dan Kelipatan Pertumbuhan <i>S. thermophilus</i> Setelah Inkubasi 48 jam..... | 65 |
| 4.12 | Data Hasil Pengujian Aktivitas Arabitol Terhadap Selisih Jumlah dan Kelipatan Pertumbuhan <i>S. thermophilus</i> Setelah Inkubasi 48 jam..... | 65 |
| 4.13 | Data Hasil Pengujian Aktivitas Xylitol Terhadap Selisih Jumlah dan Kelipatan Pertumbuhan <i>S. thermophilus</i> Setelah Inkubasi 48 jam..... | 66 |
| 4.14 | Data Hasil Pengujian Aktivitas Homo-manOS 40% Terhadap Selisih Jumlah dan Kelipatan Pertumbuhan <i>E. coli</i> Setelah Inkubasi 48 jam..... | 69 |
| 4.15 | Data Hasil Pengujian Aktivitas Homo-manOS 50% Terhadap Selisih Jumlah dan Kelipatan Pertumbuhan <i>E. coli</i> Setelah Inkubasi 48 jam..... | 69 |
| 4.16 | Data Hasil Pengujian Aktivitas Homo-manOS 60% Terhadap Selisih Jumlah dan Kelipatan Pertumbuhan <i>E. coli</i> Setelah Inkubasi 48 jam..... | 70 |

| | | |
|------|---|----|
| 4.17 | Data Hasil Pengujian Aktivitas Homo-manOS 70% Terhadap Selisih Jumlah dan Kelipatan Pertumbuhan <i>E. coli</i> Setelah Inkubasi 48 jam..... | 70 |
| 4.18 | Data Hasil Pengujian Aktivitas Mannosa Terhadap Selisih Jumlah dan Kelipatan Pertumbuhan <i>E. coli</i> Setelah Inkubasi 48 jam..... | 73 |
| 4.19 | Data Hasil Pengujian Aktivitas Arabinosa Terhadap Selisih Jumlah dan Kelipatan Pertumbuhan <i>E. coli</i> Setelah Inkubasi 48 jam..... | 73 |
| 4.20 | Data Hasil Pengujian Aktivitas Xilosa Terhadap Selisih Jumlah dan Kelipatan Pertumbuhan <i>E. coli</i> Setelah Inkubasi 48 jam | 74 |
| 4.21 | Data Hasil Pengujian Aktivitas Trehalosa Terhadap Selisih Jumlah dan Kelipatan Pertumbuhan <i>E. coli</i> Setelah Inkubasi 48 jam..... | 74 |
| 4.22 | Data Hasil Pengujian Aktivitas Manitol Terhadap Selisih Jumlah dan Kelipatan Pertumbuhan <i>E. coli</i> Setelah Inkubasi 48 jam | 75 |
| 4.23 | Data Hasil Pengujian Aktivitas Arabitol Terhadap Selisih Jumlah dan Kelipatan Pertumbuhan <i>E. coli</i> Setelah Inkubasi 48 jam | 75 |
| 4.24 | Data Hasil Pengujian Aktivitas Xylitol Terhadap Selisih Jumlah dan Kelipatan Pertumbuhan <i>E. coli</i> Setelah Inkubasi 48 jam | 76 |
| 4.25 | Hasil Uji Daya Hambat Homo-manOS dengan <i>S. thermophilus</i> Terhadap <i>E. coli</i> | 79 |
| 4.26 | Hasil Uji Daya Hambat Gula Pemanding dengan <i>S. thermophilus</i> Terhadap <i>E. coli</i> | 80 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|---|---------|
| A. Pengujian Aktivitas Enzim α -Mannosidase | 93 |
| A.1. Kurva Standar Mannosa | 93 |
| A.2. Kurva Standar p-Nitrophenol | 94 |
| A.3. Kurva Standar BSA (Bovine Serum Albumin) | 95 |
| A.4. Perhitungan Uji Aktivitas Enzim α -Mannosidase | 96 |
| B. Data Analisis Kadar Homo-Mannooligosakarida (Homo-ManOS) | 98 |
| B.1 Kurva Baku Gula Standar | 98 |
| B.2 Konsentrasi Homo-manOS Hasil Produksi | 99 |
| C. Kurva Standart Jumlah Sel <i>Streptococcus thermophilus</i> | 101 |
| D. Kurva Standart Jumlah Sel <i>Escherichia coli</i> | 102 |
| E. Hasil Uji Aktivitas Homo-Manos Terhadap Pertumbuhan <i>S. thermophilus</i> | 103 |
| F. Hasil Uji Aktivitas Gula Pembanding Terhadap Pertumbuhan <i>S. thermophilus</i> | 104 |
| G. Hasil Uji Kativitas Homo-manOS Terhadap Pertumbuhan <i>E. coli</i> | 106 |
| H. Hasil Uji Aktivitas Gula Pembanding Terhadap Pertumbuhan <i>E. coli</i> | 107 |
| I. Data Zona Hambat Homo-manOS dengan <i>S. thermophilus</i> terhadap <i>E. coli</i> Dengan Metode Difusi Sumuran (<i>well diffusion method</i>) | 109 |
| J. Data Zona Hambat Gula Pembanding Dengan <i>S. thermophilus</i> terhadap <i>E. coli</i> Dengan Metode Difusi Sumuran (<i>well diffusion method</i>) | 110 |
| K. Foto Zona Hambat Homo-manOS dengan <i>Streptococcus thermophilus</i> terhadap <i>Escherichia coli</i> | 112 |

| | |
|--|-----|
| L. Foto Zona Hambat Gula Pembanding dengan <i>Streptococcus thermophilus</i> terhadap <i>Escherichia coli</i> | 116 |
| M. Kontrol (MRS-Broth dan MRS-Broth + <i>S. thermophilus</i>) terhadap <i>E. coli</i> | 119 |