



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PENAPISAN AKTIVITAS PENGHAMBATAN ENZIM  
ALFA-GLUKOSIDASE DAN IDENTIFIKASI GOLONGAN  
SENYAWA PADA BEBERAPA TANAMAN YANG SECARA  
TRADISIONAL DIGUNAKAN SEBAGAI ANTIDIABETES**

**SKRIPSI**

**MARISTA GILANG MAULDINA  
0706264841**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
PROGRAM STUDI SARJANA FARMASI  
DEPOK  
JULI 2011**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PENAPISAN AKTIVITAS PENGHAMBATAN ENZIM  
ALFA-GLUKOSIDASE DAN IDENTIFIKASI GOLONGAN  
SENYAWA PADA BEBERAPA TANAMAN YANG SECARA  
TRADISIONAL DIGUNAKAN SEBAGAI ANTIDIABETES**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
sarjana farmasi**

**MARISTA GILANG MAULDINA  
0706264841**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
PROGRAM STUDI SARJANA FARMASI  
DEPOK  
JULI 2011**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

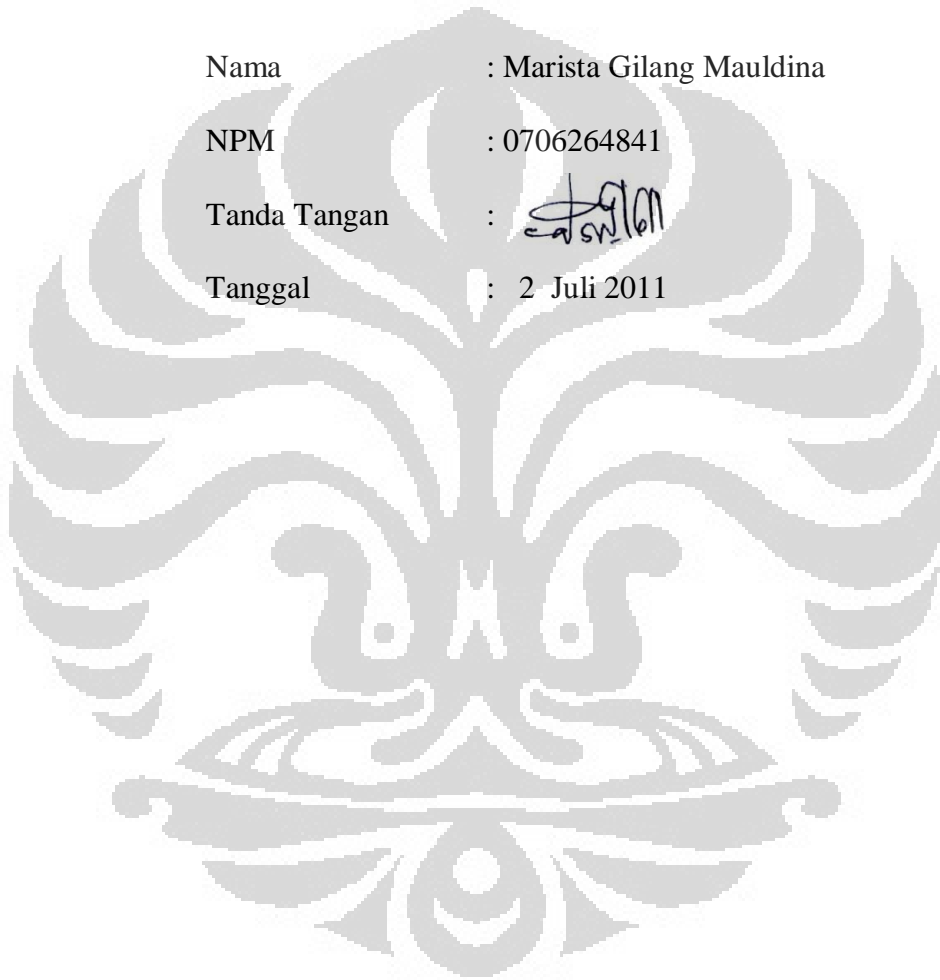
Skripsi ini adalah karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Marista Gilang Mauldina

NPM : 0706264841

Tanda Tangan : 

Tanggal : 2 Juli 2011




## HALAMAN PENGESAHAN


Skripsi ini diajukan oleh :  
Nama : Marista Gilang Mauldina  
NPM : 0706264841  
Program Studi : Farmasi  
Judul Skripsi : Penapisan Aktivitas Penghambatan Enzim Alfa-Glukosidase dan Identifikasi Golongan Senyawa pada Beberapa Tanaman yang secara Tradisional Digunakan sebagai Antidiabetes.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi pada Program Studi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Dr. Katrin, M.S., Apt. (  )

Pembimbing II : Dr. Berna Elya, M.Si., Apt. (  )

Penguji I : Dr. Abdul Mun'im, M.Si., Apt. (  )

Penguji II : Dra. Juheini Amin, M.Si., Apt. (  )

Penguji III : Pharm. Dr. Joshita Djajadisastra, M.S., Ph.D. (  )

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 7 Juli 2011

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang karena telah memberikan nikmat iman dan nikmat ilmu sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Farmasi pada Departemen Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia.

Saya menyadari bahwa tanpa bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Dr. Katrin, MS dan Dr. Berna Elya, Msi. selaku pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya selama proses penelitian hingga penyusunan skripsi ini.
- (2) Dr. Iskandarsyah selaku pembimbing akademis yang telah membimbing saya selama mengikuti perkuliahan di farmasi.
- (3) Prof. Dr. Yahdiana Harahap selaku ketua departemen yang telah membimbing dan membantu selama mengikuti perkuliahan di farmasi.
- (4) Zakiyah Ulfah selaku laboran yang telah banyak membantu dalam menyediakan alat-alat yang saya perlukan dalam penelitian.
- (5) Pihak PT. Dexe Medica yang telah membantu dalam pemberian bahan baku penelitian yang saya perlukan.
- (6) Pihak Balitro dan LIPI Cibinong yang telah membantu dalam pengadaan bahan baku tanaman serta determinasi tanaman.
- (7) Seluruh staff dan dewan pengajar Departemen Farmasi FMIPA UI atas bantuan dan bimbingannya selama mengikuti perkuliahan.
- (8) Kedua orang tua, kakak, dan Almarhumah Bu Suci yang sangat saya cintai beserta seluruh keluarga saya yang telah memberi dukungan material dan moral.
- (9) Sahabat-sahabat dalam *Seven to Heaven* (Berwi, Desy, Fika, Citra, Khai, dan Tyas) yang telah memberi banyak keceriaan dan semangat dalam

menjalani masa-masa perkuliahan, teman-teman seperjuangan di Fitokimia (Anastasia, Eva, Kak Wulan, Maya, Siti, Ary, dan Kun) yang telah sangat membantu dan berkerja bersama-sama selama penelitian, seluruh teman-teman angkatan 2007 di Farmasi UI atas kebersamaan yang indah, dan seluruh teman-teman masa SMA yang telah memberi banyak dukungan moral kepada penulis.

- (10) Keluarga Pengmas dan Dewan Harian BEM FMIPA UI 2010 yang saya cintai atas waktu kebersamaan yang indah, keluarga Rakoor SALAM UI X2 yang telah memberi dukungan dan kekeluargaan yang indah dari awal perjumpaan hingga saat ini, serta keluarga besar Dakwah Kampus UI atas penjagaan, bimbingan, dan persaudaraan yang sangat berharga.

Semoga kebaikan mereka mendapat balasan berlipat dari Tuhan Yang Maha Esa. Akhir kata, saya berharap semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Penulis  
2011

## **HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Marista Gilang Mauldina

NPM : 0706264841

Program Studi : Sarjana farmasi

Departemen : Farmasi

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Penapisan Aktivitas Penghambatan Enzim Alfa-Glukosidase dan Identifikasi Golongan Senyawa pada Beberapa Tanaman yang secara Tradisional Digunakan sebagai Antidiabetes.”

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok  
Pada tanggal : 2 Juli 2011

Yang menyatakan



( Marista Gilang Mauldina )

## ABSTRAK

Nama : Marista Gilang Mauldina  
Program studi : Farmasi  
Judul : Penapisan Aktivitas Penghambatan Enzim Alfa-Glukosidase dan Identifikasi Golongan Senyawa pada Beberapa Tanaman yang secara Tradisional Digunakan sebagai Antidiabetes.

Diabetes mellitus adalah penyakit yang ditandai oleh tingginya kadar gula darah dan telah banyak diderita oleh masyarakat Indonesia. Pengobatan tradisional untuk penyakit diabetes dilakukan menggunakan berbagai macam tanaman obat. Penelitian ini dilakukan untuk menguji adanya aktivitas penghambatan enzim  $\alpha$ -glukosidase pada 15 jenis tanaman yang secara tradisional digunakan sebagai antidiabetes. Pengujian dilakukan secara *in vitro* terhadap ekstrak etanol tanaman menggunakan enzim  $\alpha$ -glukosidase dan substrat P-Nitrofenil- $\alpha$ -D-Glukopiranosida yang menghasilkan produk paranitrofenol. Produk tersebut diukur serapannya menggunakan Spektrofotometer UV-Vis pada  $\lambda$  400 nm. Parameter adanya aktivitas penghambatan yang dimiliki oleh ekstrak ditunjukkan oleh nilai %inhibisi dan  $IC_{50}$ . Hasil pengujian aktivitas penghambatan enzim  $\alpha$ -glukosidase menunjukkan bahwa hampir semua ekstrak memiliki aktivitas penghambatan, kecuali buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) dan umbi wortel (*Daucus carota* L.), sedangkan ekstrak yang memiliki daya penghambatan terbaik adalah kulit batang kayu manis (*Cinnamomum burmanii* (Nees & T.Nees) Blume) dengan nilai  $IC_{50}$  2,11  $\mu$ g/mL, diikuti oleh kulit batang jambang (*Syzygium cumini* (L.) Skeel) dengan nilai  $IC_{50}$  3,78  $\mu$ g/mL, kulit batang bidara laut (*Strychnos lucida* R.Br.) dengan nilai  $IC_{50}$  5,40  $\mu$ g/mL, dan bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry) dengan nilai  $IC_{50}$  5,78  $\mu$ g/mL. Golongan senyawa yang dikandung oleh ekstrak tanaman yang memiliki aktivitas penghambatan yang tinggi adalah glikosida dan tanin.

Kata Kunci : antidiabetes, identifikasi golongan senyawa, penghambat alfa-glukosidase, tanaman obat

xiv + 99 halaman : 24 gambar, 34 tabel, 3 lampiran

Daftar referensi : 64 (1954-2011)



## ABSTRACT

Name : Marista Gilang Mauldina  
Program study : Pharmacy  
Title : Screening of Alpha-Glucosidase Inhibiting Activity and  
Phytochemical Screening from Some Indonesian Medicinal  
Plants for Diabetes Mellitus

Diabetes mellitus is a disease with high blood glucose levels, and this is one of the common diseases in Indonesia. A traditional medication for diabetes mellitus did by using the medicinal plants. The aim of this research was to determine an  $\alpha$ -glucosidase inhibiting activity from 15 ethanolic extracts of Indonesian medicinal plants that had been used for diabetes mellitus. The method was an *in vitro* model using  $\alpha$ -glucosidase and P-Nitrophenyl- $\alpha$ -D-Glucopyranoside as enzyme and substrate that produced p-nitrophenol. The product was measured by Spectrophotometer UV-Vis at  $\lambda$  400 nm. The parameters of inhibiting activity were indicated by the values of % inhibition and IC<sub>50</sub>. The results indicated that almost of the extracts have inhibiting activity, except the *Averrhoa bilimbi* L. fruits and the *Daucus carota* L. tubers. The high activities are belong to the cortexes of *Cinnamomum burmanii* (Nees & T.Nees), Blume, *Syzygium cumini* L., *Strychnos lucida* R.Br. and the flowers of *Syzygium aromaticum* L. with IC<sub>50</sub> value of 2.11  $\mu$ g/mL, 3.78  $\mu$ g/mL, 5.40  $\mu$ g/mL, and 5.78  $\mu$ g/mL. The phytochemical screening indicated that the extracts with high inhibiting activity contain glycosides and tannins as their chemical compounds.

Key Words : alpha-glucosidase inhibitor, diabetes mellitus, medicinal plants,  
phytochemical screening

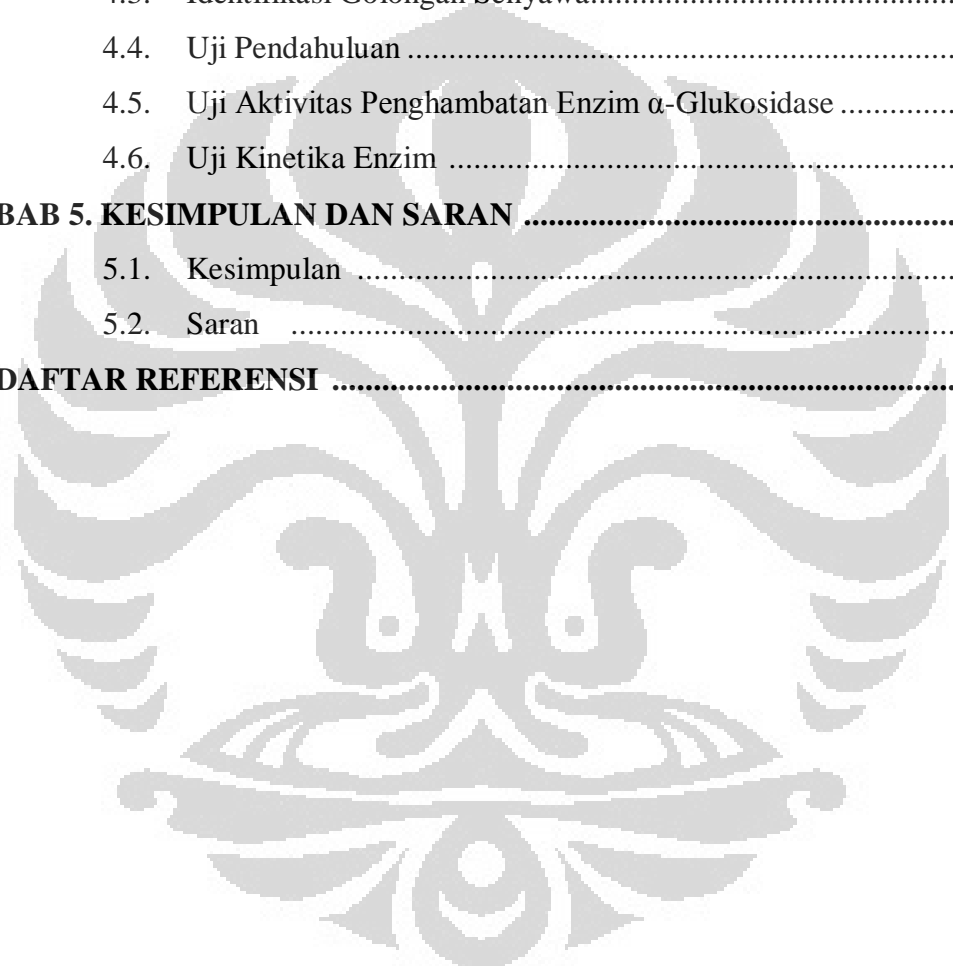
xiv + 99 pages : 24 pictures, 34 tables, 3 appendixes

Bibliography : 64 (1954-2011)

## DAFTAR ISI

|   | Halaman     |
|---|-------------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b> .....                              | <b>ii</b>   |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....            | <b>iii</b>  |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....                         | <b>iv</b>   |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                             | <b>v</b>    |
| <b>HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH</b> ..... | <b>vii</b>  |
| <b>ABSTRAK</b> .....                                    | <b>viii</b> |
| <b>ABSTRACT</b> .....                                   | <b>ix</b>   |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                                 | <b>x</b>    |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                              | <b>xii</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                               | <b>xiii</b> |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....                            | <b>xiv</b>  |
| <b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....                         | <b>1</b>    |
| 1.1. Latar Belakang .....                               | 1           |
| 1.2. Tujuan Penelitian .....                            | 2           |
| <b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....                    | <b>3</b>    |
| 2.1. Diabetes Mellitus .....                            | 3           |
| 2.2. Enzim $\alpha$ -glukosidase .....                  | 4           |
| 2.3. Penghambat $\alpha$ -glukosidase.....              | 5           |
| 2.4. Mekanisme Penghambatan Enzim .....                 | 6           |
| 2.5. Deskripsi Tanaman .....                            | 8           |
| 2.6. Simplisia .....                                    | 14          |
| 2.7. Ekstraksi.....                                     | 14          |
| 2.8. Penapisan Fitokimia .....                          | 16          |
| 2.9. Uji Penghambatan $\alpha$ -Glukosidase .....       | 19          |
| 2.10. Penentuan Kinetika Penghambatan Enzim .....       | 20          |
| 2.11. Spektrofotometer Uv-Vis.....                      | 24          |
| <b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....                   | <b>26</b>   |

|   |           |
|---|-----------|
| 3.1. Waktu dan tempat .....                                       | 26        |
| 3.2. Bahan .....  | 26        |
| 3.3. Alat .....   | 27        |
| 3.4. Cara Kerja .....   | 27        |
| <b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>                          | <b>37</b> |
| 4.1. Penyiapan Bahan .....  | 37        |
| 4.2. Ekstraksi Simplisia .....                                    | 39        |
| 4.3. Identifikasi Golongan Senyawa.....                           | 41        |
| 4.4. Uji Pendahuluan .....  | 48        |
| 4.5. Uji Aktivitas Penghambatan Enzim $\alpha$ -Glukosidase ..... | 50        |
| 4.6. Uji Kinetika Enzim .....                                     | 52        |
| <b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>                          | <b>55</b> |
| 5.1. Kesimpulan .....   | 55        |
| 5.2. Saran .....  | 55        |
| <b>DAFTAR REFERENSI .....</b>                                     | <b>56</b> |



## DAFTAR GAMBAR

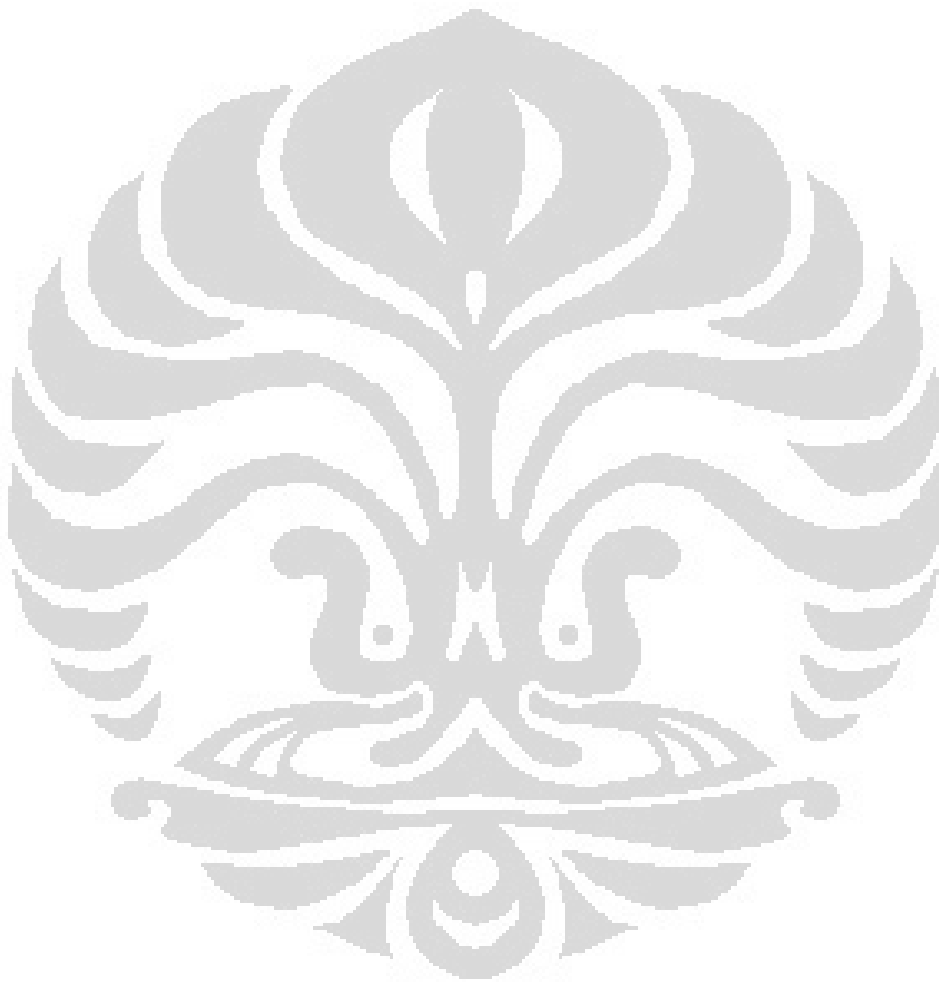
|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Gambar 2.1  | Struktur Kimia Akarbose .....   | 5  |
| Gambar 2.2  | Mekanisme penghambatan enzim $\alpha$ -glukosidase<br>oleh akarbose .....                               | 6  |
| Gambar 2.3  | Persamaan Reaksi Enzimatik $\alpha$ -Glukosidase dan<br>P-Nitrofenil- $\alpha$ -D-Glukopiranosida ..... | 20 |
| Gambar 2.4  | Grafik Persamaan <i>Lineweaver-Burke</i> .....  | 21 |
| Gambar 2.5  | Grafik Persamaan <i>Lineweaver-Burke</i> untuk penghambat<br>kompetitif .....                           | 22 |
| Gambar 2.6  | Grafik Persamaan <i>Lineweaver-Burke</i> untuk penghambat<br>nonkompetitif .....                        | 22 |
| Gambar 2.7  | Grafik Persamaan <i>Lineweaver-Burke</i> untuk penghambat<br>Kompetitif campuran .....                  | 23 |
| Gambar 2.8  | Grafik Persamaan <i>Lineweaver-Burke</i> untuk penghambat<br>unkompetitif .....                         | 24 |
| Gambar 4.1  | Grafik <i>Lineweaver-Burke</i> Pada Uji Kinetika .....  | 53 |
| Gambar 4.2  | <i>Asparagus officinalis</i> L. ....  | 62 |
| Gambar 4.3  | <i>Averrhoa bilimbi</i> L. ....   | 62 |
| Gambar 4.4  | <i>Camelia sinensis</i> Kuntze .....  | 62 |
| Gambar 4.5  | <i>Cinnamomum burmanii</i> (Nees & T.Nees) Blume .....  | 62 |
| Gambar 4.6  | <i>Cuminum cimyrum</i> L. ....  | 63 |
| Gambar 4.7  | <i>Curcuma domestica</i> Val. ....  | 63 |
| Gambar 4.8  | <i>Daucus carota</i> L. ....  | 63 |
| Gambar 4.9  | <i>Sesamum orientale</i> L. ....  | 63 |
| Gambar 4.10 | <i>Solanum tuberosum</i> L. ....  | 64 |
| Gambar 4.11 | <i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni. ....  | 64 |
| Gambar 4.12 | <i>Strychnos lucida</i> R.Br. ....  | 64 |
| Gambar 4.13 | <i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Merr. & Perry .....   | 64 |
| Gambar 4.14 | <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeel. ....   | 65 |
| Gambar 4.15 | <i>Theobroma cacao</i> L. ....  | 65 |
| Gambar 4.16 | <i>Zingiber officinalis</i> Rosc. ....  | 65 |

## DAFTAR TABEL

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Tabel 3.1  | Sistem Reaksi Uji Penghambatan Enzim $\alpha$ -Glukosidase ..... | 34 |
| Tabel 4.1  | Nilai Susut Pengerinan.....                                      | 38 |
| Tabel 4.2  | Bobot Ekstrak Kental dan Nilai % Rendemen.....                   | 40 |
| Tabel 4.3  | Kesimpulan Hasil Identifikasi Golongan Senyawa .....             | 46 |
| Tabel 4.4  | Nilai IC <sub>50</sub> Larutan Uji .....                         | 51 |
| Tabel 4.5  | Nilai Tetapan <i>Michaelis Menten</i> .....                      | 53 |
| Tabel 4.6  | Hasil Identifikasi Golongan Terpen .....                         | 66 |
| Tabel 4.7  | Hasil Identifikasi Golongan Alkaloid .....                       | 67 |
| Tabel 4.8  | Hasil Identifikasi Golongan Antrakuinon.....                     | 68 |
| Tabel 4.9  | Hasil Identifikasi Golongan Flavonoid.....                       | 69 |
| Tabel 4.10 | Hasil Identifikasi Golongan Glikosida .....                      | 71 |
| Tabel 4.11 | Hasil Identifikasi Golongan Tanin .....                          | 72 |
| Tabel 4.12 | Hasil Identifikasi Golongan Saponin.....                         | 74 |
| Tabel 4.13 | Uji Optimasi Konsentrasi Enzim.....                              | 75 |
| Tabel 4.14 | Uji Optimasi Konsentrasi Substrat .....                          | 75 |
| Tabel 4.15 | Aktivitas Penghambatan Akarbose.....                             | 76 |
| Tabel 4.16 | Aktivitas Penghambatan Ekstrak Umbi Asparagus.....               | 77 |
| Tabel 4.17 | Aktivitas Penghambatan Ekstrak Buah belimbing wuluh .....        | 78 |
| Tabel 4.18 | Aktivitas Penghambatan Ekstrak Daun teh.....                     | 79 |
| Tabel 4.19 | Aktivitas Penghambatan Ekstrak Kulit Batang Kayu Manis .....     | 80 |
| Tabel 4.20 | Aktivitas Penghambatan Ekstrak Biji Jintan Putih.....            | 81 |
| Tabel 4.21 | Aktivitas Penghambatan Ekstrak Rimpang Kunyit .....              | 82 |
| Tabel 4.22 | Aktivitas Penghambatan Ekstrak Umbi Wortel .....                 | 83 |
| Tabel 4.23 | Aktivitas Penghambatan Ekstrak Daun Wijen .....                  | 84 |
| Tabel 4.24 | Aktivitas Penghambatan Ekstrak Umbi Kentang.....                 | 85 |
| Tabel 4.25 | Aktivitas Penghambatan Ekstrak Herba Stevia.....                 | 86 |
| Tabel 4.26 | Aktivitas Penghambatan Ekstrak Kulit Batang Bidara Laut.....     | 87 |
| Tabel 4.27 | Aktivitas Penghambatan Ekstrak Bunga Cengkeh .....               | 88 |
| Tabel 4.28 | Aktivitas Penghambatan Ekstrak Kulit Batang Jamblang .....       | 89 |
| Tabel 4.29 | Aktivitas Penghambatan Ekstrak Daging Buah Cokelat .....         | 90 |
| Tabel 4.30 | Aktivitas Penghambatan Ekstrak Rimpang Jahe.....                 | 91 |
| Tabel 4.31 | Serapan Blangko Kinetika Inhibisi Enzim.....                     | 92 |
| Tabel 4.32 | Serapan Sampel Kinetika Inhibisi Enzim .....                     | 93 |
| Tabel 4.33 | Data 1/S dan 1/V Kinetika Inhibisi Enzim .....                   | 94 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|             |                                  |    |
|-------------|----------------------------------|----|
| Lampiran 1. | Kurva Serapan Uji Optimasi ..... | 95 |
| Lampiran 2. | Kurva Serapan Uji Akarbose ..... | 96 |
| Lampiran 3. | Surat Determinasi Tanaman.....   | 97 |



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Diabetes mellitus merupakan penyakit kelainan kadar glukosa darah akibat defisiensi atau penurunan efektivitas insulin yang merupakan hormon yang berperan dalam metabolisme karbohidrat dan disekresikan oleh sel  $\beta$  pada pankreas. Kurangnya sekresi insulin menyebabkan kadar glukosa darah meningkat dan melebihi batas normal jumlah glukosa yang seharusnya ada dalam darah. Tingginya kadar glukosa dalam darah dapat merusak saraf, pembuluh darah, dan arteri yang menuju jantung. Kondisi tersebut menyebabkan diabetes mellitus dapat meningkatkan risiko serangan jantung, stroke, gagal ginjal, serta penyakit komplikasi lain (Fox, 2007).

Pada tahun 2000, Indonesia termasuk dalam 5 besar negara dengan penderita diabetes mellitus (DM) yang terbanyak. Negara urutan pertama penderita DM adalah India, kedua China, ketiga Amerika Serikat, dan keempat Indonesia dengan jumlah penderita sebanyak kurang lebih 8,4 juta jiwa. Jumlah tersebut diperkirakan akan terus meningkat dan mencapai 21,3 juta jiwa pada tahun 2030. Oleh karena itu, harus ada upaya mulai sekarang agar jumlah penderita tidak semakin bertambah (Wild et al., 2004).

Tingginya jumlah penderita diabetes di Indonesia telah mendorong upaya dilakukannya pengembangan obat antidiabetes, namun hingga saat ini obat antidiabetes sintetik masih menghadapi beberapa kendala, terutama menyangkut efek samping serta biaya yang mahal. Hal tersebut memicu dilakukannya pencarian terhadap obat baru, salah satunya obat yang berasal dari herbal. Obat herbal diyakini memiliki efek samping yang relatif lebih rendah serta mudah didapat sehingga membutuhkan biaya yang lebih murah (Katno, & Pramono, 2003). Penelitian mengenai tanaman obat di Indonesia yang berkhasiat sebagai antidiabetes telah banyak dilakukan, di antaranya penelitian terhadap ekstrak air daun sirih merah *Piper crocatum*. Hasil penelitian pada mencit menunjukkan dosis 20 g/kg bobot tubuh ekstrak daun sirih merah mampu menurunkan 34,3%

kadar glukosa darah menciut. Penurunan itu lebih besar dibanding perlakuan dengan obat antidiabetes Daonil dosis 3,22 mg/kg yang menurunkan kadar gula sebanyak 27% (Fahma & Safithri, 2008 ).

Sampai saat ini masih ada beberapa tanaman yang digunakan secara tradisional oleh masyarakat sebagai antidiabetes tetapi belum didukung oleh penelitian mengenai aktivitas antidiabetes dari tanaman tersebut. Penelitian mengenai aktivitas antidiabetes dari tanaman obat tradisional sangat perlu dilakukan agar terbukti manfaatnya dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah, sehingga dapat dijadikan dasar untuk penemuan obat baru melalui penelitian lebih lanjut. Salah satu penelitian yang dapat dilakukan adalah penelitian dengan metode *in vitro* mengenai aktivitas penghambatan enzim  $\alpha$ -glukosidase sebagai salah satu sifat dari suatu golongan obat antidiabetes. Pada penelitian ini, pengujian dilakukan terhadap 15 tanaman antidiabetes tradisional untuk menguji adanya aktivitas penghambatan enzim  $\alpha$ -glukosidase pada ekstrak tanaman tersebut.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini ditujukan untuk memperoleh ekstrak tanaman antidiabetes yang memiliki aktivitas penghambatan enzim  $\alpha$ -glukosidase, serta mengidentifikasi golongan senyawa yang terkandung dalam ekstrak tersebut.



## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Diabetes Mellitus

Diabetes mellitus adalah penyakit yang ditandai dengan adanya gangguan metabolisme karbohidrat, protein, dan lemak sebagai akibat dari berkurangnya sekresi insulin atau berkurangnya sensitivitas reseptor insulin. Penyakit diabetes mellitus dapat dikenali dari hiperglikemia yang terjadi pada pasien (Dipiro et al., 2005 ; Crisholm-Burns et al., 2008).

Menurut Konsensus *American Association Experts Committee on The Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus* pada tahun 1997, secara garis besar, penyakit diabetes mellitus dapat digolongkan menjadi 4 tipe, yaitu diabetes tipe 1 (*Insulin Dependent Diabetes Mellitus*), diabetes tipe 2 (*Non Insulin Dependent Diabetes Mellitus*), diabetes tipe 3 (diabetes yang disebabkan faktor lain), serta diabetes tipe 4 (*Gestational Diabetes Mellitus*) (Corwin, 2008).

Diabetes mellitus tipe 1 merupakan diabetes dengan defisiensi absolut insulin akibat destruksi autoimun sel-sel  $\beta$  pulau Langerhans. Diabetes tipe 1 ini disebut sebagai *Insulin Dependent Diabetes Mellitus* sebab pengidapnya harus mendapat insulin pengganti. Diabetes tipe 1 biasanya dijumpai pada orang yang berusia kurang dari 30 tahun dengan perbandingan laki-laki sedikit lebih banyak daripada wanita. Karena insiden diabetes mellitus tipe 1 memuncak pada usia remaja dini, maka dahulu disebut sebagai diabetes *juvenil*, namun diabetes tipe 1 dapat timbul di segala usia dan bersifat idiopatik (Dipiro et al., 2005).

Diabetes mellitus tipe 2 merupakan diabetes dengan insensitivitas atau resistensi sel terhadap insulin dan dapat juga terjadi defisiensi relatif insulin. Pada diabetes tipe 2, insulin masih tetap dihasilkan oleh sel-sel  $\beta$  sehingga biasa juga disebut *Noninsulin Dependent Diabetes Mellitus* (NIDDM). Sebagian besar pengidap diabetes tipe 2 adalah pasien berusia di atas 30 tahun dan kebanyakan disebabkan oleh obesitas (Dipiro et al., 2005).

Diabetes mellitus tipe 3 merupakan diabetes yang disebabkan oleh faktor lain, sebagai contoh adalah diabetes yang terjadi karena pankreatitis dan endokrinopati (Corwin, 2008).

Diabetes mellitus tipe 4 terjadi pada wanita hamil yang sebelumnya tidak menderita diabetes. Walaupun diabetes tipe 4 dapat sembuh setelah melahirkan, rata-rata 50% pasien tidak dapat kembali pada kadar gula darah normal, sehingga meningkatkan risiko terserang diabetes mellitus tipe 2. Pada diabetes mellitus tipe 4, diabetes terjadi akibat meningkatnya kadar hormon estrogen dan *growth hormone* pada wanita hamil, sehingga menyebabkan terjadinya hipersekresi insulin yang menyebabkan penurunan respon sel terhadap insulin. Selain itu, *growth hormone* juga diduga memiliki efek anti-insulin seperti memicu glukoneogenesis (Corwin, 2008).

Penyakit diabetes mellitus dapat menunjukkan gejala klinis yang bermacam-macam. Beberapa gejala yang dapat terlihat dari pasien penderita diabetes mellitus adalah polidipsia (peningkatan rasa haus), poliuria (peningkatan pengeluaran urin), polifagia (peningkatan rasa lapar), peningkatan angka infeksi, luka yang tidak sembuh-sembuh, serta berat badan menurun (Corwin, 2008).

Pengobatan diabetes mellitus dapat dilakukan dengan beberapa golongan obat yang dapat menurunkan kadar glukosa darah. Penderita diabetes mellitus tipe 1 paling membutuhkan insulin sebagai obat. Insulin biasanya diberikan melalui injeksi, sedangkan pada penderita diabetes mellitus tipe 2, lebih umum digunakan obat antidiabetes oral. Obat yang termasuk golongan antidiabetes oral adalah obat yang meningkatkan sekresi insulin, seperti sulfonilurea, dan repaglinid, obat yang memperbaiki sensitifitas reseptor insulin, seperti biguanida, dan thiazolidinedion, serta obat yang bersifat sebagai penghambat  $\alpha$ -glukosidase, seperti miglitol dan akarbose (Crisholm-Burns et al., 2008).

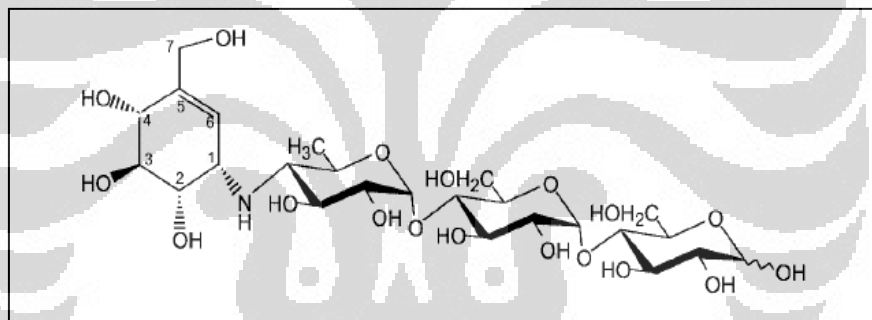
## 2.2 Enzim $\alpha$ -Glukosidase

Enzim  $\alpha$ -glukosidase adalah enzim yang bertanggung jawab terhadap konversi karbohidrat menjadi glukosa. Karbohidrat akan dicerna oleh enzim di dalam mulut dan usus menjadi gula yang lebih sederhana yang kemudian akan diserap ke dalam tubuh sehingga kadar gula darah meningkat. Proses pencernaan

karbohidrat tersebut melibatkan pankreas dalam melepaskan enzim  $\alpha$ -glukosidase ke dalam usus yang akan mencerna disakarida menjadi monosakarida, contohnya adalah sukrase yang memecah sukrosa menjadi fruktosa dan glukosa. Dengan dihambatnya kerja enzim  $\alpha$ -glukosidase, kadar glukosa dalam darah dapat dikembalikan pada batas normal (Bösenberg, 2008).

### 2.3 Penghambat $\alpha$ -Glukosidase

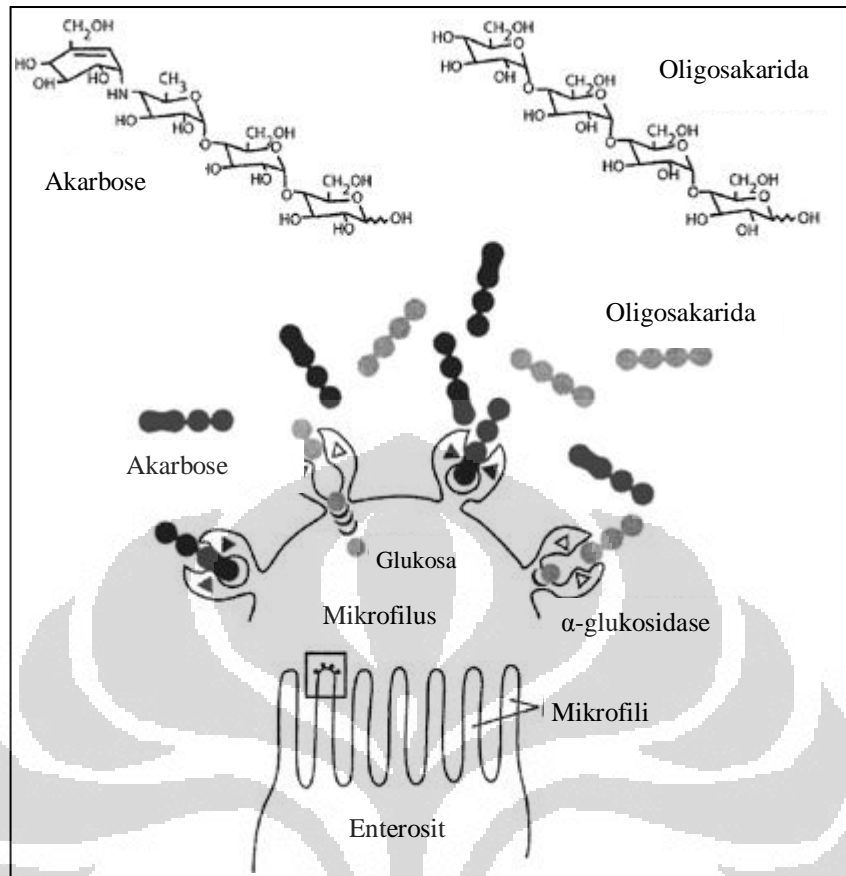
Salah satu golongan obat antidiabetes adalah penghambat  $\alpha$ -glukosidase. Contoh obat golongan ini adalah akarbose yang merupakan suatu oligosakarida yang diperoleh dari proses fermentasi mikroorganisme, *Actinoplanes utahensis*. Akarbose merupakan serbuk berwarna putih dengan berat molekul 645,6 yang bersifat larut dalam air dan memiliki pKa 5,1 (Slagle, 2002). Rumus empirik akarbose adalah  $C_{25}H_{43}NO_{18}$  dengan struktur kimia sebagai berikut.



[Sumber : Goldsmith, Fletterick, Withers, 1987]

Gambar 2.1 Struktur kimia akarbose

Mekanisme kerja dari akarbose sebagai penghambat  $\alpha$ -glukosidase adalah menghambat kerja enzim maltase, isomaltase, sukrase, dan glucoamilase di usus halus secara kompetitif, sehingga menunda penguraian karbohidrat. Penundaan tersebut mengakibatkan pelepasan glukosa menjadi lebih lambat, sehingga absorpsinya ke dalam darah juga lebih lambat. Efek lebih lanjut dari penghambatan  $\alpha$ -glukosidase adalah menurunnya jumlah peningkatan glukosa darah *postprandial* (Dipiro et al., 2005). Mekanisme penghambatan enzim  $\alpha$ -glukosidase oleh akarbose dapat dilihat pada Gambar 2.2 sebagai berikut.



[Sumber: Roith, Taylor, & Olefsky, 2004]

Gambar 2.2 Mekanisme penghambatan enzim  $\alpha$ -glukosidase oleh akarbose

Penghambat  $\alpha$ -Glukosidase dapat menimbulkan efek samping pada sistem gastrointestinal, seperti diare, pembentukan gas dalam jumlah berlebihan di lambung atau usus, dan rasa tidak nyaman pada perut. Jika pasien mengalami hipoglikemia dalam beberapa jam setelah mengonsumsi obat penghambat  $\alpha$ -glukosidase, maka disarankan untuk mengonsumsi glukosa oral. Baik akarbose maupun miglitol memiliki kontraindikasi pada pasien dengan inflamasi di usus besar (Dipiro et al., 2005).

## 2.4 Mekanisme Penghambatan Enzim

Enzim memiliki sisi aktif yang bersifat spesifik untuk mengenali substrat yang sesuai. Enzim akan bereaksi menghasilkan produk bila sisi aktif berikatan dengan substrat. Senyawa yang merupakan penghambat suatu enzim akan

menghambat terbentuknya produk. Mekanisme penghambatan enzim telah dimanfaatkan untuk merancang suatu obat yang bekerja sebagai penghambat enzim (Champe et.al, 2005).

Penghambatan enzim dapat digolongkan ke dalam dua sifat, yaitu penghambatan *irreversible* dan penghambatan *reversible*. Penghambatan *irreversible* terjadi bila suatu penghambat membentuk ikatan kovalen dengan enzim sehingga membentuk kompleks yang bersifat tetap dan tidak dapat dilepaskan dengan cara pengenceran maupun dialisis. Penghambat *irreversible* disebut juga sebagai inaktifator enzim. Penghambatan *reversible* terjadi bila suatu penghambat membentuk ikatan nonkovalen dengan enzim sehingga dapat dilepaskan dari enzim dengan cara pengenceran, filtrasi gel, atau dialisis (Champe et.al, 2005). Penghambatan *reversible* memiliki 4 tipe kerja, yaitu penghambatan kompetitif, penghambatan nonkompetitif, penghambatan kompetitif campuran, dan penghambatan unkompetitif (Storey, 2004 ; McPherson & Pincus, 2007).

#### 2.4.1 Penghambatan Kompetitif

Penghambatan kompetitif terjadi bila suatu penghambat dengan struktur yang menyerupai substrat normal, berkompetisi dengan substrat normal untuk berikatan pada sisi aktif enzim. Efek dari adanya penghambat kompetitif adalah meningkatnya konsentrasi substrat yang dibutuhkan untuk dapat mencapai kecepatan reaksi maksimum dalam pembentukan produk (Storey, 2004 ; McPherson & Pincus, 2007).

#### 2.4.2 Penghambatan Nonkompetitif

Penghambatan nonkompetitif terjadi bila suatu penghambat berikatan dengan sisi yang berbeda dengan substrat normal pada enzim, sehingga substrat masih dapat berikatan dengan sisi aktif enzim. Penghambat yang bersifat nonkompetitif dapat berikatan pada enzim dalam bentuk bebas, maupun pada enzim yang telah membentuk kompleks dengan substrat. Adanya penghambat nonkompetitif tidak dapat diatasi dengan peningkatan konsentrasi substrat untuk dapat mencapai kecepatan reaksi maksimum enzim yang sama dengan kondisi sebelum adanya penghambatan, sehingga kecepatan reaksi maksimum akan

menurun dengan adanya penghambat nonkompetitif (Storey, 2004 ; McPherson & Pincus, 2007).

#### 2.4.3 Penghambatan Kompetitif Campuran

Penghambatan kompetitif campuran terjadi bila suatu penghambat berikatan dengan sisi aktif yang berbeda dengan substrat normal pada enzim, sehingga substrat masih dapat berikatan dengan sisi aktif enzim. Penghambat yang bersifat kompetitif campuran dapat berikatan pada enzim dalam bentuk bebas, maupun pada enzim yang telah membentuk kompleks dengan substrat. Adanya ikatan antara suatu penghambat kompetitif campuran dengan enzim akan menyebabkan perubahan konformasi pada sisi aktif enzim, sehingga ikatan antara enzim dengan substrat menjadi tidak optimum. Akibat dari tidak optimumnya ikatan antara enzim dengan substrat tersebut menyebabkan penurunan kecepatan reaksi dalam pembentukan produk (Storey, 2004 ; McPherson & Pincus, 2007).

#### 2.4.4 Penghambatan Unkompetitif

Penghambatan unkompetitif terjadi bila suatu penghambat berikatan hanya dengan kompleks enzim-substrat dan tidak pada enzim dalam bentuk bebas. Penghambatan jenis ini terjadi bila ikatan antara enzim dengan substrat menyebabkan terjadinya perubahan konformasi enzim sehingga enzim membentuk tempat ikatan dengan suatu penghambat. Adanya ikatan antara penghambat dengan suatu kompleks enzim-substrat akan menyebabkan penurunan kecepatan reaksi maksimum dalam pembentukan produk (Storey, 2004 ; McPherson & Pincus, 2007).

### 2.5 Deskripsi Tanaman

Tanaman antidiabetes adalah tanaman yang memiliki efek hipoglikemik. Cara kerja dari tanaman antidiabetes tersebut bermacam-macam, di antaranya adalah aktivitasnya sebagai penghambat enzim  $\alpha$ -glukosidase (Ebadi, 2002). Berikut ini adalah tanaman-tanaman yang secara empiris digunakan dalam pengobatan tradisional untuk penyakit diabetes mellitus.

### 2.5.1 *Asparagus officinalis* L.

Tanaman ini termasuk famili Liliaceae, dan dikenal dengan nama Asparagus di beberapa wilayah di Pulau Jawa. Batang asparagus berbentuk rebung silindris yang berwarna hijau. Daun berbentuk jarum, panjang 1 cm, dan berwarna hijau. Bunga memiliki mahkota putih, tumbuh majemuk di ketiak daun, dengan benang sari berbentuk silindris dan kepala putik berbentuk bintang. Buah berbentuk bulat, kecil, yang muda berwarna hijau pucat, setelah tua menjadi coklat. Akar serabut membentuk umbi berwarna putih. Umbi mengandung flavonoid, saponin, dan tanin. Umbi tanaman ini digunakan sebagai antidiuretik, dan antidiabetes (EISAI, 1995 ; Salazar & Vejarano, 2009 ; Wijayakusuma, 2004 ).

### 2.5.2 *Averrhoa bilimbi* L.

Tanaman ini termasuk famili Oxalidaceae dan dikenal dengan nama wuluh di Jawa Tengah. Pohonnya memiliki tinggi 5-10 m, daun majemuk, anak daun berbentuk bulat telur dan meruncing 1-3 cm. Bunga menggantung, panjangnya 5-20 cm. Panjang kelopak bunga 6 mm. Buah berbentuk persegi, membulat tumpul, warnanya kuning hijau dengan panjang 4-6,5 cm. Buah tanaman ini mengandung glikosida, flavonoid, saponin, dan terpen serta digunakan sebagai obat demam, sariawan, peradangan usus besar, obat batuk, dan antidiabetes (Depkes RI, 1995b ; Widowati, 1997 ; Aqila et al., 2009).

### 2.5.3 *Camellia sinensis* Kuntze

Tanaman ini termasuk famili Theaceae dan dikenal dengan nama teh di sebagian besar wilayah Indonesia. Pohon *Camellia sinensis* adalah berupa perdu dengan tinggi 5-10 m. Batang berkayu, tegak, bercabang, ujung ranting berambut, berwarna coklat kehijauan. Daun tunggal, kaku, elips, ujung dan pangkalnya runcing, tepi bergerigi, panjang 12-14 cm, lebar 3,5-4,5 cm, berwarna hijau. Daun mengandung flavonoid, saponin dan tanin. Daun digunakan sebagai obat mencret, obat pusing, dan antidiabetes (EISAI, 1995 ; Elfahmi, Iwo, & Nindita 2008).

#### 2.5.4 *Cinnamomum burmanii* (Nees & T. Nees) Blume.

Tanaman ini termasuk famili Lauraceae dan dikenal dengan nama kayu manis di sebagian besar wilayah Indonesia. Tinggi pohon kayu manis dapat mencapai 15 meter, diameter batang 30 cm. Batang berwarna coklat kuning kehijau-hijauan. Kayu pejal, merah muda coklat, berbau adas. Kulit batang mengandung minyak atsiri 1-3%, damar, dan kalsium. Kulit batang kayu manis digunakan sebagai karminativum, pewangi, dan antidiabetes (EISAI, 1995 ; WHO, 1999 ; Chevallier, 2007).

#### 2.5.5 *Cuminum cyminum* L.

Tanaman ini termasuk famili Apiaceae dan dikenal dengan nama jinten putih di Pulau Jawa. Bentuk batangnya silindris, bergaris-garis, dan tidak berambut. Daun bertangkai pendek, berbentuk pita, panjang 3-10 cm. Bunga berbentuk payung, panjang tangkai 2-4 cm, terdiri dari 3-6 tangkai, dan jumlah bunga 3-7. Kelopak bunga berbuku-buku, mahkota bunga berukuran 1 mm, berwarna putih atau merah. Panjang buah 5-7 mm dengan lebar 3mm. Jintan putih mengandung minyak atsiri 2%-5%, lemak 5%, tanin, dan gom. Biji jintan putih digunakan sebagai stomakikum dan antidiabetes (EISAI, 1995 ; Widowati, 2007).

#### 2.5.6 *Curcuma domestica* Val.

Tanaman ini termasuk famili Zingiberaceae dan dikenal dengan nama kunyit di sebagian besar wilayah Indonesia. Tanaman berupa semak, tinggi  $\pm$  70 cm, berbatang semu, tegak, bulat, membentuk rimpang, dan berwarna hijau kekuningan. Daun tunggal, memanjang, helai daun berjumlah tiga sampai delapan, dan berwarna hijau pucat. Rimpang kunyit mengandung polifenol, flavonoid, alkaloid, saponin, terpen, dan minyak atsiri. Tanaman ini dipercaya berkhasiat sebagai obat demam, obat mencret, obat sesak nafas, obat radang hidung, penurun panas, dan antidiabetes (EISAI, 1995 ; WHO, 1999 ; Singh et al., 2011).



#### 2.5.7 *Daucus carota* L.

Tanaman ini termasuk famili Apiaceae dan dikenal dengan nama wortel di sebagian besar wilayah Indonesia. Tanaman ini memiliki batang tegak, bulat, berbulu, dan hijau. Daun majemuk, dengan bentuk menyirip, bersilang, tepi bertoreh, ujung runcing, pangkal berlekuk, memiliki panjang 15-20 cm, dan lebar 10-13 cm. Akar tunggang, membentuk umbi berwarna oranye. Daun, buah, dan umbi wortel mengandung saponin, di samping itu daunnya mengandung tanin dan umbinya mengandung polifenol. Umbi wortel digunakan sebagai obat tekanan darah tinggi, untuk menjaga kesehatan mata, dan antidiabetes (EISAI, 1995 ; Ross, 2005).

#### 2.5.8 *Sesamum orientale* L.

Tanaman ini termasuk famili Pedaliaceae dan dikenal dengan nama wijen di sebagian besar wilayah Indonesia. Tanaman wijen adalah herba semusim dengan tinggi 1,75 m. Batangnya berbentuk segi empat, berambut, dan berwarna hijau. Daun tunggal, berambut, ujung dan pangkal runcing, tepi bergerigi, panjang 5-20 cm, lebar 1,5-4 cm, dan berwarna hijau. Daun mengandung saponin, flavonoid dan polifenol. Biji digunakan sebagai obat luka, dan obat batuk, sedangkan daun digunakan sebagai antidiabetes (EISAI, 1995 ; Ross, 2005).

#### 2.5.9 *Solanum tuberosum* L.

Tanaman ini termasuk famili Solanaceae dan dikenal dengan nama kentang di Pulau Jawa. Pohon tanaman ini memiliki tinggi  $\pm$  50 cm. Batangnya bulat, bentuk silindris, berwarna hijau muda. Daun majemuk, bulat telur, berbulu, ujung meruncing, tepi rata, pangkal runcing, panjang 12-15 cm, lebar 6-8 cm, pertulangan menyirip, dan berwarna hijau. Buah memiliki bakal buah 2-6 ruang dengan banyak bakal biji. Biji berbentuk bulat lonjong dan berwarna kuning kecoklatan. Bentuk biji pipih, seperti ginjal, dan warnanya kuning. Akarnya tunggang dan berwarna putih kekuningan. Umbi tanaman ini mengandung alkaloid, dan flavonoid. Umbi digunakan sebagai obat luka bakar, obat kencing manis, dan obat kurang darah (Syamsuhidayat, 1991 ; EISAI, 1995 ).

#### 2.5.10 *Stevia rebaudiana* Bertoni

Tanaman ini termasuk famili Compositae dan dikenal dengan nama stevia di sebagian besar wilayah Indonesia. Pohon tanaman ini berupa semak semusim dengan tinggi 30-90 cm. Batang berbentuk bulat, berbulu, beruas, bercabang, dan warnanya hijau. Daun tunggal, berbentuk bulat telur, dengan ujung tumpul, pangkal runcing, tepi rata, panjang 2-4 cm, lebar 1-5 cm, dan berwarna hijau. Bunga majemuk, berbentuk terompet, kelopak berbentuk tabung, berbulu, dan berwarna hijau. Buah berbentuk kotak, berambut, dan warnanya coklat. Biji berbentuk jarum dan berwarna putih kotor. Akarnya tunggang dan berwarna putih kotor. Daun dan akar stevia mengandung saponin, flavonoid, tanin, dan terpen. Daun stevia juga mengandung alkaloid. Tanaman stevia biasa digunakan sebagai obat kencing manis (Syamsuhidayat, 1991 ; EISAI, 1995 ; Berkele, 2008).

#### 2.5.11 *Strychnos lucida* R. Br.

Tanaman ini termasuk famili Loganiaceae dan dikenal dengan nama bidara laut di Pulau Jawa. Pohon berupa perdu dengan tinggi 4-6 m, tumbuh ke atas dengan beberapa batang yang kecil dan bengkok. Tanaman ini mengandung alkaloid, terpen, dan tanin < 1%. Kulit batang digunakan sebagai tonikum, diaforetik, obat eksem, obat kencing manis (Depkes RI, 1995b ; EISAI, 1995 ; Sriwibowo, 1998).

#### 2.5.12 *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry

Tanaman ini termasuk famili Myrtaceae dan dikenal dengan nama cengkeh di sebagian besar wilayah Indonesia. Pohonnya memiliki tinggi 10 m. Batang berkayu, bercabang banyak, bulat, mengkilap, saat masih muda berwarna hijau dan setelah tua berwarna keunguan. Bunga majemuk, tumbuh di ujung batang, kelopak berbentuk corong, pangkal berlekatan, mahkota berbentuk bintang, dan panjangnya 4-5 mm. Akar tunggang dan warnanya coklat. Di samping minyak atsiri, kuncup bunga dan daun mengandung saponin, flavonoid, alkaloid, glikosida, dan tanin. Bunga digunakan sebagai pelega perut, obat batuk, sakit gigi berlubang, dan antidiabetes (Perry, 1980 ; EISAI, 1995 ; Tanko et al., 2008).

#### 2.5.13 *Syzygium cumini* (L.) Skeel

Tanaman ini termasuk famili Myrtaceae, dan dikenal dengan nama jamblang (Sunda) atau duwet (Jawa). Pohon memiliki tinggi  $\pm$  20 m, batangnya berkayu, bercabang banyak, dan berdiameter 10-30 cm. Daun tunggal, berbentuk bulat telur, ujung runcing, tepi rata, panjang 7-16 cm, dan lebar 5-9 cm. Biji berbentuk lonjong, keras, dan berwarna putih. Akar tunggang, bercabang-cabang, berwarna coklat muda. Daun, kulit batang, dan biji mengandung saponin, flavonoid dan tanin. Buah dan kulit batang digunakan sebagai obat mencret, obat sakit gula, dan obat nyeri ginjal (Perry, 1980 ; Depkes RI, 1995b ; Prabhakaran, Gothandam & Sivashanmugam, 2011).

#### 2.5.14 *Theobroma cacao* L.

Tanaman ini termasuk famili Sterculiaceae dan dikenal dengan nama coklat di sebagian besar wilayah Indonesia. Pohonnya memiliki tinggi 5-10 m, batang berkayu, bulat, berwarna coklat. Bunga tunggal, tumbuh di ketiak batang, berkelamin dua, kelopak berwarna putih panjangnya 6-8 mm, mahkota panjangnya 8-9 mm, benang sari bentuk periuk, berwarna ungu tua. Buah buni, bulat telur, berusuk, kulit buah tebal, panjang 12-22 cm, warnanya merah saat matang. Biji berbentuk bulat telur, dibalut selaput putih, tebal, berwarna coklat. Biji mengandung saponin, glikosida, flavonoid, terpen dan tanin. Biji digunakan sebagai obat pusing, obat wasir, obat tekanan darah rendah, obat cacing, perangsang saraf, dan antidiabetes (EISAI, 1995 ; Chevallier, 2008 ; Subhashini et al., 2010).

#### 2.5.15 *Zingiber officinale* Rosc.

Tanaman ini termasuk famili Zingiberaceae dan terkenal dengan nama Jahe di Pulau Jawa. Tanaman ini berupa herba semusim, tegak, dengan tinggi 40-50 cm. Batang semu, beralur, membentuk rimpang, dan berwarna hijau. Daun tunggal, membentuk lanset, tepi rata, ujung runcing, pangkal tumpul, dan berwarna hijau tua. Akar serabut, berwarna putih kotor. Rimpang mengandung saponin, flavonoid, terpen, dan polifenol. Rimpang digunakan sebagai pelega

perut, obat batuk, obat rematik, penawar racun, dan antidiabetes (Depkes RI, 1978 ; EISAI, 1995 ; Ross, 2005 ; Singh et al., 2011).

## 2.6 Simplisia

Menurut Materia Medika Indonesia (1995), simplisia adalah bahan alamiah yang dipergunakan sebagai obat yang belum mengalami pengolahan apapun, dan kecuali dinyatakan lain, berupa bahan alam yang dikeringkan. Simplisia yang digunakan dalam penelitian ini adalah berupa simplisia nabati, yaitu simplisia yang berupa bagian tanaman tertentu. Nama latin simplisia ditetapkan dengan menyebutkan nama marga (*genus*), nama jenis (*specius*), atau petunjuk jenis (*specific epithet*) tanaman asal, diikuti dengan bagian tanaman yang digunakan. Ketentuan ini tidak berlaku untuk simplisia nabati yang diperoleh dari beberapa macam tanaman yang berbeda-beda marganya maupun untuk eksudat tanaman.

Simplisia nabati harus bebas dari serangga, fragmen hewan, atau kotoran hewan; tidak boleh menyimpang bau dan warnanya; tidak boleh mengandung lendir dan cendawan, atau menunjukkan tanda-tanda pengotoran lain; tidak boleh mengandung bahan lain yang beracun atau berbahaya. Jika dalam beberapa hal khusus ada sedikit penyimpangan dari beberapa ketentuan mengenai morfologik dan mikroskopik yang tertera dalam Materia Medika Indonesia, sedangkan semua persyaratan lain dipenuhi, maka simplisia yang bersangkutan dapat dianggap memenuhi persyaratan Materia Medika Indonesia (Depkes RI, 1995b).

## 2.7 Ekstraksi

Ekstraksi adalah proses penarikan kandungan kimia yang dapat larut dari suatu serbuk simplisia, sehingga terpisah dari bahan yang tidak dapat larut. Terdapat beberapa metode ekstraksi dengan pelarut cair, antara lain cara dingin dan cara panas (Depkes RI, 2000).

### 2.7.1 Ekstraksi Cara Dingin

Ekstraksi dengan menggunakan cara dingin di antaranya adalah maserasi dan perkolasi (Depkes RI, 2000).

### 2.7.1.1 Maserasi

Maserasi adalah proses ekstraksi dengan menggunakan pelarut selama waktu tertentu dengan beberapa kali pengocokan atau pengadukan. Maserasi dilakukan pada temperatur ruangan ( $\pm 25^{\circ}\text{C}$ ). Remaserasi berarti dilakukannya pengulangan dalam penambahan pelarut setelah dilakukan penyaringan maserat pertama dan seterusnya (Depkes RI, 2000).

### 2.7.1.2 Perkolasi

Perkolasi adalah ekstraksi dengan pelarut yang selalu baru sampai sempurna (*exhaustive extraction*) dan umumnya dilakukan pada temperatur ruangan ( $\pm 25^{\circ}\text{C}$ ). Proses terdiri dari tahapan pengembangan bahan, tahap maserasi antara, dan tahap perkolasi sebenarnya (penetesan atau penampungan ekstrak) yang dilakukan terus menerus sampai diperoleh ekstrak (perkolat) dengan jumlah 1-5 kali bahan (Depkes RI, 2000).

## 2.7.2 Ekstraksi Cara Panas

Ekstraksi menggunakan cara panas di antaranya adalah refluks, Soxhlet, digesti, infus, dan dekokta (Depkes RI, 2000).

### 2.7.2.1 Refluks

Refluks adalah ekstraksi dengan pelarut pada temperatur titik didihnya selama waktu tertentu dan jumlah pelarut terbatas yang relatif konstan dengan adanya pendingin balik. Dalam metode refluks umumnya dilakukan pengulangan proses pada residu pertama sampai 3-5 kali sehingga dapat termasuk proses ekstraksi sempurna (Depkes RI, 2000).

### 2.7.2.2 Soxhlet

Soxhlet adalah ekstraksi menggunakan pelarut yang selalu baru dan dilakukan dengan alat khusus sehingga terjadi ekstraksi kontinyu. Dalam metode Soxhlet, jumlah pelarut relatif konstan dengan adanya pendingin balik (Depkes RI, 2000).

### 2.7.2.3 Digesti

Digesti adalah ekstraksi dengan pengadukan kontinyu pada temperatur yang lebih tinggi dari temperatur ruangan, dan secara umum dilakukan pada temperatur 40-50<sup>0</sup>C (Depkes RI, 2000).

### 2.7.2.4 Infus

Infus adalah ekstraksi dengan pelarut air pada temperatur penangas air. Bejana infus tercelup dalam penangas yang berisi air mendidih dengan temperatur terukur 96-98<sup>0</sup>C. Infus dilakukan selama 15-20 menit (Depkes RI, 2000).

### 2.7.2.5 Dekok

Dekok adalah infus pada waktu yang lebih lama dengan temperatur sampai titik didih air (Depkes RI, 2000).

Pelarut yang digunakan untuk ekstraksi dipilih berdasarkan kemampuannya dalam melarutkan hampir semua metabolit sekunder yang terkandung. Faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan pelarut di antaranya adalah selektivitas, kemudahan bekerja, ekonomis, ramah lingkungan, serta keamanan. Saat ini berlaku aturan bahwa pelarut yang diperbolehkan adalah air dan etanol atau campuran dari keduanya (Depkes RI, 2000).

Produk yang dihasilkan dari suatu proses ekstraksi disebut ekstrak, yaitu sediaan kental yang diperoleh dengan mengekstraksi senyawa aktif dari simplisia menggunakan pelarut yang sesuai, kemudian semua atau hampir semua pelarut diuapkan (Depkes RI, 2000).

## 2.8 Penapisan Fitokimia

Penapisan fitokimia adalah pemeriksaan kandungan kimia secara kualitatif untuk mengetahui golongan senyawa yang terkandung dalam suatu tumbuhan. Pemeriksaan diarahkan pada senyawa metabolit sekunder yang memiliki khasiat bagi kesehatan, seperti alkaloid, flavonoid, glikosida, terpen, kuinon, tanin dan saponin (Harborne, 1987).

### 2.8.1 Alkaloid

Alkaloid adalah basa yang mengandung satu atau lebih atom nitrogen, biasanya dalam gabungan berbentuk siklik. Alkaloid terasa pahit, umumnya memiliki bentuk padat, walaupun ada juga yang cair. Alkaloid larut dalam air dan ada yang tidak larut dalam pelarut organik. Alkaloid biasanya diperoleh dengan cara mengekstraksi bahan tumbuhan memakai air yang diasamkan untuk melarutkan alkaloid sebagai garam. Alkaloid dapat dideteksi dengan cara pengendapan menggunakan pereaksi Mayer, Dragendorf, dan Bouchardat (Harborne, 1987). Manfaat alkaloid bagi tumbuhan sampai saat ini masih belum jelas, namun alkaloid sering digunakan oleh manusia untuk pengobatan, seperti kinin sebagai antimalaria, dan lobelin untuk obat asma. Selain itu juga telah ditemukan bahwa alkaloid radikamin memiliki efek sebagai antihiperlipemik (Sirait, 2007; Jung, 2006).

### 2.8.2 Flavonoid

Flavonoid adalah senyawa yang terdiri dari  $C_6-C_3-C_6$ . Flavonoid umumnya terdapat pada tumbuhan sebagai glikosida. Pada tanaman, flavonoid berperan sebagai zat warna, dan untuk menarik serangga yang membantu proses penyerbukan, sedangkan pada manusia telah dimanfaatkan sebagai antibakteri, contohnya adalah naringin, dan sebagai antihiperlipemik, contohnya adalah apigenin dan aminoguanidin (Sirait, 2007; Jung, 2006; Sandhar et al., 2011).

### 2.8.3 Terpen

Terpen adalah senyawa yang tersusun dari isopren  $CH_2=C(CH_3)-CH=CH_2$  dan memiliki rangka karbon yang dibangun oleh penyambungan dua atau lebih satuan isopren ini. Terpen terdiri dari beberapa macam senyawa seperti monoterpen dan seskuiterpen yang mudah menguap, diterpen yang sukar menguap, dan triterpen, sterol yang tidak menguap (Harborne, 1987).

Secara umum terpen larut dalam lemak dan terdapat dalam sitoplasma sel tumbuhan. Steroid adalah senyawa triterpen yang terdapat dalam bentuk glikosida. Senyawa ini biasanya diidentifikasi dengan reaksi Lieberman-Burchard

(anhidrat asetat- $H_2SO_4$ ) yang memberikan warna hijau kehitaman sampai biru atau merah (Harborne, 1987).

Terpen memiliki beberapa khasiat farmakologi, salah satunya adalah harpagosid yang merupakan salah satu dari monoterpen yang berkhasiat sebagai analgesik (De, Padua, 1999; Almeida, Navarro, & Barbosa-Filho, 2001).

#### 2.8.4 Tanin

Tanin merupakan senyawa yang memiliki gugus fenol, memiliki rasa sepat dan mempunyai kemampuan menyamak kulit. Senyawa ini dapat membentuk kopolimer yang tidak larut dalam air bila bereaksi dengan protein (Harborne, 1987).

Tanin secara kimia dikelompokkan menjadi dua golongan, yaitu tanin terkondensasi dan tannin terhidrolisis. Tanin terkondensasi secara biosintesis terbentuk dari kondensasi katekin tunggal yang membentuk senyawa dimer kemudian oligomer yang lebih tinggi. Tanin terhidrolisis mengandung ikatan ester yang dapat terhidrolisis jika dididihkan dalam asam klorida encer. Tanin dapat diidentifikasi dengan cara pengendapan menggunakan larutan gelatin 10%, campuran natrium klorida-gelatin, besi (III) klorida, dan timbal (II) asetat 25% (Harborne, 1987).

Manfaat tanin bagi tanaman masih belum jelas, namun beberapa ilmuwan telah meneliti kegunaannya sebagai senyawa yang melindungi tanaman dari hewan herbivora serta memiliki peran dalam jaringan pertumbuhan, sedangkan bagi manusia, tanin memiliki khasiat farmakologi sebagai gastroprotektif dan antiulcerogenik (De, Padua, 1999; Ramirez & Roa, 2003).

#### 2.8.5 Saponin

Saponin adalah senyawa aktif permukaan yang kuat, dapat menimbulkan busa jika dikocok dengan air, dan pada konsentrasi yang rendah dapat menyebabkan hemolisis sel darah merah pada tikus. Identifikasi saponin dapat dilakukan dengan mengocok ekstrak bersama air hangat di dalam tabung reaksi dan akan timbul busa yang dapat bertahan lama, setelah penambahan HCl 2 N



busa tidak hilang (Harborne, 1987). Manfaat saponin bagi manusia salah satunya adalah diosgenin sebagai antikanker (De, Padua, 1999; Yadav et al., 2010).

#### 2.8.6 Glikosida

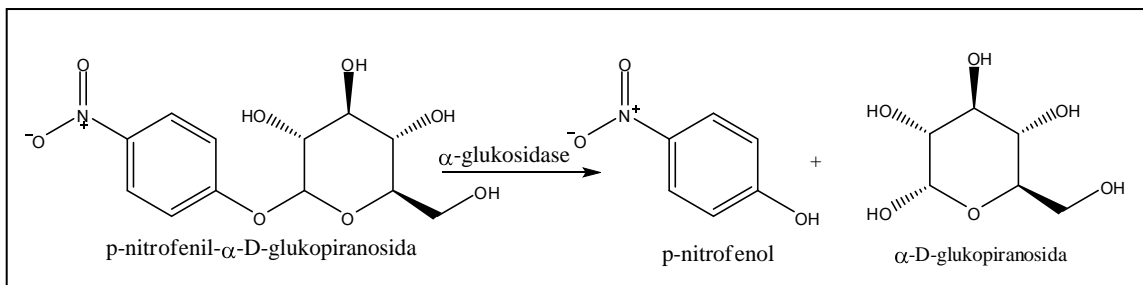
Glikosida adalah suatu senyawa yang bila dihidrolisis akan terurai menjadi glikon dan aglikon, atau genin. Glikosida dapat dibedakan menjadi  $\alpha$ -glikosida dan  $\beta$ -glikosida. Pada tanaman, glikosida biasanya terdapat dalam bentuk  $\beta$ . Umumnya glikosida mudah terhidrolisis oleh asam mineral dan enzim. Hidrolisis menggunakan asam membutuhkan panas, sedangkan hidrolisis oleh enzim tidak membutuhkan panas, dan biasanya terjadi pada tanaman selama proses perkecambahan, luka, serta aktivitas fisiologis sel. Kegunaan glikosida bagi tanaman di antaranya untuk cadangan gula sementara, sedangkan pada manusia biasanya digunakan untuk obat jantung dan prekursor hormon steroid (Sirait, 2007; Fernandez et al., 2005).

#### 2.8.7 Kuinon

Senyawa kuinon meliputi sejumlah besar pigmen dalam tanaman. Pada umumnya, kuinon berwarna merah, kuning, atau coklat, tetapi dalam bentuk basa hidroksi kuinon, warnanya menjadi ungu, biru, atau hijau. Kuinon alam biasanya terdapat dalam bentuk terhidroksilasi sebagai fenol. Kuinon alam dikelompokkan menjadi antrakuinon, naftokuinon, dan benzokuinon. Antrakuinon seperti aloin dan emodin memiliki khasiat farmakologi sebagai laksatif (Sirait, 2007 ; De, Padua, 1999; Dwivedi et al., 1988).

### 2.9 Uji Penghambatan $\alpha$ -Glukosidase

Pada pengujian *in vitro*, enzim  $\alpha$ -glukosidase akan menghidrolisis substrat p-nitrofenil- $\alpha$ -D-glukopiranosida menjadi p-nitrofenol (berwarna kuning) dan  $\alpha$ -D-glukopiranosida dengan reaksi sebagai berikut.



[Sumber : Sugiwati, Setiasih, & Afifah, 2009]

Gambar 2.3 Persamaan reaksi enzimatik  $\alpha$ -glukosidase dan p-nitrofenil- $\alpha$  glukopiranosida.

Aktivitas enzim diukur berdasarkan hasil absorbansi p-nitrofenol. Apabila tumbuhan memiliki kemampuan menghambat enzim  $\alpha$ -glukosidase maka p-nitrofenol yang dihasilkan akan berkurang (Dewi et al., 2007 ; Sugiwati, Setiasih, & Afifah, 2009).

## 2.10 Penentuan Kinetika Penghambatan Enzim

Penentuan kinetika penghambatan enzim dilakukan dengan menggunakan metode *Lineweaver-Burke plot*. Persamaan *Lineweaver-Burke* dapat dijelaskan dengan rumus berikut.

$$\frac{1}{V_o} = \frac{K_m}{V_{max} [S]} + \frac{1}{V_{max}} \quad (2.1)$$

Keterangan:

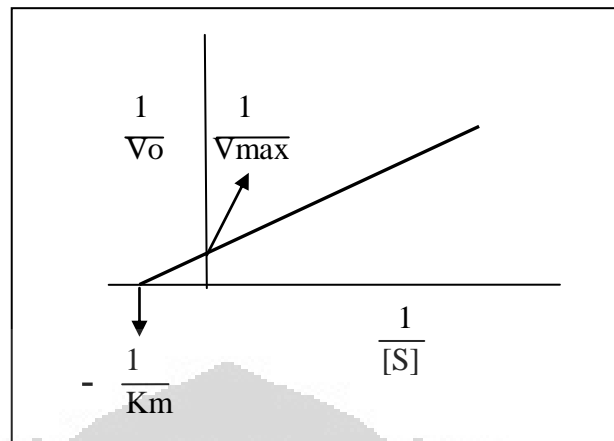
$V_o$  = kecepatan reaksi awal

$V_{max}$  = kecepatan reaksi maksimum

[S] = konsentrasi substrat

$K_m$  = tetapan *Michaelis-Menten*

Persamaan tersebut dapat ditunjukkan dengan grafik pada Gambar 2.4.

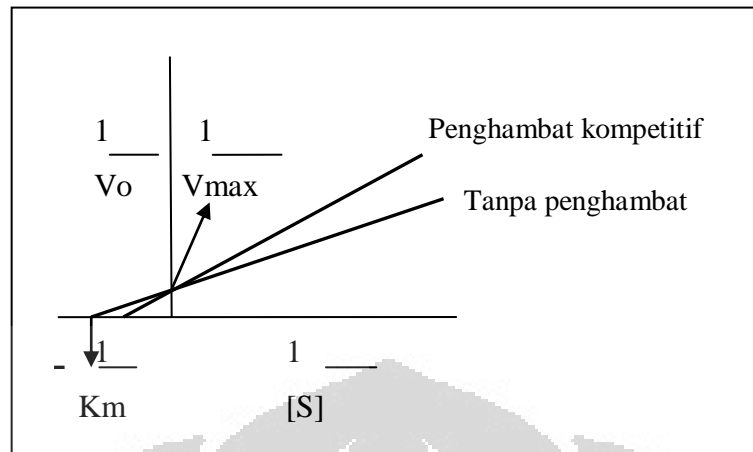


[Sumber : Champe et.al, 2005]

Gambar 2.4 Grafik persamaan *Lineweaver-Burke*

$K_m$  adalah tetapan *Michaelis-Menten* yang mencerminkan afinitas enzim terhadap substrat. Nilai  $K_m$  yang kecil mencerminkan afinitas yang besar, sebab kecepatan reaksi maksimum dapat diraih pada konsentrasi substrat yang rendah, sedangkan nilai  $K_m$  yang besar mencerminkan afinitas yang kecil, sebab kecepatan reaksi maksimum hanya dapat diraih pada konsentrasi substrat yang tinggi. Nilai  $K_m$  secara numerik berbanding lurus dengan konsentrasi substrat (Champe et al., 2005).

Jenis penghambatan dapat ditentukan dengan grafik persamaan *Lineweaver-Burke*. Adanya penghambat kompetitif akan menyebabkan peningkatan jumlah substrat yang dibutuhkan untuk mencapai  $\frac{1}{2} V_{max}$ , sehingga nilai  $K_m$  akan bertambah. Nilai  $K_m$  yang bertambah mencerminkan afinitas enzim terhadap substrat yang semakin kecil akibat adanya inhibitor. Dengan adanya penambahan substrat hingga mencapai konsentrasi tertentu, nilai  $V_{max}$  yang sama dengan kondisi sebelum adanya inhibitor dapat tercapai, sehingga nilai  $V_{max}$  akan tetap (Champe et al., 2005). Penghambatan kompetitif dapat ditunjukkan dengan grafik pada Gambar 2.5.

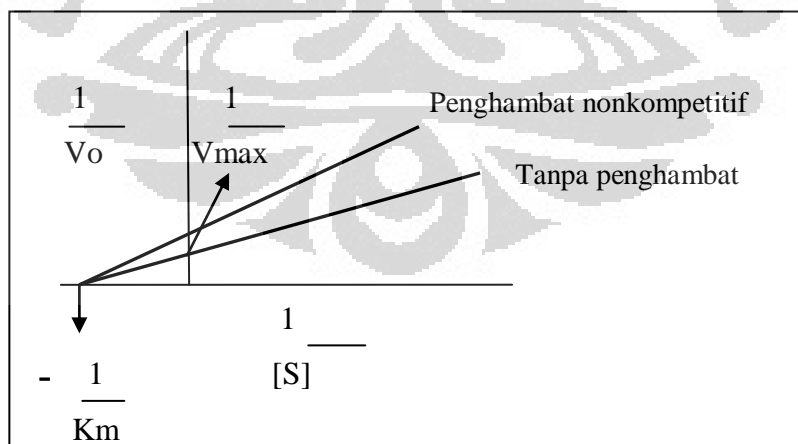


[Sumber : Champe et.al, 2005]

Gambar 2.5 Grafik *Lineweaver-Burke* untuk penghambat kompetitif

Adanya penghambat nonkompetitif tidak dapat diatasi dengan penambahan jumlah substrat, sebab penghambat nonkompetitif tidak berpengaruh terhadap ikatan enzim dengan substrat, sehingga nilai  $K_m$  yang sebanding dengan konsentrasi substrat akan tetap, sedangkan  $V_{max}$  yang mencerminkan kecepatan reaksi enzim akan turun (Champe et.al, 2005).

Penghambatan nonkompetitif dapat ditunjukkan dengan grafik pada Gambar 2.6



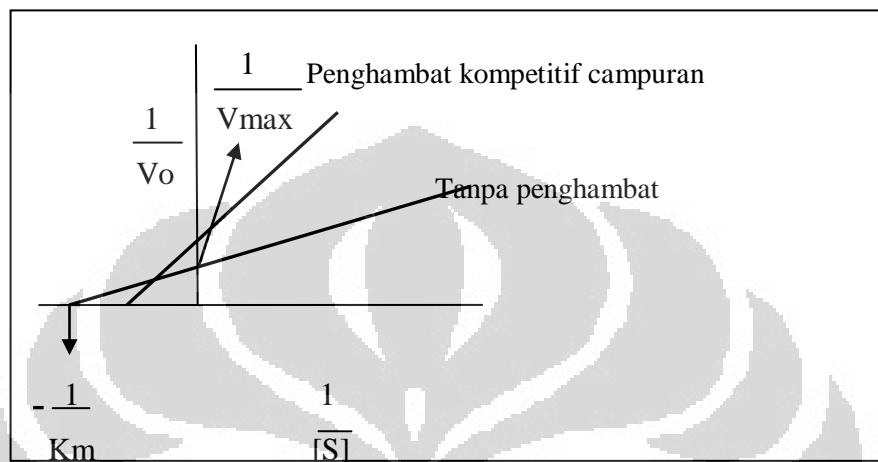
[Sumber : Champe et.al, 2005]

Gambar 2.6 Grafik *Lineweaver-Burke* untuk penghambat nonkompetitif

Adanya penghambat yang bersifat kompetitif campuran akan menyebabkan nilai  $K_m$  bertambah, sebab afinitas enzim terhadap substrat

semakin berkurang akibat adanya perubahan bentuk pada sisi aktif enzim, sedangkan nilai  $V_{max}$  yang mencerminkan kecepatan reaksi enzim akan turun, sebab ikatan antara enzim dengan substrat menjadi tidak optimal (Storey, 2004).

Penghambatan kompetitif campuran dapat ditunjukkan dengan grafik pada Gambar 2.7

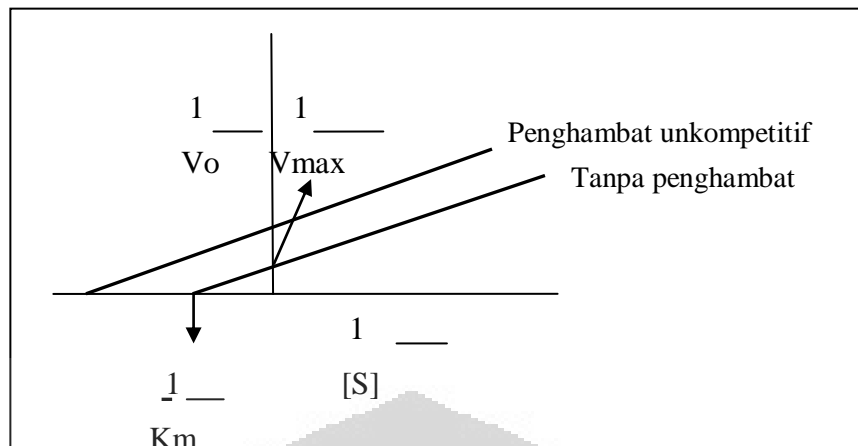


[Sumber : Storey, 2004]

Gambar 2.7 Grafik *Lineweaver-Burke* untuk penghambat kompetitif campuran

Penghambat unkompetitif hanya dapat menyerang suatu kompleks enzim-substrat. Dengan adanya penghambat unkompetitif, berkurangnya nilai  $K_m$  disebabkan oleh besarnya afinitas enzim terhadap substrat, sedangkan berkurangnya nilai  $V_{max}$  disebabkan oleh adanya penghambat yang berikatan dengan kompleks enzim-substrat, sehingga kecepatan reaksi enzim berkurang (McPherson & Pincus, 2007).

Penghambatan unkompetitif dapat ditunjukkan dengan grafik pada Gambar 2.8.



[Sumber : McPherson & Pincus, 2007]

Gambar 2.8 Grafik *Lineweaver-Burke* untuk penghambat unkompetitif

## 2.11 Spektrofotometer UV-VIS

Spektrum UV-Vis merupakan hasil interaksi antara radiasi elektromagnetik dengan molekul (Harley, Wiberley, 1954). Pengukuran serapan dengan spektrofotometer UV-Vis dapat dilakukan pada panjang gelombang daerah ultraviolet (190 nm – 380 nm) atau daerah cahaya tampak (380 nm – 780 nm). Jenis spektrofotometer UV-Vis ada dua, yaitu *single beam* dan *double beam*. Pada *single beam* celah keluar sinar monokromatis hanya satu, wadah kuvet yang dapat dilalui sinar hanya satu, dan setiap perubahan panjang gelombang alat harus dinolkan. Pada *double beam* celah keluar sinar monokromatis ada dua, wadah melalui dua kuvet sekaligus, dan cukup satu kali dinolkan dengan cara mengisi kedua kuvet dengan larutan blanko.

Pengukuran serapan sampel dapat dilakukan menggunakan hukum Lambert-Beer sebagai berikut (Harley, Wiberley, 1954).

$$A = a \cdot b \cdot c \quad (2.2)$$

keterangan: A = serapan

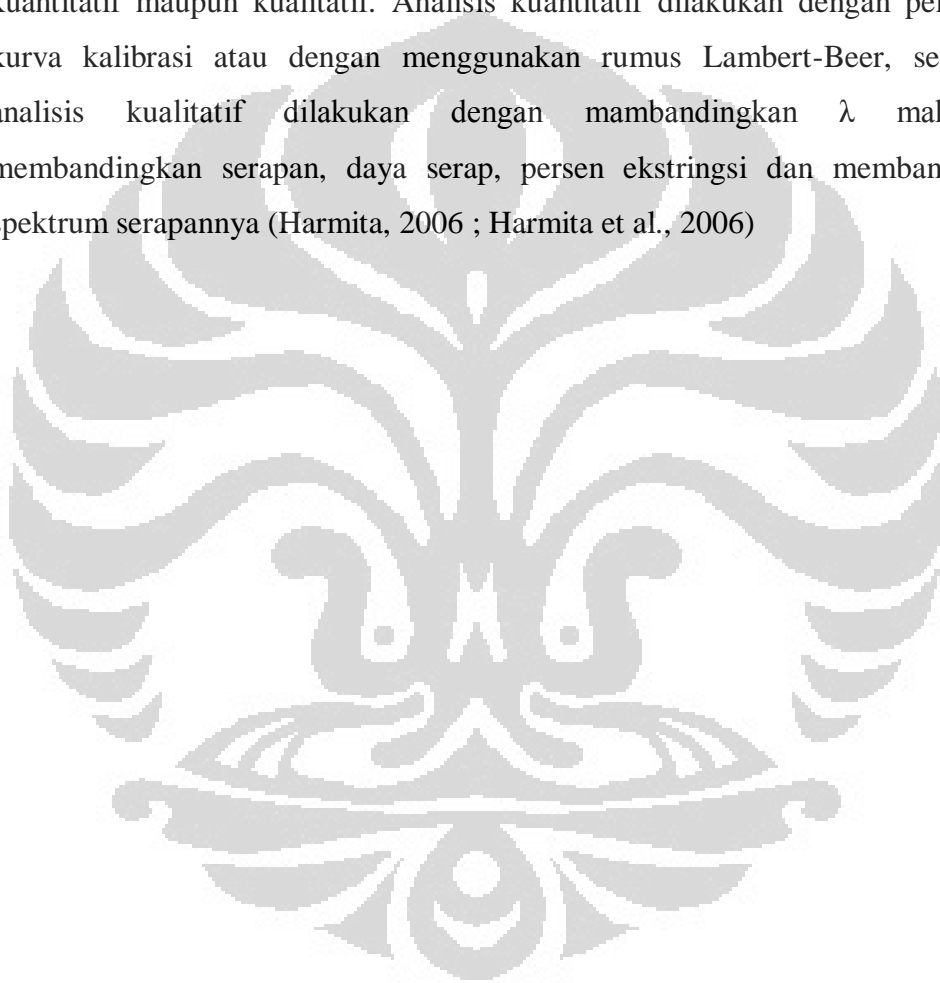
a = daya serap

b = tebal lapisan zat yang menyerap sinar (cm)

c = kadar (g/L)

Senyawa yang dapat dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis adalah senyawa yang memiliki gugus kromofor, yaitu gugus dengan ikatan rangkap terkonjugasi. Gugus kromofor akan mengabsorpsi radiasi sinar ultraviolet dan cahaya tampak jika diikat oleh senyawa-senyawa bukan pengabsorpsi (auksokrom). Gugus auksokrom yaitu gugus yang mempunyai elektron non bonding dan tidak menyerap radiasi UV jauh contohnya -OH, -NH<sub>2</sub>, -NO<sub>2</sub>, -X.

Metode spektrofotometri UV-Vis dapat digunakan untuk analisis kuantitatif maupun kualitatif. Analisis kuantitatif dilakukan dengan pembuatan kurva kalibrasi atau dengan menggunakan rumus Lambert-Beer, sedangkan analisis kualitatif dilakukan dengan membandingkan  $\lambda$  maksimum, membandingkan serapan, daya serap, persen ekstraksi dan membandingkan spektrum serapannya (Harmita, 2006 ; Harmita et al., 2006)



## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai dengan Mei 2011 di Laboratorium Fitokimia, dan Laboratorium Kimia Analisis Kuantitatif Departemen Farmasi FMIPA UI.

### 3.2 Bahan

#### 3.2.1 Bahan Uji

Simplisia yang digunakan dalam penelitian ini adalah umbi asparagus (*Asparagus officinalis* L. ), buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.), daun teh (*Camellia sinensis* Kuntze), kulit batang kayumanis (*Cinnamomum burmanii* (Nees & T.Nees) Blume ), biji jintan putih (*Cuminum cyminum* L.), rimpang kunyit (*Curcuma domestica* Val.), umbi wortel (*Daucus carota* L.), daun wijen (*Sesamum orientale* L.), umbi kentang (*Solanum tuberosum* L.), herba stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni), kulit batang bidara laut (*Strychnos lucida* R. Br.), bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry ), kulit batang jamblang (*Syzygium cumini* (L.) Skeel ), daging buah cokelat (*Theobroma cacao* L.), dan rimpang jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) yang diambil dari Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik Bogor dan telah diidentifikasi di Pusat Penelitian Biologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Cibinong.

#### 3.2.2 Bahan Kimia

*Bovine serum albumin* (Merck Jerman), kalium dihidrogen fosfat (Merck Jerman), dimetilsulfoksida (DMSO) (Merck Jerman), enzim  $\alpha$ -glukosidase *Saccaromices cerevisiae* (Sigma Aldrich USA), akarse, etanol (teknis), P-Nitrofenil  $\alpha$ -D-Glukopiranosida (PNP-G) (Sigma Aldrich Swiss), natrium karbonat (Merck Jerman), serbuk Mg (Merck Jerman), serbuk Zn (Merck Jerman), larutan Iodii, natrium sulfat anhidrat (Merck Jerman), natrium hidroksida



(Merck Jerman), asam asetat anhidrat (Univar USA), besi (III) klorida, natrium klorida (Mallinckrodt Chemicals USA), gelatin (Merck Jerman), asam sulfat (Merck Jerman), aseton (Merck Jerman), asam klorida (Merck Jerman), metanol (Merck Jerman), wash benzen (teknis), raksa (II) klorida,  $\alpha$ -naftol (Merck Jerman).

### 3.3 Alat

Alat refluks, penguap putar (*rotary evaporator*) (Janke and Kunkel Ika Jerman), penangas air, *laboratory blender* (Waring), pipet mikro (Socorex, Eppendorf), spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu 265), kuvet kuarsa (Merck Jerman), pH meter (Eutech 510), *shaking bath incubator* (Lab-Line), *vortex-mixer* (VM-2000), oven vakum (Hotpack Vacuum<sup>2</sup>Oven).

### 3.4 Cara Kerja

Penelitian ini diawali dengan penyiapan bahan uji berupa simplisia tanaman. Kemudian dilakukan proses ekstraksi terhadap simplisia tersebut sehingga menghasilkan ekstrak kental. Setelah itu akan dilakukan pengujian-pengujian terhadap ekstrak kental yang didapat dari proses ekstraksi, yaitu uji identifikasi golongan senyawa yang terkandung pada ekstrak, uji terhadap aktivitasnya dalam menghambat enzim  $\alpha$ -glukosidase, serta uji terhadap kinetika inhibisi enzim yang dimilikinya.

#### 3.4.1 Penyiapan Simplisia

Tanaman dan bagian tanaman yang akan diteliti dikumpulkan. Kemudian, dilakukan proses sortasi basah dan pencucian dengan air yang mengalir. Selanjutnya, tanaman dirajang dan dikeringkan di bawah paparan sinar matahari atau dianginkan hingga diperoleh susut pengeringan yang diinginkan. Setelah kering, simplisia tanaman dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 40°C atau lemari pengering dengan suhu 40°C, kemudian digiling dengan *laboratory blender* untuk memperoleh bentuk serbuk.

### 3.4.2 Ekstraksi Simplisia

Masing-masing serbuk ditimbang sebanyak 20 g lalu dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 500 mL. Selanjutnya, ditambahkan etanol 80% sebagai pelarut, kemudian direfluks selama 1 jam. Ekstrak disaring hingga didapatkan residu, kemudian residu diekstraksi dengan metode yang sama hingga mengalami 3 kali ekstraksi. Ekstrak yang didapat dikumpulkan, kemudian diuapkan pelarutnya di atas cawan penguap menggunakan penangas air dengan suhu 50°C hingga menjadi ekstrak kental.

### 3.4.3 Identifikasi Golongan Senyawa

#### 3.4.3.1 Alkaloid (Depkes RI, 1995b)

Beberapa mg ekstrak kental dilarutkan dengan 9 ml air suling dan 1 ml HCl 2 N, kemudian dipanaskan di atas penangas air selama 2 menit, lalu didinginkan. Selanjutnya disaring dan filtrat digunakan sebagai larutan percobaan yang akan digunakan dalam pengujian berikut.

- a. Sejumlah 1 mL filtrat dipindahkan pada kaca arloji, lalu ditambahkan 2 tetes Bouchardat LP. Hasil positif ditunjukkan dengan adanya endapan coklat hitam.
- b. Sejumlah 1 mL filtrat dipindahkan pada kaca arloji, lalu ditambahkan 2 tetes Mayer LP. Hasil positif ditunjukkan dengan terbentuknya endapan putih atau kuning yang larut dalam methanol P.
- c. Sejumlah 1 mL filtrat dipindahkan pada kaca arloji, lalu ditambahkan 2 tetes Dragendorf LP. Hasil positif ditunjukkan dengan terbentuknya endapan jingga coklat.

#### 3.4.3.2 Glikosida (Depkes RI, 1995b)

Beberapa mg ekstrak kental ditambahkan 15 ml HCl 10% kemudian dipanaskan hingga mendidih selama 10 menit, lalu disaring. Filtrat disari tiga kali dengan eter. Pada kumpulan sari ditambahkan natrium sulfat anhidrat, disaring, dan diuapkan pada suhu tidak lebih dari 50°. Sisanya dilarutkan dengan 2 ml methanol. Larutan ini digunakan sebagai larutan percobaan sebagai berikut.

- a. Larutan percobaan sebanyak 1 mL diuapkan hingga kering, sisanya ditambahkan 10 tetes asam asetat anhidrat P dan 5 tetes asam sulfat P. Hasil positif ditandai oleh terbentuknya warna biru atau hijau.
- b. Larutan percobaan sebanyak 1 mL diuapkan hingga kering, sisanya dilarutkan dengan 2 mL air dan 5 tetes Molisch LP. Kemudian ditambahkan 2 mL asam sulfat P dengan hati-hati. Hasil positif ditandai oleh terbentuknya cincin berwarna ungu pada batas cairan (reaksi Molisch).

#### 3.4.3.3 Saponin (Depkes RI, 1995b)

Beberapa mg ekstrak kental dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 10 mL air suling panas, dinginkan, kemudian dikocok kuat-kuat selama 10 detik. Hasil positif ditunjukkan dengan terbentuknya buih yang mantap tidak kurang dari 10 menit, setinggi 1 cm sampai 10 cm. Pada penambahan 1 tetes asam klorida 2 N, buih tidak hilang.

#### 3.4.3.4 Flavonoid (Depkes RI, 1995b)

Beberapa mg ekstrak kental dilarutkan ke dalam 5 mL etil asetat, kemudian pada masing-masing 1 mL larutan dilakukan percobaan berikut.

- a. 1 mL larutan diuapkan, setelah itu ditambahkan 2 mL etanol 95%, kemudian ditambahkan 500mg serbuk Zn. Setelah itu ditambahkan 2mL HCl 2N, kemudian larutan dipanaskan di atas penangas selama 2 menit, lalu ditambahkan 10 tetes HCl pekat. Hasil positif ditunjukkan dengan terbentuknya warna merah.
- b. 1 mL larutan diuapkan, setelah itu ditambahkan 1 mL etanol 95%, kemudian ditambahkan 100mg serbuk Mg. Setelah itu ditambahkan 10 tetes HCl pekat. Hasil positif ditunjukkan dengan terbentuknya warna.
- c. 1 mL larutan diuapkan, setelah itu ditambahkan 2 mL aseton, kemudian ditambahkan beberapa mg asam borat dan asam oksalat. Setelah itu dipanaskan hingga menguap, kemudian ditambahkan 10mL eter. Hasil positif ditunjukkan dengan terbentuknya fluoresensi kuning pada sinar UV dengan panjang gelombang 360 nm.

#### 3.4.3.5 Tanin (Fransworth, 1966 ; Trease, 1961)

Beberapa mg ekstrak kental dilarutkan dalam 5 mL air suling panas dan diaduk, didinginkan, kemudian disaring. Filtrat sebanyak masing-masing 1 mL dikerjakan sebagai berikut.

- a. Ditambahkan 3 mL larutan gelatin 10% dan diperhatikan adanya endapan.
- b. Ditambahkan 2 tetes larutan  $\text{FeCl}_3$  1% dan diperhatikan terjadinya perubahan warna menjadi hijau violet.
- c. Ditambahkan 3 mL larutan NaCl-gelatin (larutan gelatin 1% dalam larutan NaCl 10%) dan diperhatikan adanya endapan.

#### 3.4.3.6 Antrakuinon (Depkes RI, 1995b)

Beberapa mg ekstrak dilarutkan dengan 5 mL asam sulfat 2 N, dipanaskan sebentar kemudian didinginkan. Ditambahkan 10 mL benzene P, lalu dikocok, kemudian didiamkan. Lapisan benzene dipisahkan, disaring, filtrat berwarna kuning menunjukkan adanya antrakuinon. Kemudian lapisan benzene dikocok dengan 1 mL sampai 2 mL natrium hidroksida 2 N, diamkan, lapisan air berwarna merah intensif dan lapisan benzen tidak berwarna.

#### 3.4.3.7 Terpen (Fransworth, 1966)

Beberapa mg ekstrak kental ditambahkan 5 mL eter lalu diuapkan, kemudian ditambahkan 10 tetes asam asetat anhidrat dan 5 tetes asam sulfat pekat. Hasil positif ditandai oleh terbentuknya merah-hijau atau violet-biru.

### 3.4.4 Uji Pendahuluan

Uji pendahuluan yang dilakukan adalah uji optimasi konsentrasi enzim dan uji optimasi konsentrasi substrat. Uji dilakukan pada larutan blangko dan kontrol blangko. Sebelum dilakukan pengujian, terlebih dahulu dilakukan penyiapan larutan dapar fosfat pH 6,8, larutan enzim, dan larutan substrat.

#### 3.4.4.1 Penyiapan Larutan Dapar Fosfat pH 6,8 (Depkes RI, 1995a)

50,0 mL  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  0,2 M dicampurkan dengan 22,4 mL NaOH 0,2 N, kemudian diencerkan dengan aquadest bebas  $\text{CO}_2$  hingga 200,0 mL. Kemudian pH larutan diperiksa dengan menggunakan pH meter.

#### 3.3.4.2 Penyiapan Larutan Enzim

1,93 mg enzim  $\alpha$ -glukosidase solid yang setara dengan 100,052 unit enzim dilarutkan dalam 100 mL dapar fosfat pH 6,8 yang mengandung 200 mg bovine serum albumin. Kemudian larutan enzim tersebut diencerkan menggunakan dapar fosfat pH 6,8 sehingga diperoleh larutan enzim dengan konsentrasi 0,3 U/mL, 0,15 U/mL, 0,075 U/mL, dan 0,0375 U/mL.

#### 3.4.4.3 Penyiapan Larutan Substrat

301,25 mg substrat p-Nitrofenil  $\alpha$ -D-glukopiranosida (PNP-G) dilarutkan dalam 50mL dapar fosfat pH 6,8 sehingga diperoleh larutan substrat dengan konsentrasi 20mM. Kemudian larutan tersebut diencerkan berturut-turut ke dalam dapar fosfat pH 6,8 sehingga diperoleh konsentrasi larutan substrat 10 mM, 5mM, 2,5 mM, 1,25 mM, 0,625 mM, dan 0,3125 mM.

#### 3.4.4.4 Uji Optimasi Konsentrasi Enzim

Sebanyak 10  $\mu$ L DMSO ditambahkan dengan 490  $\mu$ L dapar fosfat pH 6,8 dan 250  $\mu$ L p-Nitrofenil  $\alpha$ -D-glukopiranosida (PNP-G) dengan konsentrasi masing-masing 10 mM dan 20 mM, lalu diinkubasi selama 10 menit pada suhu 37°C. Ditambahkan 250  $\mu$ L larutan enzim dengan konsentrasi 0,3 U/mL, 0,15 U/mL, 0,075 U/mL, dan 0,0375 U/mL, lalu diinkubasi selama 15 menit pada suhu 37°C. Setelah itu, ditambahkan 2000  $\mu$ L 200 mM  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  sebagai penghenti reaksi. Kemudian larutan diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada  $\lambda$  400 nm. Uji pada kontrol blangko dilakukan dengan cara menambahkan natrium karbonat terlebih dahulu sebelum penambahan enzim.

#### 3.4.4.5 Uji Optimasi Konsentrasi Substrat

Sebanyak 10  $\mu$ L DMSO ditambahkan dengan 490  $\mu$ L dapar fosfat pH 6,8 dan 250  $\mu$ L p-Nitrofenil  $\alpha$ -D-glukopiranosida (PNP-G) dengan konsentrasi masing-masing 20 mM, 10 mM, 5 mM, 2,5 mM, 1,25 mM, 0,625 mM, dan 0,3125 mM. Lalu diinkubasi selama 10 menit pada suhu 37°C. Ditambahkan 250  $\mu$ L larutan enzim dengan konsentrasi optimum, lalu diinkubasi selama 15

menit pada suhu 37°C. Setelah itu, ditambahkan 2000  $\mu\text{L}$  200 mM  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  sebagai penghenti reaksi. Kemudian larutan diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada  $\lambda$  400 nm. Uji pada kontrol blangko dilakukan dengan cara menambahkan natrium karbonat terlebih dahulu sebelum penambahan enzim.

#### 3.4.4.6 Perhitungan Aktivitas Enzim (Sigma Aldrich, 1996)

$$\text{Volume activity (U/mL)} = \frac{(A_b - A_c) \times V_t \times d_f}{18,3 \times V_e \times t} \quad (3.1)$$

$$\text{Weight activity (U/mg)} = (\text{U/mL}) \times \frac{1}{c} \quad (3.2)$$

Keterangan: 18,3 = koefisien ekstingsi molar PNP-G pada kondisi uji  
( $\text{cm}^2/\mu\text{mol}$ )

$A_b$  = serapan blangko

$A_c$  = serapan kontrol blangko

$d_f$  = faktor pengenceran

$V_t$  = volume total larutan uji

$V_e$  = volume enzim

$t$  = waktu inkubasi enzim (menit)

$c$  = konsentrasi enzim dalam sampel (mg/mL)

#### 3.4.5 Uji Aktivitas Penghambatan $\alpha$ -Glukosidase (Dewi et.al, 2007)

Uji aktivitas penghambatan  $\alpha$ -glukosidase dilakukan terhadap larutan blangko, larutan akarbose sebagai standar pembanding, serta larutan ekstrak sebagai sampel. Pengujian juga dilakukan terhadap larutan kontrol, yaitu larutan uji dengan penambahan natrium karbonat terlebih dahulu sebelum penambahan enzim. Pengujian dilakukan sebanyak dua kali (duplo) pada masing-masing larutan uji. Sebelum dilakukan pengujian, terlebih dahulu dilakukan penyiapan larutan akarbose dan penyiapan larutan sampel.

#### 3.4.5.1 Penyiapan Larutan Akarbose

Sebanyak 100 mg akarbose dilarutkan dalam 10 mL dapar fosfat pH 6,8 hingga diperoleh konsentrasi larutan 1%. Larutan 1% akarbose diencerkan dengan dapar fosfat pH 6,8 hingga diperoleh konsentrasi larutan 0,5%, demikian seterusnya hingga diperoleh konsentrasi larutan 0,25%, dan 0,125%.

#### 3.4.5.2 Penyiapan Larutan Sampel

Sebanyak 100 mg ekstrak kental ditambahkan dengan beberapa tetes dimetil sulfoksida kemudian dilarutkan dengan dapar fosfat pH 6,8 pada labu ukur 10 mL sehingga didapatkan larutan ekstrak dengan konsentrasi 1%. Larutan ekstrak 1% diencerkan dengan dapar fosfat pH 6,8 hingga diperoleh konsentrasi ekstrak 0,5%, demikian seterusnya hingga diperoleh konsentrasi ekstrak 0,25%, dan 0,125%. Pada ekstrak yang tidak larut dalam dapar fosfat pH 6,8, ekstrak dilarutkan dan diencerkan menggunakan larutan dimetilsulfoksida.

#### 3.4.5.3 Pengujian Blangko

Sebanyak 10  $\mu$ L larutan dimetil sukfoksida (DMSO) ditambahkan dengan 490  $\mu$ L dapar fosfat pH 6,8 dan 250  $\mu$ L larutan substrat p-Nitrofenil  $\alpha$ -D-Glukopiranosida (PNP-G) dengan konsentrasi optimum. Kemudian larutan diinkubasi selama 10 menit pada suhu 37°C, lalu ditambahkan 250  $\mu$ L larutan enzim dengan konsentrasi optimum, setelah itu diinkubasi pada suhu 37°C selama 15 menit. Kemudian ditambahkan 2000  $\mu$ L Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 200 mM, lalu larutan diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada  $\lambda$  400 nm. Uji pada kontrol blangko dilakukan dengan penambahan larutan natrium karbonat terlebih dahulu sebelum penambahan enzim.

#### 3.4.5.4 Pengujian Akarbose

Sebanyak 10  $\mu$ L larutan akarbose ditambahkan dengan 490  $\mu$ L dapar fosfat pH 6,8 dan 250  $\mu$ L larutan substrat p-Nitrofenil  $\alpha$ -D-Glukopiranosida (PNP-G) dengan konsentrasi optimum. Kemudian larutan diinkubasi selama 10 menit pada suhu 37°C. Ditambahkan 250  $\mu$ L larutan enzim dengan konsentrasi optimum, lalu diinkubasi pada suhu 37°C selama 15 menit. Setelah itu,

ditambahkan 2000  $\mu\text{L}$   $\text{Na}_2\text{CO}_3$  200 mM, kemudian larutan diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada  $\lambda$  400 nm. Uji pada kontrol akarbosa dilakukan dengan penambahan larutan natrium karbonat terlebih dahulu sebelum penambahan enzim.

#### 3.4.5.5 Pengujian Sampel

Sebanyak 10  $\mu\text{L}$  larutan ekstrak ditambahkan dengan 490  $\mu\text{L}$  dapar fosfat pH 6,8 dan 250  $\mu\text{L}$  larutan substrat p-Nitrofenil  $\alpha$ -D-Glukopiranosida (PNP-G) dengan konsentrasi optimum. Kemudian larutan diinkubasi selama 10 menit pada suhu 37°C. Ditambahkan 250  $\mu\text{L}$  larutan enzim dengan konsentrasi optimum, lalu diinkubasi pada suhu 37°C selama 15 menit. Setelah itu, ditambahkan 2000  $\mu\text{L}$   $\text{Na}_2\text{CO}_3$  200 mM, lalu larutan diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada  $\lambda$  400 nm. Uji pada kontrol sampel dilakukan dengan penambahan larutan natrium karbonat terlebih dahulu sebelum penambahan enzim.

Sistem reaksi uji penghambatan enzim  $\alpha$ -glukosidase dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Sistem reaksi uji penghambatan enzim  $\alpha$ -glukosidase

|                  | Bo ( $\mu\text{L}$ ) | B <sub>1</sub> ( $\mu\text{L}$ ) | So( $\mu\text{L}$ ) | S <sub>1</sub> ( $\mu\text{L}$ ) |
|------------------|----------------------|----------------------------------|---------------------|----------------------------------|
| Sampel           | -                    | -                                | 10                  | 10                               |
| DMSO             | 10                   | 10                               | -                   | -                                |
| Dapar            | 490                  | 490                              | 490                 | 490                              |
| PNP-G            | 250                  | 250                              | 250                 | 250                              |
| Inkubasi (37°C)  | 10 menit             |                                  |                     |                                  |
| Enzim            | -                    | 250                              | -                   | 250                              |
| Natrium Karbonat | 2000                 | -                                | 2000                | -                                |
| Inkubasi (37°C)  | 15 menit             |                                  |                     |                                  |
| Enzim            | 250                  | -                                | 250                 | -                                |
| Natrium Karbonat | -                    | 2000                             | -                   | 2000                             |



Keterangan:

$B_0$  = Kontrol blangko

$B_1$  = Blangko

$S_0$  = Kontrol sampel

$S_1$  = Sampel

Aktivitas penghambatan  $\alpha$ -glukosidase dapat ditentukan dari % inhibisi dan  $IC_{50}$  yang dihitung dengan rumus berikut.

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{B-S}{B} \times 100\% \quad (3.3)$$

Keterangan:

$B$  = selisih absorbansi blangko dengan absorbansi kontrol blangko

$S$  = selisih absorbansi sampel dengan absorbansi kontrol sampel

$IC_{50}$  dihitung dengan menggunakan persamaan regresi linear, di mana konsentrasi sampel sebagai sumbu x dan % inhibisi sebagai sumbu y. Dari persamaan  $y = a + bx$  dapat dihitung nilai  $IC_{50}$  dengan menggunakan rumus berikut.

$$IC_{50} = \frac{50-a}{b} \quad (3.4)$$

#### 3.4.6 Uji Kinetika Penghambatan Enzim

Sebanyak 10  $\mu\text{L}$  larutan ekstrak dengan 4 konsentrasi yang berbeda ditambahkan dengan 490  $\mu\text{L}$  dapar fosfat pH 6,8 dan 250  $\mu\text{L}$  larutan substrat p-Nitrofenil  $\alpha$ -D-Glukopiranosida (PNP-G) dengan 5 konsentrasi berbeda. Kemudian larutan diinkubasi selama 10 menit pada suhu  $37^\circ\text{C}$ , lalu ditambahkan 250  $\mu\text{L}$  larutan enzim dengan konsentrasi 0,5 U/mL, kemudian diinkubasi pada suhu  $37^\circ\text{C}$  selama 15 menit. Setelah itu, ditambahkan 2000  $\mu\text{L}$   $\text{Na}_2\text{CO}_3$  200 mM. Larutan diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada  $\lambda$  400 nm. Uji pada larutan kontrol dilakukan dengan penambahan natrium karbonat terlebih dahulu sebelum penambahan enzim.

Jenis penghambatan ditentukan dengan analisis data menggunakan persamaan *Lineweaver-Burke* untuk mendapatkan tetapan *Michaelis-Menten* yang

dihitung berdasarkan persamaan regresi  $y = a + bx$ , di mana  $1/[S]$  sebagai sumbu x dan  $1/V_o$  sebagai sumbu y, sehingga akan diperoleh tetapan *Michaelis-Menten* dan  $V_{max}$  sebagai berikut:

$$\frac{1}{V_o} = \frac{K_m}{V_{max} [S]} + \frac{1}{V_{max}} \quad (3.5)$$

$$y = 0 \rightarrow x = -1/K_m$$

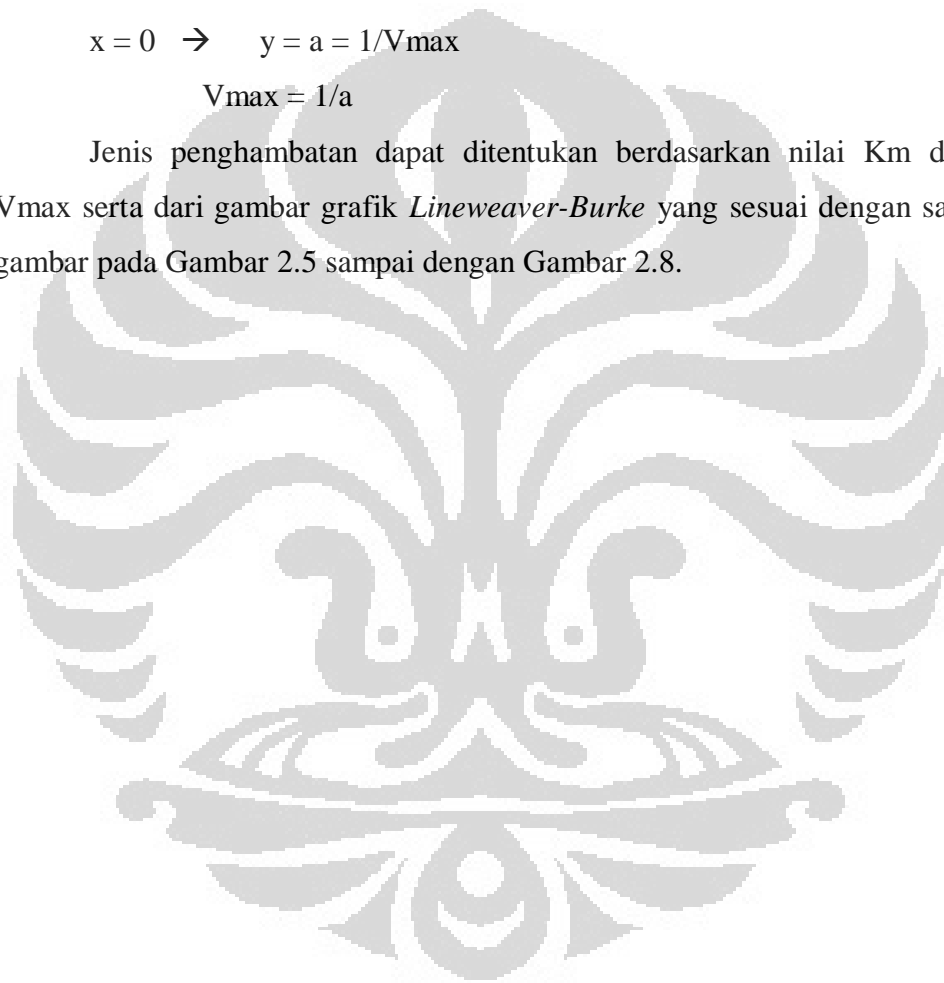
$$y = a + b (-1/K_m)$$

$$K_m = b/a \quad (3.6)$$

$$x = 0 \rightarrow y = a = 1/V_{max}$$

$$V_{max} = 1/a \quad (3.7)$$

Jenis penghambatan dapat ditentukan berdasarkan nilai  $K_m$  dan nilai  $V_{max}$  serta dari gambar grafik *Lineweaver-Burke* yang sesuai dengan salah satu gambar pada Gambar 2.5 sampai dengan Gambar 2.8.



## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Penyiapan bahan

Pada tahap penyiapan bahan, masing-masing tanaman dikumpulkan, lalu bagian tanaman yang diteliti dipisahkan. Gambar tanaman yang diteliti dapat dilihat pada Gambar 4.2 sampai dengan Gambar 4.15. Setelah terkumpul, dilakukan proses sortasi basah untuk membersihkan bagian tanaman dari kotoran yang masih menempel. Setelah bersih, tanaman dirajang untuk mempermudah proses pengeringan, lalu dikeringkan dengan cara dianginkan di udara terbuka. Pengeringan bertujuan untuk menghasilkan simplisia yang dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama. Kandungan air yang berlebih pada simplisia akan membantu pertumbuhan mikroorganisme, jamur, serangga, serta dekomposisi tanaman, sehingga simplisia akan cepat rusak (Claus, 1962). Tanaman yang telah kering dimasukkan ke dalam oven pada temperatur 40°C untuk membantu agar kekeringan tanaman lebih merata, setelah itu dihitung nilai susut pengeringan tanaman dengan menggunakan rumus berikut.

$$\frac{\text{Bobot basah}}{\text{Bobot kering}} \times 100\% \quad (4.1)$$

Nilai susut pengeringan dapat dilihat pada Tabel 4.1 .

Tabel 4.1 Nilai % susut pengeringan

| No. | Nama Tanaman  | Bagian yang digunakan | Bobot basah (g) | Bobot kering (g) | Susut pengeringan (%) |
|-----|---|-----------------------|-----------------|------------------|-----------------------|
| 1.  | <i>Asparagus officinalis</i> L.<br>(asparagus)                    | umbi                  | 600             | 61               | 89,83                 |
| 2.  | <i>Averrhoa bilimbi</i> L.<br>(belimbing wuluh)                   | buah                  | 200             | 13               | 93,5                  |
| 3.  | <i>Camellia sinensis</i> Kuntze<br>(teh)                          | daun                  | 500             | 81               | 83,8                  |
| 4.  | <i>Cinnamomum burmanii</i><br>(Nees&T.Nees) Blume<br>(kayu manis) | kulit batang          | 200             | 57,6             | 71,2                  |
| 5.  | <i>Cuminum cyminum</i> L.<br>(jintan putih)                       | biji                  | 230             | 200,1            | 13,0                  |
| 6.  | <i>Curcuma domestica</i> Val.<br>(kunyit)                         | rimpang               | 328             | 37,6             | 88,53                 |
| 7.  | <i>Daucus carota</i> L. (wortel)                                  | umbi                  | 333             | 30,3             | 90,89                 |
| 8.  | <i>Sesamum orientale</i> L.<br>(wijen)                            | daun                  | 232             | 66               | 71,55                 |
| 9.  | <i>Solanum tuberosum</i> L.<br>(kentang)                          | umbi                  | 367             | 46,5             | 87,33                 |
| 10. | <i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni<br>(stevia)                      | herba                 | 220             | 53               | 75,90                 |
| 11. | <i>Strychnos lucida</i> R.Br.<br>(bidara laut)                    | kulit batang          | 220             | 140              | 36,36                 |
| 12. | <i>Syzygium aromaticum</i> (L.)<br>Merr. & Perry (cengkeh)        | bunga                 | 180             | 56,4             | 68,67                 |
| 13. | <i>Syzygium cumini</i> (L.)<br>Skeel(jamblang)                    | kulit batang          | 175             | 130              | 25,71                 |
| 14. | <i>Theobroma cacao</i> L.<br>(cokelat)                            | daging buah           | 380             | 24               | 93,68                 |
| 15. | <i>Zingiber officinale</i> Rosc.<br>(jahe)                        | rimpang               | 318             | 27,3             | 91,42                 |

## 4.2 Ekstraksi Simplisia

Simplisia diekstraksi menggunakan metode refluks dengan pelarut etanol 80%. Etanol 80% dipilih sebagai pelarut karena bersifat tidak toksik dan titik didihnya lebih rendah dibandingkan dengan air, sehingga membutuhkan waktu ekstraksi yang lebih cepat. Selain itu, etanol termasuk jenis pelarut dengan kemampuan ekstraksi yang baik untuk hampir semua senyawa kimia yang memiliki berat molekul kecil seperti golongan metabolit sekunder (Samuelsson, 1999). Alasan pemilihan refluks sebagai metode ekstraksi adalah waktu yang diperlukan lebih singkat dibandingkan dengan metode lain, sebab ekstraksi dilakukan pada titik didih pelarut. Ekstraksi dilakukan selama 1 jam, setelah itu ekstrak disaring, lalu ampas dipisahkan. Ampas yang telah dipisahkan diekstraksi kembali dengan metode yang sama hingga mengalami 3 kali refluks. Ekstrak dikumpulkan, lalu diuapkan di atas penangas air hingga menjadi ekstrak kental dan disimpan pada lemari pendingin agar dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama. Ekstrak kental ditimbang, kemudian nilai % rendemen dihitung menggunakan rumus berikut.

$$\frac{\text{Bobot ekstrak kental}}{\text{Bobot simplisia yang diekstraksi}} \times 100\% \quad (4.2)$$

Bobot ekstrak kental serta nilai % rendemen dapat dilihat pada Tabel 4.2. Ekstrak kental tersebut kemudian digunakan dalam pengujian selanjutnya.

Tabel 4.2. Bobot ekstrak kental dan nilai % rendemen

| No. | Nama Tanaman  | Bagian yang digunakan | Bobot simplisia yang diekstraksi (g) | Bobot ekstrak kental (g) | Rendemen (%) |
|-----|---|-----------------------|--------------------------------------|--------------------------|--------------|
| 1.  | <i>Asparagus officinalis</i> L. (asparagus)                   | umbi                  | 19,8390                              | 7,7316                   | 38,97        |
| 2.  | <i>Averrhoa bilimbi</i> L. (belimbing wuluh)                  | buah                  | 19,7740                              | 10,7959                  | 54,59        |
| 3.  | <i>Camellia sinensis</i> Kuntze (teh)                         | daun                  | 19,3131                              | 4,1532                   | 21,50        |
| 4.  | <i>Cinnamomum burmanii</i> (Nees & T.Nees) Blume (kayu manis) | kulit batang          | 20,0211                              | 5,2282                   | 26,11        |
| 5.  | <i>Cuminum cyminum</i> L. (jintan putih)                      | biji                  | 20,0473                              | 3,6556                   | 18,23        |
| 6.  | <i>Curcuma domestica</i> Val. (kunyit)                        | rimpang               | 20,0157                              | 6,9159                   | 34,55        |
| 7.  | <i>Daucus carota</i> L. (wortel)                              | umbi                  | 21,2526                              | 9,9078                   | 46,61        |
| 8.  | <i>Sesamum orientale</i> L. (wijen)                           | daun                  | 20,1097                              | 3,1519                   | 15,67        |
| 9.  | <i>Solanum tuberosum</i> L. (kentang)                         | umbi                  | 20,0220                              | 2,6681                   | 13,32        |
| 10. | <i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni (stevia)                     | herba                 | 20,1183                              | 7,6304                   | 37,92        |
| 11. | <i>Strychnos lucida</i> R.Br. (bidara laut)                   | kulit batang          | 20,0225                              | 1,9908                   | 9,94         |
| 12. | <i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Merr. & Perry (cengkeh)       | bunga                 | 20,0387                              | 4,5457                   | 45,31        |
| 13. | <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeel (jamblang)                  | kulit batang          | 20,1293                              | 3,940                    | 19,57        |
| 14. | <i>Theobroma cacao</i> L. (cokelat)                           | daging buah           | 20,0168                              | 6,0161                   | 30,05        |
| 15. | <i>Zingiber officinale</i> Rosc. (jahe)                       | rimpang               | 20,0504                              | 4,5672                   | 22,77        |

### 4.3 Identifikasi Golongan Senyawa

Identifikasi dilakukan pada ekstrak kental dengan tujuan untuk mengetahui golongan senyawa kimia yang terkandung dalam tanaman dan tertarik selama proses ekstraksi. Metode identifikasi dilakukan menggunakan pereaksi kimia untuk golongan terpen, alkaloid, antrakuinon, flavonoid, glikosida, tanin, dan saponin. Identifikasi golongan senyawa pada tiap ekstrak menunjukkan hasil yang berbeda-beda.

#### 4.3.1 Terpen

Pada identifikasi golongan terpen, pereaksi Liebermann Burchard yang terdiri dari gabungan antara asam asetat anhidrat dan asam sulfat pekat (2:1) akan bereaksi dengan inti steroid pada terpen membentuk warna (Fransworth, 1966). Golongan triterpen dan diterpen akan menghasilkan warna merah, pink, hijau biru, atau ungu (Fransworth, 1966). Ekstrak yang menunjukkan hasil positif adalah rimpang kunyit (*Curcuma domestica* Val.), kulit batang kayu manis (*Cinnamomum burmanii* (Nees & T.Nees) Blume), umbi kentang (*Solanum tuberosum* L.), bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry), daun wijen (*Sesamum orientale* L.), dan herba stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni). Masing-masing tanaman menunjukkan terbentuknya warna merah dengan pereaksi Liebermann Burchard, sedangkan herba stevia dan daun wijen menghasilkan warna hijau. Menurut literatur, buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) dan kulit batang bidara laut (*Strychnos lucida* R.Br.) seharusnya memberikan hasil positif (Aqila et al., 2009 ; Sriwibowo et al., 1998), namun hasil yang diperoleh menunjukkan hasil yang negatif. Hal tersebut dapat disebabkan oleh umur tanaman, metode ekstraksi, serta daerah tumbuh tanaman yang berbeda, sehingga senyawa yang teridentifikasi berbeda. (Fransworth, 1966).

#### 4.3.2 Alkaloid

Pada identifikasi golongan alkaloid, dilakukan penambahan pelarut air dan HCl (9:1) sebab senyawa alkaloid pada tanaman umumnya ditemukan dalam bentuk garam yang bersifat larut air (Fransworth, 1966). Kemudian dilakukan penambahan pereaksi pengendap, yaitu Mayer LP, Bouchardat LP, dan

Dragendorff LP. Dengan penambahan pereaksi tersebut, alkaloid akan bereaksi dengan nitrogen sehingga membentuk endapan (Fransworth, 1966). Hasil identifikasi menunjukkan adanya beberapa ekstrak yang mempunyai hasil positif, yaitu umbi asparagus (*Asparagus officinalis* L.), daun teh (*Camellia sinensis* Kuntze), biji jintan putih (*Cuminum cyminum* L.), umbi kentang (*Solanum tuberosum* L.), dan kulit batang bidara laut (*Strychnos lucida* R.Br.). Pada bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry) dan rimpang kunyit (*Curcuma domestica* Val.) yang menurut literatur memberikan hasil positif (Singh et al., 2011 ; Tanko, et al., 2008), ternyata menunjukkan hasil negatif. Hal tersebut dapat disebabkan oleh umur tanaman, metode ekstraksi, serta daerah tumbuh tanaman yang berbeda (Fransworth, 1966).

#### 4.3.3 Antrakuinon

Identifikasi golongan antrakuinon dilakukan dengan reaksi Borntrager, yaitu terbentuknya filtrat benzen berwarna kuning dan lapisan air berwarna merah dengan pengocokkan NaOH 2N (Fransworth, 1966). Ekstrak yang menunjukkan hasil positif adalah bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry), rimpang jahe (*Zingiber officinale* Rosc.), daun teh (*Camelia sinensis* Kuntze), dan kulit batang jambang (*Syzygium cumini* (L.) Skeel). Masing-masing ekstrak menunjukkan terbentuknya filtrat berwarna kuning dan lapisan air berwarna jingga setelah pengocokkan dengan NaOH 2N. Menurut literatur, seharusnya warna yang dihasilkan adalah merah (Depkes RI, 1995b), namun warna yang diperoleh dalam penelitian ini adalah jingga. Hal tersebut dapat disebabkan oleh hidrolisis yang belum sempurna pada reaksi, sehingga ikatan glikosida belum terputus dan mengganggu pembentukan warna. Hal tersebut dapat diatasi dengan dilakukannya hidrolisis terlebih dahulu menggunakan KOH (Fransworth, 1966).

#### 4.3.4 Flavonoid

Pada identifikasi flavonoid, dilakukan penambahan serbuk magnesium dan HCl pekat untuk melihat terbentuknya warna merah sampai hijau (Fransworth, 1966). Terbentuknya warna merah menunjukkan adanya flavon, warna jingga menunjukkan adanya flavanol, dan warna hijau menunjukkan adanya aglikon



(Fransworth, 1966). Ekstrak yang menunjukkan hasil positif pada pereaksi tersebut di antaranya adalah daun teh (*Camelia sinensis* Kuntze), rimpang kunyit (*Curcuma domestica* Val.), kulit batang kayu manis (*Cinnamomum burmanii* (Nees & T.Nees) Blume), dan rimpang jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) yang memberi warna jingga, serta daun wijen (*Sesamum orientale* L.) dan herba stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) yang memberikan warna hijau.

Pengujian terhadap golongan flavonoid juga dilakukan dengan melihat adanya fluoresensi kuning-hijau pada 366 nm setelah penambahan asam borat dan asam oksalat pada larutan ekstrak kental dalam eter. Ekstrak yang menunjukkan hasil positif adalah daun teh (*Camelia sinensis* Kuntze), rimpang kunyit (*Curcuma domestica* Val.), kulit batang kayu manis (*Cinnamomum burmanii* (Nees & T.Nees) Blume), rimpang jahe (*Zingiber officinale* Rosc.), daun wijen (*Sesamum orientale* L.), dan herba stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni).

Pengujian berikutnya dilakukan dengan penambahan serbuk Zn dan HCl pekat untuk melihat terbentuknya warna merah sebagai indikator positif, namun tidak didapatkan hasil yang baik dari uji tersebut sehingga peneliti melakukan tahap identifikasi lanjutan dengan cara menguji adanya fluoresensi hijau-kuning pada penyemprotan dengan larutan  $AlCl_3$ . Adanya fluoresensi hijau-kuning pada sinar UV dengan panjang gelombang 366 nm menunjukkan hasil positif flavonoid (Harborne, 1987). Pemeriksaan dilakukan dengan membandingkannya pada kuersetin sebagai standar. Hasil dari pemeriksaan tersebut menunjukkan bahwa ekstrak rimpang kunyit (*Curcuma domestica* Val.), rimpang jahe (*Zingiber officinale* Rosc.), daun wijen (*Sesamum orientale* L.), herba stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni), bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry), dan biji jintan putih (*Cuminum cyminum* L.) memiliki hasil yang positif. Pada ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.), umbi asparagus (*Asparagus officinalis* L.), kulit batang jambang (*Syzygium cumini* (L.) Skeel), dan daging buah cokelat (*Theobroma cacao* L.) yang menurut literatur memberikan hasil positif (Aqila et al., 2009 ; Paredes & Vejarano, 2009 ; Iwo et al., 2008 ; Prabhakaran, Gothandam & Sivashanmugam, 2011 ; Subhashini et al., 2010), ternyata menunjukkan hasil negatif. Hal tersebut dapat disebabkan oleh perbedaan

konsentrasi flavonoid yang tertarik selama proses ekstraksi, perbedaan umur tanaman, serta perbedaan daerah tumbuh tanaman (Fransworth, 1966).

#### 4.3.5 Glikosida

Pada identifikasi golongan glikosida, ekstrak kental dilarutkan dalam HCl 10% dan dipanaskan agar glikosida terhidrolisis menjadi bentuk glikon dan aglikon. Kemudian larutan disari dengan eter untuk memisahkan senyawa non polar (Fransworth, 1966), lalu bagian yang polar diidentifikasi dengan reaksi Molisch. Semua ekstrak yang diuji menunjukkan hasil positif, yaitu terbentuknya cincin ungu setelah penambahan pereaksi Molisch LP dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat.

#### 4.3.6 Tanin

Pada identifikasi golongan tanin, dilakukan penambahan gelatin 10% untuk memeriksa adanya endapan, sebab tanin merupakan polifenol yang dapat bereaksi dengan protein membentuk kopolimer yang tidak larut air (Fransworth, 1966). Selain itu, dilakukan penambahan FeCl<sub>3</sub> 1% untuk memeriksa terbentuknya kompleks warna hijau-violet, hijau-biru, atau biru-hitam. Ekstrak yang menunjukkan hasil positif di antaranya adalah daun teh (*Camellia sinensis* Kuntze), kulit batang kayumanis (*Cinnamomum burmanii* (Nees & T.Nees) Blume), biji jintan putih (*Cuminum cyminum* L.), bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry), kulit batang jamblang (*Syzygium cumini* (L.) Skeel), kulit batang bidara laut (*Strychnos lucida* R.Br.), dan daging buah cokelat (*Theobroma cacao* L.). Menurut literatur, umbi asparagus (*Asparagus officinalis* L.) dan herba stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) memberikan hasil positif (Paredes & Vejarano, 2009 ; Syamsuhidayat, 1991), namun setelah diuji menunjukkan hasil yang negatif. Hal tersebut dapat disebabkan oleh umur tanaman, metode ekstraksi, serta daerah tumbuh tanaman yang berbeda (Fransworth, 1966).

#### 4.3.7 Saponin

Pada identifikasi golongan saponin, pengocokan ekstrak dengan air panas dilakukan dengan tujuan untuk menghasilkan busa yang stabil, sebab saponin

merupakan senyawa aktif permukaan yang dapat membentuk busa (Harborne, 1987). Ekstrak yang memberikan hasil positif adalah umbi asparagus (*Asparagus officinalis* L.), daun teh (*Camelia sinensis* Kuntze), kulit batang kayu manis (*Cinnamomum burmanii* (Nees & T.Nees) Blume), biji jintan putih (*Cuminum cyminum* L.), rimpang kunyit (*Curucuma domestica* Val.), umbi wortel (*Daucus carota* L.), kulit batang jamblang (*Syzygium cumini* L.), daun wijen (*Sesamum orientale* L.), umbi kentang (*Solanum tuberosum* L.), kulit batang bidara laut (*Strychnos lucida* R.Br.), bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry), daging buah cokelat (*Theobroma cacao* L.), dan rimpang jahe (*Zingiber officinale* Rosc.). Ekstrak tersebut mampu menghasilkan busa dengan tinggi 1 cm setelah pengocokan dengan air suling panas dan tetap stabil setelah diberi penambahan asam encer. Ekstrak yang tidak memberi hasil positif adalah buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.), dan herba stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni). Ekstrak tersebut hanya menghasilkan busa setinggi 0,5 cm dan busa tidak stabil setelah penambahan asam encer. Hasil yang negatif kemungkinan disebabkan oleh perbedaan daerah tumbuh dan umur tanaman, serta konsentrasi saponin yang tertarik selama proses ekstraksi sangat kecil (Fransworth, 1966).

Hasil identifikasi golongan senyawa selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.6 sampai dengan Tabel 4.12. Kesimpulan hasil identifikasi dapat dilihat pada Tabel 4.3 sebagai berikut.

Tabel 4.3. Kesimpulan hasil identifikasi

| No. | Nama Sampel   | Terpen | Alkaloid | Antrakuinon | Flavonoid | Glikosida | Tanin | Saponin |
|-----|---|--------|----------|-------------|-----------|-----------|-------|---------|
| 1.  | Umbi asparagus<br>( <i>Asparagus officinalis</i> L.)                            | -      | +        | -           | -         | +         | -     | +       |
| 2.  | Buah belimbing wuluh<br>( <i>Averrhoa bilimbi</i> L.)                           | -      | -        | -           | -         | +         | -     | -       |
| 3.  | Daun teh ( <i>Camellia sinensis</i><br>Kuntze)                                  | -      | +        | +           | +         | +         | +     | +       |
| 4.  | Kulit batang kayu manis<br>( <i>Cinnamomum burmanii</i><br>(Nees&T.Nees) Blume) | +      | -        | -           | +         | +         | +     | +       |
| 5.  | Biji jintan putih<br>( <i>Cuminum cyminum</i> L.)                               | -      | +        | -           | +         | +         | +     | +       |
| 6.  | Rimpang kunyit<br>( <i>Curcuma domestica</i> Val.)                              | +      | -        | -           | +         | +         | -     | +       |
| 7.  | Umbi wortel<br>( <i>Daucus carota</i> L.)                                       | -      | -        | -           | -         | +         | -     | +       |

(Lanjutan)

| No. | Nama Sampel  | Terpen | Alkaloid | Antra-kuinon | Flavonoid | Glikosida | Tanin | Saponin |
|-----|--|--------|----------|--------------|-----------|-----------|-------|---------|
| 8.  | Daun wijen ( <i>Sesamum orientale</i> L.)                      | +      | -        | -            | +         | +         | -     | +       |
| 9.  | Umbi kentang ( <i>Solanum tuberosum</i> L.)                    | +      | +        | -            | -         | +         | -     | +       |
| 10. | Herba stevia ( <i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni)               | +      | -        | -            | +         | +         | -     | -       |
| 11. | Kulit batang bidara laut ( <i>Strychnos lucida</i> R.Br.)      | -      | +        | -            | -         | +         | +     | +       |
| 12. | Bunga cengkeh ( <i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Merr. & Perry) | +      | -        | +            | +         | +         | +     | -       |
| 13. | Kulit batang jambang ( <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeel)      | -      | -        | +            | -         | +         | +     | +       |
| 14. | Daging buah cokelat ( <i>Theobroma cacao</i> L.)               | -      | -        | -            | -         | +         | +     | +       |
| 15. | Rimpang jahe ( <i>Zingiber officinale</i> Rosc.)               | -      | -        | +            | +         | +         | -     | +       |

#### 4.4 Uji Pendahuluan

Uji pendahuluan yang dilakukan adalah penentuan konsentrasi enzim dan konsentrasi substrat untuk mendapatkan kondisi optimum dalam percobaan. Kondisi optimum yang ingin dicapai adalah kondisi dimana larutan blanko dapat menunjukkan serapan sebesar 2–3, sebab bila serapan optimum yang dipilih terlalu kecil, dikhawatirkan dengan adanya inhibitor pada larutan sampel, serapan yang dihasilkan akan sangat kecil. Selain itu kemampuan alat spektrofotometer sangat terbatas, yaitu hanya mampu mengukur besar serapan sampai dengan 4, sehingga bila serapan optimum yang dipilih terlalu tinggi, dikhawatirkan ekstrak yang terdapat dalam larutan sampel akan memberi serapan pada panjang gelombang dimana larutan sampel akan diukur, sehingga serapan sampel semakin meningkat dan tidak dapat terbaca oleh spektrofotometer.

Larutan yang diuji terdiri dari campuran DMSO, dapar fosfat pH 6,8, substrat p-Nitrofenil  $\alpha$ -D-Glukopiranosid, enzim  $\alpha$ -glukosidase, dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Dapar fosfat pH 6,8 ditambahkan untuk membuat medium yang memiliki pH optimum enzim (Sigma Aldrich, 1996), sedangkan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ditambahkan untuk menghentikan reaksi enzim.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dipilih sebagai penghenti reaksi sebab mampu meningkatkan pH larutan uji menjadi basa, sehingga enzim akan terdenaturasi. Konsentrasi  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  yang dipilih adalah 200 mM, sebab pada konsentrasi tersebut dicapai pH 13, dimana enzim akan terdenaturasi (Sigma Aldrich, 1996). Konsentrasi substrat dan konsentrasi enzim yang digunakan pada uji optimasi dipilih berdasarkan pada konsentrasi yang digunakan dalam penelitian terdahulu yang dijadikan acuan (Dewi et al., 2007).

Pada uji pendahuluan, serapan yang diukur adalah serapan larutan blanko dan larutan kontrol blanko. Larutan blanko yaitu larutan uji tanpa ekstrak, sedangkan larutan kontrol blanko, yaitu larutan blanko dengan penambahan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  sebelum enzim untuk mengoreksi hasil serapan blanko bila ternyata enzim masih menunjukkan aktivitas setelah penambahan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

##### 4.4.1 Uji Optimasi Konsentrasi Enzim

Penentuan konsentrasi enzim dilakukan dengan mengukur serapan larutan uji yang merupakan campuran dari 10  $\mu\text{L}$  DMSO, 490  $\mu\text{L}$  dapar fosfat pH 6,8 ,

dan 250 $\mu$ L larutan substrat dengan konsentrasi 10 mM dan 20 mM. Setelah itu larutan diinkubasi pada suhu 37°C selama 10 menit agar suhu larutan mencapai suhu optimum enzim, yaitu 37°C. Kemudian ditambahkan 250  $\mu$ L larutan enzim dengan konsentrasi 0,3 U/mL, 0,15 U/mL, 0,075 U/mL, dan 0,0375 U/mL. Setelah itu larutan diinkubasi kembali pada suhu 37°C selama 15 menit agar enzim dapat bereaksi dengan substrat dalam jangka waktu tersebut. Setelah diinkubasi, larutan diberi 2000  $\mu$ L Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 200 mM untuk menghentikan reaksi. Kemudian larutan uji diukur besar serapannya dengan spektrofotometer pada  $\lambda$  400nm.

Hasil yang didapatkan adalah serapan optimum terdapat pada konsentrasi enzim 0,15 U/mL. Data lengkap dapat dilihat pada Tabel 4.13.

#### 4.4.2 Uji Optimasi Konsentrasi Substrat

Penentuan konsentrasi substrat optimum dilakukan dengan mengukur serapan larutan uji yang merupakan campuran dari 10 $\mu$ L DMSO, 490  $\mu$ L dapar fosfat pH 6,8 , dan 250 $\mu$ L larutan substrat dengan konsentrasi 0,3125 mM, 0,625 mM, 1,25 mM, 2,5 mM, 5 mM, 10 mM, dan 20 mM. Setelah itu larutan diinkubasi pada suhu 37°C selama 10 menit agar suhu larutan mencapai suhu optimumnya yaitu 37°C, kemudian ditambahkan 250  $\mu$ L larutan enzim dengan konsentrasi 0,15 U/mL. Setelah itu larutan diinkubasi kembali pada suhu 37°C selama 15 menit agar enzim dapat bereaksi dengan substrat dalam waktu yang cukup. Setelah itu diberi 2000  $\mu$ L Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> untuk menghentikan reaksi. Kemudian larutan uji diukur besar serapannya dengan spektrofotometer pada  $\lambda$  400 nm. Hasil yang didapatkan adalah serapan optimum terdapat pada konsentrasi substrat 5 mM. Data lengkap dapat dilihat pada Tabel 4.14.

#### 4.4.3 Perhitungan Aktivitas Enzim

Berdasarkan perhitungan rumus (3.1) dan (3.2), maka didapatkan aktivitas enzim pada konsentrasi substrat 5mM adalah sebesar 0,471 U/mL dan 38,152 U/mg. Aktivitas tersebut memenuhi syarat keaktifan yang tertera pada label enzim, yaitu > 10 U/mg (Sigma Aldrich, 1996).

#### 4.5 Uji Aktivitas Penghambatan Enzim $\alpha$ -Glukosidase

Uji aktivitas penghambatan enzim  $\alpha$ -glukosidase dilakukan pada larutan blangko dan kontrol blangko, larutan akarbose sebagai pembanding dan larutan kontrol akarbose, serta larutan sampel dan kontrol sampel.

Larutan blangko yaitu larutan uji tanpa ekstrak, sedangkan larutan kontrol blangko, yaitu larutan blangko dengan penambahan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  sebelum enzim untuk mengoreksi hasil serapan blangko bila ternyata enzim masih menunjukkan aktivitas setelah penambahan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

Larutan akarbose yaitu larutan uji yang mengandung akarbose dengan 4 konsentrasi yang berbeda. Konsentrasi akarbose yang digunakan adalah 4 ppm, 8 ppm, 16 ppm, dan 33 ppm, sedangkan larutan kontrol akarbose, yaitu larutan akarbose dengan penambahan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  sebelum enzim untuk mengoreksi hasil serapan larutan uji bila ternyata enzim masih menunjukkan aktivitas setelah penambahan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

Larutan sampel yaitu larutan uji yang mengandung ekstrak dengan 4 konsentrasi yang berbeda. Konsentrasi ekstrak yang digunakan adalah 4 ppm, 8 ppm, 16 ppm, dan 33 ppm, namun pada beberapa ekstrak, seperti ekstrak dari *Strychnos lucida* R. Br., *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry, *Syzygium cumini* (L.) Skeel, dan *Cinnamomum burmanii* (Nees & T.Nees) Blume, nilai  $\text{IC}_{50}$  pada konsentrasi tersebut tidak bisa ditentukan karena mencapai nilai minus (-), sehingga dilakukan penurunan konsentrasi ekstrak agar nilai  $\text{IC}_{50}$  dapat diperoleh. Selain itu juga diukur larutan kontrol sampel, yaitu larutan sampel dengan penambahan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  sebelum enzim untuk mengoreksi hasil serapan sampel bila ternyata enzim masih menunjukkan aktivitas setelah penambahan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  atau bila ekstrak tanaman memberikan serapan pada panjang gelombang dimana larutan uji diukur.

Pengujian dilakukan sebanyak dua kali (duplo) pada masing-masing larutan uji. Dari hasil pengujian tersebut akan diperoleh data serapan untuk menghitung nilai % inhibisi dari perhitungan rumus (3.3), dan  $\text{IC}_{50}$  dari perhitungan rumus (3.4). Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.15 sampai dengan Tabel 4.30. Nilai  $\text{IC}_{50}$  akarbose dan ekstrak tanaman dapat dilihat pada Tabel 4.4 sebagai berikut.



Tabel 4.4 Nilai IC<sub>50</sub> larutan uji

| No. | Larutan Uji  | IC <sub>50</sub> (µg/mL) |
|-----|--|--------------------------|
| 1.  | Akarbose   | 117,45                   |
| 2.  | Umbi asparagus<br>( <i>Asparagus officinalis</i> L.)                         | 86,32                    |
| 3.  | Buah belimbing wuluh<br>( <i>Averrhoa bilimbi</i> L.)                        | 324,73                   |
| 4.  | Daun teh<br>( <i>Camellia sinensis</i> Kuntze)                               | 23,10                    |
| 5.  | Kulit batang kayu manis ( <i>Cinnamomum burmanii</i> (Nees & T. Nees) Blume) | 2,11                     |
| 6.  | Biji jintan putih<br>( <i>Cuminum cyminum</i> L.)                            | 44,56                    |
| 7.  | Rimpang kunyit<br>( <i>Curcuma domestica</i> Val.)                           | 48,91                    |
| 8.  | Umbi wortel<br>( <i>Daucus carota</i> L.)                                    | 162,08                   |
| 9.  | Daun wijen<br>( <i>Sesamum orientale</i> L.)                                 | 49,76                    |
| 10. | Umbi kentang<br>( <i>Solanum tuberosum</i> L.)                               | 110,46                   |
| 11. | Herba stevia<br>( <i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni)                          | 50,19                    |
| 12. | Kulit batang bidara laut<br>( <i>Strychnos lucida</i> R.Br.)                 | 5,40                     |
| 13. | Bunga cengkeh<br>( <i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Merr. & Perry)            | 5,74                     |
| 14. | Kulit batang jamblang<br>( <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeel)                | 3,78                     |
| 15. | Daging buah cokelat<br>( <i>Theobroma cacao</i> L.)                          | 22,98                    |
| 16. | Rimpang jahe<br>( <i>Zingiber officinale</i> Rosc.)                          | 84,60                    |

Dari Tabel 4.4 dapat dilihat bahwa nilai IC<sub>50</sub> akarbose sebagai standar pembandingan adalah sebesar 117,45 µg/mL. Nilai IC<sub>50</sub> akarbose yang diperoleh dalam penelitian ini ternyata tidak jauh berbeda dengan nilai IC<sub>50</sub> akarbose yang diperoleh pada penelitian lain dengan menggunakan metode yang serupa oleh Cetto, Jimenez, dan Vazquez (2007), yaitu sebesar 128 µg/mL, sehingga nilai tersebut dapat dijadikan acuan untuk menentukan ekstrak tanaman yang tergolong memiliki aktivitas penghambatan enzim α-glukosidase.

Ekstrak tanaman yang memiliki aktivitas penghambatan enzim α-glukosidase ditentukan berdasarkan nilai IC<sub>50</sub> yang lebih rendah dari akarbose

sebagai pembanding. Ekstrak tanaman tersebut adalah daun wijen (*Sesamum orientale* L.), herba stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni), daun teh (*Camellia sinensis* Kuntze), rimpang jahe (*Zingiber officinale* Rosc.), rimpang kunyit (*Curcuma domestica* Val.), kulit batang kayumanis (*Cinnamomum burmanii* (Nees & T.Nees) Blume), kulit batang jamblang (*Syzygium cumini* L.), kulit batang bidara laut (*Strychnos lucida* R. Br.), biji jintan putih (*Cuminum cyminum* L.), umbi kentang (*Solanum tuberosum* L.), daging buah cokelat (*Theobroma cacao* L.), bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.), dan umbi asparagus (*Asparagus officinalis* (L.)).

Tingginya nilai  $IC_{50}$  akardiose bila dibandingkan dengan ekstrak tanaman yang diuji kemungkinan disebabkan oleh kurangnya sensitifitas akardiose terhadap enzim  $\alpha$ -glukosidase yang berasal dari bakteri dan ragi (Shinde et al., 2008). Hal lain yang mungkin menjadi penyebab tingginya nilai  $IC_{50}$  akardiose bila dibandingkan dengan ekstrak lain adalah, sampel yang diuji masih berupa ekstrak kasar, sedangkan akardiose adalah suatu isolat, sehingga dalam larutan ekstrak terdapat lebih dari satu senyawa inhibitor yang dapat menyebabkan daya inhibisinya lebih tinggi.

#### 4.6 Uji Kinetika Enzim

Uji kinetika enzim dilakukan untuk menentukan jenis penghambatan yang dimiliki oleh ekstrak tanaman. Pengujian dilakukan dengan menggunakan 4 konsentrasi ekstrak yang berbeda untuk memperoleh titik dalam grafik *Lineweaver-Burke* dan 5 konsentrasi substrat yang berbeda untuk mengetahui bagaimana pengaruh konsentrasi substrat terhadap reaksi enzim. Uji kinetika dilakukan pada ekstrak yang memiliki daya penghambatan terbaik dengan nilai  $IC_{50}$  yang rendah. Dalam penelitian ini, dipilih ekstrak *Cinnamomum burmanii* (Nees & T.Nees) Blume yang memiliki  $IC_{50}$  sebesar 2,11  $\mu\text{g/mL}$  untuk dilakukan uji kinetika enzim.

Pada uji kinetika sampel *Cinnamomum burmanii* (Nees & T.Nees) Blume, konsentrasi ekstrak yang digunakan adalah 4,17 ppm, 8,35 ppm, 16,70 ppm, dan 33,40 ppm. Konsentrasi substrat yang digunakan adalah 1,25 mM, 2,5 mM,

5 mM, 10 mM, dan 20 mM. Data serapan uji kinetika selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.31 sampai dengan Tabel 4.33.

Dari data serapan yang diperoleh, dengan menggunakan persamaan regresi linear dimana  $1/S$  sebagai sumbu x dan  $1/V$  sebagai sumbu y, akan diperoleh tetapan *Michaelis-Menten* ( $K_m$ ) pada masing-masing konsentrasi menggunakan rumus (3.6) dan nilai  $V_{max}$  menggunakan rumus (3.7). Hasil perhitungan tetapan *Michaelis-Menten* dan nilai  $V_{max}$  dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Nilai tetapan *Michaelis-Menten*

| Sampel | a      | b      | r      | $K_m$ | $V_{max}$ |
|--------|--------|--------|--------|-------|-----------|
| $V_0$  | 0,3558 | 0,4082 | 0,9315 | 1,147 | 2,810     |
| $V_1$  | 0,4207 | 0,6116 | 0,9721 | 1,454 | 2,376     |
| $V_2$  | 0,6297 | 1,4756 | 0,9992 | 2,343 | 1,588     |

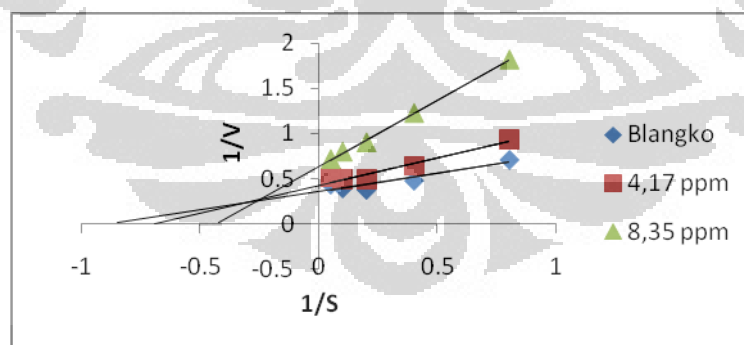
Keterangan :

$V_0$  = blangko (tanpa inhibitor)

$V_1$  = konsentrasi sampel 4,17 ppm

$V_2$  = konsentrasi sampel 8,35 ppm

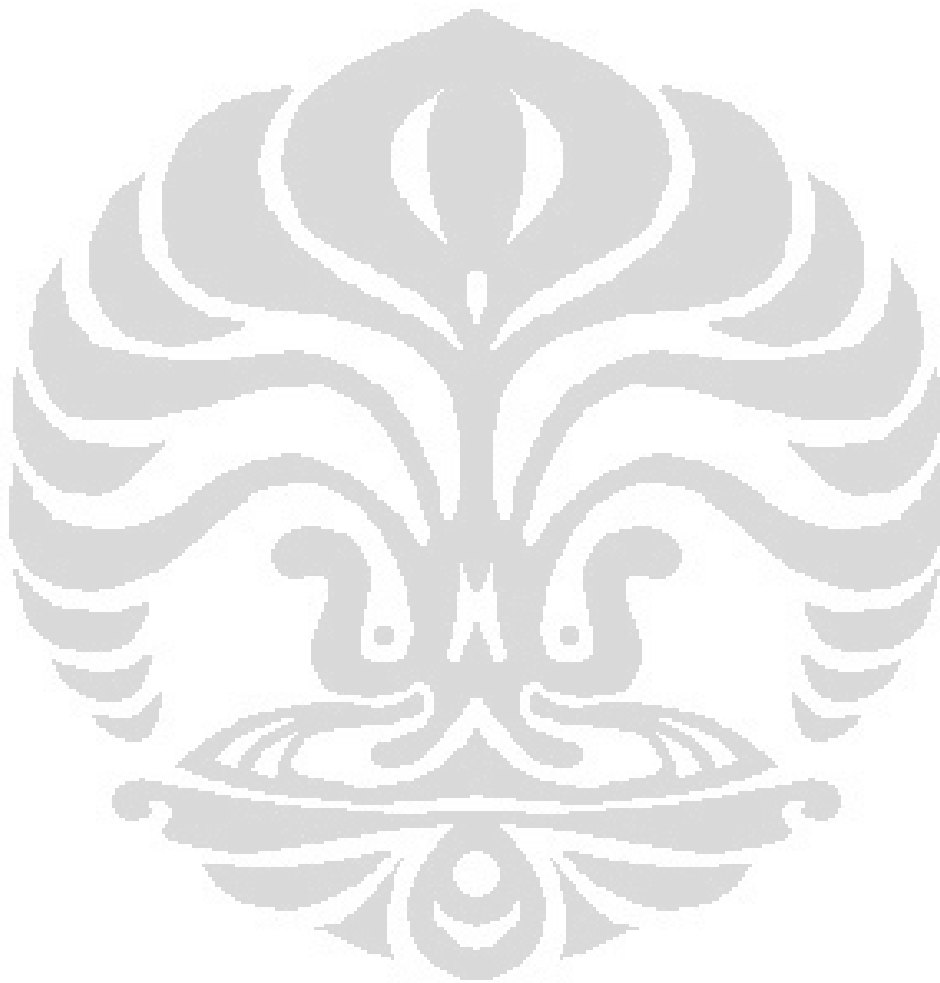
Grafik kinetika inhibisi enzim dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik *Lineweaver-Burke* pada uji kinetika

Dari Gambar 4.1, dapat dilihat bahwa grafik *Lineweaver-Burke* tidak menunjukkan perpotongan di sumbu x maupun sumbu y, namun perpotongan terjadi pada daerah sebelah kiri sumbu y, sehingga grafik tersebut serupa dengan grafik jenis penghambatan kompetitif campuran. Selain itu, nilai  $K_m$  terlihat

meningkat dengan adanya peningkatan konsentrasi inhibitor, dan nilai  $V_{max}$  menurun dengan adanya peningkatan konsentrasi inhibitor, sehingga kemungkinan jenis penghambatan yang terjadi adalah kompetitif campuran.



## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

- a. Hasil uji aktivitas penghambatan enzim  $\alpha$ -glukosidase menunjukkan bahwa dari 15 sampel ekstrak tanaman yang diuji, hampir semuanya menunjukkan aktivitas penghambatan, kecuali buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) dan umbi wortel (*Daucus carota* L.).
- b. Ekstrak tanaman yang memiliki aktivitas penghambatan enzim  $\alpha$ -glukosidase paling besar adalah kulit batang kayu manis (*Cinnamomum burmanii* (Nees & T.Nees) Blume) diikuti dengan kulit batang jamblang (*Syzygium cumini* (L.) Skeel), kulit batang bidara laut (*Strychnos lucida* R.Br.), dan bunga cengkeh (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry) dengan nilai  $IC_{50}$  masing-masing 2,11  $\mu\text{g/mL}$ , 3,78  $\mu\text{g/mL}$ , 5,40  $\mu\text{g/mL}$ , dan 5,78  $\mu\text{g/mL}$ .
- c. Golongan senyawa yang terdapat pada ekstrak tanaman yang menunjukkan aktivitas penghambatan yang tinggi adalah glikosida dan tanin.

#### 5.2 Saran

Perlu diadakan penelitian lebih lanjut pada tanaman yang menunjukkan aktivitas penghambatan enzim  $\alpha$ -glukosidase, seperti isolasi dan karakterisasi senyawa aktif agar identitas dan sifat fisiko kimia senyawa dapat diketahui. Selanjutnya penelitian ini perlu diteruskan dengan uji *in vivo*, uji farmakologi, serta uji klinik lain agar tanaman dapat memenuhi syarat sebagai obat.

## DAFTAR REFERENSI

- Aqila, S., Effendy, M., Huda, N., Mariam, & Zuraida, W. (2009). Phytochemical Screening and Antimicrobial Efficacy of Extracts from *Averrhoa bilimbi* (Oxalidaceae) Fruits Against Human Pathogenic Bacteria. *Journal of Pharmacognosy*, 2009, 12, 1-12.
- Almeida, R.N., Navarro, D.S., Barbosa-Filho, J.M. (2001). Plants with Central Analgesic Activity. *Publicado Phytomedicine* Vol.8 No.4: 310-322.
- Berkele, T. *Antidiabetic Activity and Phytochemical Screening of Crude Extract of Stevia rebaudiana Bertoni and Ajuga remota Benth Grown in Ethiopia on Alloxan Induced Diabetic Mice*. Thesis of Master Science in Medicinal Chemistry, Department of Pharmaceutical Chemistry, School of Pharmacy, Addis Ababa University. 2008. <http://www.scribd.com>. 2 juni 2011 pukul 20.30.
- Bösenberg, L.H. (2008). The mechanism of action of oral antidiabetic drugs: a review of recent literature. *The Journal of Endocrinology, Metabolism and Diabetes of South Africa*: 80-88.
- Cetto, A.A., Jimenez, J.B., & Vazquez, A.A. (2007). Alfa-Glycosidase Inhibiting Activity of Some Mexican Plants Used. *Journal of Ethnopharmacology*. 116: 27–32.
- Champe, P. C., Harvey, R. A., & Ferrier, D. R. (2005). *Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry*. New York: Lippincott Williams & Wilkins.
- Chevallier, A. (2007). *Herbal Remedies*. New York : DK Publishing.
- Claus, E.P. (1961). *Pharmacognosy*. Philadelphia: Lea & Febiger.
- Crhisholm-Burns, M.A., Wells, B.G., Schwinghammer, T.L., Maline, P.M., Kolesar, J.M., Rotschafer, J.C., & Dipiro, J.T. (2008). *Pharmacotherapy Principle and Practice*. New York : The Mcgraw-Hills companies, Inc.
- Corwin, E.J. (2008). *Handbook of Pathophysiology 3rd Edition*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (1978). *Materia Medika Indonesia Jilid II*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.

- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (1995). *Farmakope Indonesia Edisi IV*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (1995). *Materia Medika Indonesia Jilid VI*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (2000). *Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- De, Padua, L.S. (1999). *Plant Resources of South-East Asia: Medicinal and Poisonous Plants*. Bogor: Prosea
- Dewi, R. T., Iskandar, Y.M., Hanafi, M., Kardono, L.B.S., Angelina, M., Dewijanti, I.D., & Banja, S.D.S. (2007). Inhibitory Effect of Koji *Aspergillus terreus* on  $\alpha$ -Glucosidase activity and Postprandial Hyperglycemia. *Pakistan Journal of Biological Science*. Vol. 10 (18) : 3131-3135.
- Dipiro, J.T., Talbert, R.L., Yee, G.C., Matzke, G.R., Wells, B.G., & Posey, L.M. (2005). *Pharmacotherapy A Pathophysiologic Approach*. New York : McGraw-Hill Medical Publishing Division.
- Dwivedi, S.P.D., Pandey, V.B., Sandey, A.H., & Rao, Y.B. (1988). Chemical Constituents of *Rhamnus procumbens* and Pharmacological Action of Emodin. *Phytotherapy Research*. Volume 2: (1).
- Ebadi, M. (2002). *Pharmacodynamic Basis of Herbal Medicine*. Florida: CRC Press LLC.
- EISAI. (1995). *Medicinal Herbs Index in Indonesia*. Jakarta : PT. EISAI Indonesia.
- Elfahmi, Iwo, M.I., & Nindita A.N. (2008). *Comparative Study of Ex Vivo Antioxidant Activity of Green Tea And Black Tea (Camellia Sinensis L.O. Kuntze)*. 23 Oktober 2008. Institut Teknologi Bandung. <http://www.itb.ac.id>
- Fernández, S.P., Wasowski, C., Loscalzo, L.M., Granger R.E., Johnston G.A.R., Paladini A.C., & Marder, M. (2006). Central Nervous System Depressant Action of Flavonoid Glycosides. *European Journal of Pharmacology*. Vol. 539 : 168–176.
- Fong, H.H.S., et al.(1980). Phytochemical Screening. *Journal of Pharmaceutical Science*. Vol. 57 : 933-934.

- Fox, C., & Kilvert, A. (2007). *Diabetes: Answer at Your Fingertip*. New York: Class Publishing.
- Fransworth, N.R. (1966). Biological and Phytochemical Screening of Plants. *Journal of Pharmaceutical Science*. Vol. 55 No.3
- Goldsmith, E.J., Fletterick, R.J., & Withers, S.G. (1987). The Three-Dimensional Structure of Acarbose Bound to Glycogen Phosphorylase. *The Journal of Biological Chemistry*. Vol. 262. No. 4 : 1449-1455.
- Halvorson, H. (1966). *Method on Enzymology* . Academic Press New York. Vol. 8 : 559-562
- Harborne, J.B. (1987). *Metode Fitokimia Terapan Dari Phytochemical Methods oleh Kosasih Padmawinata dan Iwang Soediro*. Bandung: Penerbit ITB
- Harley, J.H. & Wiberley, S.E. (1954). *Instrumental Analysis*. New York: John Wiley&Sons Inc.
- Harmita. (2006). *Analisis Fisikokimia*. Depok: Departemen Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia.
- Harmita, Hayun, Nelly, D.L., Herman, S., Arry, Y., & Umar, M. (2006). *Analisis Kuantitatif Bahan Baku dan Sediaan Farmasi*. Depok: Departemen Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia.
- Jung, M., Park, M., Lee, H.C., Kang, Y.H., Kang, E.S., Kim, S.K. (2006). Antidiabetic Agents from Medicinal Plants. *Current Medicinal Chemistry*. Volume. 13: 1203-1218.
- Katno, & Pramono, S. (2003). *Tingkat Manfaat dan Keamanan Tanaman Obat dan Obat Tradisional*. Yogyakarta: Penerbit UGM.
- Kementerian Riset dan Teknologi Indonesia. (2002). *Database Tanaman Obat Indonesia*. (Melestarikan Warisan Budaya Bangsa Seri ke-1 CD-ROM Version). Jakarta : Kementerian Riset dan Teknologi.
- McPherson, R.A. & Pincus, M.R. (2007). *Henry's Clinical Diagnosis and Management By Laboratory Methods* (21<sup>st</sup> ed). Philadelphia: Saunders Elsevier
- Najib, Ahmad. *Isolasi dan Identifikasi Senyawa Aktif Penghambat  $\alpha$ -Glukosidase dari Fraksi n-Butanol Rimpang Acorus calamus L*. Tesis Magister Ilmu Kefarmasian FMIPA UI. Depok. 2010



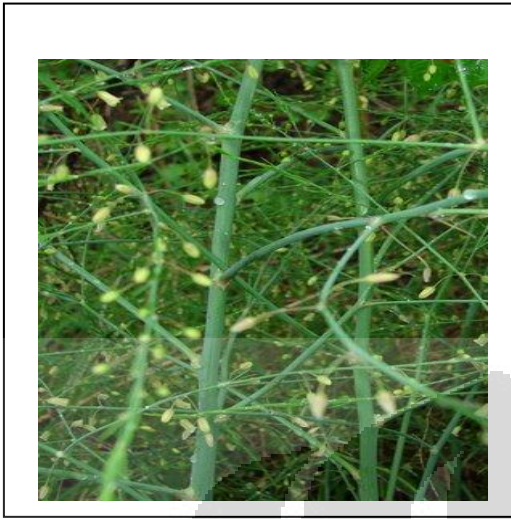
- Perry, Lily, M. (1980). *Medicinal Plants of East and South East Asia: Attributed Properties and Uses*. London: The MIT Press.
- Prabhakaran, S., Gothandam, K.M., & Sivashanmugam, K. (2011). Phytochemical and Antimicrobial Properties of *Syzygium cumini* an Ethanomedicinal Plant of Javadhu hills. *Research in Pharmacy*, 1(1): 22-32.
- Ramirez, R.O., & Roa, C.C., Jr. (2003). The Gastroprotective Effect of Tannins Extracted from *Syzygium cumini* Skeel Bark on HCl/Ethanol Induced Gastric Mucosal Injury in Sprague-Dawley Rats. *Clinical Hemorheology*. Volume 29: 61-253.
- Roith, D. L., Taylor, S.,I. & Olefsky, J.M. (2004). *Diabetes Mellitus: A Fundamental and Clinical Text* (3<sup>rd</sup> ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Ross, I.A. (2005). *Medicinal Plants of The World Volume 3 Chemical Constituents, Traditional and Modern Medicinal Uses*. New Jersey : Humana Press.
- Salazar, J.L.P., & Verajano, T.G. (2003). *Phytochemical Screening And Quantification Of Total Flavanoids Of Canned White Asparagus "Asparagus Officinalis L."* MTC International Group Germany. <http://www.mtc-group.eu>
- Samuelsson, Gunnar. (1999). *Drugs of Natural Origin, a Text Book of Pharmacognosy*. Stockholm: Swedish Pharmaceutical Press.
- Sandhar, H.K., Kumar, B., Prasher, S., Tiwari, P., Salhan, M., & Sharma, P. (2011). A Review of Phytochemistry and Pharmacology of Flavonoids. *Internationale Pharmaceutica Scientia*. Vol. 1: 1.
- Shafitri, Mega., Fahma, & Farah. (2008). Potency of Piper crocatum Decoction as an Antihyperglycemia in Rat Strain Sprague dawley. *Journal of Biosciences*, Vol. 15. No. 1 : 45-18.
- Shinde, J., Taldone, T., Barletta, M., Kunaparaju, N., Hu, B., Kumar, S., Placido, J., & Zito, S.W. (2008).  $\alpha$ -Glucosidase Inhibitory Activity of *Syzygium cumini* (Linn.) Skeels Seed Kernel in vitro and in Goto–Kakizaki (GK) Rats. *Carbohydrate Research* . Voulme 343: 1278–1281.

- Sigma Aldrich. (1996). *Enzymatic Assay of  $\alpha$ -Glucosidase*. [http://www.sigma-aldrich.com/etc/medialib/docs/Sigma/General\\_info](http://www.sigma-aldrich.com/etc/medialib/docs/Sigma/General_info). 9 Februari 2011 pukul 13.30.
- Singh, R., Metha, A., Metha, P., & Shukla, A. (2011). Anthelmintic Activity Of Rhizome Extracts Of *Curcuma longa* And *Zingiber officinale* (Zingiberaceae). *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. Volume 12: 235-237.
- Sirait, Midian. (2007). *Penuntun Fitokimia Dalam Farmasi*. Bandung: Penerbit ITB.
- Slagle, M. (2002). Alpha-Glucosidase Inhibitor. *Southern Medical Journal*. Volume 1. <http://static.highbean.com/s/southernmedicaljournal/> 9 Februari 2011 pukul 13.30.
- Sriwibowo, I.R., Soetarno, S., Immaculata, M., & Kusmardiyani, S. (1998). *Telaah Fitokimia dan Uji Antimalaria Falciparum Kayu Bidara Laut (Strychnos ligustrina, Loganiaceae)*. <http://www.itb.ac.id> 29 Desember 2010 pukul 08.30.
- Storey, K. B. (2004). *Functional Metabolism : Regulation and Adaptation*. New Jersey: Wiley-Liss Inc.
- Subhashini, R.U.S., Mahadeva R., Sumathi, P., & Ghunalan, G. (2010). A Comparative Phytochemical Analysis of Cocoa and Green Tea. *Indian Journal of Science and Technology*. Vol. 3 No. 2. 188-192
- Sugiwati, S., Setiasi, S., & Afifah, E. (2009). *Antihyperglycemic Activity of The Mahkota Dewa [Phaleria macrocarpa (scheff.) boerl.] Leaf Extracts as an Alpha-glucosidase Inhibitor*. *Makara, Kesehatan*, Vol. 13. No. 2 : 74-78.
- Syamsuhidayat, S.S., & Hutapea, J.R. (1991). *Inventaris Tanaman Obat Indonesia I*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Tanko, Y., Mohammed, A., Okasha, M.A., Umar, H.A., & Magaji, R.A. (2008). Anti-Nociceptive and Anti-Inflammatory Activities of Ethanol Extract of *Syzygium Aromaticum* Flower Bud in Wistar Rats and Mice. *African Journal of Traditional and Complement Alternative Medicine*. Vol. 5 (2): 209–212
- Thieme. *Monograph The Scientific Foundation for Herbal Medicine Products*. (1999). New York: Thieme.

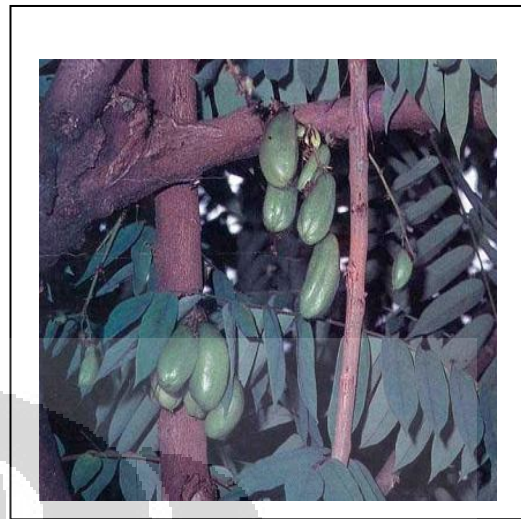
- Trease, G.E. (1961). *A Text Book of Pharmacognosy* 8<sup>th</sup> Edition. London: Bailliere, Tindal, and Cox.
- Wells, B. G., DiPiro, J. T., Schwinghammer, T. L., Hamilton, & Cindy W. 2006. *Pharmacotherapy Handbook, 6th Edition*. New York: McGraw-Hill.
- WHO. *WHO Monographs on Selected Medicinal Plants Volume 1*. 1999. Geneva: World Health Organization.
- Widowati, Lucie & Sa'roni, Dzulkarnain. (1997). *Tanaman Obat untuk Diabetes Mellitus*. Cermin Dunia Kedokteran. No. 116 : 53
- Wild, S., Green, A., King, H., Roglic, G., & Sicree, R. (2004). Global Prevalence of Diabetes Estimates for the year 2000 and projections for 2030. *Diabetes Care*. Volume 27:1047–1053.
- Wijayakusuma, Hembing. (2004). *Bebas Diabetes Mellitus Ala Hembing*. Jakarta: Puspa Swara.
- Yadav, V.R., Prasad S., Sung B., Kannappan R., & Aggarwal, B.B. (2010). Targeting Inflammatory Pathways by Triterpenoids for Prevention and Treatment of Cancer. *Toxins*. Volume 2 : 2428-2466.



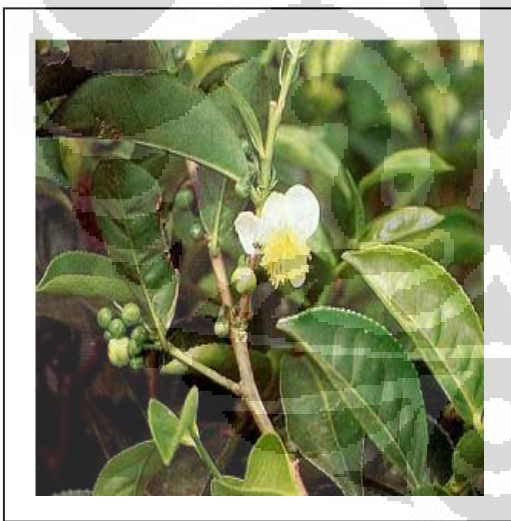
# **GAMBAR**



[Sumber : Kemenristek, 2002]  
Gambar 4.2 *Asparagus officinalis* L.



[Sumber : Kemenristek, 2002]  
Gambar 4.3 *Averrhoa bilimbi* L.



[Sumber : Kemenristek, 2002]  
Gambar 4.4 *Camelia sinensis* Kuntze

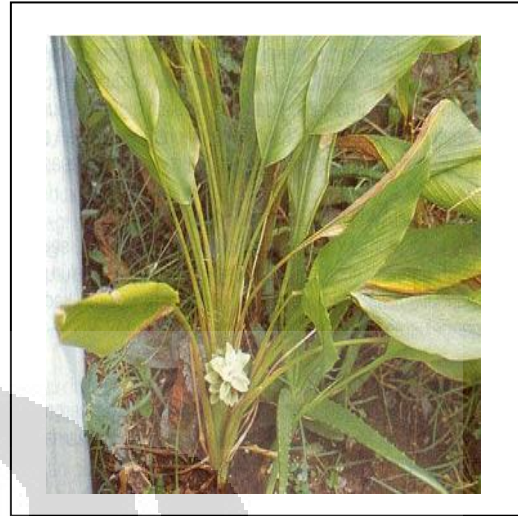


[Sumber : Kemenristek, 2002]  
Gambar 4.5 *Cinnamomum burmanii*  
(Nees & T.Nees) Blume



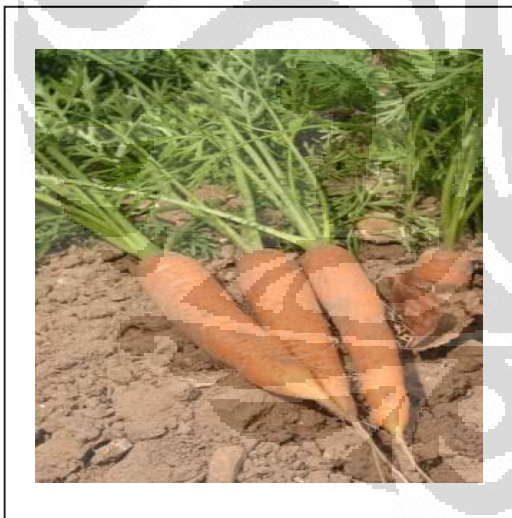
[Sumber : Kemenristek, 2002]

Gambar 4.6 *Cuminum cimynum* L.



[Sumber : Kemenristek, 2002]

Gambar 4.67 *Curcuma domestica* Val.



[Sumber : Kemenristek, 2002]

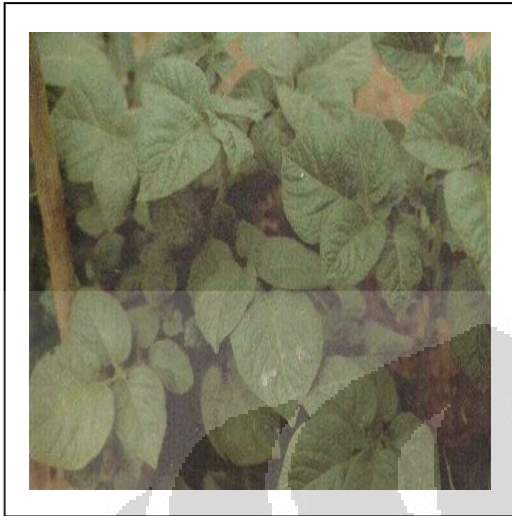
Gambar 4.8 *Daucus carota* L.



[Sumber : Kemenristek, 2002]

Gambar 4.9 *Sesamum orientale* L.





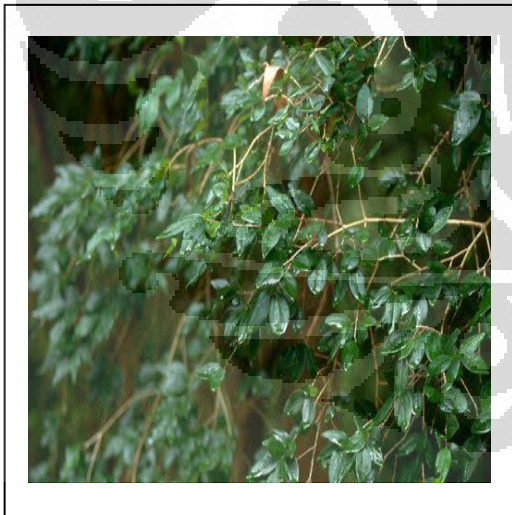
[Sumber : Kemenristek, 2002]

Gambar 4.10 *Solanum tuberosum* L.



[Sumber : Kemenristek, 2002]

Gambar 4.11 *Stevia rebaudiana*  
Bertonii



[Sumber : Kemenristek, 2002]

Gambar 4.12 *Strychnos lucida* R.Br.

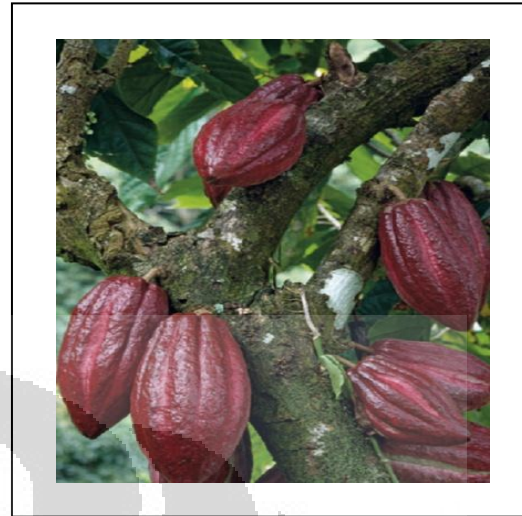


[Sumber : Kemenristek, 2002]

Gambar 4.13 *Syzygium aromaticum*  
(L.) Merr. & Perry



[Sumber : Kemenristek, 2002]  
Gambar 4.14 *Syzygium cumini* (L.) Skeel

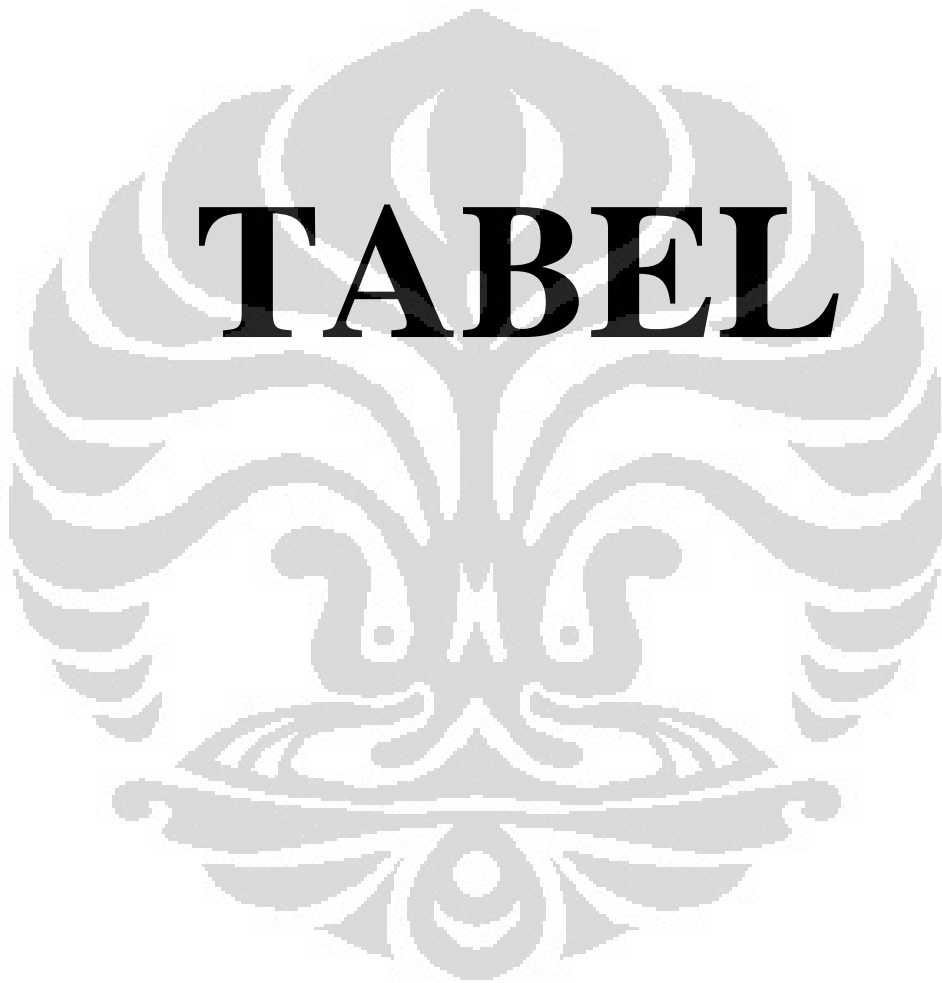


[Sumber : Kemenristek, 2002]  
Gambar 4.15 *Theobroma cacao* L.



[Sumber : Kemenristek, 2002]  
Gambar 4.16 *Zingiber officinale* Rosc.





Tabel 4.6 Hasil identifikasi golongan terpen

| No. | Nama Tanaman                                      | Bagian tanaman yang digunakan | Pengamatan warna | Kesimpulan |
|-----|---|-------------------------------|------------------|------------|
| 1.  | <i>Asparagus officinalis</i> L.                   | umbi                          | cokelat          | -          |
| 2.  | <i>Averrhoa bilimbi</i> L.                        | buah                          | cokelat          | -          |
| 3.  | <i>Camellia sinensis</i> L.                       | daun                          | cokelat          | -          |
| 4.  | <i>Cinnamomum burmanii</i> (Nees & T. Nees) Blume | kulit batang                  | merah cokelat    | +          |
| 5.  | <i>Cuminum cyminum</i> L.                         | biji                          | hitam            | -          |
| 6.  | <i>Curcuma domestica</i> Val. L.                  | rimpang                       | merah            | +          |
| 7.  | <i>Daucus carota</i> L.                           | umbi                          | hitam            | -          |
| 8.  | <i>Sesamum orientale</i> L.                       | daun                          | hijau            | +          |
| 9.  | <i>Solanum tuberosum</i> L.                       | umbi                          | merah            | +          |
| 10. | <i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni                  | herba                         | hijau            | +          |
| 11. | <i>Strychnos lucida</i> R. Br.                    | kulit batang                  | cokelat          | -          |
| 12. | <i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Merr. & Perry     | bunga                         | merah            | +          |
| 13. | <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeel                 | kulit batang                  | cokelat          | -          |
| 14. | <i>Theobroma cacao</i> L.                         | daging buah                   | cokelat          | -          |
| 15. | <i>Zingiber officinale</i> Rosc.                  | rimpang                       | cokelat          | -          |

Tabel 4.7 Hasil identifikasi golongan alkaloid

| No. | Nama Tanaman                                      | Bagian tanaman yang digunakan | Bouchardat | Mayer | Dragendorf | Kesimpulan |
|-----|---|-------------------------------|------------|-------|------------|------------|
| 1.  | <i>Asparagus officinalis</i> L.                   | umbi                          | +          | +     | +          | +          |
| 2.  | <i>Averrhoa bilimbi</i> L.                        | buah                          | -          | -     | -          | -          |
| 3.  | <i>Camellia sinensis</i> Kuntze                   | daun                          | +          | -     | +          | +          |
| 4.  | <i>Cinnamomum burmanii</i> (Nees & T. Nees) Blume | kulit batang                  | -          | -     | -          | -          |
| 5.  | <i>Cuminum cyminum</i> L.                         | biji                          | +          | +     | -          | +          |
| 6.  | <i>Curcuma domestica</i> Val.                     | rimpang                       | -          | -     | -          | -          |
| 7.  | <i>Daucus carota</i> L.                           | umbi                          | -          | -     | -          | -          |
| 8.  | <i>Sesamum orientale</i> L.                       | daun                          | -          | -     | -          | -          |
| 9.  | <i>Solanum tuberosum</i> L.                       | umbi                          | +          | +     | +          | +          |
| 10. | <i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni                  | herba                         | -          | -     | -          | -          |
| 11. | <i>Strychnos lucida</i> R. Br.                    | kulit batang                  | +          | +     | +          | +          |
| 12. | <i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Merr. & Perry     | bunga                         | -          | -     | -          | -          |
| 13. | <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeel                 | kulit batang                  | -          | -     | -          | -          |
| 14. | <i>Theobroma cacao</i> L.                         | daging buah                   | -          | -     | -          | -          |
| 15. | <i>Zingiber officinale</i> Rosc.                  | rimpang                       | -          | -     | -          | -          |

Tabel 4.8 Hasil identifikasi golongan antrakuinon

| No. | Nama Tanaman                                      | Bagian tanaman yang digunakan | Filtrat | Lapisan air - Lapisan Benzen | Kesimpulan |
|-----|---|-------------------------------|---------|------------------------------|------------|
| 1.  | <i>Asparagus officinalis</i> L.                   | umbi                          | jernih  | putih-kuning                 | -          |
| 2.  | <i>Averrhoa bilimbi</i> L.                        | buah                          | jernih  | jernih-kuning                | -          |
| 3.  | <i>Camellia sinensis</i> Kuntze                   | daun                          | kuning  | hijau-jingga                 | +          |
| 4.  | <i>Cinnamomum burmanii</i> (Nees & T. Nees) Blume | kulit batang                  | jernih  | jernih-kuning                | -          |
| 5.  | <i>Cuminum cyminum</i> L.                         | biji                          | Jernih  | putih-kuning                 | -          |
| 6.  | <i>Curcuma domestica</i> Val.                     | rimpang                       | kuning  | kuning-putih                 | -          |
| 7.  | <i>Daucus carota</i> L.                           | umbi                          | kuning  | jernih-putih                 | -          |
| 8.  | <i>Sesamum orientale</i> L.                       | daun                          | kuning  | hijau-kuning                 | -          |
| 9.  | <i>Solanum tuberosum</i>                          | umbi                          | jernih  | jernih-putih                 | -          |
| 10. | <i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni                  | herba                         | kuning  | kuning-putih                 | -          |
| 11. | <i>Strychnos lucida</i> R. Br.                    | kulit batang                  | jernih  | jernih-putih                 | -          |
| 12. | <i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Merr. & Perry     | bunga                         | kuning  | jernih-jingga                | +          |
| 13. | <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeel                 | kulit batang                  | kuning  | jernih-jingga                | +          |
| 14. | <i>Theobroma cacao</i> L.                         | daging buah                   | jernih  | putih-jernih                 | -          |
| 15. | <i>Zingiber officinale</i> Rosc.                  | rimpang                       | kuning  | jernih-kuning                | +          |

(Lanjutan)

Tabel 4.9 Hasil identifikasi golongan flavonoid

| No. | Nama Tanaman                                      | Bagian tanaman yang digunakan | Dengan Penambahan Mg dan HCl (P) | Dengan Penambahan Asam Borat dan Asam Oksalat | Dengan Penambahan AlCl <sub>3</sub> | Kesimpulan |
|-----|---|-------------------------------|----------------------------------|---|-------------------------------------|------------|
| 1.  | <i>Asparagus officinalis</i> L.                   | umbi                          | kuning                           | tidak berfluorosensi                          | fluorosensi putih                   | -          |
| 2.  | <i>Averrhoa bilimbi</i> L.                        | buah                          | jernih                           | tidak berfluorosensi                          | tidak berfluorosensi                | -          |
| 3.  | <i>Camellia sinensis</i> Kuntze                   | daun                          | kuning                           | fluorosensi merah                             | fluorosensi kuning                  | +          |
| 4.  | <i>Cinnamomum burmanii</i> (Nees & T. Nees) Blume | kulit batang                  | jingga                           | fluorosensi hijau                             | tidak berfluorosensi                | +          |
| 5.  | <i>Cuminum cyminum</i> L.                         | biji                          | berbuih                          | fluorosensi hijau                             | fluorosensi hijau kuning            | +          |
| 6.  | <i>Curcuma domestica</i> Val.                     | rimpang                       | merah jingga                     | fluorosensi jingga                            | fluorosensi kuning                  | +          |
| 7.  | <i>Daucus carota</i> L.                           | umbi                          | jernih                           | tidak berfluorosensi                          | tidak berfluorosensi                | -          |

| No. | Nama Tanaman                                  | Bagian tanaman yang digunakan | Dengan Penambahan Mg dan HCl (P) | Dengan Penambahan Asam Borat dan Asam Oksalat | Dengan Penambahan AlCl <sub>3</sub> | Kesimpulan |
|-----|---|-------------------------------|----------------------------------|---|-------------------------------------|------------|
| 8.  | <i>Sesamum orientale</i> L.                   | daun                          | hijau                            | fluorosensi jingga                            | tidak berfluorosensi                | +          |
| 9.  | <i>Solanum tuberosum</i> L.                   | umbi                          | kuning                           | tidak berfluorosensi                          | fluorosensi biru                    | -          |
| 10. | <i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni              | herba                         | hijau                            | fluorosensi jingga                            | fluorosensi hijau kuning            | +          |
| 11. | <i>Strychnos lucida</i> R. Br.                | kulit batang                  | kuning                           | tidak berfluorosensi                          | fluorosensi biru                    | -          |
| 12. | <i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Merr. & Perry | bunga                         | kuning berbuih                   | fluorosensi hijau                             | fluorosensi hijau kuning            | +          |
| 13. | <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeel             | kulit batang                  | kuning                           | tidak berfluorosensi                          | tidak berfluorosensi                | -          |
| 14. | <i>Theobroma cacao</i> L.                     | daging buah                   | jernih                           | tidak berfluorosensi                          | tidak berfluorosensi                | -          |
| 15. | <i>Zingiber officinale</i> Rosc.              | rimpang                       | kuning jingga                    | fluorosensi kuning                            | fluorosensi kuning                  | +          |

Tabel 4.10 Hasil identifikasi golongan glikosida

| No. | Nama Tanaman                                      | Bagian tanaman yang digunakan | Liebermann-Burchard | Molisch     | Kesimpulan |
|-----|---|-------------------------------|---------------------|-------------|------------|
| 1.  | <i>Asparagus officinalis</i> L.                   | umbi                          | hijau kemerahan     | cincin ungu | +          |
| 2.  | <i>Averrhoa bilimbi</i> L.                        | buah                          | cokelat kehijauan   | cincin ungu | +          |
| 3.  | <i>Camellia sinensis</i> Kuntze                   | daun                          | cokelat             | cincin ungu | +          |
| 4.  | <i>Cinnamomum burmanii</i> (Nees & T. Nees) Blume | kulit batang                  | merah kecokelatan   | cincin ungu | +          |
| 5.  | <i>Cuminum cyminum</i> L.                         | biji                          | cokelat             | cincin ungu | +          |
| 6.  | <i>Curcuma domestica</i> Val.                     | rimpang                       | cokelat kehijauan   | cincin ungu | +          |
| 7.  | <i>Daucus carota</i> L.                           | umbi                          | hitam               | cincin ungu | +          |
| 8.  | <i>Sesamum orientale</i> L.                       | daun                          | hijau               | cincin ungu | +          |
| 9.  | <i>Solanum tuberosum</i>                          | umbi                          | cokelat             | cincin ungu | +          |
| 10. | <i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni                  | herba                         | cokelat             | cincin ungu | +          |
| 11. | <i>Strychnos lucida</i> R. Br.                    | kulit batang                  | merah kecokelatan   | cincin ungu | +          |
| 12. | <i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Merr. & Perry     | bunga                         | merah               | cincin ungu | +          |
| 13. | <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeel                 | kulit batang                  | cokelat             | cincin ungu | +          |
| 14. | <i>Theobroma cacao</i>                            | daging buah                   | cokelat             | cincin ungu | +          |
| 15. | <i>Zingiber officinale</i> Rosc.                  | rimpang                       | merah               | cincin ungu | +          |

Tabel 4.11 Hasil identifikasi golongan tanin

| No. | Nama Tanaman                                      | Bagian tanaman yang digunakan | Dengan Penambahan FeCl <sub>3</sub> 3% | Dengan Penambahan NaCl-Gelatin | Kesimpulan |
|-----|---|-------------------------------|--|--------------------------------|------------|
| 1.  | <i>Asparagus officinalis</i> L.                   | umbi                          | -                                      | -                              | -          |
| 2.  | <i>Averrhoa bilimbi</i> L.                        | buah                          | -                                      | -                              | -          |
| 3.  | <i>Camellia sinensis</i> Kuntze                   | daun                          | hijau kebiruan                         | endapan                        | +          |
| 4.  | <i>Cinnamomum burmanii</i> (Nees & T. Nees) Blume | kulit batang                  | hijau kebiruan                         | endapan                        | +          |
| 5.  | <i>Cuminum cyminum</i> L.                         | biji                          | hijau kebiruan                         | endapan                        | +          |
| 6.  | <i>Curcuma domestica</i> Val.                     | rimpang                       | -                                      | -                              | -          |
| 7.  | <i>Daucus carota</i> L.                           | umbi                          | -                                      | -                              | -          |
| 8.  | <i>Sesamum orientale</i> L.                       | daun                          | -                                      | -                              | -          |



(Lanjutan)

| No. | Nama Tanaman                                  | Bagian tanaman yang digunakan | Dengan Penambahan FeCl <sub>3</sub> 3% | Dengan Penambahan NaCl-Gelatin | Kesimpulan |
|-----|---|-------------------------------|--|--------------------------------|------------|
| 9.  | <i>Solanum tuberosum</i> L.                   | umbi                          | -                                      | -                              | -          |
| 10. | <i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni              | herba                         | -                                      | -                              | -          |
| 11. | <i>Strychnos lucida</i> R. Br.                | kulit batang                  | hijau kebiruan                         | endapan                        | +          |
| 12. | <i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Merr. & Perry | bunga                         | hijau kebiruan                         | endapan                        | +          |
| 13. | <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeel             | kulit batang                  | hijau kebiruan                         | endapan                        | +          |
| 14. | <i>Theobroma cacao</i> L.                     | daging buah                   | hijau kebiruan                         | endapan                        | +          |
| 15. | <i>Zingiber officinale</i> Rosc.              | rimpang                       | -                                      | -                              | -          |

Tabel 4.12 Hasil identifikasi golongan saponin

| No. | Nama Tanaman                                      | Bagian tanaman yang digunakan | Pengamatan Buih | Setelah Penambahan HCl 2N | Kesimpulan |
|-----|---|-------------------------------|-----------------|---------------------------|------------|
| 1.  | <i>Asparagus officinalis</i> L.                   | umbi                          | 2 cm            | Buih tidak hilang         | +          |
| 2.  | <i>Averrhoa bilimbi</i> L.                        | buah                          | 0,5 cm          | Buih hilang               | -          |
| 3.  | <i>Camellia sinensis</i> Kuntze                   | daun                          | 1 cm            | Buih tidak hilang         | +          |
| 4.  | <i>Cinnamomum burmanii</i> (Nees & T. Nees) Blume | kulit batang                  | 1 cm            | Buih tidak hilang         | +          |
| 5.  | <i>Cuminum cyminum</i> L.                         | biji                          | 1 cm            | Buih tidak hilang         | +          |
| 6.  | <i>Curcuma domestica</i> Val.                     | rimpang                       | 1,5 cm          | Buih tidak hilang         | +          |
| 7.  | <i>Daucus carota</i> L.                           | umbi                          | 1 cm            | Buih tidak hilang         | +          |
| 8.  | <i>Sesamum orientale</i> L.                       | daun                          | 1,5 cm          | Buih tidak hilang         | +          |
| 9.  | <i>Solanum tuberosum</i> L.                       | umbi                          | 1 cm            | Buih tidak hilang         | +          |
| 10. | <i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni                  | herba                         | 0,5 cm          | Buih hilang               | -          |
| 11. | <i>Strychnos lucida</i> R. Br.                    | kulit batang                  | 4 cm            | Buih tidak hilang         | +          |
| 12. | <i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Merr. & Perry     | bunga                         | 1 cm            | Buih hilang               | -          |
| 13. | <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeel                 | kulit batang                  | 3cm             | Buih tidak hilang         | +          |
| 14. | <i>Theobroma cacao</i> L.                         | daging buah                   | 1 cm            | Buih tidak hilang         | +          |
| 15  | <i>Zingiber officinale</i> Rosc.                  | rimpang                       | 0,7 cm          | Buih tidak hilang         | +          |

Table 4.13 Uji optimasi konsentrasi enzim

| Konsentrasi Enzim | Konsentrasi Substrat | Serapan         |         |
|-------------------|----------------------|-----------------|---------|
|                   |                      | Kontrol Blangko | Blangko |
| 0,3 U/mL          | 10 mM                | 0,064           | 3,999   |
|                   | 20 mM                | 0,067           | 3,999   |
| 0,15 U/mL         | 10 mM                | 0,056           | 2,092   |
|                   | 20 mM                | 0,051           | 1,945   |
| 0,075 U/mL        | 10 mM                | 0,062           | 1,066   |
|                   | 20 mM                | 0,058           | 1,038   |
| 0,0375 U/mL       | 10 mM                | 0,059           | 0,370   |
|                   | 20 mM                | 0,051           | 0,505   |

Tabel 4.14 Uji optimasi konsentrasi substrat

| Konsentrasi Substrat | Serapan         |         |
|----------------------|-----------------|---------|
|                      | Kontrol Blangko | Blangko |
| 0,3125 mM            | 0,002           | 0,424   |
|                      | 0,002           | 0,351   |
| 0,625 mM             | 0,003           | 0,665   |
|                      | 0,003           | 0,780   |
| 1,25 mM              | 0,004           | 1,426   |
|                      | 0,004           | 1,424   |
| 2,5 mM               | 0,007           | 1,968   |
|                      | 0,005           | 1,702   |
| 5 mM                 | 0,021           | 2,699   |
|                      | 0,021           | 2,733   |
| 10 mM                | 0,043           | 2,525   |
|                      | 0,050           | 2,420   |
| 20 mM                | 0,069           | 2,797   |
|                      | 0,072           | 2,658   |

Tabel 4.15 Aktivitas penghambatan akarbose

| Konsentrasi Sampel (ppm) | Serapan         |         |                |        | Serapan Rata-rata |         |                |        | % Inhibisi | IC <sub>50</sub> (µg/mL) |
|--------------------------|-----------------|---------|----------------|--------|-------------------|---------|----------------|--------|------------|--------------------------|
|                          | Kontrol Blangko | Blangko | Kontrol Sampel | Sampel | Kontrol Blangko   | Blangko | Kontrol Sampel | Sampel |            |                          |
| 4,17                     | 0,014           | 2,551   | 0,016          | 2,444  | 0,014             | 2,544   | 0,017          | 2,442  | 4,150      | 117,45                   |
|                          | 0,014           | 2,537   | 0,019          | 2,441  |                   |         |                |        |            |                          |
| 8,33                     | 0,014           | 2,551   | 0,017          | 2,398  |                   |         | 0,018          | 2,399  | 5,889      |                          |
|                          | 0,014           | 2,537   | 0,019          | 2,401  |                   |         |                |        |            |                          |
| 16,67                    | 0,014           | 2,551   | 0,018          | 2,264  |                   |         | 0,019          | 2,265  | 11,225     |                          |
|                          | 0,014           | 2,537   | 0,021          | 2,267  |                   |         |                |        |            |                          |
| 33,33                    | 0,014           | 2,551   | 0,021          | 2,153  |                   |         | 0,019          | 2,151  | 15,731     |                          |
|                          | 0,014           | 2,537   | 0,018          | 2,149  |                   |         |                |        |            |                          |

Keterangan : a = 2,9949

b = 0,4002

Tabel 4.16 Aktivitas penghambatan ekstrak umbi asparagus

| Nama Tanaman                    | Konsentrasi Sampel (ppm) | Serapan         |         |                |        | Serapan Rata-rata |         |                |        | % Inhibisi | IC <sub>50</sub> (µg/mL) |        |
|---------------------------------|--------------------------|-----------------|---------|----------------|--------|-------------------|---------|----------------|--------|------------|--------------------------|--------|
|                                 |                          | Kontrol Blangko | Blangko | Kontrol Sampel | Sampel | Kontrol Blangko   | Blangko | Kontrol Sampel | Sampel |            |                          |        |
| <i>Asparagus officinalis</i> L. | 4,17                     | 0,011           | 2,501   | 0,022          | 2,480  | 0,012             | 2,501   | 0,021          | 2,482  | 1,125      | 86,32                    |        |
|                                 |                          | 0,013           | 2,501   | 0,020          | 2,484  |                   |         |                |        |            |                          |        |
|                                 | 8,34                     | 0,011           | 2,501   | 0,023          | 2,463  |                   |         | 0,024          | 2,466  |            |                          | 1,888  |
|                                 |                          | 0,013           | 2,501   | 0,026          | 2,470  |                   |         |                |        |            |                          |        |
|                                 | 16,68                    | 0,011           | 2,501   | 0,032          | 2,364  |                   |         | 0,032          | 2,368  |            |                          | 6,147  |
|                                 |                          | 0,013           | 2,501   | 0,032          | 2,373  |                   |         |                |        |            |                          |        |
|                                 | 33,37                    | 0,011           | 2,501   | 0,050          | 2,086  |                   |         | 0,053          | 2,085  |            |                          | 18,360 |
|                                 |                          | 0,013           | 2,501   | 0,056          | 2,084  |                   |         |                |        |            |                          |        |

Keterangan: a = -2,663

b = 0,6101

Tabel 4.17 Aktivitas penghambatan ekstrak buah belimbing wuluh

| Nama Tanaman               | Konsentrasi Sampel (ppm) | Serapan         |         |                |        | Serapan Rata-rata |         |                |        | % Inhibisi | IC <sub>50</sub> (µg/mL) |
|----------------------------|--------------------------|-----------------|---------|----------------|--------|-------------------|---------|----------------|--------|------------|--------------------------|
|                            |                          | Kontrol Blangko | Blangko | Kontrol Sampel | Sampel | Kontrol Blangko   | Blangko | Kontrol Sampel | Sampel |            |                          |
| <i>Averrhoa bilimbi</i> L. | 4,17                     | 0,012           | 2,636   | 0,017          | 2,673  | 0,015             | 2,627   | 0,019          | 2,586  | 1,723      | 324,73                   |
|                            |                          | 0,008           | 2,618   | 0,022          | 2,499  |                   |         | 0,025          | 2,534  | 3,943      |                          |
|                            | 8,33                     | 0,012           | 2,636   | 0,029          | 2,568  |                   |         | 0,022          | 2,532  | 3,905      |                          |
|                            |                          | 0,008           | 2,618   | 0,020          | 2,501  |                   |         | 0,0245         | 2,461  | 6,699      |                          |
|                            | 16,67                    | 0,012           | 2,636   | 0,022          | 2,504  |                   |         |                |        |            |                          |
|                            |                          | 0,008           | 2,618   | 0,022          | 2,560  |                   |         |                |        |            |                          |
|                            | 33,33                    | 0,012           | 2,636   | 0,025          | 2,473  |                   |         |                |        |            |                          |
|                            |                          | 0,008           | 2,618   | 0,024          | 2,450  |                   |         |                |        |            |                          |

Keterangan :  
 a = 1,7446  
 b = 0,1486

Tabel 4.18 Aktivitas penghambatan ekstrak daun teh

| Nama Tanaman                   | Konsentrasi Sampel (ppm) | Serapan         |         |                |        | Serapan Rata-rata |         |                |        | % Inhibisi | IC <sub>50</sub> (µg/mL) |
|--------------------------------|--------------------------|-----------------|---------|----------------|--------|-------------------|---------|----------------|--------|------------|--------------------------|
|                                |                          | Kontrol Blangko | Blangko | Kontrol Sampel | Sampel | Kontrol Blangko   | Blangko | Kontrol Sampel | Sampel |            |                          |
| <i>Camelia sinensis</i> Kuntze | 4,17                     | 0,014           | 2,551   | 0,020          | 2,445  | 0,013             | 2,596   | 0,018          | 2,370  | 8,943      | 23,10                    |
|                                |                          | 0,012           | 2,641   | 0,017          | 2,296  |                   |         | 0,048          | 1,931  |            |                          |
|                                | 8,33                     | 0,014           | 2,551   | 0,033          | 2,113  |                   |         | 0,055          | 1,669  | 37,514     |                          |
|                                |                          | 0,012           | 2,641   | 0,030          | 1,750  |                   |         | 0,089          | 0,891  |            |                          |
|                                | 16,67                    | 0,014           | 2,551   | 0,053          | 1,709  |                   |         | 0,089          | 0,891  | 68,951     |                          |
|                                |                          | 0,012           | 2,641   | 0,058          | 1,629  |                   |         |                |        |            |                          |
|                                | 33,33                    | 0,014           | 2,551   | 0,085          | 0,865  |                   |         |                |        |            |                          |
|                                |                          | 0,012           | 2,641   | 0,094          | 0,918  |                   |         |                |        |            |                          |

Keterangan: a = 5,5742

b = 1,9233

Tabel 4.19 Aktivitas penghambatan ekstrak batang kayu manis

| Nama Tanaman                                     | Konsentrasi Sampel (ppm) | Serapan         |         |                |        | Serapan Rata-rata |         |                |        | % Inhibisi | IC <sub>50</sub> (µg/mL) |
|--|--------------------------|-----------------|---------|----------------|--------|-------------------|---------|----------------|--------|------------|--------------------------|
|  |                          | Kontrol Blangko | Blangko | Kontrol Sampel | Sampel | Kontrol Blangko   | Blangko | Kontrol Sampel | Sampel |            |                          |
| <i>Cinnamomum burmanii</i> (Nees & T.Nees Blume) | 0,52                     | 0,015           | 2,757   | 0,020          | 2,261  | 0,015             | 2,757   | 0,022          | 1,996  | 28,008     | 2,11                     |
|  |                          | 0,015           | 2,757   | 0,025          | 1,731  |                   |         | 0,028          | 1,843  |            |                          |
|  | 1,05                     | 0,015           | 2,757   | 0,029          | 1,884  |                   |         | 0,017          | 1,271  | 54,266     |                          |
|  |                          | 0,015           | 2,757   | 0,028          | 1,802  |                   |         |                |        |            |                          |
|  | 2,09                     | 0,015           | 2,757   | 0,018          | 1,161  |                   |         | 0,015          | 0,675  | 75,929     |                          |
|  |                          | 0,015           | 2,757   | 0,017          | 1,382  |                   |         |                |        |            |                          |
|  | 4,18                     | 0,015           | 2,757   | 0,015          | 0,553  |                   |         |                |        |            |                          |
|  |                          | 0,015           | 2,757   | 0,015          | 0,797  |                   |         |                |        |            |                          |

Keterangan: a = 21,904

b = 13,31



Tabel 4.20 Aktivitas penghambatan ekstrak biji jintan putih

| Nama Tanaman            | Konsentrasi Sampel (ppm) | Serapan         |         |                |        | Serapan Rata-rata |         |                |        | % Inhibisi | IC <sub>50</sub> (µg/mL) |        |        |
|-------------------------|--------------------------|-----------------|---------|----------------|--------|-------------------|---------|----------------|--------|------------|--------------------------|--------|--------|
|                         |                          | Kontrol Blangko | Blangko | Kontrol Sampel | Sampel | Kontrol Blangko   | Blangko | Kontrol Sampel | Sampel |            |                          |        |        |
| <i>Cuminum cimum L.</i> | 4,18                     | 0,012           | 2,809   | 0,015          | 2,195  | 0,012             | 2,743   | 0,014          | 2,199  | 19,993     | 44,56                    |        |        |
|                         |                          | 0,012           | 2,678   | 0,014          | 2,203  |                   |         | 0,023          | 2,233  |            |                          | 19,077 |        |
|                         | 8,37                     | 0,012           | 2,809   | 0,020          | 2,199  |                   |         | 0,026          | 1,984  | 0,026      |                          | 1,943  | 29,806 |
|                         |                          | 0,012           | 2,678   | 0,025          | 2,268  |                   |         | 0,038          | 1,648  |            |                          |        |        |
|                         | 16,75                    | 0,012           | 2,809   | 0,026          | 1,984  |                   |         | 0,035          | 1,783  | 0,038      |                          | 1,648  | 41,047 |
|                         |                          | 0,012           | 2,678   | 0,026          | 1,903  |                   |         |                |        |            |                          |        |        |
|                         | 33,40                    | 0,012           | 2,809   | 0,035          | 1,783  |                   |         | 0,041          | 1,513  | 0,038      |                          | 1,648  | 41,047 |
|                         |                          | 0,012           | 2,678   | 0,041          | 1,513  |                   |         |                |        |            |                          |        |        |

Keterangan : a = 16,473

b = 0,6386

Tabel 4.21 Aktivitas penghambatan ekstrak rimpang kunyit

| Nama Tanaman                  | Konsentrasi Sampel (ppm) | Serapan         |         |                |        | Serapan Rata-rata |         |                |        | % Inhibisi | IC <sub>50</sub> (µg/mL) |
|-------------------------------|--------------------------|-----------------|---------|----------------|--------|-------------------|---------|----------------|--------|------------|--------------------------|
|                               |                          | Kontrol Blangko | Blangko | Kontrol Sampel | Sampel | Kontrol Blangko   | Blangko | Kontrol Sampel | Sampel |            |                          |
| <i>Curcuma domestica</i> Val. | 4,18                     | 0,018           | 2,520   | 0,057          | 2,442  | 0,015             | 2,520   | 0,053          | 2,467  | 3,632      | 48,91                    |
|                               |                          | 0,013           | 2,520   | 0,049          | 2,492  |                   |         |                |        |            |                          |
|                               | 8,37                     | 0,018           | 2,520   | 0,066          | 2,310  |                   |         | 0,068          | 2,256  | 12,654     |                          |
|                               |                          | 0,013           | 2,520   | 0,070          | 2,203  |                   |         |                |        |            |                          |
|                               | 16,75                    | 0,018           | 2,520   | 0,103          | 2,090  |                   |         | 0,115          | 2,022  | 23,872     |                          |
|                               |                          | 0,013           | 2,520   | 0,127          | 1,984  |                   |         |                |        |            |                          |
|                               | 33,50                    | 0,018           | 2,520   | 0,237          | 1,870  |                   |         | 0,237          | 1,911  | 33,173     |                          |
|                               |                          | 0,013           | 2,520   | 0,237          | 1,953  |                   |         |                |        |            |                          |

Keterangan : a = 3,3563

b = 0,9537

Tabel 4.22 Aktivitas penghambatan ekstrak umbi wortel

| Nama Tanaman            | Konsentrasi Sampel (ppm) | Serapan         |         |                |        | Serapan Rata-rata |         |                |        | % Inhibisi | IC <sub>50</sub> (µg/mL) |  |
|-------------------------|--------------------------|-----------------|---------|----------------|--------|-------------------|---------|----------------|--------|------------|--------------------------|--|
|                         |                          | Kontrol Blangko | Blangko | Kontrol Sampel | Sampel | Kontrol Blangko   | Blangko | Kontrol Sampel | Sampel |            |                          |  |
| <i>Daucus carota</i> L. | 4,18                     | 0,013           | 2,571   | 0,025          | 2,399  | 0,013             | 2,703   | 0,023          | 2,452  | 9,703      | 162,08                   |  |
|                         |                          | 0,014           | 2,836   | 0,021          | 2,505  |                   |         | 0,021          | 2,494  | 8,066      |                          |  |
|                         | 8,37                     | 0,013           | 2,571   | 0,021          | 2,505  |                   |         | 0,025          | 2,376  | 12,602     |                          |  |
|                         |                          | 0,014           | 2,836   | 0,021          | 2,483  |                   |         | 0,024          | 1,276  | 16,280     |                          |  |
|                         | 16,75                    | 0,013           | 2,571   | 0,024          | 2,329  |                   |         |                |        |            |                          |  |
|                         |                          | 0,014           | 2,836   | 0,026          | 2,424  |                   |         |                |        |            |                          |  |
|                         | 33,50                    | 0,013           | 2,571   | 0,023          | 2,205  |                   |         |                |        |            |                          |  |
|                         |                          | 0,014           | 2,836   | 0,025          | 2,327  |                   |         |                |        |            |                          |  |

Keterangan : a = 7,5487

b = 0,2619

Tabel 4.23 Aktivitas penghambatan ekstrak daun wijen

| Nama Tanaman                | Konsentrasi Sampel (ppm) | Serapan         |         |                |        | Serapan Rata-rata |         |                |        | % Inhibisi | IC <sub>50</sub> (µg/mL) |
|-----------------------------|--------------------------|-----------------|---------|----------------|--------|-------------------|---------|----------------|--------|------------|--------------------------|
|                             |                          | Kontrol Blangko | Blangko | Kontrol Sampel | Sampel | Kontrol Blangko   | Blangko | Kontrol Sampel | Sampel |            |                          |
| <i>Sesamum orientale</i> L. | 4,17                     | 0,011           | 2,754   | 0,021          | 2,739  | 0,011             | 2,737   | 0,023          | 2,704  | 1,650      | 49,76                    |
|                             |                          | 0,011           | 2,721   | 0,026          | 2,670  |                   |         | 0,048          | 2,527  |            |                          |
|                             | 8,34                     | 0,011           | 2,754   | 0,047          | 2,510  |                   |         | 0,082          | 2,366  | 14,233     |                          |
|                             |                          | 0,011           | 2,721   | 0,049          | 2,545  |                   |         |                |        |            |                          |
|                             | 16,68                    | 0,011           | 2,754   | 0,079          | 2,364  |                   |         | 0,151          | 1,970  | 33,272     |                          |
|                             |                          | 0,011           | 2,721   | 0,085          | 2,368  |                   |         |                |        |            |                          |
|                             | 33,36                    | 0,011           | 2,754   | 0,146          | 1,939  |                   |         |                |        |            |                          |
|                             |                          | 0,011           | 2,721   | 0,156          | 2,001  |                   |         |                |        |            |                          |

Keterangan : a = -1,694

b = 1,0388

Tabel 4.24 Aktivitas penghambatan ekstrak umbi kentang

| Nama Tanaman                | Konsentrasi Sampel (ppm) | Serapan         |         |                |        | Serapan Rata-rata |         |                |        | % Inhibisi | IC <sub>50</sub> (µg/mL) |        |
|-----------------------------|--------------------------|-----------------|---------|----------------|--------|-------------------|---------|----------------|--------|------------|--------------------------|--------|
|                             |                          | Kontrol Blangko | Blangko | Kontrol Sampel | Sampel | Kontrol Blangko   | Blangko | Kontrol Sampel | Sampel |            |                          |        |
| <i>Solanum tuberosum</i> L. | 4,18                     | 0,015           | 2,646   | 0,018          | 2,577  | 0,014             | 2,628   | 0,017          | 2,538  | 3,557      | 110,46                   |        |
|                             |                          | 0,014           | 2,611   | 0,017          | 2,499  |                   |         |                |        |            |                          |        |
|                             | 8,36                     | 0,015           | 2,646   | 0,018          | 2,384  |                   |         | 0,018          | 2,394  |            |                          | 9,104  |
|                             |                          | 0,014           | 2,611   | 0,018          | 2,404  |                   |         |                |        |            |                          |        |
|                             | 16,73                    | 0,015           | 2,646   | 0,021          | 2,353  |                   |         | 0,024          | 2,337  |            |                          | 11,514 |
|                             |                          | 0,014           | 2,611   | 0,028          | 2,322  |                   |         |                |        |            |                          |        |
|                             | 33,46                    | 0,015           | 2,646   | 0,028          | 2,275  |                   |         | 0,028          | 2,192  |            |                          | 17,214 |
|                             |                          | 0,014           | 2,611   | 0,028          | 2,110  |                   |         |                |        |            |                          |        |

Keterangan : a = 3,7832

b = 0,4184

Tabel 4.25 Aktivitas penghambatan ekstrak herba stevia

| Nama Tanaman                      | Konsentrasi Sampel (ppm) | Serapan         |         |                |        | Serapan Rata-rata |         |                |        | % Inhibisi | IC <sub>50</sub> (µg/mL) |
|-----------------------------------|--------------------------|-----------------|---------|----------------|--------|-------------------|---------|----------------|--------|------------|--------------------------|
|                                   |                          | Kontrol Blangko | Blangko | Kontrol Sampel | Sampel | Kontrol Blangko   | Blangko | Kontrol Sampel | Sampel |            |                          |
| <i>Stevia rebaudiana</i> Bertonii | 4,17                     | 0,023           | 2,551   | 0,028          | 2,417  | 0,023             | 2,641   | 0,027          | 2,417  | 8,708      | 50,19                    |
|                                   |                          | 0,023           | 2,732   | 0,026          | 2,417  |                   |         | 0,037          | 2,384  |            |                          |
|                                   | 8,34                     | 0,023           | 2,551   | 0,035          | 2,342  |                   |         | 0,067          | 2,235  | 17,188     |                          |
|                                   |                          | 0,023           | 2,732   | 0,039          | 2,427  |                   |         |                |        |            |                          |
|                                   | 16,68                    | 0,023           | 2,551   | 0,062          | 2,212  |                   |         | 0,106          | 1,804  | 35,141     |                          |
|                                   |                          | 0,023           | 2,732   | 0,072          | 2,259  |                   |         |                |        |            |                          |
|                                   | 33,36                    | 0,023           | 2,551   | 0,114          | 1,828  |                   |         |                |        |            |                          |
|                                   |                          | 0,023           | 2,732   | 0,099          | 1,781  |                   |         |                |        |            |                          |

Keterangan: a = 3,2923

b = 0,9305

Tabel 4.26 Aktivitas penghambatan ekstrak kulit batang bidara laut

| Nama Tanaman                   | Konsentrasi Sampel (ppm) | Serapan         |         |                |        | Serapan Rata-rata |         |                |        | % Inhibisi | IC <sub>50</sub> (µg/mL) |
|--------------------------------|--------------------------|-----------------|---------|----------------|--------|-------------------|---------|----------------|--------|------------|--------------------------|
|                                |                          | Kontrol Blangko | Blangko | Kontrol Sampel | Sampel | Kontrol Blangko   | Blangko | Kontrol Sampel | Sampel |            |                          |
| <i>Strychnos lucida</i> R. Br. | 1,04                     | 0,013           | 2,571   | 0,020          | 2,154  | 0,013             | 2,568   | 0,020          | 2,098  | 22,736     | 5,40                     |
|                                |                          | 0,013           | 2,566   | 0,020          | 2,043  |                   |         | 0,0215         | 1,956  |            |                          |
|                                | 2,08                     | 0,013           | 2,571   | 0,021          | 1,981  |                   |         | 0,030          | 1,528  | 41,270     |                          |
|                                |                          | 0,013           | 2,566   | 0,022          | 1,931  |                   |         |                |        |            |                          |
|                                | 4,17                     | 0,013           | 2,571   | 0,031          | 1,470  |                   |         | 0,036          | 0,782  | 70,802     |                          |
|                                |                          | 0,013           | 2,566   | 0,029          | 1,587  |                   |         |                |        |            |                          |
|                                | 8,35                     | 0,013           | 2,571   | 0,035          | 0,793  |                   |         |                |        |            |                          |
|                                |                          | 0,013           | 2,566   | 0,037          | 0,771  |                   |         |                |        |            |                          |

Keterangan : a = 12,877

b = 6,8716

Tabel 4.27 Aktivitas penghambatan ekstrak bunga cengkeh

| Nama Tanaman                                  | Konsentrasi Sampel (ppm) | Serapan         |         |                |        | Serapan Rata-rata |         |                |        | % Inhibisi | IC <sub>50</sub> (µg/mL) |
|---|--------------------------|-----------------|---------|----------------|--------|-------------------|---------|----------------|--------|------------|--------------------------|
|   |                          | Kontrol Blangko | Blangko | Kontrol Sampel | Sampel | Kontrol Blangko   | Blangko | Kontrol Sampel | Sampel |            |                          |
| <i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Merr. & Perry | 1,04                     | 0,012           | 2,636   | 0,019          | 2,446  | 0,015             | 2,627   | 0,021          | 2,367  | 10,184     | 5,74                     |
|   |                          | 0,008           | 2,618   | 0,023          | 2,289  |                   |         | 0,032          | 1,954  |            |                          |
|   | 2,08                     | 0,012           | 2,636   | 0,033          | 2,070  |                   |         | 0,054          | 1,509  | 44,295     |                          |
|   |                          | 0,008           | 2,618   | 0,032          | 1,839  |                   |         |                |        |            |                          |
|   | 4,17                     | 0,012           | 2,636   | 0,054          | 1,685  |                   |         | 0,106          | 0,992  | 66,079     |                          |
|   |                          | 0,008           | 2,618   | 0,055          | 1,334  |                   |         |                |        |            |                          |
|   | 8,35                     | 0,012           | 2,636   | 0,095          | 1,172  |                   |         |                |        |            |                          |
|   |                          | 0,008           | 2,618   | 0,117          | 0,812  |                   |         |                |        |            |                          |

Keterangan : a = 8,352

b = 7,2538



Tabel 4.28 AKtivitas penghambatan ekstrak kulit batang jamblang

| Nama Tanaman                      | Konsentrasi Sampel (ppm) | Serapan         |         |                |        | Serapan Rata-rata |         |                |        | % Inhibisi | IC <sub>50</sub> (µg/mL) |
|-----------------------------------|--------------------------|-----------------|---------|----------------|--------|-------------------|---------|----------------|--------|------------|--------------------------|
|                                   |                          | Kontrol Blangko | Blangko | Kontrol Sampel | Sampel | Kontrol Blangko   | Blangko | Kontrol Sampel | Sampel |            |                          |
| <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeel | 1,04                     | 0,011           | 2,754   | 0,013          | 2,463  | 0,012             | 2,660   | 0,013          | 2,259  | 15,181     | 3,78                     |
|                                   |                          | 0,013           | 2,566   | 0,014          | 2,056  |                   |         | 0,013          | 2,002  |            |                          |
|                                   | 2,09                     | 0,011           | 2,754   | 0,015          | 2,082  |                   |         | 0,023          | 0,770  | 71,790     |                          |
|                                   |                          | 0,013           | 2,566   | 0,011          | 1,922  |                   |         |                |        |            |                          |
|                                   | 4,18                     | 0,011           | 2,754   | 0,027          | 0,722  |                   |         | 0,026          | 0,178  | 94,259     |                          |
|                                   |                          | 0,013           | 2,566   | 0,020          | 0,818  |                   |         |                |        |            |                          |
|                                   | 8,36                     | 0,011           | 2,754   | 0,026          | 0,210  |                   |         |                |        |            |                          |
|                                   |                          | 0,013           | 2,566   | 0,026          | 0,147  |                   |         |                |        |            |                          |

Keterangan ; a = 8,0867

b = 11,079

Tabel 4.29 Aktivitas penghambatan ekstrak daging buah coklat

| Nama Tanaman              | Konsentrasi Sampel (ppm) | Serapan         |         |                |        | Serapan Rata-rata |         |                |        | % Inhibisi | IC <sub>50</sub> (µg/mL) |        |
|---------------------------|--------------------------|-----------------|---------|----------------|--------|-------------------|---------|----------------|--------|------------|--------------------------|--------|
|                           |                          | Kontrol Blangko | Blangko | Kontrol Sampel | Sampel | Kontrol Blangko   | Blangko | Kontrol Sampel | Sampel |            |                          |        |
| <i>Theobroma cacao</i> L. | 4,17                     | 0,027           | 2,357   | 0,012          | 2,134  | 0,027             | 2,329   | 0,014          | 1,998  | 13,814     | 22,98                    |        |
|                           |                          | 0,027           | 2,301   | 0,017          | 1,863  |                   |         | 0,013          | 1,655  |            |                          |        |
|                           | 8,35                     | 0,027           | 2,357   | 0,015          | 1,832  |                   |         | 0,017          | 1,418  | 39,140     |                          | 28,670 |
|                           |                          | 0,027           | 2,301   | 0,012          | 1,478  |                   |         |                |        |            |                          |        |
|                           | 16,71                    | 0,027           | 2,357   | 0,016          | 1,196  |                   |         | 0,028          | 0,775  | 67,550     |                          | 39,140 |
|                           |                          | 0,027           | 2,301   | 0,019          | 1,641  |                   |         |                |        |            |                          |        |
|                           | 33,43                    | 0,027           | 2,357   | 0,031          | 0,732  |                   |         | 0,026          | 0,818  |            |                          |        |
|                           |                          | 0,027           | 2,301   | 0,026          | 0,818  |                   |         |                |        |            |                          |        |

Keterangan : a = 10,070

b = 1,737

Tabel 4.30 Aktivitas penghambatan ekstrak rimpang jahe

| Nama Tanaman                     | Konsentrasi Sampel (ppm) | Serapan         |         |                |        | Serapan Rata-rata |         |                |        | % Inhibisi | IC <sub>50</sub> (µg/mL) |
|----------------------------------|--------------------------|-----------------|---------|----------------|--------|-------------------|---------|----------------|--------|------------|--------------------------|
|                                  |                          | Kontrol Blangko | Blangko | Kontrol Sampel | Sampel | Kontrol Blangko   | Blangko | Kontrol Sampel | Sampel |            |                          |
| <i>Zingiber officinale</i> Rosc. | 4,17                     | 0,011           | 2,734   | 0,022          | 2,708  | 0,011             | 2,721   | 0,019          | 2,708  | 0,774      | 84,60                    |
|                                  |                          | 0,011           | 2,709   | 0,016          | 2,708  |                   |         | 0,018          | 2,462  |            |                          |
|                                  | 8,35                     | 0,011           | 2,734   | 0,018          | 2,429  |                   |         | 0,028          | 2,310  | 15,793     |                          |
|                                  |                          | 0,011           | 2,709   | 0,018          | 2,496  |                   |         |                |        |            |                          |
|                                  | 16,70                    | 0,011           | 2,734   | 0,029          | 2,321  |                   |         | 0,042          | 2,226  | 19,409     |                          |
|                                  |                          | 0,011           | 2,709   | 0,027          | 2,300  |                   |         |                |        |            |                          |
|                                  | 33,40                    | 0,011           | 2,734   | 0,049          | 2,217  |                   |         |                |        |            |                          |
|                                  |                          | 0,011           | 2,709   | 0,035          | 2,235  |                   |         |                |        |            |                          |

Keterangan : a = 2,6914

b = 0,5592

Tabel 4.31 Serapan blangko pada uji kinetika inhibisi enzim

| Konsentrasi<br>Substrat (S)<br>(mM) | Serapan (V)             |               |       |                                  |
|-------------------------------------|-------------------------|---------------|-------|----------------------------------|
|                                     | Blangko (Vo)            |               |       |                                  |
|                                     | Kontro<br>sampel<br>(X) | Sampel<br>(Y) | Y-X   | Serapan<br>sampel a<br>rata-rata |
| 1,25                                | 0,010                   | 1,436         | 1,426 | 1,406                            |
|                                     | 0,010                   | 1,397         | 1,387 |                                  |
| 2,5                                 | 0,019                   | 2,066         | 2,047 | 2,071                            |
|                                     | 0,019                   | 2,115         | 2,096 |                                  |
| 5                                   | 0,037                   | 2,699         | 2,662 | 2,627                            |
|                                     | 0,037                   | 2,629         | 2,592 |                                  |
| 10                                  | 0,070                   | 2,561         | 2,491 | 2,507                            |
|                                     | 0,070                   | 2,594         | 2,524 |                                  |
| 20                                  | 0,079                   | 2,373         | 2,294 | 2,251                            |
|                                     | 0,079                   | 2,288         | 2,209 |                                  |

Tabel 4.32 Serapan sampel pada uji kinetika inhibisi enzim

| Konsentrasi Substrat (S) (mM) | Serapan Sampel (V) |            |       |                           |                |            |       |                         |                |            |       |                      |                |            |       |                          |
|-------------------------------|--------------------|------------|-------|---------------------------|----------------|------------|-------|-------------------------|----------------|------------|-------|----------------------|----------------|------------|-------|--------------------------|
|                               | V1                 |            |       |                           | V2             |            |       |                         | V3             |            |       |                      | V4             |            |       |                          |
|                               | Kontrol sa (X)     | Sampel (Y) | Y-X   | Serapan sam ata-rata-rata | Kontrol sa (X) | Sampel (Y) | Y-X   | Serapan sa ata-rata-rat | Kontrol sa (X) | Sampel (Y) | Y-X   | Serapan sa rata-rata | Kontrol sa (X) | Sampel (Y) | Y-X   | Serapan san ta-rata-rata |
| 1,25                          | 0,035              | 1,102      | 1,067 | 1,068                     | 0,013          | 0,596      | 0,583 | 0,551                   | 0,014          | 0,168      | 0,154 | 0,199                | 0,047          | 0,069      | 0,022 | 0,022                    |
|                               | 0,035              | 1,105      | 1,070 |                           | 0,013          | 0,520      | 0,520 |                         | 0,014          | 0,259      | 0,245 |                      | 0,047          | 0,069      | 0,022 |                          |
| 2,5                           | 0,033              | 1,607      | 1,574 | 1,563                     | 0,025          | 0,847      | 0,822 | 0,818                   | 0,010          | 0,386      | 0,376 | 0,373                | 0,036          | 0,103      | 0,067 | 0,067                    |
|                               | 0,033              | 1,586      | 1,553 |                           | 0,025          | 0,840      | 0,815 |                         | 0,010          | 0,380      | 0,370 |                      | 0,036          | 0,104      | 0,068 |                          |
| 5                             | 0,024              | 2,057      | 2,003 | 2,056                     | 0,014          | 1,184      | 1,170 | 1,115                   | 0,01           | 0,310      | 0,300 | 0,309                | 0,042          | 0,229      | 0,187 | 0,209                    |
|                               | 0,024              | 2,103      | 2,079 |                           | 0,014          | 1,075      | 1,061 |                         | 0,01           | 0,328      | 0,318 |                      | 0,042          | 0,274      | 0,232 |                          |
| 10                            | 0,013              | 2,084      | 2,071 | 2,055                     | 0,005          | 1,204      | 1,199 | 1,258                   | 0,013          | 0,434      | 0,421 | 0,509                | 0,052          | 0,230      | 0,178 | 0,157                    |
|                               | 0,013              | 2,053      | 2,040 |                           | 0,005          | 1,323      | 1,318 |                         | 0,013          | 0,611      | 0,598 |                      | 0,052          | 0,189      | 0,137 |                          |
| 20                            | 0,020              | 2,114      | 2,094 | 1,964                     | 0,055          | 1,543      | 1,488 | 1,407                   | 0,052          | 0,941      | 0,889 | 0,879                | 0,077          | 0,291      | 0,214 | 0,211                    |
|                               | 0,020              | 1,855      | 1,835 |                           | 0,055          | 1,381      | 1,326 |                         | 0,052          | 0,921      | 0,869 |                      | 0,077          | 0,286      | 0,209 |                          |

Tabel 4.33 Data 1/S dan 1/V pada uji kinetika inhibisi enzim

| 1/S  | 1/V <sub>o</sub> | 1/V <sub>1</sub> | 1/V <sub>2</sub> | 1/V <sub>3</sub> | 1/V <sub>4</sub> |
|------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 0,8  | 0,711            | 0,934            | 1,814            | 5,025            | 45,454           |
| 0,4  | 0,482            | 0,639            | 1,222            | 2,681            | 14,925           |
| 0,2  | 0,381            | 0,484            | 0,896            | 3,236            | 4,784            |
| 0,1  | 0,398            | 0,486            | 0,794            | 1,964            | 6,369            |
| 0,05 | 0,44             | 0,509            | 0,710            | 1,137            | 4,739            |

Keterangan :

V<sub>o</sub> = blangko (tanpa inhibitor)

V<sub>1</sub> = konsentrasi sampel 4,17 ppm

V<sub>2</sub> = konsentrasi sampel 8,35 ppm

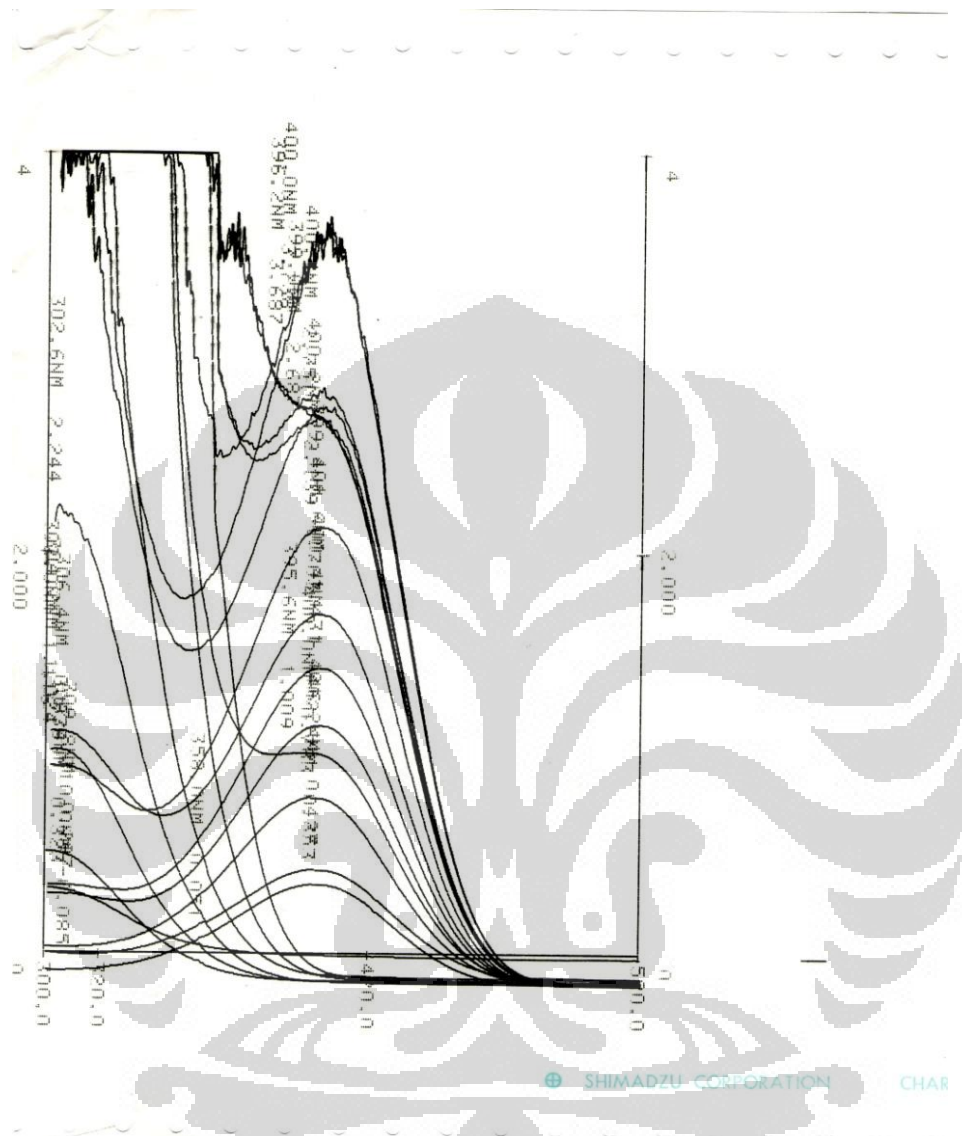
V<sub>3</sub> = konsentrasi sampel 16,70 ppm

V<sub>4</sub> = konsentrasi sampel 33,40 ppm



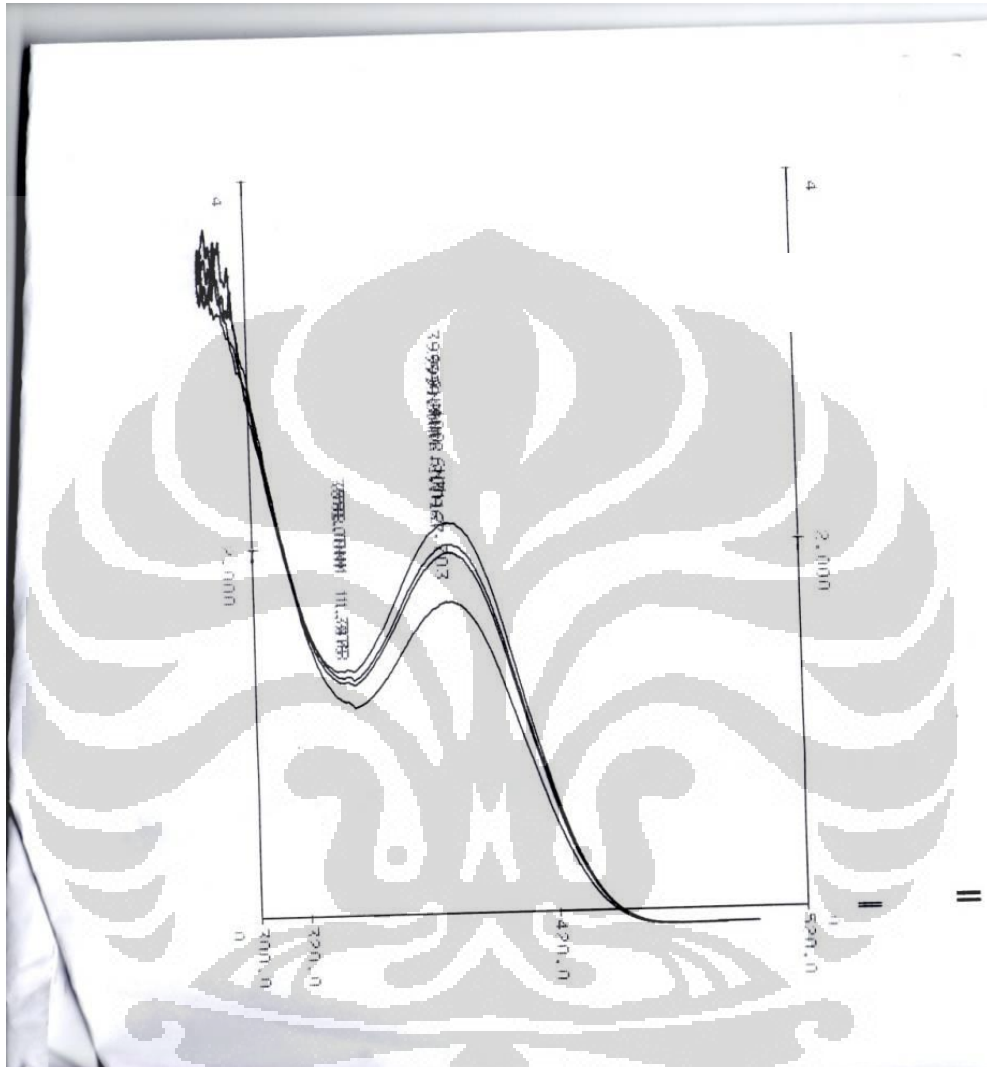
# LAMPIRAN

## Lampiran 1. Kurva Serapan Uji Optimasi





## Lampiran 2. Kurva Serapan Uji Akarbose



## Lampiran 3. Surat Determinasi



Cibinong, 16 Maret 2011

Nomor : 335 /IPH.1.02/If.8/III/2011  
 Lampiran : -  
 Perihal : Hasil identifikasi/determinasi Tumbuhan

Kepada Yth.  
 Bpk./Ibu/Sdr(i). Marista Gilang  
 Mhs. Univ. Indonesia

Dengan hormat,

Bersama ini kami sampaikan hasil identifikasi/determinasi tumbuhan yang Saudara kirimkan ke "Herbarium Bogoriense", Bidang Botani Pusat Penelitian Biologi-LIPI Bogor, adalah sebagai berikut :

| No. | No. Kol.    | Jenis   | Suku          |
|-----|-------------|---|---------------|
| 1   | Wortel      | <i>Daucus carota</i> L.                           | Apiaceae      |
| 2   | Stevia      | <i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni                  | Asteraceae    |
| 3   | Kayu Manis  | <i>Cinnamomum burmanii</i> (Nees & T. Nees) Blume | Lauraceae     |
| 4   | Asparagus   | <i>Asparagus officinalis</i> L.                   | Liliaceae     |
| 5   | Bidara Laut | <i>Strychnos lucida</i> R.Br.                     | Loganiaceae   |
| 6   | Cengkeh     | <i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Merr. & Perry     | Myrtaceae     |
| 7   | Jamblang    | <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeel                 | Myrtaceae     |
| 8   | Belimbing   | <i>Averrhoa carambola</i> L.                      | Oxalidaceae   |
| 9   | Wijen       | <i>Sesamum orientale</i> L.                       | Pedaliaceae   |
| 10  | Coklat      | <i>Theobroma cacao</i> L.                         | Sterculiaceae |
| 11  | Kunyit      | <i>Curcuma domestica</i> Val.                     | Zingiberaceae |
| 12  | Jahe Merah  | <i>Zingiber officinale</i> Roscoe                 | Zingiberaceae |
| 13  | Kentang     | <i>Solanum tuberosum</i> L.                       | Solanaceae    |

\*

J:\Ident 2011\Marista Gilang.doc\DG-DG

Page 1 of 2


Keterangan : \* = Tidak termasuk tanaman yang digunakan

(Lanjutan)

|    |              |                                 |          |
|----|--------------|---------------------------------|----------|
| 14 | Teh          | <i>Camellia sinensis</i> Kuntze | Theaceae |
| 15 | Jinten Putih | <i>Cuminum cyminum</i> L.       | Apiaceae |

Demikian, semoga berguna bagi Saudara.

Kepala Bidang Botani  
Pusat Penelitian Biologi-LIPI,

  
Prof. Dr. Eko Baroto Walujo  
NIP. 195111041975011001

(Lanjutan)



**LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA**  
**( Indonesian Institute of Sciences )**  
**PUSAT PENELITIAN BIOLOGI**  
**( Research Center for Biology )**  
 Jl. Raya Jakarta - Bogor Km. 46 Cibinong 16911, Indonesia P.O Box 25 Cibinong  
 Telp. (021) 87907636 - 87907604 Fax. 87907612

---

Cibinong, 20 Mei 2011

Nomor : 927/IPH.1.02/If.8/V/2011  
 Lampiran : -  
 Perihal : Hasil identifikasi/determinasi Tumbuhan

Kepada Yth.  
 Bpk./Ibu/Sdr(i). Marista Gilang Mauldina  
 Mhs. Univ. Indonesia  
 DEPOK

Dengan hormat,

Bersama ini kami sampaikan hasil identifikasi/determinasi tumbuhan yang Saudara kirimkan ke "Herbarium Bogoriense", Bidang Botani Pusat Penelitian Biologi-LIPI Bogor, adalah sebagai berikut :

| No. | No. Kol.        | Jenis                      | Suku        |
|-----|-----------------|----------------------------|-------------|
| 1   | Belimbing Wuluh | <i>Averrhoa bilimbi</i> L. | Oxalidaceae |

Demikian, semoga berguna bagi Saudara.

Kepala Bidang Botani  
 Pusat Penelitian Biologi-LIPI,

Dr. Joeni Setiyo Rahajoe  
 NIP. 196706241993032004